www.mientayvn.com

Khi đọc qua tài liệu này, nếu phát hiện sai sót hoặc nội dung kém chất lượng xin hãy thông báo để chúng tôi sửa chữa hoặc thay thế bằng một tài liệu cùng chủ đề của tác giả khác. Tài liệu này bao gồm nhiều tài liệu nhỏ có cùng chủ đề bên trong nó. Phần nội dung bạn cần có thể nằm ở giữa hoặc ở cuối tài liệu này, hãy sử dụng chức năng Search để tìm chúng.

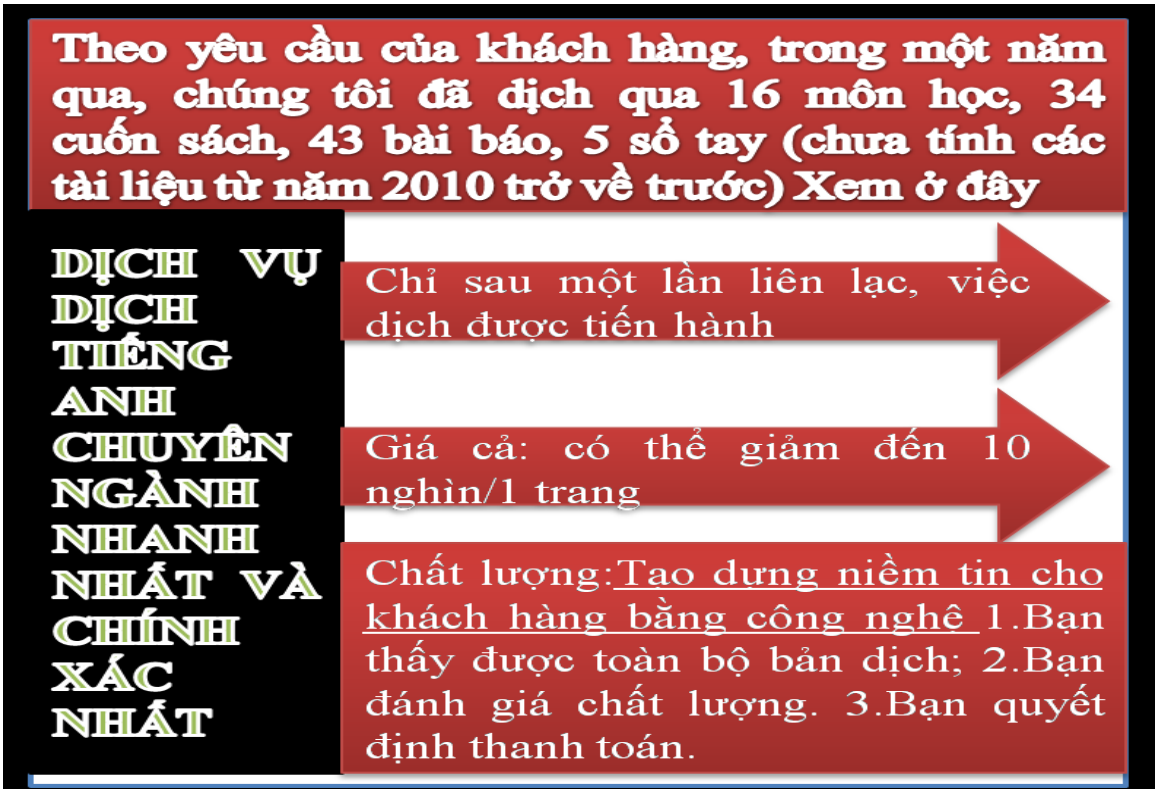
Bạn có thể tham khảo nguồn tài liệu được dịch từ tiếng Anh tại đây:

http://mientayvn.com/Tai_lieu_da_dich.html

Thông tin liên hệ:

Yahoo mail: thanhlam1910_2006@yahoo.com

Gmail: frbwrthes@gmail.com



TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
KHOA KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH

-----✍📖✍-----

ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
TON DUC THANG UNIVERSITY

## MÔN HỌC

# VẬT LIỆU XÂY DỰNG

**GIẢNG VIÊN:** ThS. NGUYỄN THỊ THANH HƯƠNG

# MỞ ĐẦU

## 1. Vai trò của vật liệu xây dựng

Vật liệu xây dựng có vai trò rất quan trọng và cần thiết trong các công trình xây dựng, nó quyết định chất lượng, tuổi thọ, mỹ thuật và giá thành của công trình. Chất lượng của vật liệu ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng công trình, nên ngành vật liệu xây dựng luôn được chú trọng đầu tư và phát triển.

Chi phí vật liệu xây dựng trong công trình chiếm một tỉ lệ tương đối lớn trong tổng giá thành xây dựng. Đối với công trình dân dụng chiếm đến 80%, công trình giao thông đến 75%, và công trình thủy lợi trên 50%.

## 2. Phân loại vật liệu xây dựng

VLXD được chia thành 3 nhóm chính :

*Vật liệu vô cơ* : các loại vật liệu đá thiên nhiên, các vật liệu nung, các loại chất kết dính vô cơ, bê tông, vữa, các loại vật liệu đá nhân tạo không nung . . . .

*Vật liệu hữu cơ* : các loại vật liệu gỗ, tre, các loại bitum và guđrong, vật liệu keo và chất dẻo, các loại sơn . . . .

*Vật liệu kim loại* : các loại vật liệu và sản phẩm bằng gang, thép, các loại vật liệu bằng kim loại màu và hợp kim.

## 3. Nội dung

*Chương 1.* Các đặc tính kỹ thuật của vật liệu xây dựng
*Chương 2.* Vật liệu đá thiên nhiên
*Chương 3.* Vật liệu gốm xây dựng
*Chương4.* Các chất kết dính vô cơ
*Chương 5.* Bê tông xi măng
*Chương 6.* Vữa xây dựng
*Chương 7.* Thép xây dựng
*Chương 8.* Bê tông atphan

# CHƯƠNG 1 CÁC TÍNH CHẤT CƠ BẢN CỦA VẬT LIỆU XÂY DỰNG

## 1.1. Khái niệm chung

Trong công trình có rất nhiều bộ phận, mỗi bộ phận có một tác dụng khác nhau, do đó vật liệu dùng để xây dựng các bộ phận đó phải có khả năng tương ứng.

Ví dụ : Công trình nhà, rạp hát. Bộ phận chịu lực : móng, cột, đà sàn thì vật liệu sử dụng có cường độ cao. Bộ phận bao che (tường, mái) : vật liệu gồm gạch , ngoái, kính, gỗ, tôn. . . ) thì yêu cầu nhẹ, bền, cách âm, cách nhiệt. Bộ phận tiếp xúc với nước: sàn nhà vệ sinh, sân thượng, hồ nước thì vật liệu có tính chống thấm cao. Bộ phận tiếp xúc nhiệt : ống khói, lò nung, thì vật liệu có khả năng cách nhiệt như gạch chịu lữa samốt. Bộ phận đặc biệt : phòng chụp X-quang, lò phản ứng hạt nhân, bể chứa axit, bazơ thì vật liệu phải có khả năng tương ứng.

Như vậy để sử dụng vật liệu cho hợp lý chúng ta cần hiểu những tính năng cơ lý của vật liệu. Ngoài ra trong quá trình sử dụng công trình còn chịu ảnh hưởng của môi trường bên ngoài.

## 1.2. Các tính chất vật lý

### 1.2.1. Khối lượng riêng

**a) Khái niệm :** Khối lượng riêng là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái hoàn toàn đặc (không có lỗ rỗng). Ký hiệu :$\gamma_a$

**b) Công thức** $\gamma_a = \frac{G_k}{V_a}$ g/cm$^3$, kg/dm$^3$, T/m$^3$.

Trong đó : $G_k$ : Khối lượng vật liệu ở trạng thái khô.

$V_a$ : Thể tích ở trạng thái đặc.

**c) Phương pháp xác định :** tùy từng loại vật liệu mà có những phương pháp xác định ρ khác nhau

- ***Vật liệu được coi như hoàn toàn đặc chắc :*** *thép, kính . . . .*

+ Mẫu có dạng hình học xác định : phương pháp cân đo

+ Mẫu không có dạng hình học xác định : phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng để xác định $V_a$

- ***Vật liệu không hòan toàn đặc chắc :*** *gạch, đá, bê tông, vữa . . .*

+ Nghiền nhỏ mẫu vật liệu có d<0.2mm, cân xác định $m_k$, dùng phương pháp vật chiếm chỗ chất lỏng

**d) Ứng dụng**

Khối lượng riêng của vật liệu chỉ phụ thuộc vào thành phần cấu tạo và cấu trúc vi mô của nó nên biến động trong một phạm vi nhỏ

+ Tính độ đặc, độ rỗng của vật liệu.

+ Tính cấp phối bê tông và một số chỉ tiêu vật lý khác.

### 1.2.2. Khối lượng thể tích

**a) Khái niệm :** Khối lượng thể tích là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái tự nhiên. Ký hiệu $\gamma_o$

**b) Công thức** $\gamma_o = \frac{G_k}{V_0}$ g/cm$^3$, kg/dm$^3$, T/m$^3$.

Trong đó $G_k$ : Khối lượng vật liệu ở trạng thái khô

$V_o$ : Thể tích vật liệu ở trạng thái tự nhiên

- Khối lượng thể tích tiêu chuẩn : là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái tự nhiên sau khi được sấy khô ở nhiệt độ 105 – 110 $^0$C đến khối lượng không đổi. Ký hiệu $\gamma_o^{tc}$
- Khối lượng thể tích xốp là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu rời rạc được đổ đống ở trạng thái tự nhiên hoặc trạng thái đầm chặt (bằng cách rung lắc hoặc đầm lèn)

**c) Phương pháp xác định**

***+ Vật liệu có kích thước hình học rõ ràng :***

- Cân mẫu để xác định G
- Đo mẫu để xác định $V_0$

$$\gamma_o = \frac{G}{V_a}$$

***+ Mẫu có hình dạng bất kỳ***

- Cân mẫu để xác định G
- Bọc mẫu bằng paraffine (ký hiệu P)
- Tìm $V_0$ bằng cách xác định thể tích mẫu bọc paraphin chiếm chỗ trong nước

$V_0 = V - V_p$

***+ Vật liệu rời rạc :*** xi măng, cát, đá . . . . dùng hình có dung tích xác định

**d) Ứng dụng**

- Khối lượng thể tích phụ thuộc vào kết cấu nội bộ bản thân vật liệu, khối lượng thể tích xốp phụ thuộc vào kích thước hạt và sự sắp xếp giữa các hạt
- Khối lượng thể thích của các loại vật liệu xây dựng biến đổi trong phạm vi rất lớn
  + Tính độ đặc, độ rỗng của vật liệu
  + Tính cấp phối bêtông.
  + Tính khối lượng cấu kiện
  + Tính độ ổn định của kết cấu nền móng công trình
  + Tính toán và lựa chọn phương tiện vận chuyển và bốc xếp .....

**1.2.3. Độ đặc (đ%) và độ rỗng (r%)**

**a) Khái niệm :**

Độ đặc là tỉ số tính bằng % giữa thể tích đặc và thể tích tự nhiên của vật liệu.

**Công thức**

$$đ = \frac{V_a}{V_o} \times 100\% \quad (\text{định tính}); \qquad đ = \frac{\gamma_o}{\gamma_a} \times 100\% \quad (\text{định lượng})$$

Độ rỗng là thể tích rỗng chứa trong một đơn vị thể tích tự nhiên của vật liệu, được tính bằng đơn vị%

**Công thức**

$$r = \frac{V_r}{V_o} \times 100\% \text{ hay } r = \left(1 - \frac{\gamma_o}{\gamma_a}\right) \times 100\%$$

Trong đó : $V_r$ -thể tích rỗng.

$V_0$ -thể tích tự nhiên của vật liệu.

$V_a$-thể tích hoàn toàn đặc

Lỗ rỗng trong vật liệu gồm có lỗ rỗng kín và hở. Lỗ rỗng hở là lỗ rỗng thông với môi trường bên ngoài. Vật liệu chứa nhiều lỗ rỗng kín thì cường độ cao, cách nhiệt tốt, nhưng chứa nhiều lỗ rỗng ở thì hút âm tốt.

Qua độ rỗng của vật liệu có thể đánh giá các tính chất khác nhau của vật liệu như khối lượng riêng, khối lượng thể tích, hệ số truyền nhiệt, độ hút nước (tùy thuộc vào tính chất của lỗ rỗng kín hay hở), cường độ, độ bền của vật liệu.

**1.2.4. Độ ẩm**

**a) Khái niệm** : là tỉ lệ nước có tự nhiên trong mẫu vật liệu ở trạng thái tự nhiên trên một đơn vị khối lượng vật liệu ở trạng thái khô

**b) Công thức**

$$W = \frac{G_w - G_k}{G_k} x100\% = \frac{G_n}{G_k} x100\%$$

Trong đó : G-khối lượng vật liệu ở trạng thái tự nhiên

$G_k$-khối lượng vật liệu ở trạng thái khô

$G^{tn}_n$-khối lượng nước có trong vật liệu

Vật liệu ở trạng thái tự nhiên có độ ẩm W% thì $G_w = G_k(1 + W)$.

Độ ẩm có ý nghĩa quan trọng đối với vật liệu cấu tạo không đẳng hướng.

**c) Cách xác định :** cân mẫu ở trạng thái tự nhiên tại thời điểm thí nghiệm, sấy khô mẫu đến khối lượng không đổi.

**d) Ý nghĩa**

- Độ ẩm là đại lượng thay đổi liên tục tùy thuộc điều kiện nhiệt độ và độ ẩm môi trường, vật liệu có thể hút ẩm hoặc nhả ẩm tùy theo sự chênh lệch giữa áp suất riêng phần của hơi nước trong không khí và trong vật liệu. Độ ẩm cũng phụ thuộc vào cấu tạo nội bộ của vật liệu và bản chất ưa nước hay kỵ nước của nó.
- Khi vật liệu bị ẩm hoặc khi độ ẩm của vật liệu thay đổi thì một số tính chất của vật liệu cũng thay đổi theo như : cường độ, khả năng dẫn nhiệt, dẫn điện, thể tích. .
- Biết độ ẩm của vật liệu để điều chỉnh lượng dùng vật liệu cho hợp lý

**1.2.5. Độ hút nước**

**a) Khái niệm** : Là khả năng hút và giữ nước tối đa của vật liệu dưới áp lực bình thường (áp lực không khí).

**b) Công thức**

- ***Xác định độ hút nước theo khối lượng Hp(%) :*** Hp là tỉ số giữa khối lượng nước chứa trong mẫu vật liệu ở trạng thái bão hòa và khối lượng của vật liệu ở trạng thái khô.

$$Hp = \frac{G_u - G_k}{G_k} \times 100\% \quad (*)$$

Trong đó : $G_k$ : khối lượng của mẫu sấy khô

$G_u$ : khối lượng của mẫu ướt (đã bão hòa nước)

- Xác định độ hút nước theo thể tích Hv%

Hv% là tỉ số giữa thể tích nước của vật liệu ở trạng thái bão hòa và thể tích tự nhiên của vật liệu

$$Hv = \frac{V_n}{V_0} \times 100\% \text{ hay } H_v = \frac{G_u - G_k}{V_0 \gamma_{an}} 100\% \quad (**)$$

Từ (*) và (**) ta có $Hv = \frac{\gamma_o^{khô}}{\gamma_{an}} x H_P\%$

Ví dụ Bê tông $H_p = 3\%$

Gạch đất sét nung $H_p = 8 – 20\%$

Đá granit $H_p = 0,5 – 0,7\ \%$

**c) Cách xác định :**

- Phương pháp ngâm từ từ ở điều kiện bình thường đối với mẫu có kích thước lớn.
- Phương pháp ngâm một lần ở điều kiện bình thường đối với mẫu có kích thước bé.

**d) Các yếu tố ảnh hưởng đến độ hút nước và ý nghĩa :**

- Độ hút nước phụ thuộc vào cấu tạo bản thân vật liệu (độ đặc, độ rỗng, tính chất lỗ rỗng), bản chất ưa nước hay kỵ nước của vật liệu.
- Khi vật liệu bị bão hòa nước thì một số tính chất của vật liệu cũng thay đổi theo như : cường độ giảm, khả năng dẫn nhiệt và dẫn điện tăng, thể tích tăng . . . .

### 1.2.6. Độ bão hoà nước

**a) Khái niệm** : Là khả năng hút nước tối đa của mẫu vật liệu chịu áp lực cưỡng bức (áp suất cao p = 20mmHg hay nhiệt độ cao (đun sôi)).

**b) Công thức**

$$C_{bh}\% = \frac{V_n}{V_r} \times 100 \text{ hay } C_{bh} = \frac{H^{bh}_v}{r} \times 100\%$$

### 1.2.7. Hệ số mềm

**a) Định nghĩa** : hệ số mềm là tỉ số giữa cường độ của vật liệu ở trạng thái bão hòa và cường độ của vật liệu ở trạng thái khô.

**b) Công thức**

$$K_m = \frac{R_{bh}}{R_k} \leq 1$$

$K_m$ là chỉ tiêu quan trọng đối với vật liệu trong môi trường tiếp xúc trực tiếp với nước.

$K_m < 0,75$ : Không được tiếp xúc với nước

$0,75 < K_m < 0,85$ : Vật liệu dùng trong môi trường ẩm

$K_m > 0,85$ : Vật liệu dùng trong môi trường nước

### 1.2.8. Tính truyền nhiệt, tính thấm nước, thấm khí

**a) Định nghĩa** : Tính truyền nhiệt, tính thấm nước, tính thấm khí là khả năng của vật liệu để cho nước, nhiệt, khí thấm qua từ nơi có áp lực cao đến nơi có áp lực thấp. Tính truyền nhiên của vật liệu được đặc trưng qua hệ số truyền nhiệt λ

$$\lambda = \frac{Q.\delta}{F.(t_1 - t_2).Z} \text{ kCal/m.h.}^0\text{C.}$$

Trong đó Q là nhiệt lượng, (kCal, 1kCal = 4,1876 kJ)

δ: bề dày của vật liệu (m)

F : diện tích tiết diện của mẫu vật liệu ($m^2$)

$t_1, t_2$ là nhiệt độ mặt trong và mặt ngoài của vật liệu ($^0$C)

Z : thời gian đo (h)

Ngoài ra hệ số truyền nhiệt được xác định theo công thức :

$$\lambda = 1.16\sqrt{0.0196 + 0.22\rho_v^2} - 0.14 \text{ W/m.}^0\text{C}$$

$$\lambda = \sqrt{0.0196 + 0.22\rho_v^2} - 0.14 \qquad \text{kCal/m.h.}^0\text{C}$$

Khi nhiệt độ < $100^0$C thì $\lambda_t = \lambda_0 (1 + \beta t)$

Với $\lambda_0$ là hệ số truyền nhiệt ở $0^0$C, β hệ số thay đổi nhiệt độ

$\lambda_t$ : hệ số dẫn nhiệt ở nhiệt độ bình quân t, . t = $(t_1+t_2)/2$

**1.2.9. Nhiệt dung và tỉ nhiệt**

**a) Định nghĩa :** Nhiệt dung là nhiệt lượng mà vật liệu thu vào khi đun nóng.

**b) Công thức** Q = G .C.$(t_2 - t_1)$ kCal, kJ

Trong đó : G : Khối lượng mẫu vật liệu

C : tỉ nhiệt

$t_1$, $t_2$ : nhiệt độ của vật liệu trước và sau khi đun nóng.

Vậy tỉ nhiệt là nhiệt lượng mà vật liệu thu vào khi đun nóng 1 kg vật liệu lên $1^0$C.

Ứng dụng C :

- Dùng để tính toán lượng nhiệt cần thiết, dùng để gia công nhiệt nhằm thúc đẩy quá trình rắn chắc của sản phẩm.
- Dùng để tính toán lựa chọn các loại vật liệu để xây dựng các nhà ở trong điều kiện thiếu điện khí hóa, thiếu hơi, khí hậu lạnh ⇒ chọn vật liệu có C lớn và λ nhỏ.

Khi độ ẩm của vật liệu tăng thì nhiệt dung riêng của nó tăng lên :

$$C_w = \frac{C + 0,01WC_n}{1 + 0,01W}$$

Trong đó : C, $C_w$ và $C_n$ – nhiệt dung riêng của vật liệu khô, vật liệu có độ ẩm là W và của nước.

Khi vật liệu hỗn hợp bao gồm nhiều vật liệu thành phần có nhiệt dung riêng là $C_1$, $C_2$, . . .. , $C_n$ và khối lượng tương ứng là $G_1$, $G_2$, . . . ., $G_n$ thì nhiệt dung riêng C của nó được tính theo công thức :

$$C = \frac{G_1C_1 + G_2C_2 + ..... + G_nC_n}{G_1 + G_2 + ..... + G_n}$$

**1.2.10. Tính chống cháy**

**a) Khái niệm** : Tính chống cháy là khả năng của vật liệu chịu được tác dụng của nhiệt độ cao trong một thời gian nhất định.

**b) Phân loại** Căn cứ vào khả năng chống cháy của vật liệu, người ta chia vật liệu ra làm 4 nhóm

a. Nhóm vật liệu không cháy và không biến dạng : bêtông, gạch
b. Vật liệu không cháy mà bị biến dạng : (thép) hoặc bị phá hủy (như đá thiên nhiên, đá hoa, thạch cao)
c. Vật liệu khó cháy : Fibrofit (sợi thực vật, xi măng)
d. Vật liệu dễ cháy : Gỗ, bitum, tấm lợp bằng nhựa hữu cơ. ..

**1.2.11. Tính chịu lữa**

**a) Khái niệm** :Tính chịu lữa là khả năng của vật liệu có sức đề kháng cao dưới tác dụng lâu dài của nhiệt độ.

**b) Phân loại** căn cứ vào tính chịu nhiệt phân thành 3 loại :

a. Chịu lữa : chịu được nhiệt độ trên $1580^0$C như gạch samốt. . . . .
b. Vật liệu khó chảy 1350 – $1580^0$C.
c. Vật liệu dễ chảy < $1350^0$C : đất sét.

Vật liệu chịu lửa được sử dụng để xây các bộ phận tiếp xúc với lửa như buồng đốt, ống khói. . . . và những bộ phận phải chịu lực ở nhiệt độ cao thường xuyên.

**1.3. Tính chất cơ học**

**1.3.1. Tính biến dạng của vật liệu :**

**a) Định nghĩa** : Biến dạng của vật liệu là tính chất của vật liệu có thể thay đổi hình dạng và biến đổi thể tích dưới tác dụng của ngoại lực (tải trọng, độ ẩm, nhiệt độ thời tiết, ...).

**b) Phân loại**

a. Biến dạng đàn hồi : Vật liệu khôi phục hình dạng ban đầu sau khi bỏ tác dụng ngoại lực.
b. Biến dạng dẻo : vật liệu khôi phục không hoàn toàn hoặc bị biến dạng sau khi bỏ tác dụng ngoại lực.

Căn cứ vào hiện tượng biến dạng dẻo của vật liệu dưới tác dụng của ngoại lực người ta chia làm 2 nhóm :

a. Vật liệu dòn : vật liệu trước khi bị phá hoại không có hiện tượng biến dạng dẻo. Ví dụ như : bê tông, gạch, đá. Đối với vật liệu dòn cường độ đặc trưng là cường độ chịu nén.
b. Vật liệu dẻo : là vật liệu trước khi bị phá hoại có biến dạng dẻo. Cường độ đặc trưng là cường độ chịu kéo.

Tính dẻo và tính dòn tùy thuộc vào : nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ tăng tải.

Ví dụ :

Đất sét độ ẩm tăng thì càng dẻo, độ ẩm bằng không chúng trở thành vật liệu dòn.

Đối với bitum : nhiệt độ cao, tốc độ tăng tải chậm chúng là vật liệu dẻo, nhưng khi nhiệt độ thấp, tốc độ tăng tải nhanh chúng trở thành vật liệu dòn.

**1.3.2. Cường độ**

**a) Định nghĩa** : Cường độ là khả năng của vật liệu chịu tác dụng của ứng suất do ngoại lực gây ra (tải trọng, sự thay đổi nhiệt độ, vận tốc dòng chảy,) . . . .

- Cường độ vật liệu được quyết định chủ yếu bởi thành phần của vật liệu, hình dạng và đặc trưng bề mặt của vật liệu.
- Ngoài ra, cường độ vật liệu còn phụ thuộc vào điều kiện nhiệt độ, độ ẩm, kích thước mẫu thí nghiệm.

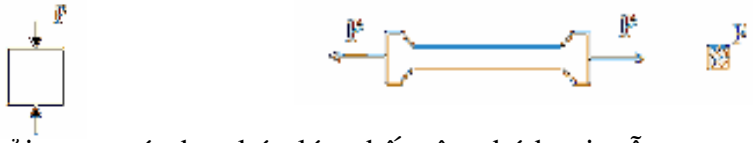
Do vậy cường độ vật liệu là một chỉ tiêu mang tính chất ***điều kiện nhất định.***

**b) Các phương pháp xác định cường độ chịu nén và kéo của vật liệu**

- ***Phương pháp phá hoại mẫu***

- Chế tạo mẫu hoặc lấy mẫu từ kết cấu công trình và tác dụng tải trọng trực tiếp lên mẫu cho đến khi mẫu bị phá hoại. Các dấu hiệu phá hoại là xuất hiện vết nứt, tách lớp và biến dạng $R_{n,k} = \frac{P}{F}; kG/cm^2$

-



Trong đó : P : tải trọng nén hay kéo lớn nhất gây phá hoại mẫu.

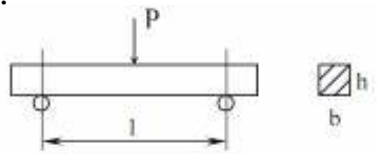
F : diện tích tiết diện của mẫu vật.

Để xác định cường độ chịu nén người ta thường chế tạo hình lập phương có cạnh 2 – 30 cm.

- **Cách xác định cường độ chịu uốn của vật liệu :**

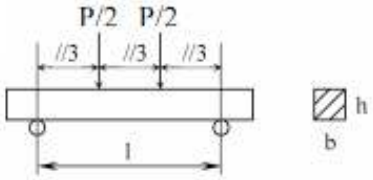
Sơ đồ 1 tải : trường hợp đặt một tải trọng ở giữa:

$$R_u = \frac{3Pl}{2bh^2}; kG/cm^2$$




Sơ đồ 2 tải : trường hợp đặt hai tải bằng nhau đối xứng với điểm giữa thanh:

$$R_u = \frac{Pl}{bh^2}; kG/cm^2$$




Trong đó l : chiều dài giữa 2 gối tựa,cm

b,h : chiều rộng và chiều cao của mẫu, cm.

P : tải trọng tác dụng, kg.

Vì vật liệu có cấu tạo không đồng nhất nên cường độ của nó được xác định bằng cường độ trung bình của 1 nhóm mẫu (>=3 mẫu).

***Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ***

- Thành phần cấu tạo và cấu trúc của vật liệu
- Độ đặc, thao tác thí nghiệm, nhiệt độ, độ ẩm..
- Hình dạng, kích thước, trạng thái bề mặt mẫu thí nghiệm
- Hướng chịu lực

- ***Phương pháp không phá hoại mẫu***

- Tác dụng tải trọng va chạm vào bề mặt vật liệu, dựa vào nguyên tắc nẩy bật đàn tính ra khỏi bề mặt vật liệu, thông số đo là trị số bật nẩy do phả lực từ mặt vật liệu tạo ra khi có tác động cơ học (súng bật nẩy).
- Dựa vào quy luật lan truyền của xung điện, tia phóng xạ hay sóng siêu âm khi đi qua vật liệu để các định mật độ, tầng số dao động riêng hay vận tốc truyền sóng. Đem đối chiếu với thông số đo với các đồ thị chuẩn để xác định cường độ của vật liệu. (máy siêu âm bê tông, máy siêu âm thép. . . )

Các phương pháp không phá hoại rất tiện lợi nhưng mức độ chính xác tùy thuộc vào rất nhiều yếu tố do đó không thể thay thế hòan toàn phương pháp phá hoại mẫu được. Các biểu đồ chuẩn của phương pháp không phá hoại mẫu được xây dựng trên cơ sở của phương pháp phá hoại mẫu.

**Các hệ số liên quan đến cường độ vật liệu**

**a) Hệ số mềm**

Hệ số mềm là tỉ số giữa cường độ của vật liệu ở trạng thái bão hòa và cường độ của vật liệu ở trạng thái khô.

Công thức $$H_m = \frac{R_{bh}}{R_k} \le 1$$

$H_m$ là chỉ tiêu rất quan trọng đối với vật liệu trong môi trường tiếp xúc trực tiếp với nước.

$H_m < 0,75$ : Không được tiếp xúc với nước

$0,75 < H_m < 0,85$ : Vật liệu dùng trong môi trường ẩm

$H_m > 0,85$ : Vật liệu dùng trong môi trường nước.

**b) Hệ số an toàn**

trong tính toán thiết kế công trình, người ta chỉ tính khả năng chịu lực của vật liệu theo trị số cường độ tối đa cho phép [R]. Cường độ này nhỏ hơn cường độ giới hạn thực sự của vật liệu mới đảm bảo an toàn. Tỷ số giữa cường độ giới hạn và cường độ cho phép gọi là hệ số an toàn K. Hệ số an toàn K luôn luôn lớn hơn 1.

$$K = \frac{R}{[R]}$$

Trong đó : R – cường độ giới hạn của vật liệu

[R] – cường độ tối đa cho phép trong thiết kế

Lý do để đưa ra hệ số an toàn trong tính toán thiết kế kết cấu công trình :

- Cường độ là trị số trung bình của nhiều mẫu thí nghiệm, nhiều vùng hoặc nhiều lần thí nghiệm.
- Trong quá trình làm việc, vật liệu thường có hiện tượng mỏi hoặc đã có biến hình quá lớn tuy chưa đến lực phá hoại (nhất là khi tải trọng trùng lập).
- Mặc khác khi thiết kế, người ta chưa đề cập hết đến các yếu tố ảnh hưởng của môi trường tác dụng lên công trình.

Việc lựa chọn hệ số an toàn lớn hay nhỏ khi tính toán tùy thuộc vào :

- Quy mô, tầm quan trọng của công trình.
- Kinh nghiệm về tính toán thiết kế, phương pháp tính, trình độ tính toán, trình độ nắm chắc vật liệu, kiểm nghiệm qua các công trình đã xây dựng . . . .
- Phương tiện, thiết bị thăm dò, khảo sát, dự báo, kiểm định . . . .

**c) Hệ số phẩm chất**

Hệ số phẩm chất $K_{pc}$ là chỉ tiêu đánh giá phẩm chất của vật liệu – là tỷ số giữa cường độ và khối lượng thể tích của vật liệu

$$K_{pc} = \frac{R}{\gamma_o}$$

Trong đó R – cường độ giới hạn của vật liệu, daN/cm$^2$

$\gamma_o$ – khối lượng thể tích của vật liệu, kg/m$^3$

**1.3.3. Độ cứng :**

**a) Định nghĩa** : Độ cứng là khả năng của vật liệu chống lại tác dụng đâm xuyên của các loại vật liệu khác cứng hơn nó.

**b) Phân loại :**

- Đối với gỗ và kim loại

+ Phương pháp Brinen : dùng viên bi thép có đường kính D (mm), đem ấn vào vật liệu định thou với một lực P, rồi dựa vào kích thước vết cầu loom trên bề mặt vật liệu để xác định độ cứng.

Độ cứng Brinen xác định theo công thức sau :

$$H_{Br} = \frac{P}{F} = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}, daN/mm^2$$

Trong đó : F – diện tích chỏm cầu của vết lõm, $mm^2$

D – đường kính bi thép, mm

d – đường kính vết lõm, mm

P – lực ép viên bi vào mẫu thí nghiệm (daN), nó phụ thuộc vào đường kính viên bi và loại vật liệu. P được tính theo công thức

$$P = K.D^2$$

K – là hệ số, phụ thuộc tính chất vật liệu.

Ví dụ :đối với kim loại đen, K = 30

Đối với kim loại màu, K = 10

Đối với kim loại mềm, K = 3

$H_{Br}$ càng lớn thì vật liệu càng cứng

- Đối với khoáng vật vô cơ : để xác định độ cứng người ta dùng bảng phân loại Mohr

| Thang độ cứng | Tên khoáng | Đặc điểm |
|---|---|---|
| 1 | Đá phấn (talc) | Mềm, rạch được bằng ngón tay. |
| 2 | Đá thạch cao ($CaSO_4.2H_2O$) | |
| 3 | Đá canxit ($CaCO_3$) | Cứng hơn, rạch được bằng dao thép. |
| 4 | Fluorin ($CaF_2$) | |
| 5 | Apatit | |
| 6 | Tràng thạch (Feldspath) | Cứng, làm xước kính. |
| 7 | Thạch anh ($SiO_2$) | |
| 8 | Topazo | |
| 9 | Corindon | |
| 10 | Kim cương | |

Để xác định độ cứng của một loại đá A nào đó người ta dùng phương pháp vạch lấy các mẫu đá theo thứ tự trong thang độ cứng Mohr lần lượt vạch lên A.

Chú ý : Sự chênh lệch các số bậc trong thang độ cứng Mohr không đúng như số bậc đã chỉ mà chỉ nói lên chúng hơn kém nhau.

**1.3.4. Độ hao mòn**

**- Định nghĩa** : là khả năng vật liệu chịu tác dụng đồng thời mài mòn và chống va chạm.

**- Cách xác định** : dùng thiết bị hình trống Devan

Độ hao mòn Đêvan :

- Để xác định độ hao mòn thường dùng máy Đêvan (đối với đá). Đập đá thành những viên nặng khoảng 100g rồi bỏ 5kg đá vào thùng. Cho thùng quay 10000 vòng rồi lấy mẫu ra và đem sàng qua sàng 2mm. Độ hao mòn sẽ được tính theo công thức sau :

$$M_n = \frac{m_1 - m_2}{F}$$

Trong đó : F- tiết diện mẫu ($cm^2$)

$m_1$, $m_2$ : khối lượng mẫu trước và sau khi mài mòn. (g)

**BÀI TẬP CHƯƠNG 1**

**Bài 1 :** Một vật ở trạng thái ẩm 20% có khối lượng thể tích 1,8kg/$dm^3$, ở trạng thái bão hòa nước khối lượng thể tích của vật là 2kg/$dm^3$. Cho biết khối lượng riêng của vật là 3kg/$dm^3$ và của nước là 1kg/$dm^3$. Biết thể tích của vật không thay đổi khi độ ẩm thay đổi. Hãy tính hệ số bão hòa nước của vật đó.

**Bài 2 :** Một vật ở trạng thái ẩm 10% có khối lượng thể tích 2,2kg/$dm^3$, ở trạng thái bão hòa nước hoàn toàn có khối lượng thể tích là 2,3kg/$dm^3$. Biết vật có thể tích không đổi khi độ ẩm thay đổi và $\rho_n$=1g/$cm^3$. Tính khối lượng riêng của vật.$C_{bh}$ =1

**Bài 3 :** Một vật khi bão hòa nước hoàn toàn có mức hút nước theo khối lượng là 20%, độ rỗng của vật đó là 40%. Biết thể tích của vật không thay đổi khi độ ẩm thay đổi, khối lượng riêng của nước là 1g/$cm^3$. Hãy tính khối lượng thể tích của vật ở trạng thái bão hòa, Cbh = 1

**Bài 4 :** Một mẫu đá vôi khô nặng 300g, sau khi hút nước ở điều kiện thường 3 ngày đêm đem cân được 309g. biết hệ số bão hòa nước là 0,7; khối lượng thể tích của đá khô là 2400kg/$m^3$; của nước là 1kg/$dm^3$. Hãy tính độ hút nước theo khối lượng và thể tích, độ rỗng và khối lượng riêng của đá này.

**Bài 5 :** Một vật có khối lượng riêng là 2,6kg/$dm^3$, độ rỗng 20%. Khi độ ẩm tăng 1% thì độ tăng trung bình về thể tích của vật là 0,2%. Hãy tính khối lượng thể tích của vật ở độ ẩm 20%.

**Bài 7 :** Một vật có khối lượng riêng là 2,2kg/$dm^3$ và độ rỗng bằng 20%, ở trạng thái bão hòa nước vật có khối lượng thể tích là 2kg/$dm^3$. Cho biết đường biểu diễn quan hệ giữa độ tăng thể tích tương đối $\Delta V$ và độ ẩm có dạng bậc nhất hệ số góc là 0.1. tính mức hút nước theo khối lượng của vật.

**Bài 8 :** Một mẫu đá có hình dạng không rõ ràng, ở trạng thái khô có khối lượng là 80g. sau khi phủ bề mặt mẫu bằng paraphin thì khối lượng của nó cân được trong nước là 37g. biết khối lượng của paraphin đã dùng để phủ mẫu là 0,75g và khối lượng đơn vị của paraphin là 0.9g/$cm^3$, của nước là 1g/$cm^3$. Tính khối lượng thể tích của đá.

**Bài 10 :** Một vật bão hòa nước bỏ vào nước thì nổi lên 2/5 thể tích. Biết hệ số bão hào nước C-60%, độ rỗng r=40%. Hãy tính khối lượng riêng của vật đó. Biết thể tích của vật không thay đổi khi độ ẩm thay đổi.

**Bài 11 :** Một loại đá vôi có khối lượng thể tích ở trạng thái bão hoà là 2,55g/$cm^3$, hệ số bão hòa nước 50%. Đá dăm được sản xuất từ đá vôi có khối lượng đơn vị thể

tích xốp là 1,625g/cm$^3$, độ rỗng 35%. Biết thể tích của đá vôi không thay đổi khi độ ẩm thay đổi. Hãy xác định khối lượng riêng của đá vôi.

**Bài 14 :** Một loại bêtông xỉ có hệ số truyền nhiệt ở điều kiện tự nhiên 0,46kCal/m.$^0$C.h, độ ẩm W=3%, khối lượng riêng là 2,6g/cm$^3$. Hãy xác định độ rỗng của loại vật liệu này.

**Bài 16** : Vật liệu cách nhiệt từ tấm ép hữu cơ có chiều dày a = 600mm được thay bằng tấm bông thuỷ tinh. Cho biết nhiệt độ ở mặt tiếp xúc nguồn nhiệt là 120$^0$C và mặt sử dụng là 20$^0$C. Ở 0$^0$C, hệ số truyền nhiệt của tấm ép hữu cơ có $\lambda_0$= 0,066 kCal/m.h.$^0$C, của tấm bông thuỷ tinh là $\lambda_0$= 0,035 kCal/m.h.$^0$C. Và hệ số nhiệt độ cho cả 2 loại $\beta$ = 0,002.
Hãy xác định chiều dày của tấm bông thuỷ tinh? ./.

# CHƯƠNG 2 VẬT LIỆU ĐÁ THIÊN NHIÊN

## 2.1. Khái niệm chung

### 2.1.1. Vật liệu đá thiên nhiên

Là những vật liệu được khai thác và gia công từ đá thiên nhiên như nổ mìn, đục, đập, cưa, v..v.... Do đó, tính chất cơ lý, hóa học của vật liệu đá thiên nhiên vẫn giữ nguyên như đá gốc. Vì vậy, để tìm hiểu tính chất của vật liệu đá thiên nhiên ta phải tìm hiểu tính chất của đá nhiên nhiên.

Vật liệu đá thiên nhiên là loại vật liệu được dùng nhiều trong xây dựng.

- Công dụng : vật liệu đá thiên nhiên như cát, sỏi, đá dăm dùng làm cốt liệu bê tông và vữa; đá cấp phối dùng rải đường ôtô và đệm đường xe lữa; đá hộc dùng để xây mố cầu, xây cống, kè đê và gia cố nền đường ôtô ở vùng đất yếu; đá tấm, đá lát dùng lát vỉa hè, làm bậc cầu thang; các cấu kiện kiến trúc khác như sỏi, cuội, đá granit dùng để trang hòan các công trình dân dụng và công cộng. Ngòai ra, còn dùng đá thiên nhiên để sản xuất các chất kết dính như vôi, thạch cao, xi măng (gồm đất sét và đá vôi).
- Ưu điểm : cường độ chịu nén cao, độ cứng cao, bền vững trong môi trường sử dụng, dùng trang trí, rẻ tiền (vì là vật liệu địa phương). . ..

### 2.1.2. Đá thiên nhiên

a) Khái niệm :

Đá thiên nhiên là một khối vô cơ gồm 1 hoặc nhiều khoáng vật khác nhau.

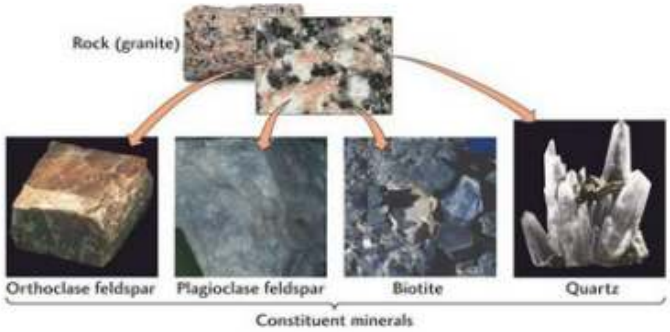
Khoáng vật là một hợp chất hóa học thiên nhiên hoặc là các nguyên tố tự sinh được tạo thành trong quá trình hình thành vỏ trái đất.

Ví dụ : đá vôi có khoáng canxit $CaCO_3$.

Đá thạch cao : $CaSO_4.2H_2O$ và tạp chất

Đá granit bao gồm các khoáng vật chính là thạch anh ($SiO_2$), felspath và mica. Dựa vào điều kiện hình thành và nguồn gốc đá thiên nhiên chia thành 3 loại : đá macma, đá trầm tích và đá biến chất

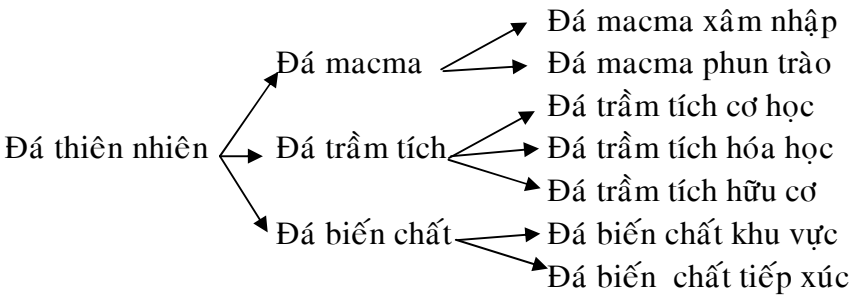
Đá được tạo thành bởi 1 khoáng gọi là đá đơn khoáng, đá gồm nhiều khoáng gọi là đá đa khoáng




1a) Khoáng tạo đá granit

1b) Khoáng tạo đá vôi

1c) Khoáng tạo đá thạch cao




### 2.1.3. Phân loại và ứng dụng vật liệu đá thiên nhiên

Vật liệu đá thiên nhiên rất khác nhau về tính chất mặc dù khai thác cùng một nơi, cùng loại đá.

**a). Khối lượng thể tích**

$\gamma_o > 1800$ kg/m$^3$ : đá nặng dùng cho công trình : móng, đê, lớp phủ bờ đập.

$\gamma_o < 1800$ kg/m$^3$ : đá nhẹ xây tường giữ nhiệt cho công trình.

**b) Theo hệ số mềm**

Có 4 cấp : $H_m < 0.6$ :dùng nơi khô ráo

$H_m$ 0.6 – 0.75 :dùng nơi ít ẩm

$H_m$ 0.75 – 0.9 : dùng nơi ẩm ướt

$H_m > 0.9$ : dùng dưới nước

**c) Hình dạng, kích thước**

- Đá hộc những viên chưa qua gia công đẽo gọt, không có dạng hình học xác định, kích thước 150 ÷ 450mm, m = 20 ÷ 40 kg.
- Đá khối : Những viên có qua gia công cơ học, hình dáng thường là khối hộp chữ nhật, thường được gọi là đá đẽo : đá đẽo thô, đá đẽo vừa, đá đẽo kỹ.
- Đá tấm : những viên có chiều dày bé hơn so với các kích thước còn lại.
- Đá dăm : đá có d = 5 ÷ 70mm
- Cát : hạt có d = 0,14 ÷ 5mm
- Bột đá : d< 0,14mm

**d) Căn cứ vào cường độ**

- Đá nặng : có các Mac 100, 150, 200, 400, 600, 800, 1000
- Đá nhẹ : có các Mac 5, 10, 15, 75, 100, 150

e) **Theo hàm lượng oxit silic**

*Đá axit* : $SiO_2 > 65\%$; *Đá trung tính* : $SiO_2 = 55 \div 65\%$; *Đá bazơ* : $SiO_2 = 45 \div 55\%$; *Đá siêu bazơ* $SiO_2 < 45\%$

**f) Theo nguồn gốc :**

Đá macma gồm đá macma xâm nhập và đá macma phún xuất

Đá trầm tích gồm trầm tích cơ học, trầm tích hóa học và trầm tích hữu cơ

Đá biến chất gồm biết chất khu vực và biến chất tiếp xúc

## 2.2. Đá macma

### 2.2.1. Đặc điểm chung

Đá macma được tạo thành do sự nguội đặc của khối macma hay khối silicat nóng chảy ($t^o > 1100^oC$) từ lòng trái đất xâm nhập lên phần trên của vỏ hoặc phun ra ngoài mặt đất.

Do điều kiện nguội đặc của khối macma khác nhau → cấu tạo và tính chất của đá khác nhau, người ta chia đá macma ra làm 3 loại :

***a) Đá macma xâm nhập*** : do sự nguội đặc của khối macma nằm trong lòng quả đất.

Đặc điểm : nguội chậm, có áp lực của các lớp đá bên trên.

Tính chất : rất đặc chắc, cường độ cao, độ hút nước (Hp) nhỏ (< 1%), không bị phong hóa → có màu sắc đẹp.

Sử dụng : thường dùng trong các công trình chịu lực, dùng để trang trí.

Ví dụ : đá granit, đá Gabro, Diorit ...

***b) Đá phún xuất chặt chẽ*** : do sự nguội đặc của khối dung nham nằm phía bên ngoài.

Đặc điểm : nguội đặc trong điệu kiện lạnh đột ngột (nhiệt độ, áp suất thấp) → các khoáng không kịp kết tinh, hoặc chỉ kết tinh được một bộ phận có kích thước tinh thể nhỏ, không hoàn chỉnh, phần còn lại ở trạng thái vô định hình.

Ngoài ra, các chất khí và hơi nước không kịp thoát ra ngoài → trong đá có lẫn bọt khí, tạo nhiều lỗ rỗng. *Tính chất :* rỗng nhẹ, rất cứng, giòn.

*Sử dụng :* làm cốt liệu cho bê tông nhẹ, phụ gia hoạt tính cho bê tông, xi măng.

***c) Đá phún xuất rời rạc :*** là phần macma phun lên cao hoặc bay đi xa.

Ví dụ : tro núi lửa, tup núi lửa.

Thường dùng làm phụ gia trơ cho bê tông và xi măng.

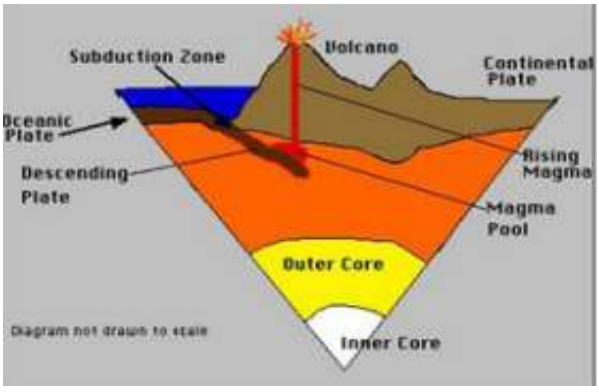
Người ta còn phân biệt đá macma dựa vào thành phần khoáng $SiO_2$ :

Đá axit : $SiO_2 > 65\%$

Đá trung tính $SiO_2$ 55 - 65%

Đá bazơ $SiO_2$ 45 - 55%

Đá siêu bazơ $SiO_2 < 45$ %




Hình 2 : Sự hình thành đá macma

### 2.2.2. Các khoáng vật tạo đá chủ yếu

Chủ yếu là thạch anh, felspath, mica và khoáng vật màu sẫm.

Các khoáng vật có tính chất khác nhau nên sự có mặt của chúng → đá có những tính chất xây dựng khác nhau ví dụ như cường độ, độ bền vững, khả năng gia công.

- *Thạch anh :* ($SiO_2$) ở dạng kết tinh, tinh thể lăng trụ 6 cạnh, có màu trắng sữa, độ cứng là 7, có cường độ cao, chống mài mòn tốt, ổn định đối với axit (trừ HF).

- *Felspath :* có 3 loại

felspath kali, felspath natri, felspath canxi. Dễ bị phong hóa, kém ổn định khi có mặt nước và khí $CO_2$ tạo thành caolinit – là thành phần chủ yếu của đất sét.

- *Mica :* là các alumosilicat ngậm nước rất phức tạp, phổ biến có 2 loại biotit (mica đen), muscovit (mica trắng).

*Khoáng vật màu sẫm :* amfibon, piroxen, olivin, có cường độ cao, dai bền, khó gia công.

**2.2.3. Các loại đá macma thường dùng trong xây dựng**

**- Đá macma xâm nhập**

Đá granit (đá hoa cương) là loại đá axit thành phần khoáng chính (thạch anh, felspath và một ít mica), có màu : tro nhạt, hồng nhạt, hoặc vàng kết tinh hạt lớn.

Tính chất : đặc chắc, cường độ lớn, độ hút nước nhỏ hơn 1%, có khả năng chống phong hóa cao, màu sắc đẹp. Dùng trong xây dựng : ốp mặt ngoài nhà cửa, công trình, làm nền móng cầu, đập. Ở nước ta, granít có nhiều ở Thanh Hóa, Tà Khoa, Phanxipăng, Cửa Rào, Núi Ông.

*Sienit, Diorit* là loại đá trung tính, có khả năng chống va chạm tốt, chống phong hóa cao và dễ đánh bóng, dùng làm mặt đường, tấm ốp. Ở Việt Nam điôrit gặp nhiều ở Điện Biên Phủ.

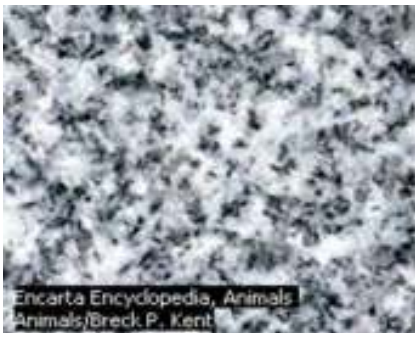
*Gabro* là đá bazơ dùng làm đá dăm, đá tấm để lát mặt đường, ốp trang trí các công trình.

| **Tính chất** | **ρv (kg/m3)** | **Rn (kG/cm$^2$)** | **Ứng dụng** |
|---|---|---|---|
| Đá granit | 2600-2700 | 1200-2500 | ốp mặt ngoài công trình , làm sàn, bậc cấp, bồn hoa …(đá granít, Diorít, gabrô) |
| Sienit | 2400-2800 | 1500-2000 | |
| Diorit | 2900-3300 | 2000-3500 | |
| Gabrô | 2900-3300 | 2000-3500 | |

**- Đá macma phún xuất**

| **Tính chất** | **ρv (kg/m$^3$)** | **Rn (kG/cm$^2$)** | **Ứng dụng** |
|---|---|---|---|
| Diaba | 2900-3500 | 3000-4000 | lát đường, làm móng, cầu , đường( diaba, bazan). |
| Bazan | 2900-3500 | 1000-5000 | |
| andesit | 2200-2700 | 1200-2400 | |
| Túp dung nham | 750-1400 | 60-100 | Vật liệu cách nhiệt, gạch bloc xây tường, đá dăm cho bê tông nhẹ |
| *Tro núi lửa* | *500* | *20-30* | |

| | |
|---|---|
| *Túp núi lửa,* | |




Hình 3a : đá macma xâm nhập (đá granit)

Hình 3b : đá macma phun trào (đá bazan)

**2.3. Đá trầm tích**

**2.3.1. Đặc tính chung**

Đá trầm tích được tạo thành do sự lắng đọng, kết tụ, tích tụ của các lớp đất đá, do thời gian lắng tụ khác nhau tạo thành các lớp đá trầm tích có chiều dày, màu sắc, độ lớn hạt, độ cứng khác nhau.

Đá trầm tích không đặc chắc bằng đá macma (do các chất keo kết thiên nhiên không chèn đầy giữa các hạt hoặc do bản thân các chất keo co lại). Cho nên đá trầm tích có cường độ thấp hơn và độ hút nước cao hơn.

Đá trầm tích rất phổ biến, dễ gia công nên được sử dụng rộng rãi.

Căn cứ vào điều kiện tạo thành đá trầm tích chia làm 3 loại :

***a) Trầm tích cơ học :*** do các loại đất đá ở dạng rời rạc tích tụ thành.

Ví dụ : cát, sét, cuội, sỏi, cuội kết ...

***b) Trầm tích hóa học :*** do các chất hòa tan trong nước lắng đọng, kết tụ, gắn kết lại.

Ví dụ : đá thạch cao. Đá đolomit ...

Đặc điểm : hạt rất nhỏ, thành phần khoáng vật tương đối đơn giản và đều hơn trầm tích cơ học.

c***) Trầm tích hữu cơ :*** do sự tích tụ lắng đọng của xác các sinh vật, thực vật ở trong biển.

Ví dụ : đá vôi, đá vôi vỏ sò, đá phấn, đá diatomit, ...

**2.3.2. Các khoáng vật tạo đá chủ yếu**

- Nhóm oxit silic : opan, chanxedon, thạch anh trầm tích.

*Opan* ($SiO_2.2H_2O$) khoáng vô định hình.

*Chanxedon* ($SiO_2$) họ của thạch anh.

*Thạch anh trầm tích* : tái kết tinh opan, chanxedon

- Nhóm cacbonat : canxit, đolomit, manhezit.

*Canxit :* $CaCO_3$, độ cứng 3

*Đolomit :* $CaCO_3.MgCO_3$

*Mahezit* : $MgCO_3$

- Nhóm các khoáng sét : quan trọng trong đá trầm tích.

*Caolinit* $Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$ – do sự phân hủy felspath, mica ... là thành phần chủ yếu của caolanh và các loại đất sét đa khoáng.

*Mica* ngậm nước hình thành do sự phân hủy mica và một số silicat.

*Montmorilonit* – khoáng sét tạo thành trong môi trường kiềm, là thành phần chính của đất sét bentonit, đôi khi nó là xi măng gắn kết trong sa thạch.

- Nhóm sulphat : thạch cao và anhydric.

*Thạch cao* ($CaSO_4.2H_2O$) tạo thành do trầm tích hóa học, do thủy hóa anhydric.

*Anhydric* ($CaSO_4$), trầm tích hóa học.

### 2.3.3. Các loại đá trầm tích thường dùng trong xây dựng

- *Đá vôi :* thành phần chủ yếu là $CaCO_3$, thường lẫn tạp chất đất sét, silic ... dùng làm cốt liệu bê tông, rải mặt đường, là nguyên liệu sản xuất vôi, xi măng ...

- *Sa thạch* : đá thạch anh keo kết bằng chất keo kết thiên nhiên (đất sét, oxit silic, canxi cacbonat). Trong xây dựng thường dùng sa thạch sillic để làm đá dăm cho bê tông và để rải mặt đường.

Hình 4a) Cuội kết

Hình 4b) Sa thạch

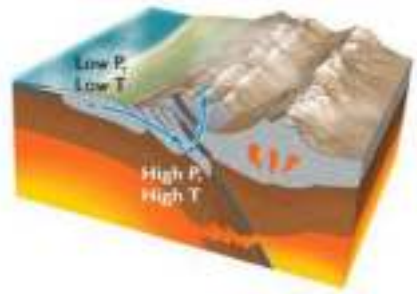
## 2.4. Đá biến chất

### 2.4.1. Đặc tính chung

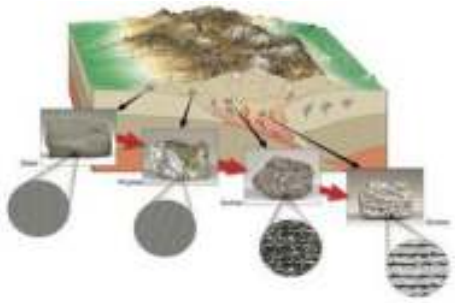
Là các loại đá macma, đá trầm tích bị biến đổi tính chất khi gặp áp suất và nhiệt độ cao. Chia thành 2 loại :

**a) Biến chất khu vực :** khi một vùng đất nào đó bị lún xuống, những lớp đá hình thành trước bị lún sâu hơn, bên trên là những lớp trầm tích mới tích tụ dần, lâu ngày tạo nên một áp lực lớn ép lên những lớp dưới làm chúng bị biến chất. Loại này có tính phân phiến (lớp mỏng) nên tính chất cơ học kém hơn đá macma. Ví dụ như đá gơnai (do đá granit tái kết tinh), diệp thạch sét (đất sét biến chất).

**b) Biến chất tiếp xúc :** tạo thành từ trầm tích bị biến chất do tác dụng của nhiệt độ cao. Khi gặp khối macma nóng chảy, đá trầm tích tiếp xúc với khối macma bị nung nóng và thay đổi tính chất. Loại này thường rắn hơn đá trầm tích. Ví dụ như đá hoa (biến chất từ đá vôi), thạch anh (biến chât từ cát) . . . .




Hinh 5 : Biến chất động lực



Hinh 5 : Biến chất khu vực

### 2.4.2. Các loại đá biến chất thường dùng trong xây dựng

- *Đá gơnai* do đá granit tái kết tinh và biến chất dưới tác dụng của áp lực cao, là đá biến chất khu vực (biến chất địa phương) xảy ra ở dưới sâu trong một vùng rộng lớn do ảnh hưởng của cả nhiệt độ và áp suất. Cấu tạo dạng phân lớp nên có cường độ theo các phương khác nhau, dễ bị phong hóa, tách lớp. Dùng làm tấm ốp, lát ...

- *Đá hoa (đá cẩm thạch)* biến chất từ đá vôi, đá đolomit dưới tác dụng của nhiệt độ và áp suất (do biến chất tiếp xúc hoặc khu vực) (biến chất tiếp xúc xảy ra do ảnh hưởng nhiệt độ cao của khối macma hoặc của lớp dung nham mà làm cho đá xung quanh bị biến chất). Đá hoa dễ gia công, mài nhẵn, đánh bóng. Dùng làm tấm ốp trang trí, bậc cầu thang, lát sàn nhà, cốt liệu cho bê tông.

- *Đá quăczit (đá thạch anh)* do sa thạch (đá cát) tái kết tinh tạo thành, chịu phong hóa tốt, cường độ cao, độ cứng lớn. Dùng xây trụ cầu, tấm ốp, đá dăm, đá hộc cho cầu đường, là nguyên liệu sản xuất gạch chịu lửa.

- *Diệp thạch sét :* biến chất của đất sét dưới áp lực cao làm vật liệu lợp.

Hình 5 : ứng dụng đá biến chất (đá cẩm thạch) trong xây dựng

### 2.6. Khai thác và gia công

***- Khai thác :*** việc lựa chọn phương pháp khai thác tùy thuộc vào :

+ độ cứng của đá ;
+ vị trí của đá trong mỏ đá ;
+ điều kiện thiết bị, kích thước sản phẩm.

Đưa ra phương pháp :

+ khai thác lộ thiên ;

+ khai thác hầm lò ;

+ nổ mìn.

***- Gia công***

đá tấm : dùng máy cắt, mái mài, máy đánh bóng.

Đá dăm : máy đập, máy nghiền, sàng.

**2.7. Nguyên nhân gây hư hỏng và biện pháp bảo vệ vật liệu đá thiên nhiên**

**- Nguyên nhân**

+ do nước và các tác dụng lý hóa của nước (nước có chứa $CO_2$ và các loại axit có tác dụng phá hoại)

+ do sự thay đổi của nhiệt độ và độ ẩm.

+ do các axit hữu cơ (được tiết ra từ một loại vi khuẩn bên trong đá hoặc bề mặt phát sinh từ bụi vô cơ, hữu cơ + nước.

+ do tác dụng của rễ cây.

+ do hiện tượng uốn nếp.

**- Biện pháp bảo vệ :**

+ Tránh tiếp xúc với nước : giải quyết thoát nước, quét trên bề mặt đá lớp chống thấm : bitum, nhựa thông, dùng phương pháp hóa học : phương pháp florua hóa (dùng cho đá vôi) :

$$CaCO_3 + MgSiF_6 \rightarrow CaF_2 \downarrow + MgF_2 \downarrow + SiO_2 + CO_2$$

# CHƯƠNG 3 VẬT LIỆU GỐM XÂY DỰNG

## 3.1. Khái niệm và phân loại

### 3.1.1. Khái niệm

Nguyên liệu dùng để sản xuất vật liệu gốm là đất sét. Đất sét sẽ trải qua một quá trình gia công cơ học và biến đổi lý hóa dưới tác dụng của nhiệt độ để tạo thành sản phẩm gốm.

Trong xây dựng : vật liệu gốm : các chi tiết kết cấu nhà từ khối xây, ốp trang trí, cốt liệu rỗng (keramzit) cho bê tông nhẹ, sứ vệ sinh, đồ dùng gia đình, gốm bền axit, nhiệt dùng trong công nghiệp hóa học, luyện kim ...

Ưu điểm chủ yếu của vật liệu gốm : độ bền và tuổi thọ cao

Nhược điểm : giòn, dễ vỡ, nặng, khó cơ giới hóa xây dựng (gạch xây, ngói lợp). Sản xuất vật liệu gốm thu hẹp diện tích đất nông nghiệp.

### 3.1.2 Phân loại

- Theo công dụng vật liệu :
  - Vật liệu gốm để xây : gạch, gạch blôc
  - Vật liệu gốm để lớp : ngói
  - Vật liệu lát : tấm lát nền, đường, vỉa hè
  - Vật liệu ốp
  - Sản phẩm kỹ thuật vệ sinh : chậu rửa, bồn tắm
  - Sản phẩm cách nhiệt, cách âm : gốm xốp
  - Sản phẩm chịu lửa : gạch samốt, gạch caoalumin ...
- Theo cấu tạo, vật liệu gốm :
  - Gốm đặc (Hp <5%)
  - Gốm rỗng (Hp>5%) (gạch xây, tấm ốp)
- Theo phương pháp sản xuất :
  - Gốm tinh : cấu trúc hạt mịn, sản xuất phức tạp (gạch trang trí, sứ vệ sinh)
  - Gốm thô : có cấu trúc hạt lớn, sản xuất đơn giản (gạch, ngói, tấm lát).

## 3.2. Nguyên liệu sản xuất vật liệu gốm

- Nguyên liệu béo : đất sét, cao lanh
- Nguyên liệu gầy : cát thạch anh, đất sét nung non, (tro nhiệt điện, ... )
- Phụ gia cháy và phụ gia tăng dẻo
- Chất trợ dung : tràng thạch để hạ nhiệt độ nung
- Men.

### 3.2.1 Đất sét

**a) Nguồn gốc của đất sét**

**Định nghĩa :** đất sét là loại đá trầm tích đa khoáng, khi nhào trộn với nước sẽ trở thành hỗn hợp dẻo có thể tạo hình các sản phẩm khác nhau, sau khi gia công nhiệt nó biến thành trạng thái đá.

Thành phần chính của đất sét là khoáng sét (khoáng dẻo) là các alumosilicat ngậm nước. Đất sét được tạo thành do sự phong hóa của felspath kali, tùy điều kiện môi trường (nhiệt độ, áp suất, pH) tạo ra khoáng sét khoáng nhau :

+ Môi trường axit yếu (pH 6 – 7) tạo Caolinit :

$K_2O.Al_2O_3.6SiO_2 + H_2O + CO_2 \rightarrow Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O + 4SiO_2 + K_2CO_3$

+ Trong môi trường kiềm pH 7.3 – 10.3 tạo Montmorilonit :

$K_2O.Al_2O_3.6SiO_2 + nH_2O + CO_2 \rightarrow Al_2O_3.4SiO_2.2H_2O + 2SiO_2 + K_2CO_3$

Montmorilonit có độ phân tán cao, khả năng hấp phụ và trương phồng lớn, có độ dẻo, độ co khi sấy, nung cao.

Đất sét chứa nhiều khoáng này thường dùng làm phụ gia cho đất sét kém dẻo.

**b) Thành phần hóa của đất sét**

được đặc trưng bằng hàm lượng các oxit :

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ ở dạng liên kết | 40 – 60% |
| $SiO_2$ tự do | 15 – 30% |
| $Al_2O_3$ | 8 – 22% |
| $Fe_2O_3$ | 3 – 7% |

Tác dụng của từng oxit :

- $SiO_2$ dạng liên kết hóa học : khi tăng lượng này sẽ quyết định về mặt số lượng khoáng Caolinit.

-$SiO_2$ tự do :

Nếu ít quá sẽ khó tạo hình.

Nếu nhiều thì lực liên kết kém, cường độ cơ học sản phẩm giảm

Vừa đủ : sẽ dễ tạo hình, cường độ cao, tránh co ngót, nứt sản phẩm.

-$Al_2O_3$ quyết định tính dẻo và tính chịu lửa của đất sét.

- $Fe_2O_3$ quyết định màu sắc của sản phẩm.

**c) Thành phần hạt**

Trong đất sét có 3 nhóm cỡ hạt chính :

| | |
|---|---|
| - Nhóm hạt cát : đường kính | $0.14 < d < 5$mm |
| - Nhóm hạt bụi | $0.005 < d < 0.14$ mm |
| - Nhóm hạt sét | $d < 0.005$ mm |

Đất sét có nhiều hạt lớn như bụi, mica, cát sẽ làm cho đất sét kém dẻo, nhưng sẽ giảm co.

Nếu trong đất sét có đá vôi, khi nung sẽ tạo ra vôi (CaO) khi thủy hóa sẽ nở ra làm sản phẩm dễ bị nứt.

**3.2.2 Vật liệu gầy**

Vật liệu gầy pha vào đất sét để giảm độ dẻo, giảm độ co khi phơi sấy và nung.

Vật liệu gầy : cát, đất sét mất nước, samốt, tro nhiệt điện ...

Đất sét nung non chế tạo bằng cách nung đất sét ở nhiệt độ 700 – 750$^oC$ để khử nước hóa học, dùng với hàm lượng 30 – 50%, hoặc có thể lấy phế phẩm sau khi nung.

Cát dùng 10 – 25%, nhưng nếu lượng cát lớn sẽ giảm cường độ và độ bền nước của sản phẩm gốm.

### 3.2.3 Phụ gia cháy và phụ gia tăng dẻo

Phụ gia cháy : mùn cưa, phoi bào, thải phẩm của xí nghiệp làm giàu than đá, tro nhiệt điện, bã giấy ... tác dụng làm tăng độ rỗng của gạch và làm quá trình gia công nhiệt đều hơn.

Phụ gia tăng dẻo : đất sét có độ dẻo cao (đất sét bentonit).

### 3.2.4 Phụ gia hạ nhiệt độ nung

Còn gọi là chất trợ dung có tác dụng hạ thấp nhiệt độ kết khối, tăng cường độ và độ đặc cho sản phẩm, thường dùng felspath để hạ nhiệt độ nung (do bản thân có nhiệt độ nóng chảy thấp).

### 3.2.5 Men

Men là lớp thủy tinh mỏng (0.1 – 0.3mm) phủ lên bề mặt sản phẩm gốm, khi nung có khả năng bám dính tốt với sản phẩm.

Tác dụng : bảo vệ sản phẩm chống lại tác dụng của môi trường, tăng tính chống thấm, tăng mỹ quan cho sản phẩm gốm.

Thành phần chính ; cát thạch anh, cao lanh, felspath, muối của kim loại kiềm và kiềm thổ, oxit chì, axic boric ...

Men dùng sản xuất vật liệu gốm đa dạng : men màu, men không màu, men trong, men đục, men bóng, không bóng, men trang trí ...

## 3.3 Các tính chất của đất sét

### 3.3.1 Tính dẻo

Tính dẻo là tính chất khi nhào trộn với nước cho một hỗn hợp có khả năng tạo ra hình dáng dưới tác dụng của ngoại lực và giữ nguyên hình dáng đó khi loại bỏ ngoại lực.

Tính dẻo là tính chất quan trọng nhất của đất sét, quyết định công nghệ chế tạo sản phẩm.

Nguyên nhân tạo tính dẻo cho đất sét là bản thân đất sét có cấu tạo dạng lớp, có khả năng trao đổi ion và hấp phụ nước. Do có khả năng trao đổi ion nên khi gặp nước đất sét sẽ bị hydrat hóa tạo nên những lớp nước bao quanh hạt sét. Màng nước làm cho các hạt sét có thể dễ dàng trượt tương đối với nhau dưới tác dụng của ngoại lực từ đó làm cho đất sét có tính dẻo.

Độ dẻo của đất sét tùy thuộc vào : thành phần khoáng, thành phần hạt ...

* Các xác định độ dẻo của đất sét : có nhiều phương pháp khác nhau :

+ Xác định bằng hệ số dẻo K

Đất sét khô trộn với nước (17 – 25%) tạo đất sét dẻo.

Tạo viên bi sét có đường kính 4 – 6 cm.

Nén viên bi Pn – 500G, 1000G, 1500G

Độ dẻo K = P.a KG.cm

a : là độ biến dạng của viên bi.

Thông thường K : 3 – 3.5 KG.cm

+ Xác định dựa vào lượng nước yêu cầu (Nyc) dùng để nhào trộn tạo cho đất sét có độ dẻo tiêu chuẩn và độ co trong không khí.

Đất sét càng dẻo Nyc càng cao và độ co càng lớn.

Dựa vào phương pháp này đất sét được chia ra làm 3 loại :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Đất sét dẻo cao | Nyc > 28%, | độ co | 10 – 15% |
| Đất sét có độ dẻo trung bình | 20 – 28% | | 7 – 10 % |
| Đất sét kém dẻo | < 20% | | 5 – 7% |

Các biện pháp nâng cao độ dẻo của đất sét :

- Lọc cát
- Cho nguyên liệu béo vào
- Gia công cơ học (ủ đất sét, nghiền đất sét).
- Dùng phụ gia tăng dẻo : trộn vào đất sét các hợp chất hữu cơ : đường, nước thải công nghiệp sản xuất giấy.

**3.3.2 Độ co khi sấy và nung**

Định nghĩa : Độ co là độ giảm kích thước và thể tích đất sét khi sấy khô (co không khí) và khi nung (co lửa).

Độ co được tính bằng % so với kích thước ban đầu.

Xác định độ co để xác định kích thước lúc tạo hình, khống chế độ co theo yêu cầu.

- Độ co khi sấy : là sự giảm kích thước của đất sét do mất nước trong ống mao quản làm giảm áp lực mao quản, dẫn đến các phần tử đất sét xích lại gần nhau hơn làm đất sét bị co.

Độ co tuỳ từng loại đất sét có thể dao động từ 2 – 3% đến 10 – 12%.

Mức độ co phụ thuộc vào thành phần đất sét, thành phần hạt, độ ẩm đất sét. Giảm co dùng phụ gia gầy.

- Độ co khi nung : chủ yếu do các thành phần dễ chảy của đất sét chảy ra, các hạt đất sét tại chỗ đó có xu hướng xích lại gần nhau.
- Độ co tổng cộng là tổng độ co khi sấy và khi nung khoảng từ 5 – 18%. Do đó cần phải tăng kích thước khuôn để nhận được sản phẩm gốm có kích thước theo yêu cầu. Hiện tượng co thường đi kèm với hiện tượng nứt, cong, vênh ...

**3.3.3 Màu sắc sản phẩm sau khi nung**

Màu sắc đất sét do tạp chất và $Fe_2O_3$

Màu đất sét nung do $Fe_2O_3$

| Màu | Trắng | Trắng đục | Vàng nhạt | Vàng | Hồng nhạt | Hồng | Nâu hồng |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| % $Fe_2O_3$ | 0.8 | 1.3 | 2.7 | 4.2 | 5.5 | 8.5 | >10 |

**4.1 Sự biến đổi lý hóa của đất sét dưới tác dụng của nhiệt độ trong lò nung**

Đất sét là hệ đa khoáng, khi nung xảy ra nhiều quá trình hóa lý phức tạp, nhiều khoáng mới được tạo thành.

- 100 – 600$^oC$ nước tự do bay hơi, nước liên kết hóa học bay hơi, chất hữu cơ cháy, đất sét bị co đáng kể và có thể gây ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm. Đất sét trở thành đất sét khan, mất đi tính dẻo, trong sản phẩm xuất hiện nhiều lỗ rỗng nhỏ.

- 600 – 880$^{o}$C đất sét khan phân hủy thành các oxit độc lập. Mạng lưới tinh thể của khoáng sét hoàn toàn bị phá hủy, cường độ sản phẩm giảm.
- 920 – 980$^{o}$C các oxit kết hợp tạo khoáng silimanit.

  $\alpha Al_2O_3 + SiO_2 \rightarrow Al_2O_3.SiO_2$
- 1000 – 1200$^{o}$C chủ yếu tạo khoáng silimanit và khoáng mulit bắt đầu được hình thành.

  $Al_2O_3.SiO_2 \rightarrow 3Al_2O_3.2SiO_2$

Mulit là thành phần khoáng chính của gạch đất sét nung. Khi nhiệt độ tăng một số thành phần của đất sét sẽ chảy ra lấp đầy các lỗ rỗng nhỏ làm sản phẩm sẽ đặc chắc hơn có cường độ cao, lúc này kích thước co lại theo yêu cầu, và sản phẩm đạt màu sắc theo mong muốn.

Nhiệt độ ở giai đoạn đó gọi là nhiệt độ kết khối hoặc dung kết. Nhiệt độ càng tăng sự chuyển hóa từ silimanit thành mulit càng mạnh và chuyển hóa hoàn toàn thành mulit ở nhiệt độ 1370 – 1420$^{o}$C.

Nếu nhiệt độ tiếp tục gia tăng toàn bộ thành phần đất sét sẽ chảy ra, sản phẩm bị biến dạng, sẽ rất cứng, gọi là phế phẩm – nhiệt độ lúc này gọi là nhiệt độ chảy của đất sét.

Khoảng thời gian từ nhiệt độ kết khối đến nhiệt độ chảy gọi là $\Delta T$ (70 – 100$^{o}$C). Do đó trong quá trình nung cần phải lưu ý đến $\Delta T$ (khoảng kết khối- hiệu nhiệt độ lúc kết khối và lúc bắt đầu kết khối)

Nhiệt độ kết khối là nhiệt độ bắt đầu xuất hiện pha lỏng, tăng khối lượng thể tích, tăng cường độ

Nhiệt độ kết thúc kết khối là nhiệt độ cao nhất mà sản phẩm vẫn giữ được hình dạng.

Đất sét có khoảng $\Delta T$ càng rộng thì càng dễ sản xuất các sản phẩm gốm.

**5.1 Công nghệ sản xuất gạch đất sét nung**

a. Khai thác nguyên vật liệu
b. Ủ và gia công cơ học
c. Tạo hình
d. Sấy
e. Nung
f. Đánh giá chất lượng gạch đất sét nung

**5.5.6 Đánh giá chất lượng gạch đất sét nung**

***3.4.1.1.Quy ước ký hiệu các loại gạch xây***

- GR90-4V47-M50 : Gạch rỗng dày 90-4 lỗ vuông – r = 47% - Mac 50
- GR90-4T20 : Gạch rỗng dày 90-4 lỗ tròn – r = 20%
- GR90-4CN40: Gạch rỗng dày 90 – 4 lỗ chữ nhật – r = 40%
- GR60-2T15: Gạch rỗng dày 60 – 2 lỗ tròn – r = 15%
- GR200-6CN52 : Gạch rỗng dày 200 – 6 lỗ chữ nhật – r = 52%
- GR60-100 : Gạch đặc dày 60- Mac 100.

***3.4.1.2. Một số yêu cầu kỹ thuật sản phẩm gạch xây dựng (theo TCVN 1450:1986)***

- Độ sai lệch kích thước cho phép : $\Delta l_{dài} = \pm$ 7mm, $\Delta l_{rộng} = \pm$ 5mm, $\Delta l_{cao} = \pm$ 3mm.
- Hp đối với gạch xây dựng : 8 – 18%
- Màu sắc đẹp, đều, mặt không sần sùi.
- Cạnh thẳng, mặt phải nhẵn, mặt gạch không quá 3 đường nứt, đường nứt không dài quá 15mm, sâu không quá 1mm.

**2- Cường độ :**

**a. Cường độ nén :**

- Đối với gạch đặc nén dẻo (chiều dày <2/3 chiều rộng viên gạch) : cắt đôi viên gạch gắn đối đầu lên nhau, dùng vữa mác 50 gắn 2 nữa viên lại và lát láng bề mặt, để khô trong 3 ngày rồi mang đi nén.
- Đối với gạch rỗng (chiều dày >2/3 chiều rộng) thì mẫu thử là một nữa viên gạch được láng mặt bằng vữa mac 50 và để 3 ngày.
- Cường độ nén của gạch tính theo công thức :

$$R_n = \frac{P}{F}$$

b. Cường độ uốn :

Đặt viên gạch lên 2 đầu gối tựa chiều dài l, lực tập trung P đặt ở giữa.

Cường độ uốn của gạch tính theo công thức:

$$R_u = \frac{M}{W} = \frac{3Pl}{2bh^2}$$

**3. Độ hút nước :**

Có 2 phương pháp để xác định độ hút nước của gạch

- Phương pháp ngâm mẫu từ từ : sấy khô mẫu rồi cân, sau đó ngâm mẫu trong thùng ngâm 48 giờ, vớt mẫu ra cân lại.
- Phương pháp đun trong nước sôi : sấy khô mẫu rồi cân, sau đó ngâm mẫu trong thùng nước sôi 4 giờ, vớt mẫu ra cân lại.

Độ hút nước (theo khối lượng) được tính như sau :

$$H_p(\%) = \frac{m_2 - m_1}{m_1}.100$$

Trong đó : $m_1$ – Khối lượng mẫu trước khô

$m_2$ – Khối lượng mẫu ngâm bão hòa

4. Khối lượng riêng, khối lượng thể tích :

- Khối lượng riêng : dùng phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng
+ dụng cụ : Bình tỷ trọng
+ Chất lỏng : dầu hỏi
- Khối lượng thể tích : sấy khô mẫu gạch thí nghiệm đem cân rồi xác định thể tích của mẫu đó bằng phương pháp đo bình thường hoặc bằng phương pháp bọc paraffin hay ngâm bão hoà nước.
Khối lượng riêng của gạch 2,5 ÷ 2,7 g/cm$^3$. Khối lượng thể tích gạch đặc : 1,7 ÷ 1,9 g/cm$^3$; gạch rỗng 1,1 ÷ 1,4 g/cm$^3$

## 6.1 SƠ LƯỢC QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT MỘT SỐ LOẠI SẢN PHẨM THÔNG DỤNG

### 6.1.1 Sản xuất ngói

Kỹ thuật sản xuất ngói gần giống như sản xuất gạch.
Ngói có hình dạng phức tạp, mỏng yêu cầu chất lượng cao, không sứt mẻ, nứt vỡ, ít thấm
Nguyên liệu : đất sét có độ dẻo cao, dễ chảy, không chứa tạp chất cacbonat, có thể dùng 15-25% phụ gia cát, 10-20% phụ gia samốt.
Gia công nguyên liệu và chuẩn bị phối liệu : có thể dùng cả 3 phương pháp : khô, bán khô và dẻo
Trước khi tạo hình phải tạo ra những viên galet trên  máy ép lentô, rồi ủ để độ ẩm đồng đều, sau đó tạo ngói.
Sấy ngói theo chế độ sấy dịu, nung từ từ, nung lâu hơn và làm nguội chậm hơn so với gạch

### 6.1.2 Sản xuất gạch ốp lát

Theo TCVN 6300 -1997

**a) Nguyên liệu**

Đất sét chất lượng cao, khoáng kết khối rộng như  kaolinit-thuỷ mica (hàm lượng mica lớn, thạch anh thấp), Kaolinit-monmorilônit (montmôrilonit 20%)
Tràng thạch : nóng chảy tạo pha thuỷ tinh hoà tan thạch anh, bao bọc và gắn các tinh thể tạo độ bền cho vật liệu
Vật liệu gầy: cát thạch anh, thành phần tạo nên kết cấu của xương
Talc : có tác dụng hoá học với phối liệu tạo mulit, tăng độ bền uốn và độ bền va đập

**b) Công nghệ sản xuất gạch ốp lát**

Các công đoạn chính của quá trình công nghệ gồm: Nghiền ướt sấy phun ép tạo hình sấytráng men-in hoa nung nhanh. Phối liệu được chuẩn bị bằng phương pháp nghiền ướt trong máy nghiền bi.Độ mịn sau khi nghiền cần đạt lượng lọt qua sàng 10.000lỗ/cm$^2$ ≥94%. Hồ xương có độ ẩm 33-34%. Trong sấy phun, hồ được loại bỏ nước, độ ẩm của xương 5-6% và tạo bột ép với cỡ hạt thích hợp.Tạo hình theo phương pháp ép bán khô bằng máy ép thuỷ lực với cường độ ép 250-300kG/cm$^2$. Viên gạch sau khi tạo hình có cường độ mộc 12-15kG/cm$^2$

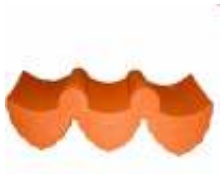
### 3.4.2. MỘT SỐ LOẠI SẢN PHẨM THÔNG DỤNG

### *3.4.2.1. Gạch ốp lát*

**a) Sản phẩm :** Gồm gạch không trang men và gạch ceramic tráng men với các loại kích thước, hình dạng khác nhau.

*Gạch không tráng men :*

### *3.4.2.2 Sản phẩm ngói*



**b) Yêu cầu kỹ thuật (TCVN 90: 1982)**

- Bề mặt nhẵn, phẳng, đúng hình vuông.
- Âm thanh, màu sắc gạch cùng một lô phải đồng đều.
- Không có vết hoen ố, chấm đen, ám than . . . .
- Sứt mẻ cạnh không quá 1 chỗ đối với gạch loại 1(2 chỗ-loại 2), dài không quá 5mm (10mm- loại 2), sâu không quá 2mm (5mm- loại 2).
- Vết nứt cho phép 1 vết nứt (dài ≤ 5mm, rộng ≤ 1mm) đối với loại 1; 2 vết nứt (dài ≤ 10mm, rộng ≤ 1mm) đối với loại 2.

MỘT SỐ SẢN PHẨM GỐM XÂY DỰNG THÔNG DỤNG HIỆN NAY

Sản phẩm gốm dùng để xây tường bao che, tường ngăn, tường rào trong các công trình dân dụng gồm các loại gạch :gạch đinh, gạch 4 lỗ, gạch 6 lỗ, gạch 11 lỗ, 3 lỗ..

a)

Gạch lỗ 220x105x60

Gạch 4 lỗ 80x80x80mm

Gạch 6 lỗ 175x110x75

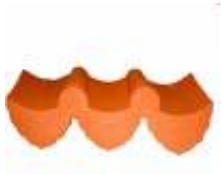
**Gạch lát nền 300x300x15mm**

**Gạch nem kép 220x200x57mm**
**Trọng lượng: 3,3 Kg/viên**

Gạch lục giác 120x20mm

*Gạch không tráng men :*

### *3.4.2.2 Sản phẩm ngói*



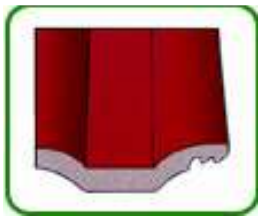
Ngói lợp, 2kg
334x210x12mm

Ngói nóc, 2.8kg
380x190x15mm

Ngói mắt rồng, 0.5kg
195x100x11mm

Ngói hài, 0.5kg
145x145x11mm

Ngói màu, 4.2kg
420x330x24mm


Gờ chắn nước mưa,
4.1kg, 420x330mm

d)

Chậu rửa 472x426mm

# CHƯƠNG 4 CHẤT KẾT DÍNH VÔ CƠ

## 4.1. Khái niệm và phân loại

### 4.1.1 Khái niệm

Chất kết dính vô cơ thường ở dạng bột mịn sau khi nhào trộn với nước tạo thành một loại hồ dẻo có tính dính, sau các quá trình phản ứng hóa lý phức tạp nó dần dần đông đặc lại, trở nên rắn chắc và trở thành một loại đá nhân tạo. Trong quá trình ngưng kết và rắn chắc đó, nó có khả năng trộn lẫn với các vật liệu khác, gắn kết chúng lại với nhau thành một khối đồng nhất, vững chắc.

### 4.1.2 Phân loại

Tùy theo môi trường rắn chắc mà CKD được chia ra làm 3 loại chính :

- CKD rắn trong không khí
- CKD rắn trong nước.
- Chất kết dính rắn trong octocla

**** CKD rắn trong không khí :*** là những loại CKD chỉ có khả năng rắn chắc và phát triển cường độ trong không khí.

Theo thành phần hóa chia làm 4 loại :

- Thạch cao xây dựng được chế tạo từ nung đá thạch cao.

$$CaSO_4.2H_2O \xrightarrow{150 - 170^oC} CaSO_4.0.5H_2O + 1.5H_2O$$

- Vôi (CaO) chế tạo từ đá vôi ($CaCO_3$)

$$CaCO_3 \xrightarrow{900 - 1000^oC} CaO + CO_2$$

- Chất kết dính Mange :

$$MgCO_3 \xrightarrow{500 - 700^oC} MgO + CO_2$$

- Thủy tinh lỏng – silicat natri $Na_2O.nSiO_2$ hoặc kali ($K_2O.mSiO_2$) với n = 2,5 – 3; m = 3 – 4.

**** CKD rắn trong nước :*** là những loại CKD chỉ có khả năng rắn chắc và phát triển cường độ trong không khí và trong nước.

- Vôi thủy : nung $CaCO_3$ chọn hàm lượng có đất sét trên 20%.
- CKD hỗn hợp : CKD địa phương : CaO + phụ gia vô cơ hoạt tính.
- Xi măng la mã : là CKD chưa kết khối
- Xi măng Portland và các chủng loại của nó, là xi măng kết khối.
- Xi măng Aluimin và các chủng loại của nó (xi măng rắn nhanh).

**** CKD rắn trong otocla :*** (môi trường nhiệt ẩm) : là loại chất kết dính vô cơ chỉ có thể rắn chắc và giữ được cường độ dài trong điều kiện hơn nước bão hòa và nhiệt độ cao

Ví dụ : vôi silic, vôi cacbonat, vôi tro xỉ.

*Chất kết dính vô cơ rắn trong nước nếu được rắn trong môi trường octocla thì cường độ đạt được sẽ cao hơn và tốc độ rắn chắc sẽ nhanh hơn.*

## 4.2. Vôi

### 4.2.1 Nguyên liệu

Nguyên liệu để sản xuất vôi là các loại đá giàu $CaCO_3$ (canxit) : đá phấn, đá vôi, đá vôi – đolomit, đá đolomit với hàm lượng các tạp chất (chủ yếu là tạp chất sét, bụi, bùn) không lớn hơn 6% và phải phân bố đều trong đá vôi.

### 4.2.2 Các quá trình xảy ra khi nung

Thực chất của quá trình nung vôi là thực hiện phản ứng khử $CO_2$ trong đá vôi :

$$CaCO_3 \leftrightarrow CaO + CO_2\uparrow - Q$$

Đối với đá vôi đôlômit có thêm phản ứng :

$$MgCO_3 \leftrightarrow MgO + CO_2\uparrow - Q$$

Thực chất phản ứng đã bắt đầu từ nhiệt độ 600$^oC$, nhiệt độ càng tăng, phản ứng xảy ra càng mạnh. Phản ứng nung vôi là phản ứng bề mặt, $CO_2$ mất đi làm giảm 44% khối lượng, nhưng thể tích chỉ giảm 10% nên vôi thu được rất xốp và rất rỗng.

*** Các sản phẩm của quá trình nung vôi**

- ***Vôi non lửa :*** làm giảm năng suất lò vôi, đặc điểm : nặng, bên ngoài xốp mềm, bên trong cứng.
- ***Vôi già lửa :*** khi nhiệt độ nung quá cao, đá vôi có tạp chất sét : $SiO_2$, $Al_2O_3$, $Fe_2O_3$ thì CaO sinh ra sẽ tác dụng với tạp chất sét tạo thành màng keo (silicat và aluminat canxi) cứng bao bọc xung quanh hạt vôi làm vôi khó thủy hóa khi tôi. (vôi non lửa và vôi già lửa gọi chung làm hạt sượng làm hồ vôi kém dẻo)
- ***Vôi vừa chín*** được sử dụng dưới 2 dạng : bột vôi sống và vôi tôi.

### 4.2.3 Các dạng vôi dùng trong xây dựng

**a) Vôi tôi**

Là thực hiện sự thủy hóa CaO.

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + Q \text{ (phản ứng tỏa nhiệt)}$$

Những hạt $Ca(OH)_2$ vô cùng mịn (hơn cả xi măng). Được bao bọc bởi một màng nước hấp phụ mỏng (chính màng nước này sẽ quyết định tính dẻo của hỗn hợp vôi-cát). Khi ngâm vôi, thể tích tăng 2 – 3.5l. Vôi có thể tích tăng nhiều thì càng tốt (vôi có hoạt tính cao). Vôi tỏa nhiệt càng nhiều thì vôi càng tốt.

**** Các sản phẩm của quá trình tôi vôi***

- ***Vôi bột :*** 100% $Ca(OH)_2$ ở dạng bột mịn (còn gọi là bột vôi chín). Theo lý thuyết lượng nước cần thiết để chuyển thành $Ca(OH)_2$ là 32%, nhưng thực tế để tạo thành vôi bột nước chiếm 72% so với vôi. Vôi bột chủ yếu dùng trong y học và nông nghiệp. Vôi bột có $\rho_v = 400 \div 450$ kg/m$^3$
- ***Vôi nhuyễn :*** 50% $Ca(OH)_2$ + 50%$H_2O$ ở dạng bột dẻo. Sử dụng chung với cát tạo thành vữa vôi dùng để xây trát. Vôi nhuyễn có $\rho_v = 1200 \div 1400$ kg/m$^3$
- ***Vôi sữa :*** < 50% $Ca(OH)_2$ + > 50%$H_2O$ là vôi tôi ở dạng dung dịch, dùng để bảo vệ bề mặt công trình.

**b) Bột vôi sống**

Là vôi được nghiền mịn trước khi sử dụng. Vữa vôi tạo từ bột vôi sống có cường độ cao hơn so với vữa vôi chế tạo từ vôi nhuyễn. Độ mịn bột vôi sống trên 95% lọt qua sàng 4900 lỗ/$cm^2$.

Ưu điểm :

- Dễ trộn.
- Khi dùng chung với xi măng, lượng nhiệt tỏa ra sẽ kích thích các phản ứng thủy hóa của xi măng.
- Tạo được phản ứng silicat hóa để sản xuất vật liệu silicat

Nhược điểm :

- Cần có thiết bị nghiền mịn
- Bảo quản khó vì dễ hút ẩm nên chi phí bảo quản lớn
- Sử dụng ít an toàn : dễ bị bỏng trong quá trình trộn, trong quá trình sản xuất và sử dụng bụi vôi ảnh hưởng đến sức khỏe.

### 4.2.4 Quá trình rắn chắc của vôi

Xảy ra đồng thời dưới 2 dạng :

***a) Dạng kết tinh***

$Ca(OH)_2$ + cát + nước tạo thành vữa vôi (xây, trát). Vữa mất dần nước do vữa đặt trên nền hút nước và do vữa tiếp xúc với diện không khí rộng, cho nên vữa sẽ khô chuyển dần từ trạng thái keo sang ngưng keo và kết tinh, các tinh thể xích lại gần nhau rồi liên kết với nhau, vữa rắn chắc.

***b) Dạng cacbonat hóa***

Dưới tác dụng của khí $CO_2$ trong không khí.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

$CaCO_3$ hình thành xen kẻ với các tinh thể $Ca(OH)_2$ làm vữa đặc chắc.

### 4.2.5 Các chỉ tiêu đáng giá chất lượng vôi

Chất lượng vôi càng tốt khi hàm lượng CaO càng cao và cấu trúc của nó càng tốt (dễ dàng tác dụng với nước).

*a) Nhiệt độ tôi*

Nhiệt độ tôi là nhiệt độ tối đa được tỏa ra khi cho 10g bột vôi sống tác dụng với 20g nước cất.

Vôi phát nhiều nhiệt khi nhiệt độ $> 70^oC$.

Tốc độ tôi là thời gian khi cho 10g vôi tác dụng với 20g $H_2O$ cho đến khi đạt nhiệt độ tôi.

*b) Sản lượng vôi :* hàm lượng vôi nhuyễn do 1kg vôi sinh ra.

*c) Hàm lượng hạt sượng do 1kg vôi sinh ra.*

Xác định hàm lượng hạt sượng : cho 200g vôi nhuyễn tác dụng với nước tạo ra vôi sữa, cho qua sàng có đường kính 0.63mm, hạt sượng còn lại trên sàng đem sấy khô.

*d) Độ hoạt tính của vôi là tổng hàm lượng % (CaO + MgO) có trong vôi.*

Dựa vào các chỉ tiêu trên TCVN2231:1989 đã chia vôi ra 3 loại

| tt | Tên chỉ tiêu | Vôi tôi | | Vôi cục và vôi bột sống | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Loại 1 | Loại 2 | Loại 1 | Loại 2 | Loại 3 |
| 1 | Tốc độ tôi, phút | | | | | |
| | a-tôi nhanh, ≤ | - | - | 10 | 10 | 10 |
| | b-tôi trung bình,≤ | - | - | 20 | 20 | 20 |
| | c-tôi chậm, > | - | - | 20 | 20 | 20 |
| 2 | Hàm lượng MgO,%,≤ | - | - | 5 | 5 | 5 |
| 3 | Tổng hàm lượng (MgO, CaO) hoạt tính, %, ≥ | 67 | 60 | 88 | 80 | 70 |
| 4 | Hàm lượng $CO_2$,%,≤ | 4 | 6 | 2 | 4 | 6 |
| 5 | Hàm lượng mất khi nung, %,≤ | - | - | 5 | 7 | 10 |
| 6 | Lượng vôi nhuyễn do 1kg vôi sống sinh ra, l/kg, ≥ | - | - | 2.4 | 2.0 | 1.6 |
| 7 | Hàm lượng hạt sượng, %, ≤ | - | - | 5 | 7 | 10 |
| 8 | Độ mịn của bột vôi, %,≤ | | | | | |
| | -trên sàng 0.063 | 6 | 8 | 2 | 2 | 2 |
| | -trên sàng 0.008 | - | - | 10 | 10 | 10 |
| 9 | Độ ẩm,%,≤ | 6 | 6 | - | - | - |

**4.2.6 Ứng dụng và bảo quản**

- Vôi dùng để chế tạo vữa xây, trát, vữa trang trí.
- Bảo vệ bề mặt công trình
- Chế tạo chất kết dính hỗn hợp
- Chế tạo các sản phẩm silicat.

Bảo quản :

- Vôi sống phải tránh ẩm, tránh tiếp xúc với nước.
- Vôi tôi : trên bề mặt hố tôi có một lớp nước để ngăn cách không khí tránh hiện tượng cacbonat hóa.
- Vôi sẽ được tôi ít nhất 1 tháng trước khi dùng để loại trừ ảnh hưởng của các hạt già lửa.

**4.3 Thạch cao xây dựng**

Thạch cao xây dựng là CKD rắn trong không khí, chủ yếu là thạch cao nửa phân tử nước : $CaSO_4.0.5H_2O$. Nguyên liệu chế tạo là đá thạch cao.

$$CaSO_4.2H_2O \rightarrow aSO_4.0.5H_2O + 1.5H_2O - Q$$

Khi nhào trộn thạch cao xây dựng với nước sẽ tạo thành hỗn hợp dẻo, sau quá trình rắn chắc trở thành dạng đá. Phản ứng xảy ra khi rắn chắc :

$$CaSO_4.0.5H_2O + 1.5H_2O \rightarrow CaSO_4.2H_2O$$

Độ tan của $CaSO_4.2H_2O$ nhỏ hơn của $CaSO_4.0.5H_2O$ 5lần nên lượng $CaSO_4.2H_2O$ tăng dần, lượng nước mất dần. Hỗn hợp chuyển dần sang trạng thái keo rồi kết tinh và rắn chắc.

* **Các tính chất của thạch cao**

a) Thời gian ninh kết

+ Thời gian bắt đầu ninh kết : là khoảng thời gian từ khi nhào trộn thạch cao với nước đến khi mất tính dẻo, theo TCVN không nhỏ hơn 6 phút.

+ Thời gian kết thúc ninh kết : là khoảng thời gian từ khi nhào trộn thạch cao với nước đến khi nó có cường độ nhất định và không lớn hơn 30 phút.

b) Cường độ : cường độ của thạch cao thay đổi theo :

- Độ mịn của bột thạch cao (bột thạch cao càng nhỏ, phản ứng thủy hóa càng nhanh nên cường độ càng cao)
- Lượng nước nhào trộn (cường độ giảm khi lượng nước nhào trộn tăng).
- Độ ẩm của môi trường (cường độ giảm khi môi trường rắn chắc quá ẩm ướt vì trong môi trường này $CaSO_4.2H_2O$ sẽ bị hoà tan).

***Ứng dụng**

Thạch cao xây dựng dùng để chế tạo bê tông, tấm ngăn cách, vữa trát cho panel tường và các vật liệu trang trí ở nơi khô ráo, tránh ẩm ướt vì thạch cao rất dễ hút ẩm và sẽ giảm cường độ.

### 4.4 Chất kết dính rắn trong nước – Xi măng Portland

#### 4.4.1 Khái niệm

Xi măng được chế tạo từ 2 nguyên liệu chính là đá vôi và đất sét trãi qua 1 quá trình nung luyện ở nhiệt độ cao (nhiệt độ trên 1450$^oC$) tạo thành clinke. Đem clinke nghiền cùng với phụ gia vô cơ thủy hoạt tính (10 – 15%) (puzơlan), thêm 3 – 5% đá thạch cao để kéo dài thời gian ninh kết xi măng. Ngoài ra trong quá trình nghiền còn thêm lượng phụ gia trơ < 10% (cát thạch anh, đá vôi...) để tăng sản lượng, sản phẩm cuối cùng là xi măng Portland.

#### 4.4.2 Thành phần hóa phối liệu và nguyên liệu chế tạo

* Thành phần hóa của phối liệu : bao gồm hàm lượng các oxit (%).

| | |
|---|---|
| CaO | 63 – 67% |
| $SiO_2$ | 21 – 24% |
| $Al_2O_3$ | 4 – 8% |
| $Fe_2O_3$ | 2 – 4% |

Ngoài ra còn có các oxit khác : MgO, $P_2O_5$, $K_2O$, $Na_2O$ ... chiếm tỉ lệ nhỏ, thường làm xi măng không ổn định nên cần phải hạn chế

MgO : < 4,5%

$SO_3$ : <3%

Oxit kiềm ($Na_2O$, $K_2O$: < 1,5%.

**Nguyên liệu chế tạo**

Để đạt yêu cầu về thành phần hóa học như trên cho xi măng, các loại nguyên liệu cần có thành phần $CaCO_3$ từ 75 ÷ 78% và các thành phần khác ($SiO_2$, $Al_2O_3$, $Fe_2O_3$...) khoảng 22 ÷25%. Trong tự nhiên các loại đá có sẵn thành phần như trên rất hiếm nên thường phải phối liệu theo phương pháp nhân tạo.Nguyên vật liệu gồm :

- Đá vôi : có hàm lượng 70 – 90%, trong tính tóan thường dùng 1,3 tấn đá vôi để sản xuất 1tấn clinke.
- Đất sét : có độ dẻo và độ mịn cao.
- Đá thạch cao cho vào trong quá trình nghiền, yêu cầu lượng $CaSO_4.2H_2O$ trên 80%.
- Quặng sắt : đất Laterit có hàm lượng $Fe_2O_3 > 40\%$.
- Than có nhiệt trị cao > 5000 kcal/1 kg than.

Thành phần hóa clinke thay đổi thì tính chất của xi măng cũng thay đổi.

### 4.4.3 Thành phần khoáng của clinke xi măng

Trong clinke xi măng có 4 khoáng chính :

| Công thức hoá học | Viết tắt | Cách đọc | Hàm lượng (%) | Tên khoáng |
|---|---|---|---|---|
| $3CaO.SiO_2$ | $C_3S$ | tricanxi silicat | 36 – 60 | alit |
| $2CaO.SiO_2$ | $C_2S$ | dicanxi silicat | 15 – 37 | belit |
| $3CaO.Al_2O_3$ | $C_3A$ | tricanxi aluminat | 7 – 15 | aluminat canxi |
| $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$ | $C_4AF$ | alumoferit canxi | 10 – 18 | feroaluminat canxi |

Ngoài ra còn có 3 khoáng phụ :

CaO tự do < 1%

MgO tự do < 5%

$SO_3 < 3\%$

- ***Tác dụng của từng thành phần khoáng***

- **$C_3S$** là khoáng quan trọng nhất, có cường độ cao, xi măng có nhiều khoáng $C_3S$ thì có cường độ càng cao, rắn chắc nhanh và tỏa nhiều nhiệt. Khi hàm lượng $C_3S$ tăng thì chất lượng xi măng càng tốt.
- **$C_2S$** là khoáng quan trọng thứ hai của xi măng, khoáng có cường độ không cao, phát triển chậm trong thời gian đầu, về sau cường độ gần bằng $C_3S$, là khoáng tỏa ít nhiệt nhất, loại xi măng chứa nhiều $C_2S$ thường dùng cho các công trình khối lớn.
- **$C_3A$** : quyết định thời gian ninh kết của xi măng. Nó có cường độ trung bình, là khoáng rắn nhanh, toả nhiều nhiệt nhất, khoáng không có lợi, gây nứt cho bê tông nếu hàm lượng nhiều.
- **$C_4AF$** có cường độ thấp, là khoáng nặng nhất trong 4 khoáng, có tốc độ rắn chắc trung bình giữa $C_3S$ và $C_2S$. Khoáng làm cho xi măng bền trong môi trường xâm thực.
- **CaO** tự do tạo ra ở nhiệt độ trên $1450^oC$, những hạt vôi này được bao bọc bởi màng keo bên ngoài, không tác dụng với nước trong quá trình nhào trộn, nhưng theo thời gian nước sẽ phá vỡ màng keo làm thể tích tăng 2l so với vôi thường.
- **MgO** tự do tạo thành từ tạp chất đá vôi, đá đolomit. MgO quá già lửa khó hydrat hóa nhưng theo thời gian sẽ tạo thành $Mg(OH)_2$ gây trương nở thể tích,

không ổn định trong xi măng, không có cường độ, không có tính dính làm giảm khả năng chịu lực của cấu kiện bê tông.

- $SO_3$ làm xi măng trương nở về thể tích.

### 4.4.4 Sơ lược qui trình công nghệ chế tạo xi măng Portland

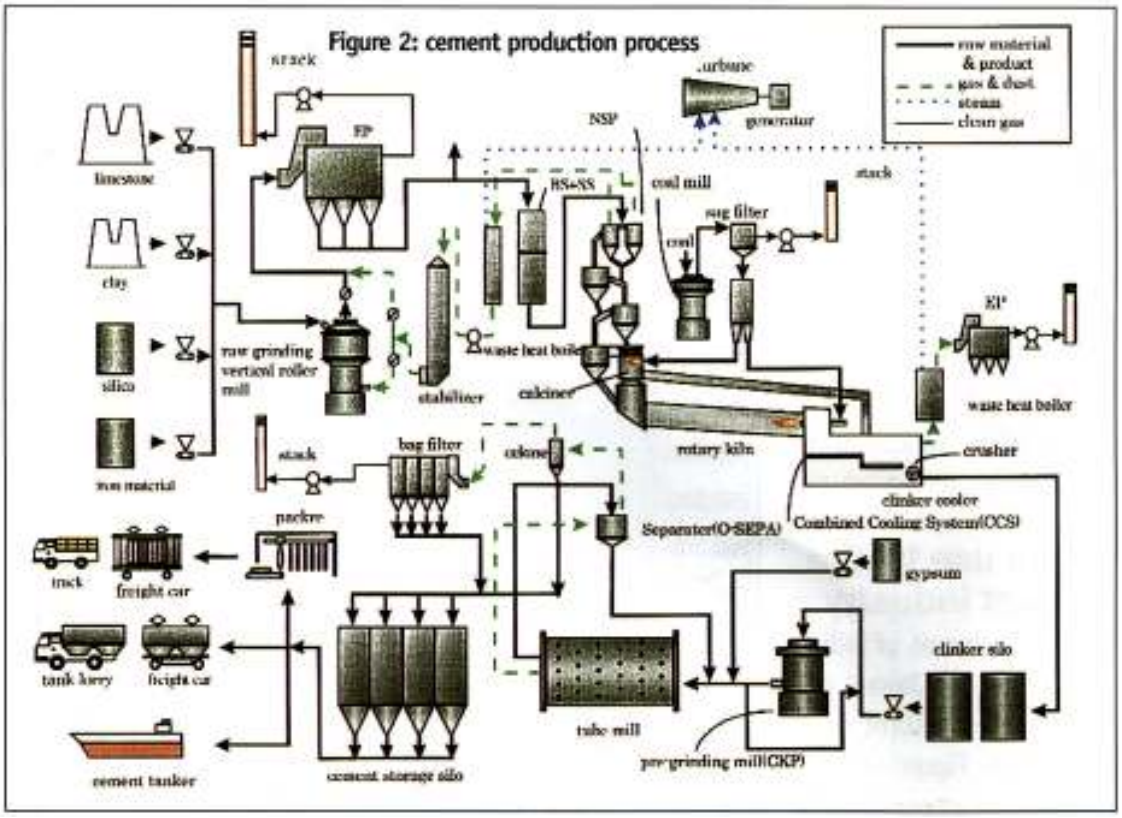
Công nghệ chế tạo xi măng gồm 3 giai đoạn chính :

- Chuẩn bị nguyên liệu → nung → nghiền

**1-Chuẩn bị nguyên liệu**

Mục đích của giai đoạn này là tạo ra hỗn hợp (đá vôi + đất sét) đồng nhất về thành phần hóa học để tạo thuận lợi cho các phản ứng xảy ra khi nung và clinke có chất lượng đồng nhất.

Tùy theo độ ẩm của nguyên liệu, tình hình thiết bị và lò nung mà người ta chuyẩn bị nguyên liệu theo 3 phương pháp : khô, ướt và hỗn hợp. Trong đó phương pháp khô sử dụng rộng rãi nhất.




- Chuẩn bị phối liệu theo phương pháp ướt lò quay :

Sử dụng những nguyên liệu mềm và có độ ẩm lớn.

Đá vôi được đập nhỏ đường kính từ 5 – 25mm.

Đất sét cho vào bể khuấy để loại bỏ tạp chất sau đó nghiền ướt chung đá vôi và đất sét ở trạng thái lỏng (lượng nước chiếm từ 36 – 42%) tạo thành hỗn hợp bùn phối liệu.

Từ máy nghiền, bùn phối liệu được bơm vào bể bùn để kiểm tra và điều chỉnh thành phần hóa. Sau đó tiếp tục đưa vào silo dự trữ để đưa vào lò quay.

Ưu điểm : dễ nghiền, độ đồng nhất phối liệu cao.

Nhược điểm : tiêu tốn nhiên liệu khi nung lớn, kích thước lò nung dài, diện tích xây dựng lớn

- Theo phương pháp khô : nghiền và trộn nguyên liệu ở dạng khô

Ưu điểm : ít tốn nhiên liệu, kích thước lò nung ngắn, mức độ tự động hóa cao.

Nhược điểm : nguyên liệu khó nghiền mịn, độ đồng nhất của phối liệu kém hơn phương pháp ướt.

Phương pháp khô có hiệu quả kinh tế lớn khi nguyên liệu có độ ẩm nhỏ (10 – 15%), độ đồng nhất cao, điều kiện kỹ thuật tiên tiến và yêu cầu công suất nhà máy lớn.

**2-Nung**

Lò quay là ống trụ bằng thép có chiều dài từ 80 – 150m đường kính 5 – 7m, lò được đặt nghiêng so với mặt phẳng nằm ngang từ 3 – $5^o$.

Lò quay làm việc theo nguyên tắc ngược dòng. Hỗn hợp phối liệu đưa vào đầu cao của lò, khí nóng đưa vào đầu thấp của lò. Do lò nghiêng và tự quay (1-2vòng /phút) phối liệu đi dần về phía dưới gặp nhiệt độ càng lúc càng tăng dần, phát sinh ra các phản ứng lý hóa phức tạp, cuối cùng thu được ở cuối lò là những hạt clinke.

Clinke ra khỏi lò quay được làm lạnh nhanh xuống còn 100 – $200^0$C trong thiết bị làm lạnh nhanh để tránh hiện tượng phân hủy của các khoáng ($C_3S$ thành $C_2S$).

Clinke sau khi làm lạnh xong đưa về kho chứa từ 1 đến 2 tuần trước khi đem đi nghiền.

**** Quá trình biến đổi lý hóa của bùn phối liệu dưới tác dụng của nhiệt độ trong lò nung***

- **Vùng 1** (vùng bay hơi) 100 – $200^o$C vùng làm khô, tại vùng này nước tự do bay hơi, phối liệu có sự biến đổi về mặt vật liệu, khô, tạo viên.
- **Vùng 2 :** 600 – $800^o$C, vùng đốt nóng, vùng dehydrat hóa, nước hóa học bay hơi, đất sét chuyển thành đất sét khan. Khi nhiệt độ đến $800^o$C, đất sét khan tách ra thành các oxit độc lập ($Al_2O_3$ và $SiO_2$).
- **Vùng 3 :** 900 – $1100^o$C vùng decacbonat hóa, có sự phân hủy đá vôi để tạo thành CaO, CaO tạo thành kết hợp với các oxyt độc lập trong đất sét tạo thành $3CaO.Al_3O_3$, $CaO.Al_2O_3$ và 1 phần $C_2S$. Khi nhiệt độ càng tăng dần thì các phản ứng xảy ra càng mãnh liệt.
- **Vùng 4 :** 1100 – $1250^o$C vùng tỏa nhiệt, xảy ra các phản ứng ở trạng thái rắn, toàn bộ $C_3A$, $C_4AF$ và $C_2S$ được tạo thành. Tất cả các phản ứng đều tỏa ra một lượng nhiệt rất lớn.

**Vùng 5 :** nhiệt độ trên $1250^o$C vùng kết khối. Giai đoạn đầu kết khối xuất hiện pha lỏng do $C_3A$ và $C_4AF$ chảy ra. Khi nhiệt độ đạt $1450^o$C một phần $C_2S$ và CaO tự do tan vào pha lỏng tạo $C_3S$. Quá trình này tiếp tục đến khi liên kết hầu như hoàn toàn CaO, $C_3S$ ít tan, tách ra khỏi pha nóng chảy ở dạng tinh thể mịn. Quá trình tạo $C_3S$

diễn ra trong khoảng từ 15 – 20'. Ra khỏi vùng kết khối, nhiệt độ giảm xuống từ 1450$^o$C còn 1300$^o$C, từ dung dịch lỏng, các khoáng $C_3A$ và $C_4AF$ được kết tinh lại.

**Vùng 6 :** vùng làm nguội nhiệt độ giảm từ 1300$^o$C xuống còn 1000$^o$C, tại vùng này cấu trúc và thành phần của clinke hoàn toàn được hình thành và hoàn thiện thêm.

Clinke ra khỏi lò quay được làm lạnh nhanh từ 1000$^o$C xuống còn 100 – 200$^o$C trong thiết bị làm lạnh để tránh hiện tượng phân hủy của các khoáng. Clinke sau khi làm lạnh xong sẽ được các tải xích đưa vào kho chứa từ 1 đến 2 tuần trước khi đem đi nghiền.

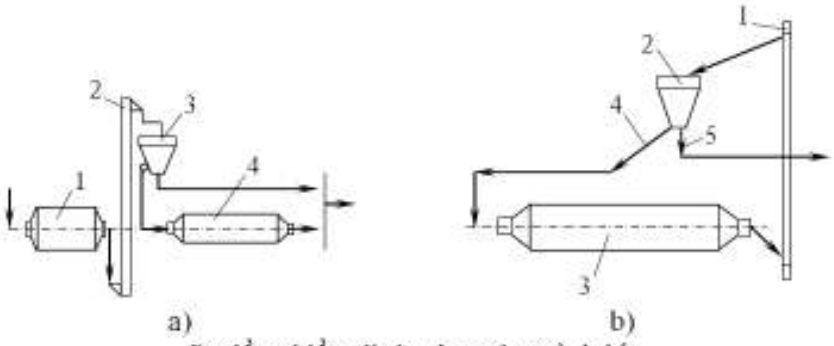
**3-Nghiền clinke**

Khi nghiền clinke thêm 3÷5% thạch cao sống($CaSO_4.2H_2O$) để điều chỉnh thời gian ninh kết của xi măng cho phù hợp với điều kiện thi công. Ngoài ra, người ta còn trộn thêm dưới 15% phụ gia vô cơ hoạt tính, dưới 10% phụ gia trơ, vừa để cải thiện một số tính chất của xi măng pooclang, vừa để tăng sản lượng.

Khi nghiền clinke người ta dùng máy nghiền bi hình trống làm việc theo chu trình kín hoặc hở. Máy nghiền bi là ống trụ bằng thép bên trong có những vách ngăn thép để chia máy ra 2 đến 4 buồng. Máy nghiền loại lớn có kích thước 3,95 ÷ 11m (năng suất 100T/giờ) và 4,6 ÷ 16,4m ( năng suất 135T/giờ).

Vật liệu được nghiền dưới tác dụng của vật thể nghiền – bi thép hình cầu (nghiền thô) và bi thép hình trụ (nghiền mịn). Khi máy quay bi thép được nâng lên đến một độ cao nhất định rồi rơi xuống va đập và chà sát làm vụn hạt vật liệu.

Sau khi nghiền xong, xi măng được hệ thống vận chuyển khí nén đưa vào các silo chứa. Xi măng chứa trong xilô từ 5 đến 7 ngày để giảm nồng độ vôi tự do, sau đó đóng bao và xuất xưởng.




*Sơ đồ nghiền clinke theo chu trình kín*

a) Với 2 máy nghiền :

1-máy nghiền thô; 2-gầu nâng; 3-thiết bị phân loại li tâm; 4-máy nghiền mịn

b) Với 1 máy nghiền :

1-gầu nâng; 2-thiết bị phân loại; 3-máy nghiền; 4-hạt thô; 5-xi măng

**4.4.5 Quá trình rắn chắc của xi măng**

Theo lý thuyết của Baicốp : Quá trình ngưng kết và rắn chắc của xi măng diễn ra 3 thời kỳ : hoà tan, hoá keo và kết tinh Khi xi măng tác dụng với nước trải quá 3 giai đoạn rắn chắc :

**1- Quá trình hoà tan :** Trộn xi măng với nước các thành phần khoáng tác dụng với nước theo phản ứng thuỷ phân sau :

$2C_3S + 6H_2O \rightarrow C_3S_2H_3 + 3Ca(OH)_2$

$2C_2S + 4H_2O \rightarrow C_3S_2H_3 + Ca(OH)_2$

$C_3A + 6H_2O \rightarrow C_3AH_6$

$C_3AH_6 + 3CaSO_4.2H_2O + 20H \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O$

$C_4AF + mH_2O \rightarrow C_3AH_6 + CaO.Fe_2O_3.nH_2O$

$CaO.Fe_2O_3.nH_2O$ sẽ nằm trong thành phần gel xi măng, còn $C_3AH_6$ sẽ lại tác dụng với thạch cao như trên.

$Ca(OH)_2$ và $C_3AH_6$ dễ hoà tan nên tan ngay vào trong nước làm xuất hiện các lớp xi măng mới tiếp tục thuỷ phân, thuỷ hoá tan vào trong nước, lượng nước mất dần và nhanh chóng đạt đến trạng thái bão hoà.

**2- Quá trình hoá keo**

Trong dung dịch bão hoà thành phần $Ca(OH)_2$ và $C_3AH_6$ tiếp tục sinh ra nhưng không hoà tan được nữa, cùng với C-S-H ít hoà tan, chúng đều tồn tại dưới dạng các hạt nhỏ phân tán bao quanh các hạt xi măng tạo thành thể keo phân tán. Xi măng tiếp tục được thuỷ hoá, thuỷ phân, nước tự do ngày càng ít, số lượng các hạt keo tăng lên không ngừng. Chúng dần dần tụ lại thành các hạt lớn hơn tạo thành thể keo ngưng. Vữa xi măng mất dần tính dẻo và trở nên đông đặc.

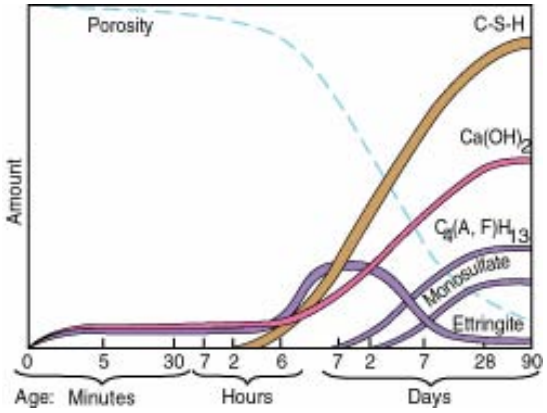
**3- Quá trình kết tinh**

Trong thể keo ngưng dần dần xuất hiện các mầm tinh thể $Ca(OH)_2$ và $C_3AH_6$, ettrigite chuyển sang tinh thể hình sợi, thể tích lớn gấp 2,68 lần so với thể tích ban dầu của chất tham gia phản ứng có tác dụng lấp đầy lỗ rỗng của đá xi măng và làm cường độ chúng phát triển dần thành các tinh thể đan chéo nhau và gắn kết với nhau tạo thành một bộ xương chịu lực, làm cho vữa xi măng bắt đầu có cường độ. Cường độ của ximăng quyết định bởi hàm lượng tinh thể C-S-H và $Ca(OH)_2$

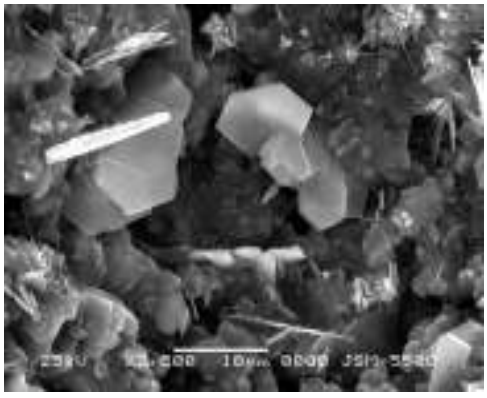
Từ dung dịch quá bão hòa làm giảm nồng độ $Ca(OH)_2$ trong dung dịch, ettringite chuyển sang tinh thể hình sợi, tạo ra cường độ ban đầu cho xi măng.

Ettringite có thể tích lớn gấp 2.68l so với thể tích ban đầu của các chất tham gia phản ứng có tác dụng lấp đầy lỗ rỗng của đá xi măng làm cường độ và độ ổn định của đá xi măng tăng lên.

Số lượng các tinh thể tăng lên làm cho cường độ của xi măng tăng, cường độ phát triển nhanh trong 3-7 ngày đầu, sau 28 cường độ phát triển chậm dần




Hình : Quá trình thuỷ hoá xi măng và sự phát triển cấu trúc của hồ xi măng



Hình : Cấu trúc của đá xi măng (hình SEM)

### 4.4.6 Các tính chất của xi măng

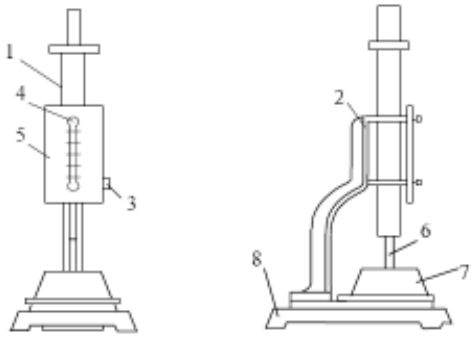
**1-Khối lượng riêng và khối lượng thể tích**

- Khối lượng riêng của xi măng không dùng phụ gia từ 3.05 – 3.15 g/cm$^3$. Trị số này thay đổi theo nhiệt độ nung, nếu nhiệt độ nung cao thì xi măng có ρ lớn và ngược lại, ngòai ra ρ còn phụ thuộc vào thành phần khoáng vật ($C_4AF$).
- Khối lượng thể tích phụ thuộc vào mức độ lèn chặt, độ mịn, tùy theo độ lèn chặt, đối với xi măng xốp là 1100÷1300 kg/m$^3$, xi măng lèn chặt mạnh là 1300÷1600 kg/m$^3$.

**2-Độ mịn :** xi măng có độ mịn cao sẽ dễ tác dụng với nước, rắn chắc nhanh. Độ mịn được xác định bằng cách sàng trên sàng N$^0$008 (4900 lỗ/cm$^2$) hoặc đo tỉ diện tích bề mặt của xi măng (cm$^2$/g). Đối với xi măng bình thường yêu cầu lượng sót trên sàng không quá 15%, tương ứng với tỉ diện tích là 2500 ÷ 3000 cm$^2$/g.

**3-Lượng nước tiêu chuẩn**

Là lượng nước cần thiết (LNTC) để cho hồ xi măng có độ dẻo tiêu chuẩn (độ dẻo thích hợp).




*Dụng cụ Vica*

1- Thanh chạy.; 2-Lỗ trượt; 3-Vít điều chỉnh; 4-Kim chỉ vạch; 5- Thước chia độ; 6-Kim vica; 7-Khau vica; 8-Bàn để dụng cụ vica

Lượng nước tiêu chuẩn của xi măng phụ thuộc vào :

- Thành phần khoáng : nếu lượng $C_3A$ tăng thì $N^{tc}$ tăng, $C_2S$ cần ít nước hơn.
- Độ mịn tăng → $N^{tc}$ tăng và ngược lại.
- Phụ gia : nếu dùng xi măng PC có $N^{tc}$ = 22÷28%. PCB có $N^{tc}$ = 32÷37%.

Ứng dụng : LNTC dùng để xác định :

- Thời gian ninh kết của xi măng
- Tính ổn định thể tích của xi măng
- Mac xi măng theo phương pháp nhanh.

**4-Thời gian ninh kết của xi măng**

Chia làm 2 giai đoạn :

- Thời gian bắt đầu ninh kết : là thời gian từ khi cho xi măng tác dụng với nước cho đến khi hồ xi măng mất đi tính dẻo tương ứng trong thí nghiệm khi kim vica nhỏ (d = 1mm) cách đáy vành khâu từ 1 – 2mm.
- Thời gian kết thúc ninh kết : là khoảng thời gian từ khi cho xi măng tác dụng với nước cho đến khi hồ xi măng bắt đầu có cường độ tương ứng trong thí nghiệm kim vica nhỏ (d = 1mm) cắm vào hồ xi măng không vượt quá 0.5mm.

Để xác định thời gian ninh kết người ta dùng bộ dụng cụ Vica với kim vica nhỏ (đường kính 1mm, dài 50mm).

Để kéo dài thời gian ninh kết khi nghiền clinke thường người ta cho thêm 3 – 5% đá thạch cao.

***Các yếu tố ảnh hưởng đến thời gian ninh kết***

- Thành phần khoáng của xi măng : nếu hàm lượng các khoáng $C_3A$, $C_3S$ nhiều thì thời gian ninh kết giảm vì tốc độ thủy hóa của xi măng tăng nhanh, nếu hàm lượng khoáng $C_2S$ nhiều thì thời gian ninh kết tăng.
- Độ mịn tăng thì thời gian ninh kết giảm vì khi đó tốc độ thủy hóa nhanh
- Nhiệt độ và độ ẩm môi trường : khi nhiệt độ tăng, độ ẩm của môi trường giảm thì thời gian ninh kết giảm
- Khi thêm phụ gia vô cơ hoạt tính thì thời gian ninh kết tăng.

**5-Tính ổn định thể tích của xi măng**

Xi măng trong quá trình rắn chắc thì thể tích sẽ thay đổi. Điều này chủ yếu là do sự trao đổi nước giữa hồ xi măng với môi trường.

Nếu rắn chắc trong không khí thì thể tích co lại, còn rắn chắc trong nước thì thể tích nở ra. Nếu thể tích thay đổi quá lớn sẽ làm nứt bê tông xi măng. Nguyên nhân là do xi măng có chứa nhiều tạp chất có hại gây ra sự thay đổi thể tích lớn như : CaO, MgO, $SO_3$.

**6-Nhiệt thủy hóa xi măng**

phụ thuộc vào thành phần khoáng : $C_3A > C_3S > C_4AF > C_2S$

Nhiệt thủy hóa thúc đẩy quá trình rắn chắc của xi măng. Lượng nhiệt phát ra có lợi cho thi công bê tông vào mùa đông, nhưng sẽ bất lợi vào mùa khô.

Thi công bê tông khối nên chú ý chọn loại xi măng có ít thành phần khoáng tỏa nhiệt lớn.

**7-Cường độ và mác xi măng**

Bê tông có cường độ nén, uốn và kéo trong đó khả năng chịu nén là tốt nhất. Cường độ nén của đá xi măng phát triển liên tục theo thời gian, từ 1 đến 28 ngày cường độ phát triển rất nhanh, sau 28 ngày thì chậm lại.

Trong 3 ngày đầu có thể 40- 50% mac xi măng, 7 ngày đạt 60 – 70%, trong những ngày sau phát triển chậm lại, đến 28 ngày thì đạt mac.

Khi nhiệt độ môi trường tăng thì cường độ tăng, nếu nhiệt độ > $100^oC$ thì cường độ phát triển rất nhanh.

Cường độ xi măng phụ thuộc vào : thành phần khoáng $C_3S$, nhiệt độ nung, độ mịn, kích thước mẫu thí nghiệm, thời gian rắn chắc, chế độ dưỡng hộ.

*** Mác xi măng**

xác định mac xi măng theo phương pháp dẻo theo TCVN.

Mác xi măng là cường độ chịu nén của mẫu vữa xi măng kích thước 4x4x16, được chế tạo trong điều kiện tiêu chuẩn sau 28 ngày rắn chắc được dưỡng hộ ở nhiệt độ $27 \pm 2^oC$, độ ẩm > 90%.

TIÊU CHUẨN VIỆT NAM (**TCVN 6260/1997**) Về ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT CỦA XI MĂNG PC40 VÀ PCB40

| Tiêu chuẩn | | PCB40 | PC40 |
|---|---|---|---|
| Cường độ chịu nén (N/mm2) | 3 ngày ± 45' | Min. 18 | Min. 21 |
| | 28 ngày± 8h | Min. 40 | Min. 40 |
| Thời gian đông kết | Bắt đầu (phút) | Min. 45 | Min. 45 |
| | Kết thúc (phút) | Max. 600 | Max. 375 |
| Độ mịn | % trên sàng 0,08mm | Max. 12 | Max. 15 |
| | Bề mặt riêng (cm2/g) | Min. 2700 | Min. 2700 |
| Hàm lượng SO3 (%) | | Max. 3.5 | Max. 3.0 |
| Hàm lượng MgO (%) | | - | - |
| Độ ổn định thể tích , mm, ,<br>Khối lượng riêng<br>Khối lượng thể tích | | Max.10<br><br>-<br>- | Max.10<br><br>-<br>- |

### 4.4.7 Các nguyên nhân ăn mòn, các dạng ăn mòn và các biện pháp đề phòng

**1-Nguyên nhân**

Đá xi măng bị ăn mòn chủ yếu là do sự tác dụng của chất khí và chất lỏng lên các thành phần cấu thành xi măng đã rắn chắc (chủ yếu là $Ca(OH)_2$ và $C_3AH_6$).

Có 3 nguyên nhân cơ bản :

- ***Dạng 1 :*** Do các sản phẩm của quá trình hydrat hóa tự hòa tan.
- ***Dạng 2 :*** Do các sản phẩm hydrat hóa kết hợp với các hợp chất của môi trường ăn mòn tạo ra các hợp chất mới có đặc điểm dễ hòa tan hoặc không có cường độ.
- ***Dạng 3 :*** Do các sản phẩm hydrat hóa kết hợp với các hợp chất của môi trường ăn mòn tạo ra các hợp chất mới có đặc điểm nở thể tích.

**2-Các dạng ăn mòn**

***a) Ăn mòn trong môi trường nước ngọt (ăn mòn tự hòa tan, dạng 1)***

Xảy ra mạnh dưới tác dụng của nước mềm (chứa ít chất tan) như nước ngưng tụ, nước mưa, nước sông, đầm lầy. Sau 3 tháng rắn chắc lượng $Ca(OH)_2$ khoảng 10 –15%. Sau khi hòa tan và rửa trôi nồng độ $Ca(OH)_2$ giảm xuống thấp hơn 0.11% thì CSH, $C_3AH_6$ cũng bị phân hủy.

Khi lượng $Ca(OH)_2$ bị hòa tan 15 – 30% thì cường độ của đá xi măng giảm 40-50%. Trong môi trường nước động hoặc nước có áp tốc độ ăn mòn xảy ra rất mạnh. Trong môi trường nước có độ cứng lớn thì $Ca(HCO_3)_2$ và $Mg(HCO_3)_2$ sẽ tác dụng với $Ca(OH)_2$

$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + CO_2 + H_2O$

$Mg(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow MgCO_3 + CO_2 + H_2O$

Làm giảm nồng độ ăn mòn.

Dùng xi măng portland puzơlan để chống ăn mòn :

$Ca(OH)_2 + SiO_2* \rightarrow xCaO.ySiO_2.zH_2O$

***b) Ăn mòn trong môi trường $CO_2$***

Xảy ra khi nước có chứa $CO_2$ (dạng axit yếu).

- Khi nồng độ $CO_2$ nhỏ :

$Ca(OH)_2 + CO_2 + \rightarrow CaCO_3 + H_2O$

Đá xi măng không bị ăn mòn.

- Khi nồng độ $CO_2$ lớn 10mg/l thì $CO_2$ sẽ phá hủy màng cacbonat để tạo thành muối dễ tan theo phản ứng.

$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$

Muối này có độ hòa tan lớn gây ăn mòn.

***c) Ăn mòn trong môi trường axit***

Xảy ra trong dung dịch axit (pH<7), axit tự do thường có trong nước thải công nghiệp hoặc tạo thành từ khí có lưu huỳnh trong các buồng đốt. Hai loại axit thường có trong xí nghiệp công nghiệp là HCl, $H_2SO_4$.

$Ca(OH)_2 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O$

$C_3S_2H_3 + 6HCl \rightarrow 3CaCl_2 + Si(OH)_4 + 2H_2O$

$C_3AH_6 + 6HCl \rightarrow 3CaCl_2 + 2Al(OH)_3 + 6H_2O$

$\rightarrow$ ăn mòn dạng 2.

$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4.2H_2O$

Thể tích tăng 2.21l $\rightarrow$ ăn mòn dạng 3.

Nếu nồng độ axit > 1% thì bất kì loại xi măng nào cũng bị ăn mòn, nếu độ pH < 6.5 thì bê tông chế tạo từ bất kì loại xi măng nào cũng bị ăn mòn.

$\rightarrow$ dùng xi măng bền axit.

***d) Ăn mòn trong môi trường nước biển***

(nước biển, nước ngầm, nước chứa muối khoáng) : NaCl, $MgCl_2$, $Na_2SO_4$, $MgSO_4$ ...

các muối này sẽ tác dụng với sản phẩm của quá trình hydrat hóa tạo ra các sản phẩm dễ tan, hoặc không có tính dính, không có cường độ và trương nở thể tích.

$Ca(OH)_2 + 2NaCl \rightarrow CaCl_2 + NaOH$

$Ca(OH)_2 + MgCl_2 \rightarrow CaCl_2 + Mg(OH)_2$

$C_3S_2H_3 + 3MgCl_2 + 4H_2O \rightarrow 3CaCl_2 + 3Mg(OH)_2 + 2Si(OH)_4$

$C_3AH_6 + 6NaCl + 3H_2O \rightarrow 3CaCl_2 + 2Al(OH)_3 + 6NaOH$

$Ca(OH)_2 + Na_2SO_4 \rightarrow CaSO_4.2H_2O + 2NaOH$

$Ca(OH)_2 + MgSO_4 + H_2O \rightarrow CaSO_4.2H_2O + Mg(OH)_2$

$C_3AH_6 + 3CaSO_4.2H_2O + 20H \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O$

Ăn mòn sulphat xảy ra khi hàm lượng sulphat > 250mg/l.

Sự hình thành trong lỗ rỗng đá xi măng sản phẩm ít tan ettringite với thể tích lớn gấp đôi sẽ gây ra áp lực làm nứt bê tông tạo điều kiện cho các chất ăn mòn khác xâm nhập gây ăn mòn nhanh hơn.

**3-Biện pháp chống ăn mòn**

Để bảo vệ xi măng khỏi bị ăn mòn phải tùy từng trường hợp cụ thể mà áp dụng những biện pháp thích hợp.

- Giảm thành phần khoáng gây ăn mòn (CaO tự do, $C_3A$, $C_3S$) bằng cách nghiên cứu chế tạo loại xi măng giảm nồng độ $C_3S$ và $C_3A$, tuy nhiên loại xi măng này không có tác dụng nâng cao cường độ.
- Dùng biện pháp silicat hóa : đưa vào xi măng một lượng $SiO_2$*, $Al_2O_3$* _dạng phụ gia vô cơ hoạt tính.
- Cacbonat hóa : các cấu kiện bê tông xi măng sau khi chế tạo để ngoài không khí từ 1 đến 2 tuần, tạo thành lớp màng cacbonat bên ngoài ngăn không cho nước thấm vào. Nếu chiều dày lớp màng này khoảng 1cm thì cấu kiện bê tông xi măng không bị ăn mòn trong bất kì trường hợp nào.
- Tăng độ đặc chắc cho bê tông : có chế độ đầm thích hợp, dùng tỉ lệ nước/xi măng thấp, dùng phụ gia siêu dẻo.
- Dùng các loại xi măng đặc biệt trong từng môi trường ăn mòn cụ thể.
- Quét lên bề mặt đá xi măng, bê tông xi măng những lớp chống thấm.

**4.4.8 Công dụng và bảo quản**

- Xi măng là loại chất kết dính rắn chắc có tuổi thọ trong môi trường bình thường cao nên không được dùng cho các công trình tạm thời.
- Bảo quản tránh ẩm, xi măng trong kho phải cách tường và sàn không nhỏ hơn 0.5m, chất chồng xi măng không quá 10 bao.
- Xi măng để trong kho 3 tháng, cường độ giảm 30%, 6 tháng phải thử mac trước khi sử dụng.

**4.4.9 Các loại xi măng đặc biệt**

Để chế tạo xi măng đặc biệt :

- Điều chỉnh thành phần khoáng của clinke xi măng
- Dùng phụ gia vô cơ và hữu cơ để điều chỉnh tính chất và tăng hiệu quả kinh tế.
- Điều chỉnh độ mịn và thành phần hạt của xi măng

***1-Xi măng portland puzơlan (PCpuz30, PCpuz40)***

Được sản xuất bằng cách nghiền clinke với puzolan và thạch cao. Puzolan có nguồn gốc đá trầm tích( diatomic, trepen) lượng dùng từ 20 – 30%, có nguồn gốc núi lửa (đá bọt, tup) dùng với hàm lượng 35 – 40%. Puzolan chứa nhiều oxit silic hoạt tính và oxit nhôm hoạt tính, có khả năng tác dụng với canxi hydroxyt trong điều kiện thường để tạo nhiều CSH.

$Ca(OH)_2 + SiO_2^* \rightarrow xCaO.ySiO_2.zH_2O$

$x/y = 0.8 – 1.33$

Xi măng portland puzolan có tính bền nước tốt hơn xi măng portland thường nên được dùng trong môi trường ẩm ướt. Trong môi trường không khí nó bị co ngót nhiều và thường giảm cường độ. Ở điều kiện thường nó rắn chắc chậm hơn xi măng portland nhưng ở nhiệt độ cao lại rắn chắc nhanh.

***2-Xi măng portland hỗn hợp PCB***

Nghiền clinke xi măng portland với phụ gia khoáng(phụ gia vô cơ hoạt tính như puzzoland và phụ gia đầy <40% theo khối lượng XM) và lượng thạch cao

Ký hiệu : có hai loại PCB30, PCB40

PCB có khả năng chịu được nước phèn, dùng trong công trình ngăn mặn, công trình thoát lũ ra biển.....

***3-Xi măng portland bền sulphat :*** ($PC_S$ 30, $PC_S$ 40, $PC_{HS}$ 30, $PC_{HS}$ 40)

| Thành phần khoáng | Clinke để sản xuất | | | |
|---|---|---|---|---|
| | XM bền sunfat | XM bền sunfat có phụ gia khoáng | XM portland xỉ bền sunfat | XM portland puzzoland |
| C3S | 50 | Không quy định | | |
| C3A | 5 | 5 | 8 | 8 |
| C3A + C4AF | 22 | 22 | Không quy định | |
| MgO | 5 | 5 | 5 | 5 |

Được sản xuất như xi măng thường, nhưng thành phần khoáng được qui định chặt chẽ hơn, phải hạn chế $C_3A$. Lượng $C_3A$ khoảng 8% đối với $PC_S$ 30, $PC_S$ 40, và khoảng 5% đối với $PC_{HS}$ 30, $PC_{HS}$ 40.

Để sản xuất xi măng bền sulphat có thể sử dụng phụ gia bền sulphat như xỉ, puzolan. Ứng dụng chế tạo bê tông, bê tông cốt thép dùng trong môi trường có muối sulphat.

***4- Xi măng portland ít tỏa nhiệt***

- Dùng để thi công các công trình bê tông khối lớn như công trình thủy điện, thủy lợi, giao thông.
- Hàm lượng $C_3S < 35\%$, $C_2S > 40\%$, $C_3A < 7\%$

***5-Xi măng portland rắn nhanh***

- Hàm lượng C3S và C3A không lớn hơn 60-65%.
-Độ mịn đạt 3500 – 4000cm2/g
- Mác ximăng xác định ở 3 ngày (bằng 28 ngày so với XM portland)

***6-Xi măng portland trắng và màu :***

- 3 mác PCW25, PCW30 và PCW40, TCVN 4032 -1985
- Nguyên vật liệu chính : đá vôi và đất sét sạch (không có oxit sắt và oxit mangan)
- Khi nung bằng nhiên liệu không có tro
-Khi nghiền tránh không để lẫn bụi sắt

# CHƯƠNG 5 BÊ TÔNG

# CHƯƠNG 5 BÊ TÔNG VÀ CÁC SẢN PHẨM BÊ TÔNG

## 5.1. Khái niệm và phân loại

### 5.1.1. Khái niệm

Hỗn hợp bê tông là hỗn hợp gồm cốt liệu (cát, đá dăm hoặc sỏi); chất kết dính vô cơ như xi măng, thạch cao xây dựng...; nước và phụ gia (nếu có). Các thành phần này được nhào trộn với nhau theo một tỉ lệ nhất định tạo thành hỗn hợp bê tông hay còn gọi là bê tông tươi.

Bê tông là một loại đá nhân tạo, nguyên vật liệu bao gồm chất kết dính (CKD), nước, cốt liệu (cát, sỏi hay đá dăm) và phụ gia được nhào trộn với một tỉ lệ hợp lý tạo thành hỗn hợp bêtông và sau một thời gian rắn chắc tạo thành bêtông.

Trong đó CKD chiếm từ 8 – 15% khối lượng xi măng, hồ CKD (CKD+ nước) là thành phần hoạt tính bao bọc xung quanh hạt cốt liệu, đóng vai trò là chất bôi trơn, lấp đầy khoảng trống giữa các hạt cốt liệu, liên kết các hạt cốt liệu khi rắn chắc. Cốt liệu chiếm 80 –85% đóng vai trò là bộ khung chịu lực của bê tông.

Bê tông có cốt thép gọi là bê tông cốt thép.

Bê tông và bê tông cốt thép được sử dụng rộng rãi trong xây dựng hiện nay vì chúng có nhiều ưu điểm sau :

- Bê tông có cường độ nén cao
- Có thể chế tạo hình dạng bất kì
- Có khả năng trang trí
- Có thể kết hợp với cốt thép tạo bê tông cốt thép, bê tông ứng suất trước
- Là loại vật liệu rẻ tiền (80-85% là cốt liệu)

Khuyết điểm cơ bản của bê tông là nặng (khối lượng thể tích từ 2200-2400kg/$m^3$), cách âm, cách nhiệt kém, khả năng chống ăn mòn kém.

**5.1.2. Phân loại :** dựa vào 3 yếu tố

***a) Dựa vào khối lượng thể tích***

- Bê tông đặc biệt nặng $\gamma_o$ > 2500kg/$m^3$ . Ví dụ : Bê tông chống phóng xạ, qui định$\gamma_o$ trên 4.2T/$m^3$.
- Bê tông nặng $\gamma_o$ = 1800 – 2500 kg/$m^3$
- Bê tông nhẹ$\gamma_o$ =500-1800 kg/$m^3$ dùng làm panel bên trong nhà.
- Bê tông đặc biệt nhẹ $\gamma_o$ < 500 kg/$m^3$; thổi bột nhôm vào, trương phồng thể tích, tạo nhiều lỗ rỗng dùng để cách âm.

***b) Dựa vào chất kết dính***

- CKD là xi măng tạo ra bê tông xi măng
- CKD là vôi tạo ra bê tông silicat
- Bê tông thạch cao (cốt liệu là các sợi thủy tinh, bazan)
- CKD là bitum tạo bê tông asphan.

***c) Phân loại theo công dụng***

- Bê tông dân dụng : móng, cột, đà, sàn ... cho các nhà dân dụng và công nghiệp.
- Bê tông thủy công : đập, đê, kè ... cho công trình tiếp xúc với nước.

- Bê tông dùng cho cầu đường, mac phải cao trên 350, do chịu tải trọng động và lực ma sát.
- Bê tông đặc biệt (chịu nhiệt, chống axit, bền sulphat, chống phóng xạ ...
- Bê tông dùng cho kết cấu bao che (bê tông nhẹ) ...

**5.2. Nguyên liệu chế tạo bê tông nặng**

**5.2.1. Xi măng**

Có thể sử dụng tất cả các loại xi măng sản xuất trong và ngoài nước, xi măng portland, xi măng portland puzolan, xi măng xỉ, xi măng bền sulphat...

Hiện nay đa số các công trình xây dựng đều sử dụng xi măng hỗn hợp (PCB).

Việc lựa chọn xi măng cho bê tông phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật (mac bê tông), điều kiện làm việc của bê tông.

Chú ý : không nên sử dụng xi măng mac cao để chế tạo bê tông mac thấp (vì lượng xi măng giảm không đủ bao bọc hạt cốt liệu, làm cường độ giảm), phải dùng lượng xi măng theo qui định. Ngược lại cũng không nên dùng xi măng mac thấp để chế tạo bê tông mác cao.

Theo kinh nghiệm nên chọn mác xi măng theo mác bêtông như sau

| Mác bêtông | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 | ≥600 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mác xi măng | 200 | 300 | 300 - 400 | 400 | 400-500 | 400-500 | 500-600 | 600 | 600 |

**5.2.2. Nước**

Nước đủ phẩm chất để không ảnh hưởng xấu đến thời gian đông kết và rắn chắc của xi măng và không gây ăn mòn cốt thép.

Yêu cầu kỹ thuật : nước trộn bê tông và vữa cần có chất lượng thoả mãn các yêu cầu sau (theo TCXDVN 302:2004) :

- Không chứa váng dầu hoặc váng mỡ
- Độ pH không nhỏ hơn 4 và không lớn hơn 12,5
- Lượng tạp chất hữu cơ không lớn hơn 15mg/l
- Nước có chứa muối sunfat > 0,27% (tính theo $SO_4^{2-}$)
- Nước biển với hàm lượng tổng các loại muối trong nước nhỏ hơn 35g trong 1 lít nước, có thể chế tạo bê tông không cốt thép, làm việc trong nước biển.
- Không có màu khi dùng cho bê tông và vữa trang trí

Vì vậy trước khi dùng cần thử nước, đúc mẫu so sánh với bêtông dùng nước sạch.

**5.2.3. Cốt liệu**

**A. Cốt liệu nhỏ**

Chất lượng cát để chế tạo bêtông nặng phụ thuộc chủ yếu vào thành phần hạt và hàm lượng tạp chất.

Tính chất vật lý : $\gamma_0$=1.3 – 1.65 T/m$^3$, $\gamma_a$=2.6 – 2.7 T/m$^3$, r% = 40 – 50%

Nguồn gốc và phân loại cát : 0.14<d<5mm

- Cát nhân tạo : dùng đá xây dựng nghiền nhỏ.
- Cát tự nhiên : do sự phân huỷ các loại đá, đá trầm tích cơ học

- Cát núi (đồi): có nhiều góc cạnh nên liên kết tốt với đá xi măng, không dùng để đổ bêtông vì chứa nhiều tạp chất sét
- Cát sông : bề mặt nhẵn, không có góc cạnh liên kết không tốt với đá xi măng. Cát sông sạch thường được dùng trong bêtông.
- Cát biển : chứa nhiều vỏ sò, muối nên không dùng cho bêtông.

Phân loại theo cở hạt

- Cát hạt to : $\gamma_o$=1.3 – 1.65 T/m$^3$, sạch sử dụng lượng nước ít, dùng để chế tạo bêtông, xây.
- Cát hạt nhỏ: $\gamma o$<1.3 T/m$^3$, lượng xi măng dùng nhiều dùng để tô, trát
- Thành phần hạt : cát có thành phần hạt hợp lý thì độ rỗng của nó nhỏ, lượng xi măng sẽ ít, cường độ bêtông cao. Thành phần hạt của cát cần phải thoả mãn theo TCVN 1770 : 1986

**Tiến hành thí nghiệm**

Lấy mẫu cát theo TCNV 337-1986, sấy khô mẫu. Cân 1000g cát dưới sàng có kích thước mắt sàng 5mm. Sàng qua bộ sàng có kích thước mắt sàng : 5; 2.5; 1.25; 0.63; 0.315 và 0.14mm. Sàng cho đến khi không có cát lọt qua sàng. Cân lượng sót lại trên mỗi sàng.

**Tính kết quả :**

Tính % lượng sót riêng biệt trên mỗi sàng $a_i$ :

$$a_i = \frac{G_i}{G} \times 100 \ (\%)$$

$G_i$: khối lượng trên mỗi sàng (g)

G : khối lượng đem thí nghiệm G=1000g

Tính % lượng sót tích lũy trên mỗi sàng Ai:

$$A_i\% = a_{2.5}\% + .... + a_i\% \ (\%)$$

Cát có cấp phối hợp lý khi lượng sót tích lũy trên sàng phải nằm trong vi cho phép, như sau:

| Cỡ sàng tiêu chuẩn | 5 | 2.5 | 1.25 | 0.63 | 0.315 | 0.16 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_i$ % | 0 | 0-20 | 15-45 | 35-70 | 70-90 | 90-100 |

Xác định môđun độ lớn của cát:

$$Mdl = \frac{A2.5 + A1.25 + A0.63 + A0.315 + A0.14}{100}.$$

Cỡ hạt cát được phân loại dựa vào môđun độ lớn và lượng sót trên sàng như sau

| Phân loại | $M_{đl}$ | Lượng sót trên sàng 0.63 |
|---|---|---|
| Hạt to | >2.5 | > 50% |
| Trung bình | 2 – 2.5 | 30 – 50% |
| Nhỏ | 1.5 – 2 | 20 – 30% |
| Mịn | < 1.5 | 20% |

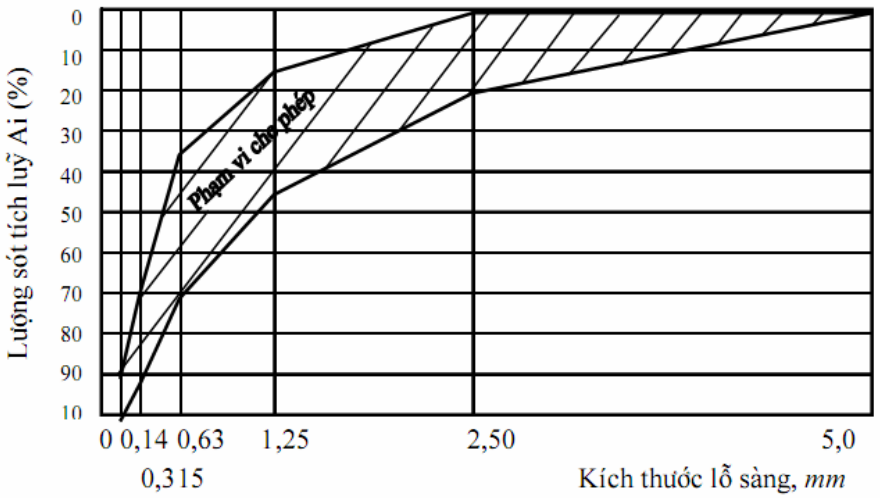
Xác định đường kính trung bình của cát:

$$D_{tb} = 0,5 \text{ x } \sqrt[3]{\frac{A_{0,16}}{11a_{0,16} + 1,37a_{0,315} + 0,17a_{0,63} + 0,02a_{1,15} + 0,0024a_{2,5}}}$$

Cát có cấp phối hợp lý khi đường cong cấp phối hạt nằm trong phạm vi cho phép.
Lượng tạp chất : cát càng sạch thì chất lượng của bêtông càng tốt.
Theo TCVN 1770: 1986 cát dùng cho bêtông nặng phải đảm bảo độ sạch theo đúng quy định ở bảng 5.1:

Bảng 5.1

| Stt | Tên chỉ tiêu | Mức theo mác bêtông | | |
|---|---|---|---|---|
| | | < 100 | 150 – 200 | > 200 |
| 1 | Sét, á sét, các tạp chất ở dạng cục | Không | Không | không |
| 2 | Lượng hạt trên 5mm, (%) | < 10 | < 10 | < 10 |
| 3 | Hàm lượng muối gốc sunfat, sunfit tính ra $SO_3$, (%) | < 1 | < 1 | < 1 |
| 4 | Hàm lượng mica, (%) | < 1,5 | < 1 | < 1 |
| 5 | Hàm lượng bùn, bụi, sét (%) | < 5 | < 3 | < 3 |




*Đồ thị xác định thành phần hạt của cát để chế tạo bêtông nặng*

**B. Cốt liệu to : (đá dăm, sỏi)**

Cốt liệu đóng vai trò bộ khung chịu lực trong cấu trúc của bê tông.
Trong khi thiết kế cấp phối bê tông, người ta rất quan tâm đến khối lượng thể tích; đường phân bố cỡ hạt của đá; đường kính lớn nhất $D_{max}$ và đường kính nhỏ nhất $D_{min}$, khối lượng thể tích ($\gamma_{oĐ}$). Khi dùng sỏi hoặc đá dăm để chế tạo bêtông trong kết cấu bêtông cốt thép $D_{max}$ được quy định như sau :
$D_{max}$ < 1/3 kích thước nhỏ của tiết diện công trình.
$D_{max}$ < ¾ khoảng cách cốt thép
Trong trường hợp đặc biệt đối với những panel mỏng, sân nhà, bản mặt cầu v..v.. cho phép $D_{max}$ = ½ chiều dày tiết diện..

Tuỳ theo độ lớn của đá dăm và sỏi phân ra các cỡ hạt sau đây: 5÷10mm, 10 ÷ 20mm, 20 ÷ 40mm; 40 ÷ 70mm.

- Hàm lượng hạt thoi dẹt trong đá dăm và sỏi không vượt quá 35%, hàm lượng hạt yếu mềm và phong hoá nhỏ hơn 10%, tạp chất mica, $SO_4^{-2} \leq 1\%$

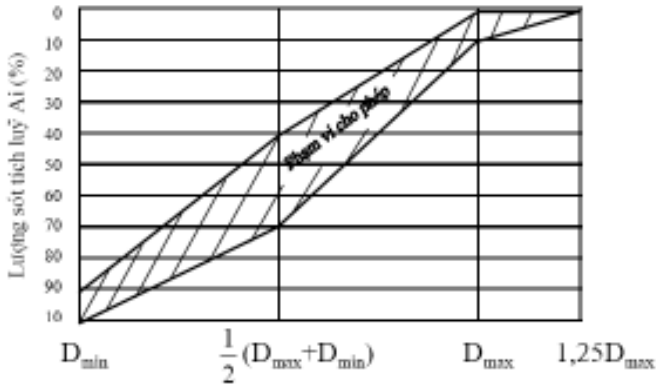
*Đặc trưng bề mặt hình dạng :*

*Sỏi* : bề mặt trơn lán, không có góc cạnh, liên kết không tốt với đá xi măng, dùng trong bê tông có mác <400. lượng nước dùng ít, ít xi măng

*Đá dăm* : bề mặt nhám, có nhiều góc cạnh, liên kết tốt với đá xi măng

Thành phần hạt của đá (sỏi) phải thoả mãn theo TCVN177: 1987. Bộ sàng tiêu chuẩn có kích thước lỗ sàng 70; 40; 20; 10 và 5mm.

| Cở sàng tiêu chuẩn | Acp% |
|---|---|
| 1.25 $D_{max}$ | 0 |
| $D_{max}$ | 0÷10 |
| ½($D_{max}$ + $D_{min}$ ) | 40÷70 |
| $D_{min}$ | 90÷100 |




Biểu đồ cấp phối hạt của đá dăm

$D_{max}$ : đường kính lớn nhất của cốt liệu tương ứng kích thước của mắt sàng mà tại đó lượng sót tích luỹ $A_i \leq$ và gần 10% nhất

$D_{min}$ : đường kính bé nhất của cốt liệu tương ứng với kích thước của mắt sàn mà tại đó lượng sót tích luỹ $A_i \geq$ và gần 90% nhất.

Hàm lượng tạp chất : hàm lượng tạp chất sunfat và sunfit ($SO_3$) trong cốt liệu lớn <1%.

*Cường độ :* đá, sỏi được thí nghiệm nén trong xi lanh bằng thép gọi là độ nén đập theo TCVN 1771 : 1987.

Khi mác bêtông < 300 $\Rightarrow R_{đá,\ sỏi} > 1{,}5R_b$

Khi mác bêtông ≥ 300 $\Rightarrow R_{đá,\ sỏi} > 2R_b$

**5.2.4. Phụ gia**

Phụ gia là các chất vô cơ hoặc hoá học khi cho vào bêtông sẽ cải thiện tính chất của hỗn hợp bêtông hoặc bêtông cốt thép.

Theo TCVN và tiêu chuẩn ASTM C494 phân loại phụ gia như sau : phụ gia hoá học, phụ gia khoáng hoạt tính, phụ gia trơ, phụ gia có công dụng đặc biệt.

- Phụ gia hoá học : được chia làm 7 nhóm A, B, C, D, E, F và G. Các loại phụ gia siêu dẻo được sử dụng phổ biến có 4 gốc từ: ***Lignosulphônat; Hydrocacbôxylic; Napthalensulphônat và Melamin.***

- Phụ gia khoáng hoạt tính hay phụ gia nghiền mịn : xỉ lò cao, tro nhẹ, microsilica.

- Phụ gia trơ : nghiền mịn quặng, đá vôi, đất sét.

- Phụ gia đặc biệt : Phụ gia cuốn khí, tạo bọt, tạo khí, ức chế ăn mòn cốt thép, phụ gia không co hoặc nở, phụ gia chống thấm, trợ bơm, chống mài mòn .....

**5.3. Các tính chất của hỗn hợp bêtông và bêtông**

Bất cứ loại hỗn hợp bêtông nào và việc tạo hình sản phẩm theo phương pháp công nghệ nào thì hỗn hợp bêtông cần 2 yếu tố cơ bản sau :

- Tính đồng nhất của hỗn hợp bêtông
- Tính công tác tốt, phù hợp với phương pháp & điều kiện thành hình sản phẩm.

Bảng 5.2 : Độ sụt của hỗn hợp bê tông

| Loại kết cấu | Phương pháp thi công | | |
|---|---|---|---|
| | Cơ giới | | Thủ công |
| | SN, *cm* | DC, *giây* | SN, *cm* |
| - Bêtông nền - móng công trình | 1 ÷ 2 | 25 ÷ 35 | 2 ÷ 3 |
| - Bêtông khối lớn ít hay không có cốt thép | 2 ÷ 4 | 15 ÷ 25 | 3 ÷ 6 |
| - Bản, dầm, cột, lanh tô, ô văng ... | 4 ÷ 6 | 12 ÷ 15 | 6 ÷ 8 |
| - Bêtông có hàm lượng cốt thép trung bình | 6 ÷ 8 | 10 ÷ 12 | 8 ÷ 12 |
| - Bêtông có hàm lượng cốt thép dày | 8 ÷ 12 | 5 ÷ 10 | 12 ÷ 15 |
| - Bêtông đổ trong nước | 12 ÷ 18 | < 5 | - |
| - Bêtông ximăng mặt đường | 1 ÷ 4 | 25 ÷ 35 | 2 ÷ 6 |

**5.3.1. Tính công tác của hỗn hợp bêtông**

Tính công tác hay còn gọi là tính dễ tạo hình của hỗn hợp bêtông phụ thuộc vào độ nhớt và thể tích hồ xi măng. Để đánh giá tính công tác, sử dụng 2 chỉ tiêu : độ sụt và độ cứng.

- Độ sụt (độ lưu động) : đánh giá khả năng dễ chảy của hỗn hợp bêtông dưới tác dụng của trọng lượng bản thân hoặc rung động. Độ lưu động được xác định bằng độ sụt SN(cm) của hình nón cụt của Abrams theo TCVN 3105 – 1993.

***Trình tự thử độ sụt của hỗn hợp bê tông như sau :***

- Đặt côn lên nền ẩm, không thấm nước.
- Đổ hỗn hợp bê tông qua phễu vào côn làm 3 lớp, chiều cao mỗi lớp khoảng 1/3 chiều cao côn.
- Dùng que chọc mỗi lớp 25 lần và chọc đều từ ngoài vào giữa, lớp sau xuyên qua lớp trước 2-3 cm, lớp cuối vừa chọc vừa đổ.
- Xoa bằng mặt, từ từ nhấc côn lên theo phương thẳng đứng (khoảng từ 5-10s)

- Đặt côn sang bên cạnh và đo chênh lệch giữa chiều cao miệng côn và điểm cao nhất của khối hỗn hợp (chính xác đến 0,5cm). Số liệu đo được chính là độ sụt của hỗn hợp bê tông (tổng thời gian từ khi đổ hỗn hợp vào côn đến khi nhấc côn khỏi khối hỗn hợp không quá 150s).
- Độ cứng của hỗn hợp bêtông : Với bêtông cứng (độ sụt bằng 0) tính công tác được đặc trưng bằng độ cứng. Độ cứng thể hiện độ nhớt dẻo, đó là một đại lượng động lực học (TCVN – 3107 – 1993) được xác định bằng nhớt kế Vebe.

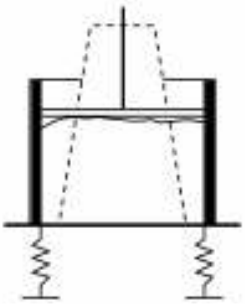
Bảng 5.3 Phân loại theo loại hỗn hợp bê tông

| TT | Loại hỗn hợp bêtông | SN (cm) | C (gy) | TT | Loại hỗn hợp bêtông | SN (cm) | C (gy) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Đặc biệt | - | > 300 | 5 | Kém dẻo | 1 – 4 | 15 – |
| 2 | cứng | - | 150 – | 6 | Dẻo | 5 – 8 | 20 |
| 3 | Cứng cao | - | 200 | 7 | Siêu dẻo | 10 – 20 | 0 – 10 |
| 4 | Cứng | - | 60 – 100 | | | | |
| | Cứng vừa | | 30 – 45 | | | | |

-Hỗn hợp bêtông cứng : dùng độ cứng để đánh giá mức độ cứng của hỗn hợp bêtông, biểu thị bằng thời gian để đầm phẳng một khối hỗn hợp bêtông hình nón cụt dưới tác dụng của máy chấn động tạo nên.

-Với hỗn hợp bêtông cứng có $D_{max}$ cốt liệu nhỏ hơn hoặc bằng 40*mm*, dùng dụng cụ nhớt kế Vebe để xác định độ cứng.

-Trộn hỗn hợp bêtông theo cấp phối đã tính toán



. Cho hỗn hợp bêtông vào hình nón cụt tiêu chuẩn rồi rút hình nón cụt lên theo phương thẳng đứng (tương tự như khi xác định độ dẻo). Hạ đĩa mica xuống sát mặt trên của khối hỗn hợp. Cho máy rung chạy cho tới khi thấy hồ ximăng vừa phủ kín mặt dưới của đĩa mica thì ngừng rung. Thời gian từ khi bắt đầu rung đến khi kết thúc gọi là độ cứng Vebe, tính bằng giây.

### 5.3.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến tính chất của hỗn hợp bêtông

Tính chất của hỗn hợp bêtông chịu ảnh hưởng của các nhân tố sau :

- Phương pháp và thời gian vận chuyển
- Chất lượng và đặc tính của chất kết dính
- Độ sụt
- Kích thước, hình dạng bề mặt cốt liệu
- % hàm lượng khí
- Hàm lượng nước
- Nhiệt độ bê tông và môi trường khí xung quanh

- Phụ gia

**- Ảnh hưởng của hàm lượng nước ban đầu :**

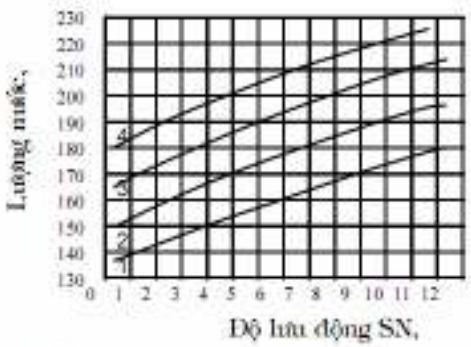
Lượng nước nhào trộn có ảnh hưởng đến những đặc trưng lưu biến của hỗn hợp bêtông HHBT (hình)

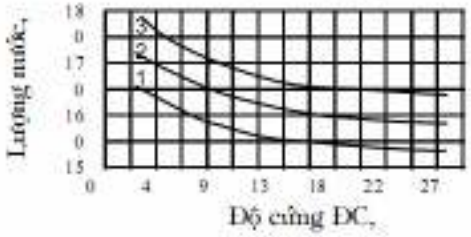
Giả thiết lượng nước ban đầu trong HHBT bé, nước chỉ đủ bao bọc mặt ngoài hạt xi măng và tạo nên màng nước hấp phụ.

Nếu tăng lượng nước lên, màng nước hấp phụ dày thêmvà do sức căng bề mặt của nước (lực mao dẫn) nước sẽ dịch chuyển trong các đường mao quản làm cho hỗn hợp bêtông có tính dẻo.

Tiếp tục tăng nước độ dẻo của bêtông càng tăng. Khi lượng nước quá lớn làm cho HHBT bị phân tầng, dẫn đến chất lượng bêtông kém.

Theo số liệu của I.N.Nakhơverđốp thì lượng nước mà HHBT không bị phân tầng khi dùng xi măng portland không vượt quá 1,65 lượng nước tiêu chuẩn.




*Lượng nước dùng cho 1m³ bêtông phụ thuộc vào cốt liệu*

1. $d_{max}$ = 70mm 3. $d_{max}$ = 20mm
2. $d_{max}$ = 40mm 4. $d_{max}$ = 10mm

**- Ảnh hưởng của loại, lượng dùng và tính chất của ximăng**

- Hàm lượng xi măng : với lượng nước không đổi thì lượng dùng xi măng thay đổi trong phạm vi từ 250 – 400 kg/m$^3$ bêtông, tính công tác của bêtông không bị ảnh hưởng đáng kể và khi tăng lượng dùng xi măng quá 400kg/m$^3$ độ nhớt của hồ xi măng tăng, tính lưu động của hỗn hợp bêtông giảm. Chỉ tiêu thể hiện mức độ ảnh hưởng của ximăng đến HHBT là lượng nước tiêu chuẩn của xi măng

- Độ mịn : độ mịn xi măng tăng, tổng diện tích xung quanh tăng, lượng nước tiêu chuẩn tăng và do đó, với lượng nước nhào trộn nhất định, độ nhớt của hồ xi măng tăng làm cho HHBT có độ lưu động kém.

- Tính lưu động của HHBT cũng thay đổi phụ thuộc vào loại xi măng và các loại phụ gia vô cơ nghiền mịn trong xi măng.

**- Ảnh hưởng của hàm lượng và tính chất cốt liệu**

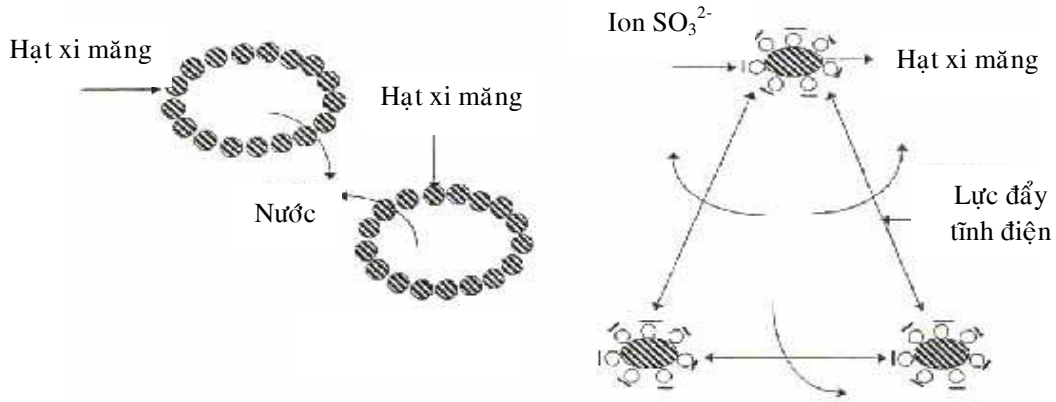
Cốt liệu chiếm một thể tích và khối lượng lớn trong HHBT.

Cở hạt, cấp phối hạt, tính chất bề mặt và những đặc trưng chất lượng khác của cốt liệu có ảnh hưởng lớn đến tính chất của HHBT.

**- Ảnh hưởng của các chất phụ gia hoạt động bề mặt**

Phụ gia hoạt động bề mặt cải tiến đáng kể đến tính chất của HHBT. Lượng sử dụng 0.5 – 2% so với xi măng, cho phép giảm 10 – 20% nước và có thể giảm 7-10% xi măng. Theo hiệu quả tác dụng, có thể chia phụ gia hoạt động bề mặt thành 3 nhóm : phụ gia ưa nước, phụ gia kị nước và phụ gia tạo bọt.

Các loại phụ gia siêu dẻo được sử dụng phổ biến có 4 gốc từ: ***Lignosulphônat; Hydrocacbôxylic; Napthalensulphônat và Melamin.***




Hình 3 : Cơ chế làm việc của phụ gia siêu dẻo

Gốc muối của phụ gia bám hấp phụ trên hạt xi măng, các hạt xi măng dễ thấm ướt. Lực dính kết giữa các hạt xi măng giảm, dễ trượt lên nhau. Vậy độ lưu động của HHBT tăng.

Phụ gia kỵ nước CnH2n-1 COOH (n = 8-13) khi hấp phụ trên bề mặt hạt xi măng, gốc COO kỵ nước không bị thấm ướt làm cho những hạt XM trượt lên nhau dễ dàng do đó độ lưu động của HHBT tăng lên.

**- Ảnh hưởng của gia công chấn động**

Gia công chấn động là một phương pháp rất có hiệu quả để nâng cao tính lưu động của HHBT. Lúc đó các phần tử của hỗn hợp được sắp xếp lại chặt chẽ hơn và trên thực tế hỗn hợp được đầm chặt, giảm bọt khí, tăng độ lưu động và tăng chất lượng bêtông. Tuy nhiên chất động phải ở một mức độ nhất định. Vì sao??

**5.3.3. Cường độ chịu nén**

**- Xác định cường độ chịu nén của bêtông theo TCVN 3118 – 1993**

Bê tông có thể làm việc ở những trạng thái khác nhau : nén, kéo, uốn, v.v...., bêtông làm việc ở trạng thái nén là tốt nhất.

Mác bê tông là số hiệu chỉ giới hạn cường độ chịu nén trung bình của các mẫu bêtông hình lập phương có cạnh 15cm dưỡng hộ trong 28 ngày ở điều kiện tiêu chuẩn (nhiệt độ $27 \pm 2^0$C, độ ẩm không khí 90-100%), ký hiệu M

Cấp độ bền B là giá trị cường độ chịu nén của bê tông với xác suất đảm bảo 0,95, ký hiệu B

Theo TCVN 6205 :1995 định ra mác của bêtông như sau : 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500 và ≥600. Khi dùng mẫu có kích thước không tiêu chuẩn phải nhân theo hệ số điều chỉnh α

Bảng 5.4: Hệ số qui đổi α

| Mẫu lập phương (cm) | Hệ số α | Mẫu hình trụ (cm) | Hệ số α |
|---|---|---|---|
| 7.07x7.07x7.07 | 0,85 | 7,14 14,3 | 1,15 |
| 10x10x10 | 0,91 | 10x20 | 1,17 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 15x15x15 | 1,00 | 15x30 | 1,20 |
| 20x20x20 | 1,05 | 20x40 | 1,24 |
| 30x30x30 | 1,10 | | |

Bảng 5.5 : Mẫu hình trụ

| Tỷ lệ H / d | 1,9 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Giá trị K' | 0,99 | 0,98 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,92 | 0,91 | 0,90 | 0,89 |

**- Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ bêtông**

- Thời gian (tuổi)

Cường độ của bê tông phát triển nhanh trong thời gian 7 ngày đầu và sau đó chậm dần. Tỉ lệ cường độ bê tông như sau :

| Ngày dưỡng hộ | 7 ngày | 28 ngày | 3 tháng | 12 tháng |
|---|---|---|---|---|
| $R_b$ | 0,6 – 0,7 | 1,0 | 1,25 | 1,75 |

Sự phát triển cường độ của bê tông theo thời gian, theo quy luật logarit, công thức như sau :

$$\frac{R_n}{R_{28}} = \frac{\lg n}{\lg 28}$$

Trong đó : $R_n$, $R_{28}$ : cường độ bêtông ở tuổi n và 28 ngày.

n : số ngày đêm dưỡng hộ $3 \le n \le 90$ (ngày)

- Đặc tính của xi măng :

Cường độ bê tông phụ thuộc vào cường độ cốt liệu, đá xi măng và cấu trúc bê tông trong đó cường độ đá xi măng ảnh hưởng rất lớn. Cường độ đá xi măng lại phụ thuộc vào mác xi măng và độ đặc của đá xi măng, tức phụ thuộc vào tỉ lệ N/X như :

$$R_b = f(R_{đá\ X}, R_{CL}, R_{dính\ kết})$$

$$R_{đá\ X} = f(R_X, N/X)$$

Theo công thức của giáo sư N.B.Belaev (Liên Xô) thể hiện

$$R_{28} = \frac{R_X}{K\left(\frac{N}{X}\right)^{1,5}}$$

Trong đó $R_{28}$-cường độ giới hạn chịu nén của bê tông sau 28 ngày, $kG/cm^2$

$R_X$- mác xi măng, $kG/cm^2$

K – hệ số thực nghiệm, tuỳ thuộc vào chất lượng cốt liệu, hình dạng, đặc trương bề mặt. K = 3,5 đối với đá dăm; K = 4 đối với sỏi

Theo công thức Bolomey-Skramtaev ta có :

$R_b = A.R_X(X/N - 0,5)$ $X/N \le 2,5$ Cường độ bêtông thông thường

$R_b = A_1.R_X(X/N + 0,5)$ $X/N > 2,5$ Cường độ bêtông cao

- Ảnh hưởng của cốt liệu :

Cường độ cốt liệu phải lớn hơn 1,5 đến 2 lần so với cường độ bêtông. Các tính chất sau của cốt liệu ảnh hưởng đến cường độ bêtông :

+ Hình dạng của cốt liệu

+ Dính kết giữa hồ-cốt liệu, phụ thuộc vào trạng thái bề mặt của cốt liệu.

+ Cường độ của cốt liệu
+ Môđun của cốt liệu
+ Độ rỗng
+ Độ tập trung cốt liệu.....

- Ảnh hưởng của cấu tạo bê tông
- Ảnh hưởng của chế độ lèn ép (đầm chặt)
- Ảnh hưởng của phụ gia : công dụng của phụ gia có thể làm tăng cường độ, phụ gia rắn nhanh, phụ gia giảm nước, phụ gia chống thấm, phụ gia ứng chế ăn mòn. . . . .

**5.3.4. Cường độ chịu kéo**

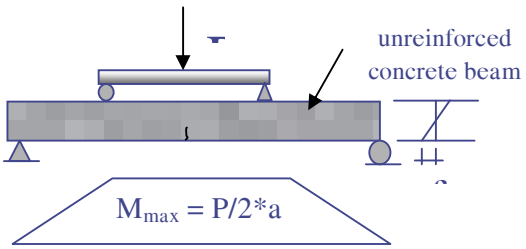
Cường độ chịu kéo của bêtông rất thấp so với cường độ chịu nén. $R_k = (1/8 – 1/10) R_n$. đối với bêtông cường độ cao tỉ lệ này lên đến 1/20.

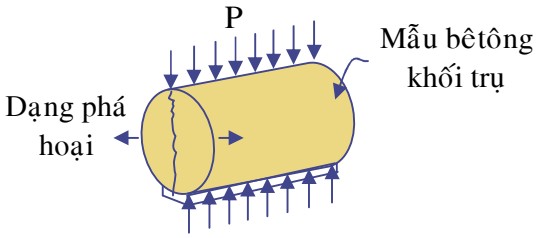
Theo quy định của Pháp đề nghị quan hệ sau đây :

$$R_k = 0,6 + 0,06R_n$$

**5.3.5. Cường độ chịu kéo khi uốn.**

Xác định cường độ chịu kéo khi uốn theo TCVN 3105 – 1993 và ASTM C496




Cường độ kéo dọc trục của bêtông $R_k = 0,58R_{ku}$

**5.3.6. Tính biến dạng của bêtông**

Bê tông là vật liệu biến dạng đàn hồi dẻo nên biến dạng của nó gồm có hai phần : biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo.

Biến dạng đàn hồi tuân theo định luật Húc :

$$\sigma = \varepsilon E \qquad kG/cm^2$$

Trong đó : $\sigma$ - ứng suất trong bê tông, $kG/cm^2$

$\varepsilon$ - biến dạng tương đối của bê tông, cm/cm

E – môđun đàn hồi của bê tông, $kG/cm^2$

Biến dạng đàn hồi xảy ra khi tải trọng tác dụng rất nhanh và tạo ứng suất không lớn lame (nhỏ hơn 0,2 cường độ giới hạn) và đo biến dạng ngay sau khi đặt tải, nếu để một thời gian sẽ chuyển sang biến dạng dẻo.

**5.3.7. Đặc điểm đóng rắn của bê tông trong điều kiện khí hậu nóng ẩm việt nam**

Các quá trình xảy ra trong khí hậu nóng ẩm :

1. Quá trình mất nước
2. Quá trình biến dạng mềm (co hay nở)
3. Sự thay đổi áp lực hơi trong bê tông
4. Sự hình thành các lỗ rỗng, các vi nứt .v.v...

### *1. Quá trình mất nước của bê tông*

Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình mất nước của bê tông

a. Cường độ nắng
b. Độ ẩm không khí
c. Thời điểm hòan thiện bề mặt bê tông
d. Mùa khí hậu
e. Độ dài của quá trình mất nước của bê tông
f. Sự hình thành cấu trúc rỗng trong bê tông do mất nước

### *2. Quá trình biến dạng mềm của bê tông*

Biến dạng mềm là hiện tượng thay đổi thể tích (co hoặc nở) của bê tông khi chưa có cường độ hoặc cường độ rất nhỏ, là biến dạng khi bê tông còn mềm

Mất nước dẫn đến cấu trúc rỗng và biến dạng mềm bê tông.

$\Rightarrow$ gây nứt mặt bê tông

$\Rightarrow$ giảm cường độ và độ chống thấm

Do đó cần phải bảo dưỡng ẩm bê tông.

Do đó cần phải bảo dưỡng ẩm bê tông

Quá trình bảo dưỡng bê tông gồm 2 giai đoạn :

- Bảo dưỡng ban đầu : khi bê tông mới được hòan thiện xong bề mặt, chưa có cường độ : phủ bề mặt bê tông bằng bao tải ẩm, màng nilon hoặc phun dung dịch dưỡng hộ....
- Bảo dưỡng tiếp theo : tưới nước trong 2-3 ngày đầu cho tới khi đạt cường độ RthBD = 52 – 58% R28

### *3. Biến dạng cứng*

Là quá trình thay đổi thể tích của bê tông (co và nở) khi bê tông đã có cường độ từ 8 – 10h sau khi đổ bê tông.

Nguyên lý cơ bản : Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép luôn biến dạng co nở liên tục hàng ngày theo thời tiết : trời nóng thì nở, lạnh thì co, gặp không khí ẩm thì nở, không khí khô thì co, ngày nở đêm co....

Cơ chế co khô : do mất nước ở lỗ rỗng mao quản tạo lực ép mao quản tác động ép lên hệ khung đá xi măng, làm bê tông bị co : $\Delta = \varepsilon 1 - \varepsilon 2$

$\varepsilon 1$ – Giá trị co tự do của bê tông

$\varepsilon 2$ – Giá trị co của bê tông khi có gắn kết với nền

Khi $\Delta < 0,1$mm/m : bê tông không bị nứt

$\Delta = 0,1 \div 0,2$ mm/m : có thể nứt hoặc không nứt tùy thuộc vào bê tông

$\Delta > 0,2$ mm/m Bê tông thường bị nứt

| *Đối với khe giãn* | |
|---|---|
| 6 ÷9m | Kết cấu bê tông không cốt thép hoặc có cốt thép cấu tạo chịu tác động trực tiếp của khí hậu (mái, đường ôtô, sân bãi. . .. |
| 18m | Kết cấu bê tông không cốt thép hoặc có cốt thép cấu tạo được che chắn bởi bức xạ mặt trời |

| | |
|---|---|
| 35m | Kết cấu bê tông cốt thép chịu tác động trực tiếp của bức xạ mặt trời |
| 50m | Kết cấu bê tông cốt thép được che chắn bởi bức xạ mặt trời : sàn trong nhà, tường trong nhà, tường hầm |

Khe co

| | |
|---|---|
| 6 ÷9m | Cho mọi kết cấu bê tông cốt thép |
| ½ chiều cao vòm | Kết cấu dạng mái vòm bê tông cốt thép cỡ nhỏ |

ĐẶC ĐIỂM MÁI BÊ TÔNG DÁN NGÓI TRONG ĐIỀU KIỆN KHÍ HẬU NÓNG ẨM VIỆT NAM

Các nhược điểm

1. Khó nhận sinh khí vào nhà
2. Tích tụ nhiệt bức xạ mặt trời
3. Dễ nứt mái
4. Khó thi công
5. Dễ bong lớp ngói dán trên bê tông mái

**5.3.8. Tính co nở của bêtông**

Trong quá trình rắn chắc, bêtông thường phát sinh biến dạng thể tích : nở ra trong nước và co lại trong không khí. Về giá trị tuyệt đối độ co lớn hơn nở 10 lần. Ở một giới hạn nào đó độ nở có thể làm cho cấu trúc bêtông tốt hơn. Chúng phụ thuộc vào hàm lượng nước ban đầu, nhiệt độ môi trường, tốc độ gió, độ ẩm và bản chất của cốt liệu bêtông.

**5.3.9. Tính từ biến của bêtông**

**5.3.10. Tính thấm nước của bêtông**

**5.3.11. Tính bền của bêtông trong môi trường nước biển**

**5.4. Thiết kế thành phần bêtông nặng**

**5.4.1. Khái niệm** : thiết kế thành phần bêtông là lựa chọn tỉ lệ hợp lý các nguyên vật liệu (NVL) thành phần (nước, xi măng, cát và đá dăm) cho 1m$^3$ bêtông sao cho đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật và kinh tế.

Biểu diễn NVL tính toán cho 1m3 bêtông:

- Theo tỉ số về khối lượng trên 1 đơn vị khối lượng xi măng

$$X : C : Đ : N = \frac{X}{X} : \frac{C}{X} : \frac{Đ}{X} : \frac{N}{X} = 1 : x : y : z$$

- Theo tỉ số về thể tích trên 1 đơn vị thể tích xi măng

$$V_{0x} : V_{0C} : V_{0Đ} : V_{0N} = 1 : m : n : p$$

**Những điều kiện cần thiết**

-Cường độ và các tính chất yêu cầu khác của BT & HHBT

-Đặc điểm và điều kiện làm việc của kết cấu ⇒ SN, $D_{max}$

- Đặc tính của nguyên vật liệu sử dụng

**5.4.2. Phương pháp thiết kết thành phần bêtông**

**-Phương pháp Bolomey - Skramtaev**

-Các bước tính toán sơ bộ

$R_b = A.R_X(X/N - 0,5)$ $X/N \leq 2,5$ Cường độ bêtông thông thường

$R_b = A_1.R_X(X/N + 0,5)$ $X/N > 2,5$ Cường độ bêtông cao

**CÁC BƯỚC TÍNH**

***1)Nước cho 1m$^3$ bêtông (N)***

Xác định lượng nước (bảng 5.6) dựa vào :

+ Độ cứng (ĐC) hoặc độ lưu động, độ sụt (SN) yêu cầu

+ Đường kính lớn nhất $D_{max}$ của cốt liệu

Bảng tra độ sụt của hỗn hợp bê tông

| Loại kết cấu | Phương pháp thi công | | |
|---|---|---|---|
| | Cơ giới | | Thủ công |
| | SN, *cm* | ĐC, *giây* | SN, *cm* |
| - Bêtông nền - móng công trình | 1 ÷ 2 | 25 ÷ 35 | 2 ÷ 3 |
| - Bêtông khối lớn ít hay không có cốt thép | 2 ÷ 4 | 15 ÷ 25 | 3 ÷ 6 |
| - Bản, dầm, cột, lanh tô, ô văng ... | 4 ÷ 6 | 12 ÷ 15 | 6 ÷ 8 |
| - Bêtông có hàm lượng cốt thép trung bình | 6 ÷ 8 | 10 ÷ 12 | 8 ÷ 12 |
| - Bêtông có hàm lượng cốt thép dày | 8 ÷ 12 | 5 ÷ 10 | 12 ÷ 15 |
| - Bêtông đổ trong nước | 12 ÷ 18 | < 5 | - |
| - Bêtông ximăng mặt đường | 1 ÷ 4 | 25 ÷ 35 | 2 ÷ 6 |

Bảng 5.6: Lượng nước dùng cho hỗn hợp bê tông sử dụng xi măng pooclang, cát trungbình và cốt liệu lớn

| Đặc trưng của hỗn hợp bêtông | | $D_{max}$ (mm) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Sỏi | | | | **Đá dăm** | | | |
| SN (cm) | ĐC (gy) | 10 | 20 | 40 | 70 | 10 | 20 | 40 | 70 |
| 9 – 12 | - | 215 | 200 | 185 | 170 | 230 | 215 | 200 | 185 |
| 6 – 8 | - | 205 | 190 | 175 | 160 | 220 | 205 | 190 | 175 |
| 3 – 5 | - | 195 | 180 | 165 | 150 | 210 | 195 | 180 | 165 |
| 1 – 2 | 30 – 50 | 185 | 170 | 155 | 140 | 200 | 185 | 170 | 155 |
| - | 60 – 80 | 167 | 160 | 150 | - | 175 | 170 | 160 | - |
| - | 90 – 120 | 155 | 150 | 140 | - | 165 | 160 | 150 | - |
| - | 150 - | 145 | 140 | 135 | - | 160 | 155 | 140 | - |
| - | 200 | 135 | 130 | 128 | - | 150 | 145 | 135 | - |

*Ghi chú : - SN (cm) : độ sụt; ĐC (gy) : độ cứng*

*- Số liệu trong bảng này chỉ dùng cho bêtông có hàm lượng xi măng không lớn hơn 400kg/$m^3$.*

*- Khi dùng xi măng poocläng puzôlan thì lượng nước cần tăng thêm 15 – 20 lít.*

*- Khi dùng cát nhỏ lượng nước cần tăng thêm 10 lít*

***2) Xi măng cho 1$m^3$ bêtông (X)***

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{A.R_X} + 0,5 \qquad \frac{X}{N} \le 2,5$$

A : Hệ số phụ thuộc chất lượng cốt liệu tra bảng 5.7;

$R_b < R_X$ là cường độ (Mác) bê tông, xi măng.

$$X = \frac{X}{N}.N\ (kg)$$

Bảng 5.7

| Chất lượng cốt liệu | $A_1$ Khi N/X < 0,4, | | $A_2$ Khi N/X > 0,4 | |
|---|---|---|---|---|
| | $R_{X\ cứng}$ | $R_{xmềm}$ | $R_{X\ cứng}$ | $R_{xmềm}$ |
| Cao | 0,33 | 0,43 | 0,50 | 0,65 |
| Trung bình | 0,30 | 0,40 | 0,45 | 0,60 |
| Thấp | 0,27 | 0,37 | 0,40 | 0,55 |

X : Xi măng tối thiểu » 265kg/$m^3$ bêtông

***3) Xác định hàm lượng đá dăm (Đ (kg))***

$V_a^X + V_a^C + V_a^Đ + V_a^N = 1m^3$ bêtông : thể tích đặc tuyệt đối

$$\frac{X}{\gamma_{aX}} + \frac{C}{\gamma_{aC}} + \frac{Đ}{\gamma_{aĐ}} + N = 1000(1it)$$

Các nguyên liệu lấp đầy lỗ rỗng của hỗn hợp đá và bao bọc đá.

$$V_a^X + V_a^C + V_a^N = \alpha.V_r^Đ$$

$$\frac{X}{\gamma_{aX}} + \frac{C}{\gamma_{aC}} + N = \alpha.\frac{Đ}{\gamma_{o}Đ}.r^Đ (2)$$

***Vậy :***

$$Đ = \frac{1000}{\frac{\alpha.r^Đ}{\gamma_o^Đ} + \frac{1}{\gamma_a^Đ}}; \quad r^Đ = (1 - \frac{\gamma_0^Đ}{\gamma_a^Đ})$$

Hệ số α là hệ số dư vữa, dùng cho hỗn hợp bê tông dẻo với cát có $N_{yc}$ = 7%. Nếu cát có $N_{yc}$ thay đổi ± 1% thì giá trị α thay đổi tương ứng là - / + 0,03. với hỗn hợp bê tông cứng, lấy α = 1,05 ÷ 1,15., tra bảng 5.8

Bảng 5.8

| Lượng dùng xi măng X, kg/$m^3$ bê tông | Loại cốt liệu thô | |
|---|---|---|
| | Đá dăm | sỏi |
| 250 | 1,3 | 1,34 |
| 300 | 1,36 | 1,42 |
| 350 | 1,42 | 1,48 |
| 400 | 1,47 | 1,52 |

| Mđl | Ứng với giá trị $V_h = X/\gamma_{ax} + N$ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 |
| 3,0 | 1,33 | 1,38 | 1,43 | 1,48 | 1,52 | 1,56 | 1,59 | 1,62 | 1,64 | 1,66 |
| 2,75 | 1,30 | 1,35 | 1,40 | 1,45 | 1,49 | 1,53 | 1,56 | 1,59 | 1,61 | 1,63 |
| 2,5 | 1,26 | 1,31 | 1,36 | 1,41 | 1,45 | 1,49 | 1,52 | 1,55 | 1,57 | 1,59 |
| 2,25 | 1,24 | 1,29 | 1,34 | 1,39 | 1,43 | 1,47 | 1,50 | 1,53 | 1,53 | 1,57 |
| 2,0 | 1,22 | 1,27 | 1,32 | 1,37 | 1,41 | 1,45 | 1,48 | 1,51 | 1,51 | 1,55 |
| 1,75 | 1,14 | 1,19 | 1,24 | 1,29 | 1,33 | 1,37 | 1,40 | 1,43 | 1,43 | 1,47 |
| 1,5 | 1,07 | 1,12 | 1,17 | 1,22 | 1,26 | 1,30 | 1,33 | 1,36 | 1,36 | 1,40 |

*Hệ số α dùng cho hỗn hợp bê tông dẻo SN = 2÷12cm, cốt liệu lớn là đá dăm, nếu dùng sỏi thì cộng thêm 0,06*

*Với các độ sụt khác nhau, điều chỉnh α như sau :*

*Nếu bê tông có độ sụt 14÷18cm, α tra bảng cộng thêm 0,1 đối với cát có Mđl = 2-2,5; cộng thêm 0,2 đối với cát có Mđl>2,5.*

*Khi bê tông có độ sụt 0 ÷ 1cm, α tra bảng bớt 0,1 đối với cát có Mđl < 2 (nhưng giá trị cuối cùng không nhỏ hơn 1,05; trừ bớt 0,15÷0,2 đối với cát có Mđl ≥ 2 (những giá trị cuối cùng không nhỏ hơn 1,1.*

***4) Xác định hàm lượng cát (C (kg))***

$$C = [1000 - (\frac{X}{\gamma_{aX}} + \frac{Đ}{\gamma_{aĐ}} + N)].\gamma_{aC}$$

**TRƯỜNG HỢP TÍNH CHO MẺ TRỘN**

❖ Hệ số sản lượng của bêtông (β)

$$\beta = \frac{1000}{\frac{X}{\gamma_{ox}} + \frac{Đ}{\gamma_{oĐ}} + \frac{C}{\gamma_{oC}}}$$

❖ Thể tích máy trộn $V_{trộn}$ (lít)

$X_{trộn} = V_{trộn}.\beta.X/1000$ ;

$C_{trộn} = V_{trộn}.\beta.C_w/1000$

$Đ_{trộn} = V_{trộn}.\beta.Đ_w/1000$ ;

$N_{trộn} = V_{trộn}.\beta.N_w/1000$

❖ Khi Đá, cát bị ẩm ướt : $W_Đ$, $W_C$

$Đ_W = Đ + Đ.W_Đ$ (kg);

$C_W = C + C.W_C$ (kg)

$N_W = N – (Đ.W_Đ + C.W_C)$ lít

**5.5. Công nghệ bêtông xi măng**

**5.6. Các loại bêtông đặc biệt**

5.6.1. Bê tông chất lượng cao : Khái niệm : HPC (high performance concretes)Là loại bêtông có cường độ cao, chống thấm cao, độ bền cao. Ở 28ngày $R_n$ > 600 kG/cm2 với mẫu hình trụ D=15cm, H=30cm.

Quy định cụ thể :

-Sau 4giờ $R_n$ > 175 kG/cm2. Sau 24 giờ $R_n$> 350 kG/cm2. Sau 28 ngày $R_n$> 600kG/cm2. Các mẫu dưỡng hộ ẩm >80%.

-Tỉ lệ N/X phải ≤ 0,35

**Công thức bêtông chất lượng cao của Pháp**

| Stt | Công thức bêtông của Pháp | 700 kG/cm$^2$ |
|---|---|---|
| | Chỉ tiêu | |
| 1 | Nước kg/m$^3$ | 122 |
| 2 | Xi măng portland (kg/m$^3$) | 421 |
| 3 | Fly ash loại C (kg/m$^3$) | 0 |
| 4 | Silicafume kg/m$^3$ | 42,1 |
| 5 | Cốt liệu lớn kg/m$^3$ | 1265 |
| 6 | Cốt liệu nhỏ kg/m$^3$ | 652 |
| 8 | Phụ gia siêu dẻo l/m$^3$ | 4,21 |
| 9 | Tỉ lệ N/X | 0,26 |
| 10 | $R_{28}$ ngày, kG/cm$^2$ | 700 |
| 11 | $R_{56}$ ngày, kG/cm$^2$ | 915 |

**5.6.2. Bêtông tự đầm**

Bêtông tự đầm có tính dẻo cao, không bị phân tầng, khi thi công có khả năng tự rắn chắc, không cần đầm chặc. Bêtông tự đầm ứng dụng ở các kết cấu có cốt thép quá dày và công trình khó đầm chặt.

**5.6.3. Bêtông thuỷ công**

Bêtông thuỷ công : là loại bêtông dùng cho công trình thuỷ hoặc bộ phận công trình nằm thường xuyên trong nước

Bêtông thuỷ công có 7 mác : M100; M150; M-200; M-250; M-300; M350; M400

Để đảm bảo tuổi thọ công trình thì bêtông thuỷ công phải có cường độ, tính ổn định nước, tính chống thấm nước tốt.

**5.6.4. Bêtông portland làm đường**

Dùng làm lớp áo đường ôtô, đường thành phố, đường sân bay

Yêu cầu : phải chịu được tác động của các phương tiện giao thông và chịu được sự thay đổi thời tiết, nhiệt độ.

Độ sụt 1-3cm

Nguyên vật liệu được chọn lựa nghiêm ngặt hơn so với bêtông thường

**5.6.5. Bêtông nhẹ**

Bêtông nhẹ làm tường ngoài, tường ngăn, trần ngăn.....

Theo cấu tạo phân bêtông nhẹ thành :

1.Bêtông nhẹ cấu tạo đặc (cốt liệu rỗng)

2.Bêtông nhẹ cấu tạo rỗng (vữa ximăng xốp)

3.Bêtông nhẹ hốc lớn (bêtông không cát hoặc ít cát)

Theo công dụng

1.Bêtông nhẹ chịu lực

2.Bêtông nhẹ chịu lực, cách nhiệt

3.Bêtông nhẹ cách nhiệt

Nguyên vật liệu :

Cột lệu rỗng vô cơ : thiên nhiên như sỏi đá bọt, tup núi lửa, tup đá vôi, đá vôi vỏ sò....

Nhân tạo : kêrazit, peclit, xỉ lò cao nở phồng

### 5.6.6. Bêtông bền axit

Bêtông bền axit (BTBA) dùng để xây dựng các bể chứa, đường ống và các thiết bị khác trong công nghệ hoá học, thay thế cho những loại vật liệu khác như gốm chịu axit.

Chất kết dính : thuỷ tinh lỏng- loại silicat natri hoặc kali có $\square_a$ = 1,4 kg/dm$^3$. Chất độn là bột khoáng bền axit nghiền từ cát thạch anh, anđesit, bazan. Chất đóng rắn là $Na_2SiF_6$. Cát thạch anh, đá dăm nghiền nhuyễn.

### 5.6.7. Bêtông polime

Bêtông polime là loại vật liệu hỗn hợp, trong bộ khung silicat được liên kết với polime hữu cơ.

## BÀI TẬP CHƯƠNG 5

b. Sau khi phân tích các tính chất vật lý một mẫu cát sông , người ta tính được lượng sót riêng biệt $a_i$(%) trên các sàng tiêu chuẩn như bảng dưới đây:

| Tính | Đường kính các mắt sàng tiêu chuẩn (mm) | | | | | | Lọt qua sàng 0.14 mm (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 2,5 | 1,25 | 0,63 | 0,315 | 0,14 | |
| $G_i$ (g) | 0 | 180 | 220 | 250 | 200 | 120 | 30 |
| $a_i$ (%) | | | | | | | |
| $A_i$ (%) | | | | | | | |

a/Xác định môđun độ lớn $M_{đl}$ của mẫu cát ? Nhóm hạt của cát?

**b/** Vẽ đường cong cấp phối hạt của cát?

c/Xác định độ rỗng (r %) ?

c. Tính lượng vật tư cần thiết để đổ 4 dầm bê tông kích thước 200x400x3500mm nếu theo thiết kế kỹ thuật cấp phối bê tông theo thể tích là 1 : x : y = 1 : 2,1 : 3,5; tỉ lệ N/X = 0,7, hỗn hợp bê tông sau khi đầm có khối lượng thể tích $\gamma_{obt}$ = 2400kg/m$^3$. Độ ẩm của cát và đá xác định được là $W_C$ = 3% và $W_Đ$ =1%.

**c)** a) Hãy thiết kế sơ bộ thành phần nguyên vật liệu cho 1m$^3$ bêtông nặng mac 300 dùng cho kết cấu khối lớn. Vật liệu sử dụng có đặc trưng kỹ thuật như sau :

- Xi măng : $R_x$ = 500 kG/cm$^2$, $\gamma_{ax}$ = 3,1 g/cm$^3$, $\gamma_{ox}$ = 1200 kg/m$^3$
- Cát vàng : $\gamma_{oc}$ = 1460 kg/m$^3$ , $\gamma_{ac}$ = 2,60 g/cm$^3$ ; Wc=3%, $N_{yc}$ = 7%
- Đá dăm : $\gamma_{ođ}$ = 1600 kg/m$^3$ , $\gamma_{ađ}$ = 2,7g/cm$^3$, $W_Đ$=2%; Dmax = 20mm

Chất lượng cốt liệu tốt, mác xi măng xác định theo phương pháp mềm.

b) Tính toán liều lượng nguyên vật liệu trong bêtông dùng cho một mẽ trộn của máy trộn có dung tích 850lít khi thực tế ngoài công trường.

c) Sử dụng phụ gia giảm nước (giảm 11% nước), đóng rắn nhanh với liều lượng dùng 1 lít/100kg xi măng. Tính lại liều lượng nguyên vật liệu dùng trong $1m^3$ bêtông khi có sử dụng phụ gia.

***2.*** Hãy xác định độ rỗng ( tính % ) của một hỗn hợp bêtông có tỉ lệ thành phần theo khối lượng, thứ tự như sau : ximăng (X), cát (C), đá (Đ) như sau: X : C : Đ = 1 : 2 : 4,1 và tỉ lệ nước / ximăng : N/X = 0,60.

- Hỗn hợp bêtông có khối lượng thể tích tính toán : $\gamma_{obt} = 2310\ kg/m^3$.

- Khối lượng riêng của ximăng $\gamma_{ax} = 3,10\ g/cm^3$; của cát và của đá bằng nhau : $\gamma_{aC} = \gamma_{aĐ} = 2,62\ g/cm^3$.

b) Hãy tính toán trong $1m^3$ bê tông có bao nhiêu thùng (18lít )cát, đá nước biết khối lượng thể tích của cát, đá là $1600kg/m^3$.

3. Cấp phối bêtông theo thiết kế là 1 : x : y = 1 : 1,8 : 4,2. Tỉ lệ N/X = 0,7. Tại hiện trường độ ẩm của cát và đá lần lượt là 2% và 1%.

Hãy tính lượng dùng vật liệu cho $1m^3$ bêtông thực tế tại hiện trường. Vật liệu có các chỉ tiêu cơ lý như sau :

$\gamma_{0x} = 1,2\ T/m^3$, $\gamma_{ax} = 3,1\ T/m^3$,

$\gamma_{0c} = 1,46\ T/m^3$, $\gamma_{ac} = 2,6\ T/m^3$,

$\gamma_{0đ} = 1,60\ T/m^3$, $\gamma_{ađ} = 2,7\ T/m^3$.

b/ Hãy tính lượng dùng vật liệu cho 1 mẻ trộn của máy có thể tích V =500lit

3. Hãy sử dụng công thức tính cường độ bêtông (Rb) của Giáo sư Beliaev để tính cường độ bêtông khi tỉ số xi măng/ nước : X/N = 2,5. cho biết mác xi măng portland $R_x = 400\ kG/cm^2$. cốt liệu lớn được sử dụng là đá dăm

4. Bêtông nặng có lượng dùng vật liệu sau khi thí nghiệm kiểm tra độ dẻo của hỗn hợp bêtông như sau : x = 3,2kg; n = 1,9lít; c = 5,72kg; đ = 13,5kg.

Khối lượng riêng của ximăng $\gamma_{ax} = 3,10\ g/cm^3$; cát $\gamma_{aC} = 2,60\ g/cm^3$ ; và đá: $\gamma_{aĐ} = 2,67\ g/cm^3$.

Trong quá trình thi công tăng 10% xi măng để đảm bảo an toàn cho mác bêtông thiết kế. Hãy tính lại cấp phối bêtông và cho biết nếu bêtông được sử dụng cho một công trình có dung tích tổng hợp là $100m^3$ bêtông thì lượng xi măng tăng lên là bao nhiêu?

# Chương 6
# VỮA XÂY DỰNG

## 6.1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

Vữa là một loại đá nhân tạo, được chế tạo bằng cách nhào trộn và làm rắn chắc một hỗn hợp hợp lý từ chất kết dính (xi măng hoặc thạch cao, vôi, sét. .. .), nước, cốt liệu nhỏ và phụ gia (nếu có).

Vữa có thể xem là một loại bê tông cốt liệu nhỏ nhưng khác bê tông ở một số điểm sau :

- Khi thi công, vữa thường được dàn thành lớp mỏng, chỉ chịu lực nhỏ. Do không yêu cầu đầm nén nên vữa thường có độ dẻo cao và cần lượng nước nhào trộn nhiều hơn bê tông.
- Vữa thường tiếp xúc với nền xây hút nước, có diện tích tiếp xúc với không khí lớn đối với vữa trát, nên nước dễ bay hơi. Do vậy, yêu cầu vữa phải có tính giữ nước tốt để đảm bảo quy trình thuỷ hoá của xi măng.
- Vữa dùng để gắn kết các viên gạch, đá lại thành khối xây nên cần phải có tính dính kết tốt với nền xây và vật liệu xây.

### 6.1.2. Phân loại

***a) Theo khối lượng thể tích*** *:* $\gamma_o \geq 1500$ kg/m$^3$ : vữa nặng. $\gamma_o < 1500$ kg/m$^3$ : vữa nhẹ**.**

***b) Theo chất kết dính :*** vữa xi măng, vữa vôi, vữa đất sét, vữa thạch cao, vữa bitum, vữa thuỷ tinh lỏng, vữa epoxy, vữa hỗn hợp- xi măng-vôi, xi măng-thạch cao, đất sét-rơm

c) Theo công dụng :

- Vữa xây : liên kết vật liệu gạch, đá thành khối.
- Vữa trát : bảo vệ và hoàn thiện khối xây.
- Vữa đặc biệt : vữa chống axit, vữa chống thấm, vữa chịu nhiệt, vữa trang trí . . .

d) Theo mác vữa

Gồm các mác sau : 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300 . . . (kG/cm$^2$)

### 6.1.3. Đặc điểm thành phần vật liệu chế tạo vữa

**a) Xi măng**

Vai trò : trong vữ xi măng, xi măng có vai trò là chất kết dính để tạo ra cường độ cho vữa. Mặt khác, xi măng còn có tác dụng giữ nước, tạo độ dẻo cho vữa. Còn trong vữa hỗn hợp xi măng chỉ đóng vai trò là chất kết dính để tạo ra cường độ cho vữa, còn vôi (hoặc đất sét) sẽ làm nhiệm vụ giữ nước tạo độ dẻo cho vữa.

*Loại xi măng* : chọn tuỳ thuộc vào môi trường sử dụng

*Mác xi măng* : mác xi măng gấp 3-4 lần mác vữa.

**b) Cát**

Sử dụng cát thiên nhiên hay nhân tạo, đảm bảo các chỉ tiêu như bảng 6.1 :

| Các chỉ tiêu | Mức theo mác vữa | |
|---|---|---|
| | < 75 | ≥ 75 |
| - Môđun độ lớn, không nhỏ hơn | 0,7 | 1,5 |
| - $\gamma_0$, kg/m$^3$, không nhỏ hơn | 1150 | 1250 |

| | | |
|---|---|---|
| - Bụi, bùn, sét ;% ; không lớn hơn | 10 | 3 |
| - Muối sunfat, sunfic $SO_3$ ;% ; không lớn hơn | 2 | 1 |
| - Lượng hạt <0,14mm ;% ; không lớn hơn | 35 | 20 |
| - Lượng hạt>5mm ;% ;không lớn hơn | 0 | 0 |

**c) Phụ gia**

Việc sử dụng phụ gia nhằm cải thiện các tính chất của vữa giống như sử dụng trong bê tông.

- Phụ gia tăng dẻo : tăng độ dẻo, giảm lượng nước nhào trộn, tiết kiệm chất kết dính.
- Phụ gia vô cơ hoạt tính tăng độ bền nước và phụ gia trơ tăng sản lượng vữa như đất sét nung non, cát nghiền mịn, fly ash, silicafume. . . . ..

**d) Nước :** nước sạch, dùng như bê tông.

**6.2 Các tính chất của vữa xây dựng**

6.2.1. Tính dẻo

6.2.2. Độ phân tầng của hỗn hợp vữa

6.2.3. Tính giữ nước

6.2.4. Cường độ của vữa

**6.3. Vữa xây**

Yêu cầu đối với vữa xây

Vữa xây có tác dụng liên kết và truyền lực từ viên gạch, đá này xuống viên gạch đá khác trong khối xây. Nếu mạch vữa không đầy, khối xây không chắc thì sinh hiện tượng phá hoại vì lực uốn.

Vữa xây cần có độ dẻo tốt. Dộ dẻo phụ thuộc vào kết cấu xây, loại nền, phương pháp đầm nén, thời tiết thi công.

Cấp phối vữa xi măng

| Mac xi măng | Cấp phối vữa XM (theo thể tích X : C) cho các mác | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| 150 | 1 : 6 | 1 : 3,5 | | | |
| 200 | | 1 : 5 | 1 : 2,5 | | |
| 250 | | 1 : 6 | 1 : 3 | | |
| 300 | | | 1 : 4,5 | 1 : 3 | |
| 400 | | | 1 : 6 | 1 : 4 | 1 : 3 |
| 500 | | | | 1 : 5 | 1 : 4 |
| 600 | | | | 1 : 6 | 1 : 4,5 |

**6.4. Vữa trát**

**Đặc điểm vữa trát**

Vữa trát có tác dụng bảo vệ khối xây và tạo vẻ đẹp cho công trình vì vậy vữa cần có những đặc điểm sau :

Vữa thường trát làm 3 lớp mỏng :

- Lớp trát dự bị đầu tiên dày 3-8mm, cần độ dẻo cao và miết mạnh vào cốt xây để vữa bám chắc.
- Lớp đệm trát thứ 2 : dày 5-12mm, ít dẻo hơn, làm kết cấu bằng phẳng.
- Lớp trát trang trí thứ 3 (nếu cần thiết) : dày khoảng 2mm, có thể pha thêm bột màu để trang trí, đảm bảo bề mặt trát nhẵn mịn.

Vữa trát cần có độ dẻo hơn và có khả năng giữ nước tốt hơn vữa xây vì nó dễ bị cốt xây hút và bốc hơi. Do đó, chất kết dính dùng nhiều hơn, thường dùng cả vữa vôi.\

Ví dụ : Bề mặt phần ngập nước 1 trạm bơm có tổng diện tích là 14000$m^2$, theo thiết kế dự kiến trát 20mm vữa bảo vệ xi măng – cát vàng tỉ lệ 1 : 4 theo thể tích; tỉ lệ N/X = 0,5 theo khối lượng. Hãy tính dự trù vật liệu nếu biết : cát có độ rỗng 40%, $\gamma_{oc}$ = 1500kg/$m^3$. Xi măng có $\gamma_{ox}$ = 1200kg/$m^3$ và độ đặc $đ_x$ = 42%.

# CHƯƠNG 7 THÉP XÂY DỰNG

Vật liệu kim loại sử dụng trong xây dựng có thể chế tạo từ kim loại đen và kim loại màu.

Kim loại đen dùng trong xây dựng là thép và gang. Kim loại màu thường dùng trong xây dựng là hợp kim nhôm.

Kim loại thường được dùng trong các công trình cầu, đường sắt, trạm phát điện....

Ưu điểm : cường độ chịu lực ao, nhẹ hơn bêtông cốt thép, vượt được khẩu độ lớn và an toàn trong khai thác.

Nhược điểm : giá thành cao và cần chú ý bảo dưỡng thường xuyên để chống ăn mòn.

## 7.1. Các loại thép xây dựng

Thép dùng trong xây dựng : thép cacbon và thép hợp kim thấp

| Số hiệu thép | | $\sigma_b$, N/mm$^2$ | $\sigma_{0,2}$ N/mm$^2$ | $\delta$, % |
|---|---|---|---|---|
| Nga | Việt Nam | | | |
| CT0 | CT31 | ≥310 | - | 20 |
| CT1 | CT33 | 320-420 | - | 31 |
| CT2 | CT34 | 340-440 | 200 | 29 |
| CT3 | CT38 | 380-490 | 210 | 23 |
| CT4 | CT42 | 420-540 | 240 | 21 |
| CT5 | CT51 | 500-640 | 250 | 17 |
| CT6 | CT61 | 600 | 300 | 12 |

## 7.2. Thép cacbon

8.2.1. Phân loại thép cacbon:

-Theo phương pháp luyện thép : chia ra 3 loại : thép lò cổ điển có chất lượng tốt. Thép lò thổi oxy cho sản lượng tốt, khử P, S kém. Thép cacbon : lò điện

-Theo phương pháp khử oxy : thép sôi (khử chưa hết FeO, thép lặng (khử hết FeO) và thép nửa lặng

-Theo phạm vi sử dụng : thép cacbon xây dựng, thép cacbon kết cấu (chi tiết máy) và thép dụng cụ

- Thành phần hoá học : chủ yếu là Fe và C, ngoài ra còn có : Mn £0.5%; Si £ 0.5%; P, S £ 0.05%; Cr; Ni; W; Mo; Ti – rất ít (0.1 – 0.2%)

Mn, Si : nâng cao cơ tính của thép cacbon

P, S : làm giảm chất lượng thép, tăng tính giòn, tạo tính dễ cắt gọt

## 7.3. Thép hợp kim

- Thành phần hoá học : chủ yếu là Fe và C, ngoài ra còn có : Mn; Si; P, S; Cr; Ni; W; Mo; Ti.

- Thép hợp kim có cơ tính cao hơn thép cacbon, chịu được nhiệt độ cao hơn và khả năng chống ăn mòn trong môi trường cao

### 7.4. Cốt thép cho kết cấu bêtông và bêtông cốt thép dự ứng lực

Theo tiêu chuẩn Việt Nam và Tiêu chuẩn Nga – cốt thép cho bêtông cốt thép và bêtông dự ứng lực thường dùng thép cácbon và thép hợp kim được thể hiện trong bảng

| Loại cốt thép | d, mm | Mác của thép | Loại thép |
|---|---|---|---|
| AI | 6 – 40 | CT3 | Thép cacbon thường nhóm A, B |
| AII | 10 – 40 | BMCT5ПC<br>BKCT5ПC | Thép cacbon thường B |
| AIII | 40 – 90 | 18Г2C | Thép cacbon thấp |
| AIV | 6 – 40 | 25Г2C, 35ГC | Thép hợp kim cacbon, Si, Mn |
| | 10 – 32 | 20ХГ2П | Thép hợp kim cacbon, thiếc, Mn, |
| | 10 – 18 | 20ХГСТ | Thép hợp kim C, Cr, Si, Mn, Ti |
| AV | 10 – 18 | 23 ХГ2 | Thép Cr, Mn, thiếc |
| ATK | 6 – 9 | 65Г, 60C2 | Thép hợp kim thấp, Si, Mn |

### 7.5. Các đặc tính của cốt thép

8.4.1. Sự bám dính của cốt thép trong bêtông

8.4.2. Tính biến dạng của cốt thép trong bêtông

8.4.3. Tính bền lâu

### 7.6. Độ bền của thép và cốt thép

#### 7.6.1. Ăn mòn cốt thép

Phản ứng anod :

$$Fe \rightarrow Fe^{++} + 2e^{-} \quad (1)$$

Quá trình xảy ra tại catod :

$$2H_2O + O_2 + 4e^{-} \rightarrow 4(OH)^{-} \quad (2)$$

Các sản phẩm của các phản ứng (1) và (2) là các ion hoà tan trong nước và có thể chi phối cho chất kết tủa tuỳ theo phản ứng :

$$Fe^{2+} + z(OH)^{-} \rightarrow z\,Fe(OH)_z$$

Sản phẩm gỉ tạo thành gây tương nở thể tích tạo ứng suất nội trong bê tông và làm cho bê tông bị nứt.

#### 7.6.2. Biện pháp chống ăn mòn cốt thép trong bêtông cốt thép

- Tăng cường khả năng bảo vệ của lớp bê tông bảo vệ
- Tăng độ sít đặc của bê tông
- Lựa chọn chất kết dính
- Bảo vệ trực tiếp bề mặt cốt thép
  - + Mạ kim loại
  - + Phủ lớp phi kim loại
- Dùng phụ gia ức chế ăn mòn
- Bảo vệ cốt thép bằng dòng điện ngoài.

# CHƯƠNG 8 BÊ TÔNG ATFAN

## 8.1.Các tính chất của bêtông atphan

### 8.1.1. Cường Độ

Cường độ chịu nén của bê tông atfan được xác định tại nhiệt độ $50^0$C, $20^0$C, $0^0$C – tính chống nứt của bê tông atfan. Cường độ chịu nén là cường độ giới hạn khi nén các mẫu chuẩn trong điều kiện nhiệt độ và đặt tải theo quy định. Kích thước mẫu chuẩn có đường kính bằng chiều cao (d= h và bằng 71,4 hoặc 50,5mm tùy theo độ lớn của vật liệu khoáng) được chế tạo ở nhiệt độ thi công.

Ở nhiệt độ $20^0$C cường độ giới hạn khi nén của bê tông atfan gần bằng 25kG/cm$^2$, khi kéo: 6-8 lần nhỏ hơn. Ở nhiệt độ $50^0$C cường độ giảm xuống chỉ còn 1-2kG/cm$^2$.

Đặc tính quan trọng của bê tông atfan là cường độ chịu kéo. Cường độ chịu kéo cao cho phép bê tông atfan có độ chống nứt cao cho phép bê tông atfan có độ chống nứt cao khi khai thác. Cường độ của bê tông atfan được xác định trên thiết bị Marshall.

Cường độ chịu kéo được xác định bằng cách nén nằm ngang mẫu.

Giới hạn cường độ chịu kéo $R_k$ xác định theo công thức sau:

$$\mathbf{R_k = \alpha.F/d.h}$$

Trong đó : F – tải trọng phá hoại, kG

$\alpha$ - hệ số (đối với bê tông atfan $\alpha$=1)

Cường độ bê tông atfan phụ thuộc vào chất lượng cốt liệu, chất lượng bitum và tỉ lệ thành phần vật liệu chế tạo, đặc biệt sự thay đổi lượng bitum, lượng bột khoáng làm thay đổi đáng kể cường độ. Ngoài ra, cường độ còn phụ thuộc vào công nghệ thi công bê tông, nhiệt độ và tốc độ biến dạng.

### 8.1.2. Tính biến dạng

Bê tông atfan là một vật liệu đàn hồi – chảy dẻo. Tùy theo trạng thái và điều kiện biến dạng có thể xuất hiện tính chất đàn hồi hoặc tính chất chảy dẻo.

Về trạng thái ứng suất – biến dạng bê tông atfan có những tính chất tổng hợp phức tạp: đàn hồi, dẻo, chảy và chùng ứng suất (sự giảm ứng suất theo thời gian biến dạng).

Như vậy để giải quyết vấn đề thực tế trên cần xét quan hệ giữa biến dạng và thời gian tác dụng của tải trọng. Sự xuất hiện tính chất đàn hồi hay tính chất chảy dẻo phụ thuộc vào tỷ lệ giữa thời gian đặt tải và thời gian chùng ứng suất.

Bê tông atfan cần có độ đàn hồi cao để đảm bảo ổn định khi khai thác. Biến dạng dẻo lớn lớp phủ mặt đường sẽ có hiện tượng: trượt, lượn sóng, dồn đống, hằn vết bánh xe. Các hiện tượng biến dạng dẻo đó xuất hiện và phát triển nhiều và phát triển nhanh nhiều ở các vùng nóng trong những ngày hè. Độ dẻo được xác định bằng độ giãn dài tương đối khi kéo ở nhiệt độ thấp nhất và cao nhất khi khai thác.

Khi tải trọng tác dụng thường xuyên sự phát triển của biến dạng phụ thuộc vào trị số ứng suất.

Khi tải trọng P nhỏ hơn giới hạn đàn hồi hoặc giới hạn chảy, ($P<P_k$) có hai dạng biến dạng. Biến dạng đàn hồi thuần túy $\varepsilon_0$ có quan hệ bậc nhất với ứng suất, xuất hiện nhanh khi đặt tải trọng, và biến dạng cũng mất đi rất nhanh khi bỏ tải trọng. Biến dạng đàn hồi chậm xuất hiện sau khi đặt tải và phát triển chậm theo thời gian $t_1$.

Khi P vượt qua giới hạn chảy và nhỏ hơn ứng suất $P_m$ giới hạn ($P_k < P < P_m$), biến dạng dẻo xuất hiện. Khi bỏ tải (P= 0) biến dạng không mất đi hoàn toàn mà vẫn còn biến dạng dư ($\varepsilon_d$). Đó là biến dạng của bê tông ứng với thời gian $t_1$ ($\varepsilon_{t1}$).

Đặc trưng cơ học của bê tông atfan được thể hiện qua hai chỉ tiêu: môđun đàn hồi và độ nhớt:

- Môđun đàn hồi: ứng với hai trạng thái biến dạng đàn hồi có thể xác định hai trị số môđun đàn hồi:

+ Môđun đàn hồi ban đầu $E_1= P/\varepsilon_0$.

+ Môđun đàn hồi sau $E_2= P/\varepsilon_e$, trong đó biến dạng dư $\varepsilon_e$ được tính bằng công thức: $\varepsilon_e= \varepsilon_m - \varepsilon_0$

$\varepsilon_m$: biến dạng tổng cộng ứng với thời gian $t_1$ (khi $P<P_k$).

- Độ nhớt: độ nhớt của bê tông atfan không có giá trị cố định, tùy theo tính chất vật liệu và tốc độ biến dạng : $\varepsilon'$($\varepsilon' = d\varepsilon/dt$). Có thể xác định một số độ nhớt sau:

+ Độ nhớt giới hạn lớn nhất $\eta_0$ xuất hiện ở vùng thực tế cấu trúc không bị phá hoại.

+ Độ nhớt nhỏ nhất $\eta_{min}$ đối với vùng phá hoại kết cấu.

+ Độ nhớt hiệu quả:

$$\eta = P(d\varepsilon/dt)$$

+ Độ nhớt dẻo: $\eta_m = (P - P_k)/(d\varepsilon/dt)$

Trong đó: $P_k$ – giới hạn chảy, kg/cm2.

Các chỉ tiêu môđun đàn hồi, độ nhớt và giới hạn chảy ứng với nhiệt độ khai thác bê tông atfan là rất quan trọng khi kiểm tra chất lượng của chúng.

### 8.1.3. Độ mài mòn

Độ mài mòn của bê tông atfan phụ thuộc vào cường độ và độ cứng vật liệu khoáng vật. Độ mài mòn là đặc tính giảm khối lượng trên 1cm2 bề mặt vật liệu chịu tác dụng tải trọng va đập và mài mòn khi khai thác. Bê tông atfan nóng trong giai đoạn khai thác có thể bị mài mòn 0,2-1,5mm trong 1 năm.

### 8.1.4. Độ ổn định nước

Độ ổn định nước của bê tông atfan phụ thuộc voà thành phần khoáng vật của vật liệu chế tạo. Nước là môi trường lỏng dễ dàng thấm ướt bề mặt hạt đá vôi hơn và làm mất lực dính kết của chất dính kết hữu cơ với hạt, làm giảm ổn định nước của bê tông atfan. Nếu vật liệu khoáng ổn định nước sẽ tạo ra màng liên kết bền vững, đảm bảo độ ổn định nước cho bê tông atfan.

Tính ổn định nước được đánh giá bằng hệ số ổn định nước $K_m$ (tỷ lệ giữa cường độ mẫu bê tông atfan thí nghiệm ở trạng thái bão hòa nước và trạng thái khô ở nhiệt độ $20^0$C). $K_m = \frac{R_{bh}^{20}}{R_k^{20}}$ cần phải nằm trong giới hạn từ 0,75 đến 0,9.

**8.1.5. Tính dễ tạo hình của bê tông atfan :**

Tính dễ tạo hình của hỗn hợp của bê tông atfan là đảm bảo cho việc vận chuyển, rải, đầm chắc bê tông atfan cũng như chất lượng của bê tông sau thi công đạt các yêu cầu kỹ thuật trên cơ sở thành phần vật liệu đã lựa chọn đúng. Tính dễ tạo hình được đặc trưng bằng độ dẻo hay cứng của hỗn hợp. Căn cứ vào độ dẻo chia bê tông làm hai loại: dẻp và chảy. Bê tông dẻo được đầm chắc bằng lu hoặc đầm chấn động. Bê tông chảy được đầm nén nhờ trọng lượng bản thân.

**8.1.6. Yêu cầu kỹ thuật**

Yêu cầu kỹ thuật của các loại bê tông atfan làm đường rải nóng và ấm được thể hiện trong bảng:

| Các chỉ tiêu | Quy định với bê tông mác | | |
|---|---|---|---|
| | I | II | III |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. Cường độ giới hạn chịu nén kgf/cm2 | | | |
| . khi t = $20^0$ C với mọi mác, | | | |
| không nhỏ hơn | 25/20 | 22/20 | 20/16 |
| . khi t = 50 độ C với mọi mác | | | |
| mác A | 9,0 | 8,0 | - |
| B và C | 11:9 | 10:8 | 9:7 |
| D | 16:12 | 12:10 | 9:7 |
| E | - | 12:9 | 9:7 |
| . khi $0^0$ C không lớn hơn, kgf/cm2, | | | |
| với mọi mác | 110:70 | 120:75 | 120:80 |
| 2. Độ ổn định nước, không nhỏ hơn | 0,9:0,8 | 0,85:0,75 | 0,75:0,7 |
| 3. Độ nở, % theo thể tích, | | | |
| không nở hơn | 0,5:0,7 | 1,5:1,0 | 0,1:1,5 |
| 4. Độ rỗng còn lại, % theo thể tích | 2,0 - 3,5 | 2,0 - 5,0 | 3,0 - 7,0 |

**8.2.Vật liệu chế tạo bê tông atfan.**

Các vật liệu chế tạo bê tông atfan bao gồm: đá dăm, cát, bột khoáng (có thể có hoặc không) và nhựa bitum.

**8.2.1. Đá dăm**

- Đá dăm trong bê tông atfan cũng có vai trò tương tự như đá dăm trong bê tông xi măng. Nó là bộ khung xương chịu lực của bê tông atfan. Do đó yêu cầu về chất lượng của đá dăm là yêu cầu hết sức quan trọng liên quan đến chất lượng bê tông atfan sau này.

- Đá dăm dùng làm bê tông atfan phải là loại đá dăm được đập vỡ, xay ra từ các khối đá núi, từ các tảng đá, từ cuội và từ xỉ lò cao không bị phân hủy. Đối với bê tông atfan loại I phải dung đá dăm xay từ đá gốc loại granit, bazan, đá vôi. Bê tông atfan loại II có thể dùng đá dăm xay từ cuội sỏi, xỉ lò cao.

- Không được dùng các loại đá dăm từ đá macnơ-sét, sa thạch sét,diệp thạch sét.

- Tùy theo vị trí của lớp mặt đường và loại bê tông nhựa mà yêu cầu về các chỉ tiêu cơ lý của đá dăm có khác nhau (xem bảng)

***Các chỉ tiêu cơ lý quy định cho đá dăm trong bê tông nhựa rải nóng***

| Các chỉ tiêu cơ lý của đá | Lớp mặt | | | Lớp móng đá đen | Phương pháp thí nghiệm |
|---|---|---|---|---|---|
| | Lớp trên | | Lớp dưới | | |
| | Loại I | Loại II | | | |
| 1. Cường độ nén (daN/cm2) không nhỏ hơn | | | | | TCVN 1771,1772-87 |
| a) Đá dăm xay từ đá macma và đá biến chất | 1000 | 800 | 800 | 600 | (lấy chứng chỉ từ nơi sản suất đá) |
| b) Đá dăm xay từ đá trầm tích | 800 | 600 | 600 | 600 | |
| 2. Độ ép nát (nén đập trong xilanh) của đá dăm xay từ cuội sỏi không lớn hơn, % | 8 | 12 | 12 | 16 | TCVN |
| 3. Độ ép nát của đá dăm xay từ xỉ lò cao: | | | | | 1771,1772-87 |
| . Loại | 1 | 2 | 2 | 3 | |
| . Không lớn hơn, % | 15 | 25 | 25 | 35 | |
| 4. Độ hao mòn LosAngeles (LA) không lớn hơn, % | 25 | 35 | 35 | 45 | AASHTO - T96 |
| 5. Hàm lượng cuội sỏi được xay vỡ trong tổng số | | | | | Bằng mắt |
| cuội sỏi, % khối lượng không nhỏ hơn | 100 | 80 | 80 | 70 | |
| 6. Tỷ số nghiền của cuội sỏi Rc = Dmin/Dmax | | | | | Bằng mắt kết hợp với |
| không nhỏ hơn | 4 | 4 | 4 | 4 | xác định bằng mắt |
| | | | | | |
| *Ghi chú:* | | | | | |
| . Dmin : Cỡ nhỏ nhất của cuội sỏi đem xay | | | | | |
| . Dmax : Cỡ lớn nhất của viên đá đã xay ra được | | | | | |
| . Móng đá dăm đen dùng để so sánh với phương án kết cấu móng đá gia cố xi măng. | | | | | |

- Đá dăm dùng chế tạo bê tông atfan phải đồng nhất về loại đá và về cường độ. Trong bê tông atfan nếu dùng đá dăm thuộc nhiều loại đá khác nhau, hay có cường độ khác nhau sẽ sinh ra các ứng suất nhiệt làm cho mặt đường kém ổn định. Các ứng suất nhiệt phát sinh là vì hệ số nở của các loại đá khác nhau sẽ khác nhau:

+ Đá vôi có hệ số nở: 0,000008

+ Đá Granit: 0,00001

+ Sa thạch: 0,00012

- Đối với bê tông atfan dùng cho lớp trên trong kết cấu mặt đường chỉ cho phép chứa dưới 10% lượng hạt có cường độ yếu hoặc phong hóa. Đối với lớp dưới không quá 15%. Lưu ý khi dùng đá xay từ sỏi cuội thì lượng hạt thuộc loại Silic không được quá 25%

- Lượng bụi, bùn, sét xác định bằng phương pháp rửa không được quá 2% đối với đá dăm xay từ đá trầm tích cacbonat, không quá !% đối với đá dăm xay từ các loại khác. Lượng sét vón hòn không được quá 0,25%. Trong đá dăm không được chứa các loại tạp chất khác.

- Lượng đá dẹt trong đá dăm chế tạo bê tông atfan lớp trên mặt đường không được quá 15% đối với hỗn hợp nhiều đá dăm, không quá 25% với hỗn hợp vữa đá dăm, 35% đối với hỗn hợp ít đá dăm.

- Khi dùng cuội, sỏi chế tạo bê tông atfan thì lượng hạt được xay vỡ phải chiếm từ 50%- 100% tùy theo loại bê tông atfan (Xem ở bảng sau)

| Chỉ tiêu cơ lý | Bê tông atfan rải nóng và ấm | | | | | | Rải nguội Dùng cho lớp dưới của mặt đường | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Dùng cho lớp trên của mặt đường | | | | | Dùng cho lớp dưới của mặt đường | | |
| | Loại I | | Loại II | | | | | |
| | Loại | | | | | | | |
| | Nhiều đá dăm | Vừa đá dăm | Nhiều đá dăm | Vừa đá dăm | Ít đá dăm | | Loại I | Loại II |
| Lượng cuội sỏi được xay vỡ trong tổng số cuội sỏi, % khối lượng, không nhỏ hơn | 100 | 80 | 100 | 70 | 50 | 70 | 80 | 80 |

*(Tham khảo theo BCH 93-73 của Liên Xô (cũ))*

- Để cho bê tông atfan có thành phần hạt theo đúng như cấp phối quy định, cần phải phân loại đá dăm thành nhiều kích cỡ:

+ Đối với bê tông atfan hạt nhỏ: phân ra ít nhất 2 cỡ hạt 10-15mm và 5-10mm.

+ Đối với bê tông nhựa hạt trung: phân ra ít nhất 3 cỡ hạt 15-20(25)mm, 10-15mm và 5-10mm.

+ Đối với bê tông atfan hạt lớn: phân ra ít nhất 2 cỡ hạt 20(25)-40mm và 5-20(25)mm.

- Một trong những yêu cầu quan trọng khác của đá dăm dùng chế tạo bê tông atfan là tinh dính bám mặt ngoài của viên đá dăm với nhựa. Nhựa dính bám tốt với các loại đá vôi, một vài loại granit, điaba và các loại xỉ bazơ. Đối với các loại đá dính bám kém với nhựa có thể cải thiện bằng các chất phụ gia có hoạt tính bề mặt (vôi, xi măng) hoặc trộn trước các loại đá ấy với một lượng nhựa lỏng đông đặc vừa hay nhựa lỏng đông đặc chậm.

**8.2.2. Cát**

- Cát làmột thành phấn cốt liệu của bê tông atfan. Vai trò của cát là để lấp các lỗ rỗng giữa các hạt vật liệu to. Riêng trong bê tông atfan chỉ dùng cát, nó là cốt liệu chủ yếu.

- Để chế tạo bê tông atfan có thể dùng cát thiên nhiên xô bồ, cát thiên nhiên đã được phân thành từng thành phần cỡ hạt (hai hay nhiều hơn hai thành phần cỡ hạt), hay cát xay.

- Mođun độ lớn của cát thiên nhiên phải lớn hơn 2.0. khi dùng cát mịn có mođun độ lớn hơn 2.0 ($M_{đl}$<2) thì phải trộn thêm cát hạt to hay cát xay từ đá ra. Trong trường hợp không thể trộn thêm cát to hay cát xay thì phải thiết kế hỗn hợp bê tông nhựa theo cấp phối không liên tục. Không được dùng cát hạt nhỏ để chế tạo bê tông nhựa nguội, trừ khi cát được hoạt tính hoá trước, nhưng môđun độ lớn của cát được hoạt tính hoá trước cũng không được nhỏ hơn 1,7. Thường dùng vôi thủy (3-4% khối lượng cát) để làm tăng hoạt tính của cát trong các thiết bị chuyên dùng riêng.

***Bảng phân loại cát theo thành phần hạt, môđun độ lớn***

| Loại cát | Môđun độ lớn của cát Mđl | Lượng còn sót lại trên sàng 0,63mm % khối lượng | Tỷ diện cm2/g | Lượng hạt lọt qua sàng 0,14mm % khối lượng |
|---|---|---|---|---|
| Cát hạt lớn | lớn hơn 2,5 | lớn hơn 50 | - | <10 |
| Cát hạt vừa | 2,5 - 2,0 | 30 - 50 | - | <10 |
| Cát hạtnhỏ | 2,0 - 1,5 | 10 đến 30 | 100 - 200 | <15 |
| Cát hạt rất nhỏ | 1,5 - 1,0 | nhỏ hơn 10 | 201 - 300 | <20 |

$$M_{đl} = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100}$$

Trong đó: $A_{2,5}; A_{1,25}; A_{0,63}; A_{0,315}; A_{0,14}$ là lượng cát còn lại toàn bộ trên các mắt sàng 2,5; 1,25; 0,63; 0,315 và 0,14 tính bằng % khối lượng.

- Trong cát, lượng hạt nhỏ hơn 0,14mm không được quá 15%, nếu dùng cát xay từ sỏi sạn được hoạt tính hóa trước thì lượng hạt nhỏ hơn 0,14mm không được quá 25%. Lượng bụi sét xác định theo phương pháp rửa không được quá 3%, nếu là

cát xay thì không quá 5%. Riêng lượng hạt sét không được quá 0,5% (TCVN 343, 344, 345-86)

Trong bê tông atfan cát xay phải dùng cát có $M_{đl}$ >=2 và hàm lượng cỡ hạt 5-1,25mm không nhỏ hơn 14%.

- Trong bê tông atfan đá dăm có thể dùng cát xay từ đá không phải loại cacbonat có cường độ không bé hơn 800. đối với bê tông nhựa nguội cho phép sử dụng cát xay từ đá cacbonat có cường độ không dưới 800 khi chế tạo hỗn hợp loại I và không dưới 600 khi chế tạo hỗn hợp loại II. Trong trường hợp này hàm lượng cỡ hạt nhỏ hơn 0,071mm cho phép đến 20%, nếu như loại cỡ hạt này do đá cacbonat bị nghiền nhỏ ra chứ không phải là tạp chất bụi sét.

- Hệ số đương lượng cát (ES) của phần cỡ hạt0-4,75mm trong cát thiên nhiên phỉa lớn hơn 80, trong cát xay phải lớn hơn 50. Xác định theoASTM-D2419-79.

**8.2.3. Bột khoáng**

- Bột khoáng là một thành phần quan trọng trong hỗn hợp bê tông atfan. Nó không những nhét đầy lỗ rỗng giữa các loại cốt liệu lớn hơn (cát đá dăm hay sỏi), làm tăng độ đặc chắc của hỗn hợp mà còn làm tăng diện tích tiếp xúc, làm cho màng bitum trên mặt hạt khoáng càng mỏng và như vậy lực tương tác giữa chúng tăng lên, cường độ của bê tông atfan cũng tăng lên.

- Khi trộn với bitum trong hhỗn hợp bê tông atfan, bột khoáng cần tạo nên một lớp hoạt tính, ổn định nước. Mối quan hệ vật lý, hóa học giữa bề mặt hạt bột khoáng và bitum làm tăng cường cường độ của bê tông atfan, nhưng đồng thời cũng làm tăng tính giòn của nó. Vì vậy lượng bột đá trong bê tông chỉ được dùng trong một giới hạn nhất định để tránh làm tăng tốc độ hóa già của bitum trong bê tông.

- Để chế tạo bê tông atfan có thể dùng các loại bột khoáng nghiền từ đá cacbonat như đá vôi, đôlômít, đá vôi-bitum. Ngoài ra còn dùng bột khoáng xay từ xỉ bazơ của lò luyện kim. Đối với bê tông atfan loại II và bê tông atfan dùng cho lớp dưới của mặt đường, ngoài các loại bột khoáng nói trên còn có thể dùng các phế liệu công nghiệp dạng bụi như tro than đá, tro bay, bụi của nhà máy xi măng, tro diệp thạch và bột xay từ đá sò và từ các loại đá khác miễn là đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật của bột khoáng. Đối với bê tông atfan cát chỉ được dùng bột khoáng thích hợp với bê tông nhựa loại I.

- Cường độ kháng ép của đá để chế tạo bột khoáng không nhỏ hơn 200kg/cm2. vật liệu chế tạo bột khoáng phải sạch, không được chứa bụi bẩn và sét quá 5%.

- Thời gian gần đây, người ta dùng loại bột khoáng đã được gia công trước bằng các chất phụ gia có hoạt tính bề mặt cao và được gọi là bột khoáng được hoạt tính hóa. Để chế tạo loại bột khoáng này người ta dùng nhựa và các chất hoạt tính bề mặt cho đá vôi hayđôlomit trong khi đang nghiền nhỏ thành bột. Tỷ lệ của nhựa và chất hoạt tính bề mặt loại anion thường lấy 1:1 – 1:1,1. tổng số lượng nhựa và chất hoạt tính bề mặt vào khoảng 1,5-2% khối lượng bột khoáng. Dùng loại bột khoáng được hoạt tính hóa này làm tăng cường độ, độ ổn định nước, độ ổn định nhiệt của bê tông atfan. Lượng nhựa cần thiết tốt nhất để chế tạo hỗn hợp bê tông

sẽ giảm xuống đáng kể. Ngoài ra còn có nhiều ưu điểm trong khâu chế tạo bê tông atfan khi dùng bột khoáng được hoạt tính hóa. Nhiệt độ cần thiết của hỗn hợp khi ra khỏi máy trộn chỉ cần 120-140$^0$C, dễ trộn đều, dễ rải, dễ đầm nén. Bột khoáng được hoạt tính hóa không hút nước nên dễ cất giữ và chuyên chở.

- Bột khoáng cần phải khô ráo, tơi, không được vón hòn. Riêng bột khoáng đã được hoạt tính hóa cần phải đồng màu sắc và không hút nước.

- Độ nhỏ: lượng lọt qua sàng:

| | |
|---|---|
| 1,25mm | 100% |
| 0,315mm | ≥ 90% |
| 0,071mm | ≥ 70% |

- Độ rỗng khi lèn chặt với tải trọng 400kg/cm2 đối với tro, bụi xi măng, xỉ không được >45%. Còn đối với loại bột đá đặc chắc thì <=40%.

- Hệ số ưa nước:

$$Ku = \frac{V1}{V2}$$

Trong đó: +V1: thể tích lắng trong nước của 5g bột khoáng.

+V2: thể tích lắng trong dầu của 5g bột khoáng.

- Đối với những hạt <1,25mm, quy định Ku:

+ Nếu Ku>1 thì vật liệu ưa nước và ngược lại

+ Nếu Ku>1 vật liệu ghét. Bột khoáng kỵ nước liên kết tốt với bitum làm tăng cường độ bê tông atfan.

Bảng các chỉ tiêu kỹ thuật của bột khoáng nghiền từ đá cacbonat

*(Bảng III.2)*

| Các chỉ tiêu | Loại bột khoáng | |
|---|---|---|
| | Từ xỉ bazơ, từ đá không phải cacbonat | Phế liệu công nghiệp |
| Thành phần hạt, % khối lượng | | |
| . <1,25mm | 100 | 100 |
| . <0,315mm, không ít hơn | 90 | 55 |
| . <0,071mm, không ítt hơn | 70 | 35 |
| Độ rỗng, % thể tích, không lớn hơn | 35 | 45 |
| Độ nở của hỗn hợp bột khoáng, nhựa, % thể tích, không lớn hơn | 2,5 | 3,0 |
| Hệ số ổn định nước của mẫu chế tạo từ hỗn hợp bột khoáng- nhựa | - | 0,6 |
| Chỉ số về tỷ lượng nhựa của bột khoáng g/100cm3, không lớn hơn | không quy định | 100 |
| Độ ẩm, % khối lượng, không lớn hơn | 1,0 | 2,0 |

Bảng các chỉ tiêu kỹ thuật của bột khoáng nghiền từ đá không phải cacbonat, xỉ, phế liệu công nghiệp.

**8.2.4. Bitum**

- Bitum (nhựa đường đặc) dùng chế tạo hỗn hợp bê tông atfan là sản phẩm thu được từ công nghệ lọc dầu mỏ. Bao gồm các hợp chất hydrocacbon cao phân tử: $C_nH_{2n+2}$, $C_nH_{2n}$, hydrocacbon thơm mạch vòng ($C_nH_{2n-6}$) và một số dị vòng có chứa oxy, nitơ và lưu huỳnh. Ở trạng thái tự nhiên bitum có dạng đặc quánh, màu đen.

- Cacbon có hóa trị 4 tạo nên những liên kết cacbon trong những mạch thẳng, nhánh và mạch vòng. Số lượng các nguyên tử cacbon và kiểu liên kết giữa chúng sẽ quyết định tính chất của chất kết dính.

- Thành phần hóa học của bitum gốc dầu mỏ như sau:

C: 82-88%; S: 0-6%; N: 0,5-1%; H: 8-11%; O: 0-1,5%.

Trong đó các thành phần O, N, S cần thiết để tạo nên những nhóm hoạt tính (nhóm OH, COOH, $NH_2$, SH) có ảnh hưởng lớn đến tính chất của chất kết dính.

- Các tính chất của bitum dùng trong việc chế tạo bê tông atfan.

**** Tính quánh (nhớt)***

- Tính quánh của bitum thay đổi trong phạm vi rộng. Nó ảnh hưởng nhiều đến các tính chất cơ học của hỗn hợp vật liệu khoáng với chất kết dính, đồng thời quyết định công nghệ chế tạo và thi công vật liệu.

- Độ quánh của bitum phụ thuộc vào hàm lượng các nhóm cấu tạo và nhiệt độ của môi trường. Khi hàm lượng gốc chứa gốc COOH tăng lên và hàm lượng nhóm chất dầu (hợp chất có phân tử lượng thấp: 300-600) giảm độ quánh của bitum tăng lên. Khi nhiệt độ môi trường tăng lên nhóm chất nhựa (hợp chất có phân tử lượng cao: 600-900) sẽ bị cháy lỏng, độ quánh của bê tông giảm xuống. Để đánh giá độ quánh của bitum, người ta dùng chỉ tiêu độ cắm sâu của kim (trọng lượng 100g, đường kính 1mm) của dụng cụ tiêu chuẩn của bitum ở nhiệt độ $25^0$C trong 5 giây. Độ kim lún ký hiệu P, đo bằng độ (1 độ bằng 0,1mm). trị số P càng nhỏ, độ quánh của bitum càng cao.

**** Tính dẻo:***

Tính dẻo đặc trưng cho khả năng biến dạng của bitum dưới tác dụng của ngoại lực.

+ Cũng như tính quánh, tính dẻo phụ thuộc vào nhiệt độ và thành phần nhóm. Khi nhiệt độ tăng, tính dẻo tăng và ngược lại khi nhiệt độ giảm tính dẻo cũng giảm nghĩa là bitum trở nên giòn. Trong trường hợp đó có thể tạo ra các vết nứt trong các kết cấu.

+ Tính dẻo của bitum được đánh giá bằng độ kéo dài, ký hiệu L(cm) của mẫu tiêu chuẩn và được xác định bằng dụng cụ đo độ kéo dài.

+ Nhiệt độ thí nghiệm tính dẻo là $25^0$C, tốc độ kéo lún là 5cm/phút. Độ kéo dài càng lớn, độ dẻo càng cao.

**** Tính ổn định nhiệt:***

+ Khi nhiệt độ thay đổi, tính quánh, tính dẻo của bitum thay đổi. Sự thay đổi càng nhỏ, bitum có tính ổn định nhiệt độ càng cao.

+ Tính ổn định nhiệt của bitum phụ thuộc vào thành phần hóa học của nó. Khi hàm lượng nhóm chứa gốc COOH tăng, tính ổn định nhiệt của bitum tăng và ngược lại.

+ Bước chuyển của bitum từ trạng thái rắn sang quánh rồi lỏng và ngược lại xảy ra trong khoáng nhiệt độ nhất định. Do đó tính ổn định nhiệt có thể biểu thị bằng khoảng nhiệt độ đó, xác định theo công thức:

$$T = T_m - T_c$$

Trong đó: . T: khoảng biến đổi nhiệt độ

. $T_m$: nhiệt độ hóa mềm của bitum, là nhiệt độ chuyển bitum từ trạng thái quánh sang trạng thái lỏng.

. $T_c$: nhiệt độ hóa cứng của bitum, là nhiệt độ chuyển bitum từ trạng thái quánh sang trạng thái rắn.

Nếu T càng lớn, tính ổn định nhiệt của bitum càng cao.

+ Trong thực tế xây dựng đường, khi gặp nhiệt độ cao, nếu $T_m$ không thích hợp, bitum có thể bị chảy làm cho mặt đường có dạng làn sóng, dồn đống...

+ Nhiệt độ hóa mềm $T_m$ được xác định bằng dụng cụ ''vòng và bi''

+ Nhiệt độ hóa cứng của bitum có thể xác định bằng dụng cụ đo độ kim lún.

+ Nhiệt độ hóa cứng là nhiệt độ ứng với độ kim lún bằng 1 độ.

**** Tính hóa già của bitum:***

- Do ảnh hưởng của thời tiết mà tính chất và thành phần hóa học của bitum bị thay đổi. Người ta gọi sự thay đổi đó là sự hóa già của bitum. Nguyên nhân là do lượng nhóm chứa gốc COOH tăng lên.

- Quá trình hóa già của bitum sẽ dẫn đến quá trình hóa già của bê tông atfan. Làm xuất hiện các vết nứt trên đường, tăng quá trình quá hoại do ăn mòn.

- Quá trình hóa già của lớp mặt đường có thể chia làm hai giai đoạn: GĐ1 cường độ và tính ổn định biến dạng tăng; GĐ2 bitum bắt đầu già, cấu trúc thay đổi, lớp phủ bị phá hoại. Tuy nhiên sự hóa già thường sau 10 năm mới phát triển cao. Tính hóa già có thể xác định tại hiện trườnghay bằng mẫu thí nghiệm trong các buồng khí hậu nhân tạo.

**** Tính ổn định khi đun:***

- Khi dùng bitum người ta thường đun nóng nó đến $160^0$C trong thời gian dài, do đó các thành phần dầu nhẹ có thể bốc hơi làm thay đổi tính chất của bitum.

- Các loại bitum dầu mỏ sau thí nghiệm nầyphỉ có hao hụt trọng lượng không được lớn hơn 1%, độ kim lún và độ kéo dài thay đổi không được lớn hơn 40% so với trị số ban đầu.

**** Nhiệt độ bốc cháy:***

- Trong khi đun bitum đến nhiệt độ nhất định thì các chất dầu nhẹ bốc cháy. Để xác định nhiệt độ bốc cháy người ta sử dụng dụng cụ thí nghiệm riêng. Trong thí nghiệm khi đun nếu ngọn lửa lan khắp mặt bitum thì nhiệt độ lúc đó được xem như nhiệt độ bốc cháy. Thường nhiệt độ bốc cháy của bitum $<200^0$C. Nhiệt độ này là chỉ tiêu an toàn khi gia công bitum.

**** Tính dính bám của bitum với bề mặt của vật liệu khoáng:***

- Sự liên kết của bitum với bề mặt của vật liệu khoáng có liên quan đến quá trình thay đổi lý hóa khi hai chất tiếp xúc tương tác với nhau. Sự liên kết này đóng

vai trò quan trọng trong việc tạo nên cường độ và tính ổn định với nước với nhiệt độ hỗn hợp bitum và vật liệu khoáng.

- Khi nhào trộn bitum với vật liệu khoáng các hạt khoáng được thấm ướt bằng bitum và tạo thành một lớp hấp thụ. Khi đó các phân tử bitum ở lớp hấp thụ sẽ tương tác với các phân tử của vật khoáng ở lớp bề mặt. Tương tác đó có thể là lý học hay hóa học.

- Liên kết bitum khoáng phụ thuộc chủ yếu vào tính chất của bitum. Bitum có sức căng bề mặt càng lớn, nghĩa là có độ phân cực càng lớn thì liên kết với vật liệu khoáng càng tốt. Bitum chứa càng nhiều nhóm chất nhựa, sự liên kếtcủa nó với vật liệu càng tốt. Các loại đá bazơ liên kết với bitum tốt hơn các loại đá axit do xảy ra liên kết hóa học.

Từ các đặc điểm cấu tạo và tính chất của bitum đã nêu trên ta có các yêu cầu kỹ thuật cần lưu ý khi chọn bitum để chế tạo hỗn hợp bê tông atfan:

+ Bitum dùng làm chất liên kết các cốt liệu trong bê tông nhựa cần có tính dính bám tốt với đá, ổn định với nhiệt độ, không thấm nước, ít chóng hóa già. Bitum càng có hoạt tính và cực tính cao càng dính bám tốt với đá và tính kết dính bên trong giữa các phân tử nhựa càng vững chắc.

+ Tùy theo loại nhựa và vùng khí hậu mà chọn loại nhựa có độ nhớt cho thích hợp. Khi dùng đá có cường độ tương đối thấp và hỗn hợp nhiều hạt nhỏ thì nên dùng nhựa có độ nhớt bé trong giới hạn cho phép. Ở VN là vùng khí hậu nóng, nhiệt độ mặt đường cao nên dùng loại nhựa có độ nhớt lớn.

+ Ngoài nhựa đặc, lỏng chế tạo từ dầu mỏ, có thể dùng loại nhựa đặc pha với các dung môi (ligroin, dầu hỏa, mazut, dầu cháy diezen) hoặc pha với hắc ín loại lỏng. Các dung môi nhẹ pha với nhựa đặc sẽ cho nhựa lỏng có thời gian đông đặc vừa, các dung môi loãng pha với nhựa đặc sẽ cho nhựa lỏng có thời gian đông đặc chậm..

+ Để nâng cao các chỉ tiêu cơ lý hóa của nhựa, nhất là tính dính bám với đá nên dùng các chất phụ gia có hoạt tính bề mặt để cải thiện nhựa. Bê tông atfan chế tạo bằng bitum được cải thiện bằng các chất phụ gia có hoạt tính bề mặt có lực bám dính cao, dễ rải, dễ đầm nén và nhiệt độ chế tạo yêu cầu thấp hơn 20-30$^0$C so với loại thông thường. Các loại phụ gia thường dùng để trộn vào bitum là loại phụ gia anion.

**8.2.5. Chất phụ gia hoạt tính bề mặt**

- Ngoài các vật liệu chủ yếu chế tạo bê tông atfan như: đá, cát, bột khoáng, bitum. Trong bê tông atfan có nhiều trường hợp phải sử dụng thêm các chất phụ gia hoạt tính bề mặt hoặc các chất kích động để cải thiện tính chất của vật liệu và nâng cao chất lượng của bê tông atfan.

- Các tính chất chủ yếu của phụ gia hoạt tính bề mặt:

+ Nâng cao tính dính bám của nhựa với bề mặt khô, ẩm của vật liệu khoáng chất trong bê tông atfan.

+ Nâng cao năng suất máy trộn, chất lượng bê tông atfan, giảm nhiệt độ cần thiết rang vật liệu khoáng vật, màng nhựa bọc viên đá đều hơn, giảm thời gian trộn.

+ Dễ vận chuyển, rải, lu lèn.

+ Nâng cao tính hấp thụ bề mặt của vật liệu khoáng vật.

+ Làm mặt đường bê tông atfan khi dùng bitum có độ nhớt thấp nhanh hình thành và giảm cường độ hóa già của bitum có độ nhớt cao.

- Các chất phụ gia hoạt tính bề mặt thường là loại hợp chất hữu cơ, gồm từ gốc hydrocacbon mạch dài và nhóm có cực.

- Phụ gia hoạt tính bề mặt dùng là anion và cation.

- Các chất kích động bề mặt vật liệu khoáng thường dùng là vôi, xi măng. Các chất này thường dùng để gia công trước bề mặt của vật liệu khoáng chất thuộc loại axit hoặc để cải thiệnquy trình chế tạo hỗn hợp bê tông atfan khi vật liệu còn ẩm. Độ ẩm của đá cho phép khi sử dụng chất kích động cho bề mặt là 1,5%.

**8.3. Lựa chọn thành phần vật liệu khoáng để chế tạo bê tông atphan**

Vật liệu sử dụng phải phù hợp với loại, dạng bêtông và đạt các yêu cầu về tính chất cơ học, tính ổn định nhiệt và tính chống ăn mòn, đồng thời phải phù hợp với yêu cầu của quy phạm.

Hỗn hợp vật liệu khoáng được lựa chọn sao cho đảm bảo được độ đặc hợp lý.

Thành phần cấp phối hạt theo quy phạm được giới thiệu trên hình 14-3, 14-4 và bảng 14-4, 14-5.

Thành phần vật liệu khoáng trong bê tông atphan thông thường gồm 3 loại : đá dăm, cát, bột khoáng với tỉ lệ là Đ, C, B%.

**8.4. Công nghệ chế tạo bêtông atfan**

Công nghệ chế tạo bê tông atfan hoàn toàn phù hợp với các nguyên tắc của công nghệ lý thuyết để cố kết vật liệu nhân tạo. Tuy nhiên công nghệ này có một số điểm đặc biệt khác nhau khi chế tạo cá dạng bê tông atfan khác nhau.

Trong giai đoạn chuẩn bị, nguyên liệu đá dăm (sỏi), cát cần được sấy khô và nung đến nhiệt độ phù hợp với độ nhớt của bitum. Bitum cần phải đun đến nhiệt độ thi công. Nhiệt độ đun nóng bitum từ 140-200$^0$C tùy theo độ quánh của bitum và loại bê tông atfan.

Trộn vật liệu khoáng với bitum có ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng của bê tông. Việc trộn bê tông atfan được tiến hành theo 2 giai đoạn:

+ *Giai đoạn 1 (trộn khô)*: Đá dăm nóng, cát nóng được trộn với bột khoáng (không nung nóng). Các hạt bột khoáng sẽ bọc bề mặt cát, đá để tăng độ hoạt tính bề mặt cho cốt liệu .

+ *Giai đoạn 2*: Trộn hỗn hợp khoáng với bitum đến nhiệt độ thi công trong thời gian quy định, với máy trọn tự do – khoảng 450 – 500 gy; máy trộn cưỡng bức – khoảng 50 – 150 gy tùy theo bề mặt của bê tông atfan.

Vận chuyển và rải bê tông atfan tại nơi công tác. Yêu cầu nhiệt độ bê tông atfan phải đảm bảp đạt nhiệt độ thi công khi bắt đầu rải và đầm chắc.

Để đảm bảo chất lượng lớp phủ mặt đường cần chế tạo bê tông ở những xưởng bê tông atfan cố định.

Chương 6 :

## VỮA XÂY DỰNG

1. Khái niệm chung :

Vữa xây dựng là một loại đá nhân tạo, do sự cứng hóa của hỗn hợp bao gồm chất kết dính, nước, cốt liệu nhỏ và phụ gia.

Đặc điểm của vữa : chỉ có cốt liệu nhỏ, lượng nước nhào trộn lớn hơn so với bê tông (khi xây, trát, dàn thành lớp mỏng, diện tích tiếp xúc với nền xây, mặt trát với không khí lớn nên nước dễ bị mất đi).

Phân loại vữa :

- Theo chất kết dính :
    - Vữa xi măng dùng xi măng Portland
    - Vữa vôi dùng vôi thường và vôi thủy
    - Vữa tam hợp dùng cả hồ vôi và xi măng
- Theo tính chất sử dụng :
    - Vữa xây dùng để xây
    - Vữa trát dùng để trát, hoàn thiện bề mặt khối xây
    - Vữa đặc biệt, vữa chèn mối nối các chi tiết trong quá trình lắp ghép nhà và công trình

2. Nguyên vật liệu chế tạo vữa :

2.1 Chất kết dính :

Thường dùng chất kết dính vô cơ : xi măng Portland, xi măng Portland hỗn hợp, xi măng Portland puzolan ...chọn chất kết dính phải đảm bảo vữa có cường độ, xi măng có mác lớn hơn 3-4 lần mác vữa.

Nếu sử dụng vôi rắn trong không khí dùng ở dạng vôi nhuyễn.

2.2 Cát :

Cát tạo nên bộ khung xương cứng trong vữa làm vữa bớt co. Chất lượng cát cũng ảnh hưởng đến cường độ vữa. Cần phải chú ý đến lượng tạp chất trong cát (bụi bùn sét không quá 20%)

3. Tính chất của hỗn hợp vữa và vữa :

3.1 Độ dẻo của hỗn hợp vữa :

Là tính chất quan trọng đảm bảo năng suất và chất lượng của khối xây. Độ dẻo được đánh giá bằng độ cắm sâu vào vữa của một quả chày kim loại.

Độ dẻo của vữa cũng như bê tông phụ thuộc vào nhiều yếu tố (lượng nước nhào trộn, độ lớn hình dạng cát, mức độ trộn, lượng chất kết dính).

3.2 Tính giữ nước :

Vữa phải có tính giữ nước tốt để đảm bảo đủ nước cho chất kết dính thủy hóa và rắn chắc, ít bị mất nước do nền hút, bay hơi do tách nước trong quá trình vận chuyển. Tính giữ nước được biểu thị bằng độ phân tầng.

3.3 Cường độ của vữa :

Cường độ của vữa được xác định bằng cường độ của mẫu vữa hình khối, cạnh 7.07cm.

Cường độ vữa xi măng ở tuổi 28 ngày trên nền không hút nước phụ thuộc vào cường độ xi măng, vào tỉ lệ N/X :

Xác định theo công thức N.A Pôpov :

$$R_{28} = 0.4R_X (X/N - 0.3)$$

Cường độ vữ xi măng trên nền xốp hút nước (gạch) chỉ phụ thuộc vào lượng dùng xi măng, không phụ thuộc vào X/N vì lượng nước sau khi bị nền hút còn lại hầu như bằng nhau :

$$R_{28} = kR_X (X - 0.05) + 4$$

k hệ số phụ thuộc chất lượng cát

mác xi măng xác định theo phương pháp dẻo k = 2.2 (cát lớn); k = 1.8 (cát trung); k = 1.4 (cát nhỏ).

# BÀI GIẢNG

## BÊ TÔNG VÀ TRẠM TRỘN BÊ TÔNG

# PHẦN I:

# TỔNG QUAN VỀ BÊ TÔNG VÀ TRẠM TRỘN BÊ TÔNG

# CHƯƠNG 1:

# GIỚI THIỆU VỀ BÊ TÔNG VÀ TRẠM TRỘN BÊ TÔNG

## 1.1 Khái niệm chung về bê tông.

Trong lãnh vực xây dựng, bê tông là một nguyên vật liệu vô cùng quan trọng, thông qua chất lượng bê tông cơ thể đánh giá chất lượng của toàn bộ công trình. Chất lượng bê tông phụ thuộc vào các thành phần như: cát, đá, nước, xi măng…

Bê tông là một hỗn hợp được tạo thành từ cát, đá, xi măng, nước… Trong đó cát và đá chiếm 80% - 85%, xi măng chiếm 8% - 15%, còn lại là khối lượng của nước, ngoài ra còn có chất phụ gia thêm vào để đáp ứng yêu cầu cần thiết. Có nhiều loại bê tông tùy thuộc vào thành phần của hỗn hợp trên. Mỗi thành phần cát, đá, xi măng … khác nhau sẽ tạo thành nhiều Mác bê tông khác nhau.

## 1.2 Các thành phần cấu tạo bê tông.

### 1.2.1 Xi măng.

Việc lựa chon xi măng là đặc biệt quan trọng trong việc sản xuất ra bê tông, có nhiều loại xi măng khác nhau, xi măng mác càng cao thì khả năng kết dính càng tốt và làm chất lượng thiết kế bê tông tăng lên tuy nhiên giá thành của xi măng mác cao là rất lớn. Vì vậy khi thiết kế bê tông vừa phải đảm bảo chất đúng yêu cầu kĩ thuật và giải quyết tốt bài toán kinh tế.

### 1.2.2 Cát.

Cát dùng trong sản xuất bê tông có thể là cát thiên nhiên hay cát nhân tạo, kích thước hạt cát là từ 0.4 – 5 mm. Chất lượng cát phụ thuộc vào thành phần khoáng, thành phần tạp chất, thành phần hạt… Trong thành phần của bê tông cát chiếm khoảng 29%.S

### 1.2.3 Đá dăm.

Đá dăm có nhiều loại tùy thuộc vào kích cỡ của đá, do đó tùy thuộc vào kích cỡ của bê tông mà ta chọn kích thước đá phù hợp. Trong thành phần bê tông đã dăm chiếm khoảng 52%.

### 1.2.4 Nước.

Nước dùng trong sản xuất bê tông phải đáp ứng đủ tiêu chuẩn để không ảnh hưởng xấu đến khả năng ninh kết của bê tông và chống ăn mòn kim loại.

### 1.2.5 Chất phụ gia.

Phụ gia sử dụng có dạng bột, thường có hai loại phụ gia:

- Loại phụ gia hoạt động bề mặt:

Loại phụ gia hoạt động bề mặt này mặc dù được sử dụng một lượng nhỏ nhưng có khả năng cải thiện đáng kể tính chất của hỗn hợp bê tông và tăng cường nhiều tính chất khác của bê tông.

- Loại phụ gia rắn nhanh:

Loại phụ gia rắn nhanh này có khả năng rút ngắn quá trình rắn chắc của bê tông trong điều kiện tự nhiên cũng như nâng cao cường độ bê tông. Hiện nay trong công nghệ sản xuất bê tông người ta còn sử dụng phụ gia đa chức năng.

### 1.2.6 Ví dụ về tỷ lệ pha trộn các thành phần trong bê tông.

Tính cho 1 $m^3$ bê tông

| Thành phần | Đơn vị | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mac bê tông | | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Xi măng | Kg | 225.2 | 268.7 | 325.2 | 368.8 | 410.1 |
| Cát | Kg | 820.8 | 792.3 | 782.8 | 769.5 | 756.2 |
| Đá | Kg | 1668.2 | 1639.7 | 1628.3 | 1580.8 | 1571.3 |
| Nước | Lít | 146.4 | 174.7 | 208.2 | 228.7 | 246.1 |

Bảng 1.1 Tỷ lệ pha trộn bê tông với xi măng P400.

## 1.3 Một số tính chất đặc thù của bê tông.

### 1.3.1 Cường độ của bê tông.

Cường độ của bê tông là độ cứng rắn của bê tông chống lại các lực từ ngoài mà không bị phá hoại.

Cường độ của bê tông phản ánh khả năng chịu lực của nó. Cường độ của bê tông phụ thuộc vào tính chất của xi măng, tỷ lệ nước và xi măng, phương pháp đổ bê tông và điều kiện đông cứng.

Đặc trưng cơ bản của cường độ bê tông là "mác" hay còn gọi là "số liệu".

Mác bê tông ký hiệu M, là cường độ chịu nén tính theo ($N/cm^2$) của mẫu bê tông tiêu chuẩn hình khối lập phương, kích thước cạnh 15cm, tuổi 28 ngày được dưỡng hộ và thí nghiệm theo điều kiện tiêu chuẩn ($t^0$ $20\pm2^0C$), độ ẩm không khí W 90÷100%. Mác M là chỉ tiêu cơ bản nhất đối với mọi loại bê tông và mọi kết cấu. Tiêu chuẩn nhà nước quy định bê tông có các mác thiết kế sau:

- Bê tông nặng: M100, M150, M200, M250, M300, M350, M400, M500, M600. Bê tông nặng có khối lượng riêng khoảng 1800 ÷2500$kg/m^3$ cốt liệu sỏi đá đặc chắc.

- Bê tông nhẹ: M50, M75, M100, M150, M200, M250, M300 bê tông nhẹ có khối lượng riêng trong khoảng 800 ÷1800kg/$m^3$, cốt liệu là các loại đá có lỗ rỗng, keramzit, xỉ quặng...

Trong kết cấu bê tông cốt thép chịu lực phải dùng mác không thấp hơn M150. Cường độ của bê tông tăng theo thời gian, đây là một tính chất đáng quý của bê tông, đảm bảo cho công trình làm bằng bê tông bền lâu hơn những công trình làm bằng gạch, đá, gỗ, thép. Lúc đầu cường độ bê tông tăng lên rất nhanh, sau đó tốc độ giảm dần.Trong môi trường (nhiệt độ, độ ẩm) thuận lợi sự tăng cường độ có thể kéo dài trong nhiều năm, trong điều kiện khô hanh hoặc nhiệt độ thấp thì cường độ bê tông tăng không đáng kể.

### 1.3.2 Tính co nở của bê tông.

Trong quá trình rắn chắc, bê tông thường phát sinh biến dạng thể tích, nở ra trong nước và co lại trong không khí. Về giá trị tuyệt đối độ co lớn hơn độ nở 10 lần một giới hạn nào đó, độ nở có thể làm tốt hơn cấu trúc của bê tông còn hiện tượng co ngót luôn kéo theo hậu quả xấu.

Bê tông bị co ngót do nhiều nguyên nhân: trước hết là sự mất nước hoặc xi măng, quá trình Cacbon hoá Hyđroxit trong đá xi măng. Hiện tượng giảm thể tích tuyệt đối của hệ xi măng - nước. Co ngót là nguyên nhân gây ra nứt, giảm cường độ, chống thấm và để ổn định của bê tông, và bê tông cốt thép trong môi trường xâm thực. Vì vậy đối với những công trình có chiều dài lớn, để tránh nứt người ta đã phân đoạn để tạo thành các khe co dãn.

### 1.3.3 Tính chống thấm của bê tông.

Tính chống thấm của bê tông đặc trưng bởi độ thẩm thấu của nước qua kết cấu bê tông. Độ chặt của bê tông ảnh hưởng quyết định đến tính chống thấm của nó. Để tăng cường tính chống thấm phải nâng cao độ chặt của bê tông bằng cách đầm kỹ, lựa chọn tốt thành phần cấp phối hạt của cốt liệu, giảm tỷ lệ nước, xi măng ở vị trí số tối thiểu. Ngoài ra để tăng tính chống thấm người ta còn trộn bê tông một số chất phụ gia.

### 1.3.4 Quá trình đông cứng của bê tông và biện pháp bảo quản.

Quá trình đông cứng của bê tông phụ thuộc vào quá trình đông cứng của xi măng thời gian đông kết bắt đầu không sớm hơn 45 phút… Vì vậy sau khi trộn bê tông xong cần phải đổ ngay để tranh hiện tượng vữa xi măng bị đông cứng trước khi đổ thời gian từ lúc bê tông ra khỏi máy trộn đến lúc đổ xong 1 lớp bê tông (không có tính phụ gia) không quá 90' khi dùng xi măng poocläng không quá 110', khi dùng xi măng poocläng xỉ, tro núi lửa, xi măng pulơlan. Thời gian vận chuyển bê tông (kể từ lúc đổ bê tông ra khỏi máy trộn) đến lúc đổ vào khuôn và không nên lâu quá làm cho vữa bê tông bị phân tầng.

Thời gian vận chuyển cho phép của bê tông (không có phụ gia).

| Nhiệt độ ($^0$C) | Thời gian vận chuyển (phút) |
|---|---|
| 20-30 | 45 |
| 10-20 | 60 |
| 5-10 | 90 |

Bảng 1.2 Thời gian vận chuyển cho phép của bê tông

## 1.4 Giới thiệu về trạm trộn bê tông.

### 1.4.1 Trạm trộn bê tông nhựa nóng (Asphalts).

Bê tông nhựa nóng là hỗn hợp bao bồm: nhựa đường (hắc ín), đá, chất phụ gia… tạo thành, nó được ứng dụng phổ biến trong xây dựng đường xá, các công trình giao thông, cầu, cảng… được rải lên bề mặt.

Hình 2.1: Trạm trộn bê tông nhựa nóng.

Trạm trộn bê tông nhựa nóng có cấu tạo gọn, không chiếm nhiều diện tích lắp đặt như trạm trộn bê tông tươi, tuy nhiên nó có cấu tạo phức tạp hơn rất nhiều.

Khác với trạm trộn bê tông tươi, hiện nay trong nước có rất ít công ty có khả năng sản xuất trực tiếp hoàn toàn một trạm trộn bê tông nhựa nóng.

Các trạm nhựa nóng hiện nay chủ yếu được nhập từ nước ngoài, chủ yếu là của Hàn Quốc như Dongsung được phân phối bởi một số công ty như Pesco….

Giá thành nhập của một trạm nhựa nóng hiện nay là rất cao, vì vậy chi phí đầu tư là rất lớn, chỉ những công trình cần đầu tư hàng chục ngàn tấn bê tông nhựa nóng trở lên mới nên đầu tư dây chuyền này. Còn biện pháp phổ biển cho công trình cần ít lượng bê tông nhựa nóng là mua bê tông thương phẩm của các công ty chuyên cung cấp bê tông này.

### 1.4.2 Trạm trộn bê tông xi măng tự động.

Công nghiệp hóa, hiện đại hóa đang làm thay đổi diện mạo đất nước ta hàng ngày, và trạm trộn bê tông xi măng đóng vai trò hết sức quan trọng, vì nó cung cấp bê tông cho hầu hết các công trình trọng điểm.

Dưới đây là một số hình ảnh về một số dạng trạm trộn bê tông xi măng đang có trên thị trường:

Trạm trộn bê tông xi măng cấp liệu băng tải, loại này được dùng phổ biến hiện nay, tuy nhiên ở những nơi có diện tích lắp đặt hẹp, thì không sử dụng được.

Và tại những nơi có diện tích lắp đặt hẹp, người ta sử dụng trạm trộn bê tông dùng tời kéo skip chứa vật liệu lên thùng trộn bê tông, đây cũng là một loại dùng phổ biến hiện nay.

Hình 2.2: Trạm trộn bê tông xi măng cấp liệu bằng tời kéo.

Hình 2.3: trạm trộn bê tông xi măng cấp liệu băng tải.

# CHƯƠNG II

# KHÁI QUÁT VỀ TRẠM TRỘN BÊ TÔNG XI MĂNG

## 2.1 Giới thiệu chung.

Trạm trộn bê tông xi măng là một tổng thành nhiều cụm và thiết bị, các cụm thiết bị này phải phối hợp nhịp nhàng với nhau để hoà trộn các thành phần: cát, đá, nước, phụ gia và xi măng tạo thành hỗn hợp bê tông xi măng

* Các yêu cầu chung về trạm trộn

- Đảm bảo trộn & cung cấp được nhiều mác bê tông với thời gian điều chỉnh nhỏ nhất

- Cho phép sản xuất được sản xuất được hai loại hỗn hợp bê tông khô hoặc ướt

- Hỗn hợp bê tông không bị tách nước hay bị phân tầng khi vận chuyển

- Trạm làm việc êm không ồn, không gây ô nhiễm môi trường

- Lắp dựng sữa chữa đơn giản

- Có thể làm việc ở hai chế độ là tự động hoặc bằng tay

## 2.2 Các loại thiết bị trong trạm trộn bê tông xi măng tự động.

Ở trạm trộn bê tông hiện đại bao gồm các cụm, thiết bị chính như sau:

- Cụm cấp liệu

- Thiết bị định lượng (cát, đá, xi măng, nước và phụ gia)

- Hệ thống điều khiển

- Thiết bị trộn- máy trộn

- Kết cấu thép

### *2.2.1 Cụm cấp liệu.*

#### *2.2.1.1 Cấp cát đá lên thùng trộn bê tông*:

Việc cấp cát, đá cho trạm trộn có nhiều phương án khác nhau song tham khảo thực tế ta có hai phương án sau:

**a. Cấp liệu kiểu gầu cào-skíp**

- Nguyên lý: vật liệu đá, cát được t ập kết ngoài bãi ơ các ngăn riêng biệt, sau đó được gầu cào đổ vào thiết bị định lượng , sau khi được định lượng vật liệu được xả vào skíp, từ skíp vật liệu đổ vào thùng trộn

- Ưu-Nhược điểm của phương pháp này:

+ Ưu điểm:

- Cấp liệu trực tiếp từ bãi chứa mà không qua thiết bị vận chuyển trung gian
- Diện tích mặt bằng cho toàn trạm không cần lớn lắm

+ Nhược điểm:

- Vật liệu ở bãi chứa phải được vun cao cho đủ lượng dự trữ
- Việc cấp liệu cho máy trộn không liên tục
- Bãi chứa phải có vách ngăn phân chia vật liệu

- Với phương án này chỉ áp dụng cho trạm trộn có năng suất thấp.

**b. Cấp liệu kiểu boongke - băng tải**

- Nguyên lý: vật liệu (cát, đá) đực tập kết ngoài bãi sau đó được máy xúc gầu lật đổ vào bunke, thiết bị định lượng. Sau khi được định lượng đúng yêu cầu thì băng tải vận chuyển đổ vào thùng trộn

- Ưu - Nhược điểm:

+ Ưu điểm:

- Cấp liệu cho máy trộn được liên tục
- Vật liệu ở bãi chứa không cần phải vun caovà không cần phải có tấm phân cách vật liệu

+ Nhược điểm:

- Việc cấp liệu cho bunke phải có thiết bị chuyện dùng
- Khoảng cách giữa bunke và thùng trộn tương đối lớn dẫn đến khả năng tiếp xúc của vật liệu với môi trường nhiều, sẽ gậy ô nhiễm môi trường nếu không được che chắn ky

- Phương án này áp dụng cho các trạm trộn có năng suất lớn

#### *2.2.1.2 Cấp xi măng.*

**a. Dùng băng gầu tải:**

- Nguyên lý: xi măng từ bao bì nhỏ đổ vào phễu được băng gầu vận chuyển đổ vào xiclô nhỏ vào thiết bị định lượng, sau đó được xả vào thùng trộn.

- Ưu - Nhược điểm:

+ Ưu điểm:

- Có thể cấp xi măng cho trạm với khối lượng nhỏ
- Kết cấu đơn giản , giá thành hạ

+ Nhược điểm:

- Do cấp xi măng từ bao bì nên gây ô nhiễm
- Năng suất vận chuyển thấp không thích hợp với trạm trộn có năng suất cao

**b. Dùng xiclô:**

- Nguyên lý: xi măng rời từ xi téc được vận chuyển bằng khí nén vào xiclô sau đó được vít tải vận chuyển đổ vào thiết bị định lượng trước khi vào thùgn trôn

- Ưu - Nhược điểm:

+ Ưu điểm:

- Không gây ô nhiễm môi trường
- Tiết kiệm được chi phí vận chuyển do nạp xi măng với khối lượng lớn

+ Nhược điểm:

- Khi cần nạp liệu với khối lượng nhỏ không thuận lợi
- Kết cấu phức tạp, giá thành đắt

- Phương pháp này được dùng phổ biến ở các trạm trộn bê tông

### *2.2.2 Cấp nước và cấp phụ gia.*

Việc cấp nước và phụ gia hầu như điều dựa trên phương pháp cấp nước từ bồn chứa: nước từ bồn chứa theo đường ống xả xuống thiết bị định lượng và vào buồng trộn

### *2.2.3 Thiết bị định lượng.*

#### *2.2.3.1 Thiết bị định lượng kiểu thể tích.*

- Nguyên lý: vật liệu được xả vào trong thùng chứa có thể tích phù hợp với thể tích vật liệu cho một mẻ trộn

- Ưu - Nhược điểm:

+ Ưu điểm: kết cấu đơn giản, gía thành hạ

+ Nhược điểm: định lượng thành phần cốt liệu thiếu chính xác dẫn đến chất lượng bê tông không được đảm bảo

- Định lượng theo thể tích thường dùng để định lượng nước & phụ gia hoặc dùng để định lượng vật liệu ở các trạm trộn bê tông nhỏ lẻ, nhưng hiện nay ít sử dụng

#### *2.2.3.2 Thiết bị định lượng kiểu khối lượng.*

Phương pháp này có sự kết hợp giữa cơ và điện nên độ chính xác cao

- Nguyên lý: vật liệu được xả vào bàn cân, trên bàn cân có gắn thiết bị cảm biến, tín hiệu nhận từ cảm biến được xử lý bởi máy tính sau đó kết quả được hiển thị trên bộ chỉ thị

Ở đây cát đá được định lượng theo kiểu cộng dồn, còn nước, phụ gia và xi măng được định lượng độc lập

- Ưu - Nhược điểm:

+ Ưu điểm: định lượng vật liệu có độ chính xác cao; có thể cộng dồn nhiều loại vật liệu trong một mẻ

+ Nhược điểm: kết cấu phức tạp, giá tành đắt

- Hiện nay người ta dùng phương pháp định lượng kiểu khối lượng là chủ yếu

### *2.2.4 Hệ thống điều khiển*

Hệ thống điều khiển dùng ở trạm trộn chủ yếu dùng để điều khiển động cơ điện, điều khiển đóng mở cửa xả liệu ở bunke, thùng trộn….. Nói chung trên trạm trộn bao gồm các hệ thống điều khiển sau:

#### *2.2.4.1 Hệ thống điều khiển kiểu truyền động điện:*

Chủ yếu dùng để điều chỉnh tốc độ, đóng mở các động cơ điện

#### *2.2.4.2 Hệ thống điều khiển kiểu truyền động thuỷ lực.*

Chủ yếu dùng để đóng, mở cơ cấu chấp hành như cửa xả thùng trộn hay bunke

- Nguyên lý: việc đóng mở cơ cấu chấp hành được thực hiện nhờ áp lực của dòng chất lỏng

- Ưu - Nhược điểm:

+Ưu điểm:

- Có khả năng truyền lực lớn và đi xa
- Truyền động êm dịu
- Do lực tác động lớn nên khắc phục được hiện tượng kẹt vạt liệu tại cửa xả
- Tuổi thọ của hệ thống cao do được bôi trơn tốt

+ Nhược điểm:

- Khó làm kín khít đường ống nên có hiện tượng rò rỉ chất công tác vào vật liệu làm giảm chất lượng bê tông
- Các bộ phận của thiết bị thườgn đắt tiền

***2.2.4.3*** *Hệ thống điều khiển kiểu truyền động khí nén.*

- Nguyên lý: việc đóng mở cơ cấu chấp hành được tiến hành nhờ áp lực của dòng khí nén

- Ưu - Nhược điểm:

+ Ưu điểm:

- Khoảng cách truyền động tương đối xa
- Chất công tác là không khí có sẵn trong thiên nhiên
- Bộ truyền động sạch không ảnh hưởng đến chất lượng bê tông
- Tác động nhanh

- Giá thành hạ

+ Nhược điểm:

- Áp lực truyền nhỏ
- Đòi hỏi an toàn về chống nổ bình khí khắt khe
- Lực va đập lớn

### *2.2.5 Thiết bị trộn- Máy trộn.*

Dùng để trộn cát, đá, xi măng, phụ gia và nước tạo thành hỗn hợp bê tông có 2 loại máy trộn được dùng chủ yếu hiện nay:

#### **2.2.5.1 Máy *trộn cưỡng bức hoạt động chu kỳ.***

- Cấu tạo: thùng trộn có dạng trụ đứng, động cơ điện bố trí phía trên thùng trộn liên kết với trục trộn qua hợp giảm tốc. Các cánh trộn bố trí phía trên trục trộn và quay tròn còn thùng trộn đúng yên

Cửa nạp liệu bố trí phía trên nắp thùng trộn cửa xả liệu ở đáy thùng trộn.

- Phạm vi ứng dụng : loại này được dùng để trộn bê tông cho các xưởng bê tông đúc sẵn hoặc trộn bê tông cho các công trình đòi hỏi chất luợng cao, quá trình trộn đều đồng thời tiết kiệm được khoang 20%-30% xi măng

#### *2.2.5.2 Máy trộn cưỡng bức liên tục.*

- Cấu tạo: thùng trộn có dạng trụ ngang, quá trình trộn được thực hiện nhờ hai trục trộn ăn khớp với nhau nhờ cặp bánh răng ăn khớp, chiều dài thùng trộn được đảm bảo sao cho thời gian cốt liệu đi từ cửa nạp đến cửa xả đúng bằng thời gian trộn

- Phạm vi ứng dụng: trộn bê tông cho các công trình xây dựng đòi hỏi khối lượng bê tông lớn chất lươ bê tông cao và trôn bê tông liên tục

### *2.2.6 Kết cấu thép.*

- Dùng để đỡ toàn bộ các cụm thiết bị thuộc trạm như: Thiết bị định lượng, bunke phụ, máy trộn, băng tải, cabin điều khiển (nếu có)...v.v…Ngoài ra còn có kết cấu thép đỡ xiclô, kết cấu thép đỡ bunke chính, cầu thang lên xuống và lan can.

- Tùy theo khả năng công nghệ của từng nhà cung cấp mà thép sử dụng cũng không giống nhau, tuy nhiên vấn đề đảm bảo chất lượng và an toàn luôn được tuân thủ.

### 2.2.7 Một số cụm thiết bị khác.

#### 2.2.7.1 Cụm chứa nước.

Thường thì trong mỗi trạm trộn bê tông xi măng đều có một bể chứa nước chính, và một bể nước dự phòng có thể tích nhỏ hơn rất nhiều.

Bể nước chính có thể được làm bằng thép hoặc bê tông, nên có thể thích từ $5m^3$ trở lên tùy theo năng suất của trạm đó lớn hay nhỏ.

Bể nước dự phòng được sử dụng trong trường hợp, không thể cấp nước được từ bể nước chính, và nó có thể tích khoảng hơn $0.5m^3$ trở lên tùy theo trạm.

#### 2.2.7.2 Cụm boongke chứa liệu.

Thường là các phễu có nhiều ngăn tùy theo năng suất của trạm và yêu cầu sử dụng của nhà đầu tư mà thể tích của phễu này sẽ lớn hoặc nhỏ. Mỗi phễu thường có 3 khoang trong đó có hai khoang chứa đá và khoang còn lại chứa cát.

Nhận xét luận văn:

Trạm trộn bê tông là một thiết bị máy xây dựng không thể thiếu hiện nay, và trong tương lai vẫn chưa có một thiết bị nào khác có thể thay thế được nó.

Do vậy em tin rằng việc chọn đề tài này là rất hữu ích trong vấn đề công nghệ và khả năng cung ứng bê tông chất lượng cao ngày càng tốt hơn.

# PHẦN II:

# LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN VÀ THIẾT KẾ MỘT SỐ CỤM CHI TIẾT CỦA TRẠM TRỘN BÊ TÔNG XI MĂNG

Ở đây do thời gian hạn chế và không có nhiều cơ sở để tính toán nên luận văn này của em chủ yếu đi sâu vào phân tích các cụm và đưa ra các phương án cho nhiều cụm đó.

Cơ sở tính toán dựa trên khảo sát thực tế các trạm trộn bê tông 60$m^3$/h của **công ty Cổ phần Công Nghệ Cao - Hitechco** và các số liệu được đo trực tiếp tại nhà máy và công trường lắp đặt trạm

# CHƯƠNG 3: LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ

## 3.1 Lựa chọn nguyên lý thiết kế.

### 3.1.1 Nguyên lý 1:

Sơ đồ nguyên lý. Xem hình dưới.

### 3.1.2 Ưu nhược điểm:

**Ưu điểm.**

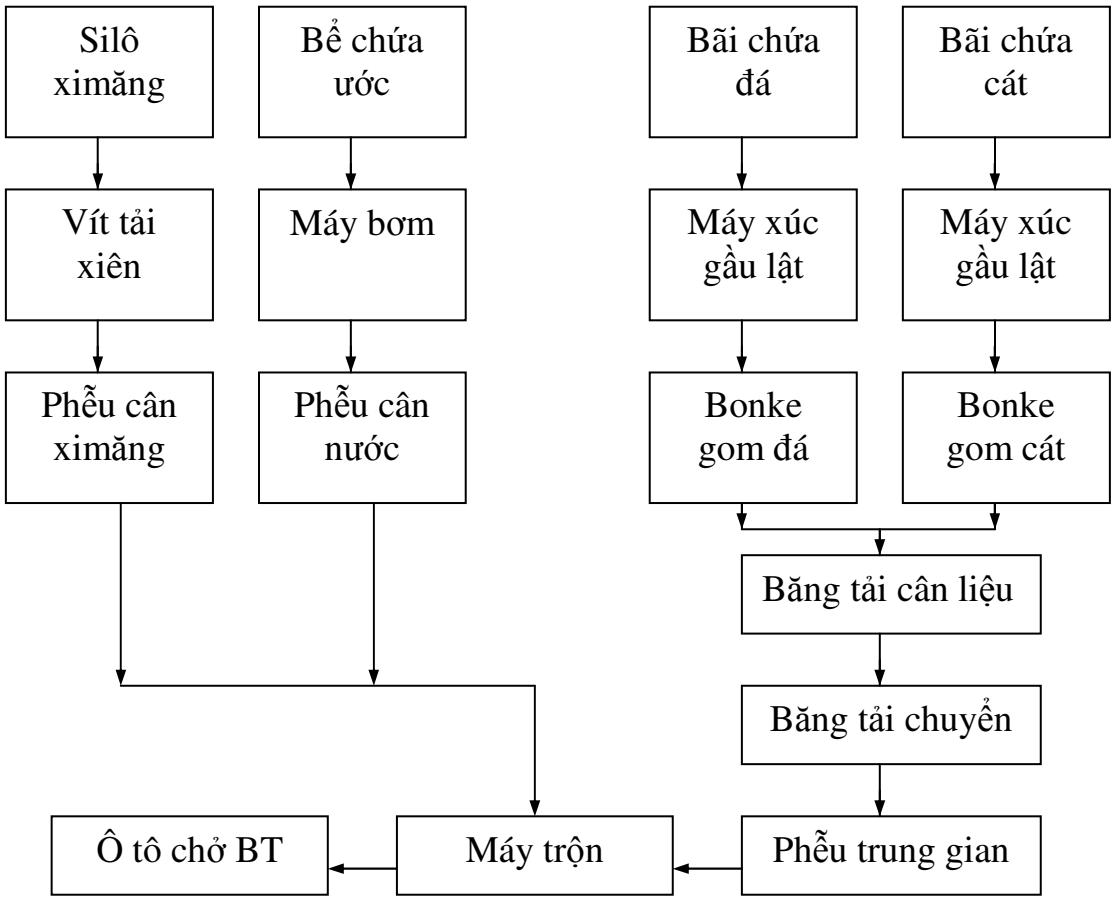
+ Dùng vít tải cấp xi măng, đây là một tron những phương pháp mang lại sự ổn định cao và ít ảnh hưởng đến môi trường.

+ Được dùng phổ biến trong các công ty sản xuất bê tông thương phẩm, nhờ hệ thống cấp liệu băng tải, nhờ băng tải mà vật liệu được vận chuyển liên tục và giảm tiếng ồn.

+ Dùng trong các trạm có năng suất lớn, đòi hỏi lượng bê tông nhiều.

+ Ngày nay, mọi người đang có xu hướng sử dụng phương án này để thiết kế trạm trộn, nhờ có tính thẩm mỹ cao, và khả năng đáp ứng năng suất cao của nó.

+ Sử dụng silô để chứ xi măng, vừa đáp ứng được nhu cầu xi măng trong nhiều giờ hoạt động liền, và không gây ô nhiễm môi trường.




Hình 3.1: Sơ đồ 1

**Nhược điểm**

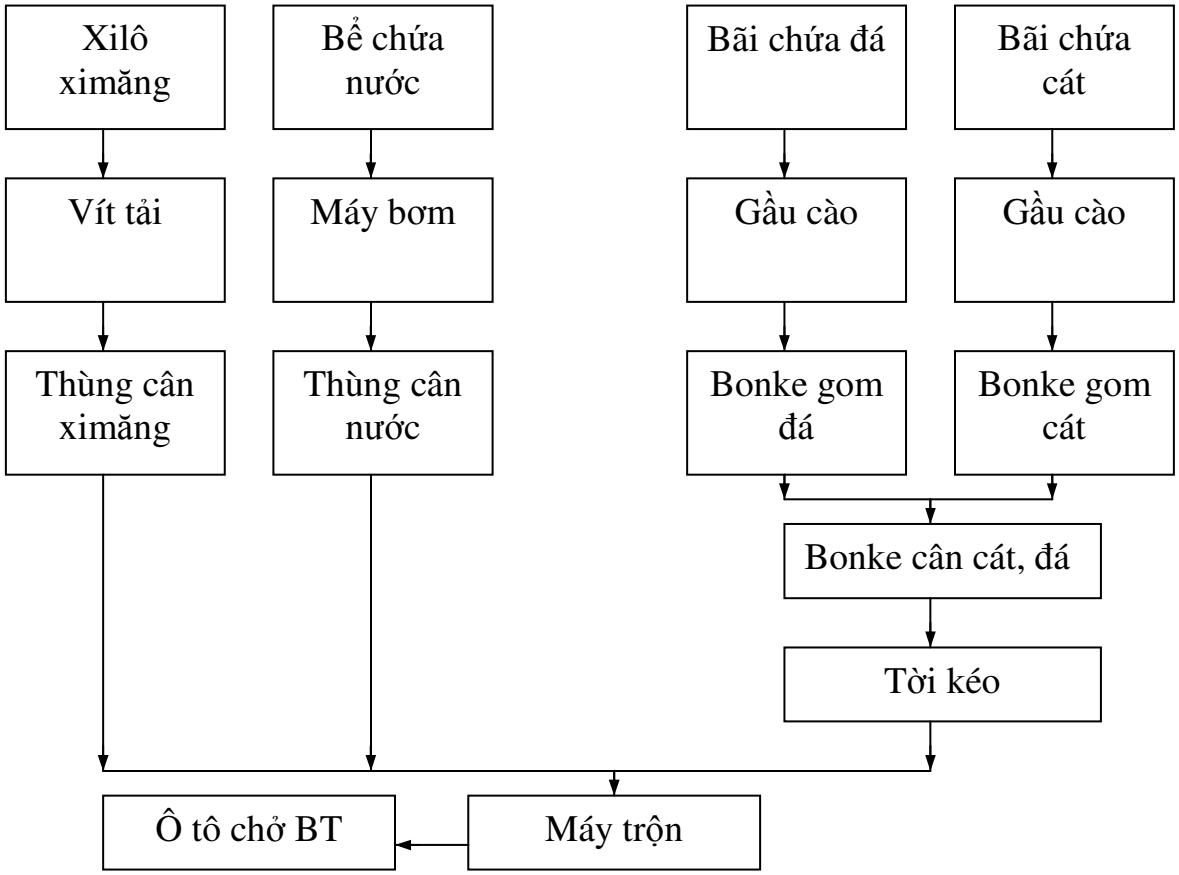
+ Kết cấu dài, do sử dụng băng tải cấp liệu, do vậy ở những nơi có diện tích lắp đặt nhỏ thì sử dụng phương án này là không phù hợp.

+ Tiêu thụ điện năng cao do, băng tải cần công suất lớn để vận chuyển.

+ Giá thành cao hơn một chút, so với phương án không sử dụng kết cấu băng tải cấp liệu.

**3.2 Nguyên lý 2**

### 3.2.1 Sơ đồ nguyên lý.




Hình 3.2: Sơ đồ 2

### 3.2.2 Ưu - nhược điểm

**Ưu điểm.**

+ Có kết cấu nhỏ gọn, do sử dụng phương pháp chuyển vật liệu lên thùng trộn bằng tời kéo skip, do vậy thích hợp sử dụng ở những nơi có địa hình nhỏ hẹp, phương án này hiện nay vẫn được sử dụng phổ biến nhờ đặc điểm nổi trội này, đặc biệt trong các công tình xây dựng dân dụng.

+ Tiết kiệm điện năng hơn so với phương pháp cấp liệu bằng băng tải do, động cơ dùng để kéo skip chuyển liệu có công suất thấp hơn trong trạm trộn bê tông có cùng năng suất.

+ Giá thành thấp, nhờ sử dụng tời kéo trên, do vậy phương án này có tính cạnh tranh cao về sức tiêu thụ trên thị trường.

+ Rất thích hợp trong các công trình cần lượng bê tông thấp, và cho các công trình vừa và nhỏ.

+ Sử dụng gầu ngoặm, có thể cấp liệu từ các xà lan dọc bờ sông, nên trong một số trường hợp sẽ tiết kiệm chi phí vận chuyển.

**Nhược điểm.**

+ Cấp liệu không liên tục, do vậy không thể sử dụng trong các trạm trộn có năng suất cao, nên chủ yếu dùng trong các công trình nhỏ không phù hợp với những công trình đòi hỏi áp lực cao về năng suất trạm trộn.

+ Dùng tời kéo gây tiếng ồn lớn ảnh hưởng trực tiếp đến những người vận hành và xung quanh.

+ Sử dụng gầu cào cấp liệu vào các boongke, dẫn đến tính linh động không cao vì ở phương pháp sử dụng xe xúc lật có nhiều ưu điểm về khả năng linh hoạt trong di chuyển.

### 3.3 Lựa chọn phương án thiết kế.

Căn cứ vào tình hình thực tế nhu cầu về sử dụng trạm trộn bê tông ở nước ta và những ưu nhược điểm của các phương pháp mà ta vừa nêu, em **chọn phương án 1 là phương án thiết kế**, vì nó phù hợp với nền công nghiệp hóa nước nhà.

Chúng ta đang tiến hành hiện đại hóa đất nước, trong đó xây dựng cơ sở hạ tầng đóng vai trò quan trọng, nên trong tương lai sẽ cần các trạm trộn bê tông có công suất lớn mới đáp ứng được nhu cầu về bê tông trên thị trường.

Mặc dù so với các trạm trộn cùng năng suất có kết cấu nhỏ hơn, thì phương án này sẽ làm tốn diện tích lắp đặt, nhưng điều đó ảnh hưởng không đáng kể vì hiện nay khi lên phương án lắp đặt trạm đa phần các nhà đầu tư đã chuẩn bị đầy đủ mặt bằng tại công trường.

Tuy giá thành của phương án này có cao hơn, nhưng sự cao hơn đó là không đáng kể so với các tính năng ưu việt mà nó mang lại.

Trong tương lai, nếu không bị ảnh hưởng bởi yếu tố mặt bằng, thì đây sẽ là phương án phổ biến nhất lúc đó, và nó trở thành sự lựa chọn số 1 cho các nhà đầu tư muốn phát triển ngành công nghiệp bê tông.

# CHƯƠNG 4: GIỚI THIỆU CÁC THÔNG SỐ VỀ TRẠM TRỘN BÊ TÔNG 60M$^3$/H SẼ THIẾT KẾ

## 4.1 Tổng quan về các cụm và thiết bị

Vấn đề đặt ra khi chế tạo sản phẩm đạt chất lượng cao mà giá thành phù hợp với tình hình kinh tế của nước ta hiện nay, để làm được điều nàyphải biết kết hợp các cụm có khả năng sản xuất trong nước cùng với các thiết bị điện tử chất lượng cao từ các hãng nổi tiếng trên thế giới, làm được điều này thì đây sẽ là một sản phẩm có sức cạnh tranh cao về giá thành (giá thành chỉ bằng khoảng 1/3 so với hàng nhập hoàn toàn từ nước ngoài).

Xác định sơ bộ các cụm chính của trạm trộn.

### *4.1.1 Cụm cấp liệu gồm có:*

- 01 boongke chứa cốt liệu gồm có ba ngăn (2 đá và 1 cát).

- 01 băng tải cân định lượng.

- 01 băng tải chuyển cốt liệu lên phễu chờ trung gian để đưa vào thùng trộn có lan can kiểm tra dọc băng tải.

- 01 cụm con lăn dẫn động băng tải chuyển cốt liệu.

### *4.1.2 Cụm cấp xi măng gồm có:*

- 02 silô chứa xi măng với sức chứa 80 tấn/1 silô.

- 02 lọc bụi xi măng.

- 01 máy nén khí.

- 01 máy bơm xi măng.

- 02 vít tải xiên để chuyển xi măng từ silô lên thùng cân.

- 01 thùng cân xi măng.

***4.1.3 Cụm cấp nước gồm có:***

- 01 bể nước chính với thể tích $5m^3$.

- 01 bể nước phụ dự phòng V = $0.6m^3$.

- 01 máy bơm nước.

- 01 thùng cân nước V = $0.3m^3$.

- Hệ thống đường ống cấp nước.

***4.1.4 Các bộ phận khác:***

- 01 thùng trộn bê tông hai trục nằm ngang cưỡng bức, được chế tạo theo công nghệ của hãng Sicoma – Italia với:

+ Dung tích nạp thô 1500 lít.

+ Dung tích trộn 1000 lít.

+ 02 Mô tơ truyền động với công suất: 2x22 Kw

+ 01 Mô tơ truyền động cửa xả công suất 2.2 Kw

- 01 Máy nén khí cung cấp khí cho toàn bộ hệ thống cửa xả

- 01 Cụm định lương phụ gia.

- Kết cấu khung cho toàn trạm.

- 01 cụm cabin điều khiển toàn trạm có gắn đầy đủ hệ thống điều hòa, ánh sáng, có máy tính máy in thuận tiện cho việc kiểm tra và in sao bảng kê.

## 4.2 Một số đánh giá về trạm trộn thiết kế

Trạm trộn mà em thiết kế có ưu điểm so với các trạm trộn khác là:

Trạm có thiết kế hiện đại, có gắn các thiết bị chuyên dụng nhằm đảm bảo vấn đề ô nhiễm môi trường và sức khỏe an toàn cho người vận hành, sử dụng.

Hệ thống định lượng điện tử kết hợp với cơ khí dẫn đến giá thành hạ mà độ chính xác vẫn đảm bảo

Dùng thùng trộn cưỡng bức hai trục nằm ngang nên, đây là phương án đem lại chất lượng bê tông đảm bảo nhất hiện nay, năng suất cao.

Hệ thống điều khiển hiện đại sử dụng thuận tiện dễ dàng

Định lượng cốt liệu bằng băng tải cân cho phép có thể đinh lượng với mác bê tông có nhiều thành phần cốt liệu.

Dùng máy bơm xi măng để cấp xi măng vào silo do vậy đã khắc phục được nhược điểm của xe chuyên dùng.

Xi măng và phụ gia dược vận chuyển bằng hệ thống kín nên tránh được bụi bẩn, không gây ô nhiễm môi trường.

Băng tải vận chuyển cốt liệu liên tục do vậy thời gan vận chuyển ngắn, vận chuyển nhanh, nên có thể đáp ứng được các trạm có năng suất lớn.

Giá thành của trạm trộn tương đối thấp do sử dung được vật liệu chế tạo ở trong nước, sử dụng đội ngũ công nhân lành nghề…

Thời gan để đưa trạm trộn vào hoạt động tương đối ngắn khoảng chừng 45 ngày trong điều kiện sản xuất bình thường.

## 4.3 Nguyên lý hoạt động của trạm trộn.

Theo yêu cầu của mác bê tông và khối lượng bê tông cần cung cấp ta đưa các dữ liệu đó vào máy tính, sau đó vào số mẻ cần phải trộn, khi đó hệ thống điều khiển sẽ tự đông làm việc,

Chú ý trước khi trạm trộn làm việc để trộn bê tông thì một số vật liệu phải chuẩn bị sẵn sàng: xi măng phải được bơm lên silo, cốt liệu được xe xúc lật vận chuyển lật

vận chuyển vào boongke chứa; nước và phụ gia được chuẩn bị sẵn ở các thùng đựng trung gian.

Đầu tiên hệ thống định lượng sẽ hoạt động, thực hiện đồng thời ba công việc, cân cốt liệu, cân xi măng, cân nước và phụ gia.

Cân cốt liệu được thực hiện theo nguyên tắc cộng dồn: Đầu tiên mở cửa xả boongke chứa đá 1, khi đã xả đủ thì đóng cửa xả boongke chứa đá 1, đồng thời mở cửa xả chứa đá 2, khi đá 2 đã đủ thì cửa xả được đóng lại và tiếp tục mở cửa xả bunke chứa cát, khi cát đã đủ thì cửa xả được đóng lại…. Quá trình này được diễn ra cho đến khi cân xong cốt liệu.

Cân xi măng: Mở cửa xả đáy silô chứa xi măng, xi măng theo vít tải vận chuyển đổ vào thùng cân, khi cân đủ xi măng thì vít tải ngừng lại

Cân nước và phụ gia: nước được bơm vào thùng cân sau đó mới cân đến phụ gia

Sau khi đã định lượng xong, thùng trộn quay, băng tải cân hoạt động xả cốt liệu xuống băng tải để chuyển lên phễu chờ trung gian, sau khi trộn xong một mẻ bê tông thì mở cửa xả thùng chờ cho vật liệu vào cối trộn. Sau khi cốt liệu đã được xả hết vào thùng trộn thì bắt đầu xả si măng, nước và phụ gia. Thời gian trộn của cối trộn cưỡng bức là từ (30-60). Trong đồ án này em khống chế thời gian trộn là 40s. Sau 40s trộn thì hỗn hợp bê tông được xả ra ngoài vào xe chuyên chở. Khi xả hết bê tông thì cửa thùng trộn đóng lại và hệ thống điều khiển lại tiếp tục điều khiển lại tiếp tục thực hiện mẻ trộn tiếp theo như trên, và quá trình nà được thự hiện cho đến số mẻ trộn xác định.

### 4.4 Thời gian trộn của một mẻ bê tông.

Đối với mẻ trộn đầu tiên.

+ Thời gian xả và cân cốt liệu trên băng tải cân: 15s

+ Thời gian vận chuyển cốt liệu lên thùng chờ trung gian: 20s

→ tổng thời gian vận chuyển lên phễu chờ trung gian là: 35s

+ Thời gian vận chuyển và cân xi măng: 20s

+ Thời gian vận chuyển và cân nước:15

Các quá trình này diễn ra đồng thời nên ta chọn quá trình có thời gian lâu nhất là: 35s

+ Thời gian xả tất cả nguyên liệu vào thùng trộn bê tông là: 8s.

+ Thời gian trộn bê tông: 40s.

+ Thời gian xả bê tông: 12s

- Như vậy tổng thời gian cho mẻ trộn đầu tiên là: 95s.

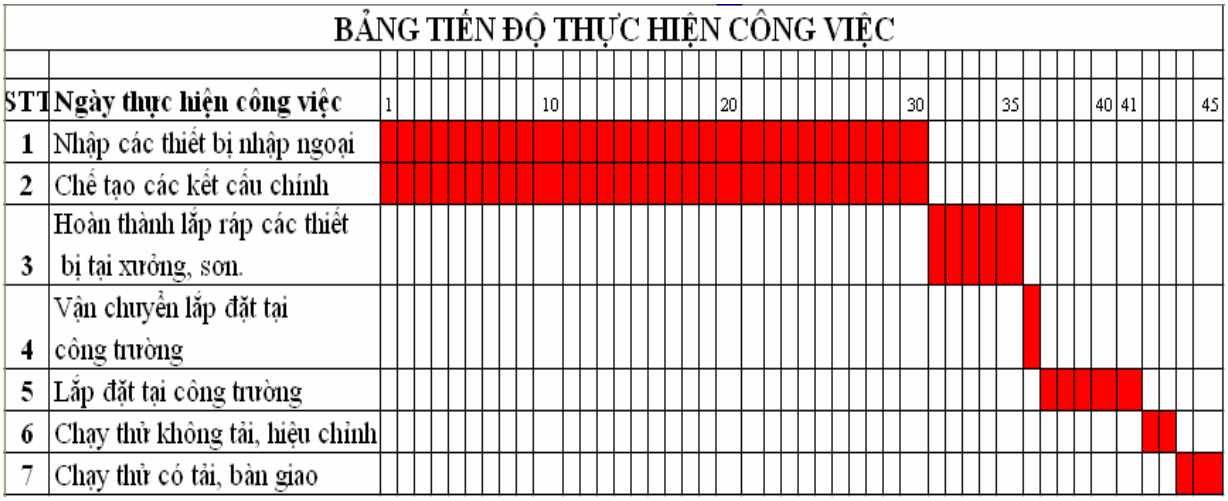
Từ mẻ trộn thứ 2 trở đi.

Do trong quá trình cối trộn thực hiện quá trình trộn của mình thì, các nguyên liệu đã được chuyển đến các phễu chờ trung gian.

→ Thời gian của mẻ trộn thứ 2 là 60s

**4.5 Tiến độ thực hiện lắp đặt trạm hoàn chỉnh.**

Ngày nay một trong những yếu tố quyết định sự cạnh tranh của các đơn vị là thời gian thực hiện, do vậy thực hiện trạm này trong thời gian càng nhanh càng tốt.




Hình 4.1: Tiến độ thực hiện công việc.

# CHƯƠNG 5: KHÁI QUÁT VỀ SILÔ CHỨA XI MĂNG VÀ LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ

## 5.1 Khái quát về silô xi măng.

Silô chứa xi măng là một trong những cụm rất quan trọng của hệ thống trạm trộn bê tông, vì nếu không sử dụng bộ phận chứa xi măng này thì ta phải dùng công nhân trực tiếp cấp xi măng bao vào vít tải chuyển lên thùng trộn, điều này ảnh hưởng rất lớn đến sức khỏe của họ vì bụi và các chất độc hại.

Ngoài ra, với silô này ta có thể cung cấp xi măng trong nhiều giờ hoạt động liền, tùy theo kích thước của silô, điều này đặc biệt quan trọng khi sử dụng các trạm trộn có năng suất lớn.

### *5.1.1 Đặc điểm cấu tạo*:

- Silô có dạng hình trụ đứng đáy có dạng hình phễu dùng để chứa vật liệu rời: cát, đá, xi măng, phụ gia …..

- Silô được đặt trên một kết cấu thép dạng cột rỗng thanh giằng, kích thước silô phụ thuộc năng suất trạm trộn

- Tuỳ thuộc vào loại vật liệu chứa mà bộ phận cấp liệu cho silô có thể là khí nén hay vít tải.

### *5.1.2 Phân loại*:

- Dựa vào việc bố trí thiết bị cấp liệu cho silô.

+ Loại có 2 thiết bị cấp liệu

+ Loại có một thiết bị cấp liệu

- Dựa vào công dụng

+ Silô chỉ chứa một loại vật liệu: xi măng, bột đá.

+ Silô chứa nhiều loại vật liệu: với loại này bên trong silô có nhiều ngăn riêng biệt

### *5.1.3 Yêu cầu* **silô** *chứa xi măng*

- Xi măng rời là loại vật liệu dễ bị hư hỏng khi chịu tác dụng của môi trường vì vậy mà xiclô chứa xi măng phải bảo đảm kín cách li với môi trường bên ngoài.

- Chịu áp lực cao khi cấp, vỡ tải.

- Kết cấu đơn giản, giá thành hạ.

- Vật liệu chế tạo phù hợp với điều kiện khí hậu Việt Nam.

- Tuổi bền cao.

- Ổn định với gió, bão.

Dưới đây là hình ảnh thực tế của silô được lắp đặt tại các công trường xây dựng dân dụng và công nghiệp trong nước.

Hình 5.1: Các silô thực tế

## 5.2 Phân tích các phương pháp cấp và vận chuyển xi măng.

### 5.2.1. Phân tích các phương pháp cấp và vận chuyển xi măng rời vào.

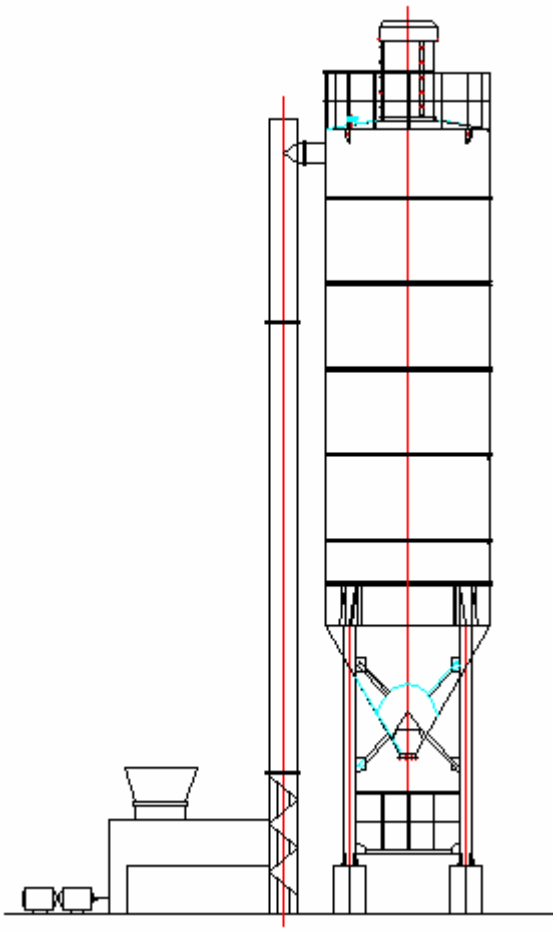
Hiện nay có tát nhiều phương pháp cấp và vận chuyển xi măng rời vào silo. Trong điều kiện khí hậu nhiệt ẩm tương đối lớn ở Việt Nam thì không phải phương pháp nào cũng cho hiệu quả tốt. Nếu chúng ta lựa chọn phương án đó một cách hợp lý, nó sẽ mang lại cho chúng ta hiệu quả tương đối lớn vì giá thành dầu tư ban đầu cho viejc cấp xi măng rời không phải là nhỏ. Mặt khác, việc cấp xi măng đóng góp một phần quan trọng trong trạm trộn. Sau đây tôi sẽ phân tích mọt số ưu nhược điểm của một vài phương pháp và từ đó tôi lựa chọn phương pháp hợp lý.

#### 5.2.1.1. Phương án vận chuyển xi măng rời bằng vít tải lên các silo.

Vít tải thuộc nhóm máy vận chuyển liên tục không có bộ phận kéo. Bộ phận công tác của vít tải là vít cánh xoắn chuyển động quay trong một máng kín có tiết diện tròn (hoặc tròn ở đáy). Khi trục vít quay, cánh xoắn đẩy xi măng di chuyển trong máng vít. Xi măng chuyển động không bám vào cánh xoắn là nhờ trọng lượng của nó và lực ma sát giữa xi măng và máng vít, do đó, xi măng chuyển động trong máng Theo nguyên lý truyền đọng vít đai ốc.

Để vận chuển xi măng rời lên các silo, người ta có thể dùng vít tải xiên, hoặc đứng. Nhưng thực tế người ta thường sử dụng vít tải đứng vì nó tỏ ra có nhiều ưu điểm hơn vít tải xiên. Đường đi lên của xi măng trong vít tải thẳng đứng có được là nhờ ma sát giữa xi măng và vỏ vít. Lực nầy được sinh ra khi quay các hạt xi măng được hình thành trên một mặt cánh xoắn. Lực ma sát này làm chậm chuyển động rơi xuống của xi măng và nhờ cánh xoắn đẩy nâng các hạt xi măng lên.

Ưu điểm của vít tải: độ kín khít cao, không ảnh hưởng tới môi trường, có kết cấu nhỏ gọn… khả năng cơ động cao, không cần hệ thống lọc bụi, không gây tiếng ồn lớn.



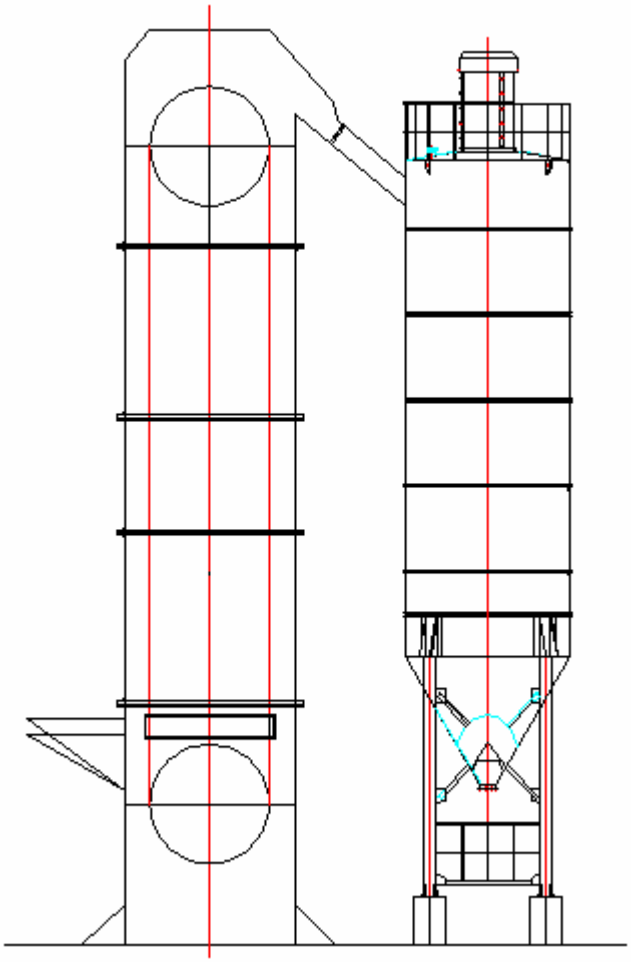
**Hình 5.2: Cấp xi măng bằng vít tải đứng**

**5.2.1.2. Phương án vận chuyển xi măng rời bằng gầu tải.**

Hoạt động theo nguyên tắc sau: tang dẫn động (hoặc đĩa xích).

Ở đầu trên cao dẫn động cho băng tải (xích) chuyển động. Trên băng tải (xích) có gắn các gầu để nâng xi măng, xi măng được nạp vào các cửa phía dưới cà được xả nhờ các cửa phía trên.

∗ Ưu điểm của gầu tải: là có thể không cần hệ thống lọc bụi cho silo, không càn trạm khí nén dể cung cấp khí nén kết cấu gọn nhẹ ít gây ô nhiễm môi trường năng suất của gầu tải tương đối cao.



Hình 5.3: Cấp xi măng bằng gầu tải.

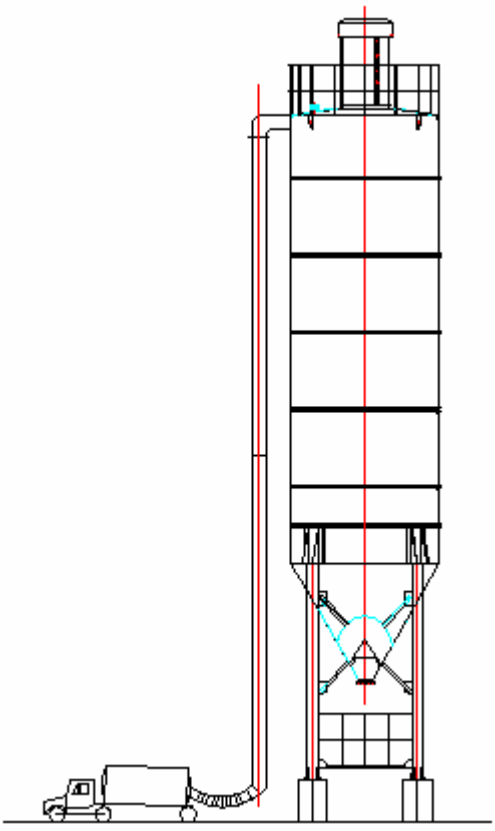
∗ Nhược điểm của gầu tải: Ngoài những ưu điểm trên gầu tải còn có những nhược điểm: cồng kềnh hơn so với các phương pháp khác cho nên tính cơ động thấp.

Vốn đầu tư ban đầu tương đối lớn. Cần phải nạp liệu đồng đều và liên tục, điều này khó thực hiện bằng phương pháp thủ công, để thực hiện điều đó thì phải thông qua một thiết bị vân chuyển trung gian. Mặt khác sau khi làm đầy, silo chứa luôn luôn tồn đọng ở phía đáy của hộp gầy tải một lượng xi măng vài trăm kg. Vì điều kiện môi

trường nhiệt ẩm của Việt Nam quá lớn, lượng xi măng này tất nhanh bị đông kết, bị giảm chất lượng và nhiều khi gây quá tải cho hệ thống dẫn động gầu tải. Một nhược điểm nữa của gầu tải là các thiết bị kéo gầu luôn luôn phải tiếp xúc với xi măng cho nên tuổi thọ bị giảm đi đáng kể, nhất là trong trường hợp dùng xích kéo gầu.

**5.2.1.3. Phương pháp dùng các xe téc chuên dùng để vận chuyển xi măng rời lên silo.**

Xe téc chuyên dùng để vận chuyển và tự bơm xi măng lên độ cao khoảng 20m.



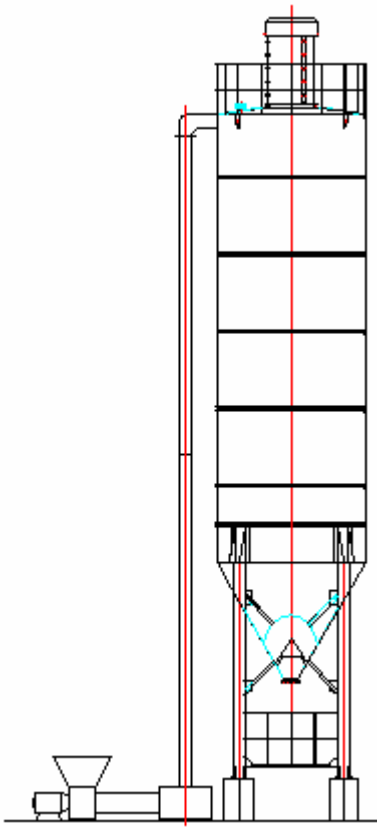
Hình 5.4: Cấp xi măng bằng các xe chuyên dụng

∗ Ưu điểm: là rất kinh tế và tất hiệu quả, bởi lẽ có khả năng không cần tới sự đầu tư các xe téc chở xi măng bởi vì hoặc là nơi sản xuất đã có các phương tiện vận chuyển này hoặc các đại lý đã trang bị cho mình các thết bị này. Phương pháp này

không cần trạm khó nén bởi vì bản thân xe téc đã có bơm khí nén đảm bảo bơm được xi măng lên silo, khả năng cơ động của xe téc chuyên dùng rất cao.

Chính vì những ưu điểm này có các đề tài cấp Nhà nước ứng dung giải pháp này song đều không thành công vì những nhược điểm của thiết bị vận chuyển này. Ở các xe téc đã được sử dụng nhiều lần do điều kiện môi trường nhiệt ẩm cao, lỗ thoát của các màng ngăn cách xi măng vớt khí nén dần dần bị bê tông hóa bịt kín, diện tích thông thoáng của khí nén bị thu hẹp. Do đó các tia hòa trộn khí nén với xi măng trở nên có tốc độ cao hơn sẽ không còn mang tính chất hòa troojnkhis nén với xi măng mà phụt qua khối bột xi măng đêt thoát lên cao, bột xi măng bị cuốn theo rất ít. Do vậy vừa không đảm bảo tính vận chuyển xi măng mà còn gây quá tải cho các thiết bị lọc bụi tay áo. Chính vì lý do này làm thu hẹp khả năng sử dụng xe téc chuyên dùng để vận chuyển xi măng rời trong điều kiện khí hậu ẩm của Việt Nam.

**5.2.1.4. Phương pháp vận chuyển xi măng lên silô bằng phương pháp nén khí động học.**



Nguyên tắc làm việc của thiết bị như sau: Xi măng được vít tải ngang vận chuyển từ phễu nạp vào buồng hòa trộn, ở đây xi măng được hòa trộn bởi dòng khí nén có áp suất cao khoảng 1,2÷1,6KG/cm$^2$. Hỗn hợp khí này theo đường ống vào silo, sau đó xi măng được giữ lại và khí thoát qua thiết bị lọc bụi ra ngoài

∗ Ưu điểm của phương pháp này là: Nếu lựa chọn được sơ đồ vận chuyển hợp lý có tổn áp thấp nhất thì vừa vận chuyển hiệu quả xi măng rời lên cao, vừa không gây quá tải cho thiết bị lọc bụi (vì ở cuối hành trình áp lực của khí nén lớn hơn áp suất khí quyển không đáng kể). Màng ngăn cách giữa xi măng tời và dòng khí nén có diện tích nhỏ được bố trí ở buồng hòa trộn xi măng khí nén đặt ở dưới dễ dàng cho việc vệ sinh, bảo dưỡng hoặc sửa chữa để đảm bảo tính vận chuyển hiệu quả của thiết bị. Vốn đầu tư ban đầu không lớn và tính cơ động cao, kết cấu gọn nhẹ, dễ bố trí.

∗ Nhược điểm của phương pháp này là: cần phải có hệ thống khí nén đủ áp lực, máy bơm xi măng, phải có thiết bị lọc bụi tay áo, cần phải có hệ thống tách nước cho khí nén trước khi vận chuyển xi măng.

+ Lựa chọn phương án vận chuyển xi măng rời lên silo – Tính toán thông số cơ bản của thiết bị vận chuyển.

Trên đay là 4 phương pháp nâng và vận chuyển xi măng rời thường gặp, ngoài ra còn một số phương pháp khác nhưng không được dùng phổ biến, cho nên tôi không đền cập đến. Qua đó, tôi rút ra một số điểm khi lựa chọn phương án:

- Hệ thống phải bảo đảm thời gian công nghệ
- Kết cấu hợp lý, dễ lắp ráp và cơ động
- Có thể thực hiện việc đảo kho dễ dàng
- Không ảnh hưởng tới môi trường xung quanh
- Giá thành đầu tư thấp

Căn cứ vào các yêu cầu đã nêu và căn cứ vào ưu điểm, nhược điểm, chọn **phương án cấp xi măng dùng đường nén khí**.

## 5.3. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ SILÔ CHỨA XI MĂNG

### 5.3.1. Giới thiệu chung.

Silô chứa xi măng có nhiệm vụ cung cấp xi măng cho phần định lượng xi măng đồng thời là kho trung gian trong quá trình chuyển xi măng từ kho đến vị trí trộn. Ngoài ra silô còn làm nhiệm vụ là kho dự trữ và đão xi măng khi cần thiết, với yêu cầu cung cấp đủ xi măng cho hệ thống làm việc liên tục trong khoảng thời gian 2 giờ, ta có thể xác định được thể tích cơ bản của mỗi silô trên cơ sỡ sau:

Mỗi giờ trạm trộn có khả năng trộn 60$m^3$ bê tông, nhu cầu xi măng cho 1$m^3$ cao nhất là 508 kg. như vậy phải trong 1 giờ lượng xi măng cần thiết là:

M = 1x60x508 = 30480 kg = 30,48 tấn.

Với khối lượng xi măng là: 30,48 tấn kết hợp với yêu cầu của silô là cung cấp đủ lượng xi măng cần thiết để giảm số lần bơm xi măng, chắc chắn, chuyên chở, lắp dựng dễ dàng ta chọn số silô là 2 chiếc, ta chọn silo 80 tấn để đảm bảo lượng xi măng cần cung cấp, dự phòng.

### 5.3.2. TÍNH TOÁN KÍCH THƯỚC CỦA SILÔ.

Căn cứ vào thể tích xi măng phải chứa để đủ cung cấp xi măng cho máy trộn trong 2 giờ làm việc liên tục. kết cấu của silô phải đảm bảo sao cho khi nạp vào vít tải xi măng phải ở trạng thái rơi tự do theo phương thẳng đứng thì kích thước của miệng phễu silô xác định theo công thức:

$a_0 = k(b_v + 80) \tan\varphi$ (mm)

Trong đó:

$a_0$: đường kính của lỗ thoát vật liệu (mm)

k: hệ số kinh nghiệm (k = 2,6)

$b_v$: cạnh lớn nhất của hạt vật liệu, đối với xi măng lấy $b_v = 0$

$\varphi$: góc nội ma sát của xi măng $\varphi = 43^0$ (trạng thái tỉnh)

$\Rightarrow a_0 = 194$ mm.

Để cửa thoát silô xi măng đảm bảo cho xi măng thoát một cách dể dàng, dể liên kết với vít tải ta chọn:

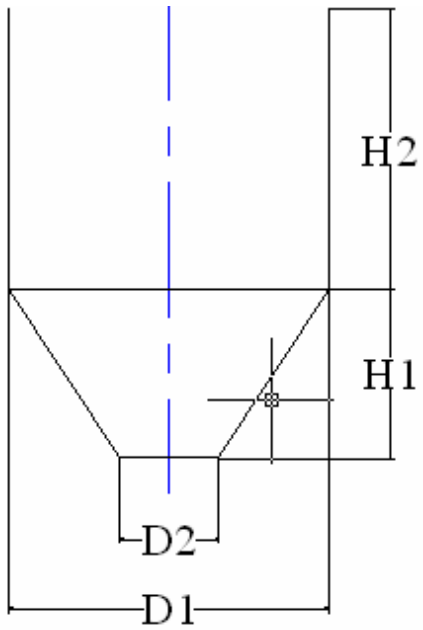
$a_0 = 273$ mm.( khảo sát thực tế)

Vậy căn cứ vào $a_0$ , thể tích của silô cần chứa là:

$$V = \frac{80}{1.4} = 57,14(m^3)$$

Và góc giữa mặt phẳng ngang và đường sinh của phểu để xi măng có thể chạy tự nhiên trong mọi trường hợp, ta có kích thước của mỗi silô: như hình dưới

$D_1 = 2870$ mm




Hình 5.6

$D_2 = 273$ mm

$H_1$ = 8700 mm

$H_2$ =2249

$\alpha = 60^0$

Với kích thước của mỗi silô như vậy ta xác định được thể tích của mỗi silô là:

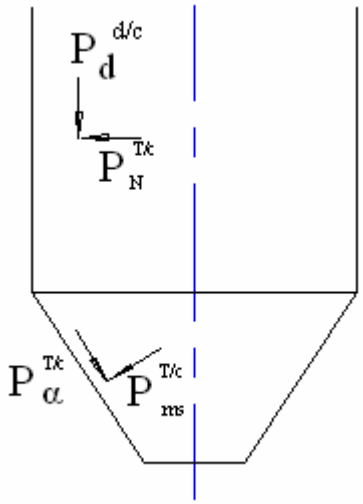
$$V = \frac{\pi D_1}{4} H_1 + \frac{1}{3}\pi\left[\left(\frac{D_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{D_2}{2}\right)^2 + \frac{D_1 D_2}{2\times 2}\right] H_2$$

$$V = \pi.1,435^2 \times 8,7 + \frac{1}{3}\pi\left[1,345^2 + 0,1365^2 + 1,435.0,1365\right] 2,249 = 54,73\left(m^3\right)$$

Với thể tích như vậy thì 2 silô đảm bảo cung cấp đủ xi măng cho hệ thống làm việc trong nhiều giờ.

### 5.3.3. TÍNH TẢI TRỌNG TÁC DỤNG LÊN SILÔ.

Tải trọng tác dụng lên silô được biểu thị như trên hình vẽ




Hình 5.7

$P_N^{d/e}$: Áp lực pháp tuyến tiêu chuẩn của vật liệu rời tong silô.

$P_d^{d/e}$: Áp lực tiếp tuyến tiêu chuẩn tác dụng lên thành silô do ma sát.

$P_{\gamma}^{d/e}$: Áp lực pháp tuyến tiêu chuẩn tác dụng lên thành phễu mặt nghiêng.

$P_{ms}^{d/e}$: Áp lực tiếp tuyến theo đường sinh của hình phễu.

Nhận xét: Trong quá trình tính toán thực tế, áp lực vật liệu nằm trong phần phễu silô được xác định trong công thức:

Trong đó: a: Hệ số tăng áp lực khi dỡ tải và khi khối vật liệu rời rơi. Trị số a = 2 đối với 2/3 chiều cao phía dưới thành silô, với đáy a = 1 đối với 1/3 chiều cao phía biên của thành silô.

$\gamma$: khối lượng riêng của xi măng $\gamma$ = 1,4 tấn/$m^3$

f: bán kính thủy lực, được xác định theo công thức: $\rho = \frac{F}{I}$

Với: F: là diện tích mặt cắt ngang hình trụ đứng của silô:

$F = \pi \times R_{silô}^2 = \pi \times 1,435^2 = 6,466\ (m^2)$

I: chu vi mặt cắt ngang hình trụ đứng của silô.

$I = 2 \times \pi \times R_{silô} = 2 \times \pi \times 1,435 = 9,012\ (m)$

$$\Rightarrow \rho = \frac{F}{I} = \frac{1,435}{2} = 0,7175(m)$$

Trong đó:

e = 2,718

Y: tọa độ theo phương Y của tiết diện đang xét.

f: hệ số ma sát giữa vật liệu với thành silô đối với xi măng và thép ta có: f = 0,65

K: tỉ số giữa áp lực ngang với áp lực thẳng đứng:

$$K = \tan^2\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right)$$

$\varphi$: góc nội ma sát của vật liệu, đối với xi măng góc nội ma sát = $30^0$

$$\Rightarrow K = \tan\left(45^0 - \frac{45^0}{2}\right) = 0,333$$

Thay vào công thức:

$$P_d^{T/C} = \frac{a \times \gamma \times \rho}{f} \times \left[1 - e^{\frac{-y \times l \times K}{\rho}}\right]$$

$$P_d^{T/C} = \frac{a \times 1,4 \times 0,7175}{0,65} \times \left[1 - e^{\frac{-y \times 0,65 \times 0,333}{0,7175}}\right]$$

$$P_d^{T/C} = 1,545a \times \left[1 - e^{-0,36y}\right]$$

Tương ứng với $P_N^{TC}$ ta có áp lực tiếp tuyến tiêu chuẩn và áp lực tiếp tuyến tiêu chuẩn tại 4 tiết diện cách đều nhau. Kết quả tính toán các giá trị tương ứng:

| y(m) | $P^{T/C}_N$ (tấn/$m^2$) | $P^{T/C}_d$ (tấn/$m^2$) |
|---|---|---|
| 2,249 | 0,615 | 1,847 |
| 5,0 | 1,874 | 5,628 |
| 8,7 | 2,211 | 6,639 |
| 10,94 | 2,387 | 3,168 |

Bảng 5.1: Giá trị ứng suất tại một số vị trí.

Tải trọng $P^{T/C}_N$ sẽ gây ra lực kéo theo phương vòng tròn phần vỏ trụ là

$$N^{tt}_K = \frac{P_N^{T/C} xDxn}{2m} (\text{tấn/m}^2)$$

Trong đó:

n: hệ số vượt tải: n = 1,3

m: hệ số điều kiện làm việc: m = 0,8

Lực nén trong phần vỏ hình trụ theo phương đường sinh do trong lượng của vật liệu tác dụng thông qua lực ma sát của vật liệu với bề mặt vỏ và do trọng lượng của thiết bị đặt trên đỉnh của silô được tính theo công thức:

$$N_N^{tt} = \frac{n}{m}\rho\left[\gamma \times y - P_d^{T/C}\right] + \frac{P}{m} \text{ (tấn/m)}$$

Trong đó:

P: trọng lượng các thiết bị đặt trên như thiết bị lọc bụi, thiết bị nung để tránh vòm cho xi măng lan can…

$$P = P_1 + P_2$$

$P_1$: trọng lượng của vỏ silô, chọn chiều dày của silô $\sigma$ = 5 mm

$$P_1 = 2\rho R_{silô} x dx H_{silô} \gamma = 2 \times \pi \times 0,005 \times 10,949 \times 7850 = 3,883 \text{ (tấn)}$$

$$P = P_1 + P_2 = 3,883 + 0,45 = 4,333 \text{ (tấn)}$$

Kết quả tính toán các giá trị lực kéo và lực nén tưng ứng với mỗi thiết diện:

| Y(m) | $N^{tt}_k$(tấn/m) | $N^{tt}_n$(tấn/m) |
|---|---|---|
| 2,249 | 1,2 | 1,78 |

| | | |
|---|---|---|
| 5 | 3,65 | 1,92 |
| 8,7 | 4,31 | 2,692 |
| 10,949 | 4,66 | 5,964 |

Bảng 5.2: Giá trị lực kéo tại một số điểm.

Từ giá trị $N^{tt}_k$ ta xác định được ứng suất kéo theo phương vòng trong phần vỏ hình trụ.

$$\sigma_k = \frac{N_k^{tt}}{\delta} (\text{Kg/cm}^2)$$

Từ giá trị $N^{tt}_n$(tấn/m) ta xác định được ứng suất nén dọc theo phương đường sinh của hình trụ:

$$\sigma_{tt} = \frac{N_n^{tt}}{F_{td}} \pi D (\text{Kg/cm}^2)$$

$F_{td} = \pi\delta(D-\delta) = \pi$ x0,5(287 - 0,5) = 449,805 ($cm^2$)

| Y(m) | $\sigma_k$ (Kg/$cm^2$) | $\sigma_n$ (Kg/$cm^2$) |
|---|---|---|
| 2,249 | 24 | 44,71 |
| 5 | 73 | 48,1 |
| 8,7 | 86,2 | 67,4 |

| | | |
|---|---|---|
| 10,949 | 93,2 | 149,3 |

Bảng 5.3: Giá trị ứng suất nén

### 5.3.4. KIỂM TRA ỔN ĐỊNH THÀNH PHẦN VỎ HÌNH TRỤ CỦA SILÔ.

Thân silô có thể mất ổn định do tác dụng của ứng suất nén dọc theo phương đường sinh $\sigma_{tt}$, do ứng suất nén đều theo phương bán kính $\sigma_k$ hoặc do đồng thời của $\sigma_{tt}, \sigma_k$.

#### 5.3.4.1. Ổn định của thân silo do ứng suất nén đều theo phương đường sinh:

Điều kiện ổn định: $\sigma_{tt} \le \gamma \times \sigma_{th2}$

Trong đó: $\gamma$ là hệ số điều kiện làm việc khi tính thân silo theo ổn định, $\gamma = 1$

$\sigma_{th2}$ ứng suất nén tới hạn theo phương đường sinh khi biên vỏ trụ không có chuyển vị theo phương bán kính $\sigma_{th2}$ lấy giá trị nhỏ nhất trong 2 giá trị:

$$\sigma_{th2} = \text{yR}$$

$$\sigma_{th2} = \frac{C \times E \times \delta}{R \times L}$$

Trong đó:

R: cường độ tính toán của thép làm thân silo.

$$\text{CT}_3 \rightarrow \text{R} = 2100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\varphi = 0,97 - \left(0,00025 + 0,95\frac{2100}{2.10^6}\right)\frac{143,5}{0,5} = 0,358$$

C: hệ số phụ thuộc vào tỉ số R/$\delta$ lấy theo bảng 4 tài liệu 10.

Vì: $\frac{R_{silo}}{\delta} = \frac{143,5}{0,5} = 287 \Rightarrow C = 0,16$

Vậy ta có: $\sigma_{th2}$ = yR = 0,358x2100 = 751,8 (Kg/cm$^2$)

$$\sigma_{th2} = \frac{CE\delta}{R_{silô}} = \frac{0,16\times 2.10^6 \times 0,4}{143,5} = 1115 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Như vậy ta lấy: $\sigma_{th2}$ = 1251,6 Kg/cm$^2$

$$\Rightarrow \sigma_n = 119,69 < \gamma\sigma_{th2} = 1\times 1251,6$$

$\Rightarrow$ ứng suất nén đủ điều kiện bền

**5.3.4.2. Ổn định của thân silô do ứng suất nén đều theo phương vòng.**

Điều kiện ổn định là: $\sigma_k \le \gamma\sigma_{th2}$

Trong đó: $\gamma$: là hệ số điều kiện làm việc, $\gamma$=1

$\sigma_{th2}$: ứng suất nén tới hạn theo phương vòng được xác định như sau:

Nhận xét: để tăng cường độ cứng cho silo thì ta phải tăng cường độ các sườn vòng cứng cho silo và khoảng cách các vòng cứng là: l = 1,5 (m)

Vì: $0,5 < \frac{l}{R} = \frac{1,5}{1,435} = 1,045 < 10$ ta có:

$$\sigma_{th2} = 0,55\frac{R}{l}\left(\frac{0,5}{143,5}\right)^{3/2} = 216,436 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Vậy: $\sigma_k < \gamma\sigma_{th2}$

Thỏa điều kiện bền

**5.3.4.3. Kiểm tra ổn định của thân silô**

Do tác dụng đồng thời của ứng suất nén theo phương đường sinh $\sigma_n$ và kéo đều theo phương bán kính $\sigma_k$.

Điều kiện ổn định: $\frac{\sigma_n}{\sigma_{th1}} + \frac{\sigma_k}{\sigma_{th2}} \le 1$

$$\frac{149,3}{1251,66} + \frac{93,2}{171,6} = 0,662 \le 1$$

Vậy để tăng khả năng an toàn của silô khi làm việc ta chọn chiều dày của thân 5mm và của phễu 6mm

### 5.3.5. XÁC ĐỊNH CHU KỲ DAO DỘNG RIÊNG CỦA SILÔ

Chu kỳ dao động riêng T của silô được xác định như chu kỳ dao động riêng của thác nước hình trụ đứng và tình theo công thức sau:

$$T = 3,63\sqrt{\frac{P_{td}h^3}{\text{EJg}}} \text{ (s)}$$

Trong đó:

T: chu kỳ dao động riêng tính bằng giây.

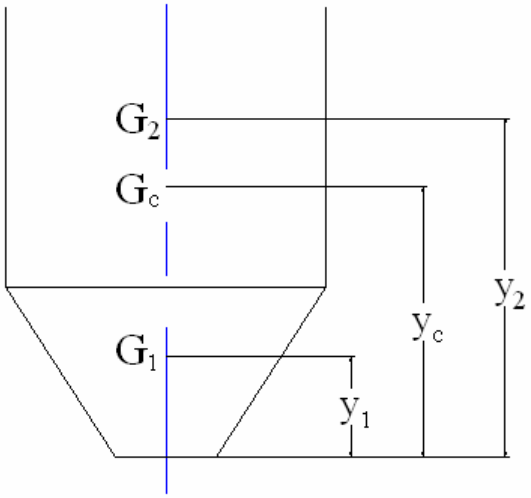
h: khoảng cách từ bề mặt trên mống đến trọng tâm của silô (cm)

J: momen quán tính tiết diện ngang của chân tháp ($cm^4$)

g: gia tốc trọng trường ($m/s^2$)

$P_{td}$: $G_n$ + 0,236P: với P trọng lượng của chân tháp (Kg)

Ta phải xác định các đại lượng trên.




Hình 5.8

Xác định khoảng cách từ trọng tâm của silô đến mặt trên mống

Xác định trọng tâm của silô.

Bằng hình học ta xác định được các thông số:

$y_1 = 1715,9(mm)$

$y_2 = 6872,24(mm)$

Gọi $G_1$ là trọng lượng phễu silô.

$G_1 = G'_1 + G''_1$

$G'_1 = \pi/3(1,435^2 + 0,136^2 + 1,435x0,1365).2,249.1400 = 7493$ (Kg)

$G''_1$ trọng lượng thép làm phễu và các chi tiết phụ khác.

Trọng lượng thép làm phễu: $= 2\pi\left(\frac{1,435+1,365}{2}\right).0,0005.1,3.7850 = 252Kg$

Trọng lượng các chi tiết phụ khác lấy bằng = 60Kg

$\Rightarrow G_1 =$ 7805 Kg

Gọi $G_2$ tổng trọng lượng của hình trụ silô.

$G_2 = G'_2 + G''_2$

Trong đó: $G'_2$ là trọng lượng xi măng của hình trụ.

$G'_2 = \pi R_{tru}^2 . H . \gamma = \pi . 1,435^2 . 8, 7.1400 = 54882$ (Kg)

$G''_2$ là trọng lượng thép làm vỏ trụ silô và trọng lượng các chi tiết phụ khác như là hệ thống lọc bụi, lan can…

Trọng lượng thép làm bằng vỏ trụ = $2\pi R_{tru} \delta H_{tru} \gamma_{thep}$

$= 2.\pi .1,435.0,005.8,7.7850 = 3077$ Kg

Trọng lượng các thiết bị khác = 500 Kg

$\Rightarrow G_2 = 58495$ Kg

Gọi $y_c$ là trọng tâm của silô ta có: $y_C = \frac{y_1 G_1 + y_2 G_2}{G_1 + G_2} = 6,06m$

Vậy khoảng cách từ trọng tâm của silô đến chân silo là.

$h = y_c + 1,95 = 6,06 + 1,95 = 8,01$ m

b. xác định tải trọng tương đương. ($P_{td}$)

$P_{td} = G_n + 0,236P$

Trong đó: $G_n$ là tổng trọng lượng của silô : 66300 Kg

P trọng lượng của silô

$P = \varphi_{ct} . F_{yc}^2 . \varphi_c . \gamma . n . l$

Với:

$\varphi_{ct}$ : hệ số xây dựng chân tháp: 1,3

$\varphi_c$ : hệ số xây dựng chân cột: 1,4

l: chiều dài cột = 4,18m

$\gamma$: khối lượng riêng của thép.

$$F_{yc}^{e} = \frac{G_n}{n.\varphi.R}(\text{cm}^2)$$

Trong đó: n = 4 là số cột.

$\varphi$: là hệ số uốn dọc phụ thuộc và độ mảnh $\lambda$, với cột đỡ silô ta có:

$\lambda$=100, $\Rightarrow \varphi = 0,6$

R: cường độ tính toán của thép R = 2100 (Kg/cm$^2$)

$\Rightarrow$ $F_{yc}^{e}$ = 1315.10$^{-4}$ m$^2$

Vậy: P = 1,3x0,0014x1,4x7850x4,18x4 = 334(Kg)

$P_{td}$ = 66300 + 0,236x334 = 66378,824 Kg

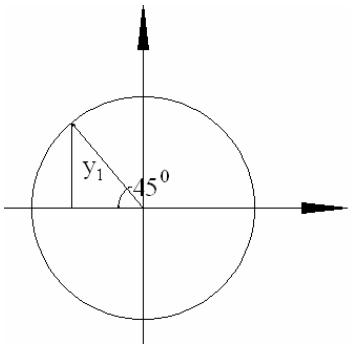
Momen quán tính J của tiết diện chân tháp.

$$J = 4F^{e}_{yc}.y_1^2$$

$$y_1 = 109,5\text{cm}$$

$\Rightarrow J = 6132$ (cm$^4$)

$$T = 3,63\sqrt{\frac{66300\times 8,01^3}{2.10^6\times 0,61.10^2\times 9,81}} = 0,998\,\text{s}$$



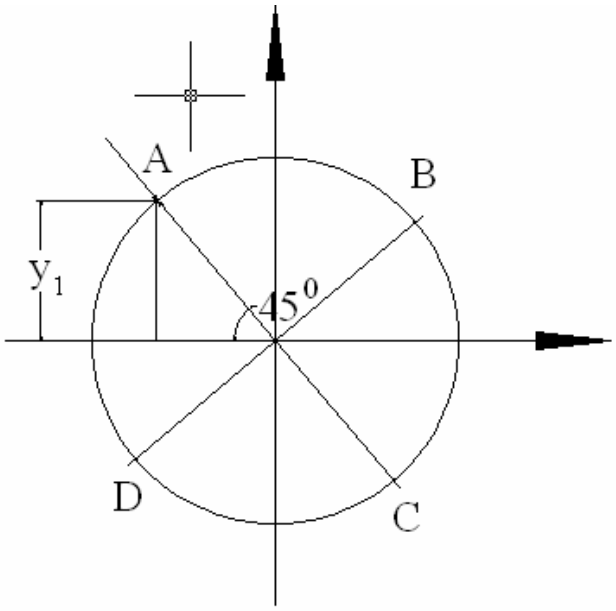

Hình 5.9

Theo tài liệu[12], ta có hệ số $k_d$ kể đến sự thay đổi áp lực gió theo độ cao và dạng địa hình, $k_d$ = 1

### 5.3.6. KIỂM TRA ĐỘ BỀN CỘT ĐỠ SILÔ.

Hệ thống đỡ silô gồm 4 cột, cột đỡ được tính toán chịu cả tải trọng gió. Nội lực lớn nhất của chân cột xuất hiện trong trường hợp silô chứa đầy tải và hướng gió thay đổi song song với hình chéo của hình vuông tạo bởi 4 điểm chân cột đỡ silô.

Sơ đồ chịu tải của silô bao gồm khối lượng của xi măng chứa trong silô trọng lượng của bản thân silô và tải trọng gió tác dụng lên silô




Hình 5.10

Trong trường hợp này ta coi toàn bộ tải trọng gió tác dụng lên silô theo phương ngang. Giá trị của tải trọng gió được quy về lực tập trung và được xác định theo công thức.

$$W_{g1} = q.n_1.C_1.K_d.A_l$$

$$W_{g2} = q.n_1.C_2.K2.A_l$$

Trong đó: $W_{g1}$: Tải trọng gió tập trung tác dụng lên phần vỏ của silô.

$W_{g2}$: Tải trọng gió tập trung tác dụng lên phần kết cấu thép đỡ silô.

q: áp lực gió lớn nhất ở đây là áp lực gió lớn nhất thường hay xuất hiện tại các vùng đồng bằng ở Việt Nam, trong điều kiện làm việc ở độ cao dưới 10m thì q = 155Kg/$m^2$

n: hệ số kể đến sự tăng áp lực gió theo chiều cao. Với silô có chiều cao nhỏ hơn 10m ta lấy n = 1

C: Hệ số cản khí động học với kết cấu ống và kết cấu hộp ta lấy

$C_1 = C_2 = 1,2$

A: diện tích hứng gió.

$A = A_0 . \varphi$

$A_0$: diện tích bề mặt được giới hạn bởi đường biên ngoài của kết cấu.

Với $A_{01} = 2,87.8,7 = 25$ ($m^2$)

$A_{02} = 0,2.4,18+1,35.2,245 = 3,87$ ($m^2$)

Jj: hệ số kể đến phần lỗ hỏng

Với kết cấu vỏ silô ta lấy j = 1

Với kết cấu thép đỡ silô ta lấy j = 0,6

$\Rightarrow A_1 = 25 \times 1 = 25$ $m^2$

$\Rightarrow A_2 = 3,87 \times 0,6 = 2,322$ $m^2$

Vậy tải trọng gió tác dụng lên phần vỏ silô.

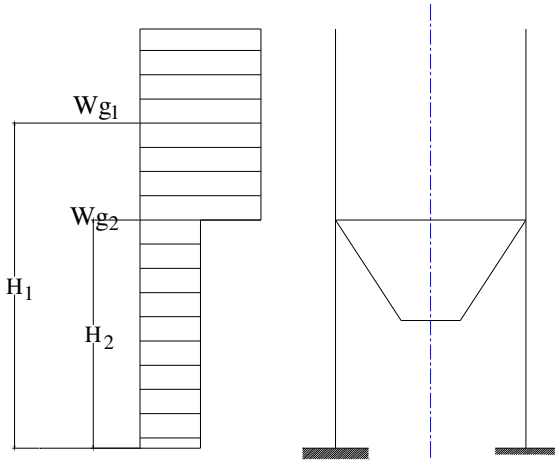
$W_{g1}$ = 155x1x1x1x25 = 3895(Kg)

Tải trọng gió tác dụng lên phần kết cấu thép đỡ silô

$W_{g1}$ = 155x1x1x1x2,322 = 360(Kg)

Momen uốn chân chột do tải trọng gió gây ra:

$M = W_{g1}.H_1 + W_{g2}.H_2$




Hình 5.11

Với: $H_1$ khoảng cách từ điểm tác dụng của tải trọng gió lên phần vỏ silô đến mặt đất, $H_1$ = 8,7m.

$H_2$: khoảng cách từ điểm tác dụng của tải trọng gió lên phần kết cấu thép đỡ silô đến mặt đất, $H_2$ = 1,95 m.

$\Rightarrow$ M = 3895 Kg.m

Vậy mỗi cột momen uốn $M_1$ = 8647 (kg.m)

Cột chịu nén và chịu uốn do tải trọng gây ra, sơ bộ chọn tiết diện cột dỡ silô là thép ống đường kính 219 mm, chiều dày ống là 10 mm. Ta có đặc trưng hình học của tiết diện này:

Diện tích tiết diện:

$F = \pi.R^2 - \pi.r^2 = 65,63\ cm^2$

Momen chống uốn của cột: $W_x = \frac{\pi D^3}{32}\left(1-\eta^4\right) = \frac{\pi 21,9^3}{32}\left(1-\left(\frac{19,9}{21,9}\right)^4\right) = 328\ cm^3$

Kiểm tra độ bền cột theo công thức:

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M_x}{J_x}Y + \frac{M_y}{J_y}X$$

Với: N: lực nén của silô đối với cột: $N = \frac{P_{td}}{4} = 16575$ Kg/cm$^2$

$J_x$, $J_y$ là momen quán tính của tiết diện theo phương X và phương Y

$$J_x = J_y = \frac{W_x}{R} = \frac{W_y}{R}$$

$W_x$ , $W_y$ là momen chống uốn của tiết diện mặt cắt ngang.

$M_x$ , $M_y$ là momen uốn do tải trọng gió đối với các trục X, Y

Ta có: $\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M_x}{J_x}Y = \frac{16575}{65,63} + \frac{8647.10^2}{328} = 2885$ Kg/cm$^2$ < R = 2550 Kg/cm$^2$

R tra bảng vật liệu thép $\Gamma 2C-6$

Vậy tiết diện cột đã chọn đủ độ bền.

### 5.3.7. KIỂM TRA ỔN ĐỊNH CỘT.

Lực do momen uốn gây ra:

$$N_1 = \frac{2\times M}{K\times r_0}\ (Kg)$$

Trong đó: K = 4 là số cột.

$r_0$ là bán kính của vòng tròn đi qua các trọng tâm của cột, $r_0$ = 1,2 m

$$N_1 = \frac{2\times 34588,5}{4\times 1,2} = 14412 \text{ Kg}$$

Hơn nưa, cột đỡ silô còn chịu thành phần lực dọc do silô mang tải gây nên giá trị đó được xác định như sau:

$$N_2 = \frac{G_n}{4} = 16575 \text{ Kg}$$

Vậy giá trị lực dọc trục xuất hiện trên toàn bộ cột sẽ là:

$N = N_1 + N_2 = 30987$ (Kg)

Độ lệch tâm của mặt phẳng uốn là:

$$e = \frac{M}{N} = \frac{8647.10^2}{30987} = 28 \text{ cm}$$

Độ lệch tâm tương đối: $m = \eta.e\frac{F}{W_x} = 9,6$

Trong đó: $\eta$=1,1 hệ số ảnh hưởng hình dáng tiết diện

F: diện tích của cột đã tính F = 59,7

$W_x = 328(cm^3)$ momen chống uốn.

$\Rightarrow$ m = 8,65

Vì mặt cắt ngang của cột là tiết diện tròn cho nên điều kiện ổn định tổng thể là:

$$\frac{N}{\varphi_{tt}F} \le R_\gamma$$

Trong đó:

$\varphi_{tt}$ : hệ số phụ thuộc vào độ mảnh quy ước

$\lambda_X$ : là độ lệch tâm tương đối m của cột.

$\lambda_X = \lambda_x \sqrt{\frac{R}{E}}$ với: $\lambda_x$ : là độ mảnh của thanh chịu nén đúng tâm phụ thuộc vào đặc trưng hình học của mặt cắt và dạng liên kết.

$$\lambda_x = \frac{MI}{i_{\min}}$$

$i_{min}$ : là bán kính cực tiểu của mặt cắt ngang.

$$i_{min}^2 = \frac{j_{\min}}{F}$$

$j_{min}$: là momen quán tính nhỏ nhất của mặt cắt ngang đối với hai trụ x và y

$$j_{min} = j_x + j_y = \frac{j_p}{2} = \frac{0,1}{2} D^4 \left[ 1 - \left( \frac{d}{D} \right)^2 \right] = 3660 \ (cm^4)$$

$$\Rightarrow i_{\min} = \sqrt{\frac{j_{\min}}{F}} \sqrt{\frac{2751,2}{59,7}} = 7,5 \ (cm)$$

M: là hệ số phụ thuộc vào liên kết hai đầu thanh, trong trường hợp này M=2

$$\lambda_x = \frac{2 \times 418}{7,5} = 111,5$$

Ta có độ mảnh quy đổi: $\overline{\lambda_X} = 111,5 \sqrt{\frac{2100}{2 \times 106}} = 3,51$

$$\Rightarrow \varphi_{tt} = 0,108$$

Thay vào công thức trên ta được:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{tt} F} = \frac{30987}{0,108.65,65} = 4372 \ (Kg/cm^2) < R_\gamma$$

Vậy: $R_\gamma = 4372 x 1 = 4372 \ (Kg/cm^2)$

Vì thế cột đảm bảo ổn định.

### 5.3.8. TÍNH TOÁN SILÔ CHỊU TẢI TRONG GIÓ.

Tính toán silô chịu tải trong gió để xác định các thông số về số lượng cũng như đặc trưng bu lông nền. Dễ thấy silô dễ bị lật do tải trọng gió khi không chứa vật liệu và phương gió thổi vuông góc với mặt phẳng tạo bởi hai trong số bốn chân của silô khi đó silô dễ mất cân bằng và bị lật theo đường tâm là đường nối giữa hai chân cột đỡ của silô.

Để đảm bảo cho silô không bị lật bởi tải trọng gió ta lấy áp lực gió lớn nhất là 155 Kg/$m^2$. Khi đó trọng tải gió sẽ được áp dụng như công thức như trên.

$W_{g1}$ = 155x1x1x1x25= 3895(Kg)

$W_{g2}$ = 155x1x1x1x2,322= 360(Kg)

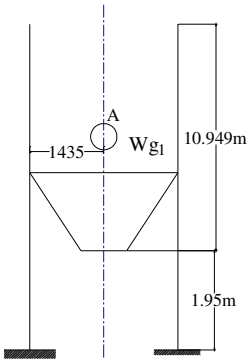
Momen lật silô lúc này tác dụng lên mặt phẳng tạo bởi hai chân cột và gây ra xu hướng lật silô theo đường tâm tạo bởi hai chân cột. Giá trị momen lật là:

* Để tính momen lật ta phải giả thiết:

- coi trọng tải gió $W_{g2}$ tác dụng trực tiếp vào hai cột.

- tải trọng gió tác dụng vào điểm A như hình vẽ (H11)

Theo lý thuyết ta sẽ di chuyển lực $W_{g1}$ và $W_{g2}$ về chân cột. Như vậy, bu lông chân cột vừa chịu momen uốn vừa chịu lực cắt.




Hình 5.12

Mỗi chân cột sẽ chịu một momen M và lực N có giá trị như sau:

$$N = \frac{W_{g1} + W_{g2}}{2} = \frac{3895 + 360}{2} = 2127,5 \text{ (Kg)}$$

$$M = 1,2W_{g1} + 5,39W_{g1} + 1.W_{g2} = 36968 \text{ (Kg.m)}$$

- chọn bản đế có kích thước như hình vẽ trên bản Ao

Để liên kết bản đế của chân silô với nền móng ta dùng 4 bu lông thường.

Chọn đường kính bu lông d = 22 mm thép $BCT_{3K}$

Có $A_{bl}$ = 3,8 (cm)

$R_{cbl}$ = 2480 daN/cm$^2$.

Lực $N_1$ lớn nhất do M gây ra:

$$N_1 = \frac{ML_{max}}{\sum L_i^2}$$

Trong đó:

$L_{max}$ khoảng cách giữa hai dãy bu lông lớp ngoài cùng. $L_{max}$ = 280 mm

$L_i$ khoảng cách giữa hai bu lông đối xứng nhau qua trục. $L_i$ = 280 mm

$$M_1 = \frac{M}{l_{max}} = \frac{39698}{0,28} = 141778 \text{ Kg}$$

Lực lớn nhất tác dụng lên 1 bu lông do M gây ra:

$$N_{blm} = \frac{141778}{4} = 35445 \text{ Kg}$$

Vì ngoài momen uốn tác dụng vào liên kết còn có lực cắt do N tác dụng vào, trong tính toán coi lực cắt Q tác dụng đều lên các bu lông với giá trị:

$$N_{bln} = \frac{2127,5}{4} = 532 \text{ Kg}$$

Công thức kiểm tra độ bền của bu lông do tác dụng đồng thời của cả hai M và N là:

$$N_{bl} = \sqrt{N_{blm}^2 + N_{bln}^2} \le [N]_{min} . \gamma$$

$$N_{bl} = 35449 \text{ Kg}$$

Trong đó: $[N]_{min}$ = 8483Kg là giá trị nhỏ nhất trong khả năng chịu cắt và ép mặt của bu lông (tra bảng bu lông ta được)

$\gamma$ = 0,95: hệ số làm việc.

$\gamma [N]_{min}$ = 0,95.8483 = 8058 Kg

Vậy bu lông đã chọn thỏa điều kiện bền.

Kiểm tra bản đế của cột đỡ silô.

Với thép $BCT_{3K}$ có R = 2100 Kg/cm$^2$

Cấu kiện bị giảm yếu là do lỗ bu lông nên cần kiểm tra bền các bản thép.

$N/A_{th} < R\,\gamma_b$

$A_{th} = A_{ng} - A_{gy}$.

Trong đó:

$A_{th}$: diện tích tiết diện thực của cấu kiện.

$A_{ng}$: diện tích tiết diện nguyên của bản đế.

$A_{ng} = 49{,}5.2 = 99\ cm^2$

$A_{gy} = m\delta.d = 2x2x2{,}8 = 11{,}2\ cm^2$ (diện tích giảm yếu do các lỗ bu lông gây nên)

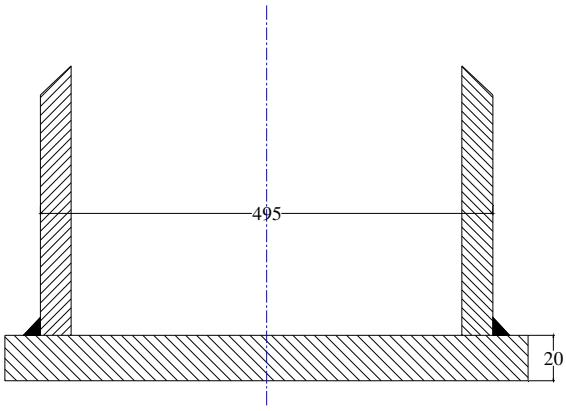
$\gamma_b$: hệ số làm việc cho phép kể đến sự làm việc dẻo của liên kết $\gamma_b = 1$

$A_{th} = 99 - 11{,}2 = 87{,}8\ cm^2$

$$\frac{A}{A_{th}} = \frac{35445 + 532}{87{,}8} = 409 < 2100x1{,}1 = 2310\ \text{Kg/cm}^2$$

Vậy với kết cấu bu lông và bản đế như vậy thì có khả năng chịu được lực tác dụng.

- Tính đường hàn giữa cột và bản đế:




Hình 5.13

### 3.1.2 Ưu nhược điểm:

**Ưu điểm.**

+ Dùng vít tải cấp xi măng, đây là một tron những phương pháp mang lại sự ổn định cao và ít ảnh hưởng đến môi trường.

+ Được dùng phổ biến trong các công ty sản xuất bê tông thương phẩm, nhờ hệ thống cấp liệu băng tải, nhờ băng tải mà vật liệu được vận chuyển liên tục và giảm tiếng ồn.

+ Dùng trong các trạm có năng suất lớn, đòi hỏi lượng bê tông nhiều.

+ Ngày nay, mọi người đang có xu hướng sử dụng phương án này để thiết kế trạm trộn, nhờ có tính thẩm mỹ cao, và khả năng đáp ứng năng suất cao của nó.

+ Sử dụng silô để chứ xi măng, vừa đáp ứng được nhu cầu xi măng trong nhiều giờ hoạt động liền, và không gây ô nhiễm môi trường.

ì mối hàn chịu cả momen uốn và lực cắt N tác dụng đồng thời. Đường hàn được kiểm tra bền theo ứng suất tổng (cộng hình học ứng suất thành phần)

theo tiết diện 1:

$$\tau_{td} = \sqrt{\left(\frac{M}{W_{gh}}\right)^2 + \left(\frac{N}{A_{gh}}\right)^2} \le R_{gh}.\gamma$$

Theo tiết diện 2:

$$\tau_{td} = \sqrt{\left(\frac{M}{W_{gh}}\right)^2 + \left(\frac{Q}{A_{gh}}\right)^2} \le R_{gh}.\gamma$$

Trong đó Thép $CT_3$ có R = 2100 daN/cm$^2$

Cường độ tức thời tiêu chuẩn R = 3450 daN/cm$^2$. dùng que hàn 40 phương pháp hàn tay.

Có $R_{gh}$ = 1800daN/cm$^2$

$R_{gt}$ = 1550 daN/cm$^2$ $\beta_h = 0,7\beta_t = 1$

$\gamma = 0,95$ : hệ số làm việc

M: momen uốn tác dụng vào mối ghép

N: lực cắt tác dụng vào mối ghép

$W_{gh}$: momen kháng của đường hàn theo tiết diện 1

$$W_{gh} = \beta_h.h_h \sum l_h^2 / 6 = \frac{0,7.1,435.62,8^2}{6} = 660\ \text{cm}^3$$

$W_{gt}$: momen kháng của đường hàn theo tiết diện 2:

$$W_{gt} = \beta_t.h_h \sum l_n^2 / 6 = \frac{1.1,435.62,8^2}{6} = 943,2\ \text{cm}^3$$

Thay vào ta có $\tau_{td} = \sqrt{\left(\frac{39698.10^2}{660}\right)^2 + \left(\frac{2127,5}{63}\right)^2} = 1614\,\text{Kg/cm}^3 < R_{gh}.\gamma =$ 17170Kg/cm$^3$

$$\tau_{td} = \sqrt{\left(\frac{39698.10^2}{943,2}\right)^2 + \left(\frac{2127,5}{90,1}\right)^2} = 1308\,\text{Kg/cm}^3 < R_{gt}.\gamma = 1472,5\text{Kg/cm}^3$$

Như mối hàn đủ khả năng chịu lực.

### 5.3.9. TÍNH TOÁN VÀ LỰA CHỌN MỘT SỐ THIẾT BỊ KHÁC CỦA SILÔ.

#### 5.3.9.1 Tính toán thiết bị chống nổ cho silô xi măng.

- Khi hệ thống bơm xi măng làm việc thì áp suất của dòng khí vào silô chỉ lớn hơn áp suất khí quyển một chút nhưng thực tế, do việc cấp hỗn hợp khí và xi măng vào silô liên tục sẽ xảy ra sự tăng áp trong silô. Mặt khác nếu hệ thống lọc bụi sau một thời gian làm việc các lỗ thoát khí của vải lọc sẽ bị xi măng lắp đầy làm cho khả năng thoát khí kém đi do đó áp suất trong silô sẽ tăng cao và gây nổ. Để đảm bảo an toàn cho silô phải có thiết bị chống tạo nổ.

- Áp suất mà bơm xi măng thường làm việc khoảng 1,6 – 2at khi lên đến silô thì áp suất đã giảm đi. Để hệ thống bơm xi măng vẫn làm việc ta quy định cho áp suất tối đa trong silô là: 1,6 at.

- Chọn đường kính trong của ống chống nổ là D = 120mm. lực tác dụng vào nắp đậy là : N = SxP = 0,6x1,6x10$^5$ = 96000 N

Cấu tạo thiết bị chống nổ được bố trí như hình:

Nắp đậy được giữ bằng 4 lò xo.

Tính toán kích thước của lò xo.

Mỗi lò xo chịu một lực: $N_1$ = N/4 = 24000N

Chọn vật liệu làm lò xo là dây thép lò xo cấp 1. Giả sử đường kính dây lò xo từ 4- 6 mm ta có:

$\sigma_{bk} = 1850\,\text{N/m}^2$

$[\tau]_x = 0,4.\sigma_{bk} = 740\,\text{N/m}^2$

Chọn C = D/d = 5

Theo bảng 18.2 ta có K = 1,29

Đường kính dây lò xo được xác định theo công thức

$$d \geq 1,6\sqrt{\frac{K.P_{max}}{[\tau]_x}C} = 4,02mm$$

chọn d = 4 mm

vậy đường kính dây lò xo phù hợp với giả thuyết.

D = C.d = 32mm

Số vòng làm việc i của lò xo được tính theo điều kiện khi tải trọng tăng từ $P_{min}$ - $P_{max}$. lò xo có chuyển vị đàn hồi là X = 15 mm.

Lực khi lắp lò xo = $0,5.P_{max}$ = 227 (N)

$$i = \frac{X.G.d}{8.C^3.(P_{max} - P_{min})} = \frac{15.8.10^4.5}{8.8^3(453-227)} = 6,48 \text{ vòng.}$$

Chọn i = 6,5 vòng.

Số vòng thực của lò xo $i_0$ = i +2.0,75 = 8 vòng.

Chiều dài lò xo lúc cắt vòng lò xo khiết nhau.

$H_v = (i_0 - 0,5).d$ = 37,5 mm

Bước của lò xo khi chưa chịu tải.

$t = d + \lambda / i + \delta = 7{,}8mm$

trong đó: $\delta$: khe hở giữa các vòng lò xo khi $P_{max}$, để tránh các vòng tiếp xúc nhau lấy

$\delta = 0{,}1.d = 0{,}5mm.$

Chiều dài lò xo ban đầu:

$H_0 = H_v + i(t - d) = 55{,}7$ mm

### 5.3.9.2 TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CHẾ TẠO THIẾT BỊ CHỐNG TẠO VÒM XI MĂNG TRONG SILÔ.

#### 5.3.9.2.1. Khái quát chung.

Ở vùng thay đổi tiết diện của silô chứa xi măng thường xuất hiện các vòm xi măng (do độ âm của xi măng hình thành nên). Vị trí chân vòm theo kinh thực tế nằm ở dưới vùng thay đổi tiết diện trong khoảng 250 – 300 mm. Sự xuất hiện của vòm trong silô ngăn trở sự nạp liệu cho các vít tải dưới đáy silô để nạp cho các thùng cân. Vì vậy, tất cả các silô chưa xi măng đều bố trí thiết bị phá vòm.

Ở các nước có khí hậu hàn đới vì điều kiện khí hậu nhiệt ẩm thấp thường sử dụng thiết bị phá vòm bằng khí nén. Trong điều kiện môi trường Việt Nam biện pháp này không hiệu quả. Để phá vòm, thông thường người ta hay dùng búa gõ để phá các chân vòm nên chúng ta thường thấy ở vị trí này các silô bị móp méo. Một số nơi có sử dụng giải pháp dùng máy rung cạnh ở chân vòm giải pháp này chỉ hiệu quả khi vòm mới được hình thành, vòm được hình thành tương đối lâu màng vòm cứng và dày thường không hiệu quả. Một số nơi sử dụng phương pháp phá vòm bằng đầm rung bố trí trên nóc silô thông qua thanh đàn hồi đưa xuống vùng tạo vòm nhưng hiệu quả chưa rõ ràng. Sự hình thành vòm với sự phát triển độ cứng cũng như độ dày của nó vẫn chưa được nghiên cứu đầy đủ để tìm ra quy luật, thời gian hình thành vòm. Do vậy việc phá vòm chỉ được tiến hành khi xi măng không được nạp vào vít tải. Để phá vòm xi măng trong silô hiệu quả hơn ta đưa ra phương án phá vòm bằng phương pháp cơ khí.

vòm xi măng rrong silo có hiệu quả hơn, tôi đưa ra phương án phá cóm bằng biện pháp cơ khí.

Nguyên tắc hoạt động của thiết bị này như sau: ở chân vòm xi măng hay tạo thành ta bố trí một trục quay, Trên trục có bố trí các cánh gạt đã được tính toán, tay đòn của trục được nối với cần pít tông của xi lanh khí nén. Ta sẽ tính toán sao cho mỗi lần cấ khí vào xi lanh thì trục sẽ quay một góc gần bằng $90^0$. Trục quay sẽ làm cho các cánh gạ quay, lúc này các cánh gạt sẽ có tác dụng phá vòm.

**5.3.9.2.2. Tính toán thiết kế thiết bị phá vòm:**

- Tính toán lực tác dụng lên cánh gạt và lên trục được xác định theo công thức trong tài liệu [2]

$$F=p\times S \quad (N)$$

Trong đó:

P: là áp lực của xi măng lên cánh gạt ($N/m^2$)

S: là diện tích chịu áp lực của cánh gạt ($m^2$)

Đối với chất lỏng áp lực tác dụng ở phần đáy silo là:

$$P= \gamma vl \, . \, h \; (N/m^2)$$

Trong đó:

$\gamma vl$: trọng lượng riêng của vật liệu ($N/m^2$)

h: chiều cao cột áp (m)

K: Hệ số linh động

$K = \dfrac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi}$ $\varphi$ là góc ma sát trong

Công thức trên chỉ đúng trong trường hợp h nhỏ (đối với những silo nhỏ), còn trong trường hợp silo có chiều cao lớn, nó không còn đúng nữa vì lúc này chúng ta còn phải kể đến lực ma sát của

### 5.3.9.2.3. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ LỰA CHỌN THIẾT BỊ LỌC BỤI TAY ÁO CHO SILO CHỨA XI MĂNG.

Công dụng của thiết bị lọc bụi là giữ lại bụi xi măng ở trong silo còn khí thoát ra, tránh ô nhiễm môi trường.

Nguyên tắc của thiết bị lọc bụi là cho không khí mang xi măng đi qua lớp vải, các hạt xi măng có kích thước lớn hơn lỗ rỗng trên mặt vải sẽ bị cản lại, dần dần lớp xi măng đọng lại trên mặt vải cũng có tác dụng làm tăng khả năng giữ xi măng của lớp vải lọc, nhưng sức cản thủy lực của nó sẽ tăng và năng suất lọc giảm xuống rõ rệt. Khi này người ta phải rũ lớp bụi bám trên mặt vải.

Bề mặt lọc cần thiết được xác định:

$$F = \frac{V}{v \times \eta}.3600(m^2)$$

Trong đó:

V: năng suất lọc bụi ($m^3$). Trong trường hợp này: V= 0,067 ($m^3$/s)

v: cường độ lọc của mỗi bên mặt lọc $(m^3 / m^2 h)$

Theo tài liệu [12]: v nằm trong khoảng 15 đến 200 $(m^3 / m^2 h)$, v phụ thuộc vào sức cản thủy lực của vải lọc nằm trong khoảng 1300- 1400 ($N/m^2$)

$$\Delta p = A.v^n (N / m^2)$$

Trong đó:

A: là hệ số : A = 25- 0,25  lấy A = 0,25

n : hệ số thực nghiệm  n = 1,25 – 1,3  lấy n = 1,3

lấy $\Delta p$ = 1250 ( N/m$^2$)

$$v = \sqrt[n]{\frac{\Delta p}{A}} = \sqrt[1,3]{\frac{1250}{0,25}} = 142(m^3 / m^2 h)$$

Thay v vào ta có :

$$F = \frac{0,067 \times 3600}{142 \times 0,85} = 2(m^2)$$

Chọn số ống tay áo lọc bụi là 4, có đường kính mỗi ống là $\phi = 200(mm)$

Vậy chiều cao mỗi ống là : H

$$H = \frac{F}{2\pi R \times 4} = \frac{2}{2\pi \times 0,1 \times 4} = 0,79(m)$$

Chọn chiều cao của ống áo là : 0,9(m)

### 5.3.9.2.4. BỐ TRÍ THIẾT BỊ BÁO MỨC XI MĂNG

Bao gồm thiết bị báo mức trên và báo mức dưới có cấu tạo được bố trí ở trên đỉnh mỗi silo : Mỗi thiết bị bao gồm một động cơ điện công sất nhỏ (Khoảng 5W) « Stato của động cơ này được gữi ép bởi các dây lò xo » dẫn động cho một cánh quạt mỏng thông qua trujcc được luồn trong một ống dài (nếu là thiết bị báo mức dưới ) hoặc một ống ngắn (nếu là thiết bị báo mức bên ).

Nguyên lý hoạt động của các thiết bị này như sau :

Trong trường hợp mức xi măng đang ở trên thì áp lực của xi măng tác dung tăng dần vào cánh quạt tạo lực cản tăng dần vào cánh quạt làm tốc độ quay của trục giảm dàn dẫn đến Stato của động cơ có xu hướng ép sát vào roto. Từ sự dịch chuyển này ta có tín hiệu ta báo mức xi măng đã đầy.

Ngược lại đối với thiết bị báo mức dưới, khi lượng xi măng dần hết thì áp lực từ xi măng tác dụng lên cánh quạt giảm dần, tốc độ truc quay tăng dần, dẫn đến stato của động cơ dàn bi đẩy ra xa Roto động cơ và sự dịch chuyển này sẽ cho ta tín hiệu báo mức xi măng trong silo sắp hết.

## 5.4 TÍNH TOÁN THIẾT KẾ THIẾT BỊ LỌC BỤI

### 5.4.1. Giới thiệu và lựa chọn phương án.

#### 5.4.1.1 Giới thiệu chung.

##### *5.4.1.1.1* Đặc tính của bụi :

- Trong quá trình nạp ximăng rời vào xilô, trong dòng chuyển động của ximăng có các hạt bụi kích thước rất bé (5-40μm) trộn lẫn vào dòng khí nạp có áp lực cao đi ra môi trường xung quanh. Các hạt bụi này bay lơ lửng trong không khí làm giảm độ trong sạch của không khí và gây hại cho sức khoẻ con người.

- Tuỳ theo đặt tính của quá trình nạp mà có thể phát sinh lượng bụi nhiều hay ít nhưng khi qua thiết bị lọc bụi thì bụi bẩn được giữ lại còn khí sạch thải ra môi trường nhưng phải đảm bảo tiêu chuẩn TCVN 3939-1995 CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ, cụ thể giới hạn tối đa của bụi ximăng trong khí thải < 400 mg/$m^3$.

##### *5.4.1.1.2* Nguyên lý lọc bụi :

- Dòng không khí chứa bụi phát sinh trong quá trình nạp xi măng sẽ được đẩy ra ngoài nhờ áp lực của máy bơm khí nén qua thiết bị lọc lúc đó bụi xi măng được tách khỏi dòng khí trở lại xi clô phục vụ cho quá trình sản xuất ,dòng không khí sạch được thải ra môi trường .

#### 5.4.1.2 *Yêu cầu của thiết bị lọc bụi.*

- Đạt được hiệu quả xử lí bụi cao, mức độ ô nhiễm của không khí sau khi qua thiết bị lọc phải nằm trong giới hạn cho phép của TCVN3939-1995.

- Kết cấu đơn giản dễ chế tạo

- Bụi sau khi lọc có thể được tái sử dụng lại

- Dể bảo dưỡng sửa chữa

- Giá thành thấp.

**5.4.1.3*Phân loại và lựa chọn phương án.***

Để làm sạch khí khỏi bụi người ta áp dụng những thiết bị thu gom bụi như:

- Loại trọng lực

- Loại quán tính khô và ướt

- Loại rửa tiếp xúc

- Thiết bị thu gom bụi kiểu tay áo

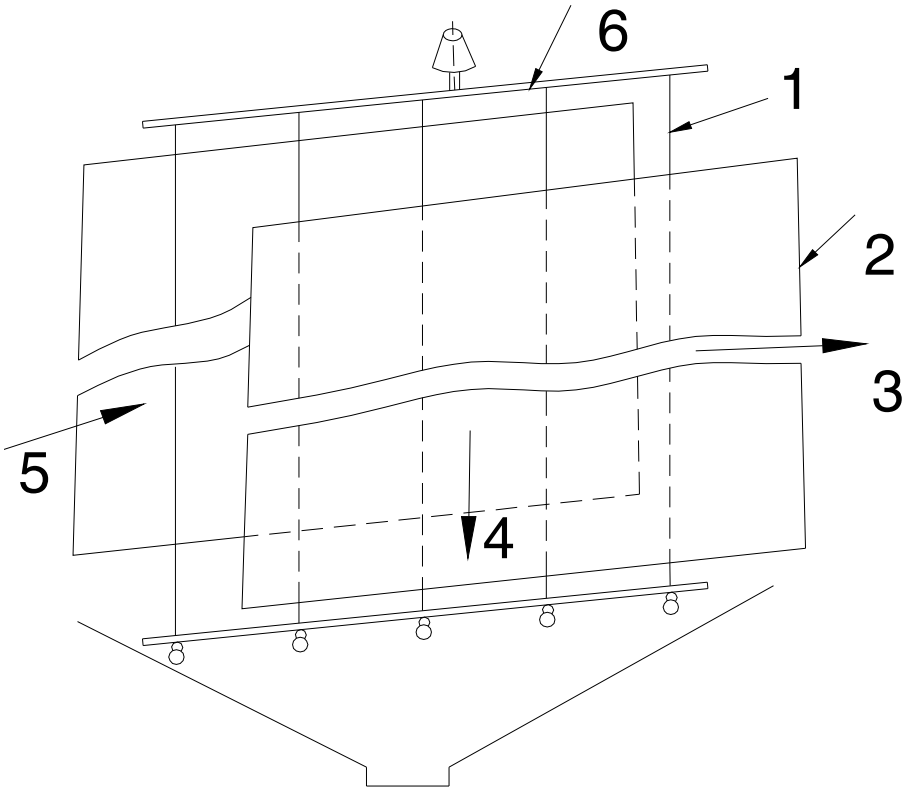
- Thiết bị thu gom bụi kiểu tĩnh điện

Do yêu cầu phải thu hồi lại bụi sau quá trình lọc để phục vụ cho quá trình tái sản xuất cho nên thiết bị lọc bụi phải đảm bảo sau khi lọc bụi vẫn giữ được tính chất lí hoá ban đầu.Từ yêu cầu đó ta đưa ra các phương án thiết bị như sau:

**5.4.1.3.1Thiết bị lọc bụi kiểu tĩnh điện :**

Là thiết bị tổng hợp để làm sạch không khí khỏi bụi và là một trong những loại phổ biến hiện nay đôi khi là thiết bị không thể thay thế được để làm sạch bụi không khí thải mà lưu lượng khí rất lớn tới hàng trăm nghìn hay hàng triệu mét khối không khí trong một giờ

- Sơ đồ nguyên lý:




Hình 5.14

1. Cực phóng vầng sáng điện; 2.Cực lắng; 3. Không khí sạch; 4. Bụi lắng; 5. Bụi bẩn vào thiết bị; 6. giá treo khung cực phóng điện

- Nguyên lý : Dòng điện có điện thế cao được nối với các cực phóng điện 1 tạo ra điện trường mạnh giữa hai cực và ở bề mặt của cực phóng điện xảy ra sự ion hoá mạnh các phần tử khí, kéo theo sự phóng các quầng sáng điện .Các ion khí khác nhau được tạo thành trong vầng sáng điện, dưới tác dụng của lực điện trường sẽ dịch chuyển về cực trái dấu, những phần tử bụi được hấp thụ trên bề mặt của cực lắng đọng 2 còn phần ít rơi trên cực vầng sáng điện 1

Tùy theo mức độ tích lũy các phần tử bụi trên các cực mà người ta tiến hành loại bỏ chúng bằng cách rung lắc hay rửa các cực. Khi rung lắc bụi rơi theo máng vào thùng chứa

- Ưu điểm:

+ Mức độ làm sạch cao tới 99%

+ Chí phí năng lượng thấp cho việc thu gom bụi khoảng (0,1 ÷ 0,5)kw cho 1000 $m^3$ khí

+ Có thể thu gom bụi có kích thước (0,1÷ 100)µm (và nhỏ hơn) khi nồng độ khí đạt 50g/$m^3$ (và lớn hơn)

+ Có thể lọc bụi khi có áp cũng như khi giảm áp

- Nhược điểm:

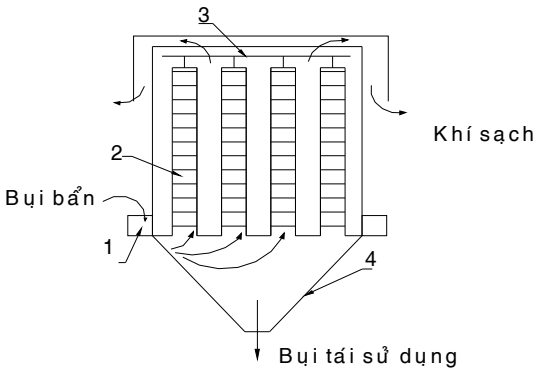
+ Có độ nhạy cảm cao trong qáu trình lọc khí do đó dễ bị lệch khỏi tham số công nghệ ban đầu

+ Dễ hư hỏng trong vùng hoạt tính của thiết bị

#### *5.4.1.3.1.1* Thiết bị lọc bụi kiểu túi vải

Được dùng phổ biến trong công nghiệp để làm sạch không khí có nồng độ bụi trên 60g/$m^3$ với kích thước hạt > 5µm, mức độ làm sạch của thiết bị này có có thể đạt đến 99% và cao hơn.

- Sơ đồ nguyên lý:




Hình 5.15

1.Ống dẫn khí nén, 2.Ống vải ; 3. Giá treo; 4. Phễu chứa

- Nguyên lý : bụi bẩn được thổi vào các ống vải 2 nhờ ống dẫn khí 1, bụi bẩn sau khi qua ống vải 2 thì bụi được giữ lại còn không khí sạch qua ống vải ra môi

trường. Các ống vải này được treo trên giá treo 3, tuỳ thuộc vào kết cấu của thiết bị mà người ta thường bố trí bộ gây rung hay ống khí nén để rung hay thổi bụi trên các ống vải, kết quả là sau khi rung lắc hay thổi thì bụi rơi xuống phễu 4 để tái sử dụng

-Ưu điểm:

+ Khả năng chứa bụi cao và ngay sau khi phục hồi đảm bảo hiệu quả lọc cao.

+ Giữ được khả năng cho không khí xuyên qua tối ưu.

+ Bụi được tái sử dụng sau khi lọc

+ Năng suất lọc qua vải có thể đạt 3-9($m^3/m^2$phút).

+ Vải lọc phổ biến dể tìm.

-Nhược điểm:

+Không thể lọc khi bụi có độ ẩm cao vì vải lọc bị tắt.

#### *5.4.1.3.1.2* Lựa chọn phương án:

Qua quá trình phân tích đánh giá ta chọn thiết bị lọc bụi tay áo (túi vải) dùng lọc bụi cho xilô ximăng của trạm trộn bêtông ximăng.

### 5.4.2 TÍNH TOÁN THIẾT BỊ LỌC BỤI TAY ÁO.

-Việc tinh toán, thiết kế bộ lọc bụi trong xilô tương đối phức tạp và phụ thuộc vào nhiều yếu tố: lưu lượng không khí, trở lực của lớp vải lọc, hàm lượng bụi trong không khí….

- Vật liệu chế tạo ông vải gồm nhiều loại: Len; Túi vải LIMapt 83; Nitrôn 5303; Polifen; Vải dệt từ sợi thuỷ tinh $C_2$-5/3…

- Để lọc bụi cho xilô ta chọn bộ lọc dùng vải lọc dệt từ sợi thuỷ tinh và có các thông số sau:

+ Độ rỗng của vải: 49%.

+ Năng suất lọc trên một đơn vị diện tích: 3 ÷ 9 ($m^3/m^2$.phút).

+ Chiều dài ống vải L=1100(mm).

+ Đường kính ống vải D=150(mm).

- Trở lực của lớp vải lọc xác định theo công thức thực nghiệm:

$$\Delta P = A.q_v^n (mmH_2O).$$

A: Hệ số được xác định bằng thực nghiệm. Hệ số này phụ thuộc vào khối lượng riêng và hàm lượng bụi có trong không khí.Với hàm lượng bụi trong quá trình nạp ximăng m=30 ($g/m^3$) ta chọn A=0,3.

$q_v$: Năng suất lọc; $q_v$= 99$m^3/m^2$.phút).

n: Hệ số thực nghiệm; n =1,3.

$\Rightarrow \Delta P=0,3.9^{1,3}=5,2$ ($mmH_2O$).

- Tổng diện tích cần thiết của vải lọc:

$$S = \frac{60.V_s}{q_v.\eta}(m^2)$$

$\eta$: Hệ số khi xét đến độ bịt kín của vải lọc; $\eta$ = 0,85.

$V_s$: Lưu lượng khí thải của xilô trong quá trình nạp ximăng;$V_s$=0,446($m^3$/s).

$$\Rightarrow S = \frac{60.0,446}{9.0,85} = 3,5(m^2).$$

- Số ống vải cần bố trí trong bộ lọc:

$$Z_{ct} = \frac{S}{\pi.D.L} = \frac{3,5}{3,14.1,1.0,15} = 6,75$$

Chọn Z = 7(ống).

# CHƯƠNG 6:

# LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN VÀ THIẾT KẾ THÙNG (CỐI) TRỘN BÊ TÔNG

## 6.1 Các phương án thiết kế.

❋Dựa theo phương án dỡ liệu ta có 2 loại máy trộn:

- Máy trộn liên tục.
- Máy trộn chu kỳ.

➢Máy trộn bê tông liên tục thường sử dụng trong các công trình xây dựng đòi hỏi khối lượng bêtông lớn, máy trộn hoạt động liên tục để sản xuất ra hỗn hợp bê tông có năng suất của máy rất cao, có thể đạt trên 60$m^3$/h. Thời gian trộn là thời gian vật liệu được chuyển từ đầu này đến đầu kia của thùng trộn cho nên chiều dài thùng trộn khá dài, trong quá trình làm việc trục trộn dễ bị cong, uốn và xoắn.

➢Do máy trộn cần thiết kế thuộc loại trung bình (năng suất 60$m^3$/h) thuộc loại trạm lắp ráp di động và dựa vào điều kiện cấp liệu nên chọn máy trộn chu kỳ.

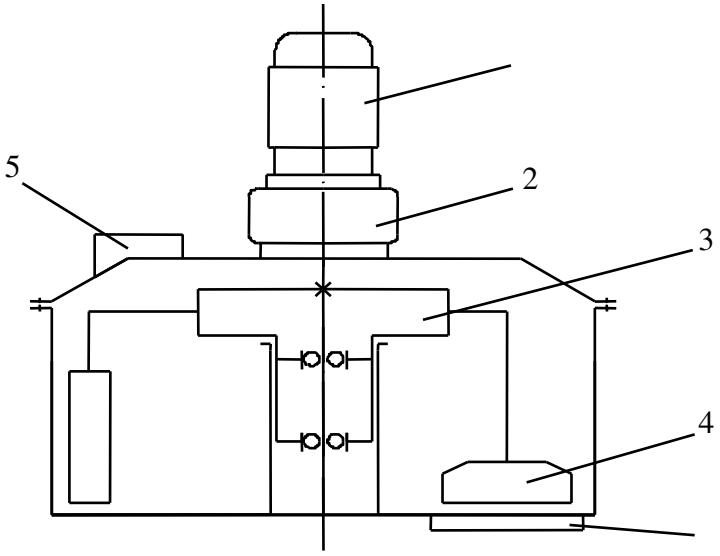
### 6.1.1 Các loại máy trộn bê tông theo chu kì phổ biến hiện nay.

Có nhiều phương pháp trộn khác nhau nhưng hiện nay hầu hết các trạm trộn chỉ sử dụng có 3 loại máy chính:

- Máy trộn cưỡng bức kiểu rôto.
- Máy trộn cưỡng bức có cánh trộn quay kiểu hành tinh.
- Máy trộn cướng bức 2 trục nằm ngang.

#### 6.1.1.1 Máy trộn cưỡng bức kiểu Rôto.

##### 6.1.1.1.1 *Cấu tạo:*



Hình 6.1: Cối trộn trục dứng cưỡng bức kiểu rô to

1 - Động cơ.

2 - Hộp giảm tốc.

3 - Trục Rôto.

4 - Cánh trộn.

5 - Cửa nạp liệu.

6 - Cửa dỡ sản phẩm.

**6.1.1.1.2.** ***Nguyên lí hoạt động****:*

Thành phần phối liệu được cấp vào thùng trộn qua cửa nạp liệu (5). Động cơ (1) truyền chuyển qua hộp giảm tốc (2) qua khớp nối dẫn động trục Rôto (3) có gắn các cánh trộn (4) với các chiều cao và góc nghiêng khác nhau làm cho hổn hợp bê tông được trộn đều. Và hổn hợp bê tông được lấy ra qua cửa dỡ liệu (6) dùng xi lanh khí nén.

**6.1.1.1.3.** ***Ưu nhược điểm:***

**- Ưu điểm:**

+ Thùng trộn đặt cố định trên giá trộn, trên trục Rôto có lắp các cánh trộn theo các vị trí khác nhau đảm bảo khi trục quay các cánh trộn sẽ quét sạch tiết diện của thùng và trộn đều hổn hợp bêtông.

+ Động cơ và hộp giảm tốc có thể bố trí ở phía trên hoặc phía dưới thùng trộn $\Rightarrow$ tiết kiệm được không gian.

+ Kết cấu đơn giản, dễ chế tạo $\Rightarrow$ giá thành thấp.Tiêu thụ năng lượng riêng nhỏ W=0,75 ÷ 1[KWh/$m^3$]

**-Nhược điểm:**

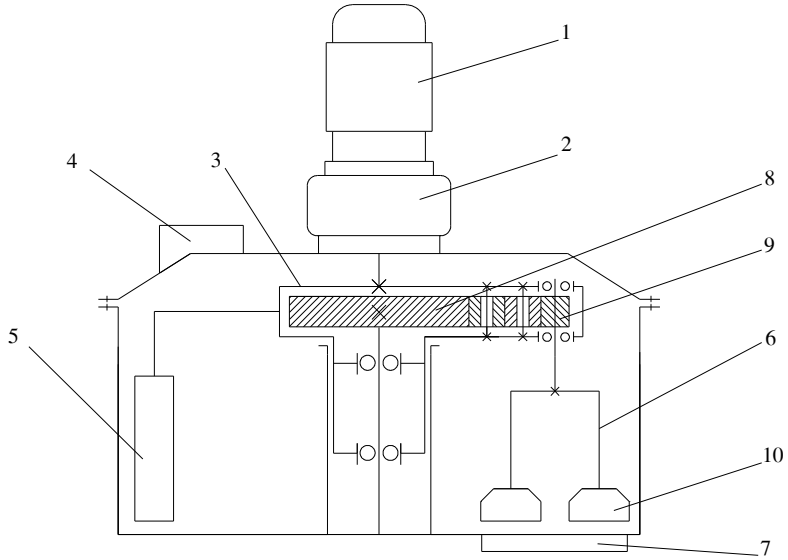
+ Việc bố trí cánh trộn tương đối phức tạp.

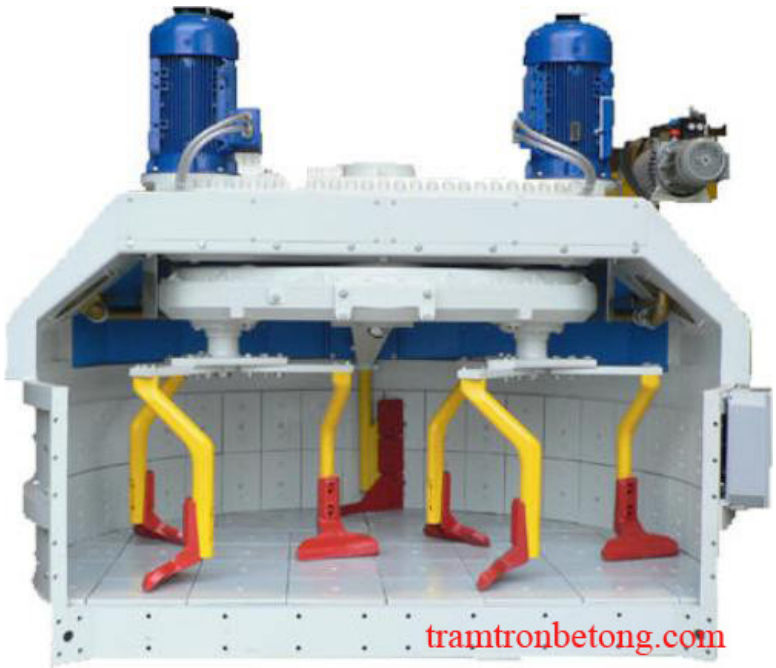
+ Cánh trộn có chuyển động đơn giản, do vậy chất lượng trộn không cao, hiện nay nếu muốn sản xuất bê tông có độ sụt thấp thì loại kiểu Rô to này không đáp ứng được.

#### *6.1.1.2.* Máy trộn cưỡng bức có cánh trộn quay kiểu hành tinh.

##### *6.1.1.2.1. Cấu tạo:*

1. Động cơ.
2. Hộp giảm tốc.
3. Cụm cánh trộn trung tâm.
4. Cửa nạp liệu.
5. Cánh trộn quay tròn.
6. Cánh trộn chuyển động hành tinh.
7. Cửa dở sản phẩm.
8. Bánh răng trung tâm.
9. Vành răng cố định.
10. Bộ cánh trộn hành tinh.




Hình 6.2: Thùng trộn cưỡng bức kiểu hành tinh

*6.1.1.2.2. Nguyên lí hoạt động:*

Chuyển động của bộ hành tinh có được là do chuyển động từ động cơ (1) qua hộp giảm tốc (2) làm quay cụm cánh trộn trung tâm (3) làm cho cánh trộn (5) quay tròn, đồng thời truyền động qua hệ bánh răng trung tâm (8) ăn khớp với vằnh răng cố định (9) làm cho trục (10) có gắn cánh trộn (6) quay theo chiều ngược lại trộn đều hổn hợp bê tông.

*6.1.1.2.3. Ưu nhược điểm*:

**- Ưu điểm:**

+ Các hình trộn kiểu hành tinh chuyển động theo quỹ đạo hình Xiclôit cũng chuyển động theo phương hướng kính của thùng trộn, vậy hổn hợp liên tục rơi vào thùng trộn của cánh trộn → đảm bảo hổn hợp được trộn đều.

+ Động cơ và hộp giảm tốc có thể bố trí ở phía trên hoặc phía dưới thùng trộn → tiết kiệm được không gian.

+ Đây có lẽ là phương án trộn mang lại hiệu quả cao nhất trên thị trường hiện nay, được sử dụng nhiều trong sản xuất bê tông li tâm đòi hỏi có độ sụt thấp, bê tông Mác cao.

**- Nhược điểm:**

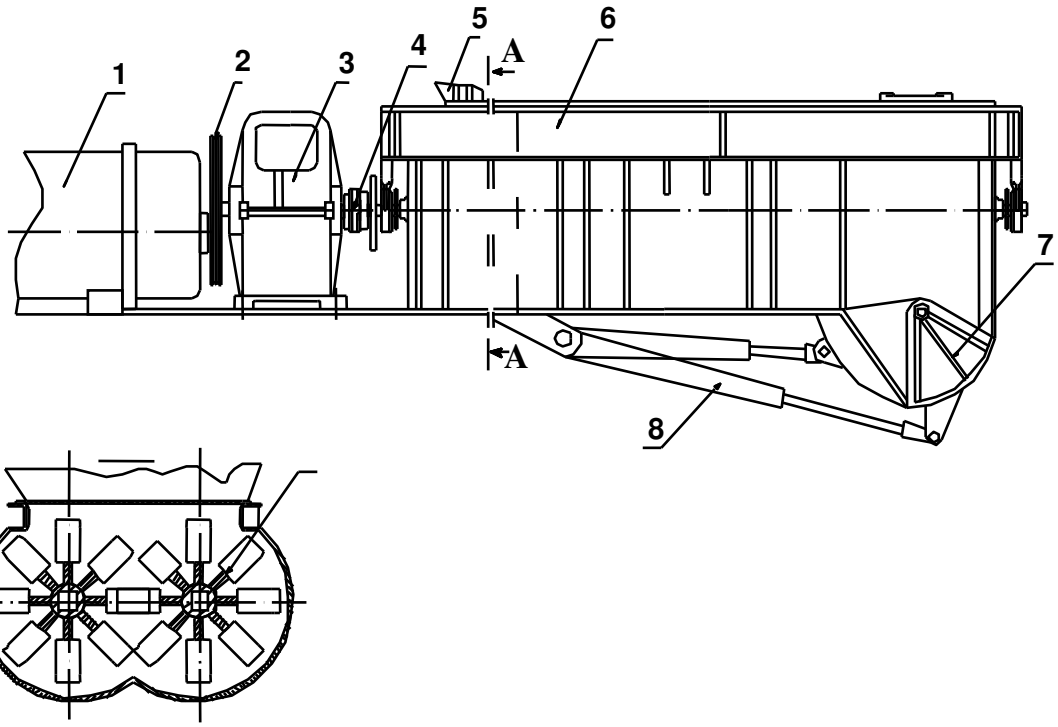
+ Kết cấu phức tạp, khó chế tạo, hiện nay ở nước ta vẫn chưa có đơn vị nào chế tạo được sản phẩm này một cách có chất lượng.

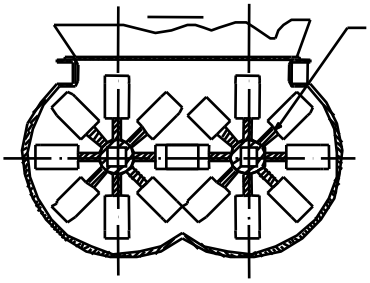
+ Tiêu thụ năng lượng riêng lớn W=1,5÷ 2,5 [KWh/$m^3$].

+ Giá thành cao, hiện nay sản phẩm này chủ yếu nhập từ nước ngoài khi các nhà đầu tư có nhu cầu sử dụng.

*6.1.1.3. Máy* **trộn cưỡng bức hai trục nằm ngang**

**6.1.1.3.1.** ***Cấu tạo*:**



1. 1_Động cơ.
2. Bộ truyền đai.
3. Hộp giảm tốc.

4. Khớp nối.

5. Phễu cấp liệu.

6. Thùng trộn.

7. Cửa xả liệu.

8. Xilanh đóng mở cửa xả.

9. Cánh trộn.

**6.1.1.3.2.** ***Nguyên lí hoạt động:***

Động cơ (1) truyền chuyển động qua bộ truyền đai (2) qua hộp giảm tốc (3), nhờ 2 cặp bánh răng đồng tốc và làm 2 trục trộn quay ngược chiều nhau, trên trục trộn có gắn các cánh trộn (9) làm cho hỗn hợp bê tông được bới lên và trộn đều.

***6.1.1.3.3.Ưu nhược điểm:***

**- Ưu điểm:**

+Trên trục trộn có gắn các cánh trộn đặt nghiêng với các góc khác nhau, các trục quay ngược chiều tạo cho dòng vật liệu trong thùng trộn đi vào khoảng giữa thùng trộn thuộc về vùng ảnh hưởng của 2 trục trộn →làm cho hỗn hợp bê tông được trộn đều.

+ Phục vụ cho các trạm trộn có công suất lớn, vì nó có thể đáp ứng được một khối lượng trộn nhiều mà chất lượng vẫn đảm bảo hiệu quả.

+ Sử dụng cho sản xuất các loại bê tông Mác cao, có độ sụt thấp.

+ Trên thị trường hiện nay, muốn sử dụng loại thùng trộn cho chất lượng bê tông cao mà giá thành có thể chấp nhận được, thì đây là phương án tối ưu nhất.

+ Đây hứa hẹn sẽ trở thành loại chủ đạo trong tương lai vì những ưu điểm vượt trội này của nó, và ngày càng được nhiều khách hàng đặc biệt quan tâm.

**- Nhược điểm:**

+ Về việc bố trí hệ thống truyền động và chiều dài thùng trộn khá dài, tuy nhiên không ảnh hưởng nhiều đến kết cấu không gian của toàn trạm.

+ Trong quá trình làm việc trục trộn dễ bị cong uốn và xoắn (do kết cấu thùng trộn khá dài). Tuy nhiên rất khó xảy ra tình trạng nghiêm trọng do vật liệu chế tạo đã được kiểm bền rất gắt gao.

### 6.1.2. Lựa chọn phương án:

➢ Thực ra trong 3 phương án trên, phương án nào cúng có những ưu nhược điểm của nó, và tùy thuộc vào nhu cầu và khả năng của từng người sử dụng mà ta sẽ lựa chọn loại thùng trộn phù hợp với yêu cầu về chất lượng của bê tông, cũng như khả năng tài chính của họ.

➢ Để lựa chọn phương án thiết kế của mình em xin đưa ra một số quan diểm khách quan:

+ Hiện nay khi mức sống của con người càng cao, thì cùng với đó là những đòi hỏi về mặt vật chất cũng tăng lên tương ứng, các khu đô thị, khu công nghiệp mọc lên ngày càng nhiều… và ở những công trình đó họ có một sự đòi hỏi rất cao về chất lượng và yếu tố quết định ở đây là chất lượng của bê tông.

+ Nếu xét về chất lượng trộn để đạt bê tông thành phẩm có chất lượng cao thì ở đay phương án trộn cưỡng bức kiểu rô to cho chất lượng thấp nhất, mặc dù giá cả của nó thấp hơn, song việc đầu tư trạm trộn mang tính lâu dài và hiệu quả cao, do vậy việc bỏ ra một số tiền (thực ra cũng không chênh lệch quá lớn) nhiều hơn một chút cũng không đáng là bao.

+ Như vậy, xét về mặt chất lượng bê tông là yếu tố quết định, thì ta sẽ tạm bỏ qua máy trộn kiểu rô to, ở hai phương án còn lại thì cho chất lượng bê tông là khá đồng đều với nhau và máy trộn có cánh chuyển động kiểu hành tinh cho chất lượng cao hơn một chút, tuy nhiên cúng không có sự khác biệt nhiều.

+ Xét về mặt giá thành và khả năng tiêu thụ điện năng, thì máy trộn cưỡng bức hai trục nằm ngang có điểm nổi trộn hơn nhiều, vì nó có giá thành rẻ và điện năng tiêu thụ cũng thấp hơn.

➢ Do vậy sau khi cân nhắc kĩ, em quết định lựa chọn phương án, máy trộn cưỡng bức hai trục nằm ngang để thiết kế, vì đây trong tương lai sẽ là sản phẩm đi tiên phong trong việc cung cấp máy trộn cho thị trường, và cũng bởi vì sự mới mẻ của nó so với sự cổ điển của máy trộn cưỡng bức trục đứng kiểu Rô to.

⇒ Chọn phương án: **Máy trộn cưỡng bức hai trục nằm ngang.**

## 6.2. Khái quát về tình hình sản xuất thùng trộn hiện nay

Hiện nay trên thị trường máy xây dựng Việt Nam, ngoại trừ **Viện máy và dụng cụ công nghiệp - IMI** có khả năng cao nhất trong vấn đề chế tạo các thiết bị phục vụ trạm trộn bê tông, tuy nhiên Viện máy này hiện vẫn chỉ chủ yếu cung cấp loại thùng trộn cưỡng bức trục đứng kiểu Rôto và chưa cung ứng được loại thùng trộn hai trục nằm ngang đáp ứng được yêu cầu cao về chất lượng bê tông thành phẩm.

Muốn sử dụng thùng trộn hai trục ngang này có chất lượng, hiện nay chúng ta vẫn thường nhập của các nước Đông Á như Trung Quốc, Hàn Quốc… hoặc từ các nước Châu Âu như Đức, Italia…

Cùng với sự hạn chế về mặt thời gian của luận án, nên em sẽ chọn loại cối trộn hai trục nằm ngang của hãng Sicoma – Italia làm cơ sở để sử dụng trong hệ thống trạm trộn bê tông này.

Sicoma hiện nay là một trong những hãng hàng đầu về chế tạo loại thùng trộn hai trục nằm ngang, có trụ sở chính đặt tại Perugia - Italy, hãng này đã vươn lên trở thành tập đoàn đa quốc gia, và đặt nhà máy sản suất tại rất nhiều nước trên hế giới.

Hiện nay, nếu chúng ta muốn mua sản phẩm này thì sẽ do Sicoma đặt tại Thượng Hải – Trung Quốc cung cấp, như vậy vừa tiết kiệm được thời gian và còn làm giảm giá thành sản phẩm.

Giới thiệu về cối trộn hai trục nằm ngang của hãng Sicoma dùng cho trạm trộn bê tông có năng suất 60$m^3$/h:

+ Dung tích nạp thô: 1500 lít.

+ Dung tích trộn : 1000 lít.

+ Công suất động cơ: 2x22Kw (hai động cơ)

+ Công suất động cơ cửa xả bê tông: 2.2 Kw

## 6.3. Tính kiểm tra công suất động cơ

Trong đồ án này em chọn nồi trộn 1500 lít của Sicoma. Động cơ điện của nồi trộn là 2×22kw.

Để nồi trộn hoạt động bình thường thì công suất động cơ phải đủ lớn thắng được lực cản của hỗn hợp bê tông. Do vậy tôi sẽ đi kiểm tra lại công suất động cơ điện của nồi trộn.

Theo tài liệu về bê tông, ta thấy hỗn hợp bê tông trong mỗi mẻ trộn phụ thuộc vào trạng thái của chúng, phụ gia, các chất rắn là chất lỏng dính hay không.

Trạng thái thay đổi của các thành phẩm trong vữa bê tông được đặc trưng bởi phương trình của Niu tơn để tính toán cản trở của dòng chảy chất lỏng dính:

$$\tau = \tau_0 + \mu \frac{dr}{dy}$$

Trong đó:

$\tau$ là ứng suất của các lực ma sát trên các bề mặt tiếp xúc.

$\tau_0$ là ứng suất chuyển vị trí giới hạn đặc trưng cho sự liên kết cấu trúc vữa bê tông.

$\frac{dr}{dy}$ là gradien vận tốc dòng chảy trong tiết diện vuông góc chuyển động

Trong giai đoạn đầu của quá trình trộn các hỗn hợp trên cần phải có lực lớn, khi liên kết cấu trúc bị phá vỡ các lực cản của các cánh trộn sẽ được giảm đi và khi các liên kết cấu trúc được phá vỡ hoàn toàn ta có thể đánh giá vữa bê tông xây dựng như một chất lỏng có độ kết dính.

Vì tính chất phức tạp như vậy cho nên phương trình chuyển động trong hỗn hợp bê tông được đánh giá bằng phương trình đặc trưng cho lý thuyết đồng dạng sau:

$$E_u = (R_E)^x . (F_r)^y$$

Trong đó:

$E_u$: tiêu chuẩn Ơte, đặc trưng cho các sự tương quan giữa áp lực chính diện đối với các lực quán tính.

$R_E$: tiêu chuẩn Reynon đặc trưng cho tương quan giữa các lực ma sát trong đối với lực quán tính.

$F_r$: tiêu chuẩn Frud đặc trưng cho các trọng lực đối với các lực quán tính

Đối với máy trộn phương trình chuyển động của hỗn hợp có thể viết dưới dạng biến đổi sau:

$$\frac{N}{\rho . n^3 d^5} = \frac{C.(\rho . n . d^2)}{\mu_0} . \left( \frac{n^2 d}{g} \right)^2$$

Trong đó:

$\rho$ : khối lượng riêng của hỗn hợp (kg/m$^3$).

n số vòng quay của trục trộn (vòng/phút).

d: đường kính của cánh trộn (m.

C: hệ số tỷ lệ phụ thuộc vào hệ đo lường được chọn (đối với hệ số đo lường SI ta có công suất=0,152).

$\mu_0$ : hiệu ứng kết dính động.

G: gia tốc rơi tự do (m/s$^2$). Lấy g = 9,18m/s$^2$. Sau khi giải phương trình ta được:

$$N = C . \rho^{x=1} . \mu_0^{-x} . n^{3=x=2y} . d^{5=2x=y} . g^{-y}$$

Để xác định giá trị của các đại lượng x và y cần phải nghiên cứu thực nghiệm để xác định được giá trị số mũ của hai đại lượng cơ bản bất kỳ ở vế phải của đẳng thức.

Dựa trên kết quả nghiên cứu thực nghiệm của viện nghiên cứu máy xây dựng và máy làm đường của Liên Xô (cũ). Đối với máy trộn làm việc chu kỳ thì công suất cần thiết để quay cánh trộn:

$$N = C.\left(\frac{t}{d}\right)^{0.5}.\left(\frac{b}{d}\right)^{0.7}.z.\cos\alpha\, x\, n\, x\, d^2\, x\, \rho^{-0.33}\, x\, \mu_0^{1.33}\, x\, g^{0.3}\, x\, \varphi$$

Trong đó:

t: bước xoắn vít của cánh trộn (m).

b: bề rộng của cánh trộn.

Z: hệ số làm đầy thùng trộn

Theo tài liệu giá trị khối lượng riêng, hiệu ứng kết dính động dược cho ở bảng dưới:

| Các thông số | Vữa bê tông có độ sụt của nón tiêu chuẩn cm | | | Vữa xi măng có độ sụt của nón tiêu chuẩn con | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | :2 | :5 | :8 | :1 | :7 | :9 | 0:12 |
| Khối lượng riêng kg/m$^3$ | 730 | 880 | 020 | 30 | 840 | 000 | 220 |
| Hiệu ứng kết dính động N.s/m$^2$ | 70 | 43 | 05 | 35 | 26 | 2 | 1 |

Bảng 6.1: hiệu ứng kết dính bê tông

Để tiện lợi cho việc tính toán thì tất cả các loại lực cản được đánh giá bằng hệ số thực nghiệm riêng đặc trưng cho lực cản chuyển động của các cánh trộn trong vữa.

Ta sẽ có sơ đồ tính toán:

Theo sơ đồ trên thì mômen cần thiết để quay các cánh trộn là:

$$M = \int_{rt}^{rn} k.b.r.dr \qquad (N.m)$$

$$Hay \quad M = \frac{k.b.\left(r_n^2 - r_t^2\right)}{2} \qquad (N.m)$$

Do đó công suất động cơ là:

$$M = \frac{k.b.\left(r_n^2 - r_t^2\right).z.\varphi}{2000\eta}$$

Trong đó:

K: là hệ số lực cản riêng của cánh trộn trong vữa.

Các giá trị k được cho ở bảng:

| Loại vữa | Thành phần | k(N/m$^2$) của vữa có độ sụt nón tiêu chuẩn cm | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 2÷4 | 5÷7 | 8÷10 | 10÷12 |
| Vữa vôi | 1:3 | 14000 | 12000 | 17000 | 6000 |
| Vữavôi | 1:5 | 18000 | 16000 | 14000 | 6000 |
| Vữaxi măng | 1:3 | 43000 | 24000 | 17000 | 7000 |
| Vôi vữa – | 1:1; 5:5 | 35000 | 22000 | 16000 | 7000 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| xi măng | | | | | |

Bảng 6.2 hệ số cản lực riêng của cánh trộn trong vữa

Ta có:

- k = 5,5.$10^4$ N/$m^2$ đối với vữa bê tông.
- k = 3.$10^4$ N/$m^2$ đối với vữa bê tông dẻo.

- b: chiều rộng cánh trộn trên mặt phẳng vuông góc với phương quay (m)

- $\omega$: vận tốc vòng của trục trộn (rad/s)

Với nồi trộn = 22.7 (vòng/phút) là số vòng quay của trục trộn.

Theo tài liệu

$r_n$, $r_1$: là bán kính đầu mút ngoài và trong của cánh trộn (m).

z: số cánh trộn.

$\eta$ thường lấy ≈ 0,7÷0,8

$\varphi$: là hệ số làm đầy thùng trộn, từ kích thước của nồi trộn và lượng vật liệu cần thiết cho một mẻ trộn ta xác định được $\varphi$ =0,6.

Từ kích thước lắp đặt các cánh trộn ta xác định được bán kính của chúng tới tầm quay (H26):

N =20,43 (Kw)

Ta tính được N < 22 Kw. Vậy công suất của động cơ là 22Kw trên mỗi trục là hợp lý.

# CHƯƠNG 7:

# TÍNH TOÁN THÙNG ĐỊNH LƯỢNG XI MĂNG

***Tính toán thùng định lượng xi măng:***

Xi măng là 1 loại vật liệu ở dạng bột rất nhỏ. Khả năng hút ẩm cao, khi hút ẩm thì độ linh động kém hơn nhiều so với ở dạng khô. Bụi xi măng là loại bụi có hại tới sức khoẻ của con người vì vậy yêu cầu đối với Silô định lượng xi măng là phải:

- Đủ thể tích để chứa lượng xi măng cần thiết cho 1 mẻ trộn là 508kg.

- Khả năng xả xi măng nhanh để đáp ứng thời gian công nghệ là < 10(s).

- Kết cấu phải gọn nhẹ, dễ vận chuyển và lắp đặt.

Mỗi mẻ trộn bê tông cần lượng xi măng là 508kg, vậy thể tích tối thiểu của Silô định lượng xi măng là:

$$V = \frac{m}{\gamma_{xm}} = \frac{0.508}{1.4} = 0.363\ (m^3)$$

Trong đó:

- m là khối lượng xi măng cần thiết cho 1 mẻ trộn.

$\pi = 0,0177 \times 4,85 \times 1000 = 85,485\left(kg/s\right)$

- $t = \frac{m}{\pi} = \frac{220}{85,485} = 3\left(s\right)$ $\gamma_{xm}$ là khối lượng riêng của xi măng:

$$\gamma_{xm} = 1,4(t/m^3)$$

Để quá trình làm việc được diễn ra bình thường, xi măng không bị nén chặt, không có khả năng tạo vòm, bụi xi măng có thời gian lắng đọng lại. Ta chọn thể tích của thùng định lượng xi măng là V = 0,715 ($m^3$). Kích thước của thùng cho trên hình vẽ của bản Ao.

* Kiểm tra khả năng xả của cửa xả:

- Với đường kính cửa xả của thùng định lượng xi măng là ϕ310, người ta suy ra năng suất cửa xả là:

$\pi = F.V.\gamma$ (Kg/s)

Trong đó:

F: diện tích cửa xả

$F = \pi.R^2$ cửa xả = $\pi$. $0,155^2 = 0,075$ ($m^2$)

V: vận tốc dòng chảy: $V = \lambda.\sqrt{3,2 \times g \times R}$ (m/s)

$\lambda$: hệ số dòng chảy với xi măng, $\lambda = 0,6$

g: gia toc trọng trường, g = 9,8 ($m/s^2$)

R: bán kính thuỷ lực của dòng chảy, $R = \frac{F}{B}$

F: diện tích cửa xả: $F = \pi$ x $R^2$ $_{\text{cửa xả}}$ ($m^2$)

B: chu vi cửa xả: $B = 2\pi$ x $R$ $_{\text{cửa xả}}$ (m)

$$\Rightarrow R = \frac{F}{B} = \frac{\pi.R^2_{cuaxa}}{2\pi.R_{cuaxa}} = \frac{R_{cuaxa}}{2} = 0,0775(m)$$

$$V = 0,6 \times \sqrt{3,2 \times 9,8 \times 0,0775} = 0,935(m/s)$$

$$\Rightarrow R = \frac{F}{B} = \frac{\pi.R^2_{cuaxa}}{2\pi.R_{cuaxa}} = \frac{R_{cuaxa}}{2} = 0,0775(m)$$

Vậy ta có: $V = 0,6 \times \sqrt{3,2 \times 9,8 \times 0,0775} = 0,935(m/s)$

Năng suất cửa xả là:

$\pi$= 0,935×1400 = 92,63 (kg/s)

Thời gian xả xi măng là:

$$t = \frac{m}{n} = \frac{508}{92,63} = 5,5(s)$$

* Tính toán chiều dày của thép bản làm thân thùng định lượng xi măng

- Tính toán chiều dày của Silô định lượng xi măng tương tự tính toán vỏ Silô chứa xi măng.

Ta chọn chiều dày thép của vỏ Silô là $\delta = 3$ (mm). Với chiều dày $\delta = 3$ (mm). Ta không cần kiểm tra ổn định của vỏ thùng định lượng xi măng.

* Tính toán áp lực tác dụng lên cửa xả.

- Để đóng mở cửa xả của thùng định lượng xi măng ta dùng cửa xoay và cửa này được dẫn động bằng khí nén. Lực do xi măng nén tác dụng vào hệ tay đòn phải tạo ra mô men lớn hơn mô men cửa của cửa tác dụng lên cửa.

* Tính toán lực tác dụng lên cửa:

Lực tác dụng lên cửa được xác định theo công thức

$$F = P.S \ (N)$$

Trong đó:

P: áp lực của xi măng tác dụng lên cửa ($N/m^2$)

S: diện tích chịu áp lực của cửa ($m^2$)

Đối với xi măng:

$$P = K.h.\gamma_{VL}$$

Trong đó:

- $\gamma_{VL}$ là trọng lượng riêng của vật liệu ($N/m^3$)

với xi măng ta có $\gamma_{VL} = 14.000$ ($N/m^3$)

- h : chiều cao cột vật liệu :

H = 1.66 (m)

- K : hệ số linh động :

$$K = \frac{1 - Sin.\varphi}{1 + Sin.\varphi}$$

Với φ là góc ma sát trong, đối với xi măng $\varphi = 43^o$.

$$\Rightarrow K = \frac{1 - Sin.\varphi}{1 + Sin.\varphi} = \frac{1 - Sin43^o}{1 + Sin43^o} = 0,19$$

Vậy $P = 0,19.1,66.14.000 = 4415,6\ (N/m^2)$

Mặt khác : $S = \pi.R^2 = \pi.0,155^2 = 0,075$

Thay vào công thức trên ta có :

F = 4415,6 . 0,075 = 331 (N)

Mô men tác dụng vào trục quay của cửa xả lớn nhất là áp lực của xi măng đặt vào một nửa cửa xả :

$M = F.l_1$

Trong đó :

F: là áp dụng tác dụng lên cửa xả

F = 331 (N)

$l_1$: là khoảng cách từ điểm đặt lực đến trục quay

$l_1$ = 75 (mm)

$$\Rightarrow M = \frac{331 \times 75}{2} = 12412,5\ (Nmm)$$

Để mở được cửa thì lực tác dụng lên tay đòn của cửa phải tạo ra mô men lớn hơn mô men cản.

Ta có phương trình cân bằng lực như sau:

$M = N. l_2$

Trong đó:

N là lực do pit tông xi lanh khí nén tác dụng lên tay đòn của cửa xả:

$l_2$ là khoảng cách từ vị trí cao nhất của pit tông đến trục quay.

$l_2 = 32$ (mm)

$$N = \frac{M}{l_2} = \frac{12412,5}{32} = 388\,(\mathrm{N})$$

- Để xác định đường kính của xi lanh khí nén ta sẽ chọn trước áp suất trong xi lanh và sau đó ta sẽ đi tính đường kính xi lanh. Chọn áp suất khí trong xi lanh = 4 aT = $4. 10^5$ ($N/m^2$)

Ta có: $P = \dfrac{N}{\pi. \dfrac{D^2}{4}}$

Trong đó:

D là đường kính xi lanh:

$$\Rightarrow D = \sqrt{\frac{4N}{\pi.P}} = \sqrt{\frac{4.388}{\pi.4.10^5}} = 3,515.10^{-2}\,(mm)$$

D = 0,035,5 (m) = 35 (mm)

Ta lấy đường kính xi lanh khí nén là D = 40 (mm)

Vậy xi lanh khí nén chọn có các thông số:

- Đường kính xi lanh D = 40

- Hành trình của pit tông l = 65 (mm)

# CHƯƠNG 8:

# TÍNH TOÁN THÙNG ĐỊNH LƯỢNG NƯỚC

Yêu cầu đối với thùng định lượng nước là phải chứa đủ thể tích nước cần thiết, kín khít dễ dàng lắp đặt các thiết bị định lượng. Trong khi xả nước vào thùng thì thường hay tạo ra chuyển động xoáy của nước. Chuyển động này một phần nào đó có ảnh hưởng đến độ chính xác khi định lượng. Để hạn chế chuyển động xoáy của nước thì trong thùng định lượng nước người ta làm các vách ngăn.

Lượng nước cần thiết cho 1 mẻ trộn là 220 lít. Ta chọn thể tích của thùng định lượng nước là V = 0,3 ($m^3$), kích thước của thùng như hình vẽ trên bản Ao:

$$V = 0,3^2 \times 0.9 + \frac{\pi}{3}\left[\left(0,3^2 + 0,75^2\right) + 0,3 \times 0,75\right] \times 0,3 = 0,375$$

* Kiểm tra điều kiện xả:

Lưu lượng xả: $\pi = F.V.\gamma\ (kg/s)$

Trong đó:

F là diện tích cửa xả

$$F = \pi.R^2 = \pi.0,075^2 = 0,0177\left(m^2\right)$$

V: là vận tốc dòng chảy thuỷ lực:

$V = \lambda.\sqrt{2gh}$ [| |]/120

Với $\lambda$: là hệ số dòng chảy của nước: $\lambda = 1$

g: là gia tốc trọng trường g = 9,81 ($m/s^2$)

h: là chiều cao cột áp: h = 1,3 (m)

$$\Rightarrow V = 1.\sqrt{2.9,81.1,2} = 4,85\left(m/s\right)$$

$\gamma$: là khối lượng riêng của nước, $\gamma = 1000$ (Kg/m$^3$)

$$\pi = 0,0177 \times 4,85 \times 1000 = 85,485\left(kg/s\right)$$

Như vậy thời gian xả nước là: $t = \frac{m}{\pi} = \frac{220}{85,485} = 3\left(s\right)$

Vậy với kích thước cửa xả như thế thì đảm bảo điều kiện xả nước trong thời gian qui định.

Chọn thép chế tạo thùng định lượng nước có chiều dày $\delta = 3$mm. Với chiều dày thép như vậy ta không cần kiểm tra điều kiện ổn định và bền của thùng khi làm việc:

* Tính toán bơm cung cấp nước cho thùng định lượng nước

Thể tích nước cần thiết sau 1 giờ đồng hồ là V

$$\mathrm{V} = \frac{220\mathrm{x}3600}{\mathrm{t}} \text{ (lít/ giờ)}$$

Trong đó:

- t: là thời gian cần thiết để cấp đủ 220 lít nước vào thùng định lượng; t = 20 (giây). Thật ra thời gian bơm nước có thể lâu tới 40s trong quá trình chờ trộn và xả bê tông.

$$\Rightarrow \mathrm{V} = \frac{220\mathrm{x}3600}{20} = 39600 \text{ (lít/giờ)} = 39,6\mathrm{m}^3/\text{giờ}.$$

Vậy ta chọn bơm: có lưu lượng $\mathrm{Q} \geq 45\mathrm{m}^3/\text{giờ}$

Chiều cao đẩy $\mathrm{H} \geq 10(\mathrm{m})$

Tính toán chọn xi lanh khí nén cho cửa xả thùng định lượng nước

Vậy để đóng mở cửa xả của thùng định lượng nước ta dùng van cầu có đường kính ống là $\phi = 100$ và van này quay được bởi xi lanh khí nén.

Lực của nước tác dụng lên van rất nhỏ nhưng do đặc điểm của van là độ kín khít cao do vậy lực ma sát khi đóng mở van cũng tương đối lớn do ma sát của trục van với các gioăng cao su, với thành bên của van. Để việc lắp đặt và mua thiết bị được đồng bộ hóa ta chọn xilanh khí nén như đối với cửa mở xi mang, xilanh có các thông số sau:

Đường kính xilanh động cơ = 50mm

Hành trình pít tông l = 100mm

# CHƯƠNG 9:

# LẬP QUY TRÌNH LẮP ĐẶT TRẠM

Phương án này đưa ra chỉ mang tính tham khảo, còn trên thực tế, việc lắp đặt tùy thuộc và địa hình và khả năng đáp ứng mặt bằng của các nhà đầu tư.

Tuy nhiên hiện nay đang có đòi hỏi cao về vấn đề ô nhiễm môi trường và tránh tiếp ồn trong quá trình sản xuất bê tông, nên việc lắp đặt trạm phải cố gắng làm sao giảm thiểu tối đa các yếu tố đó.

## 9.1. Yêu cầu về mặt bằng cần lắp đặt trạm

Khi lập mặt bằng tổng thể trạm trộn BTXM trước hết phải thống kê toàn bộ các cụm thiết bị, nhà kho, khu vực dự trữ vật liệu, bãi đậu xe phục vụ công tác vận chuyển bê tông sẽ phải bố trí trên mặt bằng công ty. Ngoài ra còn phải kể đến khu vực hành chính, nhà nghỉ cho công nhân, trạm biến thế, tháp nước… phục vụ cho trạm hoạt động.

Khi sắp xếp sơ đồ mặt bằng trạm trộn cần chú ý:

+ Bố trí trục mặt bằng theo hướng phù hợp với địa hình.

+ Khu vực hành chính tách xa khu vực sản xuất và bố trí về phía cửa chính của xí nghiệp.

+ Bố trí nhà kho gần khu sản suất.

+ Bãi dự trữ các đá phải đủ lớn đảm bảo trạm trộn làm việc liên tục trong một ngày

+ Chiều rộng bãi đỗ ô tô phải lớn hơn bán kính quay vòng của xi tec chở xi măng

+ Trong khu vực xí nghiệp cần trồng cây xanh để điều hoà không khí.

Các hàng cây to cách nhau 2-7m, hàng cây nhỏ cách nhau 1-2,5m, bãi trồng cỏ có diện tích ít nhất $2m^2$.

### 9.2 Xác định diện tích cần lắp dặt

Chọn phương án lắp đặt trạm cho doanh nghiệp tư nhân chuyên sản xuất bê tông tươi phục vụ công trình xây dựng

#### 9.2.1 Chiều dài lắp đặt trạm

$$L = L_{CB} + L_K + L_{BT} + L_B$$

$L_{CB}$: chiều dài mặt móng ca bin $L_{CB}$ =3,15m

$L_K$ : chiều dài mặt móng kết cấu thép tổng thể $L_B$ =4,5m

$L_{BT}$ : chiều dài băng tải $L_{BT}$ =25,26m

$L_B$ : chiều dài bun ke cấp cát, đá $L_B$ = 10m

$\Rightarrow L \approx 43m$

#### 9.2.2. Chiều rộng trạm trộn.

$R = R_{XC} + K + R_K$

$R_{XC}$ : chiều rộng mặt móng xi clô $R_{XC}$ =4,4m

$R_K$ : chiều rộng kết cấu thép $R_K$ = 3m

K : khoảng cách xi clô đến ca bin K= 6.1m

$\Rightarrow R = 13,5$ m

Diện tích mặt bằng cần thiết để lắp đặt trạm :

$F_{CT} = L \times R = 580.5m^2$

#### 9.2.3. Tính phần đường dành cho xe chuyên dụng ra vào dễ dàng.

- Chiều rộng phần đường dự trữ phải lớn bán kính quay vòng của ô tô xi téc

Ô tô xi téc chở xi măng: L =9255mm; R =2600mm; cao H =3600mm; bán kính quay vòng của ô tô 10,5m (khảo sát một số ô tô xi téc thực tế).

- Chọn chiều rộng phần đường dự trữ dành cho ô tô chở xi măng $R_d$ =12m

- Chọn chiều dài phần đường dự trữ $L_d$ =25m

Diện tích phần đường dự trữ: $F_{dt}$ = 25x 12 = 300$m^2$

**9.2.4 Diện tích bãi chứa cát, đá.**

- Thể tích đá, dự trữ cho một ngày làm việc của trạm:

$$V_d = \frac{m_d \times m_{bt}}{\gamma_{bt} \times \gamma_d} = \frac{1{,}42 \times 840}{2{,}5 \times 2} = 182m^3$$

$m_d$: khối lượng đá có trong 1$m^3$ bê tông $m_d$ =1,42 T/$m^3$ (phần II chương 1)

$m_{bt}$: khối lượng bê tông trạm trộn được trong 8h $m_{bt}$ = 640T

$\gamma_{bt}$: tỷ trọng bê tông $\gamma_{bt}$ =2,5T/$m^3$

$\gamma_d$: tỷ trọng đá $\gamma_d$ =2T/$m^3$

- Thể tích cát, dự trữ cho một ngày làm việc của trạm:

$$V_c = \frac{mc \times m_{bt}}{\gamma_{bt} \times \gamma_c} = \frac{0{,}531 \times 840}{2{,}5 \times 2} = 68m^3$$

Thể tích cát, đá dự trữ cho trạm: V = $V_d$ + $V_c$ =250$m^3$

Diện tích mặt bằng mà cát, đá chiếm chỗ: $F_{cd}$ =250/1 =250$m^2$

**9.2.5 Diện tích nhà kho**

Chọn diện tích nhà kho $F_{nk}$ =40$m^2$

**9.2.6 Diện tích nhà dành cho khu điều hành, nhà nghỉ công nhân.**

Chọn $F_h = 400m^2$

**9.2.7 Diện tích dự trữ dành cho xe xúc lật di chuyển.**

$F_x = R_b \times D_x = 8x15 = 120m^2$

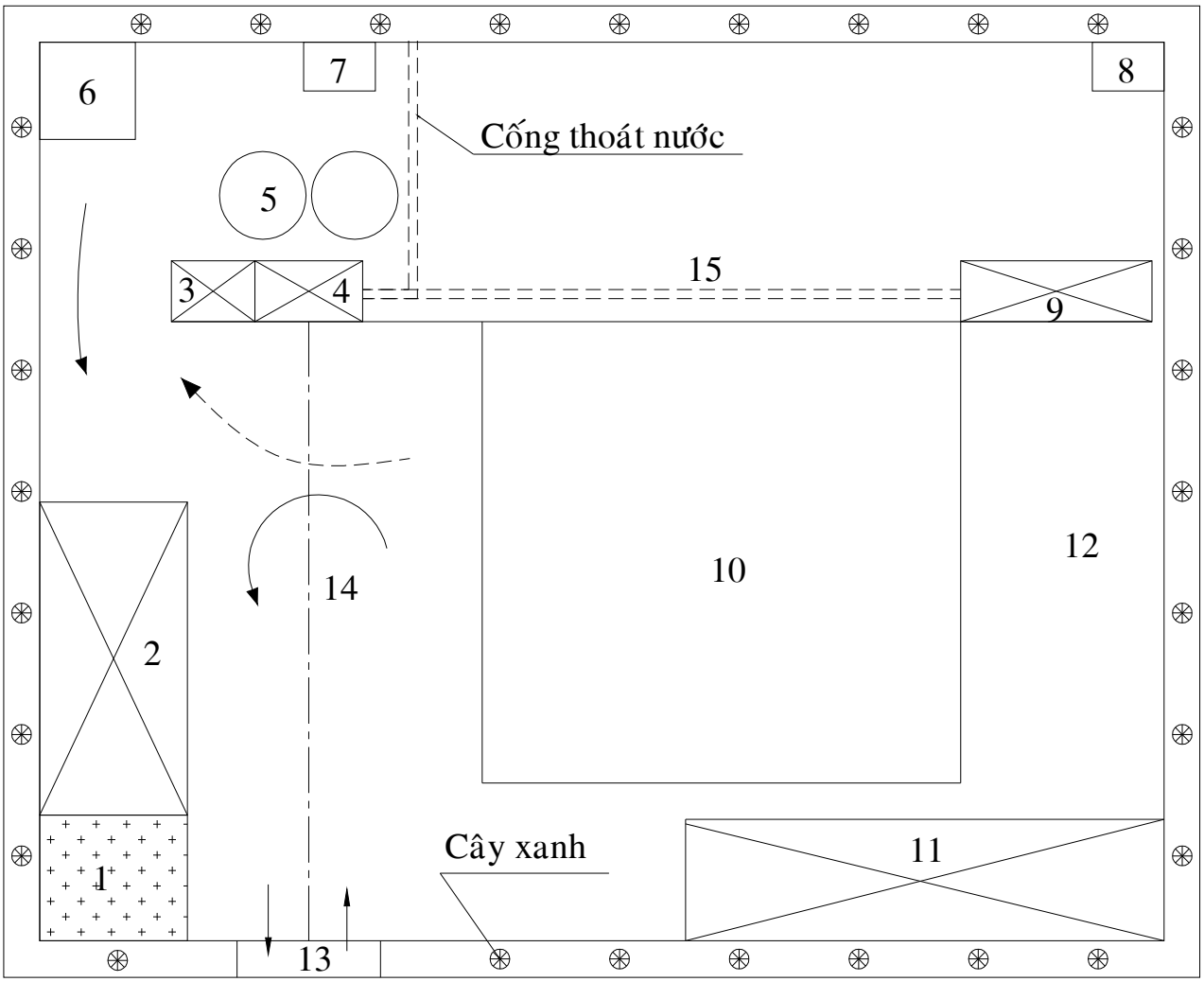
$R_b$: chiều rộng bun ke $R_b = 8m$

$D_x$ : chiều dài phần đường giành cho amý xúc $D_x = 15m$

Tổng diện tích mặt bằng cần thiết để lập trạm $F_\Sigma = \Sigma F_i = 1434,4m^2$

Ngoài ra còn phải kể đến diện tích trồng cây xanh, bãi cỏ, cống thoát nước… Chọn $F_\Sigma = 2000m^2$

Sơ đồ bố trí mặt bằng tổng thể trạm:




Hình 9.1: Tổng thể mặt bằng trạm trộn BTXM.

1. Bãi cỏ, 2. Khu vực hành chính, 3. Ca bin, 4. Buồng trộn, 5. Xi clô, 6. Nhà kho, 7. Đường nước, 8. Trạm biến thế, 9.Boongke cát đá, 10. Bãi cát đá, 11. Khu nhà ở, 12. Đường di chuyển máy xúc, 13.Cổng công ty, 14. Bãi đậu ô tô, 15. Băng tải

# CHƯƠNG 10:

# PHƯƠNG PHÁP BẢO DƯỠNG VÀ VẬN HÀNH

## 10.1. Bảo dưỡng trước và sau khi vận hành:

- Trước khi kết thúc ca làm việc phải thực hiện các công việc bảo dưỡng cần thiết để trạm có thể hoạt động bình thường.

- Lm sạch buồng trộn v phễu chứa trung gian bằng cch trộn cát, đá và nước (không có xi măng) trong thùng trộn và xả xuống xe chở ra bi vật liệu để cho vữa xi măng không cịn dính bm ở phía trong thng trộn.

- Không để tồn tại xi măng trong phễu cân xi măng, nước trong phễu cân nước, vật liệu trong xe kíp và trong phễu chứa. Không để xi măng tồn tại trong phễu lưu và các vít tải tới ngày hôm sau.

- Làm vệ sinh các vít tải ở cửa phía dưới của vít, không để xi măng tồn đọng trong khu vực gần ổ đỡ các vít tải.

- Bơm mỡ bổ sung vào các ổ đỡ của các vít tải và bôi mỡ bổ sung đường ray di chuyển của xe kíp.

- Siết chặt các bu lông treo đầu cân của hệ thống cân vật liệu, nước và xi măng nếu kiểm tra có hiện tượng nới lỏng. Kiểm tra siết chặt các bu lông liên kết của tời kéo xe kíp, khoá các của xe kíp đảm bảo an tồn khi vận hnh.

## 10.2. Trước khi bắt đầu ca làm việc mới, công việc cần thiết tiến hành là:

- Kiểm tra toàn bộ cụm máy, các cụm cơ cấu đảm bảo làm việc ở trạng thái làm việc bình thường không có vấn đề trục trặc, sự cố, nếu có phải xử lý khắc phục sự cố trước khi khởi động.

- Kiểm tra hệ thống điện và đảm bảo không có sự cố, trục trặc khi làm việc.

- Kiểm tra sự hoạt động bình thường của hệ khí nén, xả nước của máy nén khí trước khi khởi động máy.

### 10.3. Bảo dưỡng định kỳ sau 30 ca làm việc liên tục:

Cơng việc bảo dưỡng định kỳ sau 30 ca làm việc liên tục bao gồm các công việc của bảo dưỡng trước, sau ca làm việc và kiểm tra xử lý thm một số điểm:

- Kiểm tra hộp bôi trơn các hộp giảm tốc, bổ sung thêm nếu thiếu dầu bôi trơn, phải thay dầu bôi trơn sau 45 ngày lm việc lin tục.

- Kiểm tra điều chỉnh các bộ truyền đai, truyền xích… đảm bảo độ căng hợp lý.

- Làm vệ sinh sạch sẽ thùng trộn bằng cách đục và cạo sạch tất cả vữa xi măng bám chặt trong thùng trộn.

- Kiểm tra sự lm việc của cc khớp nối, siết chặt tất cả các bu lông, gối đỡ, ổ đỡ của cụm máy.

### 10.4. Một số qui định an toàn trong vận hành trạm:

#### 10.4.1. Trước khi vận hành:

- Các cụm máy được tiếp đất theo qui định của ngành điện buộc phải kiểm tra trước khi vận hành.

- Các tiếp điểm dùng để đấu điểm, cầu dao điện phải có vỏ bọc che chắn đảm bảo an toàn về điện trước khi vận hành.

- Nếu trời vừa mưa xong, muốn vận hành phải kiểm tra các cụm máy, các khu vực có điện, cầu dao điện, hộp điện các động cơ… nếu thấy ướt phải làm khô trước khi vận hành.

- Cc cụm lan can cầu thang, tay vịn của trạm được lắp ráp đầy đủ trước khi vận hành.

- Trạm có sử sụng máy nén khí nhất thiết phải sử dụng trong thời gian đăng kiểm an toàn cho phép.

- Cc cụm my lm việc ở trạng thi bình thường không có sự cố, kiểm tra siết chặt toàn bộ các bu lông liên kết quan trọng như: Khoá cáp, bu lông thùng trộn, bu lông treo các đầu cân… để tránh trường hợp bị tuột hoặc lỏng khi làm việc.

- Trước khi vận hành, chú ý kiểm tra cc phương tiện phịng chy chữa chy. Trong cabin điều khiển luôn có sẵn 2 bình $CO_2$ hoặc bình bọt phịng chy.

**10.4.2. Trong khi vận hành:**

- Trong khi vận hành, tất cả các công nhân làm việc phải tuân thủ theo các qui định, qui chế về an toàn lao động, không tự ý bỏ đi xa vị trí làm việc. Trong khi làm việc phải mang đầy đủ các dụng cụ bảo hộ lao động theo qui định: găng tay, mũ và tuân thủ theo sự chỉ huy của trạm trưởng.

- Không đứng dưới khu vực xe kíp chuyển động và khu vực xả bê tông, xi măng (không đứng dưới khu vực tháp trộn).

- Muốn điều chỉnh phải dừng hẳn máy, sau khi chỉnh xong mới cho vận hnh trở lại.

- Nếu có hoả hoạn xảy ra, trong mọi tình huống phải xử lý ngay bằng các phương tiện chữa cháy sẵn có và gọi cho cứu hỏa..

- Những người trong trạng thái thần kinh không bình thường, say rượu… không được vạn hành máy.

- Những người không có nhiệm vụ, không được tự ý đi lại dưới khu vực trạm đang hoạt động.

**10.4.3. Sau khi vận hành:**

- Dừng các máy theo qui định đặt ra.

- Ngắt điện cầu dao và che kín tránh nước mưa.

- Làm sạch các vị trí làm việc để xe kíp chạy vào đúng khu vực phía dưới, làm sạch buồng trộn.

- Tắt điện toàn bộ khu vực trạm, kiểm tra tiếp đất cụm chống sét, khoá cửa cabin và bàn giao cho bảo về các thiết bị.

**10.5. Qui định vận hnh trạm:**

**10.5.1. Chuẩn bị vật liệu, xi măng:**

- Vật liệu, xi măng phải được chuẩn bị đầy đủ trước khi vận hành trạm.

- Và phải chuẩn bị đủ trong một buổi làm việc.

**10.5.2. Khởi đông trạm theo thứ tự:**

- Khởi động thùng trộn.

- Khởi động máy nén khí.

- Khởi động xe kíp (chạy thử) chưa có vật liệu.

- Kiểm tra các van, khởi động bơm nước cho tuần hoàn nước.

- Tiến hành định lượng vật liệu để trộn bằng hệ thống điều khiển:

+ Cn vật liệu

+ Cân nước, cân xi măng

Lưu ý*:* Trước khi vận hành phải bấm chuông báo hiệu đảm bảo an toàn.

**10.5.3. Thứ tự dừng trạm:**

- Thứ tự dừng trạm ngược lại với quá trình khởi động.

- Không để tồn đọng vật liệu, xi măng trong phễu

**10.6. Phương pháp bảo dưỡng:**

**10.6.1. Bảo dưỡng trước và sau khi vận hành:**

- Trước khi kết thúc ca làm việc phải thực hiện các công việc bảo dưỡng cần thiết để trạm có thể hoạt động bình thường.

- Làm sạch buồng trộn và phễu chứa trung gian bằng cách trộn cát, đá và nước (không có xi măng) trong thùng trộn và xả xuống xe chở ra bi vật liệu để cho vữa xi măng không cịn dính bm ở phía trong thng trộn.

- Không để tồn tại xi măng trong phễu cân xi măng, nước trong phễu cân nước, vật liệu trong xe kíp và trong phễu chứa. Không để xi măng tồn tại trong phễu lưu và các vít tải tới ngày hôm sau.

- Làm vệ sinh các vít tải ở cửa phía dưới của vít, không để xi măng tồn đọng trong khu vực gần ổ đỡ các vít tải.

- Bơm mỡ bổ sung vào các ổ đỡ của các vít tải và bôi mỡ bổ sung đường ray di chuyển của xe kíp.

- Siết chặt các bu lông  treo đầu cân của hệ thống cân vật liệu, nước và xi măng nếu kiểm tra có hiện tượng nới lỏng. Kiểm tra siết chặt các bu lông liên kết của tời kéo xe kíp, khoá các của xe kíp đảm bảo an toàn khi vận hành.

### 10.6.2. Trước khi bắt đầu ca làm việc mới, công việc cần thiết tiến hành là:

- Kiểm tra toàn bộ cụm máy, các cụm cơ cấu đảm bảo làm việc ở trạng thái làm việc bình thường không có vấn đề trục trặc, sự cố, nếu có phải xử lý khắc phục sự cố trước khi khởi động.

- Kiểm tra hệ thống điện và đảm bảo không có sự cố, trục trặc khi làm việc.

- Kiểm tra sự hoạt động bình thường của hệ khí nén, xả nước của máy nén khí trước khi khởi động máy.

### 10.6.3. Bảo dưỡng định kỳ sau 30 ca làm việc liên tục:

Công việc bảo dưỡng định kỳ sau 30 ca làm việc liên tục bao gồm các công việc của bảo dưỡng trước, sau ca làm việc và kiểm tra xử lý thm một số điểm:

- Kiểm tra hộp bôi trơn các hộp giảm tốc, bổ sung thêm nếu thiếu dầu bôi trơn, phải thay dầu bôi trơn sau 45 ngày làm việc liên tục.

- Kiểm tra điều chỉnh các bộ truyền đai, truyền xích… đảm bảo độ căng hợp lý.

- Làm vệ sinh sạch sẽ thùng trộn bằng cách đục và cạo sạch tất cả vữa xi măng bám chặt trong thng trộn.

- Kiểm tra sự làm việc của các khớp nối, siết chặt tất cả các bu lông, gối đỡ, ổ đỡ của cụm máy.

### 10.7. Một số qui định an toàn trong vận hành trạm:

#### 10.7.1. Trước khi vận hành:

- Các cụm máy được tiếp đất theo qui định của ngành điện buộc phải kiểm tra trước khi vận hành.

- Các tiếp điểm dùng để đấu điểm, cầu dao điện phải có vỏ bọc che chắn đảm bảo an toàn về điện trước khi vận hành.

- Nếu trời vừa mưa xong, muốn vận hành phải kiểm tra các cụm máy, các khu vực có điện, cầu dao điện, hộp điện các động cơ… nếu thấy ướt phải làm khô trước khi vận hành.

- Các cụm lan can cầu thang, tay vịn của trạm được lắp ráp đầy đủ trước khi vận hành.

- Trạm có sử sụng máy nén khí nhất thiết phải sử dụng trong thời gian đăng kiểm an toàn cho phép.

- Các cụm máy làm việc ở trạng thi bình thường không có sự cố, kiểm tra siết chặt toàn bộ các bu lông liên kết quan trọng như: Khoá cáp, bu lông thùng trộn, bu lông treo các đầu cân… để tránh trường hợp bị tuột hoặc lỏng khi làm việc.

- Trước khi vận hành, chú ý kiểm tra các phương tiện chữa cháy. Trong cabin điều khiển luôn có sẵn 2 bình $CO_2$ hoặc các dụng cụ chữa cháy.

### 10.7.2. Trong khi vận hành:

- Trong khi vận hành, tất cả các công nhân làm việc phải tuân thủ theo các qui định, qui chế về an toàn lao động, không tự ý bỏ đi xa vị trí làm việc. Trong khi làm việc phải mang đầy đủ các dụng cụ bảo hộ lao động theo qui định: găng tay, mũ và tuân thủ theo sự chỉ huy của trạm trưởng.

- Không đứng dưới khu vực xe kíp chuyển động và khu vực xả bê tông, xi măng (không đứng dưới khu vực tháp trộn).

- Muốn điều chỉnh phải dừng hẳn máy, sau khi chỉnh xong mới cho vận hành trở lại.

- Nếu có hỏa hoạn xảy ra trong mọi trường hợp phải nhanh chóng chữa cháy bằng các phương tiện chữa cháy hiện có và gọi ngay cho cứu hỏa.

- Những người trong trạng thi thần kinh khơng bình thường, say rượu… không được vạn hành máy.

- Những người không có nhiệm vụ, không được tự ý đi lại dưới khu vực trạm đang hoạt động.

### 10.7.3. Sau khi vận hành:

- Dừng các máy theo qui định đặt ra.

- Ngắt điện cầu dao và che kín tránh nước mưa.

- Làm sạch các vị trí làm việc để xe kíp chạy vào đúng khu vực phía dưới, làm sạch buồng trộn.

- Tắt điện toàn bộ khu vực trạm, kiểm tra tiếp đất cụm chống sét, khoá cửa cabin và bàn giao cho bảo về các thiết bị.

## 10.8. Qui định vận hành trạm:

### 10.8.1. Chuẩn bị vật liệu, xi măng:

- Vật liệu, xi măng phải được chuẩn bị đầy đủ trước khi vận hành trạm.

**10.8.2. Khởi đông trạm theo thứ tự:**

- Khởi động thùng trộn.

- Khởi động máy nén khí.

- Khởi động băng tải (chạy thử) chưa có vật liệu.

- Kiểm tra cc van, khởi động bơm nước cho tuần hoàn nước.

- Tiến hành định lượng vật liệu để trộn bằng hệ thống điều khiển:

+ Cn vật liệu

+ Cân nước, cân xi măng

Lưu ý*:* Trước khi vận hành phải bấm chuông báo hiệu đảm bảo an toàn.

**10.8.3. Thứ tự dừng trạm:**

- Thứ tự dừng trạm ngược lại với quá trình khởi động.

- Không để tồn đọng vật liệu, xi măng trong phễu chứa, phễu lưu, vệ sinh sạch buồng trộn bằng nước.

**10.9. Bảo dưỡng và sửa chữa các thiết bị cụ thể.**

**10.9.1. Kiểm tra và bảo dưỡng**

Ngoài chất lượng chế tạo của thiết bị, sự kiểm tra bảo dưỡng trong quá trình sử dụng có một ý nghĩa hết sức quan trọng đối với việc nâng cao tuổi thọ của thiết bị. Làm tốt công tác này sẽ nâng cao chất lượng sử dụng thiết bị, kéo dài tuổi thọ của thiết bị, tiết kiệm được kinh phí sửa chữa thay mới, đem lại hiệu quả kinh tế cho người sử dụng.

Quá trình kiểm tra và bảo dưỡng hệ thống thiết bị nhằm kịp thời phát hiện và xử lý các sự cố, trục trặc kỹ thuật phát sinh. Trong mọi trường hợp cần tôn trọng các qui định sử dụng, các thiết kế tiêu chuẩn của nhà chế tạo.

Với các sự cố nằm ngoài sự hướng dẫn và khả năng xử lý của người sử dụng cần báo ngay cho nhà sản xuất để có biện pháp kịp thời xử lý, tránh sự cố đáng tiếc có thể xảy ra. Người sử dụng phải chịu trách nhiệm với mọi việc liên quan do xử lý tùy tiện không theo qui định và hướng dẫn của nhà sản xuất, nhà sản xuất không chịu trách nhiệm với mọi sự cố do nguyên nhân này.

Quá trình kiểm tra và bảo dưỡng bao gồm các hạng mục chính sau đây.

### 10.9.3 Kiểm tra và bảo dưỡng các thiết bị cơ khí

#### 10.9.3.1. Các hạng mục kiểm tra và bảo dưỡng

Quá trình kiểm tra và bảo dưỡng (KTBD) được tiến hành thường xuyên trong quá trình sử dụng vận hành thiết bị. Có những hạng mục luôn được thực hiện và phải thõa mãn, có những hạng mục được thực hiện sau mỗi khoảng thời gian nhất định. Chu kỳ và tần xuất thực hiện KTBD phụ thuộc vào mức độ khai thác thiết bị là liên tục hay gián đoạn,cường độ làm việc thấp hay cao.

**Bao gồm:**

**10.9.3.1.1. Kiểm tra chỉ tiêu làm việc êm của toàn bộ hệ thống.**

- Kiểm tra sự tháo lỏng của toàn bộ các mối ghép giữa các chi tiết, các cụm chi tiết cơ khí và điện. Xử lý ngay các mối ghép bị tháo lỏng (move).

- Kiểm tra các động cơ, hộp giảm tốc về các chỉ tiêu: nhiệt, rung động, tiesng ồn,v.v…

**10.9.3.1.2 Kiểm tra chỉ tiêu làm kín của các cụm, hệ thống:**

- Gioăng làm kín vác mối ghép của cửa xả xi măng, cửa thăm và gối trung gian của các đoạn vít tải, phễu nạp xi măng v.v…

- Các ống nối mềm, hệ thống thông hơi trên thùng cân xi măng.

- Hệ thống thông hơi của lọc bụi xi măng, van quá áp trên Silo.

- Hệ thống đường ống dẫn nước.

- Hệ thống khí nén.

- Hệ thống điện: các hộp đấu điện, hộp cầu dao, van điện khí v.v…

**10.9.3.1.3 Kiểm tra các chi tiết mau mòn:**

- Các cánh trộn của cối trộn bê tông, điều chỉnh kịp thời khe hở giữa cánh trộn và đáy cối trộn.

- Dây đai (cu-roa) của máy nén khí.

- Hệ thống băng tải.

**10.9.3.1.4 Kiểm tra khả năng gây kẹt của các vật sinh ra trong quá trình sản xuất .**

- Cát đá, mảng bê tông chèn lấp lên các đầu đo (loadcell), cảm biến từ (sensor), cữ hành trình v.v… Kiểm tra định kỳ trước, trong và sau mỗi ca sản xuất.

- Vật liệu đọng bám trên các cửa xả liệu (cửa cát đá, cửa xi măng), trong ruột vít tải; mảnh vỏ bao xi măng, chỉ khâu bao, đá sỏi gâu kẹt vít tải. Kiểm tra định kỳ trước và sau các thời kỳ ngưng hoạt động lâu dài.

- Bê tông đọng bám trong cối. Kiểm tra định kỳ sau mỗi ca sản xuất.

- Xi măng đọng bám trong túi vải lọc bụi Silo. Kiểm tra định kỳ trước và sau các thời kỳ ngừng hoạt động lâu dài.

**10.9.3.1.5 Kiểm tra sự làm việc của các cơ cấu trong cụm cân cấp phối liệu:**

- Cửa xả có đóng mở đúng vị trí không, có bị kẹt không.

- Các xilanh có đóng mở nhẹ nhàng không.

- Các khung cân có khả năng dao động không, đảm bảo khe hở tối thiểu gữa bulong chống xô, bulong chống quá tải với khung cân.

Hạng mục này phải luôn thỏa mãn để các cụm cân làm việc với độ chính xác cao nhất.

**10.9.3.1.6 Kiểm tra mức dầu mỡ bôi trơn của:**

- Các hộp số vít tải, cối trộn, băng tải, máy nén khí.

- Bộ lọc khí.

- Gối đỡ, ổ bi của các chi tiết chuyển động.

Định kỳ thực hiện hạng mục này sau mỗi ca sản xuất. Khi phát hiện các sai hỏng hoặc thiếu hụt trong khi thực hiện các hạng mục kể trên cần xử lý khịp thời, tránh tiếp tục vận hành thiết bị trong trạng thái không đủ tin cậy và không an toàn.

**10.9.3.2. Chi tiết thay thế và dầu mỡ bôi trơn.**

**10.3.2.1 Chi tiết thay thế tiêu chuẩn:**

Các chi tiết thay thế có ký hiệu theo tiêu chuẩn quốc tế, chỉ rõ trong các bản vẽ chi tiết - phần "Các thiết bị cơ khí".

**10.9.3.2.2. Dầu mỡ bôi trơn.**

Dầu mỡ sử dụng là các loại có sẵn trên thị trường.

- Dầu hộp số vít tải (đứng, xiên)

Chủng loại: Dầu hộp số 90 (SAE 90 EP, công nghiệp 90, hoặc tương đương).

Số lượng: 25 lít với hộp số cối trộn 750 lít.

35-40 lít với hộp số cối trộn 1000/ 1500 lít

Thời hạn thay dầu: 300 giờ làm việc liên tục cho lần thay đầu tiên.

500 giờ làm việc cho lần thay thứ hai trở đi.

- Dầu bôi trơn xi lanh (trong bộ lọc khí);

Chủng loại và số lượng cho trong hướng dẫn sử dụng đi kèm sản phẩm (hãng chế tạo).

Bổ xung kịp thời khi mức dầu thấp hơn định mức.

• Dầu hộp số máy nén khí:

Chủng loại, số lương và thời hạn thay cho trong hướng dẫn sử dụng đi kèm (hãng chế tạo).

• Dầu hộp số băng tải:

Chủng loại: Dầu hộp số 90 (SAE 90 EP, công nghiệp 90, hoặc tương đương).

Số lượng: 6 lít.

Thời hạn thay dầu: 500 giờ làm việc liên tục.

• Bổ sung mỡ bôi trơn cho các cụm gối đỡ ổ trượt, ổ bi:

Sau mỗi chu kỳ làm việc khoảng 30-50 giờ cần bổ xung mỡ cho các cụm sau:

- Trên vít tải: cụm đỡ ổ đầu trục, cụm gối đỡ trung gian (sau khi làm việc khoảng thời gian tương đương 100-150 tấn xi măng)

- Trên băng tải.

- Trên cối trộn: Cụm gối đỡ cửa xả bê tông.

- Các trục cửa xả xi măng, cát đá, thùng cân v.v…

- Các con lăn của cữ hành trình.

**10.9.3.3 Kiểm tra và bảo dưỡng các thiết bị điện.**

• Trước khi chạy phải kiểm tra xem công thức đã gọi đúng chưa, các thành phần khối lượng cuat công thức (cát, đá 1, đá 2, xi măng, nước) đã đặt đúng chưa.

• Cấm không được hàn điện ở khu vực gần đâu đo.

• Các đầu đo phải luôn giữ sạch sẽ, khi bẩn phải dùng khí nén thổi sạch mà không được dùng các vật cứng, sắc, hóa chất khác nhu: dao, bàn chải, dầu… cọ lên mặt của đầu đo.

• Tránh để nước vào bên trong các công tắc hành trình, thường xuyên kiểm tra, tra dầu vào các công tắc đó để tránh hiện tượng bị kẹt, hỏng hóc.

• Thường xuyên kiểm tra siết chặt lại các ốc trong tủ điệng để tránh hiện tượng đánh lửa gây ra hỏng hóc.

• Không được chạy trạm khi mất pha, điện áp quá cao (lớn hơn 400W) hoặc quá thấp( nhỏ hơn 360W) bằng cách nhình đồng hồ đo điện áp trên mặt tủ điện.

• Khi chạy phải chú ý nếu có sự cố phải ấn ngay nút dừng khẩn.

• Phải thực hiện đúng các thao tác ở các chế độ.

• Khi thay thế thiết bị phải thay đúng chủng loại hoặc tương đương..

## 10.10 Qui trình bảo dưỡng

### 10.10.1 Hệ thống khí nén

• Hàng ngày phải xả nước ở bộ lọc khí ra ngoài, hàng tháng phải xả nước ở bình tích của máy nén khí ra ngoài.

• Khi hết dầu của bộ lọc phải bổ xung ngay theo mức dầu đã qui định, thường xuyên kiểm tra mức dầu ở hộp số máy nén khí để bổ xung, thay thé kịp thời.

• Thường xuyên kiểm tra các đường ống khí nén có rò rỉ hay không và tìm cách xử lý kịp thời.

• Các van diện khí phải tránh bị phun nước khi có hiện tượng kêu phải tháo cuôn dây ta làm sạch bề mặt tiếp xúc của nó.

### 10.10.2 Cối trộn

• Cối trộn phải luôn được rửa sạch sẽ.

- Mức dầu trong hộp số luôn nằm trong giới hạn cho phép.

- Khi cánh trộn mòn phải chỉnh khe hở cho phù hợp để bê tông vét sạch và trộn dều.

### 10.10.3 Hệ thống điện

- Tránh được nước vào bên trong các công tắc hành trình, thường xuyên kiểm tra, tra dầu vào các công tắc đó để tránh hiện tượng bị kẹt, hỏng hóc.

- Thường xuyên kiểm tra siết chặt lại các ốc trong tủ điện để tránh hiện tượng đánh lửa gây ra hỏng hóc.

### 10.10.4 Hệ thống cân

- Luôn kiểm tra xem giữa phần động và phần tĩnh có chạm nhau không, khe hở vít chống quá tải, chống xô có đúng không.

- Khu vực cân luôn phải sạch sẽ.

- Hàng tuần phải kiểm tra cửa xả cân xi măng, đường thông khí của thùng cân xi măng.

### 10.10.5 Hệ thống vít tải xi măng

- Khi chạy khoảng 100÷150 tấn xi măng phải bơm mỡ vào tất cả các ổ của vít tải 1 lần.

- Các cửa thăm của vít tải luôn được làm kín đẻ tránh nước vào trong vít tải gây ra hiện tượng đóng cục xi măng.

- Khoảng 1÷2 tháng phải kiểm tra bộ lọc của silo xi măng tránh hiện tượng tắc, hỏng.

Toàn bọ các bu lông của trạm phải được siết chặt tránh hiện tượng rung khi làm việc gây ra những hỏng hóc đáng tiếc.

## 10.11 Một số sự cố và cách sửa chữa

Trong quá trình làm việc của trạm có thể xảy ra các sự cố sau:

### 10.11.1 Hệ thống khí nén

• Máy nén khí không chạy khi bật aptomat tổng:

- Do điện không đủ pha hãy kiểm tra nguồn điện.

- Do role nhiệt của máy nén khí nhảy.

- Khởi động từ điều khiển động cơ bị hỏng.

• Xi lanh không hoạt động khi điều khiển trên tủ điện:

- Do hệ thống điện điều khiển van điện khí bị hỏng nên không có điện áp vào cuộn dây của van điện khí.

- Hãy khắc phục bằng cách ấn tiếp vào phần điều khiển khí.

• Bộ lọc dầu bị hỏng: Có thể do dầu trực tiếp vào đường khí không qua bộ lọc.

### 10.11.2 Hệ thống cân xi măng và vít tải xi măng

• Cửa xả thùng cân xi măng bị kẹt

- Do xi măng bám quá nhiều vào cửa xả...

- Do hệ thống ốc vít bị lỏng trong quá trình làm việc nên cần kiểm tra siết lại.

- Do nước mưa chảy qua phần trên thùng cân xi măng xuống.

• Thùng cân xi măng xả không hết (cân xi măng ở trạng thái PE).

- Do bám quá nhiều ở thành thùng.

- Khi chạy tự động cửa xả đã đóng rồi sau đó cân lại về PE mà khi xả tay thì bình thường là do ống thoát khí của thùng cân xi măng bị tắc.

• Cân xi măng bị giảm khối lượng:

- Khi cân xong về trạng thái PE sau đó khối lượng rên cân lại giảm dần là do cửa xả xi măng đóng không kín do bị kẹt.

• Vít tải không quay.

- Do role nhiệt ngắt.

- Trong xi măng có lẫn dây, đinh… gây ra kẹt bên trong vít tải.

- Do xi măng bị đóng cục ở các cửa thăm do trời mưa.

- Vít tải xiên bị kẹt trong quá trình làm việc do mở cửa xi măng từ silo xuống vít tải quá lớn. Khi bị kẹt hãy mở cửa thăm, kiểm tra rồi đổi chiều của động cơ vít tải để chảy bớt xi măng ra, sau đó trả lại chiều động cơ trở lại bình thường.

• Xi măng cân quá chậm

- Do xi măng trong silo bị tạo vòm, cần phải chạy đầm rung sục khí để phá vòm trong silo.

- Do có cục xi măng quá lớn chèn vào cửa chảy xi măng từ silo xuống vít tải xiên.

### 10.11.3 Cối (thùng) trộn

• Cối trộn không chạy:

- Do công tắc hành trình nắp thùng trộn bi hỏng (có thể đấu tắt).

- Do role nhiệt ngắt (ấn lại role).

- Do khởi đông từ điều khiển động cơ bị hỏng.

- Do động cơ cháy hoặc điện mất pha.

- Do cánh trộn chỉnh quá sát đáy nên bị kẹt cơ khí.

• Cối trộn không vét hết:

- Do chỉnh cánh trộn khe hở lớn.

- Do lưỡi trộn quá mòn.

### 10.11.4 Hệ thống băng tải

- Băng tải không chạy:

- Do role nhiệt ngắt.

- Do role điều khiển hoặc khởi động từ bị cháy.

- Do bị kẹt về cơ khí.

# PHẦN III – KẾT LUẬN

Sau thời gian nghiên cứu và thiết kế đồ án tốt nghiệp với đề tài "*nghiên cứu thiết kế trạm trộn bê tông năng suất 60m$^3$/h*", trên cơ sở thăm quan nghiên cứu một số trạm trộn hiện có ở trong nước, với sự giúp đỡ của các thầy cô giáo trong khoa,và đặc biệt là tại công ty cổ phần công nghệ cao - Hitechco, em đã hoàn thành đồ án tốt nghiệp này. Về co bản tôi đã hoàn thành được khối lượng công việc sau:

+ Phân tícch một số trạm trộn hiện có tai Việt Nam.

+ Thiết lập phương án thiết kế và sơ đồ nguyên lý hoạt động của trạm trộn.

+ Phân tích các phương án vận chuyển xi măng rời.

+ Tính toán và thiết kế silo chứa xi măng.

+ Chọn nồi trộn và kiểm tra công suất của động cơ.

+ Tính toán, thiết kế thùng định lượng xi măng và nước.

+ Xác định chu kỳ làm việc của trạm trộn.

+ Đưa ra các phương án bố trí mặt bằng lắp đặt trạm.

+ Các phương án bảo trì, bảo dưỡng vận hành trạm một cách có hiệu quả nhất. Trạm trộn sau khi triết kế thì đã thừa hưởng những thành tựu khoa học mới. vì thế có tính năng tương đương với các trạm trộn của nước ngoài, một số thiết bị quan trọng như đầu đo điện tử, cối trộn bê tông được nhập từ các hãng nổi tiếng nen chất lượng trạm nhìn chung là đạt yêu cầu.

Cuối cùng một lần nữa xin chân thành cảm ơn Thầy Lê Hữu Trí đã hướng dẫn tận tình trong một thời gian dài để em có thể hoàn thành luận văn tốt nghiệp này.

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Hữu Lộc, Cơ sở thiết kế máy, NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP HCM

[2] Trịnh Chất – Lê Văn Uyển, Tính toán thiết kế hệ thống dẫn động cơ khí tập một và tập hai NXB GIÁO DỤC 2003

[3] Trần Thế San, Nguyễn Ngọc Phương, Sổ tay chế tạo máy NHÀ XUẤT BẢN ĐÀ NẴNG 2008

[4] Nguyễn Đắc Lộc, Sổ tay công nghệ chế tạo máy tập 2, NXB KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT HÀ NỘI 2001

[5] Trần Hữu Quế, Vẽ kỹ thuật cơ khí 1 – 2, NXB GIÁO DỤC 2004

[6] Nguyễn Minh Vũ, Nguyễn Tất Tiến, Nguyễn Đắc Trung, Lý thuyết dập tạo hình, NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA HÀ NỘI 2009

[7] Hoàng Quang, Tính toán kết cấu thép, NXB xây dựng

[8] Ninh Đức Tốn, Sổ tay Dung sai lắp ghép, NXB GIÁO DỤC 2007

[9] Nguyễn Ngọc Cẩn, Kỹ thuật điều khiển tự động , NXB ĐHQG TP HỒ CHÍ MINH 2002

[10] Đoàn Định Kiến, Nguyễn Văn Tấn, Kết cấu thép.

[11] Nguyễn Y Tô, Sức bền vật liệu, NXB Khoa học Kỹ thuật.

[12] Tải trọng và tác động tiêu chuẩn thiết kế, NXB xây dựng Hà Nội – 1996.

**BỘ XÂY DỰNG**

CHƯƠNG TRÌNH BỒI DƯỠNG KỸ SƯ
TƯ VẤN GIÁM SÁT XÂY DỰNG

---

# BÀI GIẢNG

Môn Học

# GIÁM SÁT THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU CÔNG TÁC BÊ TÔNG CỐT THÉP

Người soạn :
PGs LÊ KIỀU
Trường Đại học Kiến trúc Hà nội

HÀ NỘI, 1-2002

# GIÁM SÁT THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU
# CÁC CÔNG TÁC BÊ TÔNG CỐT THÉP
## TRONG CÔNG TRÌNH DÂN DỤNG VÀ CÔNG NGHIỆP

Người soạn bài giảng và trình bày:
PGs **Lê Kiều**
Chủ nhiệm Bộ môn
Công nghệ Xây dựng
**Trường Đại học Kiến trúc Hà nội**

## I. Phần mở đầu

Điều 15 trong Chương **Chế độ Kinh tế** của bản Hiến pháp nước Cộng Hoà Xã Hội Chủ Nghĩa Việt Nam ghi rõ:

" Nhà nước phát triển nền kinh tế hàng hoá nhiều thành phần theo cơ chế thị trường có sự quản lý của Nhà nước, theo định hướng xã hội chủ nghĩa. "

Dự thảo Báo cáo chính trị của Ban Chấp hành Trung ương Đảng CSVN khoá VIII trình Đại hội đại biểu toàn quốc lần thứ IX có một đề mục : " Tiếp tục tạo lập đồng bộ các yếu tố của kinh tế thị trường; tăng cường vai trò quản lý của Nhà nước". Trong đề mục này ghi rõ: " Thúc đẩy sự hình thành , phát triển và từng bước hoàn thiện các loại thị trường theo định hướng xã hội chủ nghĩa. . . "

Trong tác phẩm " Kinh tế học - phân tích kinh tế vi mô " tác giả Rodrigue Tremblay, giáo sư kinh tế - tài chính quốc tế, trường Đại học Montréal , Canada , viết : " Quy luật cơ bản và phổ biến của kinh tế ( thị trường ) chỉ rõ là các cá nhân và các tổ chức xã hội bỏ tiền của ra để mong đạt một lợi ích hoặc mục tiêu định trước với chi phí ít nhất. Điều này có nghĩa là khi phải chọn một vật, một của cải, một kỹ thuật sản xuất, hay là trong các vật có cùng mục đích sử dụng, người ta sẽ chọn lựa thứ nào rẻ nhất". Nói một cách toán học thì mọi người hoạt động trong kinh tế thị trường đều là những người giải bài toán **mini/Max**. Bài toán này phát biểu như sau: mọi người đều muốn bỏ ra chi phí ít nhất ( mini ) để thu về lợi ích cho mình nhiều nhất ( Max ). Người mua muốn bỏ tiền ra ít nhất để đem về hàng hoá cho mình có nhiều lợi ích nhất, sử dụng thuận lợi nhất , chất lượng cao nhất. Người bán lại muốn cho sản phẩm hàng hoá được bán với chi phí chế tạo , chi phí lưu thông ít nhất nhưng lại thu về lợi nhuận cao nhất

(Introduction à l'analyse des problèmes économiques de toute société, Rodrigue Tramblay, Les éditions HRWLTEE - Montréal ).

Sự mua bán được, hay nói cách khác thì lời giải của bài toán mini/Max chín là việc cân nhắc trên cơ sở dung hoà lợi ích của hai bên mua và bán. Cái cầu nối giữa người mua và người bán chính là ***tiêu chuẩn chất lượng*** của hàng hoá. Trong các hợp đồng thương mại , dịch vụ, thì tiêu chuẩn hàng hoá, dịch vụ được coi là điều kiện hợp đồng hết sức quan trọng.

Trong xây dựng cơ bản cũng vậy , tiêu chuẩn chất lượng sản phẩm là cơ sở cho những hợp đồng tư vấn và thiết kế , thi công xây lắp, mua bán thiết bị. Nhưng không phải nhà đầu tư nào cũng am tường về quá trình sản xuất xây dựng cơ bản. Cơ quan tư vấn được Nhà nước giao cho nhiệm vụ giúp cho chủ đầu tư trong việc kiểm định , giám sát thi công và nghiệm thu chất lượng công trình.

Công nghệ giám sát việc đảm bảo chất lượng công trình trước đây vai trò Kỹ thuật A đã thực hiện nhưng khi mức độ phức tạp của công trình ngày một lớn, nếu phải tổ chức bộ máy kỹ thuật A đủ đáp ứng nhiệm vụ thì sẽ rất cồng kềnh mà tốn kém nên cần thiết phải chuyên nghiệp hoá lực lượng này. Nhiệm vụ này ngày nay được giao cho các kỹ sư ở cơ quan tư vấn và thiết kế hoặc những bộ phận chuyên trách của các Tổng Công ty Xây dựng.

Để thuận lợi cho việc giám sát chất lượng và nghiệm thu công trình, chúng ta phải coi việc đảm bảo chất lượng là tổng thể trong toàn bộ khâu thực hiện dự án.

Các dự án đầu tư có xây dựng sử dụng vốn ngân sách Nhà nước trước khi đấu thầu xây lắp phải được cơ quan có thẩm quyền phê duyệt thiết kế kỹ thuật và tổng dự toán. Quy chế quản lý đầu tư và xây dựng ban hành theo Nghị định số 52/1999/NĐ-CP ngày 8-7-1999 quy định cụ thể về việc thẩm định thiết kế kỹ thuật và tổng dự toán. Cơ quan thẩm định thiết kế kỹ thuật và tổng dự toán có thể thuê chuyên gia hoặc tổ chức tư vấn chuyên ngành cùng tham gia thẩm định, nhưng đơn vị thiết kế không được thẩm định những thiết kế là sản phẩm của công ty mình lập ra.

Nội dung thẩm định được ghi rõ trong quyết định số 17 /2000/QĐ-BXD ngày 02-8-2000 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng ( điều 10 ).

Về vấn đề phù hợp của thiết kế kỹ thuật với Quy chuẩn xây dựng Việt nam và tiêu chuẩn kỹ thuật được áp dụng, lưu ý với những công trình xây dựng tại Lai Châu và Sơn La nằm trong khu vực có địa chấn Imax = 8 (MSK-64) . Theo quan hệ giữa các thang cấp động đất thì khu vực Lai Châu và Sơn La là vùng có động đất theo thang độ JMA từ 5 đến 6 và theo thang MM là vùng có cấp động đất trong thang 8.

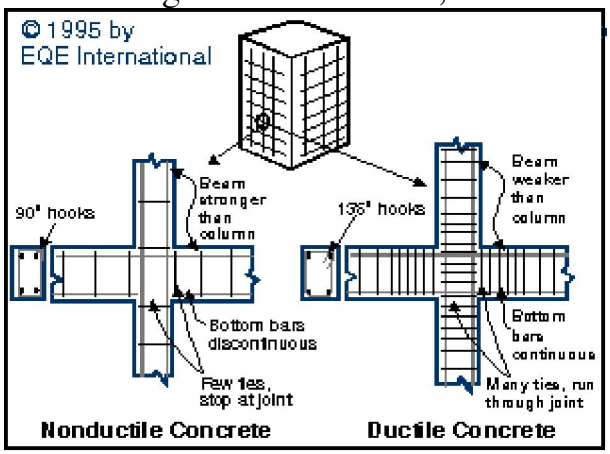
Hiện nay chưa có Tiêu chuẩn Việt nam về kháng chấn nhưng khi thiết kế được phép vận dụng trong số các tiêu chuẩn hiện hành của các nước tiên tiến và được Bộ Xây dựng chấp thuận.

Khi thiết kế công trình, nếu thấy cần thiết chúng ta có thể phát biểu bằng văn bản và yêu cầu có sự thoả thuận của Bộ Xây dựng.

Chúng tôi xin nêu một số kinh nghiệm trong cấu tạo các chi tiết nhà của loại nhà giống như ở ta hay làm sau khi sơ kết những trận động đất lớn như tại Osaka ( 17 tháng Giêng năm 1995; 7,2 độ Richter ):

(i) Nhà khung bê tông cốt thép chịu lực kháng chấn tốt hơn nhà tường gạch chịu lực.

(ii) Nhà khung bê tông cốt thép, tại nút khung nên bố trí thép đai trong nút khung , đai phân bố theo chiều cột khung, việc tránh được nứt ở nút khung tốt. Khoảng cách đai 50 mm , đai Φ8.




(iii) Giữa tường chèn và khung cần bố trí những thanh thép râu cắm từ trong cột khung để câu với tường mà khoảng cách giữa các râu không lớn quá 5 hàng gạch. Nối giữa hai cốt râu ở hai đầu tường là thanh thép chạy theo chiều dài tường. Đường kính thép râu Φ8 . Mạch chứa râu thép phải xây bằng vữa xi măng không có vôi và #100. Nên đặt râu thép này khi đặt cốt thép cột, để ép vào mặt cốp-pha, sau khi rỡ cốp-pha sẽ cậy cho thép này bung ra để cắm vào các lớp tường xây chèn.. Nếu quên có thể khoan lỗ sâu 100 mm vào cột khung rồi nhét thép vào sau nhưng nhớ lấp lỗ chèn bằng vữa có xi măng trương nở ( sikagrout ).

(iv) Với những nhà tường gạch chịu lực phải xây bằng vữa có xi măng và chất lượng vữa không nhỏ hơn #25. Cần đảm bảo độ câu giữa những hàng gạch. Không xây quá ba hàng dọc mới đến một hàng ngang và nên xây theo kiểu chữ công.

(v) Trong một bức tường nên có ít nhất hai hàng giằng tại cao trình bậu cửa sổ, cao trình lanh tô cửa. Giằng bằng bê tông cốt thép #200 có 2 cốt dọc Φ8 và đai nối 2 thanh cốt dọc này. Cốt thép đặt giữa giằng.

Nhiều công trình hư hỏng do xuất hiện lực cắt lớn trong dầm và cột khung. Những phá hoại loại này thường xảy ra tại phần cột sát ngay mức trên sàn. Lý do là các chi tiết ở quanh nút khung chưa đủ độ cứng. Với cột , ta thấy chưa có cấu tạo chống với lực cắt ở vùng gần chân cột. Cần thiết kế lưới ốp quanh chân cột. Những thanh thép dọc âm qua gối cột của dầm , nên uốn móc 135º.

Để kháng chấn tốt, nên dùng cốt thép vằn ( thép gai, thép gờ) vì ở Kobê cho thấy nhiều nhà mà kết cấu dùng thép trơn thường bị phá hỏng.

Trên đây là một số khuyến nghị không làm tăng chi phí xây dựng là bao nhưng đảm bảo chống kháng chấn đến độ 5,5 Richter tốt hơn nếu không chú ý các cấu tạo giản đơn này.

Các bộ tư vấn giám sát có thể đề nghị Sở Xây dựng cho phép cấu tạo thêm chi tiết như trên và bên thiết kế đưa vào trong bản vẽ để thi hành những khuyến nghị này, nếu bên thiết kế chưa đưa vào bản vẽ, khi thẩm định có thể đề nghị bổ sung.

Công việc của cán bộ tư vấn giám sát đảm bảo chất lượng của một đơn vị xây dựng có thể được khái quát như sau:

**1. Nhiệm vụ của giám sát bảo đảm chất lượng nói chung :**

Tư vấn giám sát xây dựng được chủ đầu tư giao cho , thông qua hợp đồng kinh tế , thay mặt chủ đầu tư chịu trách nhiệm về chất lượng công trình. Nhiệm vụ của giám sát thi công của chủ đầu tư :

(1) Về công tác giám sát thi công phải chấp hành các qui định của thiết kế công trình đã được cấp có thẩm quyền phê duyệt , các tiêu chuẩn kỹ thuật , các cam kết về chất lượng theo hợp đồng giao nhận thầu. Nếu các cơ quan tư vấn và thiết kế làm tốt khâu hồ sơ mời thầu thì các điều kiện kỹ thuật trong bộ hồ sơ mời thầu là cơ sở để giám sát kỹ thuật.

(2) Trong giai đoạn chuẩn bị thi công : các bộ tư vấn giám sát phải kiểm tra vật tư , vật liệu đem về công trường . Mọi vật tư , vật liệu không đúng tính năng sử dụng , phải đưa khỏi phạm vi công trường mà không được phép lưu giữ trên công trường . Những thiết bị không phù hợp với công nghệ và chưa qua kiểm định không được đưa vào sử dụng hay lắp đặt. Khi thấy cần thiết , có thể yêu cầu lấy mẫu kiểm tra lại chất lượng vật liệu , cấu kiện và chế phẩm xây dựng .

(3) Trong giai đoạn xây lắp : theo dõi , giám sát thường xuyên công tác thi công xây lắp và lắp đặt thiết bị . Kiểm tra hệ thống đảm bảo chất

lượng , kế hoạch chất lượng của nhà thầu nhằm đảm bảo việc thi công xây lắp theo đúng hồ sơ thiết kế đã được duyệt.

Kiểm tra biện pháp thi công , tiến độ thi công , biện pháp an toàn lao động mà nhà thầu đề xuất . Kiểm tra xác nhận khối lượng hoàn thành , chất lượng công tác đạt được và tiến độ thực hiện các công tác . Lập báo cáo tình hình chất lượng và tiến độ phục vụ giao ban thường kỳ của chủ đầu tư . Phối hợp các bên thi công và các bên liên quan giải quyết những phát sinh trong quá trình thi công . Thực hiện nghiệm thu các công tác xây lắp . Lập biên bản nghiệm thu theo bảng biểu qui định .

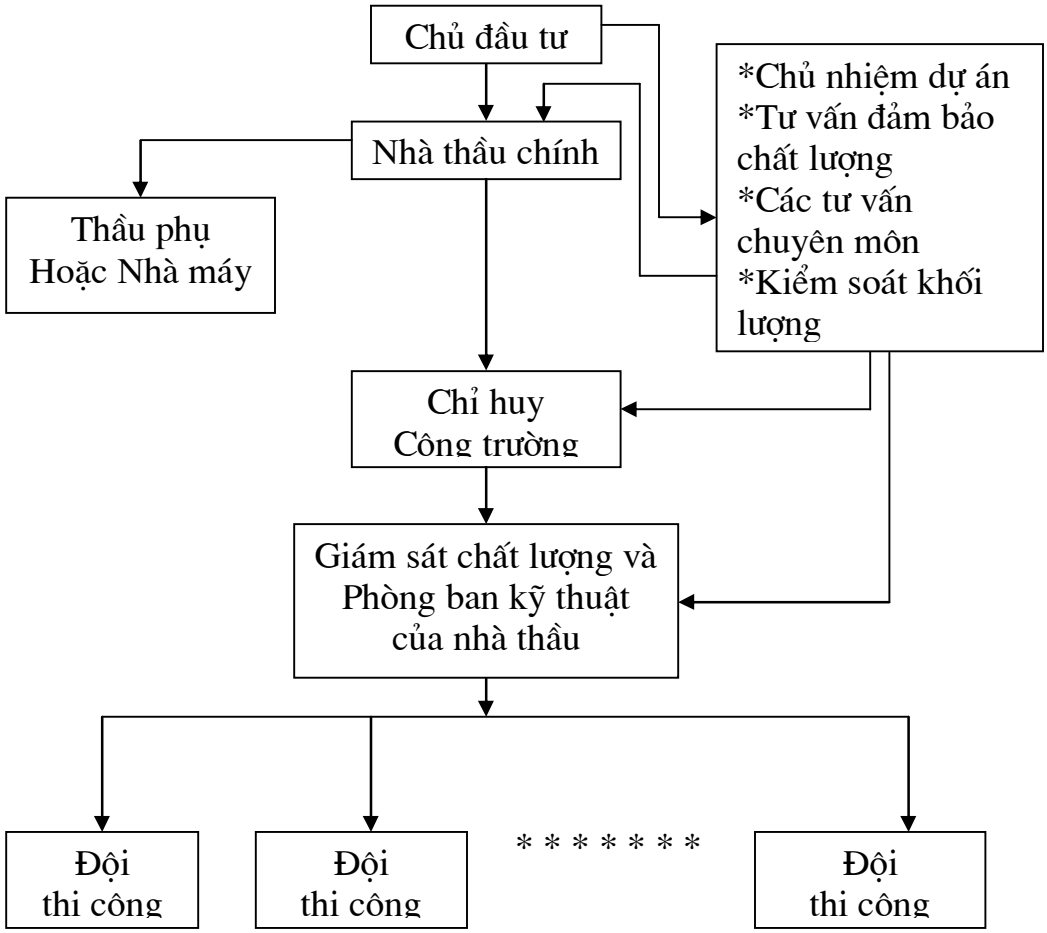
Những hạng mục , bộ phận công trình mà khi thi công có những dấu hiệu chất lượng không phù hợp với yêu cầu kỹ thuật đã định trong tiêu chí chất lượng của bộ hồ sơ mời thầu hoặc những tiêu chí mới phát sinh ngoài dự kiến như độ lún quá qui định , trước khi nghiệm thu phải lập văn bản đánh giá tổng thể về sự cố đề xuất của đơn vị thiết kế và của các cơ quan chuyên môn được phép .

(4) Giai đoạn hoàn thành xây dựng công trình : Tổ chức giám sát của chủ đầu tư phải kiểm tra , tập hợp toàn bộ hồ sơ pháp lý và tài liệu về quản lý chất lượng . Lập danh mục hồ sơ , tài liệu hoàn thành công trình xây dựng. Khi kiểm tra thấy công trình hoàn thành đảm bảo chất lượng , phù hợp với yêu cầu của thiết kế và tiêu chuẩn về nghiệm thu công trình , chủ đầu tư tổ chức tổng nghiệm thu lập thành biên bản . Biên bản tổng nghiệm thu là cơ sở pháp lý để làm bàn giao đưa công trình vào khai thác sử dụng và là cơ sở để quyết toán công trình.

## 2. Nhiệm vụ của giám sát bảo đảm chất lượng trong công tác xây lắp, lắp đặt trang bị tiện nghi và an toàn :

(i) ***Quan hệ giữa các bên trong công trường*** : Giám sát bảo đảm chất lượng trong công tác xây lắp và lắp đặt trang bị tiện nghi và an toàn cho công trình nằm trong nhiệm vụ chung của giám sát bảo đảm chất lượng công trình là nhiệm vụ của bên chủ đầu tư. Dưới sự chỉ đạo trực tiếp của chủ nhiệm dự án đại diện cho chủ đầu tư có các cán bộ giám sát bảo đảm chất lượng công trình . Những người này là cán bộ của Công ty Tư vấn và Thiết kế ký hợp đồng với chủ đầu tư , giúp chủ đầu tư thực hiện nhiệm vụ này. Thông thường chỉ có người chịu trách nhiệm đảm bảo chất lượng xây lắp nói chung , còn khi cần đến chuyên môn nào thì Công ty tư vấn điều động người có chuyên môn theo ngành hẹp đến tham gia hỗ trợ cho người chịu trách nhiệm chung .

SƠ ĐỒ TỔ CHỨC VÀ QUAN HỆ ĐIỂN HÌNH MỘT CÔNG TRƯỜNG




(ii) ***Phối hợp tiến độ*** là nhiệm vụ trước hết của chủ nhiệm dự án mà người đề xuất chính là giám sát bảo đảm chất lượng . Trước khi bắt đầu tiến hành các công tác xây lắp cần lập tổng tiến độ . Tổng tiến độ chỉ cần vạch ra những việc thuộc bên thi công nào vào thời điểm nào mà mức chi tiết có thể tính theo tầng nhà . Tổng tiến độ cho biết vào thời gian nào công tác nào phải bắt đầu để các thành viên tham gia xây dựng toàn bộ công trình biết và phối hợp . Từ tổng tiến độ mà các thành viên tham gia xây lắp và cung ứng lập ra bảng tiến độ thi công cho đơn vị mình trong đó hết sức chú ý đến sự phối hợp đồng bộ tạo diện thi công cho đơn vị bạn .

(iii) Chủ trì ***thông qua biện pháp thi công*** và ***biện pháp đảm bảo chất lượng.*** Trước khi khởi công , Chủ nhiệm dự án và tư vấn đảm bảo chất lượng cần thông qua biện pháp xây dựng tổng thể của công trình như phương pháp đào đất nói chung , phương pháp xây dựng phần thân nói chung , giải pháp chung về vận chuyển theo phương đứng , giải pháp an

toàn lao động chung , các yêu cầu phối hợp và điều kiện phối hợp chung . Nếu đơn vị thi công thực hiện công tác theo ISO 9000 thì cán bộ tư vấn sẽ giúp Chủ nhiệm dự án tham gia xét duyệt chính sách đảm bảo chất lượng của Nhà thầu và duyệt sổ tay chất lượng của Nhà thầu và của các đợn vị thi công cấp đội .

(iv) ***Chủ trì kiểm tra chất lượng*** , xem xét các công việc xây lắp làm từng ngày . Trước khi thi công bất kỳ công tác nào , nhà thầu cần thông báo để tư vấn đảm bảo chất lượng kiểm tra việc chuẩn bị . Quá trình thi công phải có sự chứng kiến của tư vấn đảm bảo chất lượng . Khi thi công xong cần tiến hành nghiệm thu chất lượng và số lượng công tác xây lắp đã hoàn thành.

## 3. Phương pháp kiểm tra chất lượng trên công trường :

Thực chất thì người tư vấn kiểm tra chất lượng là người thay mặt chủ đầu tư chấp nhận hay không chấp nhận sản phẩm xây lắp thực hiện trên công trường mà kiểm tra chất lượng là một biện pháp giúp cho sự khẳng định chấp nhận hay từ chối .

Một quan điểm hết sức cần lưu tâm trong kinh tế thị trường là : người có tiền bỏ ra mua sản phẩm phải mua được chính phẩm , được sản phẩm đáp ứng yêu cầu của mình. Do tính chất của công tác xây dựng khó khăn , phức tạp nên chủ đầu tư phải thuê tư vấn đảm báo chất lượng.

Cơ sở để nhận biết và kiểm tra chất lượng sản phẩm là sự đáp ứng các ***Yêu cầu chất lượng*** ghi trong bộ ***Hồ sơ mời thầu*** . Hiện nay chúng ta viết các yêu cầu chất lượng trong bộ Hồ sơ mời thầu còn chung chung vì các cơ quan tư vấn chưa quen với cách làm mới này của kinh tế thị trường . Những phương pháp chủ yếu của kiểm tra chất lượng trên công trường là :

### *3.1. Người cung ứng hàng hoá là người phải chịu trách nhiệm về chất lượng sản phẩm trước hết .*

Đây là điều kiện được ghi trong hợp đồng kinh tế giữa chủ đầu tư và nhà thầu . Từ điều này mà mọi hàng hoá cung ứng đưa vào công trình phải có các chỉ tiêu chất lượng đáp ứng với yêu cầu của công tác. Trước khi đưa vật tư , thiết bị vào tạo nên sản phẩm xây dựng nhà thầu phải đưa mẫu và các chỉ tiêu cho Chủ nhiệm dự án duyệt và mẫu cũng như các chỉ tiêu phải lưu trữ tại nơi làm việc của Chủ đầu tư ở công trường. Chỉ tiêu kỹ thuật (tính năng ) cần được in thành văn bản như là chứng chỉ xuất xưởng của nhà cung ứng và thường yêu cầu là bản in chính thức của nhà cung ứng . Khi dùng bản sao thì đại diện nhà cung ứng phải ký xác nhận và có dấu đóng xác nhận màu đỏ và có sự chấp thuận của Chủ đầu tư bằng văn bản.

Mọi sự thay đổi trong quá trình thi công cần được Chủ đầu tư duyệt lại trên cơ sở xem xét của tư vấn bảo đảm chất lượng nghiên cứu đề xuất đồng ý. Nhà cung ứng và nhà thầu phải chịu trách nhiệm trước pháp luật về sự tương thích của hàng hoá mà mình cung cấp với các chỉ tiêu yêu cầu và phải chịu trách nhiệm trước pháp luật về chất lượng và sự phù hợp của sản phẩm này.

Cán bộ tư vấn đảm bảo chất lượng là người có trách nhiệm duy nhất giúp Chủ nhiệm dự án kết luận rằng sản phẩm do nhà thầu cung ứng là phù hợp với các chỉ tiêu chất lượng của công trình . Cán bộ tư vấn giám sát bảo đảm chất lượng được Chủ đầu tư uỷ nhiệm cho nhiệm vụ đảm bảo chất lượng công trình và thay mặt Chủ đầu tư trong việc đề xuất chấp nhận này .

### *3.2. Kiểm tra của tư vấn kỹ thuật chủ yếu bằng mắt và dụng cụ đơn giản có ngay tại hiện trường :*

Một phương pháp luận hiện đại là mỗi công tác được tiến hành thì ứng với nó có một ( hay nhiều ) phương pháp kiểm tra tương ứng. Nhà thầu tiến hành thực hiện một công tác thì yêu cầu giải trình đồng thời là dùng phương pháp nào để biết được chỉ tiêu chất lượng đạt bao nhiêu và dùng dụng cụ hay phương tiện gì cho biết chỉ tiêu ấy . Biện pháp thi công cũng như biện pháp kiểm tra chất lượng ấy được tư vấn trình Chủ nhiệm dự án duyệt trước khi thi công . Quá trình thi công , kỹ sư của nhà thầu phải kiểm tra chất lượng của sản phẩm mà công nhân làm ra . Vậy trên công trường phải có các dụng cụ kiểm tra để biết các chỉ tiêu đã thực hiện. Thí dụ : người cung cấp bê tông thương phẩm phải chịu trách nhiệm kiểm tra cường độ chịu nén mẫu khi mẫu đạt 7 ngày tuổi . Nếu kết quả bình thường thì nhà thầu kiểm tra nén mẫu 28 ngày . Nếu kết quả của 7 ngày có nghi vấn thì nhà thầu phải thử cường độ nén ở 14 ngày và 28 ngày để xác định chất lượng bê tông . Nếu ba loại mẫu 7 , 14 , 28 có kết quả gây ra nghi vấn thì tư vấn kiểm tra yêu cầu làm các thí nghiệm bổ sung để khẳng định chất lượng cuối cùng. Khi thi công cọc nhồi, nhất thiết tại nơi làm việc phải có tỷ trọng kế để biết dung trọng của bentonite , phải có phễu March và đồng hồ bấm giây để kiểm tra độ nhớt của dung dịch khoan , phải có ống nghiệm để đo tốc độ phân tách nước của dung dịch . . .

Nói chung thì tư vấn đảm bảo chất lượng phải chứng kiến quá trình thi công và quá trình kiểm tra của người thi công và nhận định qua hiểu biết của mình thông qua quan sát bằng mắt với sản phẩm làm ra . Khi nào qui trình bắt buộc hay có nghi ngờ thì tư vấn yêu cầu nhà thầu thuê phòng thí nghiệm kiểm tra và phòng thí nghiệm có nghĩa vụ báo số liệu đạt được qua kiểm tra cho tư vấn để tư vấn kết luận việc đạt hay không đạt yêu cầu chất lượng. Để tránh tranh chấp , tư vấn không nên trực tiếp kiểm tra mà chỉ nên chứng kiến sự kiểm tra của nhà thầu và tiếp nhận số liệu để quyết

định chấp nhận hay không chấp nhận chất lượng sản phẩm . Khi có nghi ngờ , tư vấn sẽ chỉ định người kiểm tra và nhà thầu phải thực hiện yêu cầu này .

### *3.3. Kiểm tra bằng dụng cụ tại chỗ :*

Trong quá trình thi công , cán bộ , kỹ sư của nhà thầu phải thường xuyên kiểm tra chất lượng sản phẩm của công nhân làm ra sau mỗi công đoạn hay giữa công đoạn khi thấy cần thiết . Những lần kiểm tra này cần có sự chứng kiến của tư vấn đảm bảo chất lượng. Mọi việc kiểm tra và thi công không có sự báo trước và yêu cầu tư vấn đảm bảo chất lượng chứng kiến , người tư vấn có quyền từ chối việc thanh toán khối lượng đã hoàn thành này . Kiểm tra kích thước công trình thường dùng các loại thước như thước tầm , thước cuộn 5 mét và thước cuộn dài hơn . Kiểm tra độ cao , độ thẳng đứng thường sử dụng máy đo đạc như máy thuỷ bình , máy kinh vĩ . Ngoài ra , trên công trường còn nên có súng bật nảy để kiểm tra sơ bộ cường độ bê tông . Những dụng cụ như quả dọi chuẩn , dọi laze , ống nghiệm , tỷ trọng kế , cân tiểu ly , lò xấy , viên bi thép , . . . cần được trang bị . Nói chung trên công trường phải có đầy đủ các dụng cụ kiểm tra các việc thông thường .

Những dụng cụ kiểm tra trên công trường phải được kiểm chuẩn theo đúng định kỳ . Việc kiểm chuẩn định kỳ là cách làm tiên tiến để tránh những sai số và nghi ngờ xảy ra qua quá trình đánh giá chất lượng.

Trong việc kiểm tra thì nội bộ nhà thầu kiểm tra là chính và tư vấn bảo đảm chất lượng chỉ chứng kiến những phép kiểm tra của nhà thầu . Khi nào nghi ngờ kết quả kiểm tra thì nhà thầu có quyền yêu cầu nhà thầu thuê đơn vị kiểm tra khác . Khi thật cần thiết , tư vấn bảo đảm chất lượng có quyền chỉ định đơn vị kiểm tra và nhà thầu phải đáp ứng yêu cầu này .

### *3.4. Kiểm tra nhờ các phòng thí nghiệm :*

Việc thuê các phòng thí nghiệm để tiến hành kiểm tra một số chỉ tiêu đánh giá chất lượng trên công trường được thực hiện theo qui định của tiêu chuẩn kỹ thuật và khi tại công trường có sự không nhất trí về sự đánh giá chỉ tiêu chất lượng mà bản thân nhà thầu tiến hành .

Nói chung việc lựa chọn đơn vị thí nghiệm , nhà thầu chỉ cần đảm bảo rằng đơn vị thí nghiệm ấy có tư cách pháp nhân để tiến hành thử các chỉ tiêu cụ thể được chỉ định. Còn khi nghi ngờ hay cần đảm bảo độ tin cậy cần thiết thì tư vấn đảm bảo chất lượng dành quyền chỉ định đơn vị thí nghiệm .

Nhà thầu là bên đặt ra các yêu cầu thí nghiệm và những yêu cầu này phải được Chủ nhiệm dự án dựa vào tham mưu của tư vấn đảm bảo chất lượng kiểm tra và đề nghị thông qua bằng văn bản . Đơn vị thí nghiệm phải đảm bảo tính bí mật của các số liệu thí nghiệm và người công bố chấp nhận hay không chấp nhận chất lượng sản phẩm làm ra phải là chủ nhiệm dự án qua tham mưu của tư vấn đảm bảo chất lượng .

Cần lưu ý về tư cách pháp nhân của đơn vị thí nghiệm và tính hợp pháp của công cụ thí nghiệm . Để tránh sự cung cấp số liệu sai lệch do dụng cụ thí nghiệm chưa được kiểm chuẩn , yêu cầu mọi công cụ thí nghiệm sử dụng phải nằm trong phạm vi cho phép của văn bản xác nhận đã kiểm chuẩn .

Đơn vị thí nghiệm chỉ có nhiệm vụ cung cấp số liệu của các chỉ tiêu được yêu cầu kiểm định còn việc những chỉ tiêu ấy có đạt yêu cầu hay có phù hợp với chất lượng sản phẩm yêu cầu phải do tư vấn đảm bảo chất lượng phát biểu và ghi thành văn bản trong tờ nghiệm thu khối lượng và chất lượng hoàn thành.

### *3.5. Kết luận và lập hồ sơ chất lượng*

(i) Nhiệm vụ của tư vấn đảm bảo chất lượng là phải kết luận từng công tác , từng kết cấu , từng bộ phận hoàn thành được thực hiện là có chất lượng phù hợp với yêu cầu hay chưa phù hợp với yêu cầu .

Đính kèm với văn bản kết luận cuối cùng về chất lượng sản phẩm cho từng kết cấu , từng tầng nhà , từng hạng mục là các văn bản xác nhận từng chi tiết , từng vật liệu cấu thành sản phẩm và hồ sơ kiểm tra chất lượng các quá trình thi công. Lâu nay các văn bản xác nhận chất lượng vật liệu , chất lượng thi công ghi rất chung chung . Cần lưu ý rằng mỗi bản xác nhận phải có địa chỉ kết cấu sử dụng , không thể ghi chất lượng đảm bảo chung chung.

Tất cả những hồ sơ này đóng thành tập theo trình tự thi công để khi tra cứu thuận tiện.

(ii) Đi đôi với các văn bản nghiệm thu , văn bản chấp nhận chất lượng kết cấu là nhật ký thi công . Nhật ký thi công ghi chép những dữ kiện cơ bản xảy ra trong từng ngày như thời tiết , diễn biến công tác ở từng vị trí, nhận xét qua sự chứng kiến công tác về tính hình chất lượng công trình.

Ý kiến của những người liên quan đến công tác thi công khi họ chứng kiến việc thi công , những ý kiến đề nghị , đề xuất qua quá trình thi công và ý kiến giải quyết của tư vấn đảm bảo chất lượng và ý kiến của giám sát của nhà thầu . . .

(iii) Bản vẽ hoàn công cho từng kết cấu và bộ phận công trình được lập theo đúng qui định.

Tất cả những hồ sơ này dùng làm cơ sở cho việc thanh toán khối lượng hoàn thành và cơ sở để lập biên bản tổng nghiệm thu , bàn giao công trình cho sử dụng.

## II . Giám sát thi công và nghiêm thu công trình bê tông và bê tông cốt thép.

### *2.1 Một số quan niệm mới về bê tông cốt thép :*

Bê tông và vữa là loại vật liệu xây dựng được sử dụng rộng rãi trên thế giới. Bê tông khá kinh tế , đó là nguyên liệu được lựa chọn đúng đắn để làm cầu, làm nhà và nhà cao tầng, làm sân bay, làm chỗ đỗ xe, làm hầm.

Dưới đây, chúng tôi trình bày những quan điểm hiện đại về bê tông.

Bê tông là vật liệu hỗn hợp chủ yếu bao gồm cốt liệu để làm khung xương, xi măng và nước thông qua tỷ lệ nước/ximăng tạo thành đá xi măng. Bây giờ khi xem xét về chất lượng bê tông, người ta không đơn thuần chỉ nói về cường độ chịu nén của bê tông. Vấn đề là *độ bền hay tuổi thọ* của bê tông mà cường độ chịu nén của bê tông chỉ là một chỉ tiêu đảm bảo tuổi thọ ấy.

Trước đây , theo suy nghĩ cũ, người ta đã dùng chỉ tiêu cường độ chịu nén của bê tông để đặc trưng cho bê tông nên gọi mác ( mark) bê tông. Thực ra để nói lên tính chất của bê tông còn nhiều chỉ tiêu khác như cường độ chịu nén khi uốn, cường độ chịu cắt của bê tông, tính chắc đặc và nhiều chỉ tiêu khác. Bây giờ người ta gọi phẩm cấp của bê tông ( grade). Phẩm cấp của bê tông được qui ước lấy chỉ tiêu cường độ chịu nén mẫu hình trụ làm đại diện. Giữa mẫu hình trụ định ra phẩm cấp của bê tông và mẫu lập phương 150x150x150 mm để định ra "mác" bê tông trước đây có số liệu chênh lệch nhau cùng với loại bê tông. Hệ số chuyển đổi khi sử dụng mẫu khác nhau như bảng sau:

| Hình dáng và kích thước mẫu (mm) | Hệ số tính đổi |
|---|---|
| Mẫu lập phương<br><br>100x100x100<br>150x150x150<br>200x200x200<br>300x300x300 | <br><br>0.91<br>1,00<br>1,05<br>1,10 |
| Mẫu trụ<br><br>71,4x143 và 100x200<br>150x300<br>200x400 | <br><br>1,16<br>1,20<br>1,24 |

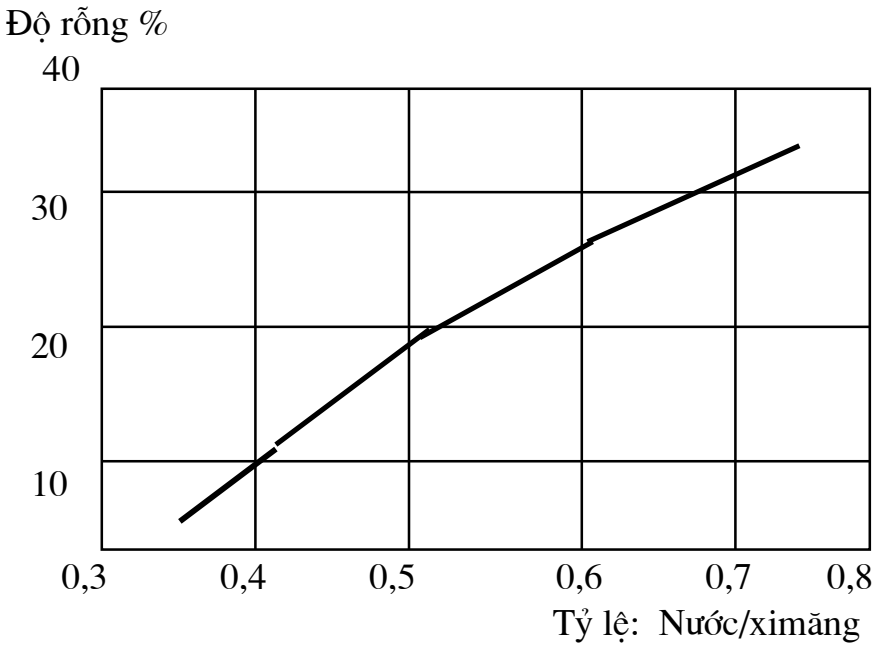
Nguồn : TCVN 4453-1995

Trong trường hợp chung nhất có thể định nghĩa được tuổi thọ của bê tông là khả năng của vật liệu duy trì được tính chất cơ, lý trong các điều kiện thỏa mãn sự an toàn sử dụng trong suốt đời phục vụ của kết cấu, trong đó có vấn đề nước thấm qua bê tông.

Tác động của hóa chất đơn thuần bên ngoài vào bê tông quan hệ mật thiết với các tác động cơ , lý , hóa-lý cho nên vấn đề độ bền của bê tông là vấn đề vô cùng phức tạp.

Tỷ lệ nước/ximăng là nhân tố quyết định trong việc đảm bảo tuổi thọ của bê tông.Tổng lượng nước dùng trong bê tông cộng với hàm lượng xi măng và bọt khí là các nhân tố tạo nên lỗ rỗng là điều sẽ quyết định cường độ chịu nén của bê tông. Độ rỗng của bê tông quan hệ với hàm lượng nước/ximăng.

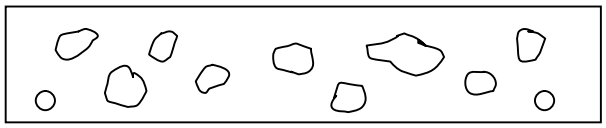
Quan hệ này được thể hiện qua biểu đồ:



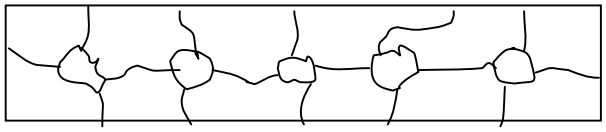

Xem thế, chúng ta có thể nói: **bê tông thực chất là loại vật liệu rỗng**, được đặc trưng bởi kích thước của lỗ rỗng và cách nối giữa những lỗ này theo dạng nào, bởi sự không liên tục trong vi cấu trúc như các liên kết thành các hạt, bởi sự kết tinh tự nhiên của các hydrate. Những lỗ rỗng này làm cho độ thấm nước của bê tông tăng dẫn đến sự trương nở, sự nứt nẻ và điều đó cũng làm cho cốt thép bị gỉ. Tuổi thọ của bê tông chịu ảnh hưởng của lượng thấm nước và khí qua kết cấu bê tông, của tính thấm của hồ ximăng, và có thể của ngay cả cốt liệu nữa.

Các dạng lỗ rỗng của bê tông có thể khái quát qua hình vẽ:

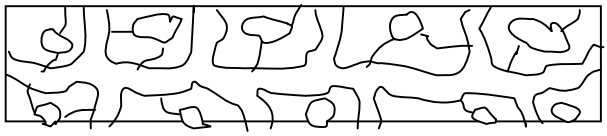
Rỗng vật liệu không thấm



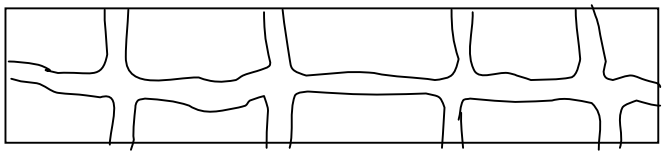
Rỗng nhiều, tính thấm thấp



Rỗng nhiều, vật liệu thấm



Rỗng ít, tính thấm cao



Kết cấu sử dụng bê tông có cường độ cao : là công nghệ cần thiết phải nghiên cứu và thực nghiệm để có thể sử dụng rộng rãi trong những năm tới. Bê tông composit triển vọng phổ biến có thể phải sau năm 2010 nhưng bê tông dùng chất kết dính ximăng có số hiệu C40, C45 sẽ được sử dụng sớm hơn. Đài loan sẽ đưa sử dụng đại trà loại bê tông này trong hai ba năm tới.

Chúng ta đều biết, bê tông composit dùng chất kết dính là nhựa họ êpôxy. Họ êpôxy không phải đã nhanh chóng sản xuất được một lượng to lớn đủ thay thế xi măng. Bên cạnh sự phát triển dần êpôxy, trong hai chục năm tới, trong xây dựng vẫn phải lấy chất kết dính xi măng là chủ đạo.

Trước đây gần chục năm khi đặt vấn đề chế tạo bê tông có mác cao hơn mác xi măng là rất khó khăn. Người ta đã phải nghiên cứu cách chế tạo bê tông dùng cấp phối gián đoạn để nâng cao mác bê tông bằng hoặc cao hơn mác xi măng chút ít. Nhưng qui trình công nghệ để tạo được bê tông mác cao theo cấp phối gián đoạn không dễ dàng nên kết quả mới nằm trong phòng thí nghiệm.

Những năm gần đây, do phát minh ra khói silic mà công nghệ bê tông có nhiều thay đổi rõ rệt.

Chúng ta nhắc lại một số khái niệm về bê tông làm cơ sở cho kiến thức về sự phát triển công nghệ bê tông có cường độ cao.

Bê tông là hỗn hợp từ các thành phần: cốt liệu (loại thô và loại mịn) dùng tạo khung cốt chịu lực, xi măng và nước hóa hợp với nhau biến thành đá xi măng. Các hóa chất ngoại lai tác động vào bê tông liên quan đến các hoạt động hóa lý, vật lý và cả cơ học. Cho nên độ bền của bê tông là vấn đề hết sức phức tạp. Trước đây người ta nghĩ về bê tông, thường coi trọng vấn đề cường độ. Thời hiện đại nhìn bê tông là độ bền của bê tông trong kết cấu.

Nếu nhìn như thế, trong độ bền có vấn đề cường độ, có vấn đề bê tông phải chịu được môi trường phơi lộ, có vấn đề tác động của các tác nhân phức tạp trong quá trình chịu lực của kết cấu. Độ bền của kết cấu bê tông rất phụ thuộc tỷ lệ nước trên xi măng.

Thông thường lượng nước cần thiết cho thủy hóa xi măng, nghĩa là lượng nước cần biến xi măng thành đá xi măng rất ít so với lượng nước đã cho vào trong bê tông để tạo ra bê tông có thể đổ, đầm được thành nên kết cấu. Nếu độ sụt hình côn là 50mm cho bê tông thông thường ta vẫn thấy thì lượng nước đã dư thừa từ 5 đến 6 lần so với yêu cầu để thủy hóa thành đá xi măng. Nước dư thừa trong bê tông khi bốc hơi tạo nên các lỗ rỗng làm cho bê tông bị xốp với những lỗ xốp rất nhỏ, có khi bằng mắt thường chúng ta không thấy được.

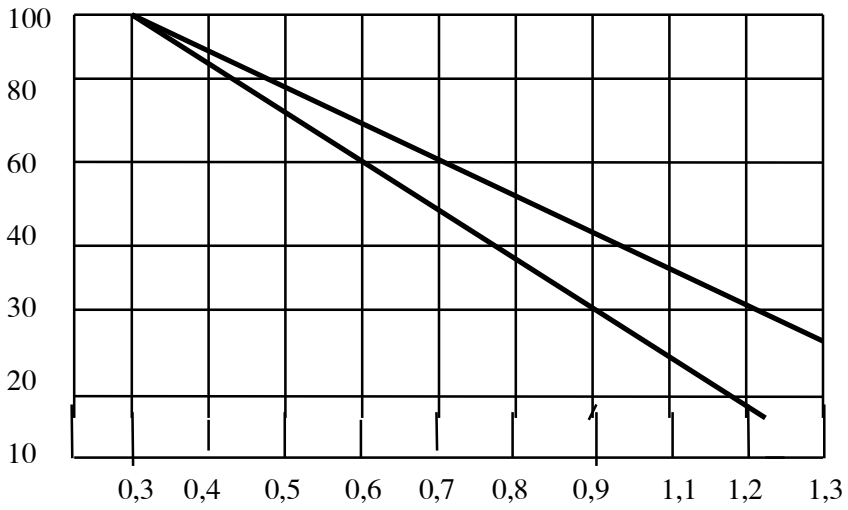
Chúng ta thấy rõ là tính chất của bê tông phụ thuộc vào tỷ lệ N/X.
Tỷ lệ N/X nhỏ thì tính chất bê tông tốt, tỷ lệ này lớn thì chất lượng bê tông kém. Định luật này gọi là định luật Abrams.
Từ định luật này, nhiều người đã nghĩ hay là làm bê tông khô đi, có thể sẽ thu được loại bê tông chất lượng tốt hơn.

Một sự tình cờ ta thấy trong quá trình chế tạo silicon và ferrosilicon ta thu được khói silic :

$$2SiO_2 + C \rightarrow Si + SiO_2 + CO_2$$

Khói silic là loại vật liệu hết sức mịn, hạt khói silic có đường kính ~ 0,15 Micon ( 0,00015 mm). Một gam khói silic có diện tích bề mặt khoảng 20 $m^2$ tạo nên hoạt tính cao. Hạt không kết tinh, chứa 85-98% Dioxyt Silic( $SiO_2$).
Hạt khói silic tác động như loại siêu puzôlan, biến đổi hydroxyt calxi có ích tồn lại thành các gel hydrat silic-calxi có ích. Hiệu quả của tác động này là giảm tính thấm nước, bám dính tăng giữa các hạt cốt liệu và cốt thép, cho cường độ tốt hơn và tăng độ bền của bê tông.

Tỷ lệ nước/ximăng cao làm giảm cường độ bê tông rõ rệt. Biểu đồ sau đây cho thấy quan hệ giưa cường độ bê tông và tỷ lệ nước/ximăng:




a : Cường độ chịu nén
b: Cường độ chịu uốn

Bảng sau đây so sánh giữa hạt khói silic , tro bay và xi măng.

| | Ximăng | Khói silic | Tro bay |
|---|---|---|---|
| Tỷ trọng $kg/m^3$ | 1200 - 1400 | 200 - 300 | 900 - 1000 |
| Tổn thất do cháy % | < 0,5 | 2 - 4 | 3 - 12 |
| Bề mặt riêng $m^2/g$ | 0,2 - 0,5 | 20 | 0,2 - 0,6 |

Kết quả của việc sử dụng họ phụ gia có khói silic cải thiện chất lượng bê tông rất nhiều:
Lấy R28 của bê tông để quan sát thì:

Bê tông không dùng phụ gia khói silic , sau 28 ngày đạt 50 MPa
Bê tông có 8% khói silic và 0,8% chất giảm nước, sau 28 ngày đạt 54 MPa
Bê tông có 16% khói silic và 1,6% chất giảm nước, sau 28 ngày đạt 100 MPa
Mỗi Mêga Pascan tương đương xấp xỉ 10 kG/cm$^2$.
Điều kiện làm những thí nghiệm này là dùng xi măng PC40

Trước đây ba năm trong ngành xây dựng nước ta sử dụng bê tông mác 300 để làm cọc bê tông đúc sẵn đã khá khó khăn. Hai ba năm gần đây việc sử dụng bê tông mác 400, 500 trong việc làm nhà cao tầng khá phổ biến. Chủ yếu sự nâng chất lượng của bê tông là nhờ phụ gia khói silic.

Sự chuyển dịch chất lỏng **v** trong môi trường mao dẫn không bão hòa được nêu trong định luật **Washburn** :

$$v = \frac{r.\gamma}{4.d.\eta} . \cos\vartheta$$

Trong đó : r - bán kính lỗ mao dẫn
$\gamma$- sức căng mặt ngoài
$\vartheta$- góc tiếp xúc
d- chiều sâu xâm nhập
$\eta$- độ nhớt của dịch thể

Hệ số thấm **k**, qua tiết diện **A**, cho qua lượng chất lỏng **Q** , chất lỏng ấy có độ nhớt $\eta$ và dưới gradient áp lực **dP/dZ** ràng buộc với nhau qua định luật **Darcy,** định luật này có thể được trình bày lại theo dạng sau đây :

$$Q = -k . \frac{A}{\eta} . \frac{dP}{dZ}$$

Tính phức tạp của sự dịch chuyển chất lỏng qua vật liệu rỗng làm cho nó không tuân thủ một cách đơn giản định luật Darcy. Thực ra sự dịch chuyển chất lỏng qua vật thể rỗng được coi là một hiện tượng khuyếch tán theo định luật **Fick:**

$$j = -D \cdot \frac{dC}{dL}$$

Trong đó j - dòng dịch chuyển

dC/ dL -gradient nồng độ

D - hệ số khuyếch tán

Từ những ý tưởng vừa nêu trên, lõi cốt của chất lượng bê tông theo quan điểm cường độ , tính chống thấm, và những tính chất ưu việt khác rất phụ thuộc vào tỷ lệ nước/ximăng.

**Càng giảm được nước có thể giảm được trong bê tông chất lượng càng tăng.Giảm được lượng nước trong bê tông, mọi chỉ tiêu chất lượng đều tăng, trong đó có tính chất chống thấm. Chú ý: giảm nước nhưng vẫn phải đảm bảo tính công tác của bê tông.**

Trước đây , năm 1968, tại Việt trì, Bộ Xây dựng có tổ chức Hội nghị toàn quốc về Bê tông khô nhưng không thành công vì chỉ giảm 10 lít nước trong 1 m3 bê tông mà muốn bê tông đầm đủ chắc đã cháy mất gần hai trăm đầm rung các loại. Khi bê tông không chắc đặc thì mọi tính chất đều bị ảnh hưởng giảm theo.

Kết quả chất lượng bê tông của đợt thao diễn bê tông khô tại Việt trì 1968 không đạt yêu cầu như thông thường. Điều này dẫn đến kết luận là không thể giảm nước bằng phương pháp cơ học thông thường mà hướng nghiên cứu là phải tìm chất liệu gì đó cải thiện hoàn toàn tính chất của bê tông.

Rất tình cờ khi chế tạo silicon và ferrosilicon trong lò đốt hồ quang điện thấy bốc ra loại khói trắng dày đặc mà cơ quan bảo vệ môi trường yêu cầu thu hồi, không cho lan toả ra khí quyển đã thu được chất khói silic theo phản ứng:

$$2\,SiO_2 + C \longrightarrow Si + SiO_2 + CO_2$$

Sản phẩm khói silic ra đời dưới nhiều tên khác nhau: **Fluor Silic** , **Bụi Silic** (Silica dust), **Silic nhỏ mịn** ( Microsilica) , **Silic khói** ( Fume Silica ) , **Silic bay** (Volatised Silica ), **Silic lò hồ quang** ( Arc- Furnace Silica ), **Silic nung đốt** ( Pyrogenic Silica ), **khói Silic ngưng tụ** ( Condensed Silica Fume).

***Khói silic được cho vào bê tông như một phụ gia làm thay đổi những tính chất cơ bản của bê tông. Nhờ cơ chế tác động kiểu vật lý mà khói silic không gây những phản ứng tiêu cực đến chất lượng bê tông.***

Ta thử làm phép so sánh thành phần thạch học trong xi măng Poocläng phổ thông, xỉ lò cao, và tro bay , ta thấy:

| | Ximăng Poocläng phổ thông | Xỉ | Khói silic | Tro bay |
|---|---|---|---|---|
| CaO | 54 - 66 | 30 - 46 | 0,1 - 0,6 | 2 - 7 |
| $SiO_2$ | 18 - 24 | 30 - 40 | 85 - 98 | 40 - 55 |
| $Al_2O_3$ | 2 - 7 | 10 - 20 | 0,2 - 0,6 | 20 - 30 |
| $Fe_2O_3$ | 0 - 6 | 4,0 | 0,3 - 1,0 | 5 - 10 |
| MgO | 0,1 - 4,0 | 2 - 16 | 0,3 - 3,5 | 1 - 4 |
| $SO_3$ | 1 - 4 | 3,0 | - | 0,4 - 2,0 |
| $Na_2O$ | 0,2 - 1,5 | 3,0 | 0,8 - 1,8 | 1 - 2 |
| $K_2O$ | 0,2 - 1,5 | 3,0 | 1,5 - 3,5 | 1 - 5 |

Theo bảng này chủ yếu thành phần của khói silic là oxyt silic mà oxit silic này ở dạng trơ nên không có tác động hoá làm thay đổi tính chất của xi măng mà chỉ có tác động vật lý làm cho xi măng phát huy hết tác dụng của mình.

Tiếp tục làm phép so sánh giữa xi măng, khói silic và tro bay thì:

Dung trọng ( $kg/m^3$ ) ta thấy :

| | |
|---|---|
| Xi măng : | 1200 - 1400 |
| Khói silic: | 200 - 300 |
| Tro bay: | 900 - 1000 |

Mắt mát do cháy (%) :

| | |
|---|---|
| Xi măng: | < 0,5 |
| Khói silic : | 2 - 4 |
| Tro bay: | 3 - 12 |

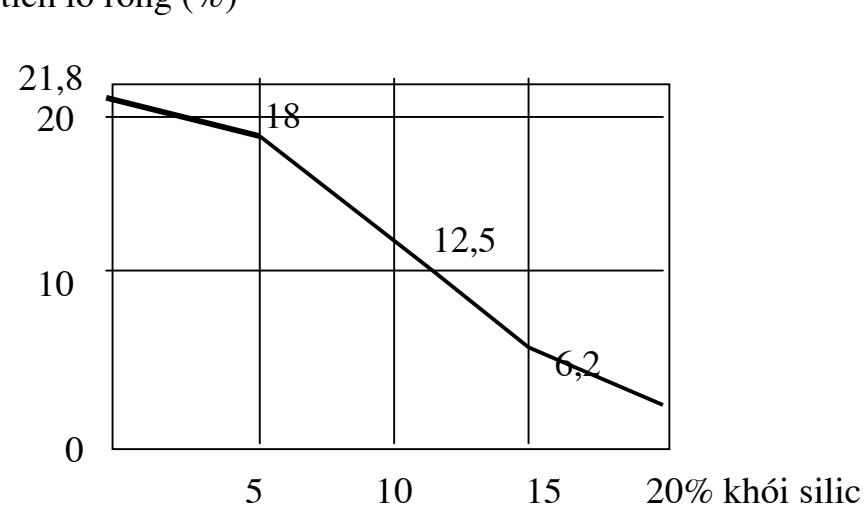
Diện tích riêng ( m2 / g ):

| | |
|---|---|
| Xi măng: | 0,2 - 0,5 |
| Khói silic: | 20 |
| Tro bay: | 0,2 - 0,6 |

Khói silic cực kỳ mịn, hạt khói silic vô định hình, kích thước xấp xỉ 0,15 Micromet ( 0, 00015 mm ).

Khi dùng khói silic cho vào bê tông quá trình thuỷ hoá tăng lên nhiều, lượng nước sử dụng giảm được nên chất lượng bê tông được cải thiện rõ ràng. Thông thường, việc sử dụng khói silic kết hợp với việc sử dụng chất giảm nước.

Nếu dùng khói silic sẽ giảm được lỗ rỗng trong bê tông. Nếu không dùng phụ gia có khói silic thường lỗ rỗng chiếm khoảng 21,8% tổng thể tích. Nếu dùng 10% khói silic so với trọng lượng xi măng sử dụng thì lỗ rỗng giảm còn 12,5%. Nếu dùng đến 20% thì lỗ rỗng chỉ còn 3,1%.



Lấy R28 của bê tông để quan sát thì:

Giả thử bê tông có phẩm cấp C50 :

Bê tông không dùng phụ gia khói silic sau 28 ngày đạt 50 MPa

Bê tông có 8% khói silic và 0,8% chất giảm nước, sau 28 ngày đạt 54 MPa

Bê tông có 16% khói silic và 1,6% chất giảm nước , sau 28 ngày đạt 100 MPa.

Mỗi MPa ( MêgaPatscan) tương đương xấp xỉ 10 KG/$cm^2$.

Điều kiện làm những thí nghiệm này là dùng xi măng PC 40.

Trước đây năm sáu năm, khi hỏi có thể chế tạo được bê tông có mác cao hơn mác xi măng không thì câu trả lời rất dè dặt. Khi đó có thể dùng phương pháp cấp phối gián đoạn để sử lý nhưng kết quả mới mang ý nghĩa trong phòng thí nghiệm.

Cũng trước đây vài năm, chúng ta sử dụng bê tông mác 300 đã là ít. Gần đây việc sử dụng bê tông mác 400,500 trong việc làm nhà cao tầng khá phổ biến. Chủ yếu sự nâng cao chất lượng bê tông là nhờ phụ gia khói silic.

Việc sử dụng bê tông có phẩm cấp cao không chỉ mang lại lợi ích về cường độ. Bê tông phẩm cấp cao sẽ chắc đặc và như thế sự bảo vệ bê tông trong những môi trường xâm thực sẽ cải thiện rõ rệt.

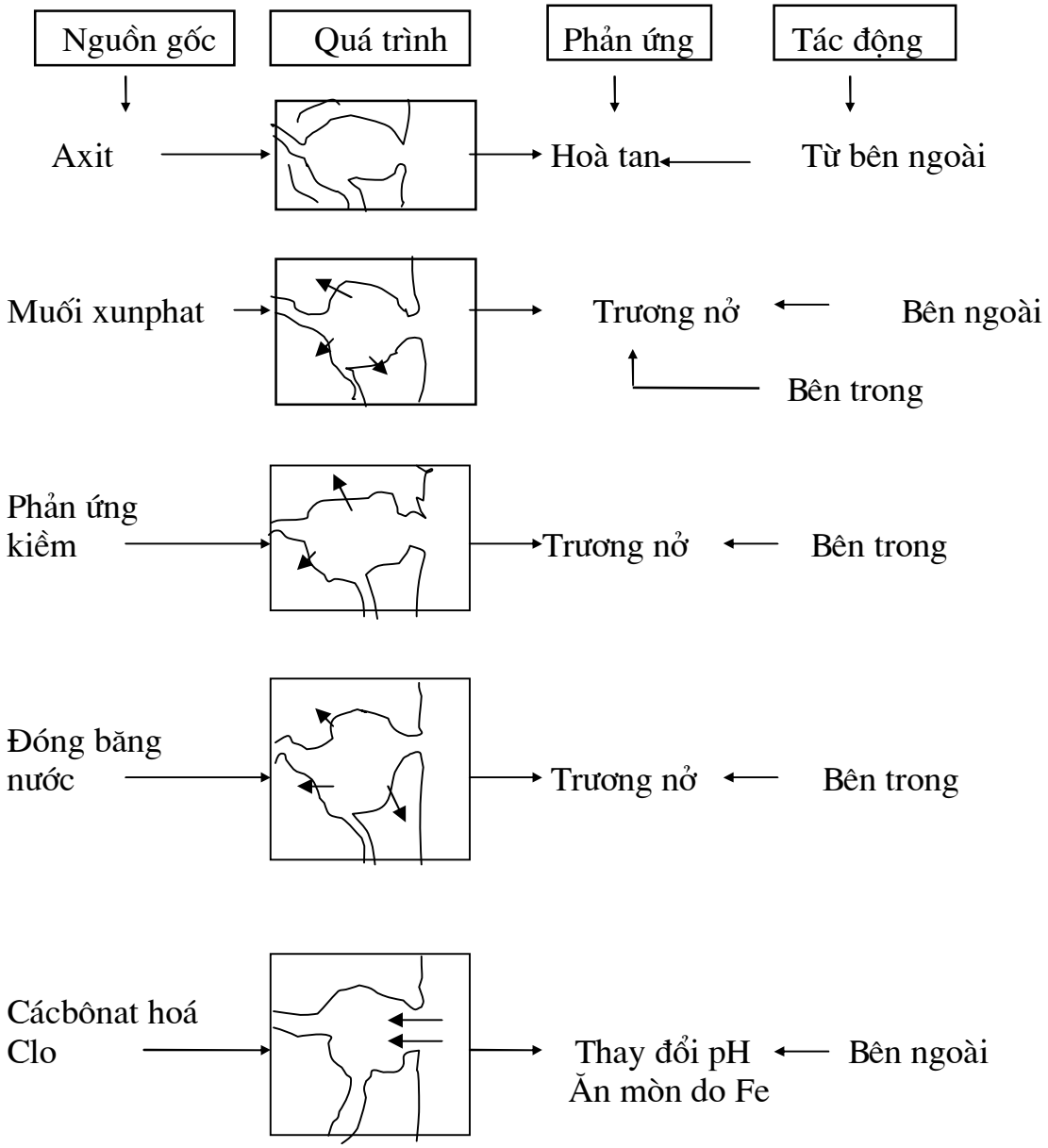
Các tác động xâm thực vào bê tông phải qua hơi nước ẩm hoặc môi trường nước. Các tác động hoá học thường xảy ra dưới hai dạng:

+ Sự hoà tan chất thành phần của bê tông do tác động của dung dịch nước ăn mòn.

+ Sự trương nở gây ra do sự kết tinh của chất thành phần mới gây ra hư hỏng kết cấu.

Để hạn chế tác động ăn mòn, phá hỏng bê tông điều rất cần thiết là ngăn không cho nước thấm qua bê tông. Biện pháp che phủ cốt thép bằng cách sử dụng thép có gia công chống các tác động hoá chất bề mặt thoả đáng bằng những vật liệu mới được trình bày trong chuyên đề khác.

- Các tác động ăn mòn bê tông khả dĩ




- Các tác động của khí quyển :
  + Cácbon dioxyt ( $CO_2$) khi lớn trên 600 mg/$m^3$
  + Sulfure dioxyt ( SO2) khi từ 0,1 - 4 mg/$m^3$
  + Nitrogen oxyt (NOx) khi từ 0,1 - 1 mg/$m^3$
- Các tác động do cácbonat hoá:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

pH ~ 13 pH ~ 7

Các tác động này phụ thuộc :

+ Độ ẩm tương đối của môi trường
+ Sự tập tụ cácbon dioxyt
+ Chất lượng của bê tông của kết cấu.

Thời gian cácbonat hoá tính theo năm theo tài liệu của Tiến sĩ Theodor A. Burge, viên chức Nghiên cứu và Phát triển của Tập đoàn SIKA, Thuỵ sỹ, thì thời gian này phụ thuộc chiều dày lớp bảo hộ của kết cấu bê tông cốt thép và tỷ lệ nước/ximăng. Kết quả nghiên cứu của Tiến sĩ Burge thì số liệu như bảng sau:

**Thời gian cácbônat hoá ( năm)**

| | Lớp bảo hộ ( mm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tỷlệ N/X | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 0,45 | 19 | 75 | 100+ | 100+ | 100+ | 100+ |
| 0,50 | 6 | 25 | 50 | 99 | 100+ | 100+ |
| 0,55 | 3 | 12 | 27 | 49 | 76 | 100+ |
| 0,60 | 1,8 | 7 | 16 | 29 | 45 | 65 |
| 0,65 | 1,5 | 6 | 13 | 23 | 36 | 52 |
| 0,70 | 1,2 | 5 | 11 | 19 | 30 | 43 |

- Tác động ăn mòn cốt thép:

Mọi vật liệu bị giảm cấp theo thời gian : gạch bị mủn, gỗ bị mục, chất dẻo bị giòn, thép bị ăn mòn, các chỗ chèn mối nối bị bong , lở, ngói rơi, chim chóc đi lại làm vỡ ngói, sơn bong và biến màu ...

Bê tông đổ và đầm tốt có thể tồn tại vài thế kỷ. Một bệnh rất phổ biến là sự ăn mòn cốt thép trong bê tông.

Điều này có thể do những tác nhân hết sức nghiệp vụ kỹ thuật. Đó là:

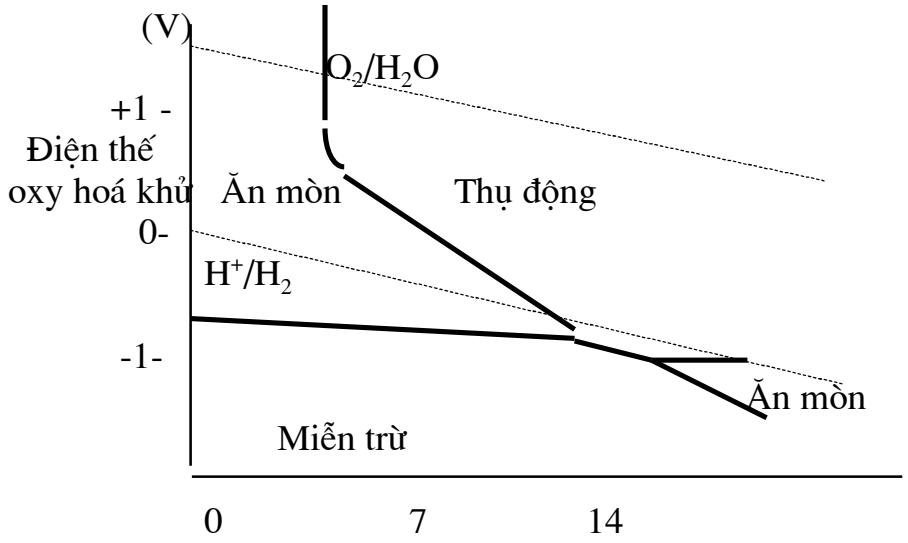
+ Không nắm vững quá trình tác động cũng như cơ chế ăn mòn của cốt thép trong bê tông.

+ Thiếu chỉ dẫn cẩn thận về các biện pháp phòng, tránh khuyết tật.

Môi trường dễ bị hiện tượng ăn mòn cốt thép là:

* Công trình ở biển và ven biển
* Công trình sản xuất sử dụng cát có hàm lượng muối đáng kể.
* Đường và mặt đường sử lý chống đóng băng dùng muối
* Nhà sản xuất có tích tụ hàm lượng axit trong không khí đủ mức cần thiết cho tác động ăn mòn như trong các phân xưởng accuy, các phòng thí nghiệm hoá .
* Nhà sản xuất có tích tụ hàm lượng chất kích hoạt $clo^-$ đủ nguy hiểm theo quan điểm môi trường ăn mòn.

Sơ đồ đơn giản về sự ăn mòn thép:




Đối với các vùng ven biển nước ta, nếu đối chiếu với tiêu chuẩn được rất nhiều nước trên thế giới áp dụng là BS 5328 Phần 1: 1991 là khu vực có điều kiện phơi lộ là môi trường ***khắc nghiệt*** và ***rất khắc nghiệt***. Các tiêu chuẩn Việt nam về bê tông chưa đề cập đến những vấn đề ăn mòn cho kết cấu bê tông cho vùng ven biển nước ta.

Theo BS 5328: Phần 1 : 1991 thì tại môi trường khắc nghiệt và rất khắc nghiệt, với các kết cấu để trên khô phải có chất lượng bê tông: tỷ lệ nước/ximăng tối đa là 0,55, hàm lượng xi măng tối thiểu là 325 kg/m3 và phẩm cấp bê tông tối thiểu là C 40. Nếu môi trường khô, ướt thường xuyên thì tỷ lệ nước/ximăng tối đa là 0,45 và lượng xi măng tối thiểu là 350 kg/m3 và phẩm cấp bê tông tối thiểu là C50.

### *2.2 Những tiêu chuẩn liên quan khi giám sát và nghiệm thu kết cấu bê tông cốt thép:*

Khi giám sát công tác bê tông cốt thép, ngoài tài liệu này nên sưu tầm các tiêu chuẩn hiện hành sau đây:

| | |
|---|---|
| TCVN 5574-91 : | Tiêu chuẩn thiết kế bê tông cốt thép |
| TCVN 2737-95 : | Tiêu chuẩn thiết kế - Tải trọng và tác động. |
| TCVN 4033-85 : | Xi măng Pooclăng puzolan. |
| TCVN 4316-86 : | Xi măng Pooclăng xỉ lò cao. |
| TCVN 2682-1992 : | Xi măng Pooclăng. |
| TCVN 1770-86 : | Cát xây dựng - Yêu cầu kỹ thuật. |
| TCVN 1771-86 : | Đá dăm,sỏi, sỏi dăm dùng trong xây dựng- Yêu cầu kỹ thuật. |
| TCVN 4506-87 : | Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật. |
| TCVN 5592-1991 : | Bê tông nặng - Yêu cầu bảo dưỡng ẩm tự nhiên. |
| TCVN 3105-1993 : | Bê tông nặng - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử. |
| TCVN 3106-1993 : | Bê tông nặng - Phương pháp thử độ sụt. |
| TCVN 3118-1993 : | Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ nén. |
| TCVN 3119-1993 : | Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ kéo khi uốn. |
| TCVN 5718-1993 : | Mái bằng và sàn bê tông cốt thép trong công trình xây dựng - Yêu cầu chống thấm nước. |
| TCVN 6258-1997 : | Thép cốt bê tông- Thép thanh vằn. |
| TCVN 6287-1997 : | Thép thanh cốt bê tông - Thử uốn và uốn lại không hoàn toàn. |
| TCXD 224 : 1998 : | Thép dùng trong bê tông cốt thép - Phương pháp thử uốn và uốn lại . |

### *2.3 Giám sát và nghiệm thu công tác côp-pha :*

*(i) Yêu cầu của công tác :*

Yêu cầu của công tác côp-pha và đà giáo là phải được thiết kế và thi công sao cho đúng vị trí của kết cấu, đúng kích thước hình học của kết cấu, đảm bảo độ cứng , độ ổn định , dễ dựng lắp và dễ tháo dỡ, đồng thời không cản trở đến các công tác lắp đặt cốt thép và đổ , đầm bê tông.

Trước khi bên nhà thầu tiến hành lắp dựng cốp-pha, kỹ sư tư vấn đảm bảo chất lượng cần yêu cầu nhà thầu trình thiết kế cốp-pha với chủng loại vật liệu sử dụng, phải đề cập biện pháp dẫn toạ độ và cao độ của kết cấu, cần có thuyết minh tính toán kiểm tra độ bền , độ ổn định của đà giáo, cốp-pha. Trong thiết kế cần vạch chi tiết trình tự dựng lắp cũng như trình tự tháo dỡ.

Với những cốp-pha sử dụng cho móng, cần kiểm tra các trường hợp tải trọng tác động khác nhau : khi chưa đổ bê tông , khi đổ bê tông.

Cốp-pha phải được ghép kín khít sao cho quá trình đổ và đầm bê tông , nước xi măng không bị chảy mất ra ngoài kết cấu và bảo vệ đượcbê tông khi mới đổ. Trước khi lắp cốt thép lên cốp-pha cần kiểm tra độ kíncủa các khe cốp-pha . Nếu còn hở chút ít , cần nhét kẽ bằng giấy ngâm nước hoặc bằng dăm gỗ cho thật kín.

Cốp-pha và đà giáo cần gia công , lắp dựng đúng vị trí trong thiết kế, hình dáng theo thiết kế , kích thước đảm bảo trong phạm vi dung sai. Kiểm tra sự đúng vị trí phải căn cứ vào hệ mốc đo đạc nằm ngoài công trình mà dẫn tới vị trí công trình. Nếu dùng biện pháp dẫn xuất từ chính công trình phải chứng minh được sự đảm bảo chính xác vị trí mà không mắc sai luỹ kế.

Khuyến khích việc sử dụng cốp-pha tiêu chuẩn hoá bằng kim loại. Khi sử dụng cốp-pha tiêu chuẩn hoá cần kiểm tra theo catalogue của nhà chế tạo.

Quá trình kiểm tra công tác côp-pha gồm các bước sau:

* Kiểm tra thiết kế cốp-pha
* Kiểm tra vật liệu làm cốp pha
* Kiểm tra gia công chi tiết các tấm cốp-pha thành phần tạo nên kết cấu
* Kiểm tra việc lắp dựng khuôn hộp cốp-pha
* Kiểm tra sự chống đỡ

Khi kiểm tra cốp-pha phái đảm bảo cho cốp-pha có đủ cường độ chịu lực , có đủ độ ổn định khi chịu lực.

*(ii) Kiểm tra thiết kế cốp-pha :*

Kiểm tra thiết kế côp-pha căn cứ vào các yêu cầu nêu trong mục (i) trên. Tải trọng tác động lên cốp pha bao gồm tải trọng thẳng đứng và tải trọng ngang.

Tải trọng thẳng đứng tác động lên côp-pha gồm tải trọng bản thân cốp-pha, đà giáo, thường khoảng 600 kg/m3 đến 490 kg/m3 gỗ, còn nếu bằng thép theo thiết kế tiêu chuẩn thì căn cứ theo catalogue của nhà sản

xuất , tải trọng do khối bê tông tươi được đổ vào trong côp-pha , khoảng 2500 kg/m3 bê tông, tải trọng do trọng lượng cốt thép tác động lên cốp pha khoảng 100 kg thép trong 1 m3 bê tông và tải trọng do người và máy móc, dụng cụ thi công tác động lên côp-pha, đà giáo, khoảng 250 daN/m2 còn nếu dùng xe cải tiến thì thêm 350 daN/m2 sàn và tải trọng do đầm rung tác động lấy bằng 200 daN/m2.

Tải trọng ngang lấy 50% tải trọng gió cho ở địa phương. Ap lực ngang do bê tông mới đổ tác động lên thành đứng côp-pha có thể tính đơn giản theo $p = \gamma H$ mà $\gamma$ là khối lượng thể tích bê tông tươi đã đầm , thường lấy bằng 2500 kg/m3. Nếu tính chính xác , phải kể đến các tác động của sự đông cứng xi măng theo thời gian và thời tiết được phản ánh qua các công thức :

$$P = \gamma ( 0,27v + 0,78 ) k_1.k_2$$

mà H là chiều cao lớp đổ (m) , v là tốc độ đổ bê tông tính theo chiều cao nâng bê tông trong kết cấu (m/h), $k_1$ là hệ số tính đến ảnh hưởng của độ linh động của bê tông , lấy từ 0,8 đến 1,2 , độ sụt càng lớn thì $k_1$ lấy lớn , $k_2$ là hệ số kể đến ảnh hưởng của nhiệt độ , lấy từ 8,85 đến 1,15 , nếu nhiệt độ ngoài trời càng cao , $k_2$ lấy càng nhỏ. Công thức này ghi rõ trong phụ lục A của TCVN 4453-95.

Tải trọng động tác động lên côp-pha phải kể đến lực xung do phương pháp đổ bê tông. Nếu đổ bê tông bằng bơm, lực xung lấy bằng 400 daN/m2 và nếu đổ bê tông bằng benne khi dùng cần cẩu đưa bê tông lên , lấy từ 200 daN/m2 đến 600 daN/m2 tuỳ benne to hay bé. Benne bé lấy lực xung nhỏ, benne to lấy lực xung lớn.

Hệ số độ tin cậy ( vượt tải) khi tính côp-pha là 1,1 với tải trọng tĩnh và 1,3 với các tải trọng động.

Cần kiểm tra độ võng của các bộ phận côp-pha.

Bề mặt cốp pha lộ ra ngoài độ võng phải nhỏ hơn 1/400 nhịp. Nếu kết cấu bị che, độ võng có thể nhỏ hơn 1/250. Độ võng đàn hồi hoặc độ lún của cây chống côp-pha phải nhỏ hơn 1/1000 nhịp.

Cần dùng máy đo đạc kiểm tra cao độ đáy kết cấu nhịp trên 4 mét để kết cấu có độ vồng thi công được đảm bảo :

Độ vồng $f = 3L / 1000$ mà L là chiều rộng của nhịp , tính bằng mét.

*(iii) Kiểm tra trong quá trình lắp cốp-pha và khi lắp xong:*

Cần kiểm tra phương pháp dẫn trục toạ độ và cao độ để xác định các đường tâm , đường trục của các kết cấu. Phần móng đã có ( bài giảng trước ), cần kiểm tra , đối chiếu bản vẽ hoàn công của kết cấu móng , rồi ướm đường tâm và trục cũng như cao độ của kết cấu , so sánh với thiết kế để biết các sai

lệch thực tế so với thiết kế và nghiên cứu ý kiến đề xuất của nhà thầu và quyết định biện pháp xử lý.

Nếu sai lệch nằm trong dung sai được phép, cần có giải pháp điều chỉnh kích thước cho phù hợp với kết cấu sắp làm. Nếu sai lệch quá dung sai được phép, phải yêu cầu bên tư vấn thiết kế cho giải pháp sử lý, điều chỉnh và ghi nhận điểm xấu cho bên nhà thầu. Nếu sai lệch không thể chấp nhận được thì quyết định cho đập phá để làm lại phần đã làm sai.

Nhà thầu không tự ý sửa chữa sai lệch về tim , đường trục kết cấu cũng như cao trình kết cấu. Mọi quyết định phải thông qua giám sát tác giả thiết kế và tư vấn đảm bảo chất lượng, phải lập hồ sơ ghi lại sai lệch và biện pháp sử lý, thông qua chủ nhiệm dự án và chủ đầu tư.

Những đường tim, đường trục và cao độ được vạch trên những chỗ tương ứng ở các bộ phận thích hợp của côp-pha để tiện theo dõi và kiểm tra khi lắp dựng toàn bộ hệ thống kết cấu cốp-pha và đà giáo.

Bảng sau đây giúp trong khâu kiểm tra cốp-pha và đà giáo:

| Yêu cầu kiểm tra | Phương pháp kiểm tra | Kết quả kiểm tra |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| **Cốp-pha đã lắp dựng** | | |
| Hình dạng và kích thước | Bằng mắt , đo bằng thước có chiều dài thích hợp | Phù hợp với kết cấu của thiết kế |
| Kết cấu côp-pha | Bằng mắt | Đủ chịu lực |
| Độ phẳng chỗ ghép nối | Bằng mắt | Độ gồ ghề ≤ 3mm |
| Độ kín khít giữa các tấm ghép | Bằng mắt | Đảm bảo kín để không chảy nước xi măng |
| Chi tiết chôn ngầm và đặt sẵn | Xác định kích thước, số lượng bằng phương pháp thích hợp | Đảm bảo kích thước và vị trí cũng như số lượng theo thiết kế |
| Chống dính côp-pha | Bằng mắt | Phủ kín mặt tiếp xúc với bê tông |
| Độ sạch trong lòng côp-pha | Bằng mắt | Sạch sẽ |
| Kích thước và cao trình đáy côp-pha | Bằng mắt, máy đo đạc và thước | Trong phạm vi dung sai |
| Độ ẩm của côp-pha gỗ | Bằng mắt | Tưới nước trước khi đổ bê tông 1/2 giờ |
| **Đà giáo đã lắp dựng** | | |
| Kết cấu đà giáo | Bằng mắt theo thiết kế đà giáo | Đảm bảo theo thiết kế |

| | | |
|---|---|---|
| Cây chống đà giáo | Lắc mạnh cây chống, kiểm tra nêm | Kê, đệm chắc chắn |
| Độ cứng và ổn định | Bằng mắt và đối chiếu với thiết kế đà giáo | Đầy đủ và có giằng chắc chắn |

Khi kiểm tra, chủ yếu là cán bộ kỹ sư của nhà thầu tiến hành cùng đội công nhân thi công nhưng cán bộ tư vấn giám sát đảm bảo chất lượng của Chủ đầu tư chứng kiến và đề ra yêu cầu cho giám sát kiểm tra công tác của công nhân hoàn thành.

Kinh nghiệm cho thấy, người công nhân thi công thường để một số chỗ chưa cố định ngay, chưa ghim đinh chắc chắn, chưa nêm , chốt chắc chắn vì lý do chờ phối hợp đồng bộ các khâu của việc lắp dựng côp-pha . Cần tinh mắt và thông qua việc lắc mạnh cây chống để phát hiện những chố công nhân chưa cố định đúng mức độ cần thiết để yêu cầu hoàn chỉnh việc cố định cho thật chắc chắn. Khi cán bộ kỹ thuật của nhà thầu kiểm tra công tác do công nhân thực hiện , cần có người công nhân đầy đủ dụng cụ như búa đinh, đinh, cưa , tràng, đục, kìm , clê mang theo , nếu cần gia cố , sửa chữa thì tiến hành ngay khi phát hiện khiếm khuyết. Không để cho khất , sửa sau rồi quên đi.

Bảng sau đây cho dung sai trong công tác lắp đặt côp-pha ( TCVN 4453-95)

**Dung sai trong công tác lắp đặt cốp-pha , đà giáo**

| Tên sai lệch | Mức cho phép, mm |
|---|---|
| 1. Khoảng cách giữa các cột chống côp-pha | |
| + Trên mỗi mét dài | ±25 |
| + Trên toàn khẩu độ | ±75 |
| 2. Sai lệch mặt phẳng côp-pha và các đường giao nhau của chúng so với chiều thẳng đứng hoặc độ nghiêng thiết kế | |
| + Trên mỗi mét dài | 5 |
| + Trên toàn bộ chiều cao kết cấu | |
| * Móng | 20 |
| * Tường và cây chống sàn toàn khối ≤ 5 mét | 10 |
| * Tường và cây chống sàn toàn khối > 5 mét | 15 |
| * Cột khung có liên kết bằng dầm | 10 |

| | |
|---|---|
| * Dầm và vòm | 5 |
| 3. Sai lệch trục | |
| * Móng | 15 |
| * Tường và cột | 8 |
| * Dầm và vòm | 10 |
| * Móng kết cấu thép | Theo chỉ định của thiết kế |
| 4. Sai lệch trục cốp-pha trượt, cốp-pha leo và cốp-pha di động so với trục công trình | 10 |

*(iv) Kiểm tra khi tháo dỡ cốp-pha:*

Tháo dỡ cốp-pha chỉ được tiến hành khi bê tông đã đủ cường độ chịu lực. Không được tạo ra các xung trong quá trình tháo dỡ côp-pha. Cốp-pha thành bên không chịu lực thẳng đứng được rỡ khi cường độ của bê tông đạt 50 daN/cm2 , nghĩa là trong điều kiện bình thường, sử dụng xi măng Pooclăng PC 30, nhiệt độ ngoài trời trên 25ºC, thì sau 48 giờ có thể dỡ côp-pha thành bên của kết cấu.

Cốp-pha chịu lực thẳng đứng của kết cấu bê tông chỉ được dỡ khi bê tông đạt cường độ % so với tuổi bê tông ở 28 ngày:

| Loại kết cấu | Cường độ bê tông đạt được so với $R_{28}$ ( % ) | Thời gian để đạt được cường độ theo TCVN 5592-1991 , ngày. |
|---|---|---|
| Bản, dầm , vòm có khẩu độ < 2 mét | 50 | 7 |
| Bản, dầm , vòm có khẩu độ bằng 2 ~ 8 mét | 70 | 10 |
| Bản, dầm , vòm có khẩu độ > 8 mét | 90 | 23 |

<u>Hết sức chú ý với các loại kết cấu hẫng như ô văng và côngxôn, sênô :</u>
<u>Những kết cấu này chỉ được tháo dỡ côp-pha khi đã có đối trọng chống lật .</u>

Điều 3.6.6 của TCVN 4453-95 ghi rõ: Đối với công trình xây dựng trong khu vực có động đất và đối với các công trình đặc biệt, trị số cường độ bê tông cần đạt để tháo dỡ cốp-pha chịu lực do thiết kế qui định.

Điều này được hiểu là thiết kế qui định không được nhỏ hơn các số trị cho ở bảng trên.

Nếu sử dụng phụ gia đông kết nhanh của bê tông , phải có ý kiến của chuyên gia mới được dỡ cốp-pha. Chuyên gia này phải chịu trách nhiệm toàn diện về chất lượng bê tông khi sử dụng phụ gia và thời gian tháo dỡ cốp-pha.

Nếu sử dụng các biện pháp vật lý để thúc đẩy sự đông cứng nhanh của xi măng như tưới bảo dưỡng bằng nước nóng phải có người đủ chuyên môn chịu trách nhiệm và phải có mẫu bê tông thí nghiệm bảo chứng kèm và được nén ép, cho kết quả tương thích mới được quyết định dỡ cốp-pha sớm.

Khi làm nhà nhiều tầng, phải lưu ý giữ cốp-pha và đà giáo 2 tầng rưỡi là tối thiểu. Nếu tốc độ thi công nhanh , phải giữ cốp-pha và đà giáo nhiều hơn , tuỳ thuộc sự tính toán cho bê tông các tầng được dỡ phải đủ sức chịu tải bên trên.

### *2.4 Giám sát thi công và nghiệm thu công tác cốt thép:*

Công tác kiểm tra cốt thép trong bê tông bao gồm các việc sau đây:

* Kiểm tra chất lượng thép vật liệu.
* Kiểm tra độ sạch của thanh thép.
* Kiểm tra sự gia công cho thanh thép đảm bảo kích thước như thiết kế.
* Kiểm tra việc tạo thành khung cốt thép của kết cấu.
* Kiểm tra sự đảm bảo cốt thép đúng vị trí trong xuốt quá trình đổ bê tông.
* Kiểm tra các lỗ chôn trong kết cấu dành cho việc luồn dây cáp hoặc các chi tiết của việc lắp đặt thiết bị sau này và các chi tiết đặt sẵn bằng thép hay vật liệu khác sẽ chôn trong bê tông về số lượng , về vị trí với độ chính xác theo tiêu chuẩn. Chỗ này lưu ý, không được cho các chi tiết bằng kim loại nhôm hay hợp kim có nhôm tiếp xúc với bê tông. Lý do là phân tử nhôm sẽ tác động vào kiềm xi măng tạo ra sự trương thể tích bê tông làm cho bê tông bị nát vụn trong nội tại kết cấu.

*(i) Kiểm tra vật liệu làm cốt thép:*

Cần nắm vững nguồn gốc cốt thép : nơi chế tạo , nhà bán hàng, tiêu chuẩn được dựa vào để sản xuất thông qua catalogue bán hàng. Với thép không rõ nguồn gốc, kỹ sư tư vấn đảm bảo chất lượng yêu cầu nhà thầu đưa vào các phòng thí nghiệm có tư cách hành nghề thí nghiệm kiểm tra các chỉ tiêu như cường độ chịu kéo, kết quả thử uốn và uốn lại không hoàn toàn , thử uốn và uốn lại.

Hiện nay rất nhiều thép trên thị trường nước ta do các hợp tác xã và tư nhân chế tạo không tuân theo tiêu chuẩn kỹ thuật nghiêm túc nên việc thử nghiệm là hết sức cần thiết.

Thép nhập cảnh nếu không có catalogue cũng phải thí nghiệm để biết những tính năng cơ lý xem có phù hợp với thiết kế hay không.

Thép dùng trong bê tông là thép chuyên dùng trong xây dựng. Nếu là thép Việt nam , theo TCVN 1651:1975, có bốn nhóm thép cán nóng là cốt tròn trơn nhóm C I, cốt có gờ nhóm C II , C III và C IV. Nếu ký hiệu theo Nga , đó là các nhóm tương đương ứng với A I , A II, A III , A IV.

Cường độ tiêu chuẩn của các nhóm thép cán nóng để đối chiếu với các loại thép cần thí nghiệm để xác định cường độ cho trong bảng:

| Nhóm cốt thép thanh | Cường độ tiêu chuẩn $R_{a.c}$ ( KG/cm2) |
|---|---|
| C I | 2.200 |
| C II | 3.000 |
| C III | 4.000 |
| C IV | 6.000 |
| Dây thép cácbon thấp kéo nguội | 5.200 |

Thử kéo cốt thép theo tiêu chuẩn TCVN 197:1985 .

Để đảm bảo khả năng chịu biến dạng dẻo của cốt thép , cần thí nghiệm uốn cốt thép. Thí nghiệm uốn cốt thép theo TCVN 198:1985.

Với những công trình quan trọng, khi cần thiết cần xác định thành phần của thép để suy ra các tính năng cơ học của thép. Khi đó, người kỹ sư tư vấn đảm bảo chất lượng công trình yêu cầu người cung cấp thép để sử dụng trong công trình phải cho biết hàm lượng các thành phần sau đây chứa trong thép: hàm lượng cácbon, mănggan, phốtpho, silic, sunfur, titan, vanadium. Biết được hàm lượng dựa vào tiêu chí của hợp kim để biết tính chất cơ lý của thép.

Với các công trình khung bê tông cốt thép, việc lựa chọn cốt thép thường chọn thép tròn cán nóng nhóm C II , có số hiệu CT 5 làm thép chịu lực.

Loại thép này , trước đây gọi là thép gai , nay gọi là thép gờ hoặc thép thanh vằn. Mặt ngoài thanh thép có dập nổi những gờ làm tăng độ bám dính giữa bê tông và thép. Trước đây thép gờ làm theo tiêu chuẩn của Liên xô (cũ), loại CT5, gờ đổ cùng chiều để phân biệt với loại 25 ГС thuộc nhóm C III, có gờ chụm đầu nhau làm gờ thành hình xương cá . Bây giờ, các cơ sở sản xuất thép không tuân theo tiêu chuẩn nào ở trong nước ta bắt chước thép của nước ngoài , khi gia công chế tạo thép thường làm mọi loại thép gờ đều có bề ngoài hình xương cá nên việc yêu cầu thử nghiệm thép càng cần thiết.

Khi cần kiểm tra để biết bố trí cốt thép có đúng đường kính danh nghĩa không , ta xem bảng sau:

| Đường kính danh nghĩa (mm) | Diện tích mặt cắt ngang dang nghĩa ($mm^2$) | Khối lượng theo chiều dài | |
|---|---|---|---|
| | | Yêu cầu kg/m | Dung sai % |
| 6 | 28,3 | 0,222 | ±8 |
| 8 | 50,3 | 0,395 | ±8 |
| 10 | 78,3 | 0,617 | ±5 |
| 12 | 113 | 0,888 | ±5 |
| 16 | 201 | 1,58 | ±5 |
| 20 | 314 | 2,47 | ±5 |
| 25 | 491 | 3,85 | ±4 |
| 32 | 804 | 6,31 | ±4 |
| 40 | 1256 | 9,86 | ±4 |

Cột đầu cho ta kích thước danh nghĩa, điều này có thể hgiểu là khi chọn tiết diện trong tính toán , thép được chọn theo diện tích chịu lực ở cột 2 và được coi đường kính thanh tương ứng với cột 1. Nhưng do bề ngoài đường kính có gờ nên đường kính thanh này chỉ là danh nghĩa, không thể đo chỗ lõm rồi cộng với đo chỗ lồi của gờ mà chia bình quân. Cách làm tốt là chặt 1 hay 2 mét rồi cân, theo bảng này ta suy được đường kính danh nghĩa.

Thép vằn hay thép có gờ có 5 nhãn mác là RB 300, RB 400, RB 500 và RB 400W và RB 500W.

Loại RB 300 , RB 400 , RB 500 khó hàn. Các loại RB 400W và RB 500 W có thể hàn bằng phương pháp thông thường.

Các chỉ tiêu cơ học của thép vằn như trong bảng :

| Mác thép | Giới hạn chảy trên $R_{eH}$ $N/mm^2$ | Giới hạn bền kéo $R_m$ , $N/mm^2$ | Độ dãn dài $A_{5,65}$ % |
|---|---|---|---|
| RB 300 | 300 | 330 | 16 |
| RB 400<br>RB 400W | 400 | 440 | 14 |
| RB 500<br>RB 500W | 500 | 550 | 14 |

Nếu phải thử thành phần hoá học của thép thì những thành phần các chất trong thép phải tương ứng với:

| Mác thép | C | Si | Mn | P | S | N | $C_{dl}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RB 300<br>RB 400<br>RB 500 | - | - | - | 0,060<br>(0,070) | 0,060<br>(0,070) | - | - |
| RB 400W<br>RB 500W | 0,22<br>(0,24) | 0,60<br>(0,65) | 1,60<br>(1,70) | 0,050<br>(0,055) | 0,050<br>(0,055) | 0,012<br>(0,013) | 0,50<br>(0,52) |

*(ii) Kiểm tra độ sạch của cốt thép:*

Với thép sợi Φ6, Φ8, Φ10 thấm than để bảo vệ chống gỉ, khi sử dụng vào kết cấu cần tời để cho rụng lớp than.

Cần chú ý sự bẩn do dầu, mỡ làm bẩn thép, phải lau sạch. Những thanh thép được bôi dầu hay mỡ chống gỉ , khi sử dụng vào kết cấu phải lau sạch. Thép gỉ phải chuốt , đánh gỉ cho sạch. Những chố bám bùn, bẩn phải lau cọ sạch.

Thép cong, uốn gấp, phải duỗi thẳng. Thanh thép bị dập, móp quá 2% đường kính phải loại bỏ, không đưa vào kết cấu.

*(iii) Gia công theo kích thước thiết kế của thanh:*

Cần kiểm tra để thấy thép chỉ được cắt uốn theo phương pháp cơ học. Rất hạn chế dùng nhiệt để uốn và cắt thép. Nhiệt độ sẽ làm biến đổi tính chất của thép.

Hiện nay nhiều bản vẽ được trình bày theo các nhà kỹ thuật phương Tây nên không triển khai cốt thép trong bản vẽ như trước đây nên kỹ sư của nhà thầu phải triển khai cốt thép theo thực tế và thông qua tư vấn đảm bảo chất lượng, trình chủ nhiệm dự án duyệt trước khi thi công.

Khi cắt và uốn cốt thép theo lô thì cứ 100 thanh thép đã gia công sẽ lấy năm thanh bất kỳ để kiểm tra. Trị số sai lệch không được vượt quá số liệu cho trong bảng dưới đây:

| Các sai lệch | Mức cho phép ( mm) |
|---|---|
| 1. Sai lệch về kích thước theo chiều dài của cốt thép chịu lực:<br>a) Mỗi mét dài<br>b) Toàn bộ chiều dài<br><br>2. Sai lệch về vị trí điểm uốn | <br><br>±5<br>±20<br><br>±20 |

| | |
|---|---|
| 3. Sai lệch về chiều dài cốt thép trong kết cấu bê tông khối lớn:<br>a) Khi chiều dài nhỏ hơn 10 mét<br>b) Khi chiều dài lớn hơn 10 mét<br><br>4. Sai lệch về góc uốn của cốt thép<br><br>5. Sai lệch về kích thước móc uốn | <br><br>+d<br>+(d+0,2a)<br><br>3$^o$<br><br>+a |

trong đó : d - đường kính cốt thép
a - chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép.

Việc hàn cốt thép bằng hồ quang dùng trong các trường hợp:
* Nối dài các thanh thép cán nóng có đường kính lớn hơn 8 mm;
* Hàn các chi tiết đặt sẵn, các bộ phận cấu tạo và liên kết các mối nối trong cốt thép.

Hàn làm tăng nhiệt độ thanh thép lên quá lớn , làm thay đổi tính chất cơ lý của thép nên bên thiết kế phải quyết định chỗ nào được hàn, không nên lạm dụng công tác hàn. Hàn chỉ được tiến hành với vật liệu thép mà quá trình tăng nhiệt không hay ít làm ảnh hưởng đến chất lượng vật liệu hàn.

Mối hàn phải đảm bảo chất lượng về độ đầy của đường hàn, độ dài đường hàn, chiều cao đường hàn. Cần chú ý phải hàn đối xứng đảm bảo cho thép thanh không bị biến dạng do chênh nhiệt.

Kiểm tra chất lượng đường hàn tiến hành như sau:
* Lấy trong 100 mối hàn lấy ra một cách bất kỳ 5 mẫu để kiểm tra kích thước, cũng lấy trong 100 mối hàn ấy 3 mẫu để kiểm tra thử kéo và 3 mẫu kiểm tra thử uốn.
* Sai lệch không được vượt quá số liệu cho trong bảng:

| Tên sai lệch | Mức cho phép |
|---|---|
| 1. Sai số về kích thước chung của các khung hàn phẳng và các lưới hàn cũng như theo độ dài của các thanh riêng lẻ:<br><br>a) Khi đường kính thanh thép không quá 16mm:<br><br>* Theo độ dài của sản phẩm.<br>* Theo chiều rộng hoặc chiều cao của sản phẩm.<br>* Kích thước của sản phẩm theo chiều rộng hoặc | <br><br><br><br><br>±10 mm<br>±5 mm |

| | |
|---|---|
| theo chiều cao không lớn hơn 1 mét.<br><br>b) Khi đường kính thanh cốt thép 18 mm~ 40 mm:<br><br>* Theo độ dài của sản phẩm.<br>* Theo chiều rộng hoặc chiều cao của sản phẩm.<br>* Kích thước của sản phẩm theo chiều rộng hoặc theo chiều cao không lớn hơn 1 mét.<br><br>c) Khi đường kính thanh cốt thép từ 40 mm trở lên<br>* Theo độ dài của sản phẩm.<br>* Theo chiều cao của sản phẩm<br><br>2. Sai số về khoảng cách giữa các thanh ngang ( thanh nối) của các khung hàn, sai số về kích thước của ô lưới hàn và về khoảng cách giữa các bộ phận của khung không giằng | ±3 mm<br><br><br><br>±10 mm<br>±10 mm<br><br>±5 mm<br><br><br><br>±50 mm<br>±20 mm<br><br><br><br><br>±10 mm |
| Tên sai lệch | Mức cho phép |
| 3. Sai số về khoảng cách giữa các thanh chịu lực riêng biệt của khung phẳng hoặc khung không gian với đường kính của thanh là:<br><br>* Nhỏ hơn 40 mm<br>* Bằng và lớn hơn 40 mm<br><br>4. Sai số theo mặt phẳng của các lưới hàn hoặc các khung hàn phẳng khi đường kính các thanh:<br><br>* Nhỏ hơn 12 mm<br>* Từ 12 ~ 24 mm<br>* Từ 24 mm ~ 50 mm<br>* Trên 50 mm<br><br>5. Sai lệch về vị trí chỗ uốn của thanh<br><br>6. Sai lệch tim các khung cốt thép ( đo theo tim xà) | <br><br><br>±0,5 d<br>±1 d<br><br><br><br><br>10 mm<br>15 mm<br>20 mm<br>25 mm<br><br>2 d<br><br>15 mm |

| | |
|---|---|
| 7. Sai lệch độ võng các khung cốt thép chịu lực so với thiết kế | 5% |

d là đường kính thanh thép.

Với các đường hàn cũng cần kiểm tra cẩn thận, việc kiểm tra đường hàn phải đạt các sai lệch không được vượt quá số liệu cho trong bảng sau đây:

| Tên và hiện tượng sai lệch | Mức cho phép |
|---|---|
| 1. Xê dịch của đường nối tâm của hai thanh nẹp tròn đối với trục thanh được nối khi có thanh nẹp và đường hàn về một bên | 0,1 d về bên của mối hàn |
| 2. Sai lệch về chiều dài của các thanh đệm và thanh nẹp | ±0,5 d |
| 3. Xê dịch thanh nẹp so với trục của mối hàn có khuôn | 0,1 d |
| 4. Xê dịch thanh nẹp so với trục của mối hàn theo hướng dọc ( trừ các mối hàn có thanh nẹp đặt lệch) | 0,5 d |
| 5. Độ lệch của trục các thanh ở mối hàn | $3^o$ |
| 6. Xê dịch tim của các thanh ở mối nối | |
| a) Khi hàn có khuôn | 0,1 d |
| b) Khi hàn có các thanh nẹp tròn | 0,1 d |
| c) Khi hàn đối đầu | 0,1 d |
| 7. Sai số về chiều dài của các mối hàn cạnh | 0,5 d |
| 8. Sai số về chiều rộng của các mối hàn cạnh | 0,15 d |
| 9. Chiều rộng chân mối hàn không bám vào thép góc khi hàn bằng phương pháp hàn nhiều lớp hoặc khi hàn các thanh đường kính nhỏ hơn 40 mm | 0,1 d |

| | |
|---|---|
| 10. Chiều sâu vết lõm cho tia hồ quang ở thép tấm và thép hình khi hàn với thép tròn hoặc thép vằn | 2,5 mm |
| 11. Số lượng rỗng bọt và xỉ ngậm vào trong mối hàn: | |
| * Trên bề mặt mối hàn trong dải khoảng 2d | 3 chỗ |
| * Trong tiết diện mối hàn | |
| Khi d nhỏ hơn hoặc bằng 16 mm | 2 chỗ |
| Khi d lớn hơn 16 mm | 3 chỗ |
| 12. Đường kính trung bình lỗ rỗng và xỉ ngậm vào mối hàn: | |
| * Trên mặt mối hàn | 1,5 mm |
| * Trong tiết diện mối hàn | |
| Khi d nhỏ hơn 16 mm | 1,0 mm |
| Khi d lớn trên 16 mm | 1,5 mm |

d là đường kính thanh thép.

*(iv) Kiểm tra sự tạo thành khung cốt thép của kết cấu:*

Việc tạo thành khung của kết cấu gồm các việc buộc cốt thép thành khung và lắp dựng đưa khung đúng vào vị trí đã có côp-pha hoặc để bọc cốp-pha cho khung cốt thép này.

Việc nối buộc các thanh thép chồng lên nhau đối với các loại cốt thép do thiết kế qui định. Không nối tại những nơi mà kết cấu chịu lực lớn và chỗ kết cấu uốn cong. Trong một tiết diện kết cấu , không nối quá 25% diện tích tổng cộng của cốt thép chịu lực với thép tròn trơn và không quá 50% với thép vằn.

Tiêu chuẩn TCVN 4453-1995 qui định đoạn buộc chồng không nhỏ hơn 250 mm cho vùng chịu kéo và 200 mm cho vùng chịu nén.

Tuy vậy vì người thi công không phải là người thiết kế kết cấu nên qui định vùng nén hay vùng kéo có thể dẫn đến nhầm lẫn mà nên qui định rộng rãi hơn về đoạn chồng này. Các yêu cầu của nhiều nước ngoài hay qui định đoạn chồng này là 45 d.

Với thép tròn trơn, đầu thanh nối chập phải uốn móc. Thép thanh vằn không cần uốn móc.

Dây thép buộc là dây thép mềm có đường kính 1 mm. Một đoạn chập phải được buộc ít nhất 3 mối, một mối giữa và hai mối ở hai đầu chập.

Cần kiểm tra các chi tiết chôn sẵn trong bê tông và các vật cần chôn trong bê tông. Những vật này cần cố định vào khung cốt thép hay vào cốp-pha phải thực hiện trong quá trình tạo thành khung cốt thép của kết cấu này. Cần kiểm tra về vị trí và số lượng cho chính xác.

Khi có chừa lỗ xuyên qua kết cấu bê tông như sàn , dầm , cột hoặc khi kết cấu uốn, gấp khúc hay thay đổi hướng cần bố trí những thanh thép cấu tạo chống ứng suất cục bộ. Điều này phải được thể hiện qua bản vẽ của bên thiết kế lập. Nếu vì lý do gì mà bên thiết kế chưa thể hiện , kỹ sư của nhà thầu cần lập thành bản vẽ bổ sung và thông qua kỹ sư tư vấn đảm bảo chất lượng để trình chủ nhiệm dự án duyệt cho thi công. Đây là điều hết sức quan trọng nhưng bên thiết kế ít kinh nghiệm thường không chú ý. Muốn công trình không xuất hiện những vết nứt nhỏ ở các góc lỗ trống mà thường xuất hiện ứng suất cục bộ phức tạp, cần bố trí đầy đủ những thanh thép cấu tạo loại này. Cần có sự chú ý thoả đáng khi kiểm tra đến những thép đai ở những đoạn của kết cấu dầm và cột cần thép đai dày do phải chịu lực tập trung , lực cắt lớn, cần treo kết cấu khác.

Cần chú ý đến các cốt đai ở vùng kết cấu chịu xoắn. Phải uốn móc đúng qui định cho đai chịu xoắn.

Sau khi lắp thành khung cốt thép để đưa vào côp-pha, cần treo và kê những miếng kê bằng bê tông cốt thép hay bằng các vật kê được chế tạo chuyên dùng để kê bằng thép hoặc thép bọc nhựa để đảm bảo chiều dày lớn bảo vệ. Mật độ của tấm kê hoặc vật kê phải sao cho khi có xê dịch, chiều dày lớp bê tông bảo vệ được đổ sau này cũng không bị mỏng đi.

Việc kiểm tra khung cốt thép lắp dựng trước khi đóng trong hộp cốp-pha hoặc trước khi đổ bê tông phải lập thành biên bản nghiệm thu công trình kín sẽ được lấp phủ. Không thể làm công việc này một cách qua loa. Phải hết sức cẩn thận kiểm tra công đoạn này và lập hồ sơ đúng qui định.

Số liệu khi kiểm tra phải nhỏ hơn số liệu cung cấp trong bảng sau đây.

| Tên sai lệch | Mức cho phép, mm |
|---|---|
| 1. Sai số khoảng cách giữa các thanh chịu lực đặt riêng biệt | |
| a) Với kết cấu khối lớn | ±30 mm |
| b) Với cột, dầm và vòm | ±10 mm |
| c) Với bản , tường , móng dưới khung | ±20 mm |
| 2. Sai số khoảng cách giữa các hàng cốt thép khi bố trí nhiều hàng theo chiều cao: | |
| a) Các kết cấu có chiều dài hơn 1 mét và móng đặt | ±20 mm |

| | |
|---|---|
| dưới các kết cấu và thiết bị kỹ thuật<br>b) Dầm khung và bản có chiều dày lớn hơn 100 mm<br>c) Bản có chiều dày đến 100 mm và chiều dày lớp bảo vệ 10 mm. | <br>±5 mm<br>±3 mm |
| 3. Sai số về khoảng cách giữa các cốt thép đai của dầm, cột, khung , và dàn cốt thép | ±10 mm |
| 4. Sai lệch cục bộ về chiều dày lớp bảo vệ<br>a) Các kết cấu khối lớn<br>b) Móng nằm dưới các kết cấu và thiết bị kỹ thuật<br>c) Cột , dầm và vòm<br>d) Tường và bản chiều dày trên 100 mm<br>e) Tường và bản chiều dày đến 100 mm với chiều dày lớp bảo vệ là 10 mm. | <br>±20 mm<br>±10 mm<br>±5 mm<br>±5 mm<br>±3 mm |
| 5. Sai lệch về khoảng cách giữa các thanh phân bố trong một hàng:<br>a) Đối với bản , tường và móng dưới kết cấu khung<br>b) Đối với những kết cấu khối lớn. | <br>±25 mm<br>±40 mm |
| 6. Sai lệch về vị trí các cốt thép đai so với chiều đứng hoặc chiều ngang ( không kể trường hợp khi cốt đai bị đặt nghiêng so với thiết kế) | ±10 mm |
| 7. Sai lệch vị trí tim của các thanh đặt ở đầu các khung hàn nối tại hiện trường với các khung khác khi đường kính của thanh:<br>* Nhỏ hơn 40 mm<br>* Lớn hơn hoặc bằng 40 mm. | <br>±5 mm<br>±10 mm |
| 8. Sai lệch vị trí mối hàn của các thanh theo chiều dài của cấu kiện<br>a) Các khung và kết cấu tường móng<br>b) Các kết cấu khối lớn | <br>±25 mm<br>±50 mm |
| 9. Sai lệch của vị trí các bộ phận cốt thép trong kết cấu khối lớn ( khung, khối , dàn ) so với thiết kế:<br>a) Trong mặt bằng | <br>±50 mm |

| | |
|---|---|
| b) Theo chiều cao | ±30 mm |

*(v) Kiểm tra cốt thép đảm bảo đúng vị trí trong xuốt quá trình thi công:*

Trong quá trình thi công có nhiều tác động làm xê dịch vị trí cốt thép đã được nghiệm thu trước khi đổ bê tông như đi lại trên cốt thép, dẫm bẹp cốt thép vai bò ở các gối tựa, sự đầm bê tông khi tỳ chày đầm vào cốt thép, sự va đập cơ học làm móp các khung cốt thép, vỡ các miếng kê, lệch các miếng kê.

Sự thường trực của công nhân đảm bảo sửa những lỗi này là bắt buộc. Không có thợ sắt trực khi đổ bê tông sẽ dẫn đến những sai hỏng đáng trách mà thiếu vắng người nắn chỉnh. Thiếu công nhân trực cốp-pha và công nhân trực sửa cốt thép thì chưa nên tiến hành đổ bê tông.

Kết cấu bê tông cốt thép là kết cấu chịu lực quan trọng đảm bảo chức năng công trình và sự bền vững của kết cấu nên sự chứng kiến của kỹ sư tư vấn đảm bảo chất lượng công trình với các việc làm của bên nhà thầu là hết sức cần thiết.

Công tác kiểm tra có thể tham khảo bảng sau đây:

| Công tác cần kiểm tra | Phương pháp kiểm tra | Yêu cầu của kiểm tra | Tần suất kiểm tra |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Vật liệu cốt thép | Theo phiếu giao hàng, chứng chỉ, catalogue,quan sát bằng mắt. | Có catalogue, có chứng chỉ và hàng giao đúng catalogue. | Mỗi lần nhận hàng |
| | Đo kiểm lại đường kính cốt thép hoặc cân để định ra đường kính danh nghĩa của cốt vằn | Đồng đều về kích thước tiết diện, đúng đường kính yêu cầu | Mỗi lần nhận hàng |
| | Thử mẫu theo TCVN 197-85 , TCVN 198- 85 | Đảm bảo theo yêu cầu thiết kế | Trước khi gia công |
| Quan sát bên ngoài thanh thép | Bằng mắt thường | Bề mặt sạch, không bị móp, bẹp | Trước khi gia công |
| Quan sát việc cắt, uốn cốt thép | Bằng mắt thường | Đảm bảo qui trình kỹ thuật | Khi gia công |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Thanh thép đã uốn | Đo bằng thước | Sai lệch phải nhỏ hơn số liệu đã qui định | Cứ 100 thanh lấy 5 thanh để kiểm tra |
| Công tác hàn cốt thép | Thiết bị hàn | Đảm bảo các thông số | Trước khi hàn và định kỳ 3 tháng 1 lần |
| | Bậc thợ hàn đáp ứng<br>Hàn mẫu thử | Bậc thợ đúng qui định | Trước khi tiến hành hàn |
| | Bằng mắt thường và thước đo | Mối hàn đáp ứng số liệu yêu cầu | Khi hàn xong và nghiệm thu |
| | Thí nghiệm mẫu | Đảm bảo các chỉ tiêu<br>Nếu có mẫu không đạt phải kiểm tra lại với số mẫu gấp đôi | Cứ 100 mối hàn lấy 3 mẫu để kiểm tra cường độ |
| | Kiểm tra siêu âm TCVN 1548-85 | Phải đảm bảo chất lượng | Khi cóp nghi ngờ hoặc khi cần thiết |
| Thép chờ và chi tiết đặt sẵn | Xác định vị trí, kích thước và số lượng bằng biện pháp thích hợp | Đạt các yêu cầu trong thiết kế | Trước khi đổ bê tông |
| Nối buộc cốt thép | Quan sát bằng mắt thường, đo bằng thước | Đảm bảo đoạn chồng nối | Trong và sau khi tạo khung cốt thép |
| Lắp dựng cốt thép | Quan sát bằng mắt thường. Đo bằng thước | Lắp dựng đúng kỹ thuật.<br>Chủng loại, vị trí và kích thước đúng thiết kế<br>Sai lệch trong phạm vi qui định | Quá trình tổ hợp cốt thép của kết cấu và khi nghiệm thu |
| Con kê, vật kê | Bằng mắt, đo bằng thước | Đảm bảo đúng qui định | Quá trình tổ hợp cốt thép |
| Chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép | Kiểm tra điện từ theo TCXD 240-2000 (*) | Theo đúng qui định cho từng loại kết cấu | Quá trình lắp dựng và nghiệm thu |
| Thay đổi cốt thép | Theo tính toán | Khi gặp khó khăn cần thay | Trước khi gia công cốt thép |

Chú thích: (*)

Một số loại máy đo từ để kiểm tra chiều dày lớp bảo vệ bê tông và tính năng:

**+ Máy IZC-3 ; IZC-10H**
Nước sản xuất : CHLB Nga , nguồn 9 Volts , nặng 4,5 Kg, chỉ thị đồng hồ , đo được từ 0 ~ 50 mm và đường kính thanh thép từ 6 mm đến 16 mm.

**+ Máy PROFORMETER 4**
Nước sản xuất : Thuỵ sĩ , nguồn 9 Volts , nặng 2 Kg, màn hình tinh thể lỏng, hiển thị số , đo được từ 0 ~ 300 mm và đường kính thanh thép từ 2 mm đến 45 mm.

**+ Máy PROFORMETER E0490**
Nước sản xuất : Pháp , nguồn DC & AC , nặng 4 Kg, chỉ thị màn hình hiển thị số, đo được từ 0 ~ 200 mm và đường kính thanh thép từ 4 mm đến 40 mm.

## *2.5 Kiểm tra quá trình thi công bê tông:*

### *2.5.1 Kiểm tra chất lượng hỗn hợp bê tông:*

Một khâu kiểm tra hết sức quan trọng với công tác bê tông là kiểm tra vật liệu bê tông. Khâu này đã có chuyên đề riêng.

Lâu nay chúng ta chỉ có yêu cầu hỗn hợp bê tông về cường độ cuối cùng. Nếu chỉ yêu cầu như vậy chưa đủ vì còn nhiều đặc trưng khác được sử dụng trong quá trình thi công chưa được kể đến đầy đủ.

Khi lựa chọn hỗn hợp bê tông sử dụng cho công trình có 4 phương án lựa chọn như sau:

*(i) Hỗn hợp theo thiết kế:*

Hỗn hợp được qui định bằng việc đảm bảo các yêu cầu về dạng phẩm cấp cường độ, các yêu cầu đặc biệt của vật liệu, hàm lượng xi măng tối đa và tối thiểu, tỷ lệ nước/ximăng tự do tối thiểu và một số yêu cầu khác.

Sự thí nghiệm về cường độ giúp thiết kế thành phần hỗn hợp bê tông.

*(ii) Hỗn hợp theo đơn đặt hàng:*

Hỗn hợp đã được qui định vật liệu thành phần và các tính chất của vật liệu thành phần này để sản xuất được bê tông đáp ứng yêu cầu. Sự định liệu trước tỷ lệ hỗn hợp tạo thành một phần thiết yếu của các yêu cầu phải đáp ứng. Thí nghiệm cường độ không dùng để liệu định sự đáp ứng các yêu cầu.

*(iii) Hỗn hợp tiêu chuẩn:*

Hỗn hợp được chọn trong bảng tính sẵn của Tiêu chuẩn Nhà nước. Thí nghiệm về cường độ không dùng để định liệu sự đáp ứng yêu cầu.

*(iv) Hỗn hợp chỉ định:*

Người mua bê tông phải chỉ định loại kết cấu sử dụng bê tông như là bê tông khối lớn, bê tông có hay không coa cốt thép, bê tông sử dụng cho kết cấu ứng lực trước, ...

Người chỉ định phải nêu rõ kích cỡ vật liệu theo danh định.

Người mua phải qui định tính công tác của bê tông, phuiương pháp thi công và phương pháp hoàn thiện mặt bê tông.

Khi chuẩn bị để chế tạo bê tông, người chế tạo bê tông cần được biết các thông số mà kỹ sư tư vấn đảm bảo chất lượng phải yêu cầu:

* Cường độ nén mẫu theo yêu cầu.
* Độ sụt bê tông thuận lợi cho công tác.
* Thời gian bắt đầu đóng rắn và thời gian kết thúc ninh kết.
* Các yêu cầu về chống xâm thực của môi trường.
* Các yêu cầu về cốt liệu về thành phần thạch học, thành phần hoá chất, hàm lượng clo, kiềm ...
* Các yêu cầu về xi măng như : chủng loại , Mác, phụ gia, thời hạn cất giữ, hàm lượng tối đa và tối thiểu, màu sắc.
* Các yêu cầu về nước và tỷ lệ nước/ximăng tối đa.
* Các yêu cầu về phụ gia kích hoạt hoặc giảm hoạt.
* Các yêu cầu khác như hạ nhiệt , co ngót, chống thấm, . . .
* Các yêu cầu về thí nghiệm vật liệu, chứng chỉ của vật liệu sử dụng .

Khi cần thiết phải làm thí nghiệm trước để quyết định thành phần hỗn hợp bê tông.

Trong vùng Lai Châu và Sơn La , nên sử dụng bê tông cho các kết cấu có số hiệu C 25 trở lên sẽ thích hợp cho sự chịu các lực chấn động do động đất.

Nên sử dụng các họ phụ gia khói silic để tăng cường độ bê tông , tăng tính dẻo và giảm lượng nước trong bê tông.

Chế trộn xong bê tông hay bê tông thương phẩm về đến công trường người kỹ sư tư vấn đảm bảo chất lượng cần phải:

Quan sát bằng mắt xem màu sắc, độ quánh của bê tông, sơ bộ nhận định về cốt liệu.

Yêu cầu nơi cung cấp bê tông thử độ sụt trước khi bê tông được đưa đến nơi sử dụng.

Đúc mẫu để kiểm định chất lượng. Cứ 50 m3 bê tông phải lấy một tổ mẫu thử. Ghi nhãn để gắn vào mẫu vừa đúc. Nhãn cần ghi ngày , giờ cung cấp bê tông, kết cấu cần sử dụng bê tông đã lấy mẫu này, nơi cung cấp, mã cung cấp.

*2.5.2 Kiểm tra quá trình vận chuyển bê tông:*

Khâu này phải kiểm tra các yếu tố sau đây:

* Phương tiện vận chuyển : Phương tiện vận chuyển phải kín , không làm chảy nước xi măng. Phương tiện vận chuyển nên có bánh hơi để giảm chấn động rung khi di chuyển.

* Đường vận chuyển : Không xa quá 200m nếu vận chuyển thủ công và đường đủ nhẵn và cứng để không gây rung, xóc. Nếu không có đường nhựa phải lót mặt đường bằng ván gỗ hay thép.

* Nếu sử dụng bơm phải theo các tính năng của máy bơm, trong đó lưu ý : độ sụt của bê tông đủ để bơm vận hành tốt, đường kính tối đa của cốt liệu lớn phải nhỏ hơn 1/3 đường kính chỗ nhỏ nhất của ống dẫn bê tông, độ nhớt của hỗn hợp để bê tông chuyển dịch trong ống tốt.

Vận hành máy bơm phải theo catalogue của máy bơm. Khi cần nghỉ bơm quá 10 phút , phải bơm theo chu kỳ khoảng 10 phút một lần bơm chút ít để chống đóng kết bê tông trong ống bơm.

Về lý thuyết có thể chuyển bê tông bằng băng chuyền nhưng thực tế, băng chuyền khó chuyển cự ly xa và nước xi măng bị bám dính vào tấm băng nhiều nên hạn chế sử dụng. Nếu sử dụng băng chuyền phải kiểm tra để

hạn chế góc dốc của băng chuyền khi chuyển lên không được quá 15$^{o}$ và khi xuống không quá 10$^{o}$.

Quá trình vận chuyển bê tông không được làm cho bê tông bị phân tầng. Nếu trên mặt bê tông thấy nước xi măng nổi lên tức là bê tông bị phân tầng, phải trộn lại trước khi đổ bê tông vào kết cấu.

*2.5.3 Kiểm tra quá trình đổ và đầm bê tông :*

Quá trình đổ bê tông và đầm bê tông hết sức quyết định chất lượng của bê tông nên kỹ sư tư vấn đảm bảo chất lượng cần có mặt thường trực để chứng kiến công việc của bên nhà thầu.

Chiều cao rơi tự do của bê tông không được quá 1,5 mét để tránh hiện tượng phân tầng. Nếu chiều cao rơi tự do quá 1,50 mét phải cho bê tông trượt qua máng nghiêng hay ống bạt, ống vòi voi.

Khi đổ bê tông phải có người trực đề phòng bất trắc, rủi ro.

Khi dùng các phương tiện gây ứng suất cục bộ lớn lên cốp-pha hay tạo xung lực mạnh, bên nhà thầu phải kiểm tra tính toán và kỹ sư tư vấn đảm bảo chất lượng cần kiểm tra rồi trình cho chủ nhiệm dự án duyệt.

Quá trình thi công phải đề phòng trời mưa và chuẩn bị phương tiện che chắn nếu có mưa. Đang thi công gặp mưa không được thi công tiếp mà phải đợi cho cường độ bê tông đạt đến 25 daN/cm2 ( nếu thời tiết 25$^{o}$C, khoảng 24 giờ ) mới được thi công tiếp và coi chỗ ngừng do mưa là khe ngừng thi công và sử lý như sử lý khe ngừng. Vì lẽ này mà khi đổ bê tông , giải phân cách các diện tích được đổ bê tông nên lựa chọn trùng với mạch ngừng thi công. Khi đủ cường độ để thi công tiếp, dọn sạch mặt tiếp giáp, nếu cần thiết phải đục xờm , lấy hồ xi măng và sikagrout ( 1 : 1 ) phết lên chỗ giáp mối khe ngừng với chiều dày khoảng 5 mm làm vật liệu dán giữa lớp bê tông đã đổ và bê tông mới. Khi đầm cần chú ý không chọc đầm vào chỗ bê tông đã đổ và phải quan sát cho bê tông mới đổ đủ chảy làm mịn mạch nối.

Chiều dày mỗi lớp đổ chỉ nên đạt 2/3 chiều sâu tác động của máy đầm. Không được tỳ đầm lên cốt thép và không dùng tác động của đầm làm cho bê tông dịch chuyển ngang.

Không nên đầm một vị trí quá lâu mà chỉ cần vừa độ chặt, nghĩa là đầm đến khi trên mặt bê tông chớm xuất hiện nước xi măng. Đầm quá lâu một chỗ sẽ gây phân tầng bê tông.

Khi đổ bê tông khối lớn ( tạm qui ước đó là kết cấu có diện tích đáy > 10 m2, chiều cao kết cấu > 0,80 mét ) mỗi lớp đổ nên là khoảng 30 cm và chờ cho bê tông sắp hết thời gian tươi mới nên đổ tiếp để tránh sự xuất hiện những vết nứt do ứng suất nhiệt gây ra.

Mặt trên cùng của kết cấu bê tông vừa đổ cần được sửa sang bằng cách cán phẳng và xoa bằng bàn xoa. Nếu cần sử lý đặc biệt bên thiết kế phải có chỉ dẫn riêng. Với bê tông mặt đường hay bê tông mặt sân rộng có thể dùng biện pháp gia cường bề mặt bằng cách chấn động lại. Biện pháp này phải được lập biện pháp riêng theo chỉ dẫn của chuyên gia.

*2.5.4 Bảo dưỡng bê tông:*

Bảo dưỡng bê tông cần được theo dõi và được sự quan tâm đúng mức. Quá trình giúp cho bê tông phát triển tốt cường độ là quá trình bảo dưỡng.

Sau khi đổ bê tông phải bắt đầu quá trình bảo dưỡng bằng cách che kín bề mặt bê tông bằng bao tải , giấy xi măng rồi 4 giờ sau bắt đầu tưới ẩm. Không che, mặt bê tông sẽ chịu tác động của các tia trong ánh sáng mặt trời làm hại đến chất lượng. Che lại giúp quá trình bốc hơi nước chậm lại khiến cho chu kỳ tưới thưa ra.

Việc bảo dưỡng bê tông phải tuân theo TCVN 5592-1991. Theo tiêu chuẩn này thì Lai Châu và Sơn La nằm trong khu vực A , thời gian phải tưới nước cho mặt bê tông thường xuyên ẩm cả ban ngày lẫn ban đêm là 4 ngày vào mùa khô và 3 ngày vào mùa mưa.

*2.5.5 Các yêu cầu về kiểm tra chất lượng bê tông:*

Các yêu cầu kiểm tra chất lượng công tác bê tông được tóm tắt như bảng dưới đây:

| Đối tượng kiểm tra | Phương pháp kiểm tra | Yêu cầu đạt | Tần suất kiểm tra |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| **1. Về vật liệu** | | | |
| Xi măng | Kiểm tra phiếu giao hàng | Phù hợp với đơn đặt hàng | Mỗi lần giao hàng |
| | Thí nghiệm xác định các tính chất cơ lý theo TCVN 4029~ 4032-85 | Phù hợp với TCVN 2682-1992 | Theo cách kiểm tra tại hiện trường |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cốt liệu | Xác định độ bền thành phần hạt và độ bền của cốt liệu theo tiêu chuẩn hiện hành | Phù hợp với TCVN 1771-86 về đá, sỏi và TCVN 1770-86 về cát. | Lần giao hàng đầu tiên.<br>Khi có nghi ngờ<br>Khi thay đổi cốt liệu. |
| Phụ gia và chất độn | Xem phiếu giao hàng | Phù hợp với đơn đặt hàng | Mỗi lần giao hàng |
| | Thí nghiệm mẫu bê tông có phụ gia hoặc chất độn | Phù hợp với yêu cầu kỹ thuật | Khi có nghi ngờ |
| Nước | Thí nghiệm phân tích hoá học | Nước không có chất độc hại theo TCVN 4506-87 | Khi không dùng nước sinh hoạt công cộng<br>Khi có nghi ngờ<br>Khi thay đổi nguồn nước |
| **2. Thiết bị thi công** | | | |
| Máy trộn đơn chiếc | Các thông số kỹ thuật | Không có sự cố khi vận hành | Trước khi sử dụng và sau đó theo định kỳ |
| Hệ thống trạm trộn | | | |
| Thiết bị cân đong xi măng | Các thông số kỹ thuật | Có độ chính xác theo qui định | Trước khi sử dụng và sau đó theo định kỳ |
| Thiết bị cân đong cốt liệu | | | |
| Thiết bị cân đong phụ gia và chất độn | Các thông số kỹ thuật | Có độ chính xác theo qui định | Trước khi sử dụng và sau đó theo định kỳ |
| Thiết bị và dụng cụ cân đong nước | Các thông số kỹ thuật | Có độ chính xác theo qui định | Trước khi sử dụng và sau đó theo định kỳ |
| Thiết bị và dụng cụ lấy mẫu thí nghiệm | Bằng các phương tiện kiểm tra thích hợp | Đảm bảo độ chính xác theo qui định | Mỗi lần sử dụng |
| Thiết bị và dụng cụ thử độ sụt | | | |
| Trang bị vận | Các thông số kỹ | Không để sự cố | Trước khi sử |

| | | | |
|---|---|---|---|
| chuyển và máy đầm bê tông | thuật | khi sử dụng | dụng sau đó theo định kỳ |
| **3. Hỗn hợp bê tông trộn trên công trường** | | | |
| Độ sụt | Kiểm tra theo TCVN 3106-1993 | So với độ sụt qui định | Lần trộn đầu tiên và khi thấy nghi ngờ |
| Độ đồng nhất của bê tông | So sánh từ các mẫu thử lấy từ các mẻ trộn khác nhau | Đánh giá độ đồng đều của hốn hợp bê tông | Khi có nghi ngờ |
| Độ chống thấm nước | Thí nghiệm theo TCVN 3116-1993 | So sánh với độ chống thấm yêu cầu | Theo qui định của thiết kế |
| Cường độ nén | Thử mẫu theo TCVN 3118-1993 | So sánh với độ chống thấm yêu cầu | Theo qui định của kỹ thuật |
| Cường độ kéo khi uốn | Thử theo TCVN 3119-1993 | So sánh với cường độ kéo qui định | Khi cần thiết<br>Khi hợp đồng yêu cầu. |
| **4. Bê tông chế trộn sẵn ( bê tông thương phẩm )** | | | |
| Hỗn hợp bê tông | Xem phiếu giao hàng | Chất lượng theo đơn đặt hàng | Mỗi lần giao hàng |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Độ sụt | Kiểm tra độ sụt theo TCVN 3106-1993 | So với độ sụt qui định | Lần giao hàng đầu tiên sau đó theo tần suất thử |
| Độ đồng nhất của bê tông | Bằng mắt thường | So sánh với trạng thái thông thường | Mỗi lần giao hàng |
| Cường độ nén | Thử mẫu theo TCVN 3118-1993 | So với yêu cầu | Theo yêu cầu kỹ thuật |
| Cường độ kéo khi uốn | Thử mẫu theo TCVN 3119-1993 | So với yêu cầu | Khi cần thiết<br>Theo hợp đồng |
| **5. Quá trình trộn , tạo hình và bảo dưỡng bê tông** | | | |
| Tỷ lệ pha trộn vật liệu<br>Tỷ lệ N/X | Bằng trang bị tại hiện trường | Đảm bảo tỷ lệ trộn<br>Đúng tỷ lệ N/X | Lần trộn đầu tiên sau đó theo định |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | yêu cầu | kỳ |
| Qui trình trộn | Đo lường vật liệu<br>Thời gian trộn | Đảm bảo độ chính xác qui định<br>Đảm bảo thời gian trộn | Mỗi lần vận chuyển |
| Vận chuyển hỗn hợp | Đánh giá độ sụt và độ đồng nhất | Không bị phân tầng<br>Đảm bảo độ sụt | Mỗi lần vận chuyển |
| Đổ bê tông | Bằng mắt thường | Đúng kỹ thuật | Mỗi lần đổ bê tông |
| Đầm bê tông | Bằng mắt thường | Đầm chặt | Mỗi lần đầm |
| | Thời gian đầm | Đủ thời gian | |
| Bảo dưỡng bê tông | Bằng mắt thường | Theo TCVN 5592-1991 | Mỗi kết cấu |
| Tháo dỡ cốp-pha | Đủ thời gian lưu giữ | Phù hợp với kỹ thuật | Mỗi kết cấu |
| Phát hiện khuyết tật | Bằng mắt thường | Nêu giải pháp sửa chữa | Mỗi kết cấu |
| **6. Bê tông đã cứng** | | | |
| Bề mặt bê tông | Bằng mắt thường | Không có khuyết tật | Mỗi kết cấu |
| Độ đồng nhất | Theo 20TCN 17-89 | Xác định độ đồng nhất thực tế | Mỗi kết cấu |
| | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Cường độ nén | Súng bật nảy và siêu âm | So với yêu cầu | Khi có nghi ngờ<br>Khi thử mẫu không đạt<br>Số lượng mẫu không đủ theo qui định |
| | Khoan lấy mẫu | Cường độ thực tế | |
| Kích thước hình học | Phương tiện đo thích hợp | Đảm bảo trong dung sai | Khi có nghi ngờ |

*2.5.5 Lập hồ sơ*

Hồ sơ cần có để đưa vào đánh giá chất lượng và làm cơ sở cho nghiệm thu công tác bê tông cốt thép :

1. Nghiệm thu chất lượng công tác cốt thép đã đặt vào kết cấu.

2. Chất lượng bê tông qua thử mẫu và quan sát trực tiếp tại hiện trường. Kèm các chứng chỉ về nguồn gốc vật liệu và chứng chỉ chất lượng vật liệu ghi rõ kết cấu sử dụng vật liệu ấy.

3. Kích thước , hình dáng, vị trí kết cấu. Các chi tiết đặt sẵn và lỗ chờ.

4. Khe lún, khe nhiệt.

5. Bản vẽ hoàn công cho từng kết cấu.

6. Bản vẽ các thay đổi trong quá trình thi công cho từng kết cấu.

7. Hồ sơ, công văn, văn bản thoả thuận hay đề nghị thay đổi.

8. Các kết quả thử nghiệm vật liệu, cường độ , kết quả các thử nghiệm đã thực hiện trong đó có ghi rõ các kết luận.

9. Các biên bản đã lập với công tác cần nghiệm thu trung gian.

10. Các biên bản nghiệm thu các công tác đã làm giai đoạn trước như nghiệm thu tim trục móng , biên bản dẫn độ tim, trục , cao trình , nghiệm thu nền, móng.

11. Sổ nhật ký thi công.

Bảng dung sai với công tác bê tông:

| Sai lệch | Dung sai ( mm) |
|---|---|
| 1. Độ lệch của các mặt phẳng và các đường cắt nhau của các mặt phẳng đó so với đường thẳng đứng hoặc so với độ nghiêng thiết kế: | |
| a) Trên 1m chiều cao kết cấu; | 5 |
| b) Trên toàn bộ chiều cao kết cấu | |
| * Móng | 20 |
| * Tường đổ trong cốp-pha cố định và cột đổ liến với sàn | 15 |
| * Kết cấu khung cột | 10 |
| * Các kết cấu thi công bằng cốp-pha trượt hoặc cốp-pha leo | 1/500 chiều cao công trình nhưng phải < 100mm |
| 2. Độ lệch của mặt bê tông so với mặt phẳng ngang | |
| a) Tính cho 1 m mặt phẳng về bất cứ phương nào | 5 |
| b) Trên toàn bộ mặt phẳng công trình | 20 |
| 3. Sai lệch của mặt phẳng bê tông trên cùng so với thiết kế khi kiểm tra bằng thước dài 2 mét khi áp sát mặt bê tông | ±8 |

| | |
|---|---|
| 4. Sai lệch theo chiều dài hoặc nhịp của các kết cấu | ±20 |
| 5. Sai lệch tiết diện ngang của các bộ phận kết cấu | ±8 |
| 6. Sai lệch vị trí và cao độ của các chi tiết làm gối tựa cho kết cấu thép hoặc kết cấu bê tông cốt thép lắp ghép | ±5 |

***2.6 Kiểm tra chất lượng công tác bê tông cốt thép ứng lực trước:***

*2.6.1 Những việc không thuộc về công tác ứng lực trước cần được kiểm tra đồng thời với các công tác ứng lực trước như sau:*

* Bê tông sử dụng cho kết cấu ứng lực trước phải có hàm lượng $Cl^-$ hoặc $SO_4^{--}$ không được vượt quá giá trị 0,1 % so với khối lượng xi măng.

* Khi thi công đổ bê tông, phải lấy số lượng mẫu thử chất lượng bê tông nhiều hơn so với thi công bê tông bình thường vì cón một số mẫu sử dụng cho kiểm tra phục vụ công tác ứng lực trước.

* Độ bền vứng và ổn định của cốppha phải được kể thêm các tác động do công tác ứng lực trước gây ra.

* Nếu cần thiết để khe ngừng thi công thì yêu cầu nhà thầu thuyết minh sự tính toán có kể đến sự làm việc của kết cấu ứng lực trước. Mọi tính toán và thuyết minh cần được tư vấn đảm bảo chất lượng thông qua để trình chủ nhiệm dự án duyệt.

* Nếu muốn tháo dỡ cốppha sớm hơn các qui định trong TCVN 4453-95 phải có luận cứ bằng văn bản và thông qua tư vấn đảm bảo chất lượng trình chủ nhiệm dự án duyệt.

*2.6.2 Kiểm tra vật liệu sử dụng trong công tác ứng lực trước:*

* Các vật liệu sử dụng cho công tác ứng lực trước phải là những vật liệu, dụng cụ chuyên dùng, có nhãn hiệu phù hợp với thiết kế và có catalogue chính thức.

* Cốt thép sử dụng làm kết cấu ứng lực trước phù hợp với TCVN 6284-1: 1997 , TCVN 6284-2 : 1997, TCVN 6284-3 : 1997, TCVN 6284-4 : 1997 và TCVN 6284-5 : 1997.

Thép sử dụng làm ứng lực trước phải có catalogue trong đó có thuyết minh về:
- Thành phần hoá học. Khi phân tích mẫu đúc lại thép này, lượng lưu huỳnh và phốtpho không vượt quá 0,04%.
- Đặc tính hình học như đường kính, nêu không rõ, phải đo kiểm diện tích mặt cắt ngang để so sánh với tiêu chuẩn.
- Tính chất cơ học phải đảm bảo các chỉ tiêu về :

Lực lớn nhất
Lực chảy
Độ dãn dài tương đối ứng với lực lớn nhất
Độ dẻo
Độ phục hồi đẳng nhiệt.

Số trị các chỉ tiêu ghi rõ trong TCVN 6284: 1997.

Với cốt thép ứng lực trước có vỏ bọc dùng trong công nghệ căng sau không bám dính, cốt được đặt trong ống mềm, có lớp bôi trơn giảm ma sát đồng thời là lớp chống gỉ.

Lớp vỏ bọc phải đáp ứng được các yêu cầu :

Đảm bảo tính năng cơ học trong khoảng nhiệt độ từ -20$^{o}$C đến 70$^{o}$C.

Có độ bền để không hư hỏng khi chuyên chở.

Không gây ăn mòn bê tông và thép và các vật liệu chèn khác.

Có khả năng chống thấm tốt.

Có thể dùng lớp bôi trơn và chống gỉ bằng mỡ chống gỉ hoặc hắc ín chống gỉ.

Neo ứng lực trước và bộ nối cốt thép ứng lực trước:

Cần đối chiếu với thiết kế để kiểm tra xem những neo và bộ phận nối này có phù hợp không. Cần phù hợp về tính năng kỹ thuật và chủng loại với những điều ghi trong thiết ké. Lực phá hoại của neo và các bộ phận nối phải được ghi lớn hơn lực phá hoại của bó cốt thép ứng lực trước. Khi không thể kiếm được loại đáp ứng yêu cầu này thì khả năng chịu lực của những bộ này ứng với giới hạn chảy phải đảm bảo không bé hơn 95% lực phá hoại của bó cột thép ứng lực trước.

Với ống tạo lỗ đặt cốt thép ứng lực trước dùng trong kết cấu bê tông cốt thép căng sau phải là ống có độ bền không bị hư hại trong khi thi công, kín và không có phản ứng với thép, với bê tông và các vật liệu chèn khác.

Ống dùng cho cốt thép đơn có bơm vữa phải có đường kính lớn hơn đường kính cốt thép ít nhất là 6 mm. Với những ống chứa bó cốt thép phải có tiết diện ngang lớn hơn tiết diện ngang của bó thép là 2 lần.

Vữa để bơm nhồi vào ống đã chứa thép ứng lực trước cần kiểm tra để đảm bảo:

Trong vữa không chứa hàm lượng ion $Cl^-$ và các chất khác có thể gây hư hại cho bê tông và cốt thép. Cần kiểm tra đảm bảo:
Tối đa hàm lượng $Cl^-$ là 0,1 % khối lượng xi măng.
Tối đa hàm lượng $SO_4$ là 0,1 % so với khối lượng xi măng.

Cần tiến hành các thí nghiệm để kiểm tra :

Cường độ nén tiêu chuẩn của vữa không thấp hơn 30 MPa và cường độ kéo uốn tiêu chuẩn không thấp hơn 4 MPa.

Độ tách nước sau 2 giờ không lớn hơn 0,02 và sau 24 giờ thì hút hết.

Độ co ngót không quá 0,003.

Độ nhớt không quá 25 giây.

*2.6.3 Kiểm tra trong quá trình thi công ứng lực trước.*

(i) Cán bộ tư vấn đảm bảo chất lượng phải chứng kiến và kiểm tra vật liệu sẽ dùng để thi công ứng lực trước. Phải được đọc tất cả các hồ sơ về vật liệu và nhà thầu phải giao những tài liệu này cho chủ đầu tư làm lưu trữ.

Nhà thầu cần lập biện pháp chống gỉ và bảo quản vật liệu sử dụng làm ứng lực trước thông qua cán bộ tư vấn đảm bảo chất lượng và trình chủ nhiệm dự án duyệt.

(ii) Việc cắt các thanh hay bó thép ứng lực trước , nhất thiết phải mài bằng máy mài có tốc độ cao. Không dùng cách cắt bằng nhiệt hồ quang điện. Nếu đập đầu thanh thép thì chỉ được đập bằng phương pháp cơ học.

(iii) Khi thép thường và thép ứng lực trước giao nhau, thép thường cần nhường chỗ cho thép ứng lực trước bằng cách di chuyển chút ít thép thường.

(iv) Độ sai lệch của lớp bảo hộ cốt thép ứng lực trước tối đa là 5 mm.

(v) Thiết bị kéo căng ứng lực trước cần kiểm tra định kỳ và đã được kiểm chuẩn.

(vi) Trước khi kéo chính thức, cần kéo thử 3 bó hoặc 3 thanh để chỉnh lý các dữ liệu thi công ứng lực trước. Phương của lực kéo phải trùng với đường tâm ống chứa cáp ứng lực trước trong trường hợp ống thẳng và trùng phương tiếp tuyến nếu ống chứa cáp ứng lực trước là cong.

(vii) Sai số cho phép khi kiểm tra giữa giá trị ứng lực trước thực tế với giá trị qui định là 5%. Cốt thép bị đứt hay bị tuột không được quá 3% tổng số sợi cho một tiết diện kết cấu.

(viii) Độ tụt neo không được vượt quá dữ liệu thiết kế cho phép.

(ix) Quá trình thi công phải tuân thủ các chỉ dẫn của thiết kế. Phải chú ý quan sát toàn khu vực thi công kết cấu và các chi tiết cần thiết. Khi phát hiện thấy điều gì khác lạ phải có giải pháp sử lý kịp thời.

*2.6.4 Những đặc điểm khi kiểm tra công nghệ ứng lực trước:*

(1) Công nghệ căng trước:

* Cần quan sát để có ấn tượng rằng hệ mố bệ căng đảm bảo ổn định trong quá trình căng. Phải thường xuyên quan sát kiểm tra độ biến dạng, dịch chuyển của những bệ này. Không được có dịch chuyển bệ căng.

* Kiểm tra độ sạch của thép, không cho chất bẩn làm ngăn trở độ bám dính giữa bê tông và cốt thép.

* Thường bố trí căng những sợi đối xứng đồng thời với nhau. Cần đảm bảo ứng lực trong những sợi này là đồng đều, không gây mô men lệch tâm cho kết cấu.

* Cường độ bê tông khi bắt đầu truyền ứng lực trước ít nhất phải đạt 75% cường độ tiêu chuẩn của bê tông theo thiết kế và không nhỏ hơn 25MPa.

* Khi thả cốt thép ứng lực trước phải theo chỉ dẫn của thiết kế. Nếu thiết kế chưa qui định thì có thể:

+ Với kết cấu mà ứng lực trước gây nén dọc trục thì tất cả các cốt thép cần được thả đồng thời.

+ Với kết cấu ứng lực trước tác động lệch tâm thì cốt ở vùng chịu nén ít hơn được buông thả trước rồi mới đến các cốt thép ứng lực trước ở vùng chịu nén nhiều hơn.

+ Vì lý do nào đấy mà không thực hiện được hai điều trên thì nghiên cứu để thả cốt thép theo từng cặp thanh đối xứng xen kẽ sao cho không gây nội lực bất lợi cho kết cấu, đảm bảo cho kết cấu được an toàn.

(2) Công nghệ căng sau:

* Cần kiểm tra thật kỹ để đảm bảo kích thước và vị trí của ống đặt cốt thép ứng lực trước chờ sẵn. Đường ống phải thông, phải đều. Bản neo chôn sẵn ở hai đầu phải vuông góc với trục của đường ống. Cần kiểm tra lại trước khi thi công căng.

* Cần kiểm tra việc bố trí các giá đỡ ống, đảm bảo việc đỡ được chắc chắn để ống được định vị đúng vị trí và không bị xê dịch trong xuốt quá trình thi công kết cấu. Khoảng cách giữa các giá định vị không lớn quá 1 mét với ống trơn , 0,80 mét với ống gợn sóng và 0,50 mét với ống cao su.

* Khoảng cách bố trí các lỗ để bơm vữa không nên quá 30 mét với ống có gợn sóng và 12 mét với các loại ống khác. Phải bố trí các lỗ thoát hơi và thoát nước tại các đỉnh cao và các vị trí đầu , cuối ống.

* Khi ống có đặt sẵn cốt thép , phải bảo vệ tránh tia lửa điện làm tổn hại đến cốt thép bên trong ống.

* Chỉ được kéo căng ứng lực khi cướng độ bê tông đã đạt theo yêu cầu của thiết kế. Nếu thiết kế không yêu cầu thì cường độ này phải đạt 75% cường độ tiêu chuẩn của kết cấu khi làm việc và không thấp hơn 25 MPa.

* Trình tự kéo căng phải theo hướng dẫn của thiết kế. Nếu thiết kế không có chỉ dẫn thì phải tính toán, cân nhắc trên cơ sở sự kéo căng không gây nguy hiểm do phát sinh những lực ngoài ý muốn. Cần chú ý đến các tổn hao ứng lực trước do biến dạng của kết cấu ứng với trình tự căng được đề xuất.

* Việc bố trí đầu kéo căng cốt thép ứng lực trước phải phù hợp với thiết kế. Nếu thiết kế không có chỉ dẫn thì nhà thầu cần theo những chỉ dẫn sau đây:

+ Nếu ống đặt cốt thép là ống kim loại gợn sóng chôn sẵn thì với cốt thép có dạng cong hoặc dạng thẳng có chiều dài trên 30 mét, thì phải bố trí

kéo căng ở cả hai đầu. Khi chiều dài nhỏ hơn 30 mét thì chỉ cần bố trí căng tại một đầu.

+ Nếu ống không phải là loại gợn sóng thì với cốt thép dạng cong hay thẳng có chiều dài trên 24 mét cần kéo căng ở hai đầu. Nếu ngắn hơn 24 mét thì chỉ cần kéo tại một đầu.

+ Nếu trong kết cấu có nhiều bó cốt thép ứng lực trước được kéo căng 1 đầu, nên bố trí đầu căng của các thanh khác nhau đảo đầu kéo tại các đầu của kết cấu.

+ Độ dài cốt thép ngoài neo sau khi cắt còn thừa không ngắn hơn 30 mm. Phải bảo vệ đầu neo như chỉ dẫn và hình vẽ trong thiết kế. Khi cần để lộ đầu neo ra không khí, phải có biện pháp bảo vệ chống gỉ và chống va chạm cơ học.

* Khi đã căng thép phải kịp thời bơm vữa vào ống chứa thép ứng lực . Thời gian kể từ khi đặt thép trong ống đến khi bơm lấp vữa xong không được quá 21 ngày. Nếu phải giữ lâu hơn phải có biện pháp chống gỉ hữu hiệu cho cốt thép, cho neo và các phụ kiện ứng lực trước khác đã thi công trên kết cấu.

* Vữa dùng để bơm đã được kiểm tra và có chứng chỉ đạt các yêu cầu về chất lượng mong muốn. Khi thời tiết lạnh , nhiệt độ -5$^{o}$C thì không được thi công bơm nhồi vữa.

+ Thí nghiệm về sự phù hợp của vữa phải tiến hành trước khi bơm 24 giờ.

+ Thí nghiệm kiểm tra độ nhớt phải làm 3 lần trong mỗi ca bơm.

+ Thí nghiệm độ tách nước phải làm mỗi ca một lần.

* Quá trình căng ứng lực trước và bơm nhồi vữa, người tư vấn đảm bảo chất lượng phải chứng kiến đầy đủ. Cần lưu ý những đặc điểm thi công cần đáp ứng như sau đây:

+ Trước khi bơm vữa, dường ống phải sạch và ẩm.

+ Bơm vữa theo qui trình từ ống bơm dưới thấp lên cao.

+ Khi gặp các ống đứng và ống xiên thì điểm bơm vữa là điểm dưới thấp nhất của đường ống.

+ Cần theo dõi đảm bảo áp lực bơm không quá 1,5 MPa. Vận tốc bơm duy trì ở mức 6 m/1 phút. Các lỗ thoát khí cần mở để hơi bên trong ống thoát được hết ra ngoài, đảm bảo vữa lấp đầy.

+ Phải bơm liên tục cho đến khi vữa thoát ra ở các lỗ bố trí cao nhất cũng như các lỗ ở đầu và cuối trên đường ống. Sau đó nút các lỗ thoát khí và duy trì áp lực bơm 0,5 MPa trong 2 phút mới bịt lỗ bơm.

* Vữa phải được lấp đầy ống . Nếu nghi ngờ vữa không đầy hoặc có dấu hiệu không đầu ống , phải phụt cho vữa ra hết, bơm nước thổi rửa sạch , bơm khí đuổi hết nước và làm lại từ đầu quá trình bơm.

* Việc lập hồ sơ phải tiến hành ngay trong quá trình thi công và theo từng bước. Yêu cầu của hồ sơ là đầy đủ dữ liệu kỹ thuật.

(3) Công nghệ không bám dính:

Công nghệ không bám dính chủ yếu là công nghệ căng sau nên cần tuân thủ các qui định của công nghệ căng sau. Tuy vậy cần nhấn mạnh:

* Phải kiểm tra cốt thép ứng lực đảm bảo cho hình thức bên ngoài đáp ứng tính nguyên vẹn của thanh hoặc bó thép. Nếu vỏ bọc bị hư hỏng phải có biện pháp khắc phục. Nếu vỏ rách nhiều, không cho sử dụng.

* Khi đặt cốt thép không bám dính phải sử dụng các con kê bằng thép đặt liên kết chặt chẽ với cốt thép ứng lực để định vị cao độ của cốt thép tại các vị trí theo thiết kế. Khoảng cách giữa các con kê không xa quá 1 mét hoặc 60 lần đường kính bó hay thanh thép.

* Neo và các phụ kiện đầu, phụ kiện cuối cần được bảo vệ chống gỉ , chống xâm thực của hơi nước.

o 0 o

Kết cấu bê tông cốt thép là xương chịu lực chính. Cần được thi công và kiểm tra hết sức chặt chẽ và tuân thủ nghiêm ngặt các qui trình khi kiểm tra. Kiểm tra trước và trong khi thi công là biện pháp nâng cao chất lượng hữu hiệu.

Chúc các bạn thành công./.

# NỘI DUNG

1.Phần mở đầu trang 2

2. Giám sát thi công và nghiệm thu công tác bê tông cốt thép 12

2.1 Một số quan niệm mới về bê tông cốt thép 12
2.2 Những tiêu chuẩn liên quan 26
2.3 Giám sát và nghiệm thu cốppha 26
2.4 Giám sát và nghiệm thu cốt thép 32
2.5 Kiểm tra quá trình thicông bê tông 44
2.6 Kiểm tra công tác thi công bê tông ứng lực trước 53

Đính kèm :

TCVN 6284: 1997 Thép cốt bê tông dự ứng lực.

# BÀI GIẢNG

# MÁY XÂY DỰNG

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA

-----

NGUYỄN KHÁNH LINH

# BÀI GIẢNG MÁY XÂY DỰNG

ĐÀ NẴNG, 2007

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA

Th.S NGUYỄN KHÁNH LINH

# BÀI GIẢNG MÁY XÂY DỰNG

ĐÀ NẴNG, 2005

**1. Số đơn vị học trình :** 4 (60 tiết)

**2. Đối tượng giảng dạy :**

Sinh viên hệ đại học các ngành xây dựng : Dân dụng và Công nghiệp, Thuỷ lợi - Thuỷ điện, Cầu - Đường, Kinh tế xây dựng và Quản lý dự án.

**3. Phân bố thời gian :**

Lên lớp : 60 tiết

Thực tập, thực hành, bài tập lớn, đồ án : Không

**4. Các môn học trước cần thiết :**

Vẽ kỹ thuật, kỹ thuật nhiệt, kỹ thuật điện, sức bền vật liệu.

**5. Mô tả vắn tắt nội dung môn học :**

Môn học trình bày kiến thức cơ bản về công dụng, đặc điểm cấu tạo, nguyên lý hoạt động, quá trình làm việc, đặc tính kỹ thuật, phạm vi sử dụng, ưu nhược điểm và các tính toán cơ bản của các loại máy và thiết bị xây dựng thường sử dụng trong công tác thi công xây dựng công trình như : máy vận chuyển, máy nâng chuyển, máy làm đất, máy sản xuất vật liệu xây dựng, máy và thiết bị gia cố nền móng,...

**6. Nhiệm vụ của sinh viên :**

Dự lớp : có mặt ít nhất 80% thời gian qui định

Đọc tài liệu, làm bài tập theo hướng dẫn của giáo viên

**7. Tài liệu học tập :**

*a. Tài liệu chính :*

Nguyễn Văn Hùng (2002), *Máy xây dựng*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

*b. Các tài liệu tham khảo khác :*


1. Vũ Minh Khương (2004), *Máy xây dựng*, Nxb Xây dựng, Hà Nội.
2. Nguyễn Đình Thuận (2001), *Sử dụng Máy xây dựng và làm đường*, Nxb Giao thông Vận tải, Hà Nội.
3. Trương Quốc Thành (1999), *Máy và thiết bị nâng,* Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
4. Phạm Hữu Đỗng (2004), *Máy làm đất,* Nxb Xây dựng, Hà Nội
5. Trần Quang Quý (2001), *Máy sản xuất vật liệu xây dựng*, Nxb Giao thông Vận tải, Hà Nội.


**8. Tiêu chuẩn đánh giá sinh viên :**

Căn cứ vào kết quả của các hoạt động : dự lớp, kiểm tra giữa kỳ và thi cuối kỳ

**9. Thang điểm :** 10

**10. Mục đích, yêu cầu của môn học :**

Môn học Máy xây dựng cung cấp những kiến thức cơ bản về cơ khí và máy xây dựng cho sinh viên chuyên ngành xây dựng, nhằm nâng cao năng lực quản lý khai thác sử dụng máy xây dựng cho

sinh viên ngành xây dựng - những người cán bộ kỹ thuật trong tương lai. Ngoài ra, môn học còn hỗ trợ sinh viên lĩnh hội kiến thức của các môn học tiếp theo trong chương trình đào tạo kỹ sư xây dựng như : Kỹ thuật thi công, Tổ chức thi công, Xây dựng cầu, Xây dựng đường, Thi công thuỷ lợi.

Sinh viên phải nắm được công dụng, đặc điểm cấu tạo, nguyên lý hoạt động, quá trình làm việc, đặc tính kỹ thuật, phạm vi sử dụng, ưu nhược điểm, cách tính năng suất và một số thông số cơ bản của các loại máy và thiết bị thường gặp trong công tác thi công xây dựng công trình. Qua đó nâng cao năng lực khai thác máy; sử dụng, lựa chọn, điều phối, đầu tư, thanh lý máy một cách hợp lý; nâng cao được tính hiệu quả kinh tế của máy, tăng năng suất lao động, tăng chất lượng công trình.

**Nội dung dự kiến**

| **Mục lục** | | **Số tiết** | **Trang** |
|---|---|---|---|
| CHƯƠNG 1 : KHÁI NIỆM CHUNG | | | |
| 1 | Phân loại, cấu tạo chung, yêu cầu chung đối với MXD | 1 | |
| 2 | Thiết bị động lực MXD | 2 | |
| | 2.1 Các loại động cơ và tổ hợp động lực thường dùng trong MXD | | |
| | 2.2 Động cơ diesel 4 thì, bơm thuỷ lực và xi lanh thuỷ lực | | |
| 3 | Các chi tiết, các cụm chi tiết cơ bản | 2 | |
| | 3.1 Trục và ổ | | |
| | 3.2 Khớp nối và ly hợp | | |
| 4 | Truyền động MXD | 3 | |
| | 4.1 Khái niệm, phân loại | | |
| | 4.2 Truyền động cơ khí | | |
| | 4.3 Truyền động thuỷ lực | | |
| 5 | Hệ thống di chuyển MXD | 1 | |
| 6 | Các chỉ tiêu và năng suất MXD | 1 | |
| CHƯƠNG 2 : MÁY VẬN CHUYỂN | | | |
| 1 | Máy vận chuyển ngang | 2 | |
| | 1.1 Phân loại | | |
| | 1.2 Ô tô và máy kéo | | |
| | 1.3 Rơmooc và sơmi - rơmooc | | |
| 2 | Máy vận chuyển liên tục | 3 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 2.1 Phân loại | | |
| | 2.2 Băng tải cao su | | |
| | 2.3 Băng tải xích | | |
| | 2.4 Năng suất máy vận chuyển liên tục | | |
| CHƯƠNG 3 : MÁY NÂNG CHUYỂN | | | |
| 1 | Công dụng và phân loại | 1 | |
| 2 | Máy nâng đơn giản | 3 | |
| | 2.1 Kích | | |
| | 2.2 Tời | | |
| | 2.3 Palăng | | |
| 3 | Máy nâng kiểu cần | 3 | |
| | 3.1 Phân loại | | |
| | 3.2 Cần trục tháp | | |
| | 3.3 Cần trục tự hành | | |
| 4 | Máy nâng kiểu cầu | 2 | |
| | 4.1 Cầu trục | | |
| | 4.2 Cổng trục | | |
| 5 | Máy nâng kiểu khung cột dẫn hướng : Vận thăng | 1 | |
| 6 | Ổn định máy nâng kiểu cần | 1 | |
| CHƯƠNG 4 : MÁY LÀM ĐẤT | | | |
| 1 | Những vấn đề chung | 2 | |
| 2 | Máy xúc | 3 | |
| | 2.1 Phân loại | | |
| | 2.2 Máy xúc gàu thuận | | |
| | 2.3 Máy xúc gàu nghịch | | |
| | 2.4 Máy xúc gàu ngoạm và máy xúc gàu dây | | |
| | 2.5 Năng suất máy xúc một gàu | | |
| 3 | Máy đào - chuyển đất | 4 | |
| | 3.1 Máy ủi | | |
| | 3.2 Máy san | | |
| | 3.3 Máy cạp | | |
| | 3.4 Năng suất máy đào - chuyển đất | | |
| 4 | Máy đầm đất | 3 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 4.1 Phân loại | | |
| | 4.2 Máy đầm bằng lực tĩnh<br>Lu bánh thép, lu bánh lốp | | |
| | 4.3 Máy đầm bằng lực rung<br>Đầm lăn rung, đầm bàn rung | | |
| | 4.4 Năng suất máy đầm đất | | |
| KIỂM TRA | | 1 | |
| CHƯƠNG 5 : MÁY SẢN XUẤT VẬT LIỆU XÂY DỰNG | | | |
| 1 | Máy làm công tác bê tông | 5 | |
| | 1.1 Máy trộn bê tông<br>Máy trộn tự do, máy trộn cưỡng bức | | |
| | 1.2 Máy đầm bê tông<br>Đầm dùi, đầm bàn | | |
| 2 | Máy làm đá | 2 | |
| | 2.1 Máy nghiền đá | | |
| | 2.2 Máy sàng đá | | |
| CHƯƠNG 6 : MÁY VÀ THIẾT BỊ GIA CỐ NỀN MÓNG | | | |
| 1 | Những vấn đề chung | 1 | |
| 2 | Máy đóng cọc | 3 | |
| | 3.1 Phân loại | | |
| | 3.2 Cấu tạo chung của giàn búa | | |
| | 3.3 Búa diesel | | |
| | 3.4 Búa rung | | |
| | 3.5 Búa thuỷ lực và búa hơi | | |
| 3 | Máy ép cọc và máy cắm bấc thấm | 2 | |
| 4 | Thiết bị khoan cọc nhồi | 3 | |
| | 4.1 Khái quát về thi công cọc khoan nhồi | | |
| | 4.2 Phân loại máy khoan đất đá | | |
| | 4.3 Các loại máy khoan thông dụng<br>Máy khoan kiểu xoay ấn<br>Máy khoan kiểu va đập dây cáp<br>Máy khoan tuần hoàn | | |
| CHƯƠNG 7 : MÁY VÀ THIẾT BỊ CHUYÊN DÙNG | | | |

| | | |
|---|---|---|
| 1. Ngành Xây dựng Dân dụng và Công nghiệp :<br>Thang máy, máy xoa nền, kích kéo cốt thép dự ứng lực<br>2. Ngành Xây dựng Cầu - Đường :<br>Trạm trộn bê tông nhựa, máy rãi bê tông nhựa, thiết bị lắp dầm cầu<br>3. Ngành Xây dựng Thuỷ lợi - Thuỷ điện :<br>Máy chuyên dùng làm công tác thuỷ lợi, máy xúc nhiều gàu | 1 | Hướng dẫn sinh viên đọc tài liệu |
| CHƯƠNG 8 : KHAI THÁC SỬ DỤNG MÁY XÂY DỰNG | | |
| 1. Tiếp nhận và bàn giao MXD<br>2. Chạy rà MXD<br>3. Đưa MXD vào sử dụng<br>4. Bảo dưỡng kỹ thuật và sửa chữa MXD<br>5. Bảo quản MXD<br>6. Vận chuyển MXD<br>7. An toàn lao động trong sử dụng MXD | 1 | Hướng dẫn sinh viên đọc tài liệu |
| ÔN TẬP VÀ GIẢI BÀI TẬP | 3 | |

# CHƯƠNG I. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MÁY XÂY DỰNG

## Bài 1. Phân loại, cấu tạo chung, yêu cầu chung đối với máy xây dựng

### I. Phân loại:

Máy xây dựng có nhiều chủng loại và đa dạng, để tiện cho việc nghiên cứu ứng dụng, có thể phân loại máy xây dựng theo công dụng, nguồn động lực, phương pháp điều khiển hoặc hệ thống di chuyển.

1. Dựa vào công dụng, máy xây dựng được chia thành các nhóm như sau:

- Máy phát lực: để cung cấp động lực cho máy khác làm việc như máy phát điện, máy nén khí,...
- Máy vận chuyển ngang: vận chuyển theo phương ngang như các phương tiện vận chuyển bằng đường bộ, đường sắt, đường thuỷ, đường không.
- Máy vận chuyển liên tục: vận chuyển vật liệu, hàng hoá thành dòng liên tục: băng tải, vít tải,...

- Máy nâng chuyển: vận chuyển theo phương thẳng đứng: kích, tời, palăng, cần trục, cầu trục,...
- Máy làm đất: phục vụ các khâu thi công đất: máy ủi, máy xúc, máy đầm ,...
- Máy làm đá: máy nghiền, máy sàng, máy rửa cát đá,...
- Máy phục vụ công tác bê tông: máy trộn, máy đầm, máy bơm bê tông,..
- Máy gia công sắt thép: máy hàn, máy cắt thép, máy nắn thẳng cốt thép, máy uốn cong cốt thép,...
- Máy gia cố nền móng: máy đóng cọc, máy ép cọc, máy khoan cọc nhồi, máy cắm bấc thấm.
- Máy chuyên dùng cho từng ngành: máy đào kênh mương, máy rãi bêtông nhựa, máy phay mặt đường nhựa, máy lao lắp dầm cầu,...

2. Dựa vào nguồn động lực:

- Máy dẫn động bằng động cơ đốt trong
- Máy dẫn động bằng động cơ điện
- Máy dẫn động bằng động cơ thuỷ lực

3. Dựa vào hệ thống di chuyển:

- Máy di chuyển bằng bánh lốp
- Máy di chuyển bằng bánh xích
- Máy di chuyển bằng bánh sắt lăn trên ray
- Máy di chuyển trên phao
- Máy di chuyển bằng cơ cấu tự bước

4. Dựa vào phương pháp điều khiển

- Máy điều khiển bằng cơ khí
- Máy điều khiển bằng thuỷ lực
- Máy điều khiển bằng điện
- Máy điều khiển bằng khí nén

### II. Cấu tạo chung:

Máy xây dựng có nhiều chủng loại, cấu tạo từng loại máy khác hau, nhưng nhìn chung chúng có các bộ phận hợp thành như sau:

- Thiết bị phát lực
- Thiết bị công tác: bộ phận tác động đến đối tượng thi công
- Các cơ cấu: cơ cấu quay, cơ cấu nâng hạ cần, cơ cấu nâng hạ vật, ...
- Hệ thống truyền động
- Hệ thống điều khiển: lái, phanh hãm,...
- Hệ thống di chuyển
- Khung và bệ máy
- Các thiết bị phụ: chiếu sáng, tín hiệu đèn còi,...

Tuỳ theo yêu cầu và chức năng, một máy có thể có đầy đủ các bộ phận hợp thành nêu trên hoặc có thể chỉ gồm một số bộ phận.

### III. Các yêu cầu chung đối với máy xây dựng:

Để đáp ứng quá trình công nghệ trong xây dựng và tính kinh tế, máy xây dựng phải đảm bảo các yêu cầu chung sau:
- Công suất động cơ hợp lý, tiết kiệm năng lượng, sử dụng nguồn năng lượng dễ tìm
- Kích thước nhỏ gọn, dễ vận chuyển, dễ thi công
- Có độ bền và tuổi thọ cao, công nghệ tiên tiến
- Đảm bảo được năng suất và chất lượng thi công, có khả năng phối hợp làm việc cùng với các loại máy khác, bảo dưỡng sửa chữa dễ dàng, có khả năng dự trữ nhiên liệu trong thời gian làm việc tương đối dài
- Sử dụng thuận tiện, an toàn
- Không làm ảnh hưởng đến môi trường xung quanh
- Giá thành đơn vị thấp

**Bài 2. Thiết bị động lực**

Thiết bị động lực của máy xây dựng thường là động cơ đốt trong và động cơ điện.

**I. Động cơ đốt trong:**

Động cơ đốt trong là loại động cơ nhiệt hoạt động theo nguyên lý biến nhiệt năng thành cơ năng, nhiên liệu cháy trong xilanh tạo ra áp suất đẩy píttông dịch chuyển, píttông kéo đẩy thanh truyền để làm quay trục khuỷu.

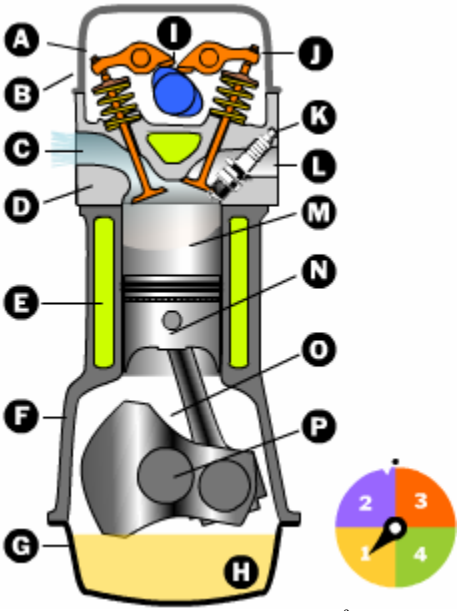
Phân loại :

Dựa vào số thì, chia làm 2 loại: động cơ 4 thì và động cơ 2 thì
- Động cơ 4 thì : chu trình làm việc của động cơ được hoàn thành sau 4 hành trình của píttông tức 2 vòng quay của trục khuỷu.
- Động cơ 2 thì : chu trình làm việc của động cơ được hoàn thành sau 2 hành trình của píttông tức 1 vòng quay của trục khuỷu.

Dựa vào nhiên liệu, chia làm 2 loại: động cơ xăng và động cơ diessel

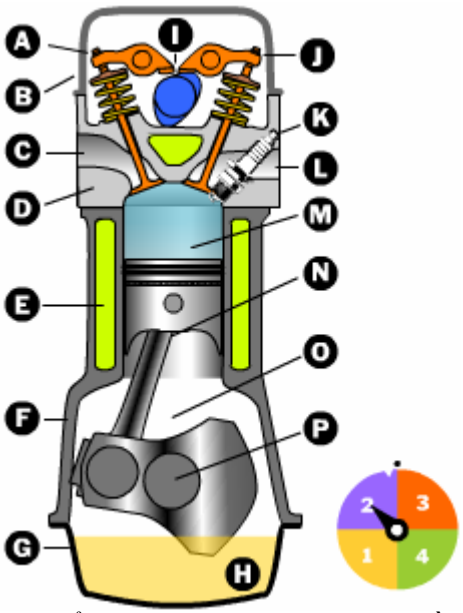
1. Nguyên lí kết cấu và vận chuyển của động cơ diesel 4 thì:

Thì hút : pít tông di chuyển từ ĐCT đến ĐCD, xu páp hút mở, không khí được nạp vào xi lanh sau khi được lọc tại bầu lọc không khí

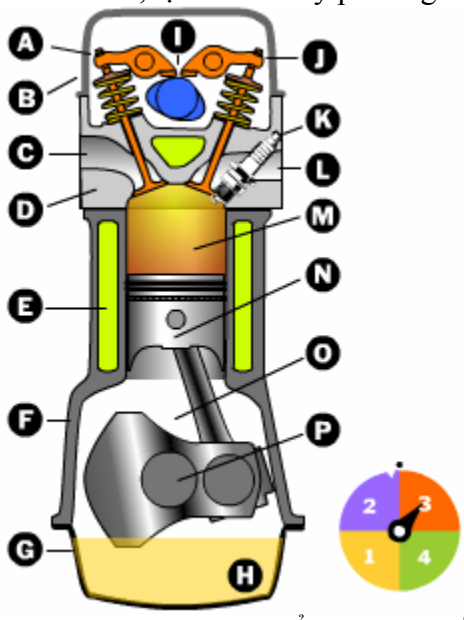



A. Xupáp hút
C. Cửa hút
E. Nước làm mát
F. Thân máy
G. Cạcte
H. Dầu bôi trơn
P. Trục khuỷu
O. Thanh truyền
N. Píttông
M. Buồng xilanh
L. Cửa thoát
K. Vòi phun
J. Xupáp thoát
I. Trục cam

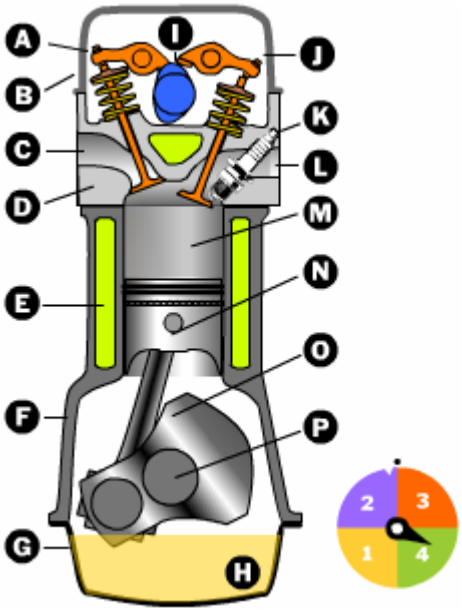
Thì nén : pít tông di chuyển từ ĐCD đến ĐCT, hai xu páp đóng kín, không khí được nén trong xi lanh. Vào cuối thì nén, áp suất không khí trong buồng đốt đạt đến khoảng 30 kG/cm$^2$, nhiệt độ tăng lên đến 600$^0$C




Thì nổ : pít tông nén không khí gần đến ĐCT, dầu điêzen được phun vào buồng đốt với áp suất cao khoảng 150 kG/cm$^2$ tán thành sương, gặp không khí nóng tự bốc cháy, áp suất tăng vọt lên khoảng 70 kG/cm$^2$, tạo thì nổ đẩy pít tông đến ĐCD




Thì xả pít tông di chuyển từ ĐCD đến ĐCT, xu páp xả mở, khí cháy được đẩy ra ngoài.




Trong một chu kỳ, trục khuỷu quay hai vòng, pít tông lên hai lần, xuống hai lần, có một lần nổ sinh công.

Động cơ diesel có các ưu điểm như hiệu suất tương đối cao, vận tốc quay nhỏ hơn động cơ xăng, nhiên liệu diesel rẽ hơn xăng, đường đặc tính momen ít độ dốc hơn, vì vậy được sử dụng phổ biến trong máy xây dựng.

2. Động cơ xăng 2 thì :

Khi trục khuỷu quay, pít tông đi từ ĐCD lên ĐCT, cửa xả được pít tông đậy kín. Hoà khí có sẵn trong xi lanh bị nén, áp suất và nhiệt độ tăng dần, đến khi pít tông đi gần tới ĐCT thì bị bốc cháy nhờ bu ri phóng tia lửa điện. . Khi pít tông đi lên để nén hoà khí thì ở phía dưới pít tông, trong các te, áp suất giảm và hoà khí từ bộ chế hoà khí qua ống nạp và được hút vào các te qua cửa nạp để chuẩn bị cho việc thổi hoà khí vào xi lanh ở hành trình sau.

Động cơ xăng 2 thì thường được dùng trong các loại máy có công suất nhỏ như máy đầm bêtông (đầm dùi), máy đầm đất (đầm bàn rung), máy nai khởi động động cơ diesel có công suất lớn.

**II. Động cơ điện:**

Động cơ điện được sử dụng phổ biến trên các máy cố định hoặc di chuyển vơi cự lý nhỏ.

Ưu điểm: Hiệu suất cao, gọn nhẹ, chịu vượt tải tốt, thay đổi chiều quay và khởi động nhanh, giá thànhhạ, làm việc tin cậy, dễ tự động hoá, ít gây ô nhiễm môi trường.

Nhược điểm: Khó thay đổi tộc độ, momen khởi động nhỏ, phải có nguồn cung cấp điện.

**Bài 3. Các chi tiết máy và các cụm chi tiết máy  thường gặp trong máy xây dựng**

**I. Chi tiết máy:**

Chi tiết máy là một đơn vị hợp thành của máy, mỗi chi tiết máy là một đơn vị liền khối hoàn chỉnh và không thể tháo ra thành những đơn vị đơn giản hơn bằng các dụng cụ tháo lắp thông dụng. các chi tiết máy thường gặp như trục, ổ, then, bulông, đai ốc, bánh răng, đĩa xích,...

1. Trục:

Trục là chi tiết máy dùng để đỡ các chi tiết máy có chuyển động quay, để truyền momen xoắn.

Theo hình dạng đường tâm trục, có các loại: trục thẳng và trục khuỷu

Theo đặc điểm chịu tải, có các loại: trục tâm, trục truyền và trục truyền chung

Theo cấu tạo trục, có các loại trục: trục trơn, trục bậc, trục đặc, trục rỗng, trục định hình, trục mềm.

Loại trục phổ biến thường dùng là trục đặc có bậc, trục có kích thước lớn thường là trục trơn để dễ chế tạo, trục rỗng để tiết kiệm vật liệu và giảm khối lượng quán tính của trục. Trục có tiết diện không là hình tròn được gọi là trục định hình như trục cam, trục then hoa,...

Trục mềm gồm một lõi và nhiều lớp dây đồng hoặc day thép xoắn quanh lõi,  vói cấu tạo như vậy nó có khả năng chịu xoắn rất cao nhưng chịu uốn thấp. Loại trục này dùng để truyền momen xoắn

giữa các bộ phận máy có vị trí thay đổi khi làm việc, được sử dụng trong đầm dùi, máy cắt cỏ, dây côngtơmét,...
***
2. Ổ:
Ổ trục dùng để đỡ các trục quay hoặc đỡ chi tiết máy quay trên trục. Nhờ có ổ mà trục hoặc chi tiết quay trên trục có vị trí xác định và quay quanh một đường tâm định sẵn.
Theo tính ma sát trong ổ, có hai loại: ổ trượt và ổ lăn
Theo đặc điểm chịu tải, có các loại: ổ đỡ, ổ chặn, và ổ đỡ chặn
a. Ổ lăn: còn gọi là vòng bi, có cấu tạo gồm vòng trong (cabi trong), vòng ngoài, các con lăn và vòng cách (rá bi)
***
Vòng trong lắp với ngõng trục, vòng ngoài lắp với thân ổ, thân máy hoặc chi tiết quay trên trục. Có thể có một hoặc nhiều dãy con lăn, con lăn có nhiều hình dạng khác nhau: hình cầu, hình côn, hình trụ,... tuỳ theo loại ổ. Vòng cách có tác dụng làm cho các con lăn không tiếp xúc nhau, giảm được ma sát trong ổ để tăng tuổi thọ của ổ.
Ổ lăn được qui ước ký hiệu bởi một dãy số, các chữ số biểu thị các đặc điểm của ổ. Trong đó, hai số cuối của dãy số biểu thị đường kính trong của ổ tức kích thước lắp với ngõng trục, được qui ước như sau:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Số hiệu | xx00 | xx01 | xx02 | xx03 | xxab ( ab=04÷99) |
| Đường kính d(mm) | 10 | 12 | 15 | 17 | d = ab x 5 |

Ổ lăn có các ưu điểm: hệ số ma sát nhỏ, chăm sóc và bôi trơn đơn giản, ít tốn vật liệu bôi trơn, được tiêu chuẩn hoá và tính lắp lẫn rất cao. Tuy nhiên nó có một số nhược điểm như: tuổi thọ thấp, kích thước đường kính lớn, khó lắp ghép, không dùng được cho trục có đường kính ngõng quá lớn hoặc quá nhỏ, đường kính ngõng phi tiêu chuẩn.
b. Ổ trượt:
***
Bộ phận làm việc chủ yếu của ổ trượt là bạc lót. Mặt trong bạc lót tiếp xúc với ngõng trục là mặt làm việc, mặt ngoài lắp với thân ổ hoặc thân máy. Bạc lót được chế tạo từ vật liệu có hệ số ma sát thấp như đồng thanh, hợp kim nhôm, đồng thau,... để giảm hư hỏng cho ngõng trục.
Đối với các cổ trục khuỷu không thể dùng ổ lăn, người ta dùng ổ trượt, khi đó các bạc được làm thành hai nữa để có thể lắp vào cổ trục khuỷu.

**II. Các cụm chi tiết máy:**

Để thuận tiện cho việc lắp ráp máy, các chi tiết máy được lắp sẵn thành những cụm có những chức năng khác nhau như khớp nối, ly hợp, hộp giảm tốc, píttông-xilanh...theo tiêu chuẩn nhất định. Người dùng chỉ cần lựa chọn phù hợp với mục đích của mình.
1. Nối trục:
Nối trục dùng để nối các trục hoặc chi tiết máy quay với nhau, giảm tải trọng động, ngăn ngừa quá tải.
a. Nối trục cứng: còn gọi là nối trục chặt
Trường hợp trục có chiều dài lớn, nếu chế tạo liền khối sẽ gặp khó khăn trong chế tạo, vận chuyển, và lắp ráp, người ta chế tạo nhiều trục ngắn rồi nối lại với nhau bằng nối trục chặt kiểu ống hoặc kiểu đĩa. Nối trục chặt dược tiêu chuẩn hoá theo đường kính trục.
***
b. Nối trục mềm: còn gọi là nối trục bù
Nối trục bù dùng để nối các trục khó điều chỉnh thẳng tâm với nhau, bị nghiêng hoặc bị lệch đối với nhau do chế tạo, lắp ghép thiếu cính xác hoặc do trục bị biến dạng đàn hồi.
Nối trục bù phổ biến là nối trục xích, nối trục răng, nối trục đàn hồi, nối trục cácđăng.
***
- Nối trục xích gồm hai đĩa xích có số răng như nhau lắp trên hai đầu trục, một vòng dây xích ăn khớp với cả hai đĩa xích, ngoài cùng là vỏ che. Nối trục xích được tiêu chuẩn cho trục có dường kính 18÷125 mm.

- Nối trục răng được tiêu chuẩn hoá theo đường kính trục có đường kính 40÷560 mm.
- Nối trục cácđăng thường dùng trong ô tô, máy kéo, máy xây dựng. Chúng cho phép truyền momen xoắn giữa hai trục cắt nhau một góc đên $40^0$.
- Nối trục đàn hồi có thể giảm va đập, chấn động, đề phòng cộng hưởng do dao động xoắn và có thể làm việc như nối trục bù.

2. Ly hợp

Dùng để nối hoặc tách truyền động giữa các trục theo sự điều khiển, ngăn ngừa quá tải, đảo chiều quay, thay đổi vận tốc. Theo nguyên lý làm việc có các loại như ly hợp ma sát, ly hợp vấu, ly hợp thuỷ lực.

***

**Bài 4. Truyền động máy xây dựng**

Cụm truyền động truyền chuyển động từ thiết bị phát lực đến thiết bị chấp hành, quá trình truyền chuyển động làm thay đổi các thông số nhưu vận tốc, momen, lực, đôi khi thay đổi cả qui luật chuyển động.

Thiết bị phát lực thường có dạng chuyển động quay, vận tốc lớn và momen nhỏ như động cơ điện, động cơ đốt trong. Thiết bị công tác của máy xây dựng lại cần vận tốc nhỏ, momen lớn, và có thể chuyển động tịnh tiến. Vì vậy cần thiết phải có cụm truyền động để truyền chuyển động và làm thay đổi các thông số, thay đổi qi luật chuỷen động.

**I. Truyền động cơ khí:**

Theo nguyên lý làm việc, truyền động cơ khí được chia làm hai loại: truyền động nhờ ma sát và truyền động ăn khớp.

- Truyền động nhờ ma sát gồm truyền động bánh ma sát, truyền động đai, truyền động bánh ma sát – thanh đai.
- Truyền động ăn khớp truyền chuyển động nhờ sự ăn khớp giữa các răng hoặc ren, gồm các loại như: truyền động bánh răng, truyền động bánh răng – thanh răng, truyền động xích, truyền động trục vít - đai ốc, truyền động trục vít – bánh vít.

Các thông số chủ yếu đặc trưng cho bộ truyền:

Công suất trục dẫn động (trục chủ động): $N_1$, kW

Công suất trục bị dẫn động (trục bị động): $N_2$, kW

Hiệu suất: $\eta = N_2/N_1$

Vận tốc quay của trục chủ động: $n_1$, v/f

Vận tốc quay của trục bị động: $n_2$, v/f

Tỉ số truyền: là tỉ số giữa vận tốc của trục chủ động và vận tốc của trục bị động:

$i = n_1/n_2$

Momen xoắn trên trục:

$M = 9{,}55.10^6 . N/n$ (N.mm)

1. Truyền động bánh ma sát:

Truyền động bánh ma sát có cấu tạo gồm hai bánh ma sát tiếp xúc nhau.

Truyền động bánh ma sát thực hiện truyền chuyển động quay nhờ lực ma sát sinh ra tại chỗ tiếp xúc giữa hai bánh.

Tỉ số truyền: $i = D_2/D_1$

***

Loại truyền động này có ưu điểm: cấu tạo đơn giản, làm việc êm, có khả năng ngừa quá tải, điều chỉnh vô cấp tốc độ nhưng có nhược điểm là lực tác dụng lên trục lớn, dễ bị trượt nên tỉ số truyền không ổn định.

2. Truyền động đai:

Truyền động đai có cấu tạo gồm: bánh đai chủ động, bánh đai bị động và dây đai vắt qua hai bánh đai.

Truyền động đai thực hiện truyền chuyển động quay giữa các trục xa nhau nhờ sự tiếp xúc giữa đai và bánh đai.

Truyền động đai thường dùng trong máy nén khí, máy nghiền đá. Trong truyền động giảm tốc nhiều cấp, truyền động đai thường đặt ở cấp đầu tiên, nơi có momen xoắn nhỏ nhất để ngăn ngừa quá tải.
***
Đai gồm các loại: đai dẹt, đai tròn, đai thang, đai răng. Đối với bộ truyền đai chịu tải lớn có thể gồm nhiều dây đai vắt qua hai bánh đai.

Tỉ số truyền: $i = D_2/D_1$

Có nhiều kiểu truyền động đai: truyền động thường, truyền động chéo, truyền động nữa chéo, truyền động góc.
Truyền động đai có các ưu điểm: có khả năng truyền động giữa các trục khá xa nhau, làm việc êm, có thể ngừa quá tải, cấu tạo đơn giản, dễ chăm sóc bảo dưỡng.
Các nhược điểm: kích thước lớn, tỉ số truyền không ổn định, lực tác dụng lên trục lớn, nhanh hư hỏng.
3. Truyền động bánh răng:
Truyền động bánh răng thực hiện truyền chuyển động quay nhờ sự ăn khớp giữa các răng trên hai bánh răng, dạng truyền động này dùng để thay đổi vận tốc, momen và chiều quay.

Tỉ số truyền: $i = Z_2/Z_1$

Tuỳ theo vị trí tương đối giữa các trục, có các loại truyền động bánh răng sau:
- Trường hợp hai trục song song, dùng truyền động bánh răng trụ răng thẳng, răng nghiêng hoặc răng chữ V.
- Trường hợp hai trục cắt nhau, dùng truyền động bánh răng côn răng thẳng hoặc răng cong
- Trường hợp hai trục chéo nhau, dùng truyền động bánh răng trụ chéo

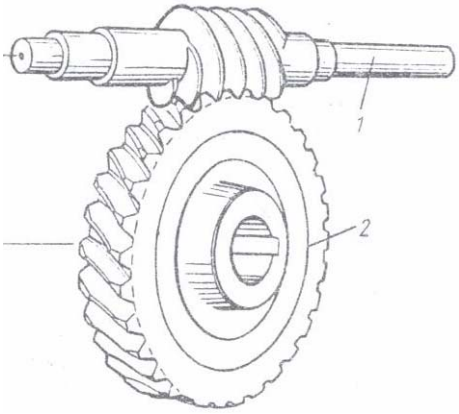
Chèn hình truyền động bánh răng
Truyền động bánh răng còn có các dạng đặc biệt khác như truyền động bánh răng ăn khớp trong, truyền động bánh răng hành tinh.
Truyền động bánh răng được dùng phổ biến trong các hộp số, hộp giảm tốc, cơ cấu quay,...
4. Truyền động bánh răng – thanh răng:
Truyền động bánh răng – thanh răng có cấu tạo gồm bánh răng và thanh răng.
Truyền động bánh răng thanh răng là dạng đặc biệt của truyền động bánh răng, dùng để biến chuyển động quay thành chuyển động tịnh tiến hoặc ngược lại.
***
Trong máy xây dựng, loại truyền động này được ứng dụng trong kích thanh răng, cơ cấu đẩy tay gàu của máy xúc gàu thuận điều khiển bằng cáp.
5. Truyền động xích:
Truyền động xích thực hiện truyền chuyển động quay giữa hai trục song song cách xa nhau nhờ sự ăn khớp gián tiếp giữa các răng trên hai đĩa xích thông qua dây xích.
Cấu tạo gồm đĩa xích chủ động, đĩa xích bị động, dây xích.

Tỉ số truyền: $i = Z_2/Z_1$

***
Xích có các loại: xích ống, xích ống con lăn, xích răng
Trong máy xây dựng và các thiết bị công nghiệp còn dùng xích tải. Xích tải làm việc với vận tốc nhỏ, bước xích lớn, các mắc xích như xích ống con lăn hoặc có cấu tạo đặc biệt để phù hợp với điều kiện làm việc như : xích di chuyển của máy kéo, băng tải xích, băng gàu, ...

6. Truyền động trục vít – đai ốc:
Truyền động trục vít – đai ốc có cấu tạo gồm trục vít và đai ốc, có sự ăn khớp giữa ren trục của trục vít và ren lỗ của đai ốc.
***
Loại truyền động này có thể biến chuyển động quay thành chuyển động tịnh tiến, có khả năng tạo lực lớn và tự hãm, được ứng dụng trong kích vít, tăng đơ.
Tăng đơ đơn: dùng trong chân tựa của cần trục, chân chống của thiết bị lao dầm cầu, cơ cấu nghiêng giá của thiết bị đóng cọc.

Tăngđơ kép: dùng điều chỉnh các cáp neo giữ, thanh chống điều khiển lưỡi ủi.
7. Truyền động trục vít – bánh vít:




Hình. Truyền động trục vít – bánh vít: 1. Trục vít; 2. Bánh vít

Truyền động trục vít – bánh vít có cấu tạo gồm trục vít và bánh vít, có sự ăn khớp giữa ren của trục vít và răng của bánh vít, dùng dể truyền chuyển động quay giữa hai trục chéo nhau trong không gian.

Tỉ số truyền: $i = Z_2/Z_1$

***

Loại truyền động này có tỉ số truyền lớn, có khả năng tự hãm, làm việc êm, hiệu suất thấp, cần dùng vật liệu giảm ma sát rất đắt tiền.

Truyền động trục vít – bánh vít đuợc ứng dụng trong palăng xích, kích vít, hộp giảm tốc, tuốc năng máy quạt, cơ cấu lên dây đàn, mái hiên di động,...

Ngoài các loại truyền động thông dụng trên, máy xây dựng còn có các kiểu truyền động khác như truyền động cáp, truyền động bánh răng chốt, cơ cấu tay quay – thanh truyền.

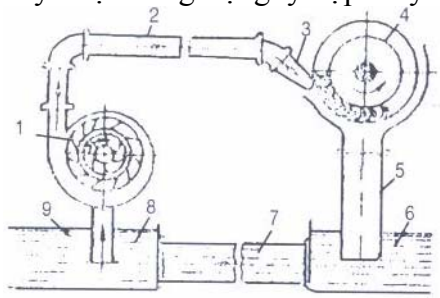
**II. Truyền động thuỷ lực**

Truyền động thuỷ lực truyền chuyển động nhờ áp suất hoặc động năng của dòng chất lỏng.

Truyền động thuỷ lực được chia làm hai loại, truyền động thuỷ động và truyền động thuỷ tĩnh.

***

Đối với truyền động thuỷ động, dòng chất lỏng có áp suất thấp và vận tốc cao. Dạng truyền động này được dùng trọng ly hợp thuỷ lực và biến tốc thuỷ lực.



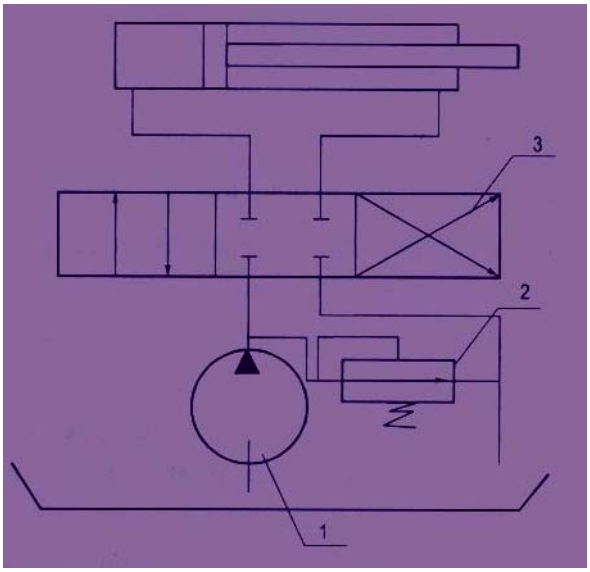

Hình. Truyền động thuỷ động

Đối với truyền động thuỷ tĩnh, dòng chất lỏng có áp suất cao, vận tốc nhỏ. Dạng truyền động này được sử dụng rất phổ biến trong máy xây dựng, như hệ thống nâng hạ thùng xe tải tự đổ, nâng hạ ben ủi, lưỡi san,...

1. Các cụm và bộ phận thuỷ lực cơ bản:

a. Xilanh – píttông thuỷ lực: thường gọi là xilanh thuỷ lực, là bộ phận tiếp nhận áp suất của dòng thuỷ lực để tạo ra chuyển động tịnh tiến của cán pít tông, hoặc được dẫn động tịnh tiến cán píttông để tạo ra dòng thuỷ lực.
***
b. Bơm thuỷ lực: là bộ phận tiếp nhận chuyển động quay từ động cơ đốt trong, động cơ điện hoặc từ trục trích công suất nào đó để tạo ra dòng thuỷ lực.
Dựa vào cấu tạo, bơm thuỷ lực có các loại: bơm bánh răng, bơm cánh gạt, bơm pít tông hướng trục và bơm pít tông hướng kính.
Bơm bánh răng là loại bơm đơn giản nhất, có cấu tạo gồm: bánh răng chủ động, bánh răng bị động, vỏ bơm.
***
c. Động cơ thuỷ lực: là bộ phận tiếp nhận áp suất, động năng của dòng thuỷ lực để tạo ra chuyển động quay, động cơ thuỷ lực có cấu tạo như bơm thuỷ lực.
d. Van một chiều: chỉ cho phép dòng thuỷ lực chảy theo một chiều nhất định.
Cấu tạo gồm: thân van, bi và lò xo
e. Van an toàn: còn gọi là van tràn, dùng để giới hạn áp suất làm việc
Cấu tạo gồm: thân van, bi, lò xo và vít điều chỉnh độ ép của lò xo
Khi áp suất dầu tác dụng vào bi lớn hơn lực ép của lò xo thì vạn sẽ mở và cho phép dầu đi qua van.
Trường hợp cần điều chỉnh áp suất làm việc thì điều chỉnh độ ép của lò xo.
f. Van phân phối: là bộ phận điều khiển các trạng thái làm việc của hệ thống, bộ phận này chia dầu đi các ngã theo trang thái làm việc cần thiết.
Có 2 loại van phân phối thông dụng là van trượt và van quay
g. Lọc dầu: giữ lại các cặn bẩn, các mạt vụn do mài mòn.
Vị trí của lọc dầu trong hệ thống:
Bố trí ở đường dầu về thùng chứa: không làm giảm áp suất bơm nhưng nếu có cặn bẩn tì cặn bẩn đi qua các linh kiện khác rồi mới được giưa lại ở lọc dầu.
Bố trí ở đường dầu đi: nếu có cặn bẩn thì lọc dầu giữ lại cặn bẩn ngay nhưng lọc dầu làm giảm áp suất bơm.

2. Sơ đồ cấu tạo và nguyên lý làm việc của hệ thống truyền động thuỷ tĩnh




1. Bơm thuỷ lực
2. Van an toàn
3. Van phân phối
4. Xilanh thuỷ lực
5. Thùng chứa dầu thuỷ lực

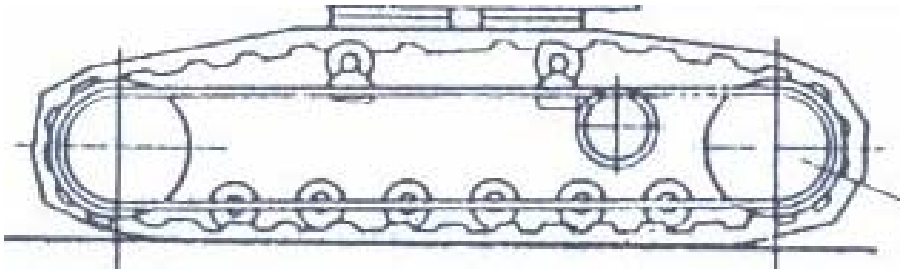
3. Ưu nhược điểm của truyền động thuỷ lực
Ưu điểm:
Có thể bố trí các linh kiện thuỷ lực hợp lý làm cho hệ thống nhỏ gọn và thẩm mỹ

Có khả năng tạo được lực lớn, áp suất dầu có thể đến 16Mpa(ống mềm), 32Mpa(ống cứng)
An toàn.
Nhược điểm:
Đòi hỏi các linh kiện phải được chế tạo chính xác cao, giá thành cao.
Độ nhạy thấp, dễ nhiễm bẩn do rò rỉ dầu

**Bài 4. Hệ thống di chuyển của máy xây dựng**

Hệ thống di chuyển có nhiệm vụ di chuyển máy trong quá trình làm việc, di chuyển máy từ công trình này sang công trình khác và đỡ toàn bộ trọng lượng máy rồi truyền xuống nền.
Đối với các loại máy làm đất như máy đầm, máy uỉ, máy cạp, hệ thống di chuyển còn có tác dụng như hệ thống công tác đầm nén đất.
Theo cấu tạo, hệ thống di chuyển được chia thành các loại sau: hệ thống di chuyển bằng bánh lốp, hệ thống di chuyển bằng xích, hệ thống di chuyển trên ray, hệ thống di chuyển trên nước, hệ thống di chuyển bằng cơ cấu tự bước.

**I. Hệ thống di chuyển bằng xích:**



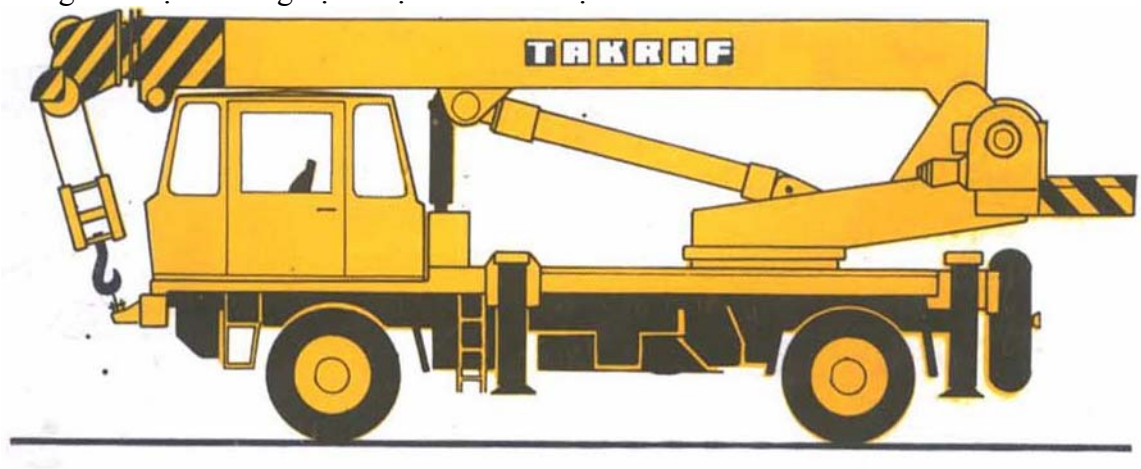
1. Đĩa xích chủ động
2. Đĩa xích bị động
3. Xích
4. Con lăn đỡ xích
5. Cơ cấu căng xích

Ưu điểm:
Áp suất tác dụng lên nền nhỏ (0,04 ÷ 0,1Mpa) và phân bố tương đối đều nên máy có thể di chuyển trên những địa hình phức tạp như nền đất mềm, nền không bằng phẳng.
Độ bám lớn, khả năng vượt dốc cao.
Nhược điểm:
Cồng kềnh, lực cản di chuyển lớn, vận tốc di chuyển thấp (13km/h), tuổi thọ thấp (2000 ÷ 2500h).
Khi chuyển máy đi xa phải dùng phương tiện vận chuyển.
Máy cỡ lớn như các máy xúc nhiều gàu khai mỏ lộ thiên có đến 8 dãi xích, 16 dãi xích
Xích có 2 loại: xích có gờ và xích phẳng
Xích có gờ: các mắc xích có vấu làm tăng độ bám trên nền, tránh trượt nhưng có nhược điểm là di chuyển khó khăn, khi băng qua đường bêtông nhựa sẽ làm hư hỏng mặt đường. Để khắc phục có thể lót tôn cho máy di chuyển hoặc sử dụng guốc gỗ.
Xích phẳng: di chuyển dễ dàng nhưng có độ vbám nhỏ, máy dễ bị trượt trên nền.
Đối với các loại máy cần độ ổn định cao như cần trục, máy đóng cọc, người ta thiết kế có thể thay đổi được khoảng cách giữa hai dãi xích.
Khi máy vào đường vòng, một dãi xích sẽ trượt trên nền sinh ra ma sát lớn làm cho xích nhanh hư hỏng. Vì vậy cần chọn các sơ đồ làm việc sao cho máy ít quay vòng nhất có thể.

**II. Hệ thống di chuyển bằng bánh lốp:**

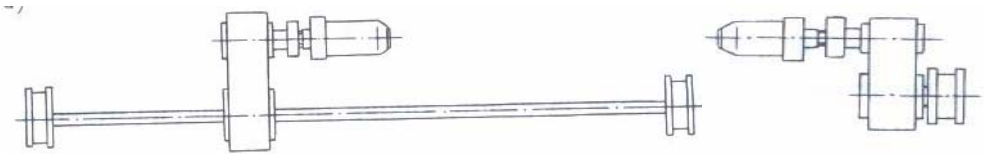
Ưu điểm:
Độ bền và tuổi thọ cao (30000 ÷ 40000km, 2500 ÷ 3000h), vận tốc di chuyển lớn (50 ÷ 60km/h), chuyển động êm, trọng lượng nhỏ.
Nhược điểm:
Áp suất tác dụng lên nền lớn (0,15 ÷ 0,5Mpa), máy dễ bị lún trên nền.

Độ bám nhỏ, máy dễ bị trượt trên nền, khả năng vượt dốc kém.
Đối với những loại máy cần độ ổn định cao như cần trục, máy xúc một gàu, máy bánh lốp còn có hệ thống chân tựa để tăng độ ổn định khi làm việc.




Hình. Cần trục di chuyển bằng bánh lốp có chân tựa

**III. Hệ thống di chuyển trên ray:**



1. Động cơ
2. Nối trục
3. Hộp giảm tốc
4. Bánh sắt

Ưu điểm: lực cản di chuyển  nhỏ, cấu tạo đơn giản, giá thành thấp, độ tin cậy và tuổi thọ cao.
Nhược điểm: tính cơ động thấp, chỉ di chuyển theo tuyến nhất định. Chi phí xây dựng đường ray và lắp đặt máy lớn, khi chuyển máy đến vị trí làm việc khác phải tháo dỡ đường ray.
Hệ thống di chuyển trên ray thường được trang bị cho những máy làm việc theo tuyến nhất định, khối lượng công việc lớn, thời gian làm việc dài. Ví dụ: cần trục tháp, cầu trục, cổng trục, máy đóng cọc, xe goòng.

**IV. Hệ thống di chuyển trên phao và hệ thống di chuyển bước:**

Hệ thống di chuyển bước chỉ dùng cho những máy có trọng lượng quá lớn, cấu tạo quá cồng kềnh, ít di chuyển nhưu các máy dùng trong khai thác mỏ lộ thiên.
Những loại máy làm việc thường xuyên trên sông biển được lắp trên sà lan hoặc phao nổi, di chuyển bằng chân vịt hoặc dùng ca nô kéo.

# CHƯƠNG II. MÁY VẬN CHUYỂN

## Bài 1. Máy vận chuyển ngang

Các phương tiện vận chuyển bằng đường bộ, đường sắt, đường thuỷ, đường không được gọi chung là máy vận chuyển ngang. Các loại máy này vận chuyển theo phương ngang và vận chuyển có tính chu kỳ.

Vận chuyển bằng đường bộ: khoảng 80% khối lượng đất đá, vật liệu xây dựng, kết cấu xây dựng, máy móc, thiết bị được vận chuyển bằng đường bộ bởi các phương tiện như ô tô, máy kéo, rơmooc,...Nhờ tính cơ động, vận tốc cao, các phương tiện vận chuyển bằng đường bộ rất phổ biến.

Vận chuyển bằng đường sắt:

Trường hợp vận chuyển với khối lượng lớn, cự ly trên 200km, dùng xe lửa là thích hợp.

Trong xây dựng, khi cần vận chuyển các cấu kiện, thiết bị siêu trường siêu trọng như các dầm cầu, tổ hợp thiết bị lao lắp dầm cầu (xe lao dầm), có thể lắp đặt ray để vận chuyển.

Vận chuyển bằng đường thuỷ:

Các phương tiện vận chuyển bằng đường thuỷ như canô, sàlan rất hiệu quả khi công trình được xây dựng trên sông, biển hay gần các bến bốc xếp.

Để nạo vét các cửa sông, bến cảng người ta dùng xuồng đánh đắm để chở bùn đất đổ ra biển.

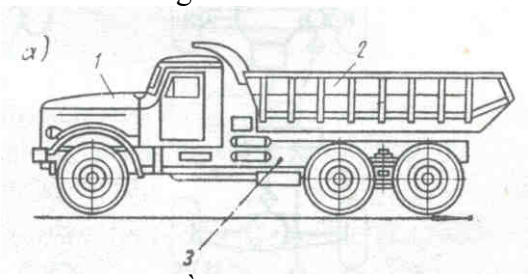
Vận chuyển bằng đường không:

Vận chuyển bằng đường không chỉ thực hiện khi công trình đòi hỏi thi công gấp rút (thời chiến), hay địa hình quá phức tạp như núi non hiểm trở hay hải đảo xa xôi.

Trực thăng còn tham gia vận chuyển và lắp ráp cho các công trình có độ cao cực lớn, không thể dùng các thiết bị khác được như việc lắp ăngtên của các tháp truyền hình có độ cao lớn.

### I. Xe tải thùng và xe tải tự đổ:

1. Xe tải thùng:



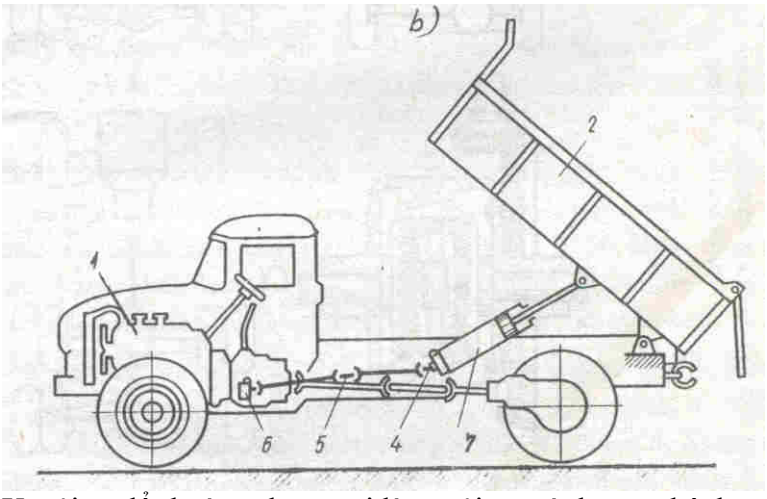

Xe tải thùng gồm các bộ phận chính sau : động cơ, khung xe, thùng xe.

Động cơ là nguồn sinh ra động lực làm ô tô di chuyển, được đặt ở đầu xe để phân đều tải trọng cho các bánh xe và điều khiển được dễ dàng.

Khung xe là cơ sở để đặt các bộ phận khác của xe như cabin điều khiển, hệ thống truyền lực, động cơ, thùng xe, bánh xe,...

Thùng xe là nơi chứa vật liệu, hàng hoá cần vận chuyển.

2. Xe tải tự đổ:



Xe tải tự đổ thường được gọi là xe tải tự trút hay xe bênh.
Xe tải tự đổ là loại xe tải có khả năng tự lật nghiêng thùng xe để đổ vật liệu hàng hoá ra ngoài. Thường dùng để vận chuyển đất, cát, gạch, đá, than. Những loại vật liệu không sợ đổ vỡ.
Xe tải tự đổ thường được thiết kế thùng xe có khả năng lật đổ về phia sau để đổ vật liệu hàng hoá ra khỏi thùng, tiết kiệm được thời gian dỡ tải. Có loại đổ sang một bên để thuận lợi hơn cho việc dỡ tải.
***
Thùng xe lắp khớp với khung xe, thùng xe được nâng lên nhờ xilanh thuỷ lực.
Góc nghiêng lật thùng đến $60^0$, sức chở đến 45 T.

**II. Máy kéo và đầu kéo**

1. Máy kéo:
***
Máy kéo dùng để kéo các loại máy và thiết bị kiểu không tự hành như rơmooc, lu chân cừu, thiết bị cày xới đất,...; kéo vật nặng có trọng lượng lớn trượt trên nền đất. Ngoài ra, máy kéo còn được dùng để làm máy cơ sở để chế tạo các loại máy xây dựng khác như: máy kéo bánh xích dùng làm máy cơ sở để chế tạo máy ủi, máy đóng cọc; máy kéo bánh lốp dùng làm máy cơ sở để chế tạo máy xúc - ủi, máy xúc – xúc lật, máy xúc lật, lu rung,...
Máy kéo có loại di chuyển bằng xích và có loại di chuyển bằng bánh lốp.
Loại bánh xích có thể đặt động cơ phía trước hoặc phía sau, loại bánh lốp có loại lái bằng xilanh thuỷ lực, có loại lái bằng cách xoay bánh trước như ô tô, có loại dùng ly hợp lái như di chuyển xích.
2. Đầu kéo:
Đầu kéo dùng để kéo sơmi – rơmooc, và các thiết bị kiểu nửa kéo theo như lu bánh lốp, thiết bị cạp, thiết bị san, xúc.

III. Rơmooc và sơmi – rơmooc (semi – remorque):
(Móc kéo và nửa móc kéo)
Rơmooc: từ tiếng Pháp viết là remorque nghĩa là móc kéo.
Sử dụng rơmooc và sơmi – rơmooc tiết kiệm được nguồn nhân lực, tăng năng suất. Mặt khác có thể thiết kế được các móc kéo chuyên dùng một cách dễ dàng, sử dụng thuận tiện, tiết kiệm được thiết bị phát lực.
Các móc kéo thường dùng trong xây dựng như: móc kéo chở hàng siêu trường, siêu trọng, móc kéo chở côngtennơ, móc keo chở bitum, panel.

**Bài 2. Máy vận chuyển liên tục:**

Máy vận chuyển liên tục vận chuyển vật liệu, hàng hoá thành dòng liên tục, quá trình cấp liệu, cấp hàng lên máy và quá trình dỡ liệu, dỡ hàng khỏi máy diễn ra trong khi máy đang hoạt động.
Máy vận chuyển liên tục có thể được sử dụng độc lập để vận chuyển hàng hoá, vật liệu xây dựng.
Máy vận chuyển liên tục còn thực hiện vận chuyển từng khâu trong dây chuyền sản xuất hoặc những máy hoạt động có tính dây chuyền.
Các loại máy và thiết bị có sử dụng máy vận chuyển liên tục như: máy xúc nhiều gàu, máy rãi bêtông nhựa, trạm trộn bêtông, trạm nghiền sàng đá.

Phân loại:
- Băng tải, có các loại: băng tải cao su, băng xích tấm, băng gạt, băng gàu
- Vít tải, có 3 loại trục vít: vít kín, vít hở, vít không liên tục
- Máy vận chuyển nhờ năng lượng của dòng không khí.
- Máy vận chuyển nhờ năng lượng của dòng chất lỏng
- Máy vận chuyển nhờ rung động

1. Băng tải cao su

Cấu tạo như bộ truyền dây đai, vì vậy còn gọi là băng tải đai.

Phân loại:

Băng tải cao su được chia làm 2 loại: băng tải cố định và băng di động.

Sơ đồ cấu tạo:

***

Băng:

Băng là bộ phận làm việc, nó đỡ vật liệu và hàng hoá cần vận chuyển trên băng khi máy hoạt động. Băng được làm bằng cao su hoặc bằng vải, để tăng độ bền và hạn chế độ chùng băng người ta chế tạo băng có lõi là sợi vải hay sợi thép.

Năng suất lý thuyết:

**Tốc độ vận chuyển vật liệu trên băng được tìm theo công thức:**

$$v = \frac{\pi(D + 2\delta).n}{60} \text{ (m/s)}$$

**Trong đó : D là đường kính tang chủ động (m) ; δ là độ dày băng (m) ; n là số vòng quay của tang (vòng/phút)**

$$n = \frac{n_đ}{i_c} \text{ (vòng/phút)}$$

$$Q_{lt} = 3600.F.v.\gamma \text{ (t/ h)}$$

**n**

F: diện tích tiết diện của dòng vật liệu

V: Vận tốc băng

**γ:** Khối lượng riêng của vật liệu

Năng suất thực tế:

$Q = Q_{lt}. c. k_{tg}$

C: hệ số ảnh hưởng do độ dốc của băng

$K_{tg}$: hệ số sử dụng thời gian

Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng :

Băng tải cao su vận chuyển trần nên gió có thể thổi bay vật liệu gây hao hụt và làm ô nhiễm môi trường. Không vận chuyển được vật liệu có cạnh sắc, vật liệu có nhiệt độ cao.

Trong xây dựng, băng tải cao su thường được dùng để vận chuyển cát, đá có cỡ hạt đến 4x6

Tại các công trường sản xuất đá, khai thác cát, thường dùng các băng tải di động.

2. Băng tải xích tấm, băng gạt, băng gàu

a. Băng xích tấm:

Cấu tạo gồm hai bộ truyền xích cỡ lớn như nhau, trên từng cặp mắc xích của 2 bộ truyền có lắp các tấm thép. Khi vận chuyển hàng hoá, vật liệu, các tấm thép sẽ đỡ vật liệu, hàng hoá trong quá trình vận chuyển.

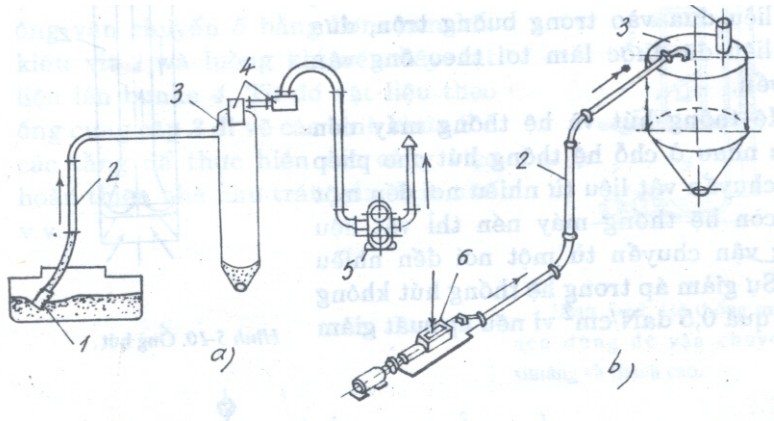
Băng xích tấm thường dùng khi cần vận chuyển vật liệu, hàng hoá có cạnh sắc, có nhiệt độ cao.

Trong xây dựng, băng xích tấm được dùng để vận chuyển đá cỡ lớn, đặt dưới các phễu cấp liệu trong các dây chuyền sản xuất bêtông.

Băng xích tấm còn được dùng để vận chuyển người lên cao liên tục tại những nơi có lưu lượng người đi lại lớn như siêu thị, trung tâm thương mại.

b. Băng gạt:

Băng gạt gồm 2 bộ truyền xích lắp song song với nhau, cứ cách nhau từ 3 đến 7 mắc xích thì có 1 tấm gạt được lắp trên 2 mắc xích tương ứng với nhau trên 2 dãi xích. Bên dưới các tấm gạt có lắp máng cố định để tải vật liệu.
Băng gạt thường được đặt dưới các phểu vật liệu để guồng vật liệu khỏi phểu cấp cho thiết bị vận chuyển khác, guồng bê tông nhựa từ bun ke đến vị trí rãi trong máy rãi bê tông nhựa.
3. Băng gàu
Dùng để vận chuyển vật liệu lên cao một cách liên tục.
Trong xây dựng băng gàu được dùng trong máy xúc nhiều gàu, vận chuyển vật liệu nóng như cát đá sau khi sấy, trạm trộn bê tông.
3. Vít tải:
Có 3 loại trục vít: vít kín, vít hở, vít không liên tục
Vít tải được dùng để vận chuyển vật liệu dẻo dính như đất sét, vữa bê tông; vật liệu dạng hạt nhỏ như xi măng, cát, đá cỡ hạt nhỏ.
Cự li vận chuyển từ 30 đến 40 m, năng suất từ 20 đến 40 $m^3$/h, có thể vận chuyển lên cao với độ nghiêng của vít đến $20^0$.
Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng:
Cấu tạo đơn giản, nhỏ gọn, có thể vận chuyển vật liệu dẻo dính, vận chuyển trong ống nên không bị bẩn, không bị hao hụt. Có thể dỡ liệu ở bất kỳ vị trí nào trên ống bao.
Trục vít và ống bao bị mài mòn rất nhanh, làm vụn nát vật liệu, yêu cầu cấp liệu phải đều, năng lượng tiêu hao lớn.
Trục vít thường được sử dụng để vận chuyển một giai đoạn với cự ly nhỏ trong dây chuyền sản xuất, trong các loại máy hoạt động có tính dây chuyền.
Trong máy rãi bêtông nhựa, trục vít xoắn được ứng dụng để tải vật liệu từ bunke đến vị trí rãi, và 2 trục vít khác rãi vật liệu theo phương ngang của máy.
Trong các hệ thống xử lý bụi tại các nhà máy ximăng, trạm bêtông, trục vít được dùng để tải bụi khỏi các bunke lắng bụi.
Trục vít được ứng dụng trong máy rửa cát đá kiểu trục vít.
Trục vít còn được đặt dưới các phểu chứa vật liệu của các máy vận chuyển liên tục có năng suất cao, ngoài chức năng tải vật liệu khỏi phểu, trục vít còn có tác dụng chống tạo vòm ở đáy phểu.
Nguyên lý vận chuyển của trục vít còn được ứng dụng trong máy đùn sản xuất gạch, máy đùn sản xuất phấn. Với các loại máy này, để tạo độ chặt của vật liệu, trục vít được chế tạo có bước vít giảm dần về phía khuôn.
4. Máy vận chuyển nhờ năng lượng của dòng không khí:
a. Nguyên lý chung
Máy vận chuyển nhờ năng lượng của dòng không khí vận chuyển vật liệu hàng hoá nhờ năng lượng của dòng không khí có vận tốc lớn.




a. Hệ thống hút; b. Hệ thống đẩy

b. Phân loại:
Có 2 loại: hệ thống hút và hệ thống đẩy
Hệ thống hút:
Áp suất làm việc của dòng khí thấp nên chỉ vận chuyển được với khoảng cách nhỏ.
Hệ thống hút có thể vận chuyển vật liệu từ nhiều nơi về một nơi.
Hệ thống đẩy:
Áp suất làm việc cao nên có thể vận chuyển đi xa đến 2 km
Hệ thống đẩy có thể vận chuyển vật liệu từ một nơi đi nhiều nơi. Hệ thống cấp liệu phức tạp.
c. Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng:
Vận chuyển trong đường ống nên tránh được bụi bẩn, không thất thoát, không gây ô nhiễm môi trường.
Tiêu hao nhiều năng lượng, nhanh hư hỏng.
Máy vận chuyển nhờ năng lượng của dòng không khí thường dùng để vận chuyển vật liệu dạng bột, dạng hạt nhỏ, không dính như xi măng, cát, thạch cao.

# CHƯƠNG III. MÁY NÂNG (MÁY TRỤC)

## Bài 1. Những vấn đề chung

### I. Công dụng và phân loại:

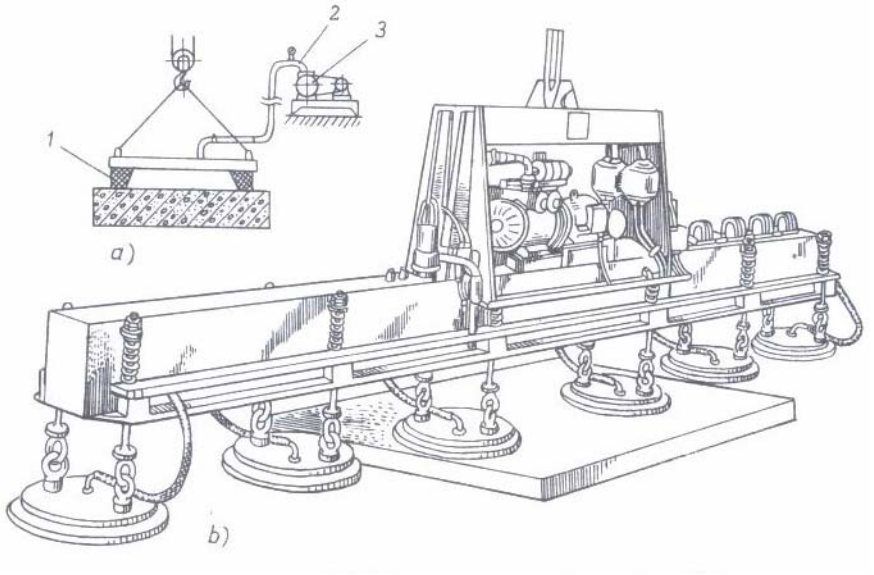
1. Công dụng:
Máy nâng dùng để vận chuyển vật liệu xây dựng và các cấu kiện lên cao, lắp ráp các cấu kiện trong xây dựng; xếp dỡ, vận chuyển hàng hoá tại các kho bải sản xuất, trong các nhà xưởng, nhà ga, bến cảng,....; xếp dỡ và lắp ráp máy móc thiết bị. Máy nâng còn được thiết kế chuyên dùng để vận chuyển người lên cao.
2. Phân loại:
Trong xây dựng, trọng lượng vật cần nâng có thể từ vài chục kilôgam đến vài trăm tấn, độ cao nâng từ vài centimet đến hàng trăm mét. Để đáp ứng vùng thông số làm việc rộng như vậy, máy nâng có rất nhiều loại. Dựa vào kết cấu chung của máy, có thể chia máy nâng thành 4 nhóm như sau:
- Máy nâng đơn giản
- Máy nâng kiểu cần
- Máy nâng kiểu cầu
- Máy nâng kiểu cột

Máy nâng đơn giản chỉ gồm một cơ cấu nâng, kết cấu máy đơn giản, làm việc độc lập, dễ di dời đến nơi làm việc mới, khi làm việc máy thường kéo hoặc đẩy vật theo một phương. Nhóm này có các loại như: kích, palăng xích, palăng điện, tời.
Máy nâng kiểu cần còn gọi là cần trục, đặt điểm chung của nhóm máy này là có bộ phận cần. Vị trí của vật được xác định theo hệ toạ độ trụ (R,φ,z). Để xác định vị trí của vật cần thay đổi 3 thông số: bán kính với R, góc quay trong mặt phẳng ngang φ và độ cao z. Nhóm máy này có các loại như cần trục tháp, cần trục tự hành, cần trục thiếu nhi,...
Máy nâng kiểu cầu có kết cấu dạng một nhịp cầu. Vị trí của vật được xác định theo hệ toạ độ đềcác (x,y,z) tức di chuyển vật theo 3 phương vuông góc để xác định vị trí. Nhóm máy này có các loại như cầu trục, cổng trục, bán cổng trục, thiết bị nâng kiểu dây treo.
Máy nâng kiểu cột có kết cấu máy dạng cột là giàn thép hay khung thép đặt thẳng đứng, vật được nâng hạ lên xuống dọc theo cột. Nhóm máy này có các loại như vận thăng, thang máy, xe nâng hàng.

### II. Thiết bị mang vật:

1. Chén đội vật: còn gọi là mũ kích, là bộ phận tác dụng lực trực tiếp vào vật cần nâng của các loại kích.
2. Móc câu: còn gọi là móc cẩu hay móc treo. Có 2 loại, móc đơn và móc kép.

Móc đơn là thiết bị mang vật vạn năng thông dụng nhất, dùng để treo vật có trọng lượng đến 20T. Để tránh hiện tượng các dây cáp treo vật tự trượt ra khỏi móc câu, ở miệng móc có bộ phận chặn cáp.
Móc kép: dùng để treo vật nặng có tác dụng lực đối xứng vào móc, treo nhiều vật cùng lúc.
Vòng treo: vòng treo thường được dùng để nâng vật có trọng lượng lớn trên 25T. Vòng treo gọn nhẹ hơn so với móc câu có cùng tải trọng nâng, khi sử dụng không được tiện lợi do phải luồn dây treo qua vòng treo.
3. Bàn nâng: là thiết bị mang vật của vận thăng và xe nâng hàng. Vật nặng được đặt lên bàn nâng khi nâng chuyển vật.
4. Nam châm điện: dùng lực từ để hút các vật bằng thép và gang.
5. Thiết bị hút chân không: dùng để hút vật nặng dạng tấm có bề mặt phẳng như kính, ván, tấm thép, tấm kim loại màu; hút các thùng hòm có bề mặt phẳng.




6. Thiết bị cặp vật: dùng để cặp các vật nặng có trọng lượng, kích thước, hình dạng, tính chất cơ lý như nhau với số lượng lớn.
7. Thiết bị ngoạm: dùng để ngoạm rác, đá cỡ lớn.

8. Gàu ngoạm: gàu ngoạm là thiết bị mang tải dùng để ngoạm vật liệu, hàng hoá dạng rời, ngoạm đất cấp I, cấp II. Gàu ngoạm thường được dùng tại các công trường khai thác cát, sỏi, các nhà máy sản xuất vật liệu xây dựng, kho bãi, bến cảng.

**III. Cáp thép và puli:**

1. Cáp thép:

Cáp thép là chi tiết rất quan trọng, được sử dụng trong hầu hết các máy nâng như tời, palăng điện, palăng cáp, dùng để treo vật, dùng làm dây treo cho thiết bị nâng kiểu dây treo; ngoài ra, cáp thép còn được dùng để  neo giữ cột điện, nhịp cầu dây văng và các thiết bị có độ cao lớn như vận thăng, cần trục cột buồm.

Cáp thép được bện từ những sợi thép có độ bền cao (1400 ÷ 2000N/mm$^2$), các sợi thép có đường kính từ 0,2 đến 5mm và có thể được tráng kẽm để chống rỉ. Giữa cáp có thể có lõi hoặc không có lõi.

Phân loại:

Theo số lần bện, có 3 loại: cáp bện đơn, cáp bện đôi và cáp bện ba.

Theo cách bện, có cáp bện xuôi và cáp bện ngược (bện chéo).

Theo số lõi : cáp lõi cứng, cáp lõi mềm, cáp nhiều lõi, cáp không có lõi.

Cáp bện đơn: còn gọi là dảnh cáp hay tao cáp, các sợi thép được bện xoắn lại một lần, loại cáp này thường dùng để treo, buộc.

Cáp bện đôi: gồm các dảnh cáp, các dảnh cáp bện lại thành cáp, là loại được sử dụng nhiều nhất trong máy nâng.

Cáp bện ba: được bện từ cáp bện đôi.

Cáp lõi mềm: lõi mềm đuợc làm từ sợi thực vật  như sợi đay, sợi gai. Lõi mềm có tác dụng giữ dầu mỡ để bôi trơn cáp và làm cho cáp được mềm dẻo để dễ dàng uốn cong qua các puli, tang tời.

Cáp lõi cứng và cáp không có lõi thường dùng để neo giữ.

Cáp bện xuôi:

Chiều bện của các sợi trong dảnh cùng chiều với chiều bện của dảnh quanh lõi. Loại này có tuổi thọ cao, mềm dẻo nhưng dễ bị bung ra và có xu hướng tự xoắn lại khi để chùng. Vì vậy, loại này thường dùng vào việc kéo vật theo dẫn hướng và cáp luôn được giữ căng như thang máy, palăng cáp nâng hạ cần của cần trục.

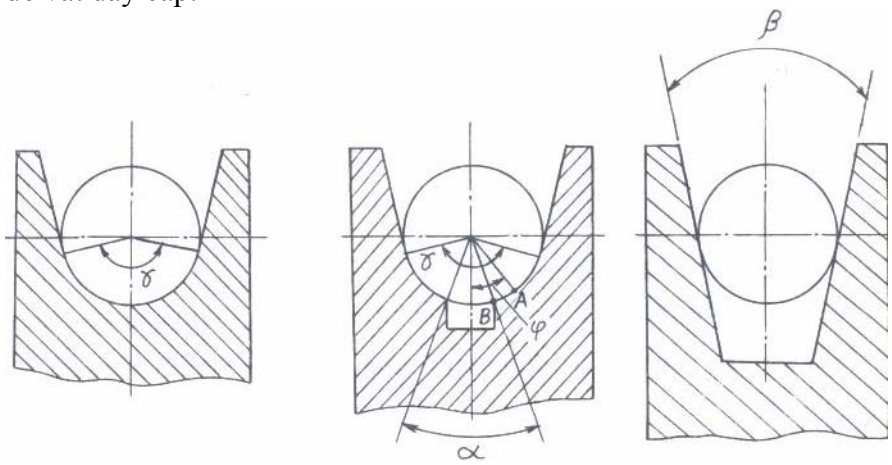
Cáp bện ngược:

Chiều bện của các sợi trong dảnh ngược chiều so với chiều bện của dảnh quanh lõi. Loại này có độ cứng lớn, tuổi thọ không cao, khó bị bung và không tự xoắn lại nên thường dùng trong trường hợp cáp có trạng thái để chùng hẳn như nâng gàu ngoạm, kéo gàu máy đào kéo dây.

2. Puli (từ tiếng Pháp là poulie):

Trong tiếng Việt, từ puli có thể dùng để chỉ ròng rọc, bánh đai.

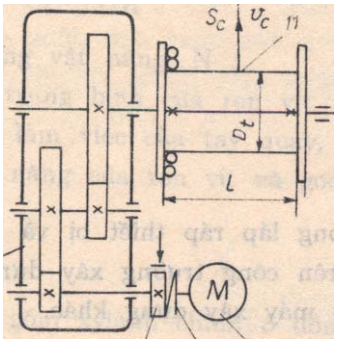
Puli cáp dùng để chuyển hướng cáp và để thay đổi lực căng cáp. Puli cáp có dạng đĩa tròn và có rãnh để vắt dây cáp.




**IV. Tời và palăng:**

Tời và palăng là các cụm cơ bản của máy nâng.

1. Tời:
Tời là thiết bị kéo vật có tang quay, trên tang có quấn dây để kéo vật nặng.
a.Công dụng :
Tời dùng để kéo vật theo phương ngang, kéo vật lên cao. Tời thuường được dùng kết hợp với các puli, palăng để hình thành cơ cấu nâng hạ vật hay cơ cấu kéo một bộ phận nào đó trong máy xây dựng.
b. Phân loại:
Dựa vào nguồn dẫn động, tời được chia làm 2 loại: tời quay tay và tời máy
Dựa vào số tang, tời được chia làm 2 loại: tời 1 tang và tời nhiều tang
c. Tời điện đảo chiều
a. Sơ đồ dẫn động:
Tời điện đảo chiều còn gọi là lời điện thuận nghịch, là loại máy tời phổ biến nhất, có sơ đồ dẫn động như hình vẽ:




Động cơ điện
Nối trục và phanh
Hộp giảm tốc
Tang tời
Ổ
Dây tời

b. Các thông số cơ bản:
Vận tốc quay của tang tời, $n_t$:

$$n_t = \frac{n_{dc}}{i} \quad (v/p)$$

$n_{dc}$: vận tốc quay của trục động cơ
i: tỉ số truyền của hộp giảm tốc
Vận tốc kéo cáp, $V_c$:

$$V_c = \frac{\pi[D_t + (2m-1)d_c]n_t}{60} \quad (m/s)$$

$D_t$: Đường kính tang, m
m: Số lớp dây quấn lên tang
$d_c$: Đường kính cáp, m
Công suất,N:

$$N = \frac{S_c.V_c}{\eta_c} k_d \quad (\mathrm{W})$$

$S_c$: Lực kéo cáp, N
$\eta_c$: Hiệu suất chung của bộ máy tời
$k_d$ : Hệ số lực động
2. Palăng:
Palăng là thiết bị dùng để kéo vật, gồm dây vắt qua các puli (poulie). Các puli gồm 2 cụm, một cụm cố định và một cụm di động đươc. Cụm puli cố định thường được đặt trên cao, cụm puli di động lắp với thiết bị mang vật, nhánh dây ra khỏi palăng kẹp trên bộ phận kéo dây. Bộ phận kéo dây có thể là tang tời, cán píttông, có trường hợp dùng sức người để kéo.
***
Bội suất palăng, a:
là tỉ số giữa số nhánh dây treo vật và số nhánh dây kẹp trên bộ phận kéo dây.

$$a = \frac{m}{k}$$

m: số nhánh dây treo vật
k: số nhánh dây kẹp trên bộ phận kéo dây
Phân loại:
Dựa vào loại dây, palăng có các loại sau: palăng dây thừng, palăng cáp, palăng xích
Dựa vào số nhánh dây được kéo, có hai loại: palăng đơn và palăng kép
Dựa vào khả năng tăng lực kéo, có 2 loại: palăng lực và palăng vận tốc
Dựa vào vị trí nhánh dây ra khỏi palăng, có 2 loại: palăng loại 1 và palăng loại 2
Dựa vào nguồn phát lực, có các loại: palăng kéo tay và palăng điện
Palăng dây thừng: gồm dây thừng vắt qua các puli, dùng sức người để kéo.
Dây của palăng dây thừng được bện từ sợi thực vật như dây dừa, dây đay, dây gai, dùng sức người để kéo dây. Palăng dây thừng thường được dùng để nâng vật có trọng lượng nhỏ như vận chuyển vật liệu lên cao phục vụ thi công nhà dân dụng cao đến 3 tầng, vận chuyển đất khi đào giếng.
Palăng kép là palăng có 2 nhánh dây được kẹp trên bộ phận kéo dây.
Palăng lực hay còn gọi là palăng thuận, khi sử dụng sẽ lợi về lực
Palăng vận tốc hay còn gọi là palăng nghịch, lực kéo của palăng nhỏ hơn lực kéo dây nhưng lợi về vận tốc
Palăng loại 1 là palăng có nhánh dây ra khỏi palăng từ cụm puli cố định
Palăng loại 2 là palăng có nhánh dây ra khỏi palăng từ cụm puli di động
Palăng cáp:
Palăng cáp là thiết bị kéo vật được sử dụng trong hầu hết các máy nâng, có sơ đồ điển hình như hình vẽ:
***
Lực kéo cáp,$S_c$:

$$S_c = \frac{Q+q}{\eta_p \eta^r} \quad (\mathrm{N})$$

Q: Trọng lượng vật nâng, N
Q: Trọng lượng của thiết bị mang vật, N
$\eta_p$: Hiệu suất palăng
$\eta$: Hiệu suất của một puli
r: Số puli ngoài palăng
Đối với palăng đơn loại 1,$\eta_p$ được tính theo công thức sau:

$$\eta_p = \frac{\eta(1-\eta^n)}{a((1-\eta)}$$

n: Số puli có trong palăng

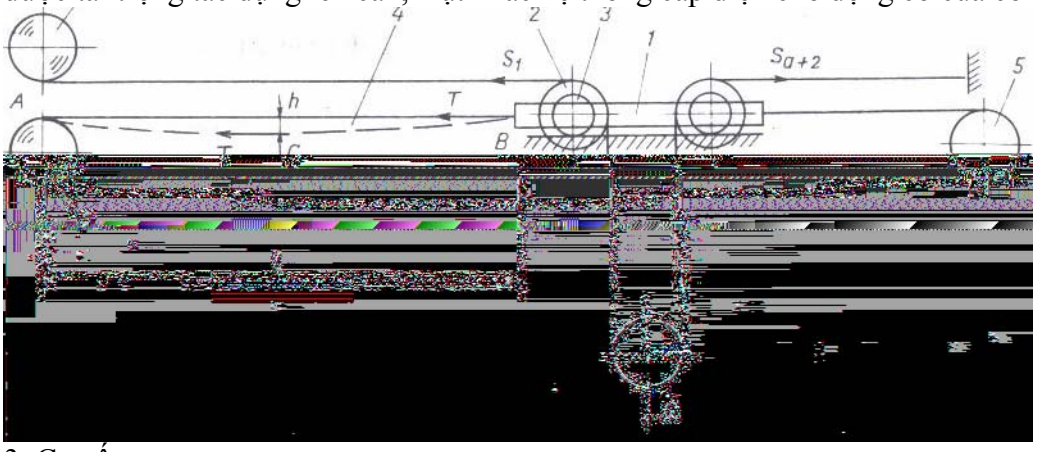
**V. Các thông số cơ bản và các đường đặc tính**

1. Các thông số cơ bản:
a. Tải trọng nang danh nghĩa, $Q_{dn}$(Tấn):
Là trọng lượng lớn nhất mà máy có thể nâng được (kể cả thiết bị mang vật)
$Q_{dn} = Q_{max} + q$
b. Độ cao nâng tối đa, $H_{max}$(m):
Là khoảng cách tính từ bề mặt bãi làm việc đến trọng tâm của thiết bị mang vật ở vị trí cao nhất có thể.
c. Tầm với, R(m):
Thông số tầm với chỉ có ở máy nâng kiểu cần.
Tầm với là khoản cách theo phương ngang tính từ tâm quay của cần trục đến tâm của thiết bị mang vật.
d. Khẩu độ, K(m):

Thông số khẩu độ chỉ có ở máy nâng kiểu cầu.
Khẩu độ là khoảng cách giữa tim của hai đường ray di chuyển của máy.
2. Các đường đặc tính:
Đặc tính tải trọng:
Đặc tính tải trọng là đồ thị hoặc biểu đồ biểu diễn sự phụ thuộc của tải trọng nâng và tầm với (hay khẩu độ)
Đặc tính độ cao nâng:
Đặc tính độ cao nâng là đồ thị hoặc biểu đồ biểu diễn sự phụ thuộc của độ cao nâng lớn nhất và tầm với (hay khẩu độ)

**VI. Các cơ cấu chính:**

1. Cơ cấu nâng hạ vật:
Cơ cấu nâng hạ vật xác định vị trí của vật cần nâng theo phương thẳng đứng.
Hầu hết các máy nâng có cơ cấu nâng hạ vật gồm tời và palăng cáp hoặc palăng điện.
***
2. Các cơ cấu thay đổi tầm với:
Đối với máy nâng kiểu cần, các cơ cấu thay đổi tầm với có tác dụng đưa vật cần nâng vào gần hoặc ra xa tâm quay của máy. Có nhiều cách thay đổi tầm với: thay đổi góc nghiêng cần (tức nâng hạ cần), thay đổi chiều dài cần, di chuyển xe con trên cần, điều khiển cần phụ.
Cần: cần có dạng ống thép, hộp thép hoặc giàn thép không gian tuỳ theo loại cần trục. Một đầu cần được lắp khớp cố định, đầu kia của cần có thể điều khiển nâng hạ được. Đối với cần trục dùng trong công tác lắp ghép, đầu cần còn có lắp thêm cần phụ (còn gọi là mỏ vịt) để tăng tầm với và vùng làm việc của máy. Palăng nâng hạ vật được đặt ở đầu cần hoặc lắp trên xe con chạy trên cần nằm ngang.
a. Cơ cấu nâng hạ cần:
Cơ cấu nâng hạ cần dùng tời và palăng cáp
***
Cơ cấu nâng hạ cần dùng xilanh thuỷ lực
***
b. Cơ cấu di chuyển xe con trên cần:
Để di chuyển xe con trên cần người ta thường dùng tời để kéo xe con, phương pháp này có thể giảm được tải trọng tác dụng lên cần, mặt khác hệ thống cấp điện cho động cơ của cơ cấu đơn giản hơn.




3. Cơ cấu quay:
Cơ cấu quay tạo ra chuyển động quay vật nâng trong mặt phẳng ngang quanh tâm quay của máy.
Cơ cấu quay dùng truyền động bánh răng ăn khớp trong có ưu điểm là quay được toàn vòng được sử dụng phổ biến nhất.
***
Cơ cấu quay dùng xi lanh thuỷ lực có nhược điểm là không quay được toàn vòng, thường dùng cho những cần trục công suất nhỏ.
***

Cơ cấu quay dùng cáp kéo: thường dùng cho những cần trục lắp đặt cố định như cột trục, cần trục cột buồm.
***

**Bài 2. Máy nâng đơn giản**

**I. Kích:**

Kích là loại máy nâng có trọng lượng nhỏ, dễ mang vác và dễ sử dụng, khi làm việc kích thường được đặt dưới vật cần nâng và đẩy vật đi lên vì vậy người ta còn gọi là con đội.

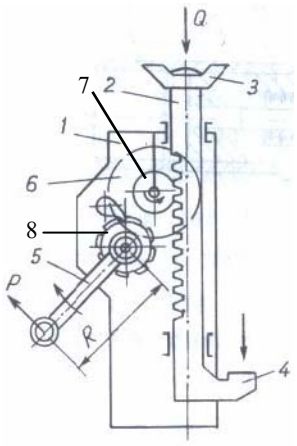
Các loại kích dùng để nâng vật có trọng lượng lớn lên độ cao nhỏ.

Kích thuỷ lực cỡ lớn có thể nâng được vật có trọng lượng đến 700T

Kích được dùng chủ yếu để hỗ trợ sửa chữa, điều chỉnh kết cấu vào đúng vị trí, xê dịch vị trí của máy và thiết bị.

Có 3 loại kích: kích thanh răng, kích vít và kích thuỷ lực.

1. Kích thanh răng:




Hình. Kích thanh răng: 1. Thân kích; 2. Thanh răng; 3. Chén đội; 4. Vấu móc vật; 5. Tay quay; 6. Truyền động bánh răng 7. Bánh răng nâng; 8. Phanh cóc

Thanh răng 2 ăn khớp với bánh răng nâng 7 và được lắp trượt trong thân kích 1; trên thanh răng có chén đội 3 ở đỉnh và vấu móc vật 4 ở phần chân thanh răng. Cụm dẫn động gồm tay quay 5, bộ truyền bánh răng 6 và bánh răng nâng 7. Trục của tay quay 5 có bố trí phanh cóc 8.

Khi quay tay quay theo chiều nâng (theo hình vẽ là cùng chiều kim đồng hồ), qua bộ truyền bánh răng 6 sẽ dẫn động bánh răng nâng 7 quay theo chiều ngược lại. Bánh răng 7 sẽ đẩy thanh răng 2 trượt lên để nâng vật. Trường hợp vật cần nâng nằm sát mặt đất thì dùng vấu 4 để móc vật thay vì dùng chén đội 3.

Phanh cóc 8 có tác dụng phanh giữ vật ở độ cao nào đó theo yêu cầu và bảo đảm an toàn, không cho phép tay quay quay ngược lại dưới tác dụng của trọng lượng vật nâng.

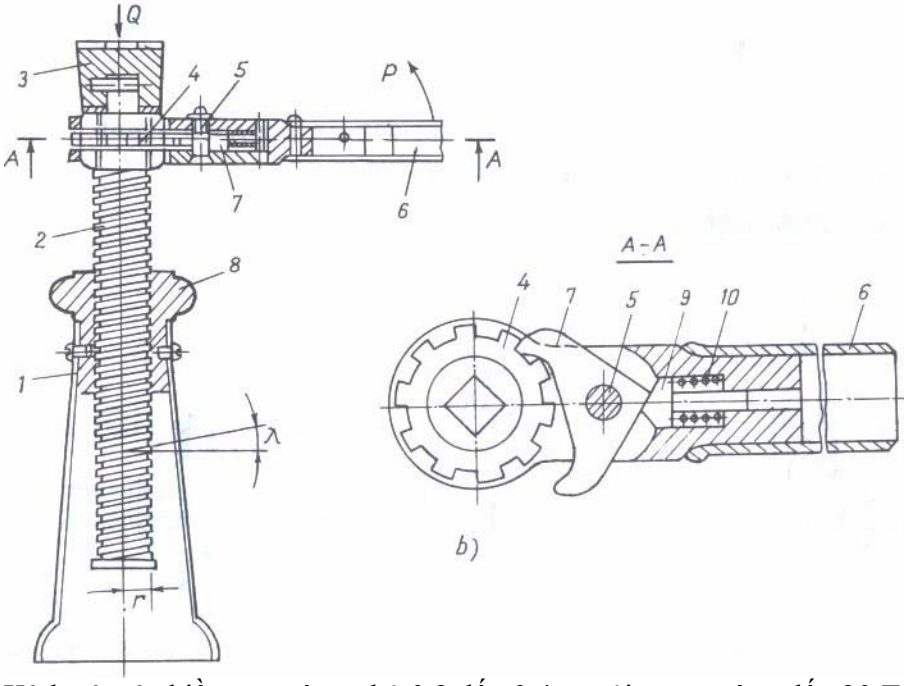
Khi muốn hạ vật thì gỡ cóc hãm khỏi bánh cóc, vật nặng tự hạ xuống do trọng lượng bản thân, khi đó tay quay sẽ quay theo chiều ngược lại.

Kích thanh răng có tải trọng nâng lớn có thể được thiết kế với 2 cặp truyền động bánh, khi sử dụng có thể hai người cùng quay để tăng lực kích.

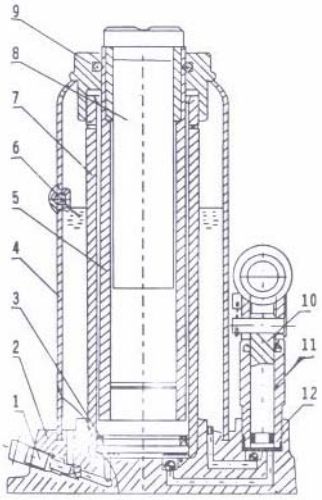
Kích thanh răng thông dụng có thể nâng vật nặng từ 2 đến 6T, độ cao nâng đến 0,7m; dùng để nâng vật, đẩy vật; dịch chuyển máy đóng cọc, máy khoan đến vị trí làm việc kế tiếp.

Nhờ có vấu móc vật, kích thanh răng còn được dùng để nâng các thanh ray trong công tác chèn đá bảo dưỡng đường sắt.

2. Kích vít:




Kích vít có chiều cao nâng nhỏ 0,2 đến 0,4 m, tải trọng nâng đến 30 T.
Kích vít ứng dụng bộ truyền trục vít – đai ốc, đai ốc được lắp cố định với thân kích, khi quay trục vít theo chiều nâng, trục vít sẽ vừa quay vừa tịnh tiến lên để nâng vật.
Khi hạ vật thì quay trục vít theo chiều ngược lại.
Để thuận lợi khi sử dụng, người ta thiết kế tay quay tự động như hình b.
3. Kích thuỷ lực:



Kích thuỷ lực thông dụng có tải trọng nâng nâng đến 50 T có cấu tạo như hình vẽ.
Kích thuỷ lực có tải trọng nâng vài trăm tấn (có loại đến 700 T) được dùng để sửa chữa các nhịp cầu, tháo lắp các chốt xích di chuyển của máy bánh xích, ...
Kích có tải trọng nâng lớn dùng máy bơm thuỷ lực thay cho bơm tay.

**II. Palăng điện và palăng xích:**

1. Palăng điện:

***

Palăng điện là một tời điện có kết cấu gọn, các bộ phận động cơ điện, hộp giảm tốc và tang tời được bố trí thẳng hàng với tang tời ở giữa. Loại máy này thường được treo trên cao để nâng vật, và có thể có cơ cấu di chuyển trên một ray hoặc trên cánh dưới của dầm thép I đặt trên cao.
Palăng điện được có thể sử dụng độc lập để kéo vật hoặc dùng làm cơ cấu nâng của cần trục thiếu nhi, cầu trục.

Trường hợp treo palăng trên cao và dùng 1 dây cáp để kéo vật thì vật nâng có thể xoay hoặc dao động qua lại do cáp rãi trên bề mặt tang. Để tránh các hiện tượng này, palăng điện có hai dây quấn lên tang về hai phía đối xứng nhau qua mặt phẳng giữa tang.

2. Palăng xích:

Pa lăng xích là thiết bị nâng độc lập dùng sức người làm nguồn động lực, dùng để kéo vật lên cao hoặc theo phương ngang, sau khi kéo căng có thể neo giữ vật tạm thời.

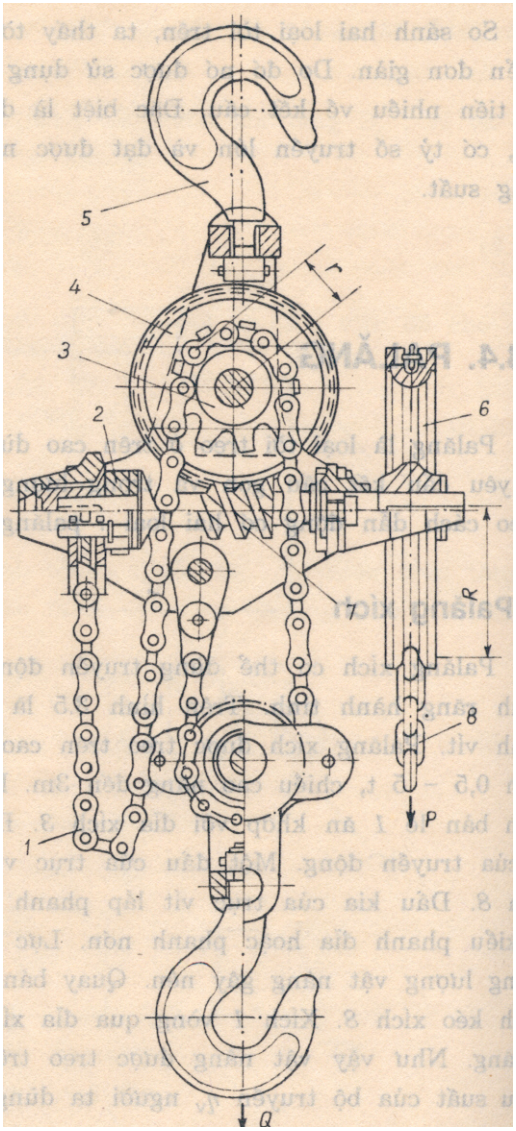
Palăng xích có kết cấu nhỏ gọn, trọng lượng nhẹ, vận tốc nâng nhỏ, tải trọng nâng từ 0,5 đến 5T, độ cao nâng đến 3m.

Trong xây dựng, palăng xích thường được dùng để nâng và lắp ráp cấu kiện khi khối lượng công việc nhỏ, không thường xuyên; dùng trong công tác kích kéo như xê dịch máy đóng cọc, máy khoan cọc nhồi đến vị trí làm việc mới. Palăng xích còn được dùng để hỗ trợ sửa chữa máy móc thiết bị.

Có 2 loại palăng xích: palăng xích dùng truyền động trục vít – bánh vít và palăng xích dùng truyền động bánh răng hành tinh.

Palăng xích dùng truyền động trục vít – bánh vít:

Cấu tạo:




Palăng xích kiểu dùng truyền động trục vít – bánh vít: 1. Xích tải; 2. Phanh tự động có bề mặt ma sát không tách rời; 3. Đĩa xích kéo; 4. Bánh vít; 5. Móc treo palăng; 6. Đĩa xích dẫn động; 7. Trục vít; 8. Xích dẫn vô tận; 9. Móc treo vật

Đặc điểm cấu tạo:
Xích dẫn 8 là một vòng dây xích nên gọi là xích vô tận.
Đĩa xích 3 có cùng trục với bánh vít 4.
Khi nâng hoặc kéo vật, palăng được treo cố định nhờ móc 5, móc 9 móc vào vật.
Nguyên lý hoạt động:
Khi kéo xích vô tận 8, xích này sẽ dẫn động quay đĩa xích 6 và làm quay trục vít 7, qua bộ truyền trục vít – bánh vít (7,4) đĩa xích 3 được dẫn động quay theo. Trường hợp đĩa xích 3 được dẫn động quay ngược chiều kim đồng hồ, vật sẽ được kéo lên; nếu dẫn động đĩa xích 3 quay theo chiều ngược lại, vật sẽ được hạ xuống.
Truyền động trục vít – bánh vít trong pa lăng có khả năng tự hãm giữ vật ở độ cao nào đó, để tăng tính an toàn người ta thiết kế có phanh tự động có bề mặt ma sát không tách rời 2.
Loại palăng xích phổ biến hiện nay là kiểu dùng truyền động bánh răng hành tinh, sử dụng phanh tự động có bề mặt ma sát tách rời.

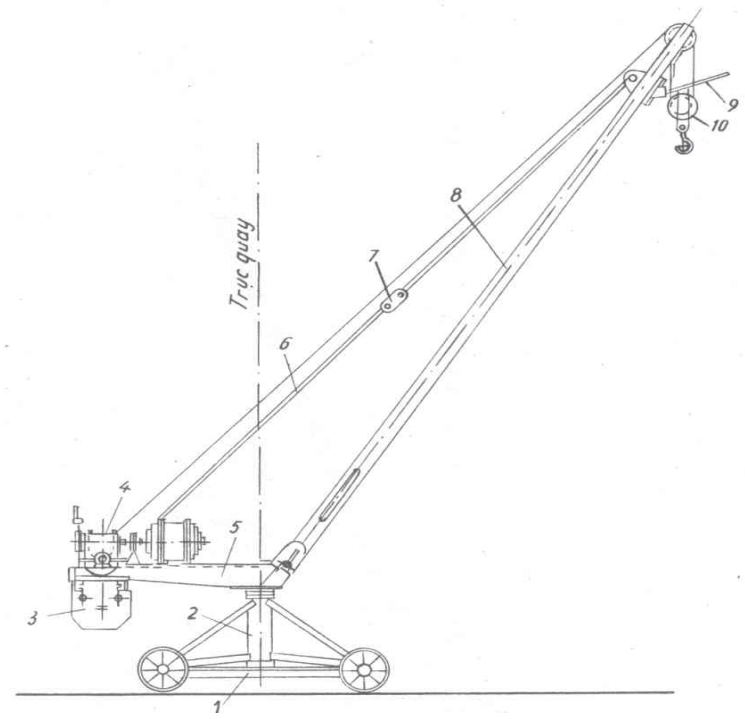
**Bài 3. Máy nâng kiểu cần (Cần trục)**

**I. Cần trục thiếu nhi:**

1. Công dụng:

Cẩn trục thiếu nhi là loại cần trục có tải trọng nâng nhỏ, có thể di chuyển được nhờ sức người. Loại cần trục này thường dùng để vận chuyển vật liệu xây dựng và các cấu kiện lên cao, phục vụ thi công các toà nhà cao đến 5 tầng, dùng trong công tác tháo lắp máy, nâng chuyển các thùng đất lên bờ khi đào hố móng bằng sức người.

2. Cấu tạo chung:




Hình. Cần trục thiếu nhi: 1. Khung di chuyển bằng bánh sắt; 2. Ống đỡ và trục quay; 3. Đối trọng; 4. Tời 5. Bệ quay; 6,7. Thanh giằng; 8. Cần; 9. Công tắc hành trình; 10. Palăng nâng hạ vật

Bộ phận cần của cần trục thiếu nhi có dạng ống thép, dài từ 1 đến 4m, được lắp khớp bản lề trên bệ 5; bệ có trục quay được đặt trong ống đỡ 2; palăng nâng hạ vật 10 bố trí ở đầu cần; bộ máy tời 4 (hoặc palăng điện) đặt trên bệ để kéo cáp dẫn động palăng nâng hạ vật.
Như vậy, cần trục chỉ có cơ cấu nâng hạ vật, không thay đổi tầm với được trong quá trình làm việc, các hoạt động khác như quay, di chuyển thì dùng sức người.
Cần trục thường được thiết kế với bội suất bằng 1 hoặc 2, tải trọng nâng từ 500 đến 1000kG, tầm với từ 1 đến 4m, độ cao nâng đến 20m.
Với bội suất nhỏ nên vận tốc nâng vật lớn, để bảo đảm an toàn người ta dùng công tắc hạn chế hành trình 9, khi cụm puli di động chạm vào đòn 9 thì cơ cấu nâng vật được điều khiển phanh lại.
Khi thay đổi vị trí làm việc có thể tháo rời cần trục làm nhiều phần, chuyển từng bộ phận đến vị trí làm việc mới rồi lắp lại.

**II. Cần trục tháp:**

Cần trục tháp thường đuợc gọi là cẩu tháp, là loại máy nâng có bộ phận thân tháp có chiều cao lớn.

1. Công dụng:

Cần trục tháp dùng để vận chuyển vật liệu xây dựng và các cấu kiện xây dựng lên cao, lắp ráp các cấu kiện trong các công trình xây dựng có độ cao lớn, khối lượng công việc lớn, thời gian thi công dài. Cần trục tháp thường được sử dụng để thi công nhà cao tầng, trụ cầu lớn, công trình thuỷ điện.

2. Phân loại:

Dựa vào đặc điểm làm việc của thân tháp, cần trục tháp được chia làm 2 loại: cần trục tháp có thân tháp quay và cần trục tháp có thân tháp không quay (đầu tháp quay)
Dựa vào dạng cần, chia 2 loại: cần trục tháp có cần nâng hạ và cần trục tháp có cần đặt nằm ngang
Dựa vào khả năng di chuyển : cần trục tháp đặt cố định và cần trục tháp di chuyển trên ray.
Dựa vào khả năng thay đổi độ cao, có các loại sau:

- Cần trục tháp tự nâng, tăng dần độ cao bằng cách nối dài thêm thân tháp.
- Cần trục tháp tự leo, cần trục leo dần lên cao theo sự phát triển độ cao của công trình.
- Cần trục tháp không thay đổi được độ cao.

3. Cấu tạo chung:

***

Hình vẽ mô tả cần trục tháp lắp đặt cố định có đầu tháp quay, dùng xe con di chuyển trên cần nằm ngang để thay đổi tầm với.
Thân tháp dạng giàn thép không gian, gồm nhiều đoạn lắp ghép lại với nhau bằng mối ghép bu lông.
Đầu tháp có thể chuyển động quay được trên đoạn tháp trên cùng.
Cần và cần đặt đối trọng được lắp khớp với đầu tháp và được neo giữ nằm ngang, có thể hạ xuống hoặc nâng lên được khi cần thiết.
Xe con mang vật di chuyển được trên ray nhờ cáp kéo để thay đổi tầm với.
Pa lăng nâng vật có các pu li cố định lắp trên xe con.
Cột ráp nối dùng để thay đổi chiều cao của thân tháp.
Các cơ cấu :
Cần trục tháp loại này có các cơ cấu như : cơ cấu nâng hạ vật, cơ cấu di chuyển xe con để thay đổi tầm với, cơ cấu quay. Với các cơ cấu này, cần trục tháp có thể vận chuyển hàng trong vùng làm việc của nó là hình trụ xuyến.
Tuỳ theo loại, cần trục tháp còn có thể có các cơ cấu khác như di chuyển, nâng hạ cần, di chuyển đối trọng, thay đổi chiều cao thân tháp, v.v...

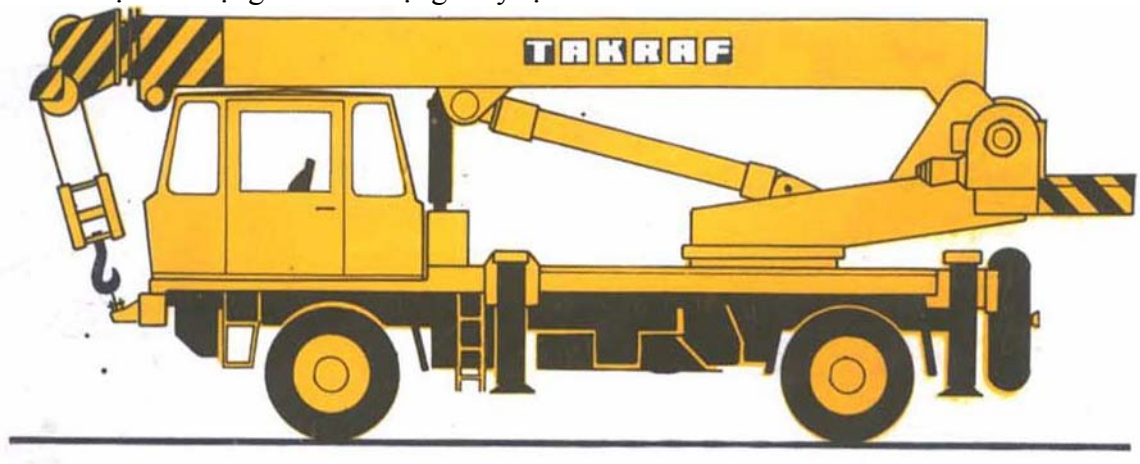
4. Cách thay đổi độ cao :

Khi thi công cần nối dài thêm thân tháp theo sự phát triển độ cao của công trình, khi tháo dỡ phải tháo dần các đoạn thân tháp.
Có nhiều cách thay đổi độ cao, có thể nối dài thân tháp từ đỉnh tháp, chân tháp hoặc giữa tháp. Cần trục tháp thi công các toà nhà cao hàng trăm tầng, người ta dùng cách leo sàn.
Cơ cấu trượt nâng tháp :
Để trượt tháp lên cao người ta dùng xi lanh thuỷ lực, hệ tời pa lăng cáp hoặc truyền động bánh răng thanh răng.

Nối dài tháp từ đỉnh tháp:
***
Biện pháp này thực hiện ở trên cao nên không an toàn, rất nguy hiểm cho công nhân, ảnh hưởng đến tiến độ vì phải dừng lại để thực hiện tăng độ cao. Ưu điểm là có thể neo phần thân tháp chắc chắn vào công trình. Biện pháp này thường đượcdùng ở cần trục tháp có đầu tháp quay.
Nối dài tháp từ chân tháp:
***
Biện pháp này thực hiện trên mặt nền nên an toàn, khâu chuẩn bị diễn ra trên mặt đất nên cần trục vẫn hoạt động nang chuyển vật bình thường, không ảnh hưởng lớn đến tiến độ thi công. Neo giữ vào công trình khó khăn vì thân tháp không cố định, có chuyển động trượt lên cao. Thường dùng cho cần trục tháp có thân tháp quay.
Nối dài tháp từ giữa tháp:
***
Đây là biện pháp dùng khá phổ biến, vị trí lắp thêm đoạn tháp có thể là bất kỳ chỗ ghép nào trên thân tháp.
5. Một số chú ý trong sử dụng cần trục tháp:
Cần trục tháp có độ cao lớn, cồng kềnh vì vậy cần thiết phải tính toán độ ổn định và xử lý nền móng trước khi lắp đặt, phải tính đến phương án tháo dỡ khi hoàn thành công trình tránh vướng vào các công trình bên cạnh.
Khi gặp gió bảo phải hạ cần và côngxon, hạ thấp độ cao, neo giữ chắc chắn vào công trình.
Sử dụng cần trục tháp có chi phí ban đầu lớn, mất nhiều thời gian cho khâu lắp dựng và tháo dỡ vì vậy chỉ nên dùng cho công trình có độ cao lớn, khối lượng công việc lớn, thời gian thi công từ 6 tháng trở lên.

**III. Cần trục tự hành:**

Cần trục tự hành là loại cần trục có thiết bị phát lực là động cơ đốt trong, hệ thống di chuyển bằng bánh xích hoặc bánh lốp, nó có tính cơ động rất cao, có khả năng di chuyển trong phạm vi khá rộng lớn.
1. Công dụng:
Cần trục tự hành được sử dụng rộng rãi để xếp dỡ hàng hoá cho các phương tiện vận chuyển, nâng chuyển hàng hoá tại các kho bãi sản xuất, nhà ga, bến cảng,...
Trong xây dựng, cần trục tự hành được dùng để láp ráp các cấu kiện, hỗ trợ các máy khác thi công như nâng hạ cọc và thiết bị cho máy đóng, ép cọc, máy khoan cọc nhồi.
2. Phân loại :
Dựa vào hệ thống di chuyển, có các loại: cần trục bánh xích, cần trục bánh lốp, cần trục lưu động ô tô
Dựa vào hệ dẫn động, có các loại: cần trục thuỷ lực, cần trục dẫn động cơ khí, cần trục dẫn động điện
3. Cần trục lưu động ô tô dẫn động thuỷ lực:



Loại cần trục này có các cơ cấu như: di chuyển, nâng hạ vật, nâng hạ cần, quay, thay đổi chiều dài cần. Ngoài ra còn có cơ cấu điều khiển 4 chân tựa để tăng độ ổn định khi nâng chuyển vật.
***
4. Cần trục bánh xích:
***
Tải trọng nâng từ 25 đến 50 T (có loại đến 250 T)
Chiều cao nâng : đến 55m
Chiều dài cần: đến 40 m
Vận tốc di chuyển : 1,5 đến 3,6 km/h
Cần trục bánh xích có độ ổn định lớn, có thể thay đổi khoảng cách giữa 2 dãi xích, không cần phải sử dụng các chân chống khi nâng chuyển vật.
Tại các cảng sông biển còn sử dụng các loại máy nâng kiểu cần khác như: cần trục cột buồm, cần trục chân đế, cần trục giàn. Để nâng chuyển hàng trên sông biển, trục vớt tàu đắm,...người ta còn dùng cần trục nổi.

**Bài 5. Máy nâng kiểu cầu**

Máy nâng kiểu cầu có độ ổn định cao, không phải dùng đối trọng để chống lật như máy nâng kiểu cần. Nhóm máy này có các nhược điểm như chỉ nâng chuyển được vật trong vùng làm việc có dạng hình hộp chữ nhật, khi nâng chuyểnvật có trọng lượng nhỏ theo hướng dọc ray di chuyển phải khởi động và di chuyển cả thiết bị theo hướng dọc ray di chuyển.

I. Cầu trục:

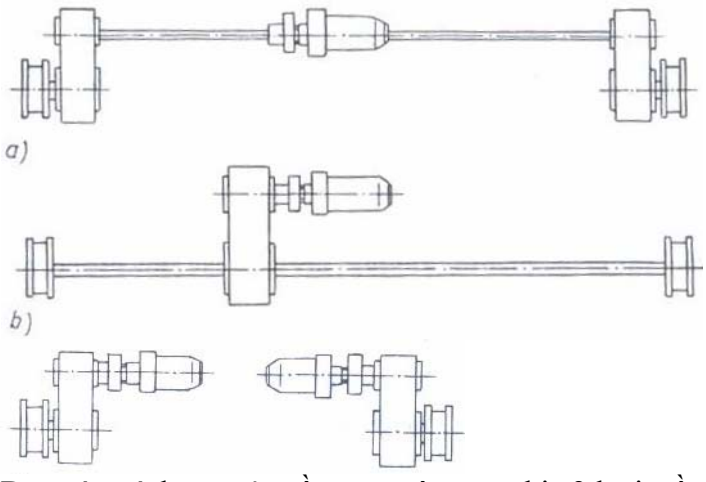
Cầu trục là loại máy nâng có dạng một nhịp cầu bắt qua hai đường ray đặt trên cao.

1. Công dụng:

Cầu trục dùng để nâng chuyển hàng hoá và lắp ráp máy trong các nhà công nghiệp như nhà kho, nhà xưởng, phân xưởng sản xuất. Các cầu trục có tải trọng nâng lớn vài trăm tấn được dùng để lắp ráp, sửa chữa thiết bị trong các công trình thuỷ điện, nhiệt điện.
Để thuận lợi cho việc lắp đặt cầu trục, cầu trục được tính toán thiết kế và lắp đặt ngay trong giai đoạn xây dựng công trình. Khi kết thúc quá trình xây dựng, cầu trục tiếp tục được sử dụng để phục vụ nâng chuyển trong công trình đó.

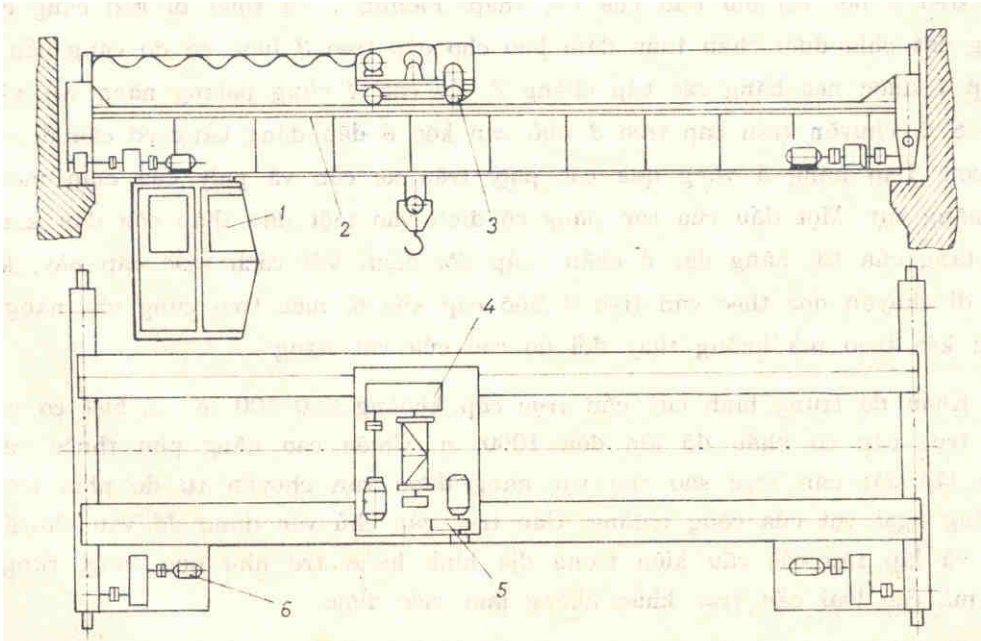
2. Phân loại:

Dựa vào số dầm, cầu trục được chia làm 2 loại: cầu trục 1 dầm và cầu trục 2 dầm
Dựa vào cách bố trí cơ cấu di chuyển, chia 2 loại: cầu trục dẫn động chung và cầu trục dẫn động riêng




Dựa vào cách tựa của cầu trục trên ray, chia 2 loại: cầu trục đỡ trên ray và cầu trục treo trên ray

3. Cấu tạo chung của cầu trục 2 dầm:



Hình 3.31. Cầu trục hai dầm.

4. Các cơ cấu và quá trìnhnâng chuyển vật:
Cầu trục có 3 cơ cấu:
- Cơ cấu di chuyển cầu trục
- Cơ cấu di chuyển xe con trên dầm
- Cơ cấu nâng hạ vật

Như vậy, để nâng chuyển vật trong không gian làm việc của cầu trục cần kết hợp hoạt động của 3 cơ cấu nêu trên: cơ cấu nâng hạ vật sẽ nâng vật lên hạ vật xuống theo phương thẳng đứng, cơ cấu di chuyển xe con làm thay đổi vị trí vật theo phương ngang, cơ cấu di chuyển cầu trục làm thay đổi vị trí vật theo phương dọc ray di chuyển.

**II. Cổng trục và bán cổng trục**

Cổng trục là loại máy nâng có dạng cổng, có thể di chuyển được trên hai đường ray đặt trên mặt đất hoặc lắp đặt cố định.

Cổng trục thường được dùng để cơ giới hoá công tác xếp dỡ tại các kho bãi vật liệu xây dựng và các bãi đúc các cấu kiện bêtông; dùng để lắp ráp cấu kiện và thiết bị trong các công trình thuỷ điện, nhiệt điện. Cổng trục cố định được dùng để nâng hạ đóng mở các cửa van trong các công trình thuỷ lợi, thuỷ điện.

Trường hợp nhà xưởng đã có sẵn, việc lắp đặt ray và cầu trục trong nhà xưởng sẽ gặp nhiều khó khăn, người ta có thể dùng cổng trục thay cho cầu trục.

Bán cổng trục có cấu tạo như cổng trục nhưng chỉ có một đầu giàn thép lắp chân cổng, đầu kia đặt trên cao như cầu trục.

**Bài 5. Vận thăng**

***

Vận thăng thường được lắp tựa vào toà nhà đang thi công, dùng để vận chuyển vật liệu và các cấu kiện lên cao. Khi thi công các toà nhà có độ cao lớn, người ta còn dùng vận thăng để vận chuyển người, cải thiện điều kiện đi lại của công nhân.

Tải trọng nâng : 0,3 đến 0,5 T

Chiều cao nâng : 50 m

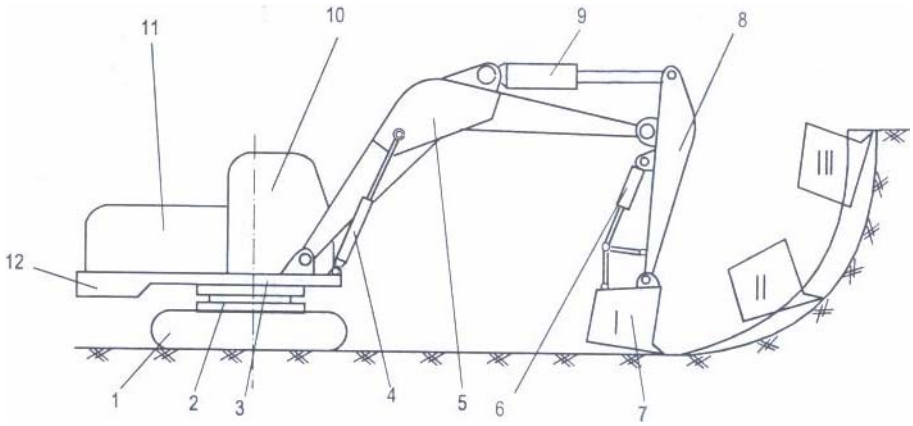
Vận tốc nâng vật : 0,3 đến 0,5 m/s

*Máy nâng người :*
*Trong xây dựng, người ta còn dùng máy nâng người để thực hiện các công việc như quét vôi, lau cửa kính nhà cao tầng, lắp đặt thiết bị lên trần nhà trong công tác hoàn thiện, lắp đặt sửa chữa hệ thống điện chiếu sáng trên đường phố,v.v...*

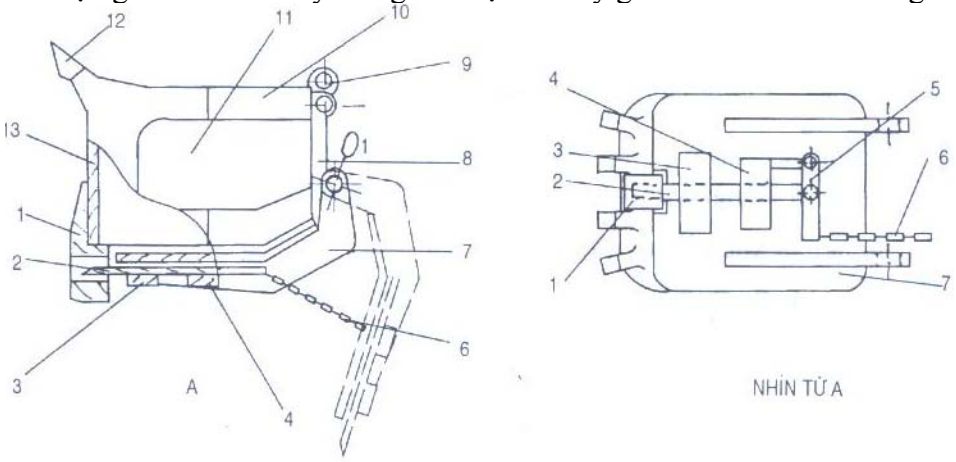
## CHƯƠNG IV. MÁY LÀM ĐẤT
**Chưa xong**

Bài. Máy xúc và máy đào
Máy xúc một gàu

Quá trình làm việc:
Máy xúc một gàu làm việc theo chu kỳ
Máy xúc gàu thuận:
Máy xúc gàu thuận còn gọi là máy đào gàu ngữa.
Máy xúc gàu thuận có loại điều khiển bằng cáp và có loại điều khiển bằng thuỷ lực.
Máy xúc gàu thuận điều khiển thuỷ lực có loại xả đất qua đáy gàu và có loại xả đất bằng cách xoay gàu để úp miệng gàu hướng xuống.

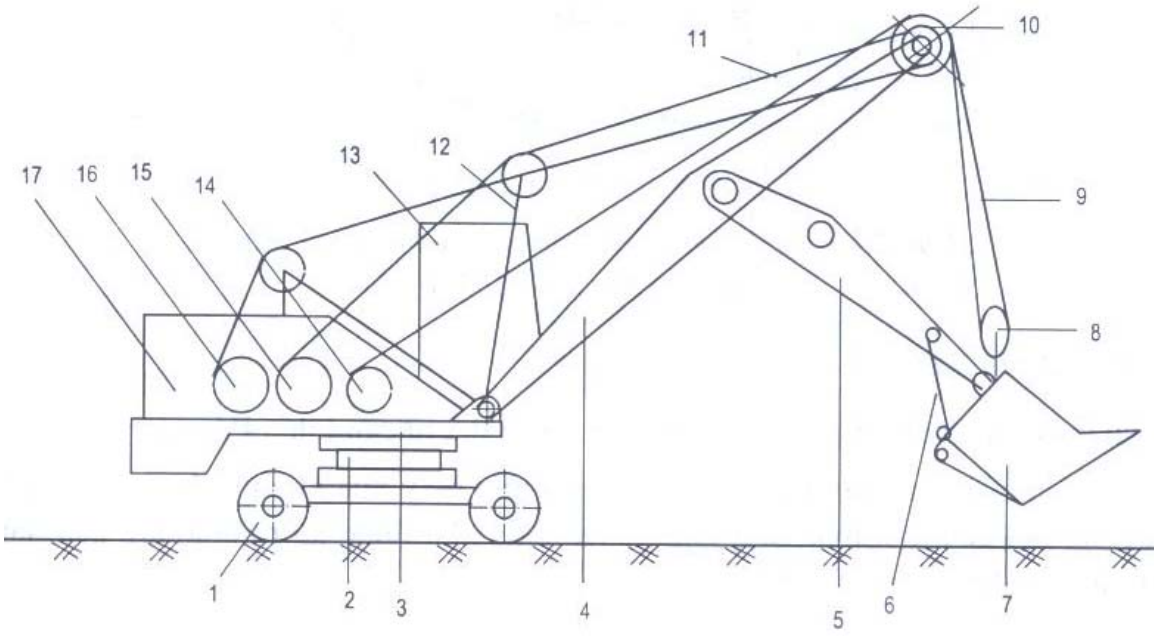



Bộ phận công tác :
Cấu tạo gàu xúc của máy xúc gàu thuận có đáy gàu điều khiển mở bằng cách giật dây




Hình. Cấu tạo gàu xúc của máy xúc gàu thuận có đáy gàu điều khiển mở bằng cách giật dây: 1. Mấu giữ chốt; 2. Chốt; 3,4. Các thanh tạo lỗ dẫn hướng chốt; 5. Đòn kéo chốt; 6. Xích kéo mở chốt; 7. Đáy gàu; 8. Thành sau; 9. Tai gàu liên kết khớp với tay gàu; 10. Đai

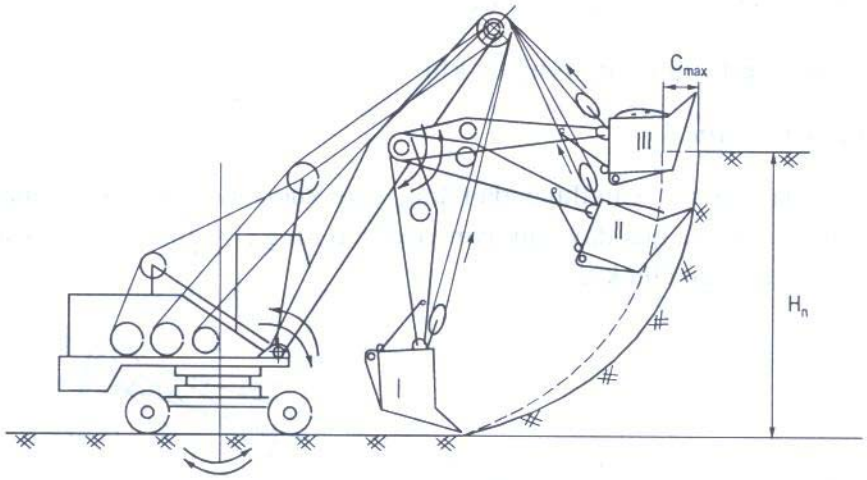
Cấu tạo chung của máy xúc gàu thuận điều khiển bằng cáp :




Quá trình làm việc:
Máy xúc gàu ngữa làm việc theo chu kỳ trên từng vị trí đứng của máy, mỗi chu kỳ gồm 4 giai đoạn sau:
- Xúc và tích đất vào gàu
- Quay gàu đến nơi dỡ tải
- Dỡ tải (đổ đất ra khỏi gàu)
- Quay gàu không tải trở lại vị trí đào để bắt đầu chu kỳ kế tiếp

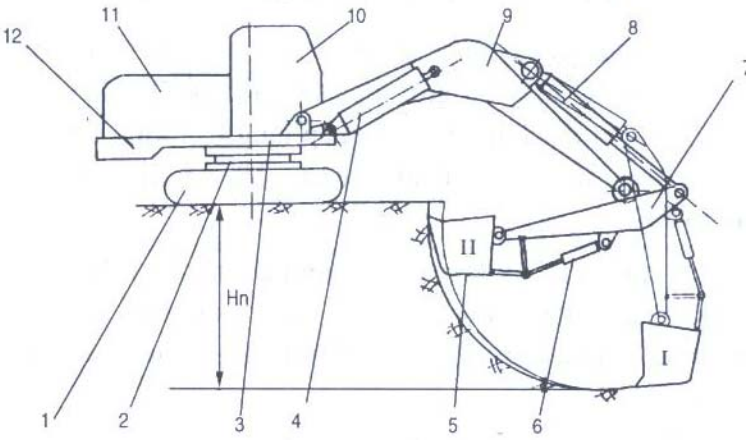
Trong một chu kỳ làm việc máy không di chuyển mà chỉ đứng tại một chỗ, vì vậy phải chọn vị trí đứng của máy sao cho vùng làm việc của máy bao phủ cả vùng lấy đất và vùng dỡ tải, tức khả năng với gàu của máy phải với tới được vị trí xúc đất và vị trí dỡ tải.
Để tích được đất trong gàu, trước hết phải đóng đáy gàu. Việc điều khiển đóng đáy gàu như sau: nâng cần kết hợp với hạ tay gàu, khi tay gàu nghiêng $10^0$ hoặc nhỏ hơn $10^0$ so với phương thẳng đứng thì đáy gàu sẽ tự động đóng lại do trọng lượng bản thân, khi đó chốt 2 sẽ được giữ trong mấu 1 và đáy gàu cũng được giữ ở trạng thái đóng.
Hạ cần kết hợp với nâng gàu từ dưới lên để xúc đất vào gàu, chiều dày phoi cắt và lực tác dụng vào gàu tăng dần từ dưới lên nên gọi là cắt thuận, vì vậy máy xúc gàu ngữa còn gọi là máy xúc gàu thuận.
Sau khi tích đất vào gàu thì nâng gàu rồi quay đến vị trí dỡ tải.
Để dỡ tải xả đất khỏi gàu thì điều khiển mở đáy gàu bằng cách giật dây 6, đòn 5 sẽ kéo chốt 2 trượt khỏi mấu 1 và đáy gàu sẽ được mở ra.

Việc mở đáy gàu xả đất quá đột ngột sẽ tác dụng lực động lớn lên phương tiện vận chuyển, để giảm lực động này, người ta chế tạo gàu xúc có đáy gàu mở hai cấp.
Sau khi xả đất xong thì quay gàu không tải về vị trí đào đất, lại đóng đáy gàu và bắt đầu chu kỳ kế tiếp.

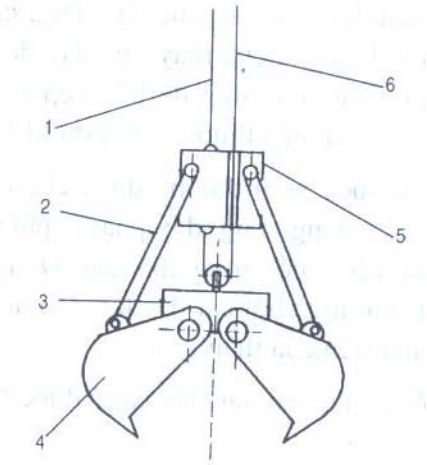



Máy xúc gàu nghịch
Máy xúc gàu nghịch có thể làm việc được với đất cấp IV, thường được dùng để đất và vật liệu cát đá ở mức thấp hơn cao trình máy đứng; đào rãnh để lắp đặt đường ống, cáp điện; đào kênh mương, hố móng.
Gàu có thể được thay bằng thiết bị ngoạm để ngoạm rác hoặc thay bằng gàu ngoạm để ngoạm đất.
Máy xúc gàu nghịch thường được dùng làm máy cơ sở để chế tạo thành máy cắm bấc thấm không chuyên dùng.

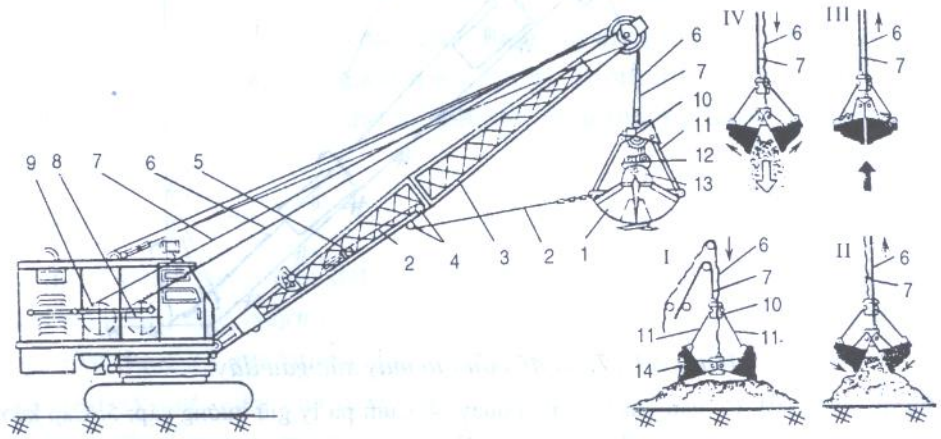
Máy xúc gàu nghịch điều khiển thuỷ lực có khâu tịnh tiến : có thể đào sâu




Máy đào gàu ngoạm:
Máy đào gàu ngoạm điều khiển bằng cáp thực chất là cần trục có thiết bị mang vật là gàu ngoạm điều khiển bằng cáp.
Máy đào gàu ngoạm điều khiển thuỷ lực là máy đào gàu sấp có thiết bị công tác là gàu ngoạm thuỷ lực.
Phân loại: Gàu ngoạm có 3 loại: gàu ngoạm 1 dây, gàu ngoạm 2 dây và gàu ngoạm thuỷ lực.
Gàu ngoạm 2 dây:
Bộ công tác gàu ngoạm gồm cáp nâng gàu (1), thanh giằng (2), đầu nâng dưới (3), gàu (4), đầu nâng trên (5), cáp đóng mở gàu (6).




Quá trình làm việc :



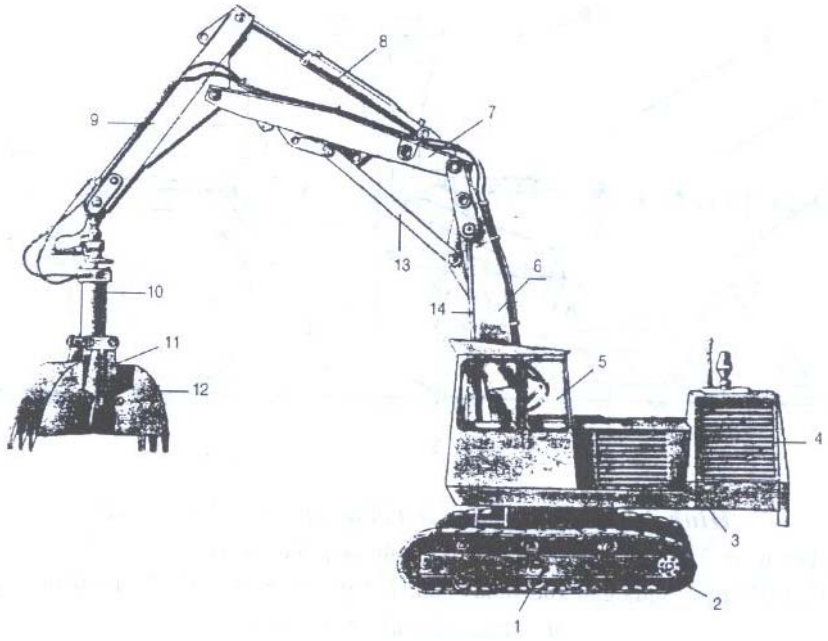

***Hình 2.I.18.*** *Sơ đồ cấu tạo của máy xúc gầu ngoạm và quá trình làm việc*

1. Gầu; 2. Cáp giữ gầu không xoay; 3. Cần; 4. Ròng rọc đổi hướng cáp; 5. Đối trọng của cáp giữ gầu; 6. Cáp đóng mở gầu; 7. Cáp nâng gầu; 8. Cơ cấu đóng mở gầu; 9. Cơ cấu nâng hạ gầu; 10. Đầu (dầm) trên; 11. Thanh kéo; 12. Ròng rọc; 13. Đầu (dầm) dưới (đối trọng).

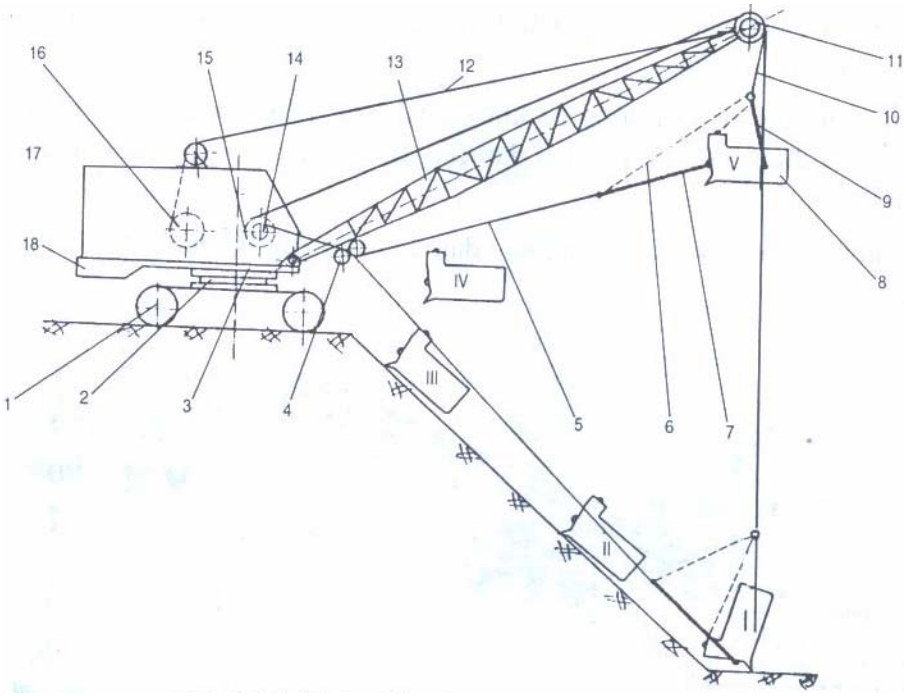
Năng suất cao, khó thay thế bộ công tác, điều khiển nhiều thao tác trong môt chu kỳ

Máy xúc gàu ngoạm điều khiển một dây : Dỡ tải phải hạ gàu chạm vào nền hoặc một vị trí trên caoNăng suất thấp, thường dùng tại các bến cảng, dùng móc câu của cần trục móc vào gàu là có thể xúc được

Máy xúc gàu ngoạm điều khiển thuỷ lực : chiều sâu đào không lớn




Máy xúc gàu dây:




1. Cơ cấu di chuyển; 2. Cơ cấu quay; 3. Bệ quay; 4. Puli chuyển hướng cáp; 5. cáp kéo gàu; 6. Dây cân bằng; 7. Xích kéo gàu; 8. Gàu; 9. Xích nâng gàu; 10. cáp nâng gàu; 11. Cụm puli đầu cần; 12. cáp nâng hạ cần; 13. cần; 14. Tời kéo gàu; 15. Tời nâng hạ gàu; 16. Tời nâng hạ cần; 17. Động cơ và các bộ truyền động; 18. Đối trọng

Với cấu tạo và quá trình làm việc như vậy, loại máy này có các tên gọi khác nhau như Máy đào gàu dây còn gọi là máy xúc kéo dây, máy đào gàu quăng
Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng :
Khó hoạt động với đất cứng, dỡ tải khó chính xác vị trí
Có thể đào rất sâu và rất xa
Nạo vét kênh mương, đào được các mái dốc, cấp liệu cho các trạm trộn bê tông xi măng, bê tông nhựa, đào các hố móng rộng
Máy xúc gàu dây có giai đoạn phát triển rất mạnh cùng với các công trình tầm cở thế giới như hệ thống cống rãnh ở Chicago, kênh đào Panama, kênh đào Xuyê
Ngày nay ít được sử dụng

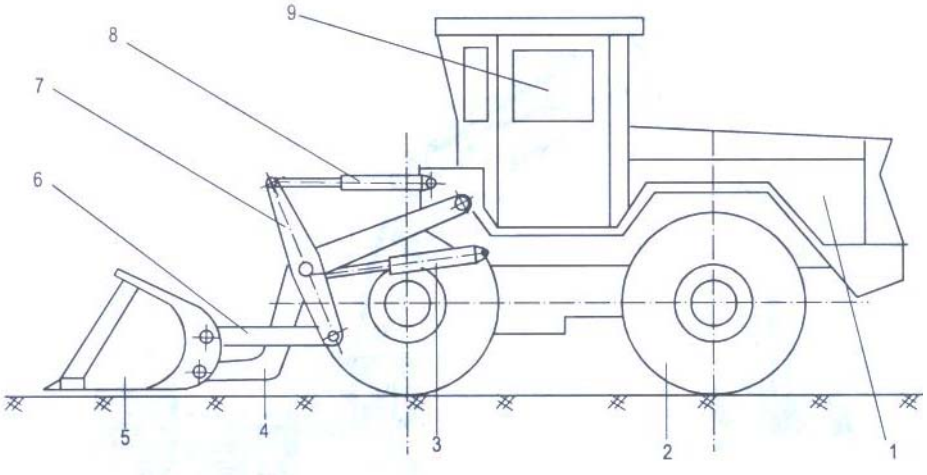
Năng suất :

trong đó : $q$ - dung tích gàu, $m^3$ ;
$T_{ck}$ - thời gian một chu kỳ làm việc, s ;
$k_đ$ - hệ số đầy gàu ;
$k_t$ - hệ số tơi xốp của vật liệu ;
$k_{tg}$ - hệ số sử dụng thời gian.

Máy đào nhiều gàu:
Phân loại:
Dựa vào hướng của thiết bị đào đất so với hướng di chuyển của máy, có các loại: máy đào ngang và máy đào dọc và máy đào hướng kính.
Dựa vào đặc điểm cấu tạo của thiết bị công tác, có hai loại: máy đào nhiều gàu hệ rôtô và máy đào nhiều gàu hệ xích.

Cấu tạo
Hình * mô tả máy xúc nhiền gàu hệ roto
Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng :
Năng suất rất cao.
Gia thành máy cao, không đa năng, khối lượng công việc bảo dưỡng sửa chữa lớn.
Chỉ nên dùng cho công việc có khối lượng lớn và tập trung như thuỷ điện, khai mỏ.
Ưu nhược điểm:
Máy xúc nhiều gàu là loại máy làm đất hoạt động liên tục, thường dùng để đào rãnh đặt đường ống
Nhược điểm:

Ưu nhược điểm
Máy xúc lật:
Công dụng :
Máy xúc lật thường được dùng để xúc đất cấp I, cấp II, xúc các loại vật liệu rời như đá, cát, than, rồi đổ vào các phương tiện vận chuyển hoặc dồn thành đống trong phạm vi công trường; xếp dỡ, vận chuyển hàng hoá và các vật nặng ở các nhà kho, nhà ga, bến bãi.
Máy xúc lật làm việc hiệu quả khi đối tượng cần xúc cao hơn cao trình máy đứng.
Phân loại :
Dựa vào hệ thống di chuyển, máy xúc lật được chia làm 2 loại: máy xúc lật di chuyển bằng xích và máy xúc lật bánh lốp
Dựa vào hướng xúc và dỡ tải, có các loại: máy xúc lật xúc và đổ về phía trước, máy xúc lật xúc phía trước đổ một bên, máy xúc lật xúc phía trước đổ phía sau.
Cấu tạo chung :
Hình * mô tả máy xúc lật di chuyển bằng bánh lốp, xúc và đổ đất về phía trước




Hình. Máy xúc lật: 1. 2. 3. Xilanh nâng hạ tay gàu; 4. tay gàu; 5. Gàu; 6. 8. Xilanh điều khiển xoay gàu

Quá trình làm việc:
Máy xúc lật làm việc theo chu kỳ, mỗi chu kỳ gồm 6 giai đoạn:
- Tiến về nơi xúc đất
- Xúc đất vào gàu
- Lùi khỏi nơi xúc đất
- Tiến đến nơi dỡ tải

- Dỡ tải khỏi gàu
- Lùi lại để bắt đầu chu kỳ mới

Giai đoạn xúc đất vào gàu:

Điều khiển các xi lanh thực hiện hạ gàu, miệng gàu hướng về phía trước; cho máy tiến tới để xúc đất vào gàu bằng sức đẩy của máy đồng thời điều khiển lật ngữa dần gàu lên để chứa đất trong gàu.

Giai đoạn lùi khỏi nơi xúc và tiến đến nơi dỡ tải:

Giai đoạn này máy phải thay đổi hướng di chuyển, vì vậy phải hạ gàu xuống thấp , tránh lật máy do lực ly tâm của gàu chứa đất gây ra.

Xả đất : nâng gàu lên cao đồng thời lật miệng gàu xuống để đổ đất ra.

Năng suất :

trong đó : q - dung tích gàu, $m^3$ ;

$T_{ck}$ - thời gian một chu kỳ làm việc, s ;

$k_đ$ - hệ số đầy gàu ;

$k_t$ - hệ số tơi xốp của vật liệu ;

$k_{tg}$ - hệ số sử dụng thời gian.

Quá trình làm việc:

Bài. Máy gạt đất

I. Máy ủi:

1. Công dụng:

Đào và vận chuyển đất với cự li dưới 100 m, đào kênh mương, hố móng cạn và rộng.

Đắp nền đường, nền công trình.

San bằng nền công trình, san lấp hố.

Dồn đống vật liệu

Kéo lu chân cừu, cáp điện, vật có khối lượng lớn, các máy khác.

Đẩy máy cạp, máy khác

Xới đất.

2. Phân loại:

Dựa vào hệ thống di chuyển, máy uỉ được chia thành 2 loại: máy ủi di chuyển bằng xích và máy ủi di chuyển bánh lốp

Dựa vào hệ thống điều khiển, chia 2 loại: máy ủi điều khiển thuỷ lực và máy ủi điều khiển bằng cáp

Dựa vào tính linh hoạt của lưỡi ủi, chia 2 loại: máy ủi thường và máy ủi vạn năng

Dựa vào công suất, có các loại: máy ủi cỡ nhỏ, máy ủi cở trung bình và máy ủi cở lớn

Cấu tạo chung và quá trình làm việc

Cấu tạo chung :

Cấu tạo chung máy ủi bánh xích điều khiển thuỷ lực được mô tả trên vẽ *

1. Máy kéo; 2. Khung ủi; 3. Khớp liên kết khung ủi với máy kéo; 4.Lưỡi ủi; 5. Thanh chống; 6. Xilanh nâng hạ lưỡi ủi; 7. Móc kéo.

Bộ phận công tác :

Bộ phận công tác là lưỡi ủi, còn gọi là ben.

Các thông số hình học của lưỡi ủi :

Cách thay đổi góc đào :

Hệ thống thuỷ lực điều khiển lưỡi ủi :

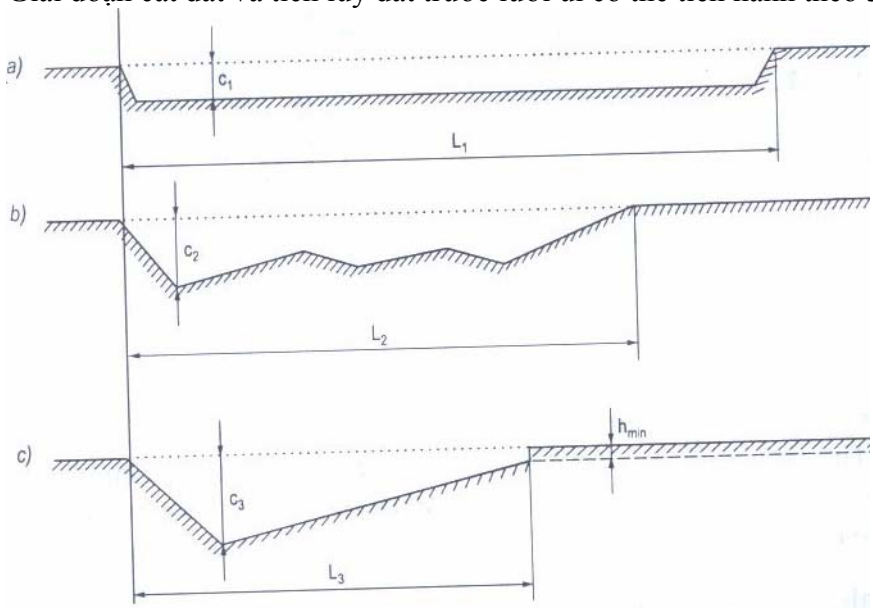
Quá trình làm việc :

Máy ủi làm việc theo chu kỳ, mỗi chu kỳ gồm các giai đoạn sau:

- Cắt đất và tích luỹ đất trước lưỡi ủi.
- Đẩy khối đất trước lưỡi ủi về phía trước đến nơi dỡ tải.

- Dỡ tải.
- Chạy không tải về nơi lấy đất để tiếp tục chu kỳ làm việc mới.

Giai đoạn cắt đất và tích luỹ đất trước lưỡi ủi có thể tiến hành theo 3 sơ đồ (hình)




Hình. Các sơ đồ cắt đất của máy ủi: a. Cắt đất với chiều dày lớp cắt không đổi b. Cắt theo bậc thang; c. Cắt theo hình thang lệch

- Sơ đồ (a): cắt đất với chiều dày lớp cắt không đổi, sơ đồ cắt này dễ thực hiện nhưng càng về cuối giai đoạn cắt đất lực cản càng tăng, như vậy không sử dụng hợp lý được chế độ lực kéo của máy; chiều dài quảng đường cắt đất lớn, dẫn đến thời gian chu kỳ làm việc dài hơn nên năng suất thấp.
- Sơ đồ (b): cắt đất theo bậc thang, chỉ dùng khi gặp đất rắn có lực cản cắt lớn, đòi hỏi tay nghề thợ lái máy cao.
- Sơ đồ (c): cắt đất theo hình thang lệch, sơ đồ này hiệu quả nhất, cho phép sử dụng hợp lý chế độ lực kéo của máy, rút ngắn chiều dài cắt đất, giảm thời gian chu kỳ làm việc nên năng suất cao.

Giai đoạn đẩy khối đất trước lưỡi ủi đến nơi dỡ tải:

Giai đoạn này có thể cắt thêm đất với chiều dày $h_{min}$ để bù lại khoảng rơi rãi dọc đường vận chuyển.

Giai đoạn dỡ tải:

Tuỳ theo yêu cầu ở nơi dỡ tải, giai đoạn này có thể rãi đất thành lớp và đầm sơ bộ hoặc nâng dần lưỡi ủi để vun đất đắp nền, vun thành đống tạo điều kiện thuận lợi cho máy xúc làm việc tiếp theo.

Giai đoạn chạy không tải trở về nơi lấy đất:

Giai đoạn này máy có thể chạy lùi hoặc quay đầu máy rồi chạy tiến. Thông thường, với máy ủi bánh xích nên chọn cách chạy lùi không tải, hạn chế quay đầu máy để giảm hư hỏng xích di chuyển. Trường hợp chiều dài quảng đường làm việc quá lớn, lớn hơn chiều dài giới hạn thì nên chọn cách quay đầu máy, chạy tiến với vận tốc nhanh nhất trở về nơi lấy đất, rồi lại quay đầu máy để tiếp tục chu kỳ làm việc mới.

Máy ủi bánh lốp:

Máy ủi điều khiển bằng cáp:

Máy ủi vạn năng :

Năng suất :

Siêu máy ủi Komatsu D575A-2 là máy ủi lớn nhất thế giới, đặt cạnh nó là máy ủi tiêu chuẩn

Máy san

Công dụng:

Máy san được sử dụng rộng rãi để san bằng và tạo hình dáng bề mặt nền công trình, tạo điều kiện thuận lợi cho công đoạn đầm tiếp theo được dễ dàng và hiệu quả; san rải vật liệu xây dựng nền công trình.
Lưỡi máy san khá linh hoạt nên có thể dùng máy san để đào rãnh thoát nước, đào đắp nền đường, bạt phẳng các mái taluy cho nền đất đắp hoặc các hố đào, bạt taluy đường, kênh mương.
Máy san còn được dùng để san lấp các rãnh lắp đặt đường ống, san lấp hố, thu dọn hiện trường khi hoàn thành công trình.
Khi lắp thêm thiết bị phụ như răng xới, lưỡi ủi, máy san có thể cày xới đất, ủi đất với cự ly đến 30m.
Máy san làm việc có hiệu quả cao với đất cấp I, cấp II. Với cấp đất cao hơn hay có lẫn sỏi đá, nên cày xới đất trước khi cho máy san làm việc.
Phân loại:
Dựa vào số cầu trục, máy san được chia làm 2 loại: máy san 2 cầu trục và máy san 3 cầu trục.
Dựa vào khả năng di chuyển, chia 2 loại: máy san tự hành và máy san không tự hành.
Dựa vào phương pháp điều khiển, có các loại: máy san điều khiển thuỷ lực, máy san điều khiển cơ khí, máy san điều khiển bằng cáp.
Dựa vào công suất và trọng lượng máy, có các loại:

- loại nhẹ: công suất đến 63 mã lực, trọng lượng đến 9T
- loại trung bình: 63 đến 100 mã lực, 9 đến 19T
- loại nặng và rất nặng: trên 100 mã lực, trên 19T

Các loại máy san 2 cầu trục, máy san không tự hành và máy san điều khiển bằng cáp có nhiều nhược điểm nên hầu như không còn được sử dụng. Loại thông dụng hiện nay là máy san tự hành, có 3 cầu trục, điều khiển bằng thuỷ lực hoặc cơ khí.

Bộ phận công tác :
Bộ phận công tác của máy san là lưỡi san, tương tự lưỡi ủi,
Các thông số của lưỡi san ;
Cấu tạo chung :
Hộp cân bằng :
Khả nưng nghiêng hai bánh dẫn hướng :
Các khả năng điều khiển lưỡi san :
Thay đổi góc đào
Đẩy trượt lưỡi san trên giá đỡ
Hạ một đầu lưỡi san xuống nền (Quay trong mặt phẳng thẳng đứng)
Quay lưỡi san trong mặt phẳng ngang, có loại hiện đại có thể quay lưỡi san về phía sau, hành trình đi lùi cũng san đất.
Đưa bộ công tác qua một bên máy
Phân loại :
Năng suất : Tính như công thức máy ủi san đất Tr286
Điều khiển máy san phức tạp, đòi hỏi thợ có tay nghề cao
Lắp thiết bị phụ :
Máy ủi hình thành máy san

Máy cạp (máy xúc chuyển):
Công dụng:
Máy cạp còn gọi là máy xúc chuyển, là loại máy vừa xúc đất vừa vận chuyển đất đến nơi cần thiết.
Máy cạp tích đất vào thùng chứa rồi di chuyển đến nơi dỡ tải nên cự ly vận chuyển khá xa, với máy cạp tự hành bánh lốp, cự ly vận chuyển đến 5000m, vận tốc đến 50km/h; với máy cạp di chuyển nhờ máy khác kéo, cự ly vận chuyển đến 500m, vận tốc đến 13km/h.

Khi dỡ tải, máy có thể rãi và san sơ bộ; khi mang tải trong thùng và di chuyển, máy còn có tác dụng đầm nén đất nơi máy đi qua.
Máy cạp làm việc được với đất cấp I, cấp II, trường hợp cấp đất cao hơn cần phải cày xới đất trước khi cho máy cạp làm việc.
Phân loại :
Dựa vào dung tích thùng : nhỏ, trung bình, lớn
Dựa vào phương pháp cắt đất : cắt đất tự do, cắt đất cưỡng bức;
Dựa vào phương pháp xả đất : xả đất tự do, xả đất cưỡng bức;
Dựa vào khả năng di chuyển :
Dựa vào hệ thống điều khiển :
Cấu tạo chung :
Quá trình làm việc của máy cạp tự hành, cắt đất tự do, xả đất cưỡng bức :
Đào và tích đất vào thùng :
Mở cửa đậy và hạ thùng cạp cho lưỡi cắt cắm vào nền đất rồi cho máy tiến. Đất được cắt và lùa vào thùng. Khi đầy thùng thì đóng cửa đậy và nâng thùng cạp.
Quá trình tích đất hợp lí :
Thực tế cho thấy khi mở cửa đậy quá hẹp thì đất sẽ khó vào thùng, ngược lại khi cửa đậy mở quá rộng sẽ xảy ra hiên tượng đất dồn đống trước miệng thùng làm cản trở quá trình tích đất. Hợp lí là cửa đậy mở từ 40 đến 50 cm, khi đó đất được tích vào thùng qua 3 giai đoạn như sau : giai đoạn I : đất tích vào thành sau; giai đoạn II, đất tích vào thành trước; giai đoạn III : đất dồn lên vùng giữa. Cửa dậy mở hợp lí đất sẽ được tích nhanh đầy thùng, ít tiêu hao công suất máy.
Di chuyển máy đến nơi xả đất.
Xả đất khỏi thùng :
Hạ thùng cạp, mở cửa đậy, điều khiển tấm đẩy tiến dần về phía trước để lùa đất ra. Nâng thùng cạp, đóng cửa đậy.
Di chuyển máy trở lại vị trí lấy đất.

Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng:
Máy cạp có khả năng hoạt động độc lập, tính cơ động cao, vận chuyển đất trong thùng nên không bị hao hụt, năng suất cao.
Máy cạp khá cồng kềnh, là loại máy không đa chức năng như các loại máy làm đất khác, nó đòi hỏi nơi lấy đất phải tương đối bằng phẳng, có cự ly để di chuyển tích đất vào thùng, đất phải không có lẫn đá hay rễ gốc cây và phải có đường để vận chuyển.
không thích hợp với đất dẻo dính, đất cứng
Vì vậy, ,máy cạp ít được sử dụng ở những công trình vừa và nhỏ. Máy cạp chỉ hiệu quả với những công trình có khối lượng công tác đất lớn như công trình thuỷ điện, khai thác mỏ, đào đắp nền những tuyến đường dài với phương pháp lấy đất từ thùng đấu hai bên tuyến đường.
Năng suất :

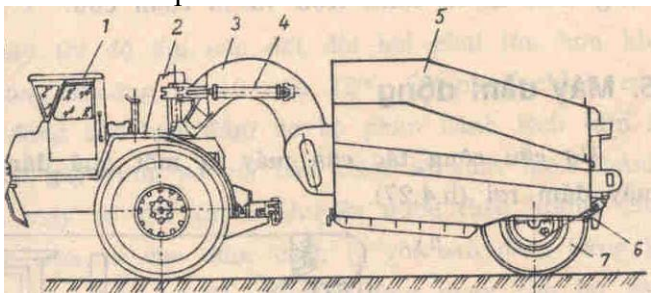
trong đó : q - dung tích thùng cạp, $m^3$ ;
$T_{ck}$ - thời gian một chu kỳ làm việc, s ;
$k_d$ - hệ số đầy thùng ;
$k_t$ - hệ số tơi xốp của đất ;
$k_{tg}$ - hệ số sử dụng thời gian.

Bài. Máy đầm đất
Máy đầm bằng lực tĩnh:
Đất được đầm chặt nhờ trọng lượng bản thân của máy truyền qua bộ phận công tác, bộ phận công tác có thể là bánh thép trơn, bánh thép có vấu hay bánh lốp. Trong quá trình đầm đất, lực đầm không thay đổi.

1. Lu bánh thép:
Lu bánh thép còn gọi là đầm lăn mặt nhẵn, lu bánh cứng trơn.
Có hai loại lu bánh thép: kiểu kéo theo và kiểu tự hành
Bộ phận công tác
Ưu nhược điểm:
Nhược điểm:
Năng suất thấp, các lớp đất đầm ít có độ dính kết với nhau, độ bám của máy trên nền thấp
Ưu điểm:
Cấu tạo đơn giản, giá thành máy thấp, có thể đầm được mặt đường đá sỏi, mặt đường nhựa.
Vấn đề bánh chủ động vào nền trước
2. Lu chân cừu:
Lu chân cừu còn gọi là đầm lăn có vấu hay đầm chân dê. Loại lu này thường được thiết kế kiểu kéo theo, khi đầm phải dùng máy kéo.
Bộ phận công tác của lu chân cừu là quả lăn có thể gia tải được như lu bánh thép, nhưng trên bề mặt bánh có các vấu sắp xếp theo hình bàn cờ hay hình mắt cáo (ô chữ nhật hoặc ô ô tam giác).
Vấu có nhiều hình dạng khác nhau, kiểu vấu hình chóp cụt và hình nón cụt dễ chế tạo nên được dùng rất phổ biến.
Trường hợp máy kéo chỉ tiến, không đi lùi thì kiểu vấu có dạng không đối xứng đầm đất rất hiệu quả, kiểu vấu này xuất hiện rất sớm, hình dạng vấu hao hao giống chân cừu nên người ta gọi loại đầm này là đầm chân cừu.

Ưu nhược điểm:
Ưu điểm:
Các vấu đầm làm giảm diện tích tiếp xúc giữa bánh lu và nền nên ứng suất tác dụng lên nền lớn, tăng được chiều sâu đầm.
Các lớp đất đầm dễ dàng có sự dính kết với nhau, chất lượng đầm cao.
Nhược điểm:
Do bề mặt bánh lu có vấu nên việc di chuyển máy khó khăn, khi chuyển sang công trình khác phải dùng xe tải, rơmooc để  vận chuyển. Các vấu cắm vào nền làm tăng lực cản di chuyển nên sức kéo máy phải lớn.
Lớp đất trên cùng hút nước mạnh khi gặp rời mưa, làm chậm quá trình đầm đất, làm cho các phương tiện khác di chuyển khó khăn hơn. Khi cần bề mặt phẳng và nhẵn phải sử dụng loại máy đầm khác để đầm lại lớp đất trên cùng.

3. Lu bánh lốp:




Hình. Lu bánh lốp: 1. Đầu kéo bánh lốp; 2. Cơ cấu yên ngựa; 3. Càng; 4. Xilanh lái máy; 5. Thùng gia tải; 6. Gạt đất dính; 7. Bánh lu

Lu bánh lốp còn gọi là đầm lăn bánh hơi, có thể tự hành hoặc kéo theo.

Bộ phận công tác là các bánh lốp được xếp thành 1 hoặc 2 hàng ngang, chúng được kéo bởi máy kéo hoặc đầu kéo.

Phân loại:
Kiểu phân bố đều và kiểu phân bố không đều
Năng suất máy đầm tĩnh :
Chiều dài quãng đường cần đầm, m;
Chiều rộng vệt đầm, m;
Chiều rộng phần trùng nhau giữa hai vệt đầm liền kề, m;
Vận tốc di chuyển máy đầm, m/h;
Chiều dày lớp đất đầm, m;
Hệ số sử dụng thời gian;
Thời gian quay vòng, s;
Số lần đầm trên một chỗ.
Máy đầm bằng lực rung và rung – tĩnh kết hợp
Máy đầm truyền lực rung vào nền đất làm cho các hạt đất dao động, do các hạt đất có kích thước, khối lượng khác nhau nên biên độ dao động của chúng cũng khác nhau, vì vậy có sự dịch chuyển tương dối giữa các hạt đất, sự dịch chuyển này mài vỡ các cạnh sắc trên các hạt tạo thành những hạt mới nhỏ hơn. Trong quá trình dao động, hạt đất nào cũng có xu hướng dịch chuyển dần đến vị trí ổn định hơn, chiếm dần những chỗ có khí và nước, đẩy khí và nước ra ngoài. Khi máy đầm đi qua, các hạt đất sẽ giảm dần biên độ dao động rồi dừng lại ở vị trí ổn định nhất.
Thích hợp với đất rời, kích thước hạt đất khác nhau, lực liên kết giữa chúng nhỏ như đất pha cát, sỏi, đá dăm nhỏ, đất á sét.
Không thích hợp với đất dẻo dính như đất sét, đất khô.

Đầm rung có loại đàm bàn rung và đầm lăn rung.
Quả lăn có thể bố trí chân cừu để tăng hiệu quả đầm.
1. Đầm bàn rung

2. Lu rung
Máy đầm bằng lực động
Đất được đầm chặt nhờ động năng của phiến đầm khi rơi, lực tác dụng lên đất thay đổi có tính chu kỳ.
Đầm nện
Dùng cần trục hoặc máy xúc nâng phiến đầm rồi thả rơi tự do để đầm đất.
Phiến đầm bằng gang hoặc bê tông cốt thép có, bề mặt hình tròn hoặc vuông, có khối lượng từ 0,8 đến 2 T, diện tích mặt tiếp xúc với nền khoảng $1m^2$, thả rơi từ độ cao 1,5 đến 3m, đầm từ 3 đến 6 nhát một chỗ, chiều sâu đầm từ 1 đến 1,5 m.
Cách đầm này có ưu điểm là có thể đầm được đất dính, đất rời. Nhược điểm là năng suất rất thấp. Chỉ nên dùng khi khối lượng công việc nhỏ, mặt bằng chật hẹp, nơi mà các máy đầm khác không dùng được.

## CHƯƠNG V. MÁY VÀ THIẾT BỊ GIA CỐ NỀN MÓNG

Bài. Máy đóng cọc
Phân loại:
Dựa vào cách di chuyển, có các loại: máy đóng cọc di chuyển bằng xích, máy đóng cọc di chuyển trên ray và máy đóng cọc lắp trên sàlan di chuyển bằng cách dùng canô kéo.
Dựa vào lực tác dụng lên cọc, có các loại: máy đóng cọc bằng lực động và máy đóng cọc bằng lực rung.

Dựa vào tính chuyên dùng, có các loại: máy đóng cọc chuyên dùng và máy đóng cọc không chuyên dùng.
Thông dụng là các máy đóng cọc di chuyển bằng xích và di chuyển trên ray.
Máy đóng cọc làm việc trên sông biển thường xuyên được lắp trên sàlan có sức chở đến 500T để đảm bảo máy được ổn định khi đóng cọc. Trường hợp đóng cọc ở vùng sông biển không thường xuyên, có thể dùng các máy đóng cọc thông dụng rồi lắp trên hệ thống phao nổi để thi công.
Máy đóng cọc chuyên dùng thường có giá thành máy cao, để giảm chi phí đầu tư máy người ta còn chế máy đóng cọc không chuyên dùng từ những loại máy khác như cần trục tự hành bánh xích, máy xúc một gàu bánh xích hoặc máy kéo bánh xích. Máy đóng cọc di chuyển bằng xích có ưu điểm là thời gian chuẩn bị đóng cọc rất nhanh.
Cấu tạo chung:
Máy đóng cọc thường gồm các phần chính sau:
Máy búa và kẹp cọc
Hệ thống dẫn hướng máy búa
Các cơ cấu
Khung bệ máy
Máy búa là bộ phận tạo ra lực đóng cọc.

I/ Cấu tạo chung:

Thiết bị đóng cọc thường gồm các phần chính sau:

1) Đầu búa: là bộ phận trực tiếp gây ra lực tác dụng lên đầu cọc. Có các loại đầu búa sau:

Dùng lực động có: búa diesel, búa thuỷ lực, búa hơi, búa treo.

Dùng lực rung có: búa rung nối mềm, búa rung nối cứng, búa rung - va đập.

2) Hệ thống giá búa gồm:

Giá dẫn hướng đầu búa: được làm bằng các đoạn ống thép hoặc giàn thép nối với nhau bằng mối ghép bu lông. Trên giá dẫn hướng có lắp ray trượt các xe con để vận chuyển công nhân lên cao khi cần thiết và ray trượt đầu búa. Đoạn giá trên cùng lắp với xà ngang, trên xà ngang lắp đặt các puli dẫn hướng cáp. Đoạn giá dưới cùng lắp khớp với bệ máy.

Các thanh giằng xiên hoặc ngang để giữ giá dẫn hướng được ổn định. Các thanh giằng được lắp với tăngđơ hoặc xilanh thuỷ lực để điều chỉnh độ nghiêng của giá dẫn hướng khi cần đóng cọc xiên.

3) Hệ thống bệ máy:

Hệ thống bệ máy có nhiệm vụ xác định vị trí đóng cọc và đỡ toàn bộ trọng lượng thiết bị rồi truyền xuống nền. Trên đó có lắp đặt cabin, đối trọng, hệ thống giá búa, đầu búa và các bộ máy tời: tời búa, tời cọc, tời kéo xe con, tời lắp dựng và các bộ phận khác. Có các kiểu sau:

Dùng hệ thống hai bệ: bệ dưới di chuyển trên ray, bệ trên tịnh tiến hoặc quay trên bệ dưới.

Dùng bệ lắp trên phao nổi.

Dùng các máy bánh xích như máy kéo, cần trục, hoặc máy xúc một gàu. Kiểu này có tính cơ động rất cao, thời gian chuẩn bị đóng cọc nhanh.

Chương 6: Máy và thiết bị gia cố nền móng

Nền đất tự nhiên hoặc sau khi đào đắp thường không đồng nhất và chỉ chịu được áp lực nhỏ, vì vậy để đảm bảo độ bền vững của công trình cần thiết phải xử lý  nền móng.

Các biện pháp xử lý nền móng phổ biến hiện nay:

- Đóng, ép cọc.
- Khoan cọc nhồi.
- Cắm bấc thấm.

Bài 1. Thiết bị đóng cọc

II/ Lắp dựng và tháo dỡ:

Lắp dựng:

- Xử lý nền móng,...
- Lắp các đoạn giá dẫn hướng với nhau, đoạn giá dưới cùng lắp khớp với bệ,...
- Dùng tời lắp dựng kéo giá lên (mắt cáp qua các puli trên giá chữ A hoặc cột lắp lắp dựng,...

Tháo dỡ:

- Tháo đầu búa,...
- Neo giữ các thanh giằng với giá,...
- Neo các palăng của tời cọc và tời búa vào các hố thế,...
- Phối hợp tời búa, tời cọc (quấn cáp) và tời lắp dựng (nhả cáp) để hạ dần giá xuống,...

III/ Đầu búa diesel:

1) Đầu búa diesel kiểu ống dẫn:

Cấu tạo:

Nguyên lý hoạt động:

- Điều kiện để dầu diesel tự bốc cháy trong không khí: không khí có nhiệt độ cao và áp suất cao ($600^0$C, 30kG/$cm^2$), dầu diesel ở trạng thái những hạt nhỏ dạng sương mù.
- Dùng móc kéo píttông lên vị trí cao nhất để tạo được thế năng lớn nhất (m.g.h): khi pítông vượt qua lỗ thoát nạp khí thì không khí tràn vào xilanh với vận tốc lớn do có độ chênh áp suất mà píttông tạo ra, sau đó hút không khí vào xilanh. Píttông tiếp tục đi lên, rãnh trên píttông sẽ điều khiển bơm bơm dầu vào lõm trên píttông dưới với áp suất từ 1,5 đến 2kG/$cm^3$. Điều khiển móc cho pít tông rơi tự do: khi píttông đóng kín lỗ thoát thì nén không khí trong xilanh đạt nhiệt độ và áp suất cao ($600^0$C, 30kG/$cm^2$). Khi phần lồi trên pít tông va đập với phần lõm trên pít tông dưới thì tạo ra lực đóng cọc, đồng thời làm dầu văng tung toé dưới dạng sương mù. Dầu ở trạng thái sương mù gặp không khí ở nhiệt độ và áp suất cao sẽ tự bốc cháy sinh ra áp lực lớn đẩy tung píttông lên cao, phản lực làm cọc tiếp tục chìm xuống. Khi píttông văng lên vượt qua lỗ thoát nạp khí thì khí cháy thoát ra ngoài với vận tốc lớn, theo quán tính, không khí tiếp tục thoát ra ngoài làm áp suất trong xi lanh thấp hơn áp suất khí trời. Sau đó không khí lại tràn vào xilanh và được hút vào do píttông tiếp tục văng lên theo quán tính, rãnh trên píttông lại điều khiển bơm dầu. Khi hết đà, pít tông lại rơi xuống thực hiện một chu kỳ khác.

Búa diesel:

Búa diesel làm việc dựa trên nguyên lý hoạt động của động cơ diesel 2 thì, hai hành trình của piston hoặc xilanh thì có một lần hỗn hợp nhiên liệu cháy nổ giản nở sinh công.

Búa diesel có 3 loại : kiểu ống dẫn, kiểu hai cọc dẫn và kiểu xilanh dẫn, kiểu ống dẫn có nhiều ưu điểm nên được dùng phổ biến hơn.
Búa diesel kiểu ống dẫn : piston là vật nặng rơi trong ống dẫn hướng (xilanh) để tạo ra lực đóng cọc.
Nguyên lý hoạt động :
Giai đoạn 1: khởi động búa
Dùng móc kéo piston lên cao, không khí nạp vào xi lanh qua lỗ, rãnh sẽ điều khiển bơm bơm dầu vào lõm với áp suất khoảng 1,5 đến 2 kG/$cm^2$. Khi móc va chạm vào cò thì móc trượt khỏi piston, piston rơi tự do.
Giai đoạn 2 : piston rơi và nén không khí
Piston rơi xuống đóng kín lỗ thoát nạp khí thì không khí trong xilanh bắt đầu được nén, áp suất và nhiệt độ tăng, vào cuối hành trình, áp suất khoảng 30 kG/cm2, nhiệt độ khoảng $600^0$C. Khi phần lồi trên piston va đập vào phần lõm trên đế búa thì truyền lực đóng cọc, đồng thời làm cho dầu văng tung toé thành những hạt nhỏ.
Giai đoạn 3 : hỗn hợp nhiên liệu cháy và giãn nở sinh công
Dầu diesel ở trạng thái những hạt nhỏ hoà trộn với không khí ở nhiệt độ và áp suất cao sẽ tự bốc cháy, áp suất và nhiệt độ trong xilanh tăng nhanh. Một phần áp lực khí cháy sẽ đẩy piston lên cao, phần còn lại tác dụng lên đế búa và truyền xuống cọc.
Giai đoạn 4 : thải khí cháy, nạp khí mới, điều khiển bơm dầu
Khi piston văng lên đi qua lỗ thoát nạp khí thì khí cháy thoát nhanh ra ngoài, piston tiếp tục đi lên theo quán tính lại hút không khí vào xilanh, rãnh trên piston lại điều khiển bơm bơm dầu vào lõm. Vận tốc piston giảm dần đến không rồi rơi xuống tiếp tục một chu kỳ khác.
Muốn cho búa dừng thì giật dây điều khiển cho bơm dầu ngừng hoạt động.

Với nguyên lý hoạt động như trên, trong một chu kỳ có hai thành phần lực tác dụng lên cọc : lực động do piston va đập vào đế búa và lực do hỗn hợp khí cháy giãn nở sinh công.
Búa diesel kiểu hai cọc dẫn : nhược điểm nhiều, có thiết bị khác thay thê như máy ép cọc, búa rung, cọc khoan nhồi nên ít dùng.
Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng :
Chú ý trong sử dụng : Xẹc măng, giật dây điều khiển bơm
Quá trình hạ cọc bằng búa diesel :
Tính chọn búa diesel :
Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng
Ưu điểm:
Nhược điểm:
Phạm vi sử dụng:
Búa hơi đơn động:
Búa hơi đơn động gồm xilanh và píttông, píttông lắp với bệ và kẹp vào cọc, xilanh là phần chày. Khi bơm khí nén vào xilanh thì xilanh trượt lên, sau đó mở van xả khí nén ra ngoài, do trtọng lượng bản thân, xi lanh rơi xuống va đập vào bệ tạo ra lực đóng cọc.
Có thể dùng để nhổ cọc
Búa hơi song động:
Tần số đóng cọc lớn, có thể khắc phục dược chối giả
Có thể đóng được cọc với độ nghiêng lớn
Búa rung
Nguyên lý chìm cọc khi đóng bằng búa rung
Búa rung đặt trên đỉnh cọc và truyền lực rung động cho cọc, cọc dao động sẽ làm giảm lực ma sát giữa cọc và nền. Khi lực quán tính
Phân loại:
Có 3 loại búa rung: búa rung nối cứng, búa rung nối mềm và búa rung – va đập (búa va rung).
Cấu tạo và nguyên lý hoạt động:
Búa rung nối cứng:

Búa va rung:
Búa va rung còn gọi là búa rung – va đập hay búa rung đập, loại búa này vừa truyền lực rung động cho cọc vừa tác dụng lực động lên cọc.
Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng :
Ưu điểm:
Búa rung có kích thước đầu búa nhỏ gọn, tính cơ động cao, dễ điều khiển, làm việc tin cậy.
Đóng cọc bằng búa rung ít gặp hiện tượng chối giả, cọc không bị vỡ như khi dùng búa va đập.
Có thể dùng búa rung để nhổ cọc.
Khi đóng cọc có thể không dùng giá dẫn hướng đầu búa.
Nhược điểm:
Lực rung động làm giảm tuổi thọ của động cơ và gây ảnh hưởng xấu đến các công trình lân cận. Để giảm lực rung động truyền ra các công trình lân cận, có thể đào đường hào để ngăn cách.
Thay vì dùng giá dẫn hướng thì búa rung phải dùng cần trục tự hành để nâng hạ búa khi đóng cọc; phải sử dụng các thiết bị phát lực như máy phát điện, máy bơm thuỷ lực. Máy phát điện cung cấp năng lượng điện cho đầu búa hoạt động, máy bơm thuỷ lực cung cấp dầu thuỷ lực có áp suất cao cho bộ phận xilanh kẹp cọc dưới đầu búa.
Phạm vi sử dụng:
Búa rung thường dùng để đóng cọc có tiết diện nhỏ vào nền đất ít có độ dẻo dính.
Các loại cọc thường được đóng bằng búa rung như: cọc ván thép, cọc ống thép, cọc thép hình, cọc bêtông cốt thép tiết diện nhỏ (100x100 đến 300x300).
Búa rung nhổ cọc rất hiệu quả nên được dùng để đóng và nhổ ống vách khi thi công cọc khoan nhồi; đóng và nhổ dùi dẫn bấc thấm hay ống dẫn cát để xử lý nền đất yếu.
Tính chọn búa rung :
Lực rung động :
Công suất động cơ điện :
Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng
Ưu điểm:
Nhược điểm:
Phạm vi sử dụng:
Bài. Máy ép cọc
Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng:
Ưu điểm:
Máy ép cọc dùng lực tĩnh để nén cọc vào nền nên không gây chấn động, không gây ồn ào, hạn chế những ảnh hưởng xấu đến các công trình lân cận được xây dựng trước.
Nhược điểm:
Thời gian thi công dài, chiều sâu ép nhỏ, phải sử dụng các máy khác để phục vụ máy ép như cần trục tự hành, máy bơm thuỷ lực.
Phạm vi sử dụng:

Cấu tạo và quá trình ép cọc:
Quá trình ép cọc:
Quá trình ép cọc đuợc tiến hành theo các bước như sau:
- Xác định vị trí ép
- Điều khiển xilanh đẩy cán píttông đi xuống để hạ lồng ép xuống vị trí thấp nhất, tạo điều kiện thuận lợi cho việc đặt cọc vào giữa lồng ép
- Dùng cần trục tự hành để nâng cọc đặt vào giữa lồng ép
- Điều khiển xilanh để kéo lồng ép lên cao
- Dùng tấm nén chèn đỉnh cọc sao cho vị trí tấm nén nằm trên đỉnh cọc và nằm dưới 2 thanh giằng ngang nào đó của lồng ép
- Điều chỉnh chính xác vị trí ép và độ thẳng đứng của cọc

- Điều khiển xilanh đẩy lồng ép đi xuống, 2 thanh giằng ngang của lồng ép tác dụng lực vào tấm nén, tấm nén tác dụng lực lên đỉnh cọc làm cho cọc chìm xuống theo.
- Khi xảy ra trường hợp lực cản lớn hơn lực đè lên cọc thì cọc sẽ không chìm xuống nữa, nếu lực đẩy của píttông còn đủ lớn thì khung dẫn hướng và bệ có xu hướng bị nâng lên. Để tiếp tục ép phải đặt thêm các đối trọng lên bệ để tăng lực đè lên cọc, làm cho lực ép lớn hơn lực cản.
- Khi ép hết hành trình của píttông thì kéo lồng ép lên cao rồi thay đổi vị trí chèn của tấm nén để ép hành trình mới
- Khi ép hết chiều dài đoạn cọc mà vẫn chưa đạt độ chối hay độ sâu thiết kế thì tiến hành hàn nối cọc rồi tiếp tục ép.

Phân loại máy ép cọc:

Dựa vào số xilanh, máy ép cọc được chia thành: máy ép cọc 1 xilanh, máy ép cọc 2 xilanh và máy ép cọc 4 xilanh

Dựa vào vị trí đặt lực ép vào cọc, náy ép cọc được chia thành: máy ép đỉnh và máy ép ôm

Máy ép đỉnh 2 xilanh là loại được sử dụng phổ biến nhất, lực ép tác dụng vào đỉnh cọc nên không làm vỡ cọc nhưng loại này chỉ thích hợp với chiều dài cọc nhỏ, có ít mối nối cọc.

Trường hợp chiều dài cọc lớn, người ta sử dụng máy ép ôm, loại này có nhược điểm dễ làm vỡ cọc.

Máy khoan kiểu xoay ấn:

Bộ phận công tác mũi khoan:

Mũi khoan là đáy của gàu

Việc tháo lắp gàu có đáy là mũi khoan vào cần khoan khá đơn giản và nhanh chóng

Bộ phận mũi khoan có thể thay đổi linh hoạt tuỳ tình hình địa chất. Có thể dùng mũi kiểu xoán

Máy khoan tuần hoàn:

Nguyên lý khoan tuần hoàn có thể ứng dụng để khoan lổ có đường kính nhỏ (đến 60 đến 100mm) như khoan giếng dân dụng, khoan lấy mẫu khảo sát địa chất, lấy mẫu bêtông trong cọc nhồi để kiểm định chất lượng sau khi đã hoàn thành cọc. Nguyên lý này cũng được ứng dụng để khoan lỗ thi công cọc nhồi có đường kính lớn, kiểu GPS22 của Trung Quốc có thể khoan lỗ có đường kính đến 2,2m.

Máy khoan xoắn ruột gà:

Mũi khoan có dạng trục vít, trên trục có cánh xoắn ốc liên tục. Mũi khoan được lắp vào giữa bệ dẫn để dẫn hướng mũi khoan, làm cho lỗ khoan luôn thẳng đứng hoặc nghiêng theo yêu cầu.

## CHƯƠNG VI. MÁY LÀM CÔNG TÁC BÊTÔNG

### I. Máy trộn bêtông:

1. Công dụng và phân loại:

Công dụng:

Máy trộn bêtông dùng để trộn đều các thành phần vật liệu: cát, đá, ximăng, chất phụ gia và nước để tạo nên hỗn hợp bêtông. Trộn bê tông bằng máy đảm bảo được chất lượng bê tông, cho năng suất cao và tiết kiệm xi măng.

Phân loại:

Dựa vào phương pháp trộn, máy trộn bêtông được chia làm 2 loại: máy trộn tự do và máy trộn cưỡng bức.

Dựa vào phương pháp dỡ liệu (đổ bêtông ra khỏi thùng trộn), máy trộn bêtông có các loại:
- Máy trộn dỡ liệu bằng cách lật úp thùng.
- Máy trộn dỡ liệu bằng máng.
- Máy trộn dỡ liệu bằng cách nghiêng thùng.
- Máy trộn dỡ liệu bằng cách quay ngược thùng so với chiếu quay khi trộn.
- Máy trộn dỡ liệu bằng cách mở đáy thùng. Phương pháp này chỉ được tiết kế cho máy trộn cưỡng bức.

Dựa vào tính liên tục, chia 2 loại: máy trộn chu kỳ và máy trộn liên tục.

Dựa vào tính cơ động, chia 2 loại: máy trộn cố định và máy trộn độc lập. Máy trộn cố định được lắp trong các dây chuyền sản xuất bêtông và tại các xưởng đúc các cấu kiện bêtông. Máy trộn độc lập thường được sử dụng tại các công trường xây dựng.

Cấu tạo chung :
Máy trộn bêtông có nhiều loại, cấu tạo và tính năng sử dụng của từng loại khác nhau nhưng nhìn chung chúng có các bộ phận và các cơ cấu sau :
Thùng trộn, cánh trộn, cơ cấu quay thùng và quay cánh trộn, cơ cấu cấp vật liệu vào thùng, cơ cấu dỡ vật liệu khỏi thùng và thùng đong nước.
Hình vẽ mô tả cấu tạo chung của máy trộn bêtông kiểu trộn tự do, dỡ liệu bằng máng
Hình vẽ mô tả cấu tạo chung của máy trộn bêtông kiểu trộn cưỡng bức, có hai trục quay nằm ngang

Thùng trộn được làm bằng thép có khả năng chịu mài mòn cao, là bộ phận chứa các thành phần vật liệu trong quá trình trộn. Thùng trộn có dung tích hình học là $V_{hh}$, dung tích sản xuất là $V_{sx}$. Máy trộn bêtông thường được gọi tên theo dung tích sản xuất $V_{sx}$, = (1,25 ÷ 3)
Phân loại :

Hình dạng thùng trộn
Năng suất :
2Bộ phận công tác chính là thùng trộn và các cánh trộn, chúng được làm bằng thép có tính chịu mài mòn cao.

Dung tích hình học $V_{hh}$ là thể tích hình học của thùng trộn.

Dung tích sản xuất $V_{sx}$ là thể tích bê tông của một mẽ trộn.

Các máy trộn thường được thiết kế với $V_{hh}$*bằng 1,5 đến 3 lần* $V_{sx}$ . $V_{hh}$*=(1,5 -->3)*$V_{sx}$.

Người ta thường gọi tên máy trộn theo dung tích sản xuất: 100,250,...,4500lít.

Vận tốc quay của thùng trộn từ *3 --> 40 v/f*, máy có dung tích thùng càng lớn vận tốc quay của thùng càng nhỏ và ngược lại. Máy trộn dẫn động thuỷ lực, máy trộn có dung tích thùng lớn được thiết kế với nhiều vận tốc quay để phù hợp với điều kiện làm việc.
:

- Máy trộn tự do (h.7.1a): trong thùng trộn có gắn những cánh trộn, khi thùng quay, các cánh trộn sẽ mang phối liệu lên cao rồi đổ cho rơi tự do để chúng tự trộn đều với nhau.
- Máy trộn cưỡng bức (h.7.1.b,c,d): các cánh trộn (còn gọi là bàn tay trộn) được gắn chặt với trục, khi trục quay, các cánh trộn sẽ nhào trộn phối liệu một cách cưỡng bức. Thùng trộn đứng yên hoặc quay ngược chiều so với trục mang cánh trộn.
- Máy trộn kiểu lật đổ (h7.2.a): lúc trộn thì miệng thùng xoay lên cao, trục thùng trộn nghiêng $45^0$ so với phương thẳng đứng, trộn xong thì lật úp miệng thùng xuống để đổ bê tông ra. Loại này đổ bê tông ra rất nhanh và sạch thùng, dung tích sản xuất đến 250 lít, dùng cho công trình có khối lượng bê tông nhỏ.
- Máy trộn đổ bằng máng (h7.2.b): lúc trộn thì máng đặt ngoài thùng, trộn xong thì xoay máng vào trong thùng, bê tông rơi trên máng rồi chảy ra ngoài. Loại này có cấu tạo đơn giản, đổ bê tông ra chậm và không sạch thùng, dung tích thùng đến 1000 lít, dùng cho công trình cỡ vừa và nhỏ.
- Máy trộn kiểu nghiêng đổ (h7.2.c): trộn xong thì nghiêng thùng để đổ bê tông ra. Dung tích thùng đến 4500 lit, dùng cho công trình có khối lượng bê tông lớn, trạm sản xuất cấu kiện bê tông.
- Máy trộn kiểu quay ngược đổ: khi thùng trộn quay ngược lại thì các cánh trộn guồng bê tông lên

cao đến miệng thùng rồi chảy ra ngoài. Loại này cấu tạo đơn giản, đổ bê tông ra chậm. . Các máy trộn có dung tích thùng lớn gần đây thường được chế tạo theo kiểu này.

c) Dựa vào tính di động: có máy trộn cố định và máy trộn di động được.

d) Dựa vào tính liên tục: có máy trộn theo chu kỳ và máy trộn liên tục. Trên các công trường xây dựng thường dùng máy trộn theo chu kỳ. Máy trộn liên tục chỉ dùng ở những nơi cần khối lượng bê tông lớn.

II/ Các bộ phận chính của máy trộn bê tông gồm: động cơ, hệ thống truyền động, thùng trộn, cánh trộn, hệ thống tiếp liệu, hệ thống dỡ liệu, thùng đong nước. Ngoài ra còn có các thiết bị phụ và thiết bị an toàn khác.

Các máy trộn có dung tích sản xuất lớn được trang bị hệ thống tiếp liệu và thùng đong nước.

- Hệ thống tiếp liệu: dùng để đưa phối liệu vào thùng trộn, giảm thời gian của một chu kỳ, tiết kiệm nhân công, tăng năng suất.

Khi máy đang trộn thì tiếp liệu vào gàu, muốn tiếp liệu vào thùng trộn thì dùng xi lanh thuỷ lực để đẩy gàu tiếp liệu hoặc dùng hệ tời - cáp để kéo gàu lên để đổ phối liệu vào thùng trộn.

- Thùng đong nước: dùng để định lượng chính xác lượng nước cho vào thùng trộn.

Thùng đong nước rất dễ hư hỏng do đặc điểm cấu tạo và vị trí đặt nó trên máy trộn.

Máy bơm nước hoạt động liên tục, thùng đong nước dùng nước theo chu kỳ vì vậy đôi khi phải lãng phí công suất của máy bơm.

III/ Các loại máy trộn bê tông thường dùng:

1) Máy trộn tự do kiểu lật đổ (h.7.3):

Các hoạt động của máy:

a) Trộn bê tông : động cơ 6 dẫn động hộp giảm tốc 13 làm quay bánh răng nón 14 và truyền động xích 10. Bánh răng 14 truyền momen quay cho vành răng nón 12 gắn chặt trên thùng trộn 2, thùng trộn 2 quay quanh trục y-y (nghiêng $45^0$ ) để trộn phối liệu.

b) Đổ bê tông ra: quay vô lăng B, nhờ truyền động bánh răng 17 giá lật 9 mang thùng trộn 2 quay quanh trục x-x chúc miệng thùng xuống để đổ bê tông ra. Để việc điều khiển thuận tiện, truyền động bánh răng 17 thường là truyền động bánh răng ăn khớp trong, hoặc truyền động xích và có chốt hãm vô lăng để thùng trộn quay cùng chiều với vô lăng và có thể hãm giá lật.

c) Keo

**II. Máy đầm bêtông:**

1. Công dụng và phân loại

Công dụng:

Dùng để đầm chặt bêtông sau khi đổ, làm cho bêtông nhanh đông kết, đảm bảo được chất lượng bề mặt bêtông và tiết kiệm ximăng

Phân loại:

Dựa vào vị trí truyền lực rung động vào khối bêtông, máy đầm được chia thành các nhóm sau:

Đầm trong:

Đầm trong có các loại: đầm dùi trục mềm, đầm dùi cán cứng, đầm xọc và đầm chày cực mạnh

Các loại máy đầm trong truyền lực rung động từ giữa khối bêtông ra xung quanh, thường được dùng khi chiều dày lớp bêtông lớn.

Đầm mặt:

Đầm mặt có các loại: đầm bàn, đầm thước và đầm mặt điện từ

Các loại máy đầm mặt truyền lực rung động từ trên mặt khối bêtông xuống, thường được sử dụng khi chiều dày lớp bêtông nhỏ, diện tích bề mặt bêtông lớn.
Đầm dưới:
Đầm dưới truyền lực rung động từ dưới lên.
Loại máy đầm dưới thường dùng tại các xưởng đúc cấu kiện bêtông là bàn rung, dùng để đầm cấu kiện đúc bằng khuôn.
Đầm cạnh:
Đầm cạnh truyền lực rung động qua ván khuôn rồi truyền vào bêtông. Đầm cạnh thường dùng để đầm cấu kiện có ván khuôn vây quanh như tường, cột.

Đầm dùi trục mềm
Cấu tạo gồm động cơ đặt trên đế sắt, dây trục mềm và quả đầm.
Đầm dùi điện được dùng phổ biến hơn nhưng khi gặp tình huống mất điện thì không chủ động được, có thể ảnh hưởng đến chất lượng bê tông. Dây trục mềm và quả đầm được chế tạo thành bộ (thường gọi là bộ dây - củ dùi), có thể lắp với động cơ điện hoặc động cơ đốt trong . Đầm dùi trục mềm dùng thiết bị động lực là động cơ điện hoặc động cơ xăng 2 thì.
Ưu nhược điểm:
Tổn hao công suất động cơ lớn, do ma sát sinh sa giữa trục mềm và vỏ, giữa trục lắc và ngỏng tựa.
Lực rung động của quả đầm truyền qua dây dùi và truyền lên tay cầm của người điều khiển
Độ an toàn điện thấp.

Đầm dùi cầm tay:
Đầm dùi cán cứng:
Cấu tạo:
Động cơ điện và đĩa lệch tâm được đặt bên trong quả đầm, quả đầm nối với cán qua một ống đàn hồi bằng cao su, dây dẫn điện nối với công tắc trên cán, luồn qua cán và nối với động cơ điện. Bộ phận ống đàn hồi  có tác dụng giảm lực rung động từ quả đầm truyền qua cán để bảo vệ người điều khiển khỏi bị ảnh hưởng bởi lực rung động.
Nguyên lý hoạt động:
Khi động điện cơ hoạt động, đĩa lệch tâm sẽ quay tạo ra lực rung động, lực rung động truyền qua vỏ quả đầm rồi truyền vào bêtông.
Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng:
Đầm dùi cán cứng có hiệu suất truyền lực cao, không bị tổn thất do ma sát như đầm dùi trục mềm.
Công tắc điện được bố trí ngay trên cán nên rất thuận tiện khi sử dụng, có thể dịch chuyển máy đầm trong phạm vi rộng hơn so với đầm dùi trục mềm.
Loại máy đầm này có động cơ đặt bên trong quả đầm nên động cơ rất nhanh hư hỏng, kích thước đường kính quả đầm tương đối lớn (có thể đến 180mm) nên chỉ đầm được các cấu kiện bêtông có bố trí cốt thép thưa hoặc không bố trí cốt thép.
Đầm xọc:
Cấu tạo:
Bộ phận rung động là một thanh thép có chiều dày nhỏ để có thể luồn qua khe hỡ giữa các cốt thép trong cấu kiện. Thanh thép này gọi là thanh xọc, được lắp với phần dao động của cụm rung động điện từ. Máy có 2 tay cầm để điều khiển máy khi thi công.
Loại đầm này có biên độ rung từ 2 đến 3mm.
Phạm vi sử dụng:
Đầm xọc được dùng để đầm các cấu kiện bêtông có bố trí cốt thép quá dày hoặc cấu kiện có chiều dày nhỏ.
Đầm chày cực mạnh:
Khối lượng 250 đến 400kg
Năng suất cao, khi thi công phải sử dụng cần trục hoặc căng dây

Dùng để đầm các khối bêtông lớn ở các đập nước
Đầm bàn:
Đầm bàn có 2 loại: loại dùng động cơ rung và loại dùng bộ gây rung có hướng.
Đầm thước:
Cấu tạo chung:
Bàn đầm là dầm thép hoặc gỗ bịt thép có chiều dài từ 2 đến 4m, trên dầm có lắp một hoặc nhiều động cơ và cụm gây rung động.

III. Ô tô vận chuyển bêtông:
Công dụng và phân loại:
Ô tô vận chuyển bêtông dùng để vận chuyển bêtông từ trạm trộn đến chân công trình với cự ly đến vài chục km. Trong quá trình vận chuyển, thùng chứa bêtông quay với vận tốc từ 3 ÷ 4 vòng/phút để bêtông không bị phân tầng, bảo toàn được chất lượng bêtông.
Dung tích thùng chứa bêtông từ 2 ÷ 8$m^3$, có 2 kiểu dẫn động quay thùng: dùng truyền động thuỷ lực và dùng truyền động cơ khí.
Cấu tạo chung:
Cách dỡ tải (đổ bêtông ra khỏi thùng):
IV. Máy bơm bêtông:
Công dụng
Máy bơm bêtông dùng để vận chuyển bêtông hoặc vữa theo đường ống đến vị trí thi công, thường là vận chuyển từ ô tô vận chuyển bêtông đến cấu kiện. Các máy bơm thông dụng có thể bơm xa 500m, cao 70m. Muốn bơm đi xa hơn, cao hơn, người ta dùng cách bơm chuyển tiếp.
Phân loại
Dựa vào cấu tạo, có các loại bơm: bơm rôto, bơm píttông, bơm trục vít
Dựa vào công dụng: bơm vữa và bơm hỗn hợp bêtông ximăng
Dựa vào tính cơ động: bơm lắp đặt tĩnh tại và bơm di động
Ưu điểm:
Năng suất cao
Máy bơm có thể đặt xa nơi đang thi công, đường ống có thể lắp đặt hợp lý theo địa hình nơi thi công (với nguyên tắc càng ít độ gấp ống càng ít giảm công suất máy bơm).
Nhược điểm:
Đòi hỏi trình độ thợ cao
Thành phần cốt liệu bị hạn chế kích thước trong phạm vi nhất định
Phải tốn chi phí lắp đặt và tháo dỡ đường ống, làm vệ sinh đường ống trước và sau khi bơm
Độ an toàn tin cậy của máy bơm thấp, cần thiết phải có máy bơm dự phòng

V. Trạm trộn bê tông nhựa
Qui trình sản xuất bê tông nhựa :

Định lượng sơ bộ
Cấp liệu vào tang sấy
Sấy đến nhiệt độ yêu cầu (160 - 220$^0$C)
Phân loại cấp phối đã sấy
Nung nhựa đến nhiệt độ yêu cầu (140 - 180$^0$C)
Định lượng lần cuối các thành phần cấp phối và nhựa theo yêu cầu.
Trộn đều

I. Sơ đồ trạm trộn cưỡng bức, theo chu kỳ, dạng tháp
Vẽ sơ đồ và ghi chú thích
Một số điểm chú ý

Hệ thống cấp liệu

Góc nghiêng của tang sấy

Xử lý bụi

Phương pháp đốt (đốt xuôi, đốt ngược)

Thiết bị đo nhiệt

Phương pháp cân

Các thiết bị của trạm trộn bê tông nhựa :

Sơ đồ trạm trộn bê tông nhựa :

## CHƯƠNG VII. MÁY VÀ THIẾT BỊ CHUYÊN DÙNG

**Máy thuỷ lợi chuyên dùng**

Trong xây dựng và khai thác công trình thuỷ lợi có những công đoạn và công nghệ thi công đặc thù không sử dụng được các loại máy làm đất có công dụng chung hoặc sử dụng được nhưng kém hiệu quả. Trong trường hợp đó cần sử dụng các máy thuỷ lợi chuyên dùng, có cấu tạo và nguyên lý làm việc phù hợp với yêu cầu công việc.

Máy thuỷ lợi chuyên dùng thường được sử dụng trong các công việc như : nạo vét, làm sạch các lớp bồi tích, thực vật của các kênh tiêu, tưới sâu tới 3 m, san phẳng đáy, mái, bờ kênh, làm ổn định mái kênh, đầm nén đáy và mái kênh,...

Phân loại :

Dựa vào công dụng, máy thuỷ lợi chuyên dùng được phân thành các loại sau :

Máy đào kênh;

Máy nạo vét kênh;

Máy san bờ;

Máy san phẳng đáy mái kênh;

Máy làm ổn định tường chắn chống thấm;

Máy đào hào, đường ống nằm ngang.

## CHƯƠNG VIII. KHAI THÁC SỬ SỤNG MÁY XÂY DỰNG

**Tiếp nhận và bàn giao máy**

Mọi xe máy tiếp nhận từ nhà máy, xí nghiệp sửa chữa hoặc từ các cơ quan khác, đều phải qua hội đồng chuyên trách nghiệm thu và làm biên bản bàn giao theo qui định. Trong hội đồng này nên có cả công nhân sẽ vận hành máy tham gia.

Khi nhận náy mới hay máy chuyên chở đến phải kiểm tra tình trạng bên ngoài, tình trạng đóng gói và niêm phong. Nếu phát hiện hư hỏng hay mất niêm phong phải lập biên bản khiếu nại với cơ quan vận chuyển máy.

Sau khi kiểm tra bên ngoài mới thào niêm phong, lấy các tài liệu kèm theo, kiểm tra hàng kể cả các tài liệu hướng dẫn sử dụng và phụ tùng đồ nghề. Nếu phát hiện không đồng bộ, hư hỏng và những sai lệch khác so với hộ chiếu máy cần lập biên bản theo qui định, khiếu nại với nhà máy chế tạo hay cơ quan có trách nhiệm trực tiếp.

Đối với máy qua sửa chữa lớn, biên bản khiếu nại phải gởi cho nhà máy sửa chữa.

Mọi chi phí để khắc phục hư hỏng trong trường hợp này sẽ do nhà máy chế tạo, cơ quan nhập máy hay bên bán hàng chịu trách nhiệm giải quyết.

Đối với máy nâng chuyển trước khi đưa vào sử dụng, phải đăng kí với thanh tra an toàn lao động, thuộc Bộ Lao động Thương binh Xã hội, theo đúng các qui phạm hiện hành.

Xe máy sau khi nghiệm thu, đem đăng kí lấy biển số đăng kí và tên cơ quan quản lí vào sổ tài khoản và lãnh đạo cơ quan ra quyết định đưa xe máy vào sử dụng.

Máy qua sửa chữa tại các nhà máy sửa chữa phải được nghiệm thutheo yêu cầu kĩ thuật, phù hợp với TCVN 4087-85.

Tất cả máy mới đem vào sử dụng hay vừa sửa chữa lớn đều phải tiến hành chạy rà theo yêu cầu của tài liệu hướng dẫn.

Xe máy nhận từ các cơ quan khác cần đặc biệt chú ý xem có đầy đủ các bộ phận, có bị hư hỏng, có hoạt động bình thường hay không. Chỉ chuyển giao xe máy còn hoạt động được và đầy đủ các bộ phận giữa các đơn vị với nhau.

Sau một ca làm việc cũng cần tiến hành bàn giao xe máy giữa các thợ lái theo qui tắc bàn giao giữa các ca làm việc. Người bàn giao cần báo cho người nhận bàn giao những khuyết tật của máy mới phát hiện. Những hư hỏng cần được hai bên ghi nhận vào sổ bàn giao ca máy.

**Chạy rà**

Các đơn vị sử dụng máy phải tiến hành chạy rà trước khi đưa vào khai thác. Nghiêm cấm đưa máy vào khai thác mà không qua chạy rà.

Máy được chạy rà tốt sẽ đảm bảo làm việc tin cậy, kéo dài tuổi thọ vì trong thời kì chạy rà, tải trọng được tăng dầntừ nhỏ nhất tới mức lớn nhất.

Trong thơi kì này, các bề mặt tiếp xúc được rà trơn, tạo ra độ nhám bề mặt cũng như cấu trúc lớp bề mặt chi tiết ổn định tốt nhất.

Công việc chạy rà cần được thợ lái tham gia và theo dõi. Trước khi chạy rà máy mới nhận cần được xem xét phát hiện hư hỏng có thể xảy ra trong quá trình vận chuyển.

Thời gian chạy rà có thể kéo dài từ 10 đến 100 giờ tuỳ theo kết cấu máy. Đối với các phương tiện vận chuyển thì quảng đường chạy rà là 1000 km.

Đối với máy dẫn động thuỷ lực, cần chạy rà trơn 20 ÷ 30 giờ theo các giai đoạn chất tải như sau :

Chạy rà không tải động cơ điện : 15 ÷ 20 phút.

Chạy rà không tải xi lanh thuỷ lực : 30 ÷ 60 phút.

Chạy rà không tải toàn máy : 4 ÷ 5 giờ.

Chạy rà với các chế độ tải trọng khác nhau : 15 ÷ 25 giờ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Nguyễn Phước Bình, *Giáo trình Máy xây dựng*, Trường Đại học Bách Khoa Đà Nẵng.

Nguyễn Đăng Cường, *Máy xây dựng*, NXB xây dựng, Hà Nội, 2004.

Nguyễn Thị Tâm, *Máy xây dựng*, NXB Giao thông Vận tải, Hà Nội, 1997.

Trần Quang Quý, *Máy sản xuất vật liệu xây dựng*, NXB Giao thông Vận tải, Hà Nội, 2001.

Trương Quốc Thành, *Máy và thiết bị nâng*, NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội, 1999.

Phạm Hữu Đỗng, *Máy là đất*, NXB xây dựng, Hà Nội, 2004.

Nguyễn Văn Hùng, *Máy xây dựng*, NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội, 1999.

# CHƯƠNG I

# TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU XÂY DỰNG

## §1. CÁC TÍNH CHẤT VẬT LÝ CHỦ YẾU CỦA VẬT LIỆU XÂY DỰNG

*** Nhóm các tính chất liên quan đến cấu tạo bản thân vật liệu**

### I. KHỐI LƯỢNG RIÊNG:

#### 1. Khái niệm:

- *Khối lượng riêng* là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái hoàn toàn đặc (không có lỗ rỗng) sau khi được sấy khô ở nhiệt độ 105°C ÷ 110°C đến khối lượng không đổi.

- Ký hiệu $\gamma_a$

#### 2. Công thức tính:

Khối lượng riêng được tính theo công thức sau:

$$\gamma_a = \frac{G^k}{V_a} \quad ; \quad g/cm^3,\ kg/l,\ t/m^3 \ldots$$

trong đó: $G_k$ - khối lượng mẫu thí nghiệm trong trạng thái khô

$V_a$ - thể tích hoàn toàn đặc của mẫu thí nghiệm

#### 3. Cách xác định:

Tùy theo từng loại vật liệu mà có những phương pháp xác định $\gamma_a$ khác nhau.

***a. Vật liệu được coi như hoàn toàn đặc chắc:*** thép, kính...

- Đối với mẫu có dạng hình học xác định: Phương pháp cân đo bình thường.

- Đối với mẫu không có dạng hình học xác định: Phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng xác định $V_a$.

***b. Vật liệu không hoàn toàn đặc chắc:*** gạch, đá, bêtông, vữa . . .

- Nghiền nhỏ mẫu vật liệu đến mức nhỏ hơn 0,2*mm*, Cân xác định $G_k$, dùng phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng để xác định $V_a$.

#### 4. Ý nghĩa:

- Khối lượng riêng của vật liệu chỉ phụ thuộc vào thành phần cấu tạo và cấu trúc vi mô của nó nên biến động trong một phạm vi nhỏ .

- Dùng để tính toán cấp phối vật liệu hỗn hợp, một số chỉ tiêu vật lý khác ...

- Đối với vật liệu hỗn hợp, khối lượng riêng được lấy bằng khối lượng riêng trung bình xác định theo công thức sau:

$$\gamma_a^{hh} = \frac{G_1 + G_2 + \ldots + G_n}{\frac{G_1}{\gamma_1} + \frac{G_2}{\gamma_2} + \ldots + \frac{G_n}{\gamma_n}}$$

- Khối lượng riêng $\gamma_a$ của một số loại vật liệu thường gặp :

Đá thiên nhiên : 2,5 ÷ 3 $g/cm^3$

Gạch ngói đất sét nung : 2,6 ÷ 2,7 $g/cm^3$

Ximăng 2,9 ÷ 3,2 $g/cm^3$

Bêtông nặng : 2,5 ÷ 2,6 $g/cm^3$

Vật liệu hữu cơ (gỗ, bitum, chất dẻo, v.v...): 0,9 ÷ 1,6 $g/cm^3$

## II. KHỐI LƯỢNG THỂ TÍCH:

### 1. Khái niệm:

- *Khối lượng thể tích:* là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái tự nhiên (kể cả lỗ rỗng).

Ký hiệu $\gamma_o^{tn}$, $\gamma_o^{W}$

- *Khối lượng thể tích tiêu chuẩn:* là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái tự nhiên sau khi được sấy khô ở nhiệt độ 105°C ÷ 110°C đến khối lượng không đổi.

Ký hiệu $\gamma_o^{tc}$, $\gamma_o$

- *Khối lượng thể tích xốp*: là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu dạng hạt rời rác được đổ đống ở trạng thái tự nhiên.

Ký hiệu $\gamma_o^{x}$, $\gamma_o^{dd}$

### 2. Công thức tính:

$$\gamma_o = \frac{G}{V_o^{tn}} \quad (g/cm^3, kg/l, t/m^3, ...)$$

$$\gamma_o^{tc} = \frac{G^k}{V_o^k} \quad (g/cm^3, kg/l, t/m^3, ...)$$

$$\gamma_o^{x} = \frac{G_{VL\ trong\ thùng}}{V_{thùng}} \quad (g/cm^3, kg/l, t/m^3, ...)$$

trong đó: $G^{tn}$ , $G^{W}$ -khối lượng mẫu thí nghiệm ở trạng thái tự nhiên

$G^k$ - khối lượng mẫu thí nghiệm trong trạng thái khô

$V_o^{tn}$ - thể tích của mẫu thí nghiệm ở trạng thái tự nhiên

$V_o^{k}$ - thể tích của mẫu thí nghiệm ở trạng thái khô

### 3. Cách xác định :

***a. Vật liệu có dạng hình học xác định:***

Phương pháp cân đo bình thường.

***b. Vật liệu không có dạng hình học xác định:***

Phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng: bọc parafin hoặc ngâm mẫu bão hòa nước.

***c. Vật liệu dạng hạt rời rạc:*** xác định khối lượng thể tích xốp

Phương pháp đổ đống: Đổ đống vật liệu vào một thùng đong có dung tích biết trước ở một độ cao nhất định. Cân khối lượng vật liệu có trong thùng đong G.

**4. Ý nghĩa:**

- Khối lượng thể tích phụ thuộc vào kết cấu nội bộ bản thân vật liệu, khối lượng thể tích xốp phụ thuộc vào kích thước hạt và sự sắp xếp giữa các hạt.

- Biết khối lượng thể tích ta có thể đánh giá sơ bộ một số tính chất của vật liệu như độ đặc, độ rỗng, cường độ, độ hút nước, hệ số truyền nhiệt của vật liệu, v.v... Ngoài ra, từ trị số $\gamma_o$, $\gamma_o^x$ ta có thể tính toán dự trù được phương tiện vận chuyển vật liệu, kho bãi hay tính cấp phối của vật liệu hỗn hợp.

- Khối lượng thể tích của các loại vật liệu xây dựng biến đổi trong phạm vi rất lớn.

- Khối lượng thể tích $\gamma_o$ của một số loại vật liệu thường gặp :

+ Đá thiên nhiên loại đặc chắc: 2,6 ÷ 2,8 $g/cm^3$

+ Gạch ngói đất sét nung : 1,3 ÷ 1,9 $g/cm^3$

+ Bêtông nặng : 1,8 ÷ 2,5 $g/cm^3$

## III. ĐỘ ĐẶC , ĐỘ RỖNG:

**1. Khái niệm:**

*Độ đặc* hay mật độ của vật liệu là tỷ số giữa phần thể tích hoàn toàn đặc so với thể tích tự nhiên của mẫu vật liệu. Độ đặc được ký hiệu *đ*, thường tính bằng %.

*Độ rỗng* là tỷ lệ giữa phần thể tích rỗng so với thể tích tự nhiên của mẫu vật liệu. Độ rỗng được ký hiệu *r*, thường tính bằng %

**2. Công thức tính:**

$$đ = \frac{V_a}{V_o} \times 100\% \quad = \frac{V_a / G^k}{V_o / G^k} \times 100\% = \frac{\gamma_o}{\gamma_a} \times 100\%$$

$$r = \frac{V_r}{V_o} \times 100\% \; r = \frac{V_r}{V_o} = \frac{V_o - V_a}{V_o} = 1 - \frac{V_á}{V_o} = 1 - đr = \left(1 - \frac{\gamma_o}{\gamma_a}\right) \times 100\%$$

trong đó: $V_a$ - phần thể tích hoàn toàn đặc của mẫu thí nghiệm

$V_o$ - thể tích tự nhiên của mẫu thí nghiệm

$V_r$ - phần thể tích rỗng của mẫu thí nghiệm

**3. Phân loại lỗ rỗng:**

*Lỗ rỗng kín* là lỗ rỗng riêng biệt ,không thông với nhau và không thông với bên ngoài.

*Lỗ rỗng hở* là lỗ rỗng thông với nhau và thông với bên ngoài.

**4. Ảnh hưởng của độ đặc, rỗng, tính chất lỗ rỗng đến các tính chất khác của vật liệu:**

- Độ rỗng là một chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng vì nó ảnh hưởng nhiều đến các tính chất khác của vật liệu như: cường độ, độ hút nước, khả năng truyền nhiệt, khả năng chống thấm, chống băng giá và chống ăn mòn ...

## * Nhóm các tính chất liên quan đến môi trường nước

### IV. ĐỘ ẨM:

#### 1. Khái niệm:

*Độ ẩm* là tỷ lệ nước có tự nhiên trong vật liệu ở trạng thái tự nhiên tại thời điểm thí nghiệm. Ký hiệu W.

#### 2. Công thức tính :

Độ ẩm được tính bằng tỷ lệ phần trăm giữa khối lượng nước có tự nhiên trong mẫu vật liệu ở thời điểm thí nghiệm so với khối lượng mẫu vật liệu ở trạng thái khô.

$$W = \frac{G_n^{tn}}{G_{vl}^{k}} \times 100\% = \frac{G_{vl}^{tn} - G_{vl}^{k}}{G_{vl}^{k}} \times 100\%$$

trong đó : $G_{vl}^{tn}$ - khối lượng mẫu thí nghiệm ở trạng thái tự nhiên

$G_{vl}^{k}$ -_khối lượng mẫu thí nghiệm ở trạng thái khô

#### 3. Cách xác định:

- Cân mẫu ở trạng thái tự nhiên tại thời điểm thí ngiệm. Sấy khô mẫu đến khối lượng không đổi.

#### 4. Ý nghĩa:

- Độ ẩm là đại lượng thay đổi liên tục tùy thuộc điều kiện nhiệt độ và độ ẩm môi trường, vật liệu có thể hút ẩm hoặc nhả ẩm tùy theo sự chênh lệch giữa áp suất riêng phần của hơi nước trong không khí và trong vật liệu. Độ ẩm cũng phụ thuộc vào cấu tạo nội bộ của vật liệu và bản chất ưa nước hay kỵ nước của nó.
- Khi vật liệu bị ẩm hoặc là khi độ ẩm của vật liệu thay đổi thì một số tính chất của vật liệu cũng thay đổi theo như: cường độ, khả năng dẫn nhiệt và dẫn điện, thể tích ...
- Biết độ ẩm của vật liệu để điều chỉnh lượng dùng vật liệu cho hợp lý.

### V. ĐỘ HÚT NƯỚC:

#### 1. Khái niệm:

*Độ hút nước* là khả năng vật liệu hút và giữ nước trong các lỗ rỗng ở điều kiện nhiệt độ và áp suất thường (p = 1*atm* và $t^o = 20 \pm 5^oC$ ).

#### 2. Công thức tính:

*Độ hút nước theo khối lượng:* là tỷ số phần trăm giữa khối lượng nước có trong vật liệu khi được bão hòa trong điều kiện nhiệt độ và áp suất thường so với khối lượng vật liệu ở trạng thái khô. Ký hiệu $H_p$ , xác định theo công thức sau:

$$H_p = \frac{G_n^{bh}}{G_{vl}^{k}} \times 100\% = \frac{G_{vl}^{bh} - G_{vl}^{k}}{G_{vl}^{k}} \times 100\%$$

trong đó : $G_{vl}^{bh}$ - khối lượng mẫu thí nghiệm đã bão hòa nước

$G_{vl}^{k}$ - khối lượng mẫu thí nghiệm khô

*Độ hút nước theo thể tích:* là tỷ số phần trăm giữa thể tích nước có trong vật liệu khi được bão hòa trong điều kiện nhiệt độ và áp suất thường so với thể tích tự nhiên của vật liệu ở trạng thái khô. Ký hiệu $H_v$ , xác định theo công thức sau:

$$H_v = \frac{V_n^{bh}}{V_o} \times 100\% = \frac{G_n^{bh}}{\gamma_{an} V_o} \times 100\% = \frac{G_n^{bh} / G_{vl}^k}{\gamma_{an} V_o / G_{vl}^k} \times 100\%$$

$$H_v = H_p \times \frac{\gamma_o^{tc}}{\gamma_{an}}$$

### 3. Cách xác định:

- Phương pháp ngâm từ từ ở điều kiện bình thường đối với mẫu có kích thước lớn.
- Phương pháp ngâm một lần ở điều kiện bình thường đối với mẫu có kích thước bé.

### 4. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ hút nước và ý nghĩa:

- Độ hút nước phụ thuộc vào cấu tạo bản thân vật liệu (độ đặc, độ rỗng, tính chất lỗ rỗng), bản chất ưa nước hay kỵ nước của vât liệu.
- Khi vật liệu bị bão hoà nước thì một số tính chất của vật liệu cũng thay đổi theo như: cường độ giảm, khả năng dẫn nhiệt và dẫn điện tăng, thể tích tăng...

## VI. ĐỘ BÃO HOÀ NƯỚC:

### 1. Khái niệm :

*Độ bão hòa nước* là khả năng hút và giữ nước cao nhất của vật liệu ở điều kiện cưỡng bức về nhiệt độ hoặc áp suất.

### 2. Công thức tính :

*Độ bão hoà nước theo khối lượng:* là tỷ số phần trăm giữa khối lượng nước có trong vật liệu khi được bão hòa trong điều kiện cưỡng bức so với khối lượng vật liệu ở trạng thái khô. Ký hiệu $H_p^{max}$ , xác định theo công thức sau:

$$H_p^{max} = \frac{G_n^{bhdkcb}}{G_{vl}^k} \times 100\% = \frac{G_{vl}^{bhdbkcb} - G_{vl}^k}{G_{vl}^k} \times 100\%$$

trong đó : $G_{vl}^{bhđkcb}$ - khối lượng mẫu thí nghiệm đã bão hòa nước ở đkcb

$G_{vl}^k$ - khối lượng mẫu thí nghiệm khô

*Độ bão hoà nước theo thể tích:* là tỷ số phần trăm giữa thể tích nước có trong vật liệu khi được bão hòa trong điều kiện cưỡng bức so với thể tích tự nhiên của vật liệu ở trạng thái khô. Ký hiệu $H_v^{max}$ , xác định theo công thức sau:

$$H_v^{max} = \frac{V_n^{bhdkcb}}{V_o} \times 100\% = \frac{G_n^{bhdkcb}}{\gamma_{an} V_o} \times 100\% = \frac{G_n^{bhdkcb} / G_{vl}^k}{\gamma_{an} V_o / G_{vl}^k} \times 100\%$$

$$H_v^{max} = H_p^{max} \times \frac{\gamma_o^{tc}}{\gamma_{an}}$$

*Hệ số bão hòa nước:* là tỷ số phần trăm giữa thể tích nước chứa trong vật liệu khi được bão hòa ở điều kiện cưỡng bức so với thể tích lỗ rỗng của vật liệu. Ký hiệu $C_{bh}$.

$$C_{bh} = \frac{V_n^{bhdkcb}}{V_r} \times 100\% = \frac{V_n^{bhdkcb} / V_o}{V_r / V_o} \times 100\% = \frac{H_v^{max}}{r} \times 100\%$$

trong đó : $H_v^{max}$ - độ bão hoà nước theo thể tích

r - độ rỗng của vật liệu

### 3. Cách xác định:

- Phương pháp ngâm mẫu trong điều kiện áp suất không khí là 20*mmHg*
- Phương pháp ngâm trong nước nhiệt độ 100°C

### 4. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ bão hoà nước và ý nghĩa:

- Độ hút nước phụ thuộc vào cấu tạo bản thân vật liệu (độ đặc, độ rỗng, tính chất lổ rỗng), bản chất ưa nước hay kỵ nước của vât liệu.
- Khi vật liệu bị bão hoà nước thì một số tính chất của vật liệu cũng thay đổi theo như: cường độ giảm, khả năng dẫn nhiệt và dẫn điện tăng, thể tích tăng...

## VII. TÍNH THẤM NƯỚC:

### 1. Khái niệm:

- *Tính thấm* là tính chất của vật liệu cho nước thấm qua chiều dày của nó khi giữa hai bề mặt đối xứng có sự chênh lệch về áp suất thuỷ tĩnh.
- *Tính chống thấm* là khả năng của vật liệu ngăn không cho nước thấm qua chiều dày của nó khi giữa hai bề mặt đối xứng có sự chênh lệch về áp suất thuỷ tĩnh.

### 2. Cách xác định và công thức xác định:

***a. Tính thấm:***

Để đánh giá tính thấm ta dùng hệ số thấm nước $K_{tn}$

$$K_{tn} = \frac{V_n a}{F(p_1 - p_2)\tau}$$

trong đó : $V_n$ - thể tích nước thấm qua mẫu vật liệu; $m^3$

a - chiều dày thấm của mẫu vật liệu; *m*

F - tiết diện chịu thấm; $m^2$

$\tau$ - thời gian thấm; *h*

$(p_1 - p_2)$ - chênh lệch áp suất thuỷ tĩnh giữa hai bề mặt đối xứng; *m cột nước*

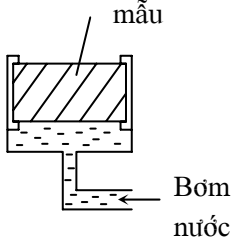
* Hệ số thấm nước là thể tích nước thấm qua mẫu vật liệu có chiều dày 1*m* , tiết diện $1m^2$ trong thời gian 1*h* khi chênh lệch áp suất thuỷ tĩnh ở hai bề mặt đối xứng là 1*m cột nước*.

***b.Tính chống thấm:***

Để đánh giá mức độ thấm của vật liệu người ta dùng mác chống thấm. Mác chống thấm được đánh giá bằng áp lực nước lớn nhất mà khi đó nước chưa thấm qua được mẫu vật liệu có kích thước quy định trong một khoảng thời gian quy định.

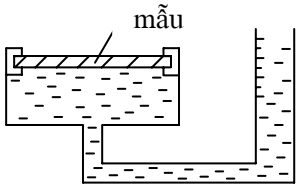
* *Vật liệu làm việc ở dạng khối:*

Mẫu thí nghiệm có dạng hình trụ, khối: các diện tích mặt bên của mẫu được bọc vật liệu cách nước, trên dưới để trống. Áp lực nước ban đầu $p_o$, sau t giờ tăng thêm $\Delta p$ nữa cho đến khi xuất hiện vết thấm.



** Vật liệu làm việc ở dạng bản mỏng:*

Mẫu thí nghiệm hình tròn có chiều dày bằng chiều dày làm việc. Mức nước ban đầu là 100mm giữ trong 5 phút, sau đó cứ t phút tăng thêm Δh nước cho đến khi xuất hiện vết thấm.




**4. Các yếu tố ảnh hưởng đến tính thấm và ý nghĩa:**

- Mức độ thấm hoặc khả năng chống thấm của vật liệu phụ thuộc vào cấu tạo bản thân vật liệu (độ đặc, độ rỗng, tính chất lổ rỗng), bản chất ưa nước hay kỵ nước của vât liệu.
- Sự thấm còn phụ thuộc vào áp lực nước tác dung lên vật liệu và thời gian thấm.
- Tính thấm đặc biệt quan trọng đối với vật liệu làm việc trong môi trường chịu ảnh hưởng của mưa gió, thường xuyên ẩm ướt hoặc trong nước.

## * Nhóm các tính chất liên quan đến môi trường nhiệt

### IX. TÍNH TRUYỀN NHIỆT:

**1. Khái niệm:**

*Tính truyền nhiệt* là khả năng của vật liệu để nhiệt truyền qua chiều dày khối vật liệu từ phía có nhiệt độ cao về phía có nhiệt độ thấp hơn.

**2. Công thức tính:**

- Tính truyền nhiệt được đánh giá bằng hệ số truyền nhiệt λ. Hệ số truyền nhiệt là lượng nhiệt truyền qua vật liệu có chiều dày 1$m$, tiết diện 1$m^2$ trong thời gian 1$h$ khi nhiệt độ chênh lệch giữa hai bề mặt là 1$^oC$.

$$\lambda = \frac{Qa}{F\Delta t\tau} \quad ; \; Kcal/m.h.^oC$$

trong đó : Q - lượng nhiệt truyền qua mẫu vật liệu; *Kcal*
a - bề dày mẫu vật liệu; *m*
F - tiết diện mẫu; $m^2$
Δt - chênh lệch nhiệt độ giữa 2 bề mặt đối xứng; $^oC$
τ - thời gian truyền nhiệt; *h*

**3. Các yếu tố ảnh hưởng:**

a) Ảnh hưởng của cấu tạo bản thân vật liệu: Đối với những vật liệu khô trong không khí (W=1 ÷ 7%) có thể tính λ theo $\gamma_o$ bằng công thức kinh nghiệm sau:

$$\lambda = \sqrt{0,0196 + 0,22\gamma_o^2} - 0,14 \quad ; Kcal/m.h.^oC$$

b) Ảnh hưởng của nhiệt độ bình quân của vật liệu: Khi nhiệt độ t = 40 ÷ 70°C ta tính λ theo t bằng công thức sau :

$$\lambda_t = \lambda_o(1 + 0,002t)$$

trong đó : $\lambda_t$ - hệ số truyền nhiệt ở t$^oC$
$\lambda_o$ - hệ số truyền nhiệt ở 0$^oC$
t - nhiệt độ bình quân của mẫu vật liệu; $^oC$

c) Ảnh hưởng của độ ẩm:

$$\lambda_W = \lambda_k + \Delta\lambda W$$

trong đó : $\lambda_W$ - hệ số truyền nhiệt của vật liệu ở trạng thái ẩm
$\lambda_k$ - hệ số truyền nhiệt của vật liệu ở trạng thái khô
W - độ ẩm của vật liệu
$\Delta\lambda$ - gia số truyền nhiệt

## X. NHIỆT DUNG, TỶ NHIỆT:

### 1. Khái niệm:

*Nhiệt dung* là nhiệt lượng mà vật liệu thu được sau khi đun nóng. Ký hiệu Q.

*Tỷ nhiệt* là nhiệt lượng cần cung cấp cho 1*kg* vật liệu để nó tăng lên 1$^oC$. Ký hiệu C.

### 2. Công thức tính:

Nhiệt dung được tính theo công thức sau:

$$Q = CG(t_2 - t_1) \quad ; \; Kcal$$

trong đó : C - tỷ nhiệt, *Kcal/kg.*$^oC$
G - khối lượng vật liệu được đun nóng; *kg*
$t_1$ - nhiệt độ vật liệu sau khi đun nóng; $^oC$
$t_2$ - nhiệt độ vật liệu trước khi đun nóng; $^oC$

Tỷ nhiệt của một loại vật liệu được tính theo công thức sau :

$$C = \frac{Q}{G(t_2 - t_1)} \quad ; \; Kcal/kg.^oC$$

trong đó : Q - nhiệt lượng vật liệu thu được sau khi đung nóng; *Kcal*
G - khối lượng vật liệu được đun nóng; *kg*
$t_1$ - nhiệt độ vật liệu sau khi đun nóng; $^oC$
$t_2$ - nhiệt độ vật liệu trước khi đun nóng; $^oC$

### 3. Các yếu tố ảnh hưởng đến tỷ nhiệt:

* Ảnh hưởng của độ ẩm:

$$C_W = \frac{C_k + 0{,}01WC_n}{1 + 0{,}01W}$$

trong đó : $C_W$ - tỷ nhiệt của vật liệu ở độ ẩm W
$C_k$ - tỷ nhiệt của vật liệu khô
$C_n$ - tỷ nhiệt của nước
W - độ ẩm của vật liệu (%)

*Ảnh hưởng của thành phần cấu tạo: trường hợp vật liệu hỗn hợp do nhiều thành phần cấu tạo nên thì tỷ nhiệt của nó tính theo công thức:

$$C^{hh} = \frac{G_1C_1 + G_2C_2 + ... + G_nC_n}{G_1 + G_2 + ... + G_n}$$

trong đó : $C_{hh}$ - tỷ nhiệt của vật liệu hốn hợp

$C_1$,..., $C_n$ - tỷ nhiệt của từng vật liệu thành phần
$G_1$,..., $G_n$ - khối lượng của từng vật liệu thành phần

### XI. TÍNH CHỐNG CHÁY, TÍNH CHỊU NHIỆT:

#### 1. Tính chống cháy:

- *Tính chống cháy* là khả năng của vật liệu chịu được tác dụng trực tiếp của ngọn lửa trong một thời gian nhất định mà không bị phá hoại.
- Căn cứ vào khả năng chống cháy, vật liệu xây dựng được chia thành 4 nhóm :
  + *Vật liệu không cháy,không bị biến dạng*
  + *Vật liệu không cháy nhưng có thể biến dạng nhiề*u
  + *Vật liệu khó cháy*
  + *Vật liệu dễ cháy*

#### 2. Tính chịu nhiệt:

- *Tính chịu nhiệt* là khả năng của vật liệu chịu tác động của nhiệt độ cao trong một thời gian dài mà không bị phá hoại (thường là bị chảy).
- Căn cứ vào khả năng chịu nhiệt, vật liệu xây dựng được chia thành 3 nhóm :
  + *Vật liệu chịu nhiệt:* chịu được tác dụng của nhiệt độ lớn hơn 1580$^o$C
  + *Vật liệu khó chẩy:* chịu được tác dụng của nhiệt độ từ 1350 ÷ 1580$^o$C.
  + *Vật liệu dễ chẩy:* chịu được tác dụng của nhiệt độ dưới 1350$^o$C.

## §2. CÁC TÍNH CHẤT CƠ HỌC CHỦ YẾU CỦA VẬT LIỆU XÂY DỰNG

### I. TÍNH BIẾN DẠNG:

#### 1. Khái niệm:

- *Tính biến dạng* là tính chất của vật liệu bị thay đổi hình dáng và kích thước dưới tác dụng của tải trọng.
- Thực chất của biến dạng là khi chịu tác dụng của ngoại lực các phân tử sẽ thay đổi vị trí cân bằng và có chuyển vị tương đối.

#### 2. Phân loại biến dạng:

***a. Căn cứ vào khả năng phục hồi biến dạng:***

* Biến dạng đàn hồi: là biến dạng bị triệt tiêu hoàn toàn khi bỏ ngoại lực tác dung. Tính chất hồi phục về hình dáng và kích thước ban đầu của vật liệu sau khi bỏ ngoại lực gọi là tính đàn hồi.

* Biến dạng dẻo (biến dạng dư): là biến dạng không bị triệt tiêu hoàn toàn khi bỏ ngoại lực tác dụng. Tính chất không hồi phục được hình dáng và kích thước ban đầu của vật liệu sau khi bỏ ngoại lực tác dụng gọi là tính dẻo.

***b. Căn cứ vào thời điểm xuất hiện biến dạng:***

* Biến dạng tức thời: biến dạng xuất hiện ngay sau khi đặt lực.

* Biến dạng theo thời gian : biến dạng chỉ xuất hiện sau một thời gian đặt lực.

### 3. Phân loại vật liệu theo biến dạng:

- Căn cứ vào quan hệ giữa ứng suất và biến dạng, hay nói cách khác căn cứ vào hiện tượng biến dạng tới trước khi bị phá hoại, chia vật liệu thành:

- Vật liệu có tính dẻo: là vật liệu mà từ khi đặt lực cho đến trước khi bị phá hoại quan sát được biến dạng dẻo rất rõ ràng. VD: thép ít cacbon, bitum...

- Vật liệu có tính giòn: là vật liệu mà từ khi đặt lực cho đến trước khi bị phá hoại không quan sát thấy biến dạng một cách rõ ràng. VD: gang, đá thiên nhiên, gạch đất sét nung...

- Vật liệu có tính đàn hồi: là vật liệu mà khả năng biến dạng đàn hồi lớn hơn khả năng biến dạng dẻo.

- Tính dẻo hay tính giòn của vật liệu có thể thay đổi tùy theo các yếu tố: nhiệt độ , độ ẩm, tốc độ gia tải... VD: bitum khi kéo ở nhiệt độ cao là vật liệu dẻo, khi kéo ở nhiệt độ thấp là vật liệu giòn...

### 4. Các hiện tượng liên quan đến biến dạng:

***a. Hiện tượng từ biến*:**

- *Từ biến* là hiện tượng biến dạng tăng dần theo thời gian khi tải trong tác dụng không đổi.

- Nguyên nhân của hiện tượng từ biến là do trong vật liệu rắn có một số bộ phận phi tinh thể có tính chảy nhớt gần giống như thể lỏng. Mặt khác, do bản thân cấu tạo của vật liệu có một số thiếu sót, khuyết tật về mặt cấu trúc hoặc do vật liệu thay đổi cấu trúc theo thời gian nên dưới tác dụng lâu dài của ngoại lực nó bị chảy nhớt ra .

***b. Hiện tượng chùng ứng suất:***

- *Chùng ứng suất* là hiện tượng ứng suất đàn hồi giảm dần theo thời gian khi giữ cho biến dạng không đổi.

- Nguyên nhân: do dưới tác dụng lâu dài của tải trọng, một phần năng lượng gây biến dạng đàn hồi bị mất đi dưới dạng phân tán nhiệt làm cho một bộ phận vật liệu có biến dạng đàn hồi dần dần chuyển sang biến dạng dẻo.

## II. CƯỜNG ĐỘ:

### 1. Khái niệm:

- *Cường độ:* là khả năng lớn nhất của vật liệu chống lại sự phá hoại dưới tác dụng của tải trọng và được xác định bằng ứng suất tới hạn tương ứng với tải trọng gây phá hoại mẫu. Ký hiệu *R*.

- *Cường độ tiêu chuẩn:* là cường độ của vật liệu khi mẫu có hình dáng kích thước chuẩn, được chế tạo, dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn, thí nghiệm theo phương pháp chuẩn. Ký hiệu $R^{tc}$.

- *Mac vật liệu* (đối với các vật liệu mà cường độ là chỉ tiêu quan trọng nhất để đánh giá chất lượng): là đại lượng không thứ nguyên do Nhà nước quy định căn cứ vào cường độ tiêu chuẩn.

- Trong các kết cấu xây dựng, vật liệu có thể chịu các loại tải trọng khác nhau: kéo, nén, uốn, cắt, trượt, ... Tương ứng với mỗi dạng chịu tải sẽ có một loại cường độ tương ứng: cường độ chịu kéo, chịu nén, chịu uốn...

- Khi thí nghiệm, sự phá hoại trên mẫu xảy ra khi có các dấu hiệu : đứt , tách lớp , nứt, biến dạng lớn, gãy...

**2. Phương pháp và công thức xác định:**

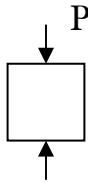
***a. Phương pháp trực tiếp:***

- Chế tạo mẫu hoặc lấy mẫu từ kết cấu công trình và tác dụng tải trọng trực tiếp lên mẫu cho đến khi mẫu bị phá hoại. Sự xuất hiện vết nứt, sự tách lớp và biến dạng là các dấu hiệu phá hoại.

- Cường độ vật liệu được tính toán từ các kết quả thí nghiệm theo các công thức tương ứng với dạng chịu lực .

* *Xác định cường độ nén* $R_n$ *:* mẫu thí nghiệm thường có dạng hình khối lập phương, cạnh từ 2 đến 30*cm*.

$$R_n = \frac{P}{F}$$

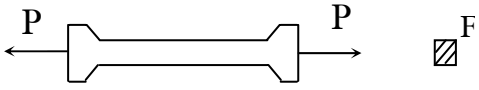



trong đó : P - tải trọng phá hoại

F - diện tích mặt cắt ngang

* *Xác định cường độ chịu kéo* $R_k$ *:* mẫu thí nghiệm có hình lăng trụ , hình số 8.

$$R_k = \frac{P}{F}$$



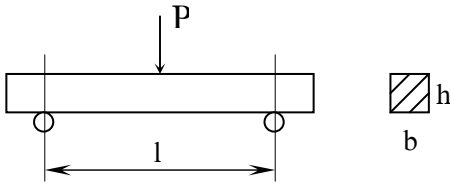

trong đó :P - tải trọng phá hoại

F - diện tích mặt cắt ngang

* *Xác định cường độ chịu uốn* $R_u$ *:* mẫu thí nghiệm thường có dạng thanh (dầm), tiết diện chữ nhật, đặt trên 2 gối tựa rồi tác dụng lên thanh một hay hai tải trọng tập trung.

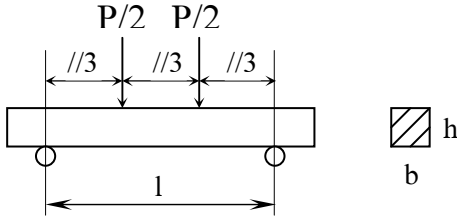
+ Sơ đồ 1 tải : Trường hợp đặt một tải trọng ở giữa :

$$R_n = \frac{M}{W} = \frac{3Pl}{2bh^2}$$




+ Sơ đồ 2 tải : Trường hợp đặt hai tải bằng nhau đối xứng với điểm giữa của thanh:

$$R_n = \frac{M}{W} = \frac{Pl}{bh^2}$$




trong đó: M - mômen uốn

W - mômen kháng uốn của tiết diện ngang dầm

P - tải trọng phá hoại

l - khoảng cách giữa hai gối tựa

b, h - chiều rộng và chiều cao tiết diện

***b. Phương pháp gián tiếp:*** *dựa vào nguyên tắc của dung cụ đo*

* *Nhóm theo nguyên tắc cơ học:*

- Tác dụng tải trọng sâu vào bề mặt vật liệu rồi đo trị số biến dạng dẻo, thông số đo là độ cứng hay biến dạng cục bộ (búa bi, búa có thanh chuẩn).

- Tác dụng tải trọng va chạm vào bề mặt vật liệu, dựa vào nguyên tắc nẩy bật đàn tính ra khỏi bề mặt vật liệu, thông số đo là trị số bật nẩy do phản lực từ mặt vật liệu tạo ra khi có tác động cơ học (súng bật nẩy ).

Đem các thông số đo được đối chiếu với các đồ thị chuẩn tương ứng của dung cụ để suy ra cường độ của vật liệu.

**Nhóm theo nguyên tắc vật lý:*

- Dựa vào quy luật lan truyền của xung điện, tia phóng xạ hay sóng siêu âm khi đi qua vật liệu để xác định mật độ, tần số dao động riêng hay vận tốc truyền sóng. Đem đối chiếu các thông số đo với các đồ thị chuẩn để xác định cường độ của vật liệu .

- Dụng cụ đo : máy siêu âm bêtông , máy siêu âm thép...

* Các phương pháp không phá hoại rất tiện lợi song mức độ chính xác tuỳ thuộc vào rất nhiều yếu tố do đó không thể thay thế hoàn toàn phương pháp phá hoại mẫu được . Các biểu đồ chuẩn của phương pháp không phá hoại phải được xây dựng trên cơ sở của phương pháp phá hoại mẫu .

### 3. Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ vật liệu:

***a. Các yếu tố phụ thuộc vào bản thân cấu tạo vật liệu:***

- Vật liệu có cấu trúc kết tinh hoàn thiện có cường độ cao hơn vật liệu có cấu trúc kết tinh không hoàn thiện.

- Vật liệu có kiến trúc kết tinh mịn có cường độ cao hơn vật liệu có kiến trúc kết tinh thô.

- Vật liệu có cấu tạo rỗng có cường độ thấp hơn vật liệu đặc chắc vì nó có độ rỗng tương đối lớn, lực liên kết giữa các chất điểm yếu, diện tích chịu lực giảm, ứng suất tập trung ở gần lỗ rỗng, nên khả năng chịu lực kém .

- Vật liệu có cấu tạo dạng lớp hoặc sợi, thành phần cấu tạo phân bố theo một chiều nhất định nên cường độ theo mỗi hướng khác nhau (tính dị hướng).

***b. Các yếu tố phụ thuộc vào điều kiện thí nghiệm:***

- Hình dáng và kích thước mẫu: mẫu có hình dạng khác nhau thì trị số đo cường độ cũng khác nhau. VD: trong thí nghiệm nén thì mẫu có kích thước càng bé, chiều cao càng thấp thì trị số đo R sẽ cao; mẫu hình trụ có trị số đo R thấp hơn mẫu hình lăng trụ.

- Đặc trưng bề mặt: trong thí nghiệm nén thì mẫu có bề mặt trơn láng, lực ma sát sẽ nhỏ, cường độ sẽ thấp và ngược lại.

- Tốc độ tăng tải: khi tốc độ tăng lực càng nhanh, tốc độ biến hình của vật liệu chậm (tương đối) so với tốc độ tăng tải nên trị số đo $R$ sẽ cao hơn so với thực tế.

- Nhiệt độ và độ ẩm của môi trường: có ảnh hưởng đến cường độ. Đối với các vật liệu nhạy cảm với nhiệt độ và độ ẩm thì ảnh hưởng của độ ẩm và nhiệt độ đến cường độ rất lớn .

Để khắc phục các yếu tố ảnh hưởng đó, phải quy định một hình dạng, kích thước chuẩn, điều kiện chế tạo và dưỡng hộ chuẩn , phương pháp thí nghiệm chuẩn cho từng loại vật liệ (Tiêu chuẩn Xây dựng của Việt Nam, Tiêu chuẩn ngành của các Bộ chủ quản, Tiêu chuẩn của các nước trên thế giới, Tiêu chuẩn của các Hiệp hội được Quốc tế công nhận). Khi thí nghiệm trên các điều kiện khác chuẩn, phải có sự hiệu chỉnh kết quả về điều kiện chuẩn .

Vì hình dáng và kích thước mẫu có ảnh hưởng nhất định đến kết quả thí nghiệm cường độ nên đối với $R_n$ người ta phải dùng hệ số điều chỉnh. VD: đối với thí nghiệm nén của bêtông:

**Hệ số điều chỉnh cường độ giữa các loại khuôn mẫu**

(lấy khuôn 15 x 15 x 15*cm* làm tiêu chuẩn)

| **Hình dáng, kích thước mẫu *(cm)*** | **K** |
|---|---|
| 30 x 30 x 30 | 1,10 |
| 20 x 20 x 20 | 1,05 |
| 15 x 15 x 15 | 1,00 |
| 10 x 10 x 10 | 0,91 |
| d = 20 ; h = 40 | 1,24 |
| d = 15 ; h = 30 | 1,20 |

## 4. Các hệ số liên quan đến cường độ :

***a. Hệ số mềm :***

-Nhìn chung khi vật liệu bão hòa nước thì cường độ giảm. Để đánh giá sự độ bền của vật liệu khi làm việc trong môi trường nước ta dùng hệ số mềm $K_m$

$$K_m = \frac{R^{bh}}{R^k}$$

trong đó : $R^{bh}$ _- cường độ của mẫu vật liệu đã bão hòa nước

$R^k$ -_cường độ của mẫu vật liệu khô

- Hệ số mềm biến đổi trong giới hạn từ 0 (vật liệu bằng đất sét không nung) đến 1 (vật liệu hoàn toàn đặc chắc: thép, kính...). Đối với các công trình bị ngập nước hay chịu mực nước thay đổi liên tục hay bị nước va đập liên tục yêu cầu hệ số mềm lớn hơn 0,75. Những vật liệu có hệ số mềm lớn hơn 0,75 được gọi là vật liệu bền nước.

***b. Hệ số an toàn:***

- Trong tính toán thiết kê công trình, người ta chỉ tính khả năng chịu lực của vật liệu theo trị số cường độ tối đa cho phép [ R ]. Cường độ này nhỏ hơn cường độ giới hạn

thực sự của vật liệu mới đảm bảo an toàn. Tỷ số giữa cường độ giới hạn và cường độ cho phép gọi là *hệ số an toàn K*. Hệ số an toàn *K* luôn luôn lớn hơn 1.

$$K = \frac{R}{[R]}$$

trong đó : R - cường độ giới hạn của vật liệu

[R] - cường độ tối đa cho phép trong thiết kế

* Lý do để đưa ra hệ số an toàn trong tính toán thết kế kết cấu công trình :

- Cường độ là trị số trung bình của nhiều mẫu thí nghiệm, nhiều vùng hoặc nhiều lần thí nghiệm.

- Trong qúa trình làm việc, vật liệu thường có hiện tượng mỏi hoặc đã có biến hình quá lớn tuy chưa đến lực phá hoại (nhất là khi tải trọng trùng lặp).

- Mặt khác khi thiết kế, người ta chưa đề cập hết đến các yếu tố ảnh hưởng của môi trường tác dụng lên công trình.

* Việc lựa chọn hệ số an toàn lớn hay nhỏ khi tính toán tuỳ thuộc vào :

- Quy mô, tầm quan trọng của công trình .

- Kinh nghiệm về tính toán thiết kế, phương pháp tính, trình độ tính toán, trình độ nắm chắc vật liệu, kiểm nghiệm qua các công trình đã xây dựng...

- Phương tiện, thiết bị thăm dò,khảo sát, dự báo, kiểm định ...

***c. Hệ số phẩm chất:***

*Hệ số phẩm chất* $K_{pc}$ là chỉ tiêu đánh giá phẩm chất của vật liệu - là tỷ số giữa cường độ và khối lượng thể tích của vật liệu.

$$K_{pc} = \frac{R}{\gamma_o}$$

trong đó : R - cường độ giới hạn của vật liệu, $daN/cm^2$

$\gamma_o$ - khối lượng thể tích của vật liệu, $kg/m^3$

## III. ĐỘ CỨNG:

### 1. Khái niệm:

-*Độ cứng* là khả năng của vật liệu chịu được sự xuyên đâm của vật liệu khác cứng hơn tác dụng lên nó.

- Khả năng này rất quan trọng đối với vật liệu làm đường, vật liệu lát bề mặt, vật liệu làm trụ cầu... và có ảnh hưởng nhiều đến tính chất chịu mòn. Mặt khác, độ cứng cũng đặc trưng cho mức độ khó gia công của vật liệu.

### 2.Cách xác định:

* *Đối với vật liệu khoáng:* dùng thang độ cứng Mohr. Phương pháp xác định là phương pháp vạch. Cách xác định theo phương pháp này chỉ có tính chất định tính chứ không định lượng.

***Bảng thang độ cứng Mohr***

| Chỉ số cứng | Khoáng vật | Đặc điểm độ cứng |
|---|---|---|
| 1 | Tan hoặc phấn | Rạch được dễ dàng bằng móng tay |
| 2 | Thạch cao | Rạch được bằng móng tay |
| 3 | Canxit hay thạch cao cứng | Rạch được dễ dàng bằng dao thép |
| 4 | Fluroin | Rạch được bằng dao thép dưới áp lực không lớn |
| 5 | Apatit | Ấn dao mạnh mới rạch được, không rạch được kính |
| 6 | Octocla | Không rạch được bằng dao thép, chỉ làm kính bị xước nhẹ |
| 7 | Thạch anh | Có thể rạch kính dễ dàng, không rạch được bằng dao thép |
| 8 | Topa | |
| 9 | Coriđon | |
| 10 | Kim cương | |

Căn cứ vào bảng Mohr thì độ cứng một số chất như sau :

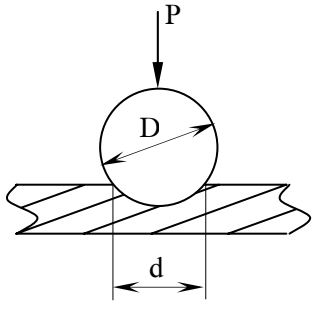
| **Tên các chất** | **Độ cứng** | **Tên các chất** | **Độ cứng** |
|---|---|---|---|
| *Pb* | 1,5 | *Cu* | 2 - 3 |
| *Zn* | 1,5 - 2 | *Đá hoa* | 3 - 4 |
| *Al* | 2 | *Thủy tinh* | 4,5 - 6,5 |
| *Sn* | 2 | *Đá lửa* | 6 |
| *Than đá* | 2 - 2,5 | *Lưỡi dao* | 6,5 |
| *Móng tay* | 2,5 | *Thép ít C* | 4 - 5 |

**Đối với vật liệu kim loại :*

+ Phương pháp Brinen: dùng viên bi thép có đường kính D (mm), đem ấn vào vật liệu định thử với một lực P, rồi dựa vào kích thước vết cầu lõm trên bề mặt vật liệu mà xác định độ cứng.

Độ cứng Brinen xác định theo công thức sau:

$$H_{Br} = \frac{P}{F} = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad , daN/mm^2$$




trong đó : F - diện tích chỏm cầu của vết lõm, $mm^2$

D - đường kính bi thép; *mm*

d - đường kính vết lõm; *mm*

P - lực ép viên bi vào mẫu thí nghiệm (*daN*), nó phụ thuộc vào đường kính viên bi và loại vật liệu. P được tính theo công thức

$$P = KD^2$$

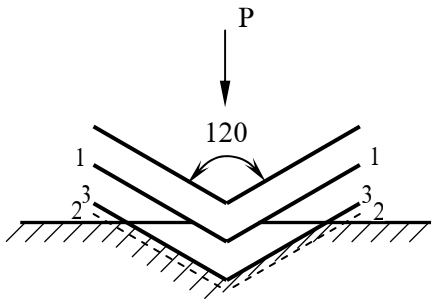
K - là hệ số, phụ thuộc tính chất vật liệu. Ví dụ:

đối với kim loại đen, K = 30

đối với kim loại màu, K = 10

đối với kim loại mềm, K = 3

$H_{Br}$ càng lớn thì vật liệu càng cứng.




+ Phương pháp Rốc-oen : dùng một hình nón bằng kim cương có góc mở 120°, bán kính 0,2*mm*, hoặc dùng một hòn bi thép có đường kính 1,59*mm* hay 3,175*mm* tác dụng sâu vào bề mặt vật liệu với tải trọng tăng dần. Sau đó khôi phục lại tải trọng ban đầu rồi đo biến dạng dư e . Căn cứ vào e để đánh giá mức độ cứng của vật liệu .

-Trình tự tiến hành như sau: Cho tải trọng ban đầu là:

$P_o$ = 10*kg* rồi tăng dần lên 150*kg* (nếu dùng hình nón)

$P_o$ = 10*kg* rồi tăng dần lên 60*kg* (nếu dùng bi có D = 1,59*mm*)

$P_o$ = 10*kg* rồi tăng dần lên 100*kg* (nếu dùng bi có D = 1,59*mm*)

$P_o$ = 10*kg* rồi tăng dần lên 100*kg* (nếu dùng bi có D = 3,175*mm*)

Sau đó khôi phục lại tải trọng ban đầu $P_o$ = 10*kg*

Đo biến dạng dư e còn lại trên mẫu (có đơn vị là 2μ).

Độ cứng Rốc-oen được ký hiệu và tính toán như sau:

$H_{Rc}$ = 100 - e (nếu dùng hình nón kim cương)

$H_{Rb}$ = 130 - e (nếu dùng bi có D = 1,59*mm* và P = 100*kg*)

$H_{Rf}$ = 130 - e (nếu dùng bi có D = 1,59*mm* và P = 60*kg*)

$H_{Re}$ = 130 - e (nếu dùng bi có D = 3,175*mm* và P = 100*kg*)

## IV. ĐỘ MÀI MÒN:

### 1. Khái niệm:

- Khi vật liệu làm việc bị cọ xát liên tục với vật liệu khác thì thể tích và khối lượng của nó bị thay đổi, ta gọi vật liệu bị mài mòn. Ký hiệu $M_n$.

- Độ mài mòn là độ hao mòn về khối lượng trên một đơn vị diện tích mẫu bị mài mòn liên tục .

-Độ mài mòn phụ thuộc vào độ cứng, cường độ và cấu tạo nội bộ vật liệu.

### 2. Cách xác định:

- Độ mài mòn thường được thí nghiệm bằng máy mài mòn. Mẫu thí nghiệm hình trụ có d = 2,5*cm*, h = 5*cm*. Cho máy quay 1000 vòng và rắc vào 2,5*l* cát thạch anh cỡ 0,3 ÷ 0,6*mm* và độ mài mòn được tính theo công thức:

$$M_n = \frac{G_o - G}{F} \text{ ; g/cm}^2$$

trong đó : $G_o$ - khối lượng mẫu trước khi mài mòn; *g*

G - khối lượng mẫu trước khi mài mòn; *g*

F - diện tích mài mòn; $cm^2$

- Cũng có khi người ta đánh giá độ mài mòn bằng độ hao hụt chiều dày của mẫu. Dưới đây là chỉ số trung bình độ mài mòn của một số vật liệu

| Vật liệu | Độ mài mòn, $g/cm^2$ |
|---|---|
| Đá hoa cương (granit) | 0,1 - 0,5 |
| Đá thạch anh | 0,06 - 0,12 |
| Tấm lát sàn bằng gốm | 0,25 - 0,3 |
| Đá vôi | 0,3 - 0,8 |

## V. ĐỘ CHỐNG VA CHẠM:

### 1. Khái niệm:

*Độ chống va chạm* là khả năng của vật liệu chịu được tải trọng va chạm mà không bị phá hoại (thường là bị nứt). Độ va chạm được tính bằng công cần thiết để đập vỡ một đơn vị thể tích vật liệu .

### 2. Cách xác định:

- Dùng máy búa va chạm: thả cho quả cầu thép khối lượng G rơi liên tục ở một độ cao xác định h đập vào bề mặt mẫu vật liệu n lần cho đến khi xuất hiện vết nứt đầu tiên trên mẫu. Công phá hoại do tải trọng va chạm gây ra :

$$A_{vc} = g.\ G.\ h.\ n$$

- Độ chống va chạm của vật liệu được tính theo công thức sau :

$$a_{vc} = A_{vc}/V_o$$

## VI. ĐỘ HAO MÒN:

### 1. Khái niệm:

*Độ hao mòn* đặc trưng cho tính chất của vật liệu vừa chịu mài mòn vừa chịu va chạm.

### 2.Cách xác định:

**** Độ hao mòn Đêvan:***

- Để xác định độ hao mòn thường dùng máy Đêvan (đối với đá). Đập đá thành những viên nặng khoảng 100*g* rồi bỏ 5*kg* đá vào thùng. Cho thùng quay 10000 vòng rồi lấy mẫu ra và đem sàng qua sàng 2*mm*. Độ hao mòn sẽ được tính theo công thức sau :

$$H_m = \frac{G_1 - G_2}{G_1} \times 100\%$$

trong đó : Q - độ hao mòn; %

$G_1$ - khối lượng vật liệu trước thí nghiệm; *g*

$G_2$ - khối lượng vật liệu sót lại trên sàng 2*mm* sau thí nghiệm; *g*

- Căn cứ vào độ hao mòn Đêvan , phân đá thành :

Q < 4% - đá chống hao mòn rất khỏe

Q = 4-6% - đá chống hao mòn khỏe

Q = 6-10% - đá chống hao mòn trung bình

Q = 10-15% - đá chống hao mòn yếu

Q > 15% - đá chống hao mòn rất yếu

**** Độ hao mòn LosAngeles (LA):***

- Để xác định độ hao mòn LA thường dùng máy hao mòn LA

* TCVN 1772-87 :

- Cân một khối lượng vật liệu G, Khi Dmax ≤ 20mm thì G = 5kg ; Khi Dmax ≥ 20mm thì G = 10kg. Khi đá có nhiều cỡ thì phải sàng để phân cỡ và xác định độ hao mòn cho từng cỡ hạt. Cho mẫu vào máy, bỏ vào n viên bi thép (d = 48 mm; g = 405-450g), cho máy quay N vòng với tốc độ 30-33 v/ph. Khi Dmax≤ 20mm thì N = 500v, n = 8,9,11; khi Dmax ≥ 20mm thì N = 1000v , n = 12. Sau đó đem sàng qua sàng 1,25mm . Độ hao mòn được tính theo công thức như trên .

* TC AASHTO 96-87; ASTM C131-81:

- Phân loại đá thành các loại A, B, C, D, E , F, G. Khi đá có nhiều cỡ thì phải sàng để phân thành từng cỡ riêng rồi phối hợp lại tạo thành mẫu thử . Cân một khối lượng vật liệu G cho vào máy , bỏ vào n viên bi thép (d = 46,8 mm ; g = 390-445g ) , cho máy quay N vòng với tốc độ 30-33 v/ph. Sau đó đem sang qua sàng 1,71mm . Độ hao mòn được tính theo công thức như trên.

**Bảng phân loại đá theo TC AASHTO 96-87; ASTM C131-81**

| Lọt qua | Sót lại | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 76,2 | 63,5 | | | | | 2500 | | |
| 63,5 | 50,8 | | | | | 2500 | | |
| 50,8 | 38,1 | | | | | 5000 | 5000 | |
| 38,1 | 25,4 | 1250 | | | | | 5000 | 5000 |
| 25,4 | 19,1 | 1250 | | | | | | 5000 |
| 19,1 | 12,7 | 1250 | 2500 | | | | | |
| 12,7 | 9,52 | 1250 | 2500 | | | | | |
| 9,52 | 6,35 | | | 2500 | | | | |
| 6,35 | 4,76 | | | 2500 | | | | |
| 4,76 | 2,38 | | | | 5000 | | | |
| Tổng G | | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 10000 | 10000 | 10000 |
| N | | 500 | 500 | 500 | 500 | 1000 | 1000 | 1000 |
| n | | 12 | 11 | 8 | 6 | 12 | 12 | 12 |

# CHƯƠNG II :

# VẬT LIỆU ĐÁ THIÊN NHIÊN

## §1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

### I. KHÁI NIỆM:

#### 1. Vật liệu đá thiên nhiên:

- Vật liệu đá thiên nhiên là vật liệu xây dựng được sản xuất ra từ đá thiên nhiên bằng phương pháp gia công cơ học như nổ mìn, đục, đập, cưa, v.v... Do đó, tính chất cơ lý, hóa học của vật liệu đá thiên nhiên vẫn giữ nguyên như của đá gốc. Vì vậy, để tìm hiểu tính chất của vật liệu đá thiên nhiên ta phải tìm hiểu tính chất của đá thiên nhiên.

#### 2. Đá thiên nhiên:

- Đá thiên nhiên là những khối tổ hợp vô cơ có quy luật của một khoáng hay nhiều khoáng. Đá chỉ gồm một khoáng gọi là đá đơn khoáng, đá gồm nhiều khoáng gọi là đá đa khoáng.

- Khoáng vật là cơ sở kiến tạo nên đá thiên nhiên. Đó là một khối vật thể đồng nhất về thành phần hoá học, tính chất vật lý và kiến trúc tinh thể. Khoáng vật là những chất hoá học được tạo thành do kết quả của các quá trình hoá lý tự nhiên khác nhau xảy ra trong vỏ Trái đất.

* Vật liệu đá thiên nhiên là loại vật liệu được dùng nhiều trong xây dựng.

- Công dụng: Vật liệu đá thiên nhiên như cát, sỏi, đá dăm dùng làm cốt liệu bêtông và vữa; đá cấp phối dùng rải đường ôtô và đệm đường xe lửa; đá hộc dùng để xây mố cầu, xây cống, kè đê và gia cố nền đường ôtô ở vùng đất yếu; đá tấm, đá lát dùng lát vỉa hè, làm bậc cầu thang; các cấu kiện kiến trúc khác dùng để trang hoàng các công trình dân dụng và công cộng. Ngoài ra, còn dùng đá thiên nhiên để sản xuất các chất kết dính như vôi, thạch cao, ximăng.

- Ưu điểm: cường độ chịu nén cao, độ cứng cao, bền vững trong môi trường sử dụng, khả năng trang trí tốt và giá thành hạ, vì là vật liệu địa phương.

### II. PHÂN LOẠI ĐÁ THIÊN NHIÊN:

- Có nhiều phương pháp khác nhau để phân loại đá thiên nhiên, song phương pháp hay dùng nhất là dựa vào điều kiện sinh thành và nguồn gốc của chúng, vì các yếu tố đó quyết định thành phần khoáng vật, cấu trúc tinh thể, kết cấu cũng như cường độ, tính bền vững và khả năng trang trí của đá.

- Theo phương pháp này, đá thiên nhiên được chia thành 3 nhóm chính: đá macma, đá trầm tích và đá biến chất.

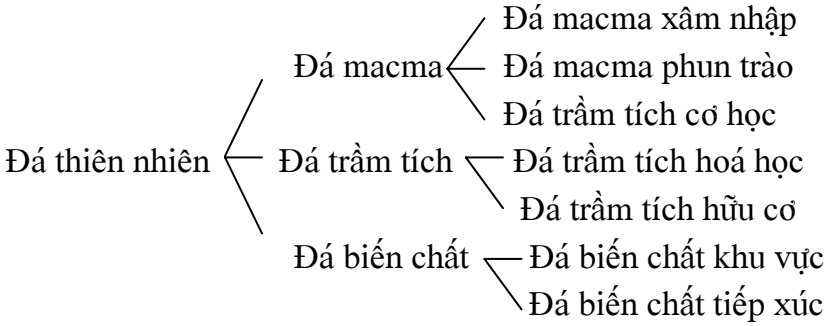
- Ngoài ra, căn cứ vào hàm lượng oxit silic có thể chia đá macma thành 4 loại:

* Đá macma axit : khi hàm lượng $SiO_2 > 65\%$

* Đá macma trung tính : khi hàm lượng $SiO_2 = 65\text{-}55\%$

* Đá macma bazơ : khi hàm lượng $SiO_2 = 55\text{-}45\%$

* Đá macma siêu bazơ : khi hàm lượng $SiO_2 < 45\%$




## III. PHÂN LOẠI VẬT LIỆU ĐÁ THIÊN NHIÊN:

### 1. Căn cứ vào hình dáng, kích thước:

- Đá hộc: những viên chưa qua gia công đẽo gọt, không có dạng hình học xác định, kích thước 150 ÷ 450*mm* , G = 20 ÷ 40 *kg*.
- Đá khối: những viên có qua gia công cơ học, hình dáng thường là khối hộp chữ nhật, thường được gọi là đá đẽo: đá đẽo thô, đá đẽo vừa, đá đẽo kỹ.
- Đá tấm : những viên có chiều dày bé hơn so với các kích thước còn lại.
- Đá dăm: đá có d = 5 ÷ 70 *mm*
- Cát: hạt có d = 0,14 ÷ 5 *mm*
- Bột đá: d < 0,14 *mm*

### 2. Căn cứ vào khối lượng thể tích:

- Đá nặng: KLTT > 1800 $kg/m^3$
- Đá nhẹ: KLTT < 1800 $kg/m^3$

### 3. Căn cứ vào cường độ:

- Đá nặng: có các Mac 100, 150, 200, 400, 600, 800, 1000
- Đá nhẹ: có các Mac 5, 10, 15, 75, 100, 150

### 4. Căn cứ vào hệ số mềm:

- Đá có $K_m < 0,6$ : dùng nơi khô ráo
- Đá có $K_m = 0,6 \div 0,75$ : dùng nơi ít ẩm
- Đá có $K_m = 0,75 \div 0,9$ : dùng nơi ẩm ướt
- Đá có $K_m = 0,6 \div 0,75$ : dùng dưới nước

### 5. Căn cứ vào mục đích xây dựng:

- Đá xây móng, làm cốt liệu cho bêtông, bêtông atphan, dùng làm vật liệu trang trí, đá ốp lát, dùng làm nguyên liệu sản xuất vôi, ximăng...

### 6. Căn cứ vào quá trình sản xuất :

- Vật liệu đá có qua gia công cơ học
- Vật liệu đá không qua gia công cơ học

# §2. ĐÁ MACMA

## I. ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÀNH:

- Đá macma được tạo thành từ khối silicát nóng chảy trong lòng vỏ Trái đất xâm nhập vào vỏ quả đất hay phá vỡ lớp vỏ này phun lên trên bề mặt của vỏ Trái đất rồi nguội lạnh lại tạo thành.

- Macma xâm nhập nằm sâu hơn trong lòng vỏ Trái đất và có quá trình kết tinh chậm. Nó có cấu trúc tinh thể lớn, độ đặc chắc cao, khả năng chịu lực tốt, ít hút nước.

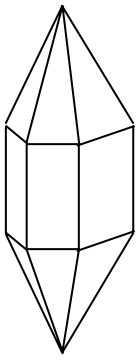
- Macma phun trào ở trên vỏ Trái đất và quá trình kết tinh nhanh dưới nhiệt độ và áp suất thấp nên có một bộ phận khoáng khoáng vật kết tinh với kích thước tinh thể bé, không hoàn chỉnh, còn phần lớn ở dạng vô định hình. Nó có nhiều lổ rỗng, khả năng chịu lực kém nhưng độ hoạt tính lại cao...

## II. CÁC KHOÁNG VẬT TẠO ĐÁ:

### 1. Nhóm silicat:

***a. Thạch anh:***

- Thạch anh có thành phần hoá học là $SiO_2$ ở dạng kết tinh, tinh thể hình lăng trụ sáu cạnh, ít khi trong suốt mà thường có màu trắng sữa, độ cứng 7, khối lượng riêng 2,65$g/cm^3$, có cường độ chịu nén cao, chống hao mòn tốt và tương đối ổn định với axit. Thạch anh có khả năng thay đổi thể tích tuỳ theo nhiệt độ. Ở $t^o$= 573$^o$C bị biến đổi thù hình, nở V 1,5 lần. Ở $t^o$ = 1710$^o$C nóng chảy



Tinh thể Thạch anh anh

***b. Nhóm fenpat:***

- Gồm những alumo silicat natri, kali và canxi được tạo thành khi macma kết tinh. Căn cứ vào tính chất cát khai, người ta chia fenpat ra làm 2 dạng: octola - khi các mặt cát khai thẳng góc nhau và plagiocla - khi các mặt cát khai xiên góc với nhau (khoảng 86$^o$30').

- Có 3 loại : fenspat kali, fenspat natri, fenspat canxi

$K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ $Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ $CaO.Al_2O_3.6SiO_2$

- Đặc tính cơ bản của fenspat là có màu trắng, trắng xám, vàng hồng đến đỏ, khối lượng riêng 2,55 ÷ 2,76$g/cm^3$, độ cứng 6÷6,5 , cường độ chịu nén giới hạn 1200 ÷ 1700$daN/cm^2$, khả năng chống phong hoá kém, kém ổn định đối với nước, đặc biệt là nước có chứa $CO_2$. Fenspat kali khi phong hoá tạo thành Caolinit.

-Fenspat dùng chủ yếu trong công nghệ sản xuất gạch men sứ và các thiết bị sứ vệ sinh.

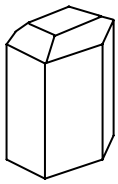
***c. Nhóm phụ mica:***

- Mica là những alumosilicat ngậm nước rất phức tạp, phổ biến nhất là 2 loại biotit có màu nâu, đen và mutcovit thường trong suốt. Độ cứng của mica rất thấp, nói chung từ 2 ÷ 3, khối lượng riêng từ 2,76 ÷ 3,2$g/cm^3$.

***d. Nhómkhoáng vật sẫm màu:***

- Ogyt: Thành phần hoá học phức tạp, $Ca(Mg, Fe,Al)[(Si, Al)_2.O_6]$ có màu đen phớt lục, phớt nâu; độ cứng 5 ÷ 6, khối lượng riêng 3,2 ÷ 3,6$g/cm^3$, do macma nguội lạnh tạo thành.

- Amfibon: Thành phần phức tạp hơn piroxen, phổ biến nhất là hocblen và actinolit. Hocblen có tinh thể lăng trụ, màu lục hay nâu, độ cứng 5÷ 6, khối lượng riêng 3,1 ÷ 3,3$g/cm^3$, do macma nguội lạnh tạo thành. Actinolit có tính chất lý học tương tự như hocblen, do ogit biến đổi tính chất mà sinh ra, tinh thể hình sợi màu lục, độ cứng 5,5 ÷ 6, khối lượng riêng 2,9 ÷ 3$g/cm^3$.



Tinh thể hocblen

**3. Các loại đá macma thường gặp:**

***a. Đá macma xâm nhập:***

**** Granit***

-*Granit* (đá hoa cương) là loại đá axit có ở nhiều nơi, thành phần khoáng vật gồm có thạch anh (20 ÷ 40%), fenspat kali (40 ÷ 70%), mica (2 ÷ 20%) thường là mutcovit, ngoài ra còn một số khoáng vật màu sẫm mhư amfibon, piroxen. Trong granit, tỷ lệ octocla chiếm nhiều nhất nên quyết định màu của granit từ xám sáng tới hồng.

- Granit có cấu trúc tinh thể hạt, khối lượng thể tích 2600 ÷ 2700 $kg/m^3$ , cường độ chịu nén giới hạn từ 1000 ÷ 2500 $daN/cm^2$ hoặc cao hơn, cường độ chịu kéo bằng 1/40 ÷ 1/60 cường độ chịu nén. Độ hút nước nhỏ (dưới 1%), khả năng chống phong hoá rất cao, độ chịu lửa kém, có một số loại có màu sắc đẹp. Theo kích thước hạt, granit được chia thành ba loại: hạt nhỏ, vừa và thô.

- Đá granit được sử dụng chủ yếu để ốp trang trí mặt ngoài nhà cửa và các công trình đặc biệt, công trình công cộng, làm nền móng cầu, cống, đập. Ở nước ta, granit có nhiều ở Thanh Hoá, Tà Khoa, Phanxipăng, Cửa Rào, Núi Ông.

**** Sienit***

-*Sienit* là loại đá trung tính, gồm những tinh thể có kích thước khác nhau. Thành phần sienit không có thạch anh nên tỷ lệ $SiO_2$ nhỏ hơn nhiều so với granit. Thành phần khoáng vật chủ yếu của sienit là octocla, plagiocla axit và các khoáng vật màu sẫm như biotit, hocblen. Sienit màu tro hồng, khối lượng riêng 2700 ÷ 2900 $kg/m^3$, khối lượng thể tích 2400 ÷ 2800 $kg/m^3$, cường độ chịu nén giới hạn 1500 ÷ 2000 $daN/cm^2$. Ứng dụng của sienit giống như granit.

**** Điorit***

-*Điorit* là loại đá trung tính, thành phần chủ yếu gồm plagiocla trung tính (chiếm khoảng 3/4), hocblen, ogit và biotit, thỉnh thoảng còn có thạch anh. Điorit thường có màu xám, xám lục, khối lượng thể tích 2800 ÷ 3300 $kg/m^3$, cường độ chịu nén giới hạn 1500 ÷ 2800 $daN/cm^2$.

-Điorit dai, có khả năng chống va chạm tốt, chống phong hoá cao và dễ đánh bóng nên được sử dụng để làm mặt đường và tấm ốp. Ở Việt Nam, điorit gặp nhiều ở Điện Biên Phủ.

**** Gabro***

-*Gabro* là loại đá bazơ, thành phần gồm có plagiocla bazơ (khoảng 50%) và các khoáng vật màu sẫm như piroxen, amfibon và olivin. Cấu trúc của gabro tương tự như granit nhưng chủ yếu là loại hạt lớn.

Gabro thường có màu sẫm đen, khối lượng thể tích 2800 ÷ 3300 $kg/m^3$, cường độ chịu nén giới hạn 2000 ÷ 3500 $daN/cm^2$. Gabro dùng để sản xuất ra đá dăm, đá tấm để làm mặt đường và ốp bề mặt.

***b. Đá macma phún xuất:***

**** Đá pocfia***

- *Đá pocfia* là loại đá axit, có thể chia thành nhiều loại : pocfia thạch anh - tương tự granit; pocfia thiếu thạch anh - tương tự sienit; và pocfiarit - tương tự điorit.

- Tính năng xây dựng của pocfia gần giống các loại đá xâm nhập nhưng do cấu trúc không đều và bị "xâm nhiễm" (sự có mặt của các hạt lớn fenspat) nên khả năng chống phong hoá kém hơn. Đá pocfia dùng sản xuất ra đá dăm và các cấu kiện khác.

- Ở Việt Nam, đá pocfia có ở Tà Khoa, Lai Châu và Kim Bôi (Hoà Bình).

**** Đá điaba***

- *Đá điaba* là loại đá bazơ tương tự gabro, có kích thước hạt khác nhau, màu lục, cường độ chịu nén giới hạn đến 4500 $daN/cm^2$, khả năng chống va chạm tốt và ít bị mài mòn. Đá điaba dùng để sản xuất vật liệu đá làm đường.

**** Đá trachit***

- *Đá trachit* là loại đá trung tính tương tự sienit, cấu tạo rỗng, khối lượng thể tích gần 2200 $kg/m^3$, cường độ chịu nén giới hạn 500 ÷ 900 $daN/cm^2$, thường có màu sáng hay xám sáng. Trachit dễ bị mài mòn và khả năng chống phong hoá kém. Đá trachit thường dùng xây tường và sản xuất đá dăm để chế tạo bêtông nhẹ.

**** Đá anđêzit***

- *Đá anđêzit* là loại đá trung tính, thành phần gồm plagioca trung tính và các khoáng vật màu sẫm như ogit, khối lượng thể tích 2200 ÷ 2700 $kg/m^3$, cường độ chịu nén giới hạn 600 ÷ 2400 $daN/cm^2$, có màu xám đến xám sẫm. Anđêzit tương tự như điorit nhưng có cấu tạo đặc và có tính axit hơn, thường dùng làm vật liệu chống axit và sản xuất ra tấm ốp hoặc đá dăm chế tạo bêtông axit.

**** Đá bazan***

- *Đá bazan* là loại đá bazơ tương tự gabro. Bazan là loại đá phún xuất phổ biến nhất, khối lượng thể tích gần bằng khối lượng riêng và vào khoảng 2900 ÷ 3300 $kg/m^3$, cường độ chịu nén giới hạn có khi đạt đến 5000 $daN/cm^2$. Khi có vết nứt và lỗ rỗng thì cường độ giảm đi rất nhiều và có khi chỉ còn 1000 $daN/cm^2$.

Đá bazan có độ cứng lớn và dòn nên khó gia công, người ta dùng chủ yếu làm vật liệu rải mặt đường ô tô và làm cốt liệu chế tạo bêtông. Ngoài ra đá bazan còn dùng để chế tạo các thiết bị ống, tấm ốp chống ăn mòn hoá học vì khi nấu chảy rồi đúc lại nó có cường độ rất cao.

Ở nước ta, đá bazan có nhiều ở Tây Nguyên và còn có ở Vĩnh Linh, Phủ Quỳ, Điện Biên.

**** Các sản phẩm núi lửa ở dạng rời rạc hoặc ở dạng keo kết hoá.***

- *Loại rời rạc* như tro núi lửa, cát núi lửa, sỏi đá bọt.
- *Loại keo kết hoá* như tup núi lửa, tup dung nham, tơrat.

Loại này có độ rỗng lớn r = 80% , khối lượng thể tích bé bằng 0,5 *kg/l* , có hệ số truyền nhiệt từ 0,12 ÷ 0,2 , cường độ chịu nén rất nhỏ từ 60 ÷ 100 $daN/cm^2$.

Các loại này dùng làm cốt liệu cho bêtông nhẹ hay dùng làm phụ gia hoạt tính chịu nước.

# §3. ĐÁ TRẦM TÍCH

## I. ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÀNH:

- Đá trầm tích là những loại đá, do các khoáng chất lắng đọng hay kết tủa trong nước, tích luỹ thành từng khối sinh ra. Dưới tác động của nhiệt độ, nước, tác động hoá học mà một số đất đá bị phong hoá vỡ vụn ra. Nhờ có gió và nước cuốn đi, lắng đọng lại tạo thành từng lớp dưới áp lực của vỏ Trái đất. Qua các thời kỳ địa chất, lại gắn kết với nhau bằng các chất kết dính thiên nhiên.
- Căn cứ nguồn gốc sinh thành chia đá trầm tích thành 3 loại: đá trầm tích cơ học, hoá học và hữu cơ.
- Đá trầm tích cơ học: do các sản phẩm vụn nát sinh ra trong quá trình phong hoá các đá có trước, tích tụ hoặc lắng đọng trong nước tạo nên.
- Đá trầm tích hoá học: do các khoáng chất hoà tan trong nước, kết tủa, lắng đọng xuống rồi lại gắn kết với nhau lại tạo nên. Thành phần khoáng của nó đơn giản hơn.
- Đá trầm tích hữu cơ: do các xác động thực vật tạo thành.

## II. CÁC KHOÁNG VẬT TẠO ĐÁ:

Trong nhóm này thường gặp nhất là thạch anh, opan và limonit.

***a. Nhóm oxit silic:***

**** Opan:***

- Có cấu trúc tinh thể vô định hình, là oxit silic ngậm nước ($SiO_2.nH_2O$), màu trắng, vàng, đỏ hoặc không màu, trung bình chứa khoảng 6 ÷ 34% nước. Opan có thể kết hợp với vôi ở nhiệt độ thường tạo thành silicat nên còn gọi là chất hoạt tính. Khối lượng riêng 2,5 $g/cm^2$ , độ cứng 5 ÷ 6, dòn. Có thể tương tác với $Ca(OH)_2$ ở nhiệt độ bình thường. Dùng làm chất phụ gia hoạt tính vôcơ.

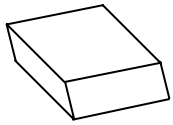
**** Canxeđoan:***

- $SiO_2$ dạng vô định hình dạng sợi. Khối lượng thể tích 2600 $kg/m^3$ , độ cứng 6.

**** Thạch anh trầm tích:*** lắng đọng trực tiếp từ dung dịch hay do tái kết tinh từ opan hay canxedoan

***b. Nhóm cacbonat:***

**** Canxit:***



Tinh thể canxit

Tương đối phổ biến ở vỏ trái đất, thành phần hoá học là $CaCO_3$, ở dạng kết tinh, tinh thể khối mặt thoi, không màu hoặc màu sữa, khối lượng riêng 2,6 ÷ 2,8$g/cm^3$, độ cứng 3, ít hoà tan trong nước nhưng dễ tan trong nước có $CO_2$.

**** Đolomit:***

Thành phần hoá học là $CaCO_3.MgCO_3$. Đolomit có tính chất lý học gần giống canxit nhưng cứng hơn, bền hơn và ít hoà tan trong nước hơn. Hoà tan mạnh trong dung dịch HCl nguội 10% ở dạng bột.

**** Manhezit:***

Manhezit được tạo nên từ trầm tích, có thành phần hoá học là $MgCO_3$, màu trắng phớt vàng, độ cứng 3,5 ÷ 4, khối lượng riêng 2,9 ÷ 3,1$g/cm^3$.

***c. Nhóm sunfat:***

**** Thạch cao:***

Thạch cao có thành phần hoá học là $CaSO_4.2H_2O$ và là một khoáng vật điển hình của đá trầm tích, ở dạng kết tinh, tinh thể dạng bản, đôi khi dạng sợi, màu trắng, độ cứng 1,5 ÷ 2, khối lượng riêng 2,3$g/cm^3$. Thạch cao dễ hoà tan trong nước, độ hoà tan lớn hơn canxit 75 lần.

**** Anhydrit:***

Anhydrit có thành phần hoá học là $CaSO_4$, ở dạng kết tinh, tinh thể ở dạng tấm dày hoặc hình lăng trụ, màu trắng, đôi khi có màu xanh da trời, độ cứng 3 ÷ 3,5, khối lượng riêng 2,8 ÷ 3$g/cm^3$, do trầm tích hoá học tạo thành.

***d. Nhóm khoáng vật sét***

**** Caolinit :*** $Al_2O_3 .2SiO_2.2H_2O$

**** Haloisit :*** $Al_2O_3 .2SiO_2.4H_2O$

**** Nhóm Montmorilonit :*** $Al_2O_3 .4SiO_2.2H_2O$

## III. CÁC LOẠI ĐÁ TRẦM TÍCH THƯỜNG GẶP:

***a. Đá trầm tích cơ học:***

**** Cát:***

- *Cát l*à hỗn hợp rời rạc của các loại đá khác nhau, có độ lớn từ 0,15 ÷ 5*mm*. Tuỳ theo điều kiện tạo thành mà có cát núi, cát sông và cát biển.

- Cát là thành phần quan trọng để sản xuất bêtông, vữa xây dựng, gạch silicat.

**** Sỏi:***

*Sỏi* là loại hạt tròn cạnh, nhẵn có kích thước từ 5 ÷ 70*mm* được dùng rất nhiều làm cốt liệu lớn cho bêtông.

**** Sa thạch:***

- *Sa thạch* là loại đá do các hạt cát thạch anh được ximăng hoá bằng đất sét, oxit silic, oxit sắt hay cacbonat canxi tạo nên. Cường độ của nó phụ thuộc vào chất lượng chất

kết dính thiên nhiên, trong đó sa thạch silic có cường độ cao nhất ($R_n = 2000 daN/cm^2$), có độ cứng cao nhất và có giá trị xây dựng tốt nhất.

- Trong xây dựng dùng sa thạch silic làm đá dăm chế tạo bêtông và rải mặt đường.

***b. Đá trầm tích hoá học***

**** Đá vôi:***

- Có thành phần khoáng vật chủ yếu là $CaCO_3$ và một số tạp chất như sét, thạch anh, oxit sắt,... Đá vôi được tạo thành trên các vịnh biển, vũng, hồ trên cơ sổ các di tích động, thực vật cũng như sự lắng đọng hoá học; sự tích tụ của các vỏ sò, mảnh vỡ rời rạc, rồi được lèn chặt bởi áp lực nước và được gắn kết bằng cacbonat canxi.

- Đá vôi có độ cứng 3, $\gamma_o = 1700 \div 2600 kg/m^3$, $R_n = 100 \div 1000 daN/cm^2$, màu trắng hoặc vàng xanh, xám, hung hung đỏ nếu có lẫn tạp chất. Căn cứ vào hàm lượng sét mà người ta chia đá vôi ra thành các loại như ở bảng sau.

| Loại đá vôi | Tỷ lệ $CaCO_3$ (%) | Tỷ lệ sét (%) |
|---|---|---|
| Đá vôi tinh khiết | 98 ÷ 100 | 2 ÷ 0 |
| Đá vôi ít sét | 90 ÷ 98 | 10 ÷ 2 |
| Đá vôi nhiều sét | 75 ÷ 90 | 25 ÷ 10 |
| Đất sét vôi | 40 ÷ 75 | 60 ÷ 25 |
| Đất sét nhiều vôi | 10 ÷ 40 | 90 ÷ 60 |
| Đất sét ít vôi | 2 ÷ 10 | 98 ÷ 90 |
| Đất sét | 0 ÷ 2 | 100 ÷ 98 |

**** Đá đolomit***

**** Đá manhezit***

**** Thạch cao***

**-** Trong xây dựng, người ta dùng đá vôi để sản xuất ra đá dăm làm cốt liệu bêtông, rải mặt đường ô tô, mặt đường xe lửa, chế tạo tấm ốp, tấm lát và các cấu kiện kiến trúc, cũng như dùng để sản xuất ra vôi và ximăng.

***b. Đá trầm tích hữu cơ***

**** Đá vôi sò:***

- *Đá vôi sò* là loại đá rỗng, gồm các mảnh vỏ sò, hến được ximăng hoá bằng cacbonat canxi, thành phần khoáng vật chủ yếu là $CaCO_3$, $\gamma_o = 600 \div 1500 kg/m^3$, $R_n = 4 \div 130 daN/cm^2$.

Đá vôi sò được dùng làm vật liệu xây dựng và làm cốt liệu bêtông nhẹ.

**** Đá phấn:***

- *Đá phấn* là loại đá bao gồm các mảnh vụn của vỏ sò, vỏ hến, có thành phần như đá vôi song có cường độ nhỏ hơn.

Đá phấn dùng để sản xuất bột màu trắng hoặc để sản xuất ra vôi và ximăng.

**** Điatomit và trepen:***

- Đây là các loại đá trầm tích thực vật, có chứa 80 ÷ 95% oxit silic vô định hình. Điatomit có thể ở trạng thái rời rạc hoặc gắn kết yếu, thường có độ rỗng lớn, màu trắng

vàng hay xám và được sinh ra ở hồ hay biển bởi các loại vỏ silic của động vật hoặc các loại tảo silic. Ngoài ra trong đá còn chứa một ít hạt sét và thạch anh.

- Đá trepen cũng rất giống điatomit, được cấu tạo từ những hạt opan hình cầu và một ít hạt sét, có màu trắng, đỏ hay đen, rất nhẹ, $\gamma_o = 500 \div 1200$ *kg/m*$^3$.

Điatomit và trepen được dùng làm vật liệu cách nhiệt và làm phụ gia hoạt tính chịu nước cho các chất kết dính vô cơ.

# §4. ĐÁ BIẾN CHẤT

## I. ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÀNH:

- Khi gặp tác dụng của nhiệt độ cao và áp suất lớn, các loại đá macma và đá trầm tích bị biến đổi tính chất sinh ra đá biến chất.

- Căn cứ vào điều kiện sinh thành, chia đá biến chất thành 2 loại: đá biến chất khu vực và đá biến chất tiếp xúc.

- Đá biến chất khu vực: được tạo thành từ các loại đá bị biến đổi tính chất dưới tác dụng của áp suất lớn.

- Đá biến chất tiếp xúc: được tạo thành từ đá trầm tích bị biến chất do tác dụng của nhiệt độ cao.

## II. CÁC LOẠI ĐÁ BIẾN CHẤT THƯỜNG GẶP:

***a. Đá gơnai (phiến ma):***

Được tạo thành từ granit, dưới tác dụng của áp lực cao granit tái kết tinh và biến chất. Trong xây dựng đá phiến ma được dùng để làm tấm ốp lòng bờ kênh, lát vỉa hè.

***b. Đá hoa:***

- Được tạo thành do sự tái kết tinh của đá vôi dưới tác dụng của nhiệt độ cao hay áp suất lớn. Đá hoa bao gồm những tinh thể lớn hay nhỏ của canxit, liên kết với nhau rất chắc mà không cần chất ximăng hoá.

- Đá hoa có nhiều màu sắc như trắng, vàng, hồng, đỏ, đen, v.v... trong đá thường có những mạch nhỏ và vân hoa, cường độ chịu nén giới hạn thường là 1200*daN/cm*$^2$, đôi khi đến 3000*daN/cm*$^2$. Đá hoa dễ cưa thành tấm mỏng và dễ mài nhẵn và đánh bóng.

- Đá hoa dùng để trang trí như chế tạo các tấm mỏng để ốp mặt công trình, làm bậc cầu thang, lát sàn nhà. Đá hoa có nhiều ở Thái Nguyên, Thanh Hoá.

***c. Đá quăczit:***

- Được tạo thành từ sa thạch thạch anh tái kết tinh có màu trắng, đỏ hay tím, có khả năng chống phong hoá tốt, cường độ chịu nén giới hạn đạt đến 4000 *daN/cm*$^2$, có độ cứng cao nên khó gia công.

- Đá quăczit dùng để xây gối tựa cầu và trụ cầu, sản xuất tấm ốp dùng cho nhà cửa, làm đá dăm, đá hộc cho cầu đường, làm nguyên liệu sản xuất vật liệu chịu lửa.

***d. Diệp thạch sét***

- Có cấu tạo dạng phiến, do đất sét bị biến chất dưới tác dụng của áp lực lớn. Diệp thạch sét có màu xám sẫm, có tính ổn định đối với không khí, không bị nước phá hoại và dễ tách thành từng lớp mỏng, chủ yếu dùng làm tấm lợp rất giá trị.

**CHƯƠNG III**

# VẬT LIỆU GỐM XÂY DỰNG

## §1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

### I. KHÁI NIỆM:

- Vật liệu gốm xây dựng như gạch, ngói là những vật liệu đá nhân tạo, được sản xuất từ đất sét bằng cách tạo hình và nung ở nhiệt độ cao (qua quá trình gia công cơ học và gia công nhiệt). Do quá trình thay đổi lý, hoá trong khi nung nên vật liệu nung có tính chất khác hẳn với nguyên liệu ban đầu.

- Trong xây dựng, vật liệu gốm được dùng trong nhiều chi tiết kết cấu của công trình từ khối xây, lát nền, ốp tường nhà đến cốt liệu rỗng (keramzit) cho loại bêtông nhẹ. Ngoài ra, các sản phẩm sứ vệ sinh là những vật liệu không thể thiếu được trong xây dựng. Các sản phẩm gốm bền axit, bền nhiệt được dùng nhiều trong công nghiệp hoá học, luyện kim và các ngành công nghiệp khác.

- Ưu điểm chính của vật liệu gốm là có cường độ tương đối cao, bền trong môi trường, dễ tạo ra nhiều hình dáng khác nhau và nhiều sản phẩm khác nhau, công nghệ sản xuất đơn giản, nguyên liệu sẵn có, giá thành thấp. Song vật liệu gốm vẫn còn những hạn chế là tương đối nặng ($\gamma_o$ lớn), dễ hút nước, giòn, dễ vỡ, không phù hợp với thi công hiện đại: khó cơ giới hóa và tự động hóa quá trình thi công, tốn diện tích thi công, tốn thời gian. Việc xây dựng các lò nung thủ công làm mất diện tích canh tác nông nghiệp, gây ô nhiễm môi trường.

### II. PHÂN LOẠI :

Sản phẩm gốm xây dựng rất đa dạng về chủng loại và tính chất. Để phân loại chúng, người ta căn cứ vào các cơ sở sau :

#### 1. Dựa vào tính năng xây dựng:

- Vật liệu xây: các loại gạch đặc, gạch lỗ.
- Vật liệu lợp: các loại ngói.
- Vật liệu lát: tấm lát nền, lát đường, lát vỉa hè.
- Vật liệu ốp: ốp tường nhà, ốp cầu thang, ốp trang trí.
- Sản phẩm ký thuật vệ sinh: chậu rửa, bồn tắm.
- Sản phẩm cách nhiệt, cách âm: các loại gốm xốp.
- Sản phẩm chịu lửa: gạch samốt, gạch đinat.

#### 2. Dựa vào độ hút nước:

- Gốm đặc: có độ hút nước $H_p \le 5\%$ như gạch lát nền, lát đường, lát kênh máng.
- Gốm rỗng: có độ hút nước $H_p > 5\%$ như gạch xây các loại, ngói, gạch lá nem.

#### 3. Dựa vào nhiệt độ nung:

- Gốm thô: nhiệt độ nung thấp, thường có cấu trúc hạt lớn, sản xuất đơn giản như gạch ngói, tấm lát, ống nước.

- Gốm tin: nhiệt độ nung cao, thường có cấu trúc hạt mịn, sản xuất phức tạp như gạch trang trí, sứ vệ sinh.

# §2. NGUYÊN LIỆU CHỦ YẾU ĐỂ SẢN XUẤT VẬT LIỆU GỐM - ĐẤT SÉT

## I. THÀNH PHẦN KHOÁNG HÓA:

- Nguyên liệu chính để chế tạo vật liệu gốm là đất sét nhưng có thể pha thêm phụ gia để cải tiến công nghệ sản xuất và điều chỉnh một số tính chất.

### 1. Thành phần hoá học:

- $SiO_2$ : đây là thành phần quan trọng của đất sét, chủ yếu nằm trong các khoáng dẻo và một bộ phận là $SiO_2$ tự do nằm ở dạng sa thạch thạch anh, opan, canxedoan. $SiO_2$ là thành phần quyết định tính chất sản phẩm, nhất là cường độ và quyết định khả năng chống co của đất sét trong quá trình phơi, sấy và nung. Khi hàm lượng $SiO_2$ quá nhiều thì đất sét sẽ kém dẻo, khi $SiO_2$ quá ít thì cường độ sản phẩm thấp.

- $Al_2O_3$ : là thành phần quan trọng, chủ yếu là nằm trong khoáng dẻo. $Al_2O_3$ quyết định tính dẻo cho đất sét và tính chịu lửa cho sản phẩm. Khi hàm lượng $Al_2O_3$ tăng thì tính dẻo của đất sẽt tăng, tính chịu lửa tăng nhưng nhiệt độ nung cao hơn. Khi hàm lượng $Al_2O_3$ quá ít thì đất sét kém dẻo không tạo hình được, khi $Al_2O_3$ quá nhiều thì đất sét trở nên quá dẻo, sản phẩm sẽ bị biến dạng.

- $Fe_2O_3$ : là thành phần thứ yếu trong đất sét có tác dụng hạ nhiệt độ nung. Khi hàm lượng $Fe_2O_3$ nhiều thì nhiệt độ nung thấp nhưng chất lượng sản phẩm không cao. Đối với đất sét sản xuất thường (gạch, ngói), yêu cầu hàm lượng $Fe_2O_3$ nhỏ hơn 7%, đối với đất sét sản xuất gốm, sứ hàm lượng $Fe_2O_3$ phải bằng 0 (để sản phẩm đảm bảo có màu trắng).

Ngoài ra trong đất sét còn có một số tạp chất khác, nếu là MgO, CaO thì cần phải hạn chế vì nó gây nở thể tích làm nứt sản phẩm.

### 2. Thành phần khoáng:

* Các khoáng dẻo: Thành phần chủ yếu của đất sét là các khoáng dẻo do penspat phong hóa tạo thành. Đó là các alumôsilicat ngậm nước có công thức : $mAl_2O_3.nSiO_2.pH_2O$. Tuỳ theo điều kiện của từng môi trường mà các khoáng tạo ra có thành phần khác nhau :

+ Khoáng caolinit: $Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$

+ Khoáng halosit: $Al_2O_3.2SiO_2.4H_2O$

+ Khoáng montmorilonit : $Al_2O_3.4SiO_2.2H_2O$

- Khoáng caolinit có khả năng chịu lửa tốt. Khoáng montmorilonit có độ phân tán cao, khả năng hấp phụ và trương phồng lớn, có độ dẻo, độ co khi sấy và nung cao. Vì vậy đất sét chứa nhiều khoáng môntmorilonit thường dùng làm phụ gia cho đất sét kém dẻo, phụ gia chống thấm nước. Đất sét chỉ chứa khoáng caolinit gọi là đất cao lanh (màu trắng). Khoáng halosit có tính chất trung bình giữa hai loại khoáng trên.

* Các khoáng $SiO_2$ tự do: như sa thạch thạch anh, opan, canxedoan...

Ngoài ra, trong đất sét còn chứa các tạp chất vô cơ và hữu cơ khác như: mica, thạch anh, hợp chất cacbonat ($CaCO_3$, $MgCO_3$), các hợp chất sắt $Fe(OH)_3$, $FeS_2$, tạp chất hữu cơ thì ở dạng than bùn, bitum. Các tạp chất nói trên đều ảnh hưởng đến tính chất của đất sét.

- Đất sét có màu sắc rất khác nhau: từ màu trắng, nâu, xanh, xám đến màu đen. Màu sắc của đất sét do các tạp chất vô cơ và hữu cơ quyết định. Khi nung các tạp chất hữu cơ cháy hết, do đó màu sắc của sản phẩm phụ thuộc chủ yếu vào tạp chất sắt; tùy lượng oxit sắt mà sản phẩm có nhiều màu khác nhau.

**Màu sắc sản phẩm gốm theo hàm lượng oxit sắt ($Fe_2O_3$)**

| **Hàm lượng $Fe_2O_3$ (%)** | 0,8 | 1,3 | 2,7 | 4,2 | 5,5 | 8,5 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Màu của sản phẩm nung** | trắng | trắng đục | vàng nhạt | vàng | hồng nhạt | hồng | nâu hồng |

Thành phần hoá học của đất sét dùng để sản xuất gạch ngói thường dao động trong phạm vi như ở bảng sau:

**Thành phần hoá học của đất sét sản xuất gạch ngói bình thường**

| $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | $SiO_2$ tự do | CaO | MgO | Muối kiềm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 40 ÷ 60% | 8 ÷ 22% | 1 ÷ 7% | 15 ÷ 30% | 0,5 ÷ 4,5% | 0,5 ÷ 3% | 1 ÷ 3% |

## II. PHÂN LOẠI:

### 1. Dựa vào lượng ngậm sét:

- Hạt có $d < 0{,}005mm$ là hạt sét ; từ $0{,}005 \div 0{,}14mm$ là hạt bụi ; từ $0{,}14 \div 5mm$ là hạt cát. Theo lượng ngậm sét, người ta chia đất sét thành 4 loại :
- Đất sét nặng: có lượng ngậm sét lớn hơn 60 %
- Đất sét dẻo trung bình: có lượng ngậm sét từ 30 ÷ 60%
- Đất sét pha cát: có lượng ngậm sét từ 10 ÷ 30%
- Cát: có lượng ngậm sét từ 0 ÷ 5%

### 2. Dựa vào nhiệt độ nung:

Theo nhiệt độ nung, đất sét được chia thành 3 loại:

- *Đất sét chịu lửa* có nhiệt độ nung lớn hơn 1580 $^oC$ và thành phần dễ chảy như $CaCO_3$, $Fe_2O_3$ nhỏ hơn 10%.
- *Đất sét khó chảy* có nhiệt độ nung từ 1350 ÷ 1580$^oC$ và thành phần dễ chảy như $CaCO_3$, $Fe_2O_3$ từ 10 ÷15%
- *Đất sét dễ chảy* có nhiệt độ nung nhỏ hơn 1350 $^oC$ và thành phần dễ chảy như $CaCO_3$, $Fe_2O_3$ lớn hơn 15%.

## III. CÁC TÍNH CHẤT CỦA ĐẤT SÉT:

### 1. Tính dẻo:

***a. Khái niệm:***

-*Tính dẻo* của đất sét là tính chất dễ tạo hình của hỗn hợp đất sét khô nhào trộn đều với nước, hỗn hợp này có khả năng tạo ra hình dáng dưới tác dụng của ngoại lực và giữ

nguyên hình dáng đó khi loại bỏ ngoại lực. Nhờ tính dẻo, ta có thể tạo hình cho sản phẩm và cũng nhờ đó mà sản phẩm giữ được hình dáng trong suốt quá trình sản xuất.

***b. Nguyên nhân:***

Đất sét khô không có tính dẻo, tính dẻo chỉ xuất hiện khi đất sét khô tương tác với nước. Những nguyên nhân chủ yếu tạo ra tính dẻo cho đất sét là bản thân đất sét có cấu tạo dạng lớp , có khả năng trao đổi ion và hấp phụ nước.

***c. Các yếu tố ảnh hưởng đến tính dẻo:***

Tính dẻo phụ thuộc vào thành phần hoá học (lượng khoáng dẻo tăng thì tính dẻo tăng) và phụ thuộc vào thành phần hạt (nhiều hạt sét thì dẻo, nhiều cát thì kém dẻo).

***d. Cách xác định:***

***- Hệ số dẻo K:*** lấy đất sét khô nghiền mịn trộn với 17 ÷ 30 % nước rồi viên thành các viên bi có đường kính từ 4 ÷ 6 *cm* rồi đem vào ép với tải trọng P tăng dần từ 5kN, 7,5kN, 10kN ... cho đến viên bi đầu tiên xuất hiện vết nứt.

- Hệ số dẻo K tính như sau :

$$K = Pa \ ; \ kN.cm$$

trong đó : K - hệ số dẻo của đất sét, *kN.cm*

P - tải trọng tương ứng với lúc có vết nứt, *kN*

a - độ biến dạng dư của viên bi, *cm*

Thường đất sét có hệ số dẻo K = 30 ÷ 35*kN.cm*

***- Căn cứ vào độ co khô trong không khí:*** đem đất sét khô nghiền mịn trộn với lượng nước yêu cầu rồi tạo thành mẫu có hình dạng hình học. Sau đó phơi khô ngoài không khí rồi xác định độ co tương đối. Đất sét càng dẻo thì nước yêu cầu càng cao và độ co càng lớn. Dựa theo phương pháp này, đất sét được chia thành 3 loại:

- Đất sét nặng (dẻo cao): nước yêu cầu > 28 %, độ co 10 ÷ 15%
- Đất sét dẻo trung bình: nước yêu cầu trong khoảng 20÷28 %, độ co 7÷10%
- Đất sét kém dẻo: nước yêu cầu < 20 % , độ co 5 ÷ 7%

***- Xác định chỉ số dẻo D*** *:*

$$D = W_{ch} - W_{lv} \ ; \%$$

trong đó : $W_{ch}$ - độ ẩm giới hạn giữa trạng thái dẻo và trạng thái chảy nhão, %

$W_{lv}$ - độ ẩm giới hạn giữa trạng thái dòn và trạng thái dẻo, %

***e. Các biện pháp thay đổi tính dẻo:***

- Muốn tăng độ dẻo của đất sét có thể cho thêm đất sét dẻo cao (đất sét montraonilomit), tăng cường gia công cơ học (đập, nghiền, trộn, ngâm, ủ) hoặc có thể dùng phụ gia tăng dẻo (nước có chứa mật đường, thải phẩm công nghiệp giấy).

- Ngược lại, muốn giảm độ dẻo có thể cho thêm các phụ gia trơ như bột đá, cát, samốt; phụ gia cháy như bột than, mùn cưa hoặc tăng tốc độ gia nhiệt.

**2. Sự co nở thể tích của đất sét trong quá trình phơi, sấy và nung:**

***a. Hiện tượng:***

- Trong quá trình phơi, sấy và nung, thể tích của đất sét bị giảm kèm theo các dấu hiệu cong, vênh, nứt nẻ.

- *Độ co* là độ giảm kích thước và thể tích của đất sét khi sấy khô (co không khí) và khi nung (co lửa). Độ co được tính bằng % so với kích thước ban đầu.

***b. Các giai đoạn co:***

- *Độ co khi sấy* là sự giảm kích thước do quá trình mất nước trong các ống mao quản, làm giảm áp lực mao dẫn khiến các phần tử đất xích lại gần nhau. Kết quả đất sét bị co. Tuỳ thuộc vào từng loại đất sét, độ co khi sấy dao động trong khoảng từ 2 ÷ 3% đến 10 ÷ 12 %.

- *Độ co khi nung* chủ yếu là do các thành phần dễ chảy của đất sét chảy ra, các hạt đất sét tại chỗ đó có xu hướng xích lại gần nhau. Độ co từ 2 ÷ 3% tuỳ thuộc vào loại đất.

- *Độ co tổng cộng* của đất sét là tổng độ co khi sấy và khi nung, thường dao động trong khoảng 5 ÷ 18%.

***c. Khắc phục:***

- Để giảm co khi sấy thông thường người ta trộn thêm phụ gia gầy như bột đất sét nung non, bột cát hoặc phụ gia cháy. Ngoài ra cho nước bay hơi từ từ bằng cách phơi trong nhà có mái lợp hoặc đậy bằng rơm, rạ, sấy bằng đường hầm.

**3. Các phản ứng hóa lý xảy ra trong quá trình nung:**

- Khi $t^o = 100 \div 130^oC$: nước tự do trong đất sét bay hơi, đất sét bị co.

- Khi $t^o = 200 \div 450^oC$: nước hấp thụ bay hơi, chất hữu cơ cháy, đất sét tiếp tục co và có thể gây ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm; $Fe_2O_3$ chuyển thành FeO tạo ra môi trường khử.

- Khi $t^o = 450 \div 550^oC$: chất hữu cơ cháy hết, nước hóa học tách ra và đất sét mất tính dẻo do caolinit chuyển thành mêtacaolinit:

$$Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O \rightarrow \gamma\ Al_2O_3.2SiO_2 + 2\ H_2O$$

meta caolimit dạng thù hình γ

- Khi $t^o = 550 \div 880 \div 980^oC$ thì các phản ứng phân giải bắt đầu xảy ra:

$$\gamma\ Al_2O_3.2SiO_2 \rightarrow \gamma\ Al_2O_3 + 2\ SiO_2$$
$$\gamma\ Al_2O_3 \rightarrow \alpha\ Al_2O_3$$
$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

- Khi $t^o = 1000 \div 1200 \div 1420^oC$ thì các phản ứng kết hợp bắt đầu hình thành tạo ra các khoáng vật chính cho sản phẩm.

$$\alpha\ Al_2O_3 + SiO_2 \rightarrow Al_2O_3.SiO_2 \text{ (silimanit)}$$
$$Al_2O_3.SiO_2 \rightarrow 3Al_2O_3.2SiO_2 \text{ (mulit)}$$

- Quá trình kết khối xảy ra, thể tích bị co, khối lượng thể tích của sản phẩm tăng do xuất hiện pha lỏng. Nhiệt độ càng cao sự chuyển hoá silimanit thành mulit càng mạnh và phản ứng kết thúc ở nhiệt độ 1370 ÷ 1420$^oC$. Khoáng mulic là khoáng chính rất quan trọng vì nó hình thành nên bộ khung chịu lực của sản phẩm và làm cho sản phẩm có tính bền nhiệt.

Trong giai đoạn đầu của vùng dung kết này :

+ Nhiệt độ > 1000$^oC$: một phần bắt đầu chảy lấp đầy các chỗ trống làm cho sản phẩm đặc, chắc .

+ Khi $t^o = 1050 \div 1450^oC$: đất sét đạt trạng thái chảy tới hạn, nghĩa là tất cả các bộ phận dễ chảy đã chảy hết ra lấp đầy tất cả các lỗ rỗng, lúc đó sản phẩm sẽ đặc chắc nhất nhưng chưa bị biến dạng. Hiện tượng này gọi là hiện tượng dung kết và nhiệt độ đó gọi là nhiệt độ dung kết.

+ Nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ dung kết: toàn bộ khối đất sét sẽ chảy lỏng ra. Hiện tượng đó gọi là hiện tượng chảy và nhiệt độ đó gọi là nhiệt độ chảy.

Như vậy : $t^o_{nung} = t^o_{dk} \div t^o_{ch}$

Đất sét thuận lợi cho quá trình nung có :

$$\Delta t = t^0_{chảy} - t^0_{dk} = 70 \div 100\ ^0\ C$$

**4. Các tính chất khác:**

- Tính chịu lửa: do hàm lượng $Al_2O_3$ qui định
- Màu: do hàm lượng $Fe_2O_3$ qui định.

## IV. PHỤ GIA:

-Ngoài nguyên liệu chính là đất sét, người ta còn pha thêm vào đất sét các vật liệu phụ nhằm cải thiện một số tính chất của đất sét. Các vật liệu phụ thường dùng là : vật liệu gầy, phụ gia cháy và phụ gia tăng dẻo, phụ gia hạ nhiệt độ nung và men.

### 1. Vật liệu gầy:

- Pha trộn vào đất sét nhằm giảm độ dẻo, giảm độ co khi phơi sấy và nung. Vật liệu gầy thường dùng là samôt, đất sét mất nước, cát, tro nhiệt điện, xỉ hoạt hóa.

- *Samôt* là vật liệu gốm dạng hạt (cỡ hạt $0,14 \div 2mm$), được chế tạo bằng cách nghiền đất sét khó chảy, chịu lửa, được nung trước ở nhiệt độ nung sản phẩm. Nó cũng có thể được chế tạo từ thải phẩm gạch nung non lửa. Samôt có tác dụng cải thiện tính chất khi sấy và nung đất sét. Vì vậy, nó được dùng để sản xuất các sản phẩm có chất lượng cao như gạch ốp, vật liệu bền nhiệt, v.v...

-*Đất sét nung non* được chế tạo bằng cách nung đất sét ở nhiệt độ $700 \div 750^oC$ để khử nước hoá học. Nó được dùng với hàm lượng $30 \div 50\%$ nhằm cải thiện tính chất của phối liệu khi sấy và hình dạng bên ngoài của gạch.

-*Cát* với cỡ hạt $0,5 \div 2mm$ được dùng với hàm lượng $10 \div 25\%$. Nếu hàm lượng của cát lớn hơn sẽ làm giảm cường độ và độ bền nước của sản phẩm gốm.

- *Xỉ hoạt hoá* (với cỡ hạt đến $2mm$) là phụ gia gầy có hiệu quả cao.
- *Tro nhiệt điện* vừa là phụ gia gầy, vừa là phụ gia cháy.

### 2. Phụ gia cháy và phụ gia tăng dẻo:

-*Phụ gia cháy* như mùn cưa, phoi bào, thải phẩm của các xí nghiệp làm giàu than đá, tro nhiệt điện, bã giấy,... không những có tác dụng làm tăng độ rỗng của gạch mà còn làm cho quá trình gia công nhiệt đồng đều hơn.

- *Phụ gia tăng dẻo* là đất sét có độ dẻo cao, đất bentonit, cũng như các loại phụ gia hoạt động bề mặt khác.

**3. Phụ gia hạ nhiệt độ nung:**

- Còn được gọi là chất trợ dung có tác dụng cải thiện quá trình gia công nhiệt của sản phẩm. Nó có tác dụng hạ nhiệt độ kết khối, làm tăng cường độ và độ đặc của sản phẩm. Phụ gia hạ nhiệt độ nung có hai nhóm :

- *Nhóm thứ nhất* bao gồm những chất bản thân chúng có nhiệt độ nóng chảy thấp như fenspat, pecmatic, sienit, v.v...

- *Nhóm thứ hai* gồm những chất bản thân nó có nhiệt độ nóng chảy cao, nhưng trong quá trình nung có khả năng kết hợp với cácthành phần phối liệu khác để tạo ra những sản phẩm có nhiệt độ nóng chảy thấp (canxit, đôlômit, ...).

**4. Men:**

- Là lớp thuỷ tinh lỏng mỏng (chiều dày 0,1 ÷ 0,3*mm*) phủ lên bề mặt sản phẩm gốm, khi nung có khả năng bám dính tốt với sản phẩm. Lớp men có tác dụng bảo vệ sản phẩm chống lại tác động của môi trường, tăng tính chống thấm và nhiều tính chất khác, đồng thời tăng vẻ mĩ quan cho vật liệu gốm.

-Những thành phần nguyên liệu chính của men là cát thạch anh, cao lanh, fenspat, muối của kim loại kiềm và kiềm thổ, oxit chì, oxit boric, borat ($Na_2B_2O.10H_2O$), v.v...

- Men dùng để sản xuất vật liệu gốm rất đa dạng: có thể là men màu hoặc men không màu, men trong hoặc men đục, men bóng hoặc men không bóng, men sứ hoặc men sành và có loại men trang trí... Vì vậy việc chế tạo men là rất phức tạp.

# §3. GẠCH ĐẤT SÉT NUNG

## I. QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT:

Quá trình sản xuất gạch đất sét nung bao gồm các bước sau: khai thác nguyên liệu → nhào trộn → tạo hình → phơi sấy → nung → kiểm tra.

**1. Khai thác nguyên liệu:**

- Người ta khai thác đất bằng máy đào hay thủ công. Cần chú ý loại bỏ 30 ÷ 40*cm* đất trồng trọt ở phía trên để loại bỏ cỏ rác, rễ cây, sỏi đá, v.v... Thường sản xuất 1 triệu viên gạch cần khai thác 2000$m^3$ đất. Đất có màu gan gà, vàng đỏ lẫn lộn, đất thịt pha sỏi con kiến đều làm gạch được.

- Sau khi khai thác, đất sét được ủ trong bể có mái lợp hoặc đánh thành đống ngoài trời. Mục đích ủ là để cho độ ẩm của đất được đồng đều, do đó độ dẻo và co ngót đồng đều, quá trình tạo hình dễ dàng và chất lượng sản phẩm cao.

**2. Nhào trộn:**

Mục đích là tạo được một hồ đất sét đồng đều về màu sắc, độ ẩm, tính chất cơ lý, thành phần khoáng hóa, cỡ hạt để dễ tạo hình. Nếu nhào trộn tốt thì khâu gia công dễ dàng, chất lượng gạch đều. Tùy phương pháp sản xuất gạch là khô hay dẻo mà có thiết bị nhào luyện khác nhau.

* *Phương pháp dẻo:* đất được nhai trong máy nhai và sau đó trộn trong máy trộn với độ ẩm từ 18 ÷ 25% cho đến khi thành một khối đồng nhất. Khi nhào trộn phải điều

chỉnh độ dẻo cho thích hợp bằng cách thêm đất sét béo hoặc bột gạch, hoặc cát tuỳ theo đất kém dẻo hay quá dẻo.

* *Phương pháp khô:* Đất được nghiền mịn sau đó trộn trong máy trộn với độ ẩm từ 8 ÷ 12% cho đến khi thành một khối đồng nhất.

**3. Tạo hình:**

Việc tạo hình thành gạch mộc thường được cơ giới hoá với các phương pháp sau:

* *Phương pháp tạo hình dẻo:* đất sét sau khi nhào trộn có độ ẩm W = 18 ÷ 25%, dùng máy ép Lento có lực ép 30 $daN/cm^2$. Phương pháp này có ưu điểm là dễ tạo hình, năng xuất cao nhưng tốn nhiên liệu để phơi, sấy, nung.

* *Phương pháp tạo hình khô:* đất sét sau khi nhào trộn có độ ẩm W = 8 ÷ 12 %, dùng máy ép thủy lực có lực ép từ 200 ÷ 300 $daN/cm^2$. Kích thước sản phẩm chính xác, độ đặc chắc cao, ít tốn nhiên liệu nhưng khó tạo hình.

* *Phương pháp bùn nhão:* đất được trộn với độ ẩm rất lớn thành bùn nhão. Phương pháp này để sản xuất những loại sản phẩm hình dáng phức tạp.

**4. Phơi sấy:**

- Gạch đúc xong có độ ẩm cao quá, nếu đem nung ngay sẽ bị cong vênh, nứt tách. Do đó cần sấy hoặc phơi để nước bay hơi từ từ, đến khi độ ẩm của gạch còn 5 ÷ 8% mới được đưa vào lò nung. Có thể phơi gạch mộc ngoài trời và mất 8 ÷ 15 ngày. Phơi như vậy đỡ tốn nhiên liệu, thiết bị nhưng tốn thời gian và phụ thuộc vào thời tiết.

- Đối với xí nghiệp lớn, người ta sấy bằng đường hầm, buồng sấy hoặc phòng sấy. Thường nhiệt độ sấy từ 40 ÷ 90$^oC$ và thời gian sấy khoảng 2 ÷ 3 ngày. Sấy gạch theo phương pháp này tốn nhiên liệu và thiết bị máy móc nhưng ít tốn thời gian và không phụ thuộc và thời tiết.

**5. Nung:**

- Gạch mộc trước khi vào lò nung cần có độ ẩm thấp và các viên có độ ẩm bằng nhau. Quá trình nung có 3 giai đoạn : nung trước → nung → làm nguội.

- Ở giai đoạn nung trước, gạch mộc mất nước dần dần, các chất hữu cơ bị cháy hết. Ở giai đoạn nung, các hạt sét cứng lại, các oxit kim loại bắt đầu đổi màu và gạch co rút kích thước. Ở giai đoạn làm nguội, gạch được nguội từ từ để tránh biến dạng nhiệt; khi ra khỏi lò, nhiệt độ gạch từ 50 ÷ 60$^oC$.

- Có 2 loại lò nung gạch:

* *Lò nung gián đoạn:* nung từng mẻ một, xong mẻ này lại dỡ ra và xếp mẻ mới. Loại này công suất nhỏ, thường dùng cho các lò thủ công địa phương.Chất lượng gạch không đều .

* *Lò nung liên tục:* gồm có lò Hopman và tuynel.

*Lò vòng Hopman:* có hình bầu dục, nhiều buồng ngăn, mỗi buồng có cửa riêng để ra vào lò, có cửa thông nhau và có cửa dẫn khói thông ra ống khói chung ở giữa lò. Loại lò này có ưu điểm là hiệu suất sử dụng nhiệt cao: không khí lạnh vào làm nguội khu vừa nung xong, đồng thời không khí được đốt nóng trước khi vào khu nung; qua khỏi khu

nung, không khí nóng lại nung trước gạch và tiếp tục sấy gạch mới vào. Nhược điểm của loại lò này là lửa khó đều, khó cơ khí hoá khâu ra vào lò. Ở Việt Nam thường dùng lò Hopman, chiều dài vòng lò thường 200*m*.

*Lò tuynel:* khả năng cơ khí hoá rất cao, lò dài từ 60 ÷ 150*m*, diện tích sử dụng thường là 3,5 ÷ 5,5$m^2$. Lò gồm 3 khu: nung trước, nung, làm nguội. Thời gian nung nhanh hơn lò Hopman, điều kiện làm việc được cải thiện, lò dễ dàng tự động hoá và có thể dùng nhiên liệu rắn hoặc lỏng.

## II. CÁC TÍNH CHẤT VÀ YÊU CẦU KỸ THUẬT:

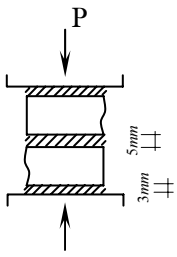
### 1. Hình dáng, kích thước : TCVN 1451-1998

- Gạch đặc nén dẻo có kích thước 220x105x60*mm*, gạch ống có kích thước 220x105x105*mm*, cho phép sai số $\Delta l_{dài} = \pm 5mm$, $\Delta l_{rộng} = \pm 3mm$, $\Delta l_{cao} = \pm 2mm$.

- Viên gạch phải bằng phẳng, không được cong, vênh, sứt mẻ, màu phải đẹp và đều, tiếng gõ trong, độ lồi lõm không quá ± 3*mm*. Trên bề mặt không quá 5 vết nứt, mỗi đường dài không quá 15*mm* và sâu không quá 1*mm*, mặt bên không quá 3 vết nứt, dài không quá 10*mm*, sâu không quá 1*mm*.

### 2. Cường độ:

***a. Cường độ nén:***



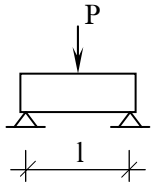

- Đối với gạch đặc nén dẻo (chiều dày <2/3 chiều rộng viên gạch): cắt đôi viên gạch gắn đối đầu lên nhau, dùng vữa mác 50 gắn 2 nữa viên lại và lát láng bề mặt, để khô trong 3 ngày rồi mang đi nén .

- Đối với gạch rỗng ( chiều dày > 2/3 chiều rộng ) thì mẫu thử là một nữa viên gạch được láng mặt bằng vữa mac 50 và để 3 ngày.

- Cường độ nén của gạch tính theo công thức :

$$R_n = \frac{P}{F}$$

***b. Cường độ uốn:***




Đặt viên gạch lên 2 đầu gối tựa chiều dài l, lực tập trung P đặt ở giữa.

Cường độ uốn của gạch tính theo công thức:

$$R_u = \frac{M}{W} = \frac{3Pl}{2bh^2}$$

**Bảng phân loại gạch đặc nén dẻo theo cường độ**

| Loại | Mac gạch | Giới hạn bền không nhỏ hơn ($daN/cm^2$) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | TB 5 mẫu | Bé nhất | TB 5 mẫu | Bé nhất |
| Đặc biệt | 150 | 150 | 125 | 28 | 14 |
| I | 125 | 125 | 100 | 25 | 12 |
| II | 100 | 100 | 75 | 22 | 11 |
| III | 75 | 75 | 50 | 18 | 9 |
| IV | 50 | 50 | 35 | 16 | 8 |

**Bảng phân loại gạch rỗng nén dẻo theo cường độ**

| Loại | Mac gạch | Giới hạn bền không nhỏ hơn ($daN/cm^2$) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | TB 5 mẫu | Bé nhất | TB 5 mẫu | Bé nhất |
| I | 125 | 125 | 100 | 18 | 9 |
| II | 100 | 100 | 75 | 16 | 8 |
| III | 75 | 75 | 50 | 14 | 7 |
| IV | 50 | 50 | 35 | 12 | 6 |

### 3. Độ hút nước:

- Có 2 phương pháp để xác định độ hút nước của gạch:

* *Phương pháp ngâm mẫu từ từ:* sấy khô mẫu rồi cân, sau đó ngâm mẫu trong thùng ngâm với thời gian 48 giờ cho bão hoà nước, vớt mẫu ra cân lại.

* *Phương pháp đun trong nước sôi:* sấy khô mẫu rồi cân, sau đó cho mẫu vào thùng đun sôi trong 4 giờ, vớt mẫu ra cân lại.

- Độ hút nước (theo khối lượng) tính theo công thức sau :

$$H_p = \frac{G_1 - G_o}{G_o} \times 100\%$$

trong đó : $G_1$ - khối lượng mẫu sau khi bão hòa nước

$G_o$ - khối lượng mẫu khô

- Gạch đặc thường có độ hút nước theo khối lượng từ 8 - 18%

### 4. Khối lượng riêng, khối lượng thể tích :

- *Khối lượng riêng :* dùng phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng

+ Dụng cụ: bình tỷ trọng

+ Chất lỏng: dầu hỏa

- *Khối lượng thể tích:* sấy khô mẫu gạch thí nghiệm đem cân rồi xác định thể tích của mẫu đó bằng phương pháp cân đo bình thường hoặc bằng phương pháp bọc parafin hay ngâm bão hoà nước.

Khối lượng riêng của gạch: 2,5 ÷ 2,7 $g/cm^3$

Khối lượng thể tích của gạch đặc: 1,7 ÷ 1,9 $g/cm^3$

Khối lượng thể tích của gạch rỗng: 1,1 ÷ 1,4 $g/cm^3$

### 5. Các tính chất khác :

- Hệ số truyền nhiệt của gạch đặc : 0,5 ÷ 0,8 $Kcal/m.^0C.h$
- Hệ số truyền nhiệt của gạch rỗng : 0,4 $KCal/m.^0C.h$

## §4. NGÓI ĐẤT SÉT NUNG

### I. YÊU CẦU VÀ NGUYÊN LIỆU, THIẾT BỊ:

- *Ngói* là loại vật liệu lợp phổ biến và rẻ tiền, về công nghệ sản xuất tương tự như gạch, chỉ khác ở khâu tạo hình.

- Về yêu cầu kỹ thuật có khác hơn so với gạch: cường độ uốn cao hơn, độ hút nước nhỏ hơn, bề mặt nhẵn mịn hơn...

- Nguyên liệu: đất sét sản xuất ngói phải dẻo hơn, ít cát và các tạp chất như $CaCO_3$, $MgCO_3$... Khi nung, nhiệt độ phải cao hơn nhiệt độ dung kết để ngói được đặc chắc hơn.

-Thiết bị để tạo hình: tạo hình 2 lần bằng máy ép Len to và máy ép thủy lực có áp lực lớn hơn.

## II. CÁC LOẠI NGÓI THƯỜNG DÙNG:

- *Ngói bằng:* bề mặt bằng phẳng, khi lợp diện tích chồng lên nhau nhiều nên diện tích sử dụng chỉ còn 50 % như ngói vảy cá, ngói âm dương.

- *Ngói có gờ:* khi lợp viên nọ chồng lên viên kia ít, không cần gắn ximăng, tiết kiệm được ngói.

- *Ngói bò:* dùng để lợp nóc và tường đầu hồi.

## III. TÍNH CHẤT VÀ YÊU CẦU KỸ THUẬT:

### 1. Kích thước, hình dáng:

- Kích thước:

+ Loại 13 *viên/1m² lợp* : kích thước 420 x 260 x 16*mm*

+ Loại 16 *viên/1m² lợp* : kích thước 420 x 205 x 16*mm*

+ Loại 22 *viên/1m² lợp* : kích thước 340 x 205 x 15*mm*

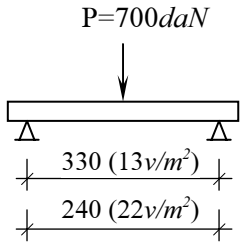
- Sai lệch về chiều dài và chiều rộng không quá ± 5*mm* và ± 3*mm*.

- Viên ngói không được cong, vênh, nứt nẻ, sứt mẻ, bề mặt trơn ,nhẵn, màu sắc đều, âm thanh trong.

- Độ cong bề mặt không quá 3mm

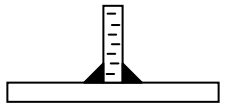
### 2. Cường độ:

Đặt viên ngói lên hai gối tựa, khoảng cách giữa hai gối là 330 (13*v/m²*) hay 240 (22*v/m²*), nó phải chịu được tải trọng tập trung lớn hơn hoặc bằng 700 *daN* đặt chính giữa 2 gối tựa theo chiều dài.




### 3. Độ hút nước:

-Cách xác định: tương tự như đối với gạch. Yêu cầu: độ hút nước theo khối lượng nhỏ hơn 10%.



### 4. Thời gian xuyên nước :

- Xác định thời gian xuyên nước: đặt ống nghiệm vào giữa viên gạch ngói (ống nghiệm: d = 25*mm*, h = 150*mm*), dùng parafin để gắn đế. Đổ đầy nước vào ống nghiệm. Thời gian kể từ khi đổ nước cho đến khi xuất hiện vết thấm ở mặt bên kia gọi là thời gian xuyên nước. Yêu cầu: thời gian xuyên nước lớn hơn 3 giờ.

### 5. Khối lượng riêng, khối lượng thể tích :

-Xác định tương tự gạch. Thông thường, $\gamma_o = 1,8 \div 2,0 g/cm^3$, $\gamma_a = 2,5 \div 2,7 g/cm^3$.

**CHƯƠNG IV**

# CHẤT KẾT DÍNH VÔ CƠ

## §1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

### I. KHÁI NIỆM:

Chất kết dính vô cơ chủ yếu ở dạng bột, khi nhào trộn với nước tạo thành một loại hồ dẻo có tính dính, sau các quá trình phản ứng hoá lý phức tạp nó dần dần đông đặc lại, trở nên rắn chắc và trở thành một loại đá nhân tạo. Trong quá trình ngưng kết và rắn chắc đó, nó có khả năng trộn lẫn với các vật liệu khác, gắn kết chúng lại với nhau thành một khối đồng nhất, vững chắc.

### II. PHÂN LOẠI:

#### 1. Căn cứ vào môi trường rắn chắc:

-*Chất kết dính vô cơ rắn trong không khí:* là loại chất kết dính vô cơ chỉ có thể rắn chắc và giữ được cường độ lâu dài trong môi trường không khí.

Ví dụ: vôi không khí, thạch cao, thuỷ tinh lỏng, chất kết dính manhê.

-*Chất kết dính vô cơ rắn trong nước:* là loại chất kết dính vô cơ không những có khả năng rắn chắc và giữ được cường độ lâu dài trong môi trường không khí mà còn có khả năng rắn chắc và giữ được cường độ lâu dài trong môi trường nước.

Ví dụ: vôi thuỷ, các loại ximăng.

-*Chất kết dính vô cơ rắn trong octobla (môi trường nhiệt ẩm):* là loại chất kết dính vô cơ chỉ có thể rắn chắc và giữ được cường độ lâu dài trong điều kiện hơi nước bão hoà và nhiệt độ cao.

Ví dụ: vôi silic, vôi cacbonat, vôi tro xỉ.

* Chất kết dính vô cơ rắn trong nước nếu được rắn trong môi trường octocla thì cường độ đạt được sẽ cao hơn và tốc độ rắn chắc sẽ nhanh hơn .

#### 2. Căn cứ theo hệ:

- Vôi: + vôi không khí
  + vôi thuỷ
  + vôi - cacbonat
  + vôi - sét hoạt hoá
- Ximăng:
  + ximăng poocläng
  + ximăng poocläng puzơlan
  + ximăng màu, ximăng trắng
  + ximăng bền sunfat, ximăng bền axit
- Thạch cao xây dựng
- Các loại khác: chất kết dính manhê, thuỷ tinh lỏng.

# §2. VÔI KHÔNG KHÍ

## I. KHÁI NIỆM:

Vôi không khí là chất kết dính vô cơ rắn trong không khí được sản xuất từ đá vôi có nhiều canxit và có một ít tạp chất sét đem nung đến một nhiệt độ nhất định để khử $CO_2$.

## II. NGUYÊN LIỆU SẢN XUẤT:

- Đá vôi canxit:

+ hàm lượng canxit cacbonat ($CaCO_3$) lớn hơn 94%.

+ hàm lượng tạp chất sét ($Al_2O_3$ , $Fe_2O_3$ , $SiO_2$ ) không lớn hơn 6%.

-Nguyên liệu để sản xuất vôi là các loại đá vôi canxit như: đá vôi, đá vôi vỏ sò, đá phấn, đá vôi đôlômit.

## III. CÁC QUÁ TRÌNH XẢY RA KHI NUNG:

### 1. Quá trình chính:

-Thực chất của quá trình nung vôi là thực hiện phản ứng khử $CO_2$ trong đá vôi

$$CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2\uparrow - Q$$

đá vôi vôi sống (vôi cục)

-Đối với đá vôi đôlômit có thêm phản ứng :

$$MgCO_3 \rightleftharpoons MgO + CO_2\uparrow - Q$$

### 2. Quá trình phụ và các yếu tố ảnh hưởng:

- Quá trình truyền nhiệt là quá trình từ ngoài vào trong. Khi lớp bên ngoài được nung sẽ xốp, rỗng trở thành lớp cách nhiệt ngăn cản nhiệt truyền vào bên trong. Nếu ngừng lại ở $900^oC$ ta sẽ được những hạt ở bên trong là $CaCO_3$ , ở bên ngoài là CaO gọi là hạt non lửa. Loại này khi tôi cho ít vôi nhuyễn.

- Khi nung ở nhiệt độ quá cao thì CaO sẽ kết hợp với các tạp chất sét tạo ra aluminat canxi ($mAl_2O_3.nCaO$) và silicat canxi ($mSiO_2.nCaO$) nóng chảy bao bọc xung quanh các hạt vôi làm thành các màng keo cứng gọi là hạt già lửa. Loại này khi sử dụng sẽ hút ẩm gây nên hiện tượng nở thể tích.

- Phản ứng nung vôi là phản ứng thuận nghịch nên lượng vôi sống thu được tùy thuộc vào lượng $CO_2$ được giảiphóng ra ngoài không khí. Vì vậy, khi nung vôi phải thông thoáng để khí $CO_2$ bay ra, phản ứng theo chiều thuận sẽ mạnh hơn và chất lượng vôi sẽ tốt hơn.

## IV. CÁC HÌNH THỨC SỬ DỤNG VÔI TRONG XÂY DỰNG:

Vôi được sử dụng ở hai dạng vôi chín và bột vôi sống.

### 1. Vôi chín:

-Là vôi được tôi trước khi dùng, quá trình tôi xảy ra theo phản ứng :

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + Q$$

Cách tôi vôi :

- Vôi tôi nhanh, toả nhiệt nhiều → cho vôi vào nước, lượng nước nhiều.
- Vôi tôi chậm, toả nhiệt ít → cho nước vào vôi, lượng nước ít.

Tuỳ theo lượng nước cho tác dụng với vôi sẽ có 3 dạng vôi chín thường gặp sau:

**Bột vôi chín:* được tạo thành khi lượng nước vừa đủ để phản ứng với vôi (100%$Ca(OH)_2$). Theo lý thuyết lượng nước cần 32,14% so với lượng vôi nhưng trong thực tế nước dùng 70% vì trong quá trình tôi phản ứng toả nhiều nhiệt làm nước bay hơi. Vôi bột có $\gamma_o = 400 \div 450\ kg/m^3$ .

**Vôi nhuyễn:* khi cho nước nhiều hơn tạo hỗn hợp gồm 50% $Ca(OH)_2$ và 50% $H_2O$. Vôi nhuyễn có $\gamma_o = 1200 \div 1400\ kg/m^3$ .

**Vôi sữa:* khi cho nước nhiều hơn vôi nhuyễn, có khoảng ít hơn 50% $Ca(OH)_2$ và nhiều hơn 50% $H_2O$.

-Trong xây dựng chủ yếu là dùng vôi nhuyễn và vôi sữa. Vôi chín có ưu điểm là sử dụng và bảo quản đơn giản nhưng cường độ chịu lực thấp và khó hạn chế tác hại của các hạt sạn già lửa.

### 2. Bột vôi sống:

Được tạo thành khi đem vôi cục nghiền nhỏ. Yêu cầu hơn 90% lọt qua sàng 0,08*mm*. Bột vôi sống được đóng thành từng bao, bảo quản và sử dụng như ximăng.

* Ưu điểm:

- Dễ trộn
- Lượng nước sử dụng ít → vữa nhanh khô → đẩy nhanh tốc độ thi công, cường độ của vữa cao hơn.
- Khi dùng chung với ximăng, lượng nhiệt toả ra sẽ kích thích các phản ứng thuỷ hoá của ximăng.
- Tạo được phản ứng silicat hoá để sản xuất vật liệu silicat

$$CaO + SiO_2\ (VĐH) \rightarrow mSiO_2.nCaO$$

$$CaO + SiO_2\ (VĐH) + H_2O \xrightarrow{t^o=175^oC,\ p=8atm} CaO.SiO_2.nH_2O$$

*Có khả năng đóng rắn trong nước*

* Nhược điểm:

- Bảo quản khó vì dễ hút ẩm nên chi phí bảo quản lớn.
- Sử dụng ít an toàn: dễ bị bỏng trong quá trình trộn, trong quá trình sản xuất và sử dụng bụi vôi ảnh hưởng đến sức khỏe công nhân.

## V. QÚA TRÌNH RẮN CHẮC CỦA VÔI:

Vôi được dùng chủ yếu trong vữa. Trong không khí vữa vôi rắn chắc lại do ảnh hưởng đồng thời của hai quá trình chính:

### 1. Quá trình hydrôxit kết tinh:

Ở trong môi trường nước, $Ca(OH)_2$ tạo được các hạt keo. Theo thời gian nước mất dần dần sẽ tạo ra các hạt ngưng keo tương đối lớn. Khi nước tiếp tục mất đi nó trở nên khô và chuyển sang dạng kết tinh.

**2. Quá trình cacbonat hoá:**

- Khi tiếp xúc với không khí, $Ca(OH)_2$ sẽ tác dụng với khí $CO_2$ tạo ra $CaCO_3$.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

- Quá trình rắn chắc của vôi không khí xảy ra chậm do đó khối xây bị ẩm ướt lâu. Nếu dùng biện pháp sấy với sự tham gia của khí $CO_2$ sẽ tăng nhanh quá trình rắn chắc.

## VI. CÁC CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG VÔI:

Chất lượng của vôi càng cao khi hàm lượng CaO càng cao và dễ tác dụng với nước. Do đó để đánh giá chất lượng của vôi người ta thường dùng các chỉ tiêu sau:

**1. Độ hoạt tính của vôi:**

***a. Khái niệm:***

*Độ hoạt tính của vôi* được đánh giá bằng chỉ tiêu tổng hàm lượng CaO và MgO, khi hàm lượng CaO và MgO càng lớn thì sản lượng vôi vữa càng nhiều và ngược lại.

***b. Cách xác định:***

-Dùng phương pháp chuẩn độ bằng dung dịch HCl 0,1N.

- Cân 1*g* bột vôi sống cho vào bình tam giác dung tích 250*mm*.

- Đổ vào 150*ml* nước cất, đun nhẹ cho tan, nhỏ vào 2÷3 giọt phênôn 1% . Nhỏ từ từ dung dịch HCl 0,1N vào cho đến khi mất màu hoàn toàn. Đo thể tích dung dịch axit đã dùng và tính độ hoạt tính của vôi theo công thức sau :

$$CaO + MgO = \frac{0{,}002804 V_{HCl}}{g_{vs}} 100\%$$

**2. Nhiệt độ tôi và tốc độ tôi:**

***a. Khái niệm:***

-*Nhiệt độ tôi* là nhiệt độ cao nhất đạt được trong quá trình tôi vôi. Trong thí nghiệm quy định nhiệt độ tôi là nhiệt độ cao nhất đạt được khi tôi 10*g* vôi cục với 20*ml* nước cất.

-*Tốc độ tôi* là thời gian tính bằng phút kể từ khi cho nước và vôi tương tác cho đến khi đạt được nhiệt độ tôi.

***b. Cách xác định:***

Cân 10*g* vôi cục cỡ 1*mm* cho vào bình tôi vôi, đổ 20*ml* nước cất vào, đậy nhanh nắp có cắm nhiệt kế. Quan sát nhiệt độ và đo thời gian.

**3. Sản lượng vôi nhuyễn:**

***a. Khái niệm:***

- *Sản lượng vôi nhuyễn* là lượng vôi nhuyễn tính bằng *lit* thu được khi tôi 1*kg* vôi sống. Sản lượng vôi nhuyễn càng nhiều vôi càng tốt.

- Lượng nước cho vào tôi căn cứ vào độ dẻo tiêu chuẩn. Độ dẻo tiêu chuẩn được đánh giá bằng độ sâu cắm chùy là 12*mm*.

***b. Cách xác định:***

Dùng ca có thể tích cho trước cân 1*kg* vôi sống. Cho nước vào tôi từ từ và thử độ dẻo bằng quả chùy cho đến khi độ sâu cắm chùy đạt yêu cầu. Đo thể tích vôi nhuyễn.

***c. Các yếu tố ảnh hưởng:***

Sản lượng vôi vữa có liên quan đến lượng CaO, nhiệt độ tôi và tốc độ tôi. Vôi có hàm lượng CaO cao, nhiệt độ tôi và tốc độ tôi càng lớn thì lượng vữa vôi càng nhiều.

**4. Hàm lượng hạt sượng:**

***a. Khái niệm:***

-*Hạt sượng* là những hạt vôi chưa được tôi trong vôi vữa. Hạt sượng có thể là vôi già lửa, non lửa hoặc bã than.

- *Hàm lượng hạt sượng* là tỷ lệ về khối lượng hạt sượng so với khối lượng vôi sống (các hạt còn lại trên sàng 0,63*mm*), tính bằng %.

***b. Cách xác định:***

Cân 200*g* vôi sống tôi thành vôi nhuyễn rồi rửa qua sàng 0,63*mm.* Lượng sót lại trên sàng đem rửa sạch, sấy khô, cân và tính tỷ lệ.

**5. Độ mịn của bột vôi sống:**

- Bột vôi sống càng mịn càng tốt vì nó thuỷ hoá nhanh → nhiệt độ tôi và tốc độ tôi lớn → sản lượng vôi vữa nhiều.

- Để đánh giá độ mịn, dùng phương pháp sàng qua 2 sàng 0,63*mm* và sàng 0,08*mm*. Yêu cầu bột vôi sống phải có 100% lọt qua sàng 0,63*mm* và >85% lọt qua sàng 0,08*mm*.

- Các chỉ tiêu cơ bản đánh giá chất lượng của vôi được quy định theo TCVN 2231-1989.

| Tên chỉ tiêu | Vôi cục và vôi bột nghiền | | | Vôi hyđrat | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Loại I | Loại II | Loại III | Loại I | Loại II |
| 1. Tốc độ tôi vôi, phút | | | | | |
| a. Tôi nhanh, không lớn hơn | 10 | 10 | 10 | - | - |
| b. Tôi trung bình, không lớn hơn | 20 | 20 | 20 | - | - |
| c. Tôi chậm, lớn hơn | 20 | 20 | 20 | - | - |
| 2. Hàm lượng MgO, %, không lớn hơn | 5 | 5 | 5 | - | - |
| 3. Tổng hàm lượng (CaO+MgO) hoạt tính,%, không nhỏ hơn | 88 | 80 | 70 | 67 | 60 |
| 4. Độ nhuyễn của vôi tôi, l/kg, không nhỏ hơn | 2,4 | 2,0 | 1,6 | - | - |
| 5. Hàm lượng hạt không tôi được của vôi cục, %, không lớn hơn | 5 | 7 | 10 | - | - |
| 6. Độ mịn của vôi bột, %, không lớn hơn | | | | | |
| - Trên sàng 0,063 | 2 | 2 | 2 | 6 | 8 |
| - Trên sàng 0,008 | 10 | 10 | 10 | - | - |
| 7. Độ ẩm, %, không lớn hơn | - | - | - | 6 | 6 |

### VII. CÔNG DỤNG VÀ BẢO QUẢN:

#### 1. Công dụng:

- Trong xây dựng vôi dùng để sản xuất vữa xây, vữa trát cho các bộ phận công trình ở trên khô, có yêu cầu chịu lực không cao lắm.

- Ngoài ra vôi còn được dùng để sản xuất gạch silicat hoặc quét trần, quét tường trang trí và bảo vệ vật liệu ở bên trong.

#### 2. Bảo quản:

- Với vôi cục nên tôi ngay hoặc nghiền mịn cho vào bao, không nên dự trữ lâu.

- Vôi nhuyễn phải được ngâm trong hố có lớp cát hoặc nước phủ lên trên có bề dày 10-20*cm* để ngăn cản vôi tác dụng với $CO_2$ hoá đá (tạo $CaCO_3$) → chất lượng giảm, ít dẻo và liên kết kém.

## §3. VÔI THỦY

### I. KHÁI NIỆM VÀ NGUYÊN TẮC SẢN XUẤT:

#### 1. Khái niệm:

-*Vôi thuỷ* là chất kết dính vô cơ không những có khả năng rắn trong không khí mà còn có khả năng rắn chắc trong nước được sản xuất từ đá macnơ (đá vôi chứa 6-20% tạp chất sét phân bố đều) ở nhiệt độ 900-1100$^oC$.

#### 2. Nguyên tắc sản xuất:

***a. Phối liệu:***

Phương pháp phối liệu: tỷ lệ đất sét : vôi sống = 1 : 3,2

đất sét ướt + vôi ướt
đất sét ướt + vôi khô
đất sét khô + vôi ướt
đất sét khô + vôi khô

Sau khi phối liệu đóng thành viên rồi đem nung.

***b. Nung:***

Quá trình nung sẽ xảy ra các phản ứng phân giải và kết hợp sau :

***Phản ứng phân giải :***

$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

$Ca(OH)_2 \rightarrow CaO + H_2O$

$Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O \xrightarrow{500^oC} Al_2O_3.2SiO_2 + 2H_2O$

$Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O \xrightarrow{800^oC} Al_2O_3 + 2SiO_2 + 2H_2O$

Nếu trong đá vôi có lẫn $MgCO_3$ thì trong thành phần vôi thuỷ có MgO :

$MgCO_3 = MgO + CO_2$

***Phản ứng kết hợp :***

$2CaO + SiO_2 \rightarrow 2CaO.SiO_2$ $(C_2S)$

$2CaO + Fe_2O_3 \rightarrow CaO.Fe_2O_3$ $(C_2F)$

$CaO + Al_2O_3 \rightarrow CaO.Al_2O_3$ $(CA)$

$CaO + Fe_2O_3 \rightarrow CaO.Fe_2O_3$ $(CF)$

-Như vậy, sau khi nung thành phần vôi thuỷ gồm có : $C_2S$, $C_2F$, CA, CF, CaO và MgO. Nhờ có khoáng $C_2S$, $C_2F$, CA và CF mà vôi thuỷ rắn được trong môi trường nước. Thành phần CaO và MgO chỉ làm cho vôi thuỷ dễ tôi hơn.

***c. Tả vôi thủy:***

Sau khi nung cho vôi thuỷ hút ẩm ngoài không khí để tả ra thành bột hoặc phun vào vôi thuỷ từ 15-20% nước.

## II. QUÁ TRÌNH RẮN CHẮC CỦA VÔI THỦY:

-Vì vôi thủy có chứa các loại khoáng và CaO, MgO nên sự rắn chắc của vôi thủy bao gồm hai quá trình :

- Quá trình rắn chắc của vôi không khí :
  + Quá trình hyđrôxit kết tinh
  + Quá trình cacbonat hoá
- Quá trình rắn chắc của các khoáng $C_2S$, $C_2F$, CA, CF: trải qua 3 giai đoạn hoà tan, hoá keo và kết tinh tương tự như ximăng (học kỹ trong bài ximăng)

## III. CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VÔI THỦY:

### 1. Khối lượng riêng, khối lượng thể tích:

*Khối lượng riêng:* $\gamma_a$ = 2200 ÷ 3000 $kg/m^3$, xác định bằng phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng.

*Khối lượng thể tích:* $\gamma_o$ = 500 ÷ 800 $kg/m^3$, xác định bằng phương pháp đổ đống.

### 2. Độ mịn:

Dùng phương pháp sàng qua 2 sàng 0,63*mm* và 0,08*mm*.

Yêu cầu : + 100% lọt qua sàng 0,63*mm*

+ ≥ 85% lọt qua sàng 0,08*mm*

Độ mịn càng cao thì quá trình cứng rắn xảy ra càng nhanh, triệt để, cường độ chịu lực tốt.

### 3. Độ hoạt tính:

*Độ hoạt tính* là chỉ tiêu đánh giá khả năng rắn trong nước của vôi thủy mạnh hay yếu và được đánh giá bằng môđun hoạt tính $M_{ht}$.

$$M_{ht} = \frac{CaO\%}{SiO_2\% + Al_2O_3\% + Fe_2O_3\%}$$

$M_{ht}$ càng nhỏ thì khả năng rắn trong nước càng mạnh. Quy định:

- Vôi thủy loại mạnh: $M_{ht}$ = 1,7 ÷ 4,5
- Vôi thủy loại yếu: $M_{ht}$ = 4,5 ÷ 9,0

(Vôi rắn trong không khí có $M_{ht}$ > 9,0).

### 4. Cường độ:

Khả năng chịu lực của vôi thuỷ cao hơn vôi không khí nhưng thấp hơn ximăng Poocläng và được đánh giá thông qua $R_n$.

Trộn 900*g* bột vôi thủy với 2700*g* cát (tỷ lệ 1:3) và 360*ml* nước đúc mẫu lập phương 7,07*cm*. Dưỡng hộ 7 ngày trong không khí, 21 ngày trong nước ở điều kiện tiêu chuẩn rồi thử cường độ chịu nén.

Yêu cầu : $R_n = 20 \div 50$ *daN/cm*$^2$

### IV. CÔNG DỤNG VÀ BẢO QUẢN:

#### 1. Công dụng:

-Vôi thủy được dùng để sản xuất vữa xây, vữa trát, bêtông mác thấp.

-Trước khi dùng trong nước phải để vôi thuỷ rắn trong không khí 3÷5 ngày (nếu là vôi thủy mạnh) hoặc 2÷3 tuần (nếu là vôi thủy yếu), sau đó mới cho tiếp xúc với nước nhằm mục đích để cho CaO tự do rắn theo đường cacbonat hoá.

#### 2. Bảo quản:

Vôi thủy phải được đóng thành bao kín, để nơi khô ráo, không dự trữ lâu như ximăng để tránh cho vôi thuỷ hút ẩm làm giảm cường độ.

## §4. XIMĂNG POOCLĂNG

### I. KHÁI NIỆM:

- *Ximăng poocläng* là chất kết dính vô cơ rắn trong nước, sản xuất bằng phương pháp nung hỗn hợp đá vôi và đất sét đã phối hợp theo một tỷ lệ hợp lý đến nhiệt độ nóng chảy để tạo thành clinke, đem clinke nghiền nhỏ với 3÷5% thạch cao. Thạch cao có tác dụng điều chỉnh tốc độ ngưng kết của ximăng cho phù hợp với thời gian thi công.

- Trong quá trình sản xuất có thể pha thêm phụ gia hoạt tính (< 15%) để cải thiện một số tính chất hoặc phụ gia trơ (< 10%) để tăng sản lượng ximăng.

- Ximăng poocläng là CKDVC được dùng nhiều trong xây dựng vì có nhiều ưu điểm: cường độ cao, bền trong môi trường, rắn chắc tương đối nhanh, chịu lửa khá tốt, nguyên liệu sản xuất có sẵn và giá thành rẻ.

### II. THÀNH PHẦN HOÁ HỌC VÀ NGUYÊN LIỆU SẢN XUẤT:

#### 1. Thành phần hoá học:

***a. Hàm lượng:***

Muốn cho ximăng đảm bảo chất lượng thành phần hoá học của ximăng thường là :

CaO : 63 ÷ 66%

$SiO_2$ : 21 ÷ 24%

$Al_2O_3$ : 4 ÷ 8%

$Fe_2O_3$ : 2 ÷ 4%

-Ngoài ra còn một ít các tạp chất như MgO, CaO dạng hạt già lửa gây mất ổn định thể tích nên cần phải hạn chế

MgO : < 4,5%

$SO_3$ : < 3%

Ôxit kiềm ($Na_2O$, $K_2O$) : < 1,5%

***b. Vai trò của các thành phần:***

* *CaO:* là thành phần chủ yếu nhất của ximăng poocläng, nó kết hợp với $SiO_2$, $Al_2O_3$, $Fe_2O_3$ tạo thành các khoáng chính của ximăng. Lượng CaO vừa phải làm ximăng có cường độ cao; nếu lượng CaO quá nhiều (tức $SiO_2$ ít đi tương đối) sẽ khó nung luyện, hao tốn than, giảm bớt sản lượng, đồng thời tồn tại nhiều CaO tự do dạng hạt già lửa gây mất ổn định thể tích và làm cho ximăng dễ bị ăn mòn.

* *$SiO_2$:* cũng là thành phần chủ yếu của ximăng, kết hợp với CaO tạo ra hai khoáng chính là $C_2S$ ($2CaO.SiO_2$ : bêlit) và $C_3S$ ($3CaO.SiO_2$ : alit) quyết định cường độ ximăng. Nếu $SiO_2$ quá nhiều thì thời gian ninh kết của ximăng kéo dài, ximăng kém dính kết và không đủ CaO để tác dụng với các chất khác nên clinke dễ bị tã thành bột, hạ thấp sản lương và làm giảm cường độ ximăng. Nếu $SiO_2$ quá ít thì hàm lượng $C_3S$ giảm làm giảm cường độ ximăng.

**$Al_2O_3$:* Kết hợp với CaO và $Fe_2O_3$ tạo ra khoáng $C_3A$ ($3CaO.Al_2O_3$ : aluminat tricanxit) và $C_4AF$ ($4CaO. Al_2O_3. Fe_2O_3$ : fero aluminat têtracanxit), $C_3A$ có tác dụng làm cho thời gian ngưng kết và rắn chắc của ximăng nhanh hơn. Nếu $Al_2O_3$ quá nhiều thì nhiệt độ nung sẽ cao, thời gian ninh kết nhanh nhưng cường độ ximăng giảm, nhiệt thuỷ hoá lớn dễ gây ứng suất nhiệt và dễ gây ăn mòn sunfat. Ngược lại, nếu lượng $Al_2O_3$ quá ít thì thời gian ninh kết của ximăng sẽ kéo dài, nhiệt độ nung thấp dẫn đến chất lượng ximăng không cao.

**$Fe_2O_3$ :* là thành phần thứ yếu có tác dụng làm giảm nhiệt độ nung. Nếu $Fe_2O_3$ quá nhiều nhiệt độ nung giảm nhưng chất lượng ximăng không cao. Nếu $Fe_2O_3$ quá ít nhiệt độ nung phải cao hơn, khó nung hơn, tốn nhiều than, sản lượng ximăng giảm.

* *MgO :* là thành phần có hại cho ximăng. MgO thường ở dạng tự do. Khi được nung quá $1450^oC$ thì MgO thuỷ hoá rất chậm, nở thể tích gây mất ổn định thể tích .

**2. Nguyên liệu:**

- Để đạt yêu cầu về thành phần hoá học như trên cho ximăng, các loại nguyên liệu cần có thành phần $CaCO_3$ từ 75÷78% và các thành phần khác ($SiO_2$, $Al_2O_3$, $Fe_2O_3$...) khoảng 22÷25%. Trong tự nhiên các loại đá có sẵn thành phần như trên rất hiếm nên thường phải phối liệu theo phương pháp nhân tạo.

- Nguyên liệu chủ yếu để sản xuất ximăng poocläng là đá vôi canxit (không dùng đá vôi đôlômit vì chứa nhiều MgO có hại cho ximăng), đất sét, đá thạch cao, than và quặng sắt (nếu trong đất sét thiếu tỷ lệ $Fe_2O_3$).

**** Đá vôi:*** phải chứa lượng CaO từ 45 ÷ 56% tức thành phần $CaCO_3$ phải chiếm 75 ÷ 100%. Trong tính toán thường dùng 1,3 tấn đá vôi để sản xuất ra 1 tấn clinke.

**** Đất sét:*** yêu cầu hạt mịn đều, không lẫn cát sạn và rác bẩn và đảm bảo các chỉ tiêu sau :
+ hàm lượng $SiO_2 = 50 \div 58\%$
+ hệ số aluminat $p = 2 \div 4\%$
+ hàm lượng $MgO < 3\%$

**** Thạch cao:*** lượng thạch cao thường dùng khoảng 3 ÷ 5% trọng lượng clinke. Thạch cao phải sạch và có hàm lượng $CaSO_4.2H_2O$ trên 80%.

*** *Quặng sắt:*** chứa trên 40% $Fe_2O_3$, chỉ thêm vào khi trong đất sét ít $Fe_2O_3$.

*** *Than:*** phải có khả năng toả nhiệt 5000 *Kcal/kg than*, lượng tro dưới 10 ÷ 15% , không khói, lượng cacbon cố định nhiều. Muốn sản xuất 1 tấn clinke thường dùng hết 0,27 tấn than.

- Thường thì tỷ lệ phối liệu giữa Đá vôi : Đất sét ≅ 3 : 1 theo khối lượng.

## III. NGUYÊN TẮC SẢN XUẤT:

- Quá trình sản xuất ximăng poocläng gồm ba giai đoạn:

Phối liệu ⟶ nung ⟶ nghiền (+ 3÷5% $CaSO_4.2H_2O$)
hh đá vôi + đất sét (bùn XM sống) clinke ximăng poocläng

### 1. Phối liệu:

- Mục đích của gia đoạn này là tạo ra hỗn hợp (đá vôi + đất sét) đồng nhất về thành phần hoá học để tạo thuận lợi cho các phản ứng xảy ra khi nung.

- Tùy theo độ ẩm của nguyên liệu, tình hình thiết bị và lò nung mà người ta chuẩn bị nguyên liệu theo ba phương pháp: khô, ướt và hỗn hợp.

***a. Phương pháp khô:***

- Đá vôi nghiền vỡ thành hạt, đất sét phơi khô được nghiền ở trạng thái khô rồi đem trộn đều với nhau ở trạng thái khô , sau đó phun ẩm, tạo hạt rồi đem đi nung. Phương pháp này thích hợp với trường hợp nguyên liệu là đá thiên nhiên có sẵn mà không cần phối liệu hoặc nung bằng lò đứng. Cũng có khi phương pháp khô áp dụng cho cả lò quay.

- Phương pháp khô có ưu điểm là đỡ tốn chất đốt vì nguyên liệu khô, thiết bị đơn giản hơn nhưng có nhược điểm là nguyên liệu trộn khó đều nên chất lượng ximăng không đều, chất lượng ximăng thường không cao và khi nghiền tạo ra nhiều bụi.

- Khi nung bằng lò quay phải phun ẩm bột nguyên liệu sống rồi mới cho vào lò, để tránh mất mát ra ngoài ống khói. Khi nung bằng lò đứng thì bột nguyên liệu sống cần trộn ẩm và đóng bánh hoặc đóng thành từng viên quặng trước khi cho vào lò. Có thể trộn thêm một ít than vào nguyên liệu để đảm bảo cho chất lượng clinke ra lò đều và tốt hơn.

***b. Phương pháp ướt:***

Việc chuẩn bị nguyên liệu cho phương pháp ướt gồm các bước sau:

- Tính toán phối liệu đạt tỷ lệ yêu cầu.

- Nghiền vỡ đá vôi thành cỡ 1÷2*cm*; đánh tơi đất sét, lọc hết rác bẩn rồi đưa sang bể chứa có thiết bị thường xuyên khuấy đều tạo thành một loại bùn sét chứa 35 ÷ 40% nước.

- Đem nghiền ướt đá vôi và bùn sét trong máy nghiền bi hình trống sẽ được bùn ximăng sống; đưa qua hệ thống xilô để kiểm nghiệm và điều chỉnh thành phần hoá học cho đạt yêu cầu rồi bơm vào một bể chứa lớn dự trữ (trong bể có thiết bị khuấy) để đưa dần vào lò nung.

Phương pháp này có ưu điểm là không bụi, dễ nghiền và nguyên liệu được trộn dễ đều hơn về thành phần hoá, tuy nhiên cũng có nhược điểm là tốn nhiều nhiên liệu vì nước

nhiều và nhất thiết phải nung bằng lò quay. Do đó, phương pháp này thích hợp với loại nguyên liệu ẩm ướt và lò nung là lò quay.

Khi kiểm tra thành phần hoá học có thể điều chỉnh :

- Thiếu $Fe_2O_3$ → thêm quặng sắt
- Thiếu $Al_2O_3$ → thêm bùn nhêfêlin (phế thải công nghiệp sản xuất nhôm)
- Thiếu $SiO_2$ → thêm trepen

Trong việc chuẩn bị nguyên liệu cần chú ý đến độ nghiền mịn. Nguyên liệu mịn thì phản ứng xảy ra nhanh và triệt để nên chất lượng ximăng cao. Tuy nhiên muốn nghiền nhỏ hơn thì tốn công và năng lượng nên chỉ cần nghiền nhỏ đến một giới hạn nhất định, thông thường bùn ximăng sống có lượng lọt sàng 0,08*mm* từ 91 ÷ 93% là thích hợp.

Muốn cho ximăng có chất lượng tốt thì bùn ximăng sống yêu cầu lượng cát thạch anh lớn hơn 0,5*mm* không quá 0,5% và cát thạch anh từ 0,09 ÷ 0,2*mm* không quá 1%.

***c. Phương pháp hỗn hợp:***

Cho phép giảm tiêu tốn nhiên liệu 20 ÷ 30% so với phương pháp ướt. Thực chất của phương pháp này là bùn trước khi đưa vào lò nung được khử nước ở thiết bị đặc biệt. Như vậy nó cũng tiêu tốn điện năng.

**2. Nung:**

***a. Lò nung:***

- *Lò đứng:* gần giống như lò đứng nung vôi. Khi vào lò để nung, người ta phải đổ nguyên liệu đến độ cao đáy khu nung rồi gia nhiệt. Khi sử dụng nhiên liệu là than thì khi cho quặng vào lò, cứ một lớp quặng lại có một lớp than. Sau 40 phút đến một giờ đánh tụt lò một lần để lấy clinke ra. Vì nung ximăng yêu cầu nhiệt độ cao hơn nung vôi nên nhất thiết phải có thiết bị quạt gió từ đáy lò lên để cung cấp đủ oxi cho phản ứng cháy.

So với lò quay, lò đứng có lợi là xây dựng đơn giản, thích hợp cho công nghiệp ximăng địa phương, ít cần thiết bị. Song có nhược điểm là nung chậm, nguyên liệu tiếp xúc với các vùng nhiệt không đều do đó phẩm chất ximăng khó đều. Khu nung trong lò đứng cần chú ý không được quá lửa, vì quặng sẽ chảy ra đóng thành tảng lớn bám vào thân lò và đáy lò, làm việc ra lò khó khăn. Mặt khác cần tránh hiện tượng nung non lửa, vì sẽ có nhiều hạt CaO tự do ảnh hưởng xấu đến chất lượng ximăng. Các phản ứng hoá lý sinh ra trong quá trình nung cũng giống như ở lò quay và thành phần khoáng vật chủ yếu của clinke cũng là $C_3S$, $C_2S$, $C_3A$, $C_4AF$ và CaO tự do. Tuy nhiên vì những đặc điểm và khó khăn trong dây chuyền công nghệ nên chất lượng ximăng lò đứng kém và không đồng đều như ximăng lò quay.

- *Lò quay:* là một hình trụ dài bằng vỏ thép dày, phía trong có lót gạch chịu lửa. Các lò quay rất dài và có đường kính lớn, công suất từ vài trăm đến vài nghìn tấn một ngày. Lò quay đặt hơi dốc so với mặt phẳng nằm ngang một góc là 1°30' và quay với tốc độ 1 ÷ 2 *vòng/phú*t. Thiết bị làm nguội thường gắn liền với lò quay ở đầu thấp, còn ống khói thì ở đầu cao của lò.

-Khi nung, người ta bơm bùn ximăng sống vào đầu cao của lò quay và phun than (đã nghiền mịn) và không khí lạnh từ đầu thấp của lò lên. Do lò quay và đặt hơi dốc nên

bùn ximăng sống dịch chuyển dần dần xuống, bị khô nước và vón thành cục nhỏ. Các cục này chuyển dần xuống phía dưới, gặp nhiệt độ cao dần sẽ sinh ra các phản ứng phân giải và kết hợp, khi đi qua vùng nung thì chảy ra rồi vón lại thành clinke rơi qua thiết bị làm nguội, sau đó được đưa vào kho chứa.Với điều kiện nung như thế, nguyên liệu tiếp xúc với các vùng nhiệt tốt hơn và các phản ứng xảy ra triệt để hơn. Chất lượng ximăng lò quay thường ổn định hơn.

***b. Các quá trình phản ứng xảy ra khi nung:***

Nung ximăng là giai đoạn tiếp theo việc phối liệu, gồm các bước : làm khô (nước tự do bay hơi), gia nhiệt trước, phóng nhiệt, kết khối và làm nguội clinke. Tốc độ nung thành clinke không những phụ thuộc vào thành phần hoá học mà còn phụ thuộc vào độ mịn và mức độ trộn đều của bùn ximăng sống (phương pháp ướt) hoặc của hỗn hợp vật liệu sống (phương pháp khô).

**** Vùng bay hơi:*** $t^o = 70 \div 200^oC$

Khi nhiệt độ trong lò tăng dần đến 100°C thì nước tự do bay hơi làm cho nguyên liệu sống khô dần lại, chất hữu cơ bắt đầu cháy. Trong giai đoạn này mới có sự biến đổi vật lý mà chưa có sự biến đổi hoá học. Đến 200°C thì giai đoạn làm khô kết thúc, nguyên liệu sống vón lại thành cục nhỏ.

**** Vùng gia nhiệt trước:*** $t^o = 200 \div 700^oC$, chiếm 50 ÷ 60% chiều dài lò (đối với phương pháp ướt).

- Các chất hữu cơ cháy hết, nước hoá học nằm trong đất sét bắt đầu tách ra và bốc hơi, các phản ứng phân giải bắt đầu xảy ra :

$$Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O \rightarrow Al_2O_3.2SiO_2 + 2H_2O$$
$$Al_2O_3.2SiO_2 \rightarrow Al_2O_3 + 2SiO_2$$

**** Vùng canxi hoá:*** $t^o = 700 \div 900 \div 1100^oC$, chiếm 20÷23% chiều dài lò.

Phản ứng phân giải canxit và các phản ứng kết hợp tạo khoáng xảy ra :

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$
$$CaO + Al_2O_3 \rightarrow CaO.Al_2O_3$$
$$CaO.Al_2O_3 + 2CaO \rightarrow 3CaO.Al_2O_3 \quad (C_3A)$$
$$2CaO + SiO_2 \rightarrow 2CaO.SiO_2 \quad (C_2S)$$

****Vùng phóng nhiệt:*** $t^o = 1100 \div 1300^oC$, chiếm 5 ÷ 7% chiều dài lò.

Các phản ứng tạo khoáng chính cho ximăng tiếp tục xảy ra và kết thúc

$$CaO.Al_2O_3 + 2CaO \rightarrow 3CaO.Al_2O_3 \quad (C_3A)$$
$$2CaO + SiO_2 \rightarrow 2CaO.SiO_2 \quad (C_2S)$$
$$4CaO + Al_2O_3 + Fe_2O_3 \rightarrow 4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3 \quad (C_4AF)$$

****Vùng kết khối:*** $t^o = 1300 \div 1450 \div 1300^oC$, chiếm 10 ÷ 15% chiều dài lò.

-Ở giai đoạn đầu (1300°C), một phần khoáng dễ chảy như $C_3A$, $C_4AF$, MgO và các tạp chất dễ chảy khác bị chảy lỏng ra (20 ÷ 30% thể tích hỗn hợp nung). Khi nhiệt độ nung đạt đến giá trị cao nhất 1450°C, $C_2S$ sẽ tác dụng nhanh với CaO hoà tan trong pha lỏng tạo thành alit ($C_3S$) là khoáng cơ bản của clinke.

$$CaO + 2CaO.SiO_2 \rightarrow 3CaO.SiO_2 \quad (C_3S)$$

- Phản ứng này xảy ra liên tục cho đến khi gần hết CaO (trong clinke, CaO tự do ≤ 0,5 ÷ 1%). Alit ít hoà tan, nó được tách khỏi dung dịch nóng chảy ở dạng tinh thể mịn. Quá trình tạo alit kéo dài từ 15 ÷ 20 phút.

- Ra khỏi vùng kết khối (nhiệt độ giảm từ 1450 xuống $1300^oC$ ) từ dung dịch lỏng các khoáng $C_3A$, $C_4AF$ và MgO được kết tinh lại.

- Như vậy sau khi nung ta có $C_3A$, $C_4AF$, $C_2S$ và $C_3S$. Ngoài ra còn có một ít CaO, MgO tự do và một ít chất khác nữa.

**** Vùng làm nguội:*** có hai bậc làm nguội sau

- *Bậc làm nguội từ từ* ($t^o = 1300 \div 1100^oC$ ) với mục đích là để ổn định cấu trúc các khoáng mới được tạo thành.

- *Bậc làm nguội nhanh* ($t^o = 1100 \div 200^oC$ ) với mục đích là để tránh các phản ứng có hại xảy ra

$$3CaO.SiO_2 \rightarrow 2CaO.SiO_2 + CaO$$

$$\beta\ C_2S \xrightarrow{500^oC} \gamma\ C_2S$$

*không có tính dính kết, không tương tác với nước ngay cả ở $100^oC$*

**3. Nghiền:**

- Clinke ximăng sau khi ra lò thường phải để ở trong kho từ 1 ÷ 2 tuần mới đem nghiền thành bột. Mục đích là để CaO, MgO già lửa trong clinke hút ẩm không khí tạo thành $Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$ hoặc cacbonat hoá thành $CaCO_3$, $MgCO_3$ ổn định thể tích hơn. Ngoài ra kinh nghiệm cho thấy loại clinke như trên dễ nghiền nhỏ hơn loại clinke mới ra lò.

- Khi nghiền clinke, người ta pha thêm 3 ÷ 5% thạch cao sống ($CaSO_4.2H_2O$) để điều chỉnh thời gian ninh kết của ximăng cho phù hợp với điều kiện thi công. Ngoài ra, người ta còn trộn thêm dưới 15% phụ gia hoạt tính hoặc dưới 10% phụ gia trơ, vừa để cải thiện một số tính chất của ximăng poocläng, vừa để tăng sản lượng và hạ giá thành. Những vật liệu đưa vào nghiền không được ẩm quá quy định vì sẽ làm giảm hiệu suất nghiền.

- Thiết bị dùng để nghiền clinke là máy nghiền bi hình trống làm việc theo chu trình hở hoặc chu trình kín.

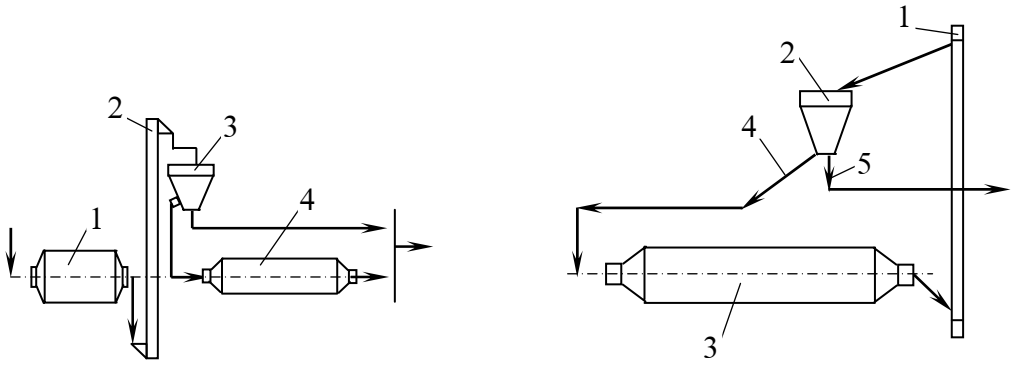
+ Trong chu trình kín: thiết bị nghiền là máy nghiền bi nhiều buồng hoặc 2 máy nghiền thô và nghiền mịn bố trí nối tiếp nhau theo chu trình kín. Máy là ống trụ bằng thép, quay quanh một trục nằm ngang và thường được chia thành ba ngăn, có vách ngăn đục lỗ để bột có thể chui qua, ứng với ba cấp độ nghiền là nghiền thô, nghiền trung bình và nghiền mịn. Vật liệu được nghiền dưới tác dụng của các viên bi thép hình cầu (nghiền thô) và bi thép hình trụ (nghiền mịn). Khi máy quay bi thép được nâng lên đến một độ cao nhất định rồi rơitự do xuống và đập vỡ và chà xát làm vụn hạt vật liệu. Ở máy làm việc theo chu trình kín thì có thiết bị nghiền và phân loại li tâm tách ra loại hạt lớn để đưa đi nghiền lại. Loại máy này có hiệu quả cao và đạt độ mịn lớn (4000 ÷ 5000$cm^2/g$), rất cần thiết để tạo ximăng rắn nhanh và các loại ximăng đặc biệt khác.

+ Trong chu trình hổ, clinke và phụ gia được nạp liên tục, đi qua các buồng nghiền rồi đi ra để chuyển vào xilô chứa.

Máy nghiền thường có hai loại: loại nhỏ kích thước 3,95x11*m* có công suất 100*t/h*; loại lớn có kích thước 4,6x16,4*m* có công suất 135*t/h*.

- Sau khi nghiền thành bột, do ma sát nên ximăng ra khỏi máy còn rất nóng, đến 80 ÷ 120$^oC$ được hệ thống vận chuyển bằng khí nén đưa lên xilô. Xilô là bể chứa bằng bêtông cốt thép đường kính 8 ÷ 15*m*, cao 25 ÷ 30*m*, có thể chứa được 4000 ÷ 10000 tấn ximăng. Ở đây ximăng nguội dần và CaO tự do tã hết, đỡ ảnh hưởng xấu đến chất lượng ximăng. Cuối cùng là khâu đóng bao .

- Ở các công trường lớn hoặc nhà máy bêtông đúc sẵn, người ta có thể đem clinke về ngay cơ sổ đó, nghiền ướt và dùng ngay. Tuy có nhược điểm là phải dùng hết trong vòng 2 ÷ 3 giờ và phải trang bị máy nghiền nhưng có ưu điểm là ximăng mịn hơn, hiệu suất nghiền cao hơn, ximăng có hoạt tính mạnh nên cường độ cao hơn (có khi cao hơn đến 25%) so với cách nghiền khô.




***Sơ đồ nghiền clinke theo chu trình kín***

a ) Với hai máy nghiền : 1- máy nghiền thô ; 2- gầu nâng ;
3- thiết bị phân loại li tâm ; 4- máy nghiền mịn
b ) Với một máy nghiền : 1- gầu nâng ; 2- thiết bị phân loại ;
3- máy nghiền ; 4- hạt thô ; 5- ximăng

## IV. THÀNH PHẦN KHOÁNG VẬT CỦA XIMĂNG POOCLĂNG :

- Sau khi nung, trong clinke ximăng gồm chủ yếu những thành phần khoáng vật sau:

* *Silicat tricanxit :* $3CaO.SiO_2$ ($C_3S$) còn gọi là alit

* *Silicat đicanxit :* $2CaO.SiO_2$ ($C_2S$) còn gọi là bêlit

* *Aluminat tricanxit :* $3CaO.Al_2O_3$ ($C_3A$)

* *Fero aluminat têtracanxit :* $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$ ($C_4AF$) còn gọi là celit

Ngoài ra còn một số thành phần phụ như $5CaO.3Al_2O_3$, $2CaO.Fe_2O_3$, CaO và MgO tự do.

**1. Hàm lượng:**

$C_3S$ chiếm 45 ÷ 60% trọng lượng clinke

$C_2S$ chiếm 20 ÷ 30% trọng lượng clinke

$C_3A$ chiếm 4 ÷ 12% trọng lượng clinke

$C_4AF$ chiếm 10 ÷ 12% trọng lượng clinke

- Ngoài các khoáng trên thì các tạp chất trong clinke như thuỷ tinh clinke dòn, CaO, MgO già lửa, $SiO_2$, $Fe_2O_3$, hợp chất sunfat có tổng hàm lượng chiếm từ 5 ÷ 15% trọng lượng clinke.

**2. Vai trò, tính chất các thành phần khoáng :**

- *$C_3S$ :* là thành phần chính, quyết định cường độ và các tính chất khác của ximăng. Nó có đặc điểm là tốc độ rắn chắc nhanh, cường độ cao, tỏa nhiệt tương đối lớn. Khi hàm lượng $C_3S$ tăng thì chất lượng ximăng càng tốt. $C_3S$ kết tinh ở dạng hình lăng trụ 6 cạnh hoặc hình khối chữ nhật .

- *$C_2S$ :* có cường độ trung bình, rắn chắc chậm, nhiệt thuỷ hoá nhỏ. Thời gian đầu tốc độ rắn chắc chậm nhưng càng về sau tốc độ rắn chắc càng nhanh và cường độ càng cao. Nó có vai trò quyết định cường độ của ximăng trong thời gian về sau. Khi hàm lượng $C_2S$ tăng thì cường độ của ximăng cao nhưng tốc độ rắn chắc của ximăng chậm làm kéo dài thời gian thi công. $C_2S$ kết tinh ở dạng hình cầu .

- *$C_3A$ :* quyết định thời gian ninh kết rắn chắc của ximăng. Nó có đặc điểm là rắn chắc rất nhanh nhưng cường độ rất thấp, nhiệt thuỷ hoá lớn và rất dễ bị ăn mòn. Do đó, khi hàm lượng $C_3A$ tăng thì ximăng rắn nhanh nhưng cường độ thấp, dễ gây ứng suất nhiệt và bị ăn mòn sunfat. Với loại ximăng bền sunfat yêu cầu lượng $C_3A < 5\%$. $C_3A$ kết tinh ở dạng hình khối lập phương .

- *$C_4AF$ :* tốc độ rắn chắc, cường độ, nhiệt thuỷ hoá và khả năng chống ăn mòn là trung bình giữa alit và bêlit.

## V. QUÁ TRÌNH NGƯNG KẾT RẮN CHẮC:

- Quá trình ngưng kết rắn chắc của ximăng pooclăng là quá trình hồ ximăng biến thành đá ximăng. Ximăng sau khi nhào trộn với nước trải qua ba giai đoạn: giai đoạn hoà tan - giai đoạn hoá keo - giai đoạn kết tinh và tiếp theo đó là quá trình rắn chắc. Đầu tiên trong khoảng 1 ÷ 3 giờ sau khi nhào trộn nó dẻo và dễ tạo hình; sau đó nó bắt đầu ngưng kết thể hiện qua dầu hiệu hồ ximăng mất dần tính dẻo và đặc dần lại nhưng chưa có cường độ. Giai đoạn này kết thúc trong 5 ÷ 10 giờ sau khi nhào trộn. Sau đó hỗn hợp chuyển từ trạng thái đặc sệt sang trạng thái rắn chắc, có nghĩa là kết thúc ngưng kết và bắt đầu rắn chắc. Giai đoạn rắn chắc đặc trưng bằng sự tăng cường độ theo thời gian .

**1. Các phản ứng thuỷ hoá:**

- Khi nhào trộn ximăng với nước ở giai đoạn đầu xảy ra quá trình phản ứng thuỷ hóa giữa các khoáng trong ximăng với nước. Trong đó phản ứng của alit với nước xảy ra như sau:

$$2(3CaO.SiO_2) + 6H_2O \rightarrow 3CaO.2SiO_2.3H_2O + 3Ca(OH)_2 \qquad (1)$$

Vì đã có $Ca(OH)_2$ tách ra từ alit nên bêlit thuỷ hoá chậm hơn và tách ra ít $Ca(OH)_2$ hơn:

$$2(2CaO.SiO_2) + 4H_2O \rightarrow 3CaO.2SiO_2.3H_2O + Ca(OH)_2 \quad (2)$$

$C_3A$ và $C_4AF$ cũng phản ứng với nước:

$$3CaO.Al_2O_3 + 6H_2O \rightarrow 3CaO.\ Al_2O_3.6H_2O \quad (3)$$

$$4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3 + mH_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3.6H_2O + CaO.Fe_2O_3.nH_2O \quad (4)$$

- Phản ứng (3) xảy ra rất nhanh và làm ximăng khô sớm. Do đó, để làm chậm quá trình ngưng kết, khi nghiền clinke cần cho thêm một lượng 3 ÷ 5% đá thạch cao đóng vai trò là chất hoạt động hoá học của ximăng, tác dụng với $C_3A$ ngay từ đầu để tạo thành sunphoaluminat tricanxit (khoáng etringit).

$$\underbrace{3CaO.Al_2O_3 + 3(CaSO_4.2H_2O)}_{\text{ximăng poocläng}} + 26H_2O \rightarrow \underbrace{3\ CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O}_{\text{etringit}}$$

(thạch cao)

- Trong dung dịch bão hoà $Ca(OH)_2$ , ngay từ đầu etringit sẽ tách ra ở dạng keo phân tán mịn đọng lại trên bề mặt $3CaO.Al_2O_3$ làm chậm sự thuỷ hoá của nó và kéo dài thời gian ninh kết của ximăng. Ở trong môi trường có nồng độ $Ca^{2+}$ nhất định, etringit sẽ không tan mà chuyển sang tinh thể dạng sợi, tạo ra cường độ ban đầu cho ximăng. Etringit có thể tích lớn gấp hai lần so với thể tích của các chất tham gia phản ứng, có tác dụng chèn lấp lỗ rỗng của đá ximăng, làm cường độ và độ ổn định của đá ximăng tăng lên.

**2. Giải thích quá trình rắn chắc của ximăng:**

- Khi ximăng rắn chắc, các quá trình vật lý và hoá lý phức tạp đi kèm theo các phản ứng hoá học có một ý nghĩa rất lớn và tạo ra sự biến đổi tổng hợp, khiến cho ximăng khi nhào trộn với nước, lúc đầu chỉ là hồ dẻo và sau biến thành đá cứng có cường độ. Tất cả các quá trình tác dụng tương hỗ của từng khoáng với nước để tạo ra những sản phẩm mới xảy ra đồng thời, xen kẽ và ảnh hưởng lẫn nhau. Các sản phẩm mới cũng có thể tác dụng tương hỗ với nhau và với các khoáng khác của clinke để hình thành những liên kết mới. Do đó hồ ximăng là một hệ rất phức tạp cả về cấu trúc thành phần cũng như sự biến đổi.

- Có nhiều lý luận giải thích quá trình rắn chắc của ximăng, nhưng lý luận của viện sỹ Liên Xô A.A.Baicốp và về sau được viện sỹ Liên Xô P.A.Rêbinđe bổ sung, là lý luận tương đối hoàn thiện hơn cả. Theo lý luận này, quá trình rắn chắc của ximăng chia thành 3 giai đoạn:

***a. Giai đoạn hoà tan:***

- Khi trộn ximăng với nước, phản ứng hoá học giữa ximăng và nước sẽ tiến hành ngay trên bề mặt hạt ximăng khô. Những sản phẩm mới sinh ra, hoà tan được trong nước như $Ca(OH)_2$, $3CaO.Al_2O_3.6H_2O$ sẽ lập tức hoà tan tạo thành thể dịch bao quanh mặt hạt ximăng gọi là thể keo. Còn các sản phẩm khó tan sinh ra sẽ tách ra ở dạng hạt keo phân

tán. Vì độ tan của nó không lớn và lượng nước do tham gia vào quá trình thuỷ hoá và do bay hơi một phần nên dung dịch nhanh chóng trở nên quá bão hoà.

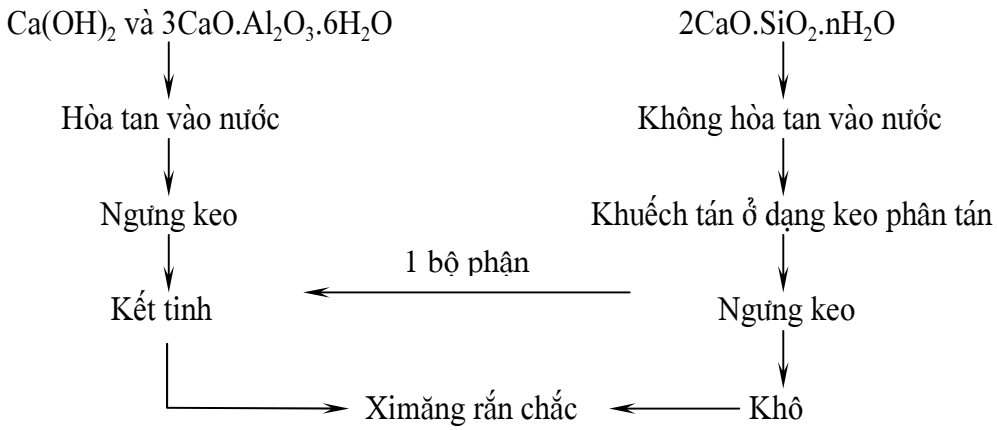
***b. Giai đoạn hoá keo:***

-Trong dung dịch quá bão hoà, các lượng $Ca(OH)_2$ và $3CaO.Al_2O_3.6H_2O$ tiếp tục sinh ra (do phản ứng thuỷ hoá) không hoà tan được nữa mà tồn tại ở thể keo. Còn các sản phẩm etringit, $C_2SH_n$ do phản ứng thuỷ hoá của $C_2S$ và $C_3S$ sinh ra, vốn không tan, sẽ tách ra ở dạng phân tán nhỏ trong dung dịch, tạo thành thể keo phân tán. Vì nước ngày càng ít đi (bay hơi, phản ứng thuỷ hoá với phần ximăng bên trong) mà lượng chất keo ngày càng sinh ra nhiều, tạo điều kiện cho các hạt keo phân tán tương đối nhỏ ở trên ngưng tụ lại thành những loại hạt ngưng keo tương đối lớn hơn, ở dạng sệt, làm cho ximăng mất tính dẻo và ngưng kết lại dần dần, nhưng ximăng chưa hình thành cường độ.

***c. Giai đoạn kết tinh:***

- $Ca(OH)_2$ và $3CaO.Al_2O_3.6H_2O$ từ thể ngưng keo chuyển dần sang dạng kết tinh, có tinh thể nhỏ đan chéo nhau, làm cho ximăng bắt đầu có cường độ. Chất $C_2S.H_n$ vẫn tồn tại ở thể keo rất lâu, sau đó mới có một bộ phận chuyển sang thành tinh thể. Do lượng nước ngày càng mất đi, thể keo và các hạt keo dần dần bị khô lại, kết chặt lại làm cho cả hệ thống hoá cứng và cường độ tăng.

- Tóm lại quá trình rắn chắc của ximăng có thể biểu diễn như sau:




- Các giai đoạn trên tuy tách làm ba, song chúng không phải riêng lẻ mà xen kẽ nối tiếp lẫn nhau, nghĩa là khi đã xuất hiện tinh thể thì vẫn có chỗ mới bắt đầu thời kỳ thứ nhất là hoà tan. Nhờ vậy các tinh thể sau khi hình thành đan xen và cắm vào nhau tạo ra bộ khung không gian chịu lực. Ngoài hiện tượng rắn chắc trên đây, các quá trình cacbonat hoá cũng góp phần vào sự rắn chắc của ximăng.

## VI. CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA XIMĂNG POOCLĂNG:

### 1. Khối lượng riêng:

***a. Khái niệm:***

*Khối lượng riêng* là khối lượng của một đơn vị thể tích ximăng ở trạng thái hoàn toàn đặc sau khi được sấy khô đến khối lương không đổi.

***b. Cách xác định:***

Phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng. Dụng cụ: bình tỷ trọng, dầu hỏa.

***c. Các yếu tố ảnh hưởng:***

Ximăng pooclăng có khối lượng riêng $\gamma_a$ = 3,05 ÷ 3,15 $g/cm^3$. Trị số này thay đổi tuỳ theo nhiệt độ nung, nếu nhiệt độ nung cao thì ximăng có $\gamma_a$ lớn và ngược lại. Mặt khác $\gamma_a$ còn phụ thuộc vào thành phần khoáng vật, ví dụ loại ximăng chứa nhiều $C_4AF$ sẽ có $\gamma_a$ lớn.

***d. Ý nghĩa:***

- Ximăng có $\gamma_a$ lớn có tác dụng tốt là có thể ngăn được các tia X hoặc tia γ, đồng thời khả năng ngăn bức xạ và phóng xạ càng tốt. Vì vậy người ta tìm cách tăng $\gamma_a$ của ximăng để dùng vào các công trình đặc biệt chống phóng xạ, như dùng BaO thay cho CaO sẽ tạo thành silicat bari có tỷ trọng đến 5,4 hoặc trộn $BaSO_4$ vào ximăng để tăng $\gamma_a$ lên.
- Tính toán cấp phối bêtông, vữa.

**2.Khối lượng thể tích xốp:**

***a. Khái niệm:***

*Khối lượng thể tích xốp* là khối lương của một đơn vị thể tích ximăng được đổ đống ở trạng thái tự nhiên.

***b. Cách xác định:***

Phương pháp đổ đống bằng dung cụ phễu tiêu chuẩn với độ cao đổ là 10*cm*.

***c. Các yếu tố ảnh hưởng:***

Khối lượng thể tích của ximăng pooclăng phụ thuộc vào độ mịn của ximăng. Nếu ximăng càng mịn thì $\gamma_o$ càng giảm. Mặt khác $\gamma_o$ còn phụ thuộc vào mức độ lèn chặt của bột ximăng. Khối lượng thể tích của ximăng $\gamma_o$ biến đổi từ 1,2 ÷ 1,6 $g/cm^3$ (lèn chặt), 0,9 ÷ 1,1 $g/cm^3$ (xốp).

***c. Ý nghĩa:***

Khối lượng thể tích xốp dùng để tính tóan cấp phối bêtông; cấp phối vữa; dùng để quy đổi lượng dùng ximăng từ khối lượng sang thể tích.

**3. Độ mịn:**

***a. Khái niệm:***

*Độ mịn* là chỉ tiêu đánh giá mức độ nghiền mịn của ximăng. Độ mịn được đánh giá bằng phần trăm khối lượng lọt qua sàng 0,08*mm*.

***b. Cách xác định:***

- Sàng qua sàng 0,2*mm* , sau đó sàng qua sàng 0,08*mm*. Yêu cầu 100% lọt qua sàng 0,2*mm*; trên 85% lọt qua sàng 0,08*mm* (đối với ximăng rắn nhanh là trên 95%). Kích thước trung bình của hạt ximăng là 15 ÷ 20$\mu m$.
- Ngoài ra người ta còn dùng tỷ diện tích S (tổng diện tích bề mặt các hạt của một đơn vị khối lượng ximăng) để đánh giá độ mịn của ximăng. Thông thường tỷ diện tích của ximăng là 2500 ÷ 3000$cm^2/g$. Nâng cao tỷ diện tích của ximăng đạt mức 3500 ÷ 5000$cm^2/g$ là một biện pháp lớn nhằm nâng cao chất lượng ximăng.

***c. Các yếu tố ảnh hưởng:***

Độ mịn của ximăng phụ thuộc vào mức độ nghiền đối với clinke. Nếu quá trình nghiền clinke tốt thì ximăng sẽ mịn và ngược lại.

***d. Ý nghĩa:***

Nếu ximăng có độ mịn lớn thì mức độ và tốc độ thuỷ hoá càng cao, ximăng sẽ có cường độ lớn. Tuy nhiên, nếu độ mịn quá cao (trên 95%) thì sẽ tốn công nghiền, tỷ diện S lớn yêu cầu nước nhào trộn nhiều khi bay hơi sẽ để lại lỗ rỗng làm cường độ ximăng giảm. Ngược lại, khi độ mịn quá bé (dưới 85%) thì mức độ thuỷ hoá của ximăng kém nên cường độ ximăng sẽ giảm.

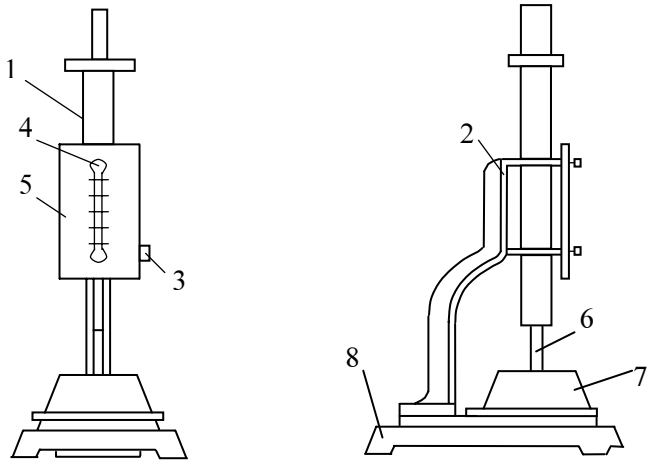
**4. Lượng nước tiêu chuẩn:**

***a. Khái niệm:***

*Lượng nước tiêu chuẩn* của ximăng là lượng nước (tính theo % so với lượng ximăng) cho vào đảm bảo chế tạo hồ ximăng đạt độ dẻo tiêu chuẩn. Độ dẻo tiêu chuẩn được xác định bằng dụng cụ Vica, khi kim Vica (đường kính 10*mm*) cắm sâu cách đáy 5 ÷ 7*mm*.

***b. Cách xác định:***

Lượng nước tiêu chuẩn được xác định bằng phương pháp thử dần bằng dụng cụ Vica.




***Dụng cụ Vica***

| | |
|---|---|
| 1 - Thanh chạy | 5 - Thước chia độ |
| 2 - Lỗ trượt | 6 - Kim Vica |
| 3 - Vít điều chỉnh | 7 - Khâu Vica |
| 4 - Kim chỉ vạch | 8 - Bàn để dụng cụ Vica |

- Trộn 500*g* ximăng và một lượng nước N = 24 ÷ 30% XM bằng máy trộn.
- Cho hồ ximăng vào hình côn

- Đặt lên bàn giằn giằn 5 ÷ 6 cái rồi gạt bằng mặt và đưa vào dụng cụ Vica. Hạ đầu kim Vica (ϕ10, dài 50*mm*) xuống sát mặt hồ ximăng và vặn vít để giữ kim, sau đó mở vít cho kim tự do rơi trong 30 *giây* rồi vặn chặt vít lại. Xác định vị trí của đầu kim.

+ Nếu kim Vica ϕ10 cắm sâu cách đáy 5 ÷ 7*mm* thì hồ ximăng đạt độ dẻo tiêu chuẩn, khi đó $N^{tc} = N_{tn}$.

+ Nếu kim Vica cắm cách đáy < 5*mm* → làm lại với $N < N_{bđ}$

+ Nếu kim Vica cắm cách đáy > 7*mm* → làm lại với $N > N_{bđ}$

***c. Các yếu tố ảnh hưởng:***

- Thành phần khoáng: nếu lượng $C_3A$ tăng thì $N^{tc}$ tăng, $C_2S$ cần ít nước hơn.
- Độ mịn tăng → $N^{tc}$ tăng và ngược lại
- Phụ gia : nếu ximăng có phụ gia vô cơ hoạt tính thì $N^{tc}$ = 32 ÷ 37%, nếu là phụ gia tăng dẻo thì lượng nước sẽ giảm xuống.

***d. Ý nghĩa:***

$N^{tc}$ không phải là một chỉ tiêu đánh giá chất lượng của ximăng nhưng sử dụng nó để xác định các chỉ tiêu khác như: thời gian ngưng kết, độ ổn định thể tích, cường độ ximăng theo phương pháp nhanh.

**5. Thời gian ninh kết:**

***a. Khái niệm:***

Sau khi trộn ximăng với nước, hồ ximăng mất dần tính dẻo, ngày càng đặc sệt lại, nhưng chưa có khả năng chịu lực, thì gọi là ngưng kết. Thời gian ninh kết của ximăng chia làm hai giai đoạn: thời gian bắt đầu ngưng kết và thời gian kết thúc ngưng kết.

*Thời gian bắt đầu ngưng kết:* là khoảng thời gian (phút, giờ) tính từ lúc bắt đầu trộn ximăng với nước cho đến khi hồ ximăng mất tính dẻo; trong thí nghiệm thời gian này ứng với lúc kim Vica ϕ1 cắm cách đáy 3 ÷ 5*mm*.

*Thời gian kết thúc ngưng kết:* là khoảng thời gian (phút, giờ) tính từ lúc bắt đầu trộn ximăng với nước cho đến khi hồ ximăng hình thành các tinh thể, hồ cứng lại và bắt đầu có cường độ; trong thí nghiệm thời gian này ứng với lúc kim Vica ϕ5 không để lại vết trên mặt hồ ximăng.

***b. Cách xác định:***

Trộn ximăng với lượng nước tiêu chuẩn rồi tạo mẫu như khi xác định nước tiêu chuẩn. Thay kim Vica ϕ10 bằng kim Vica ϕ1 và lắp thêm một đối trọng. Để xác định thời gian bắt đầu ngưng kết cứ sau 5 phút ta thả kim một lần trong 30 *giây* cho đến khi độ cắm sâu của kim cách đáy từ 3 ÷ 5*mm*. Sau thời gian bắt đầu ninh kết, thay kim ϕ5 và cứ 15 phút ta thả kim một lần trong 30 giây cho đến khi kim Vica ϕ5 không để lại vết trên mặt hồ ximăng, xác định thời gian kết thúc ngưng kết. Yêu cầu khoảng cách giữa hai điểm thả kim không nhỏ hơn 10*mm*.

***c. Các yếu tố ảnh hưởng đến thời gian ninh kết:***

- Thành phần khoáng của ximăng: nếu hàm lượng các khoáng $C_3A$, $C_3S$ nhiều thì thời gian ngưng kết giảm vì tốc độ thuỷ hoá của ximăng tăng nhanh, nếu hàm lượng khoáng $C_2S$ nhiều thì thời gian ngưng kết giảm vì tốc độ thuỷ hoá của $C_2S$ chậm.

- Độ mịn tăng thì thời gian ngưng kết giảm vì khi đó mức độ thuỷ hoá của ximăng cao và tốc độ thuỷ hoá nhanh.

- Nhiệt độ và độ ẩm môi trường: khi nhiệt độ tăng, độ ẩm của môi trường giảm thì thời gian ngưng kết cũng giảm.

- Thời gian ngưng kết của ximăng sẽ tăng hoặc giảm nếu ta thêm vào ximăng phụ gia kéo dài hoặc rút ngắn thời gian ngưng kết.

***d. Ý nghĩa:***

Thời gian ngưng kết là một chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng của ximăng, giúp bố trí thời gian thi công hợp lý. Nếu ximăng bắt đầu ngưng kết quá sớm, ngoài hiện trường sẽ không kịp thời gian thi công. Ngược lại, nếu ximăng ngưng kết chậm thì sau khi thi công phải tốn thời gian chờ đợi tháo ván khuôn, làm giảm tốc độ thi công, giảm hiệu suất sử dụng ván khuôn và thời gian xuất xưởng các cấu kiện bị chậm lại. Do đó quy phạm đã quy định xiămng poocläng phải có thời gian bắt đầu ngưng kết không sớm quá 45 phút và kết thúc ngưng kết không chậm quá 10 giờ.

***e. Các phụ gia thay đổi thời gian ninh kết:***

*- Phụ gia kéo dài thời gian ngưng kết:* clinke ximăng sau khi nghiền thành bột, nếu trộn với nước sẽ ngưng kết rất nhanh. Vì vậy, muốn kéo dài thời gian ngưng kết cho phù hợp với yêu cầu quy phạm, người ta cần trộn thêm vào clinke ximăng đá thạch cao $CaSO_4.2H_2O$ và nghiền lẫn.

$$C_3A + CaSO_4.2H_2O + H_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O$$

Khoáng này trong môi trường có nồng độ axit sẽ không tan, ngăn cản không cho khoáng C3S thuỷ hoá nên kéo dài thời gian ngưng kết. Tuy nhiên cần chú ý khi nghiền lẫn, nhiệt độ sản phẩm ximăng không được cao quá, mà phải khống chế vào khoảng 110oC là cùng, nếu không thạch cao sống $CaSO4.2H_2O$ dễ có khả năng một bộ phận hay toàn bộ biến thành $CaSO4.0,5H_2O$ và sẽ lại rút ngắn thời gian ngưng kết.

- Ngoài ra, ta có thể trộn vào clinke ximăng các muối gốc nitrat NO3-

$$Ca(OH)_2 + NO^{3-} \rightarrow Ca(NO3)_2$$

- $Ca(NO_3)_2$ là muối điện ly mạnh làm cho nồng độ ion $Ca^{2+}$ tăng, hạn chế tốc độ thuỷ hoá của các khoáng $C_3S$ và $C_2S$ kéo dài thời gian ngưng kết.

*Phụ gia rút ngắn thời gian ninh kết:* trộn thêm vào clinke ximăng các muối cacbonat kiềm:

$$Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3$$

- $CaCO_3$ kết tủa làm giảm nồng độ ion $Ca^{2+}$ nên đẩy nhanh tốc độ thuỷ hoá của các khoáng $C_3S$ và $C_2S$ rút ngắn thời gian ngưng kết.

## 6. Tính ổn định thể tích:

***a. Hiện tượng:***

Trong quá trình ngưng kết và rắn chắc, thể tích của vữa ximăng thường biến đổi. Trường hợp có sự biến đổi quá lớn hoặc không đều thường gây nên các vết nứt bên trong cấu kiện. Hiện tượng đó gọi là mất ổn định thể tích.

***b. Nguyên nhân:***

- Do phối liệu không đúng hay nung luyện không đạt làm ximăng thừa ra một lượng CaO và MgO tự do, đặc biệt là những loại ximăng to hạt hoặc nghiền xong dùng ngay mà không đủ thời gian trong kho để cho CaO và MgO tã hết, thường có tính ổn định kém. Sổ dĩ như vậy là vì sau khi ximăng đã ninh kết xong, các chất CaO và MgO tự do mới bắt đầu thuỷ hoá, nổ thể tích làm cho ximăng kém ổn định thể tích.

- Nếu hàm lượng $SO_3$ trong ximăng quá nhiều so với quy định thì sẽ xảy ra phản ứng với $Ca(OH)_2$ và $C_3A$ thành ra muối $3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O$ nổ thể tích và cũng làm cho ximăng kém ổn định.

- Mặt khác, nếu lượng nước sử dụng quá nhiều cũng gây hiện tượng co cho đá ximăng cũng như bêtông và vữa.

***c. Cách xác định***

Phương pháp Lơsatơlie.

## 7. Cường độ và mác ximăng:

***a. Khái niệm:***

- *Cường độ R* là khả năng lớn nhất của đá ximăng chống lại sự phá hoại gây ra dưới tác dụng của tải trọng.

- *Cường độ tiêu chuẩn* $R^{t/c}$ là cường độ của đá ximăng khi mẫu có hình dáng kích thước chuẩn, được chế tạo và dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn và thí nghiệm theo phương pháp chuẩn ở tuổi 28 ngày.

Hình dáng, kích thước chuẩn: mẫu hình dầm kích thước 4x4x16*cm*

Chế tạo: ximăng + cát tiêu chuẩn, khuôn thép, đúc bằng máy giằn

Dưỡng hộ: 1 ngày trong khuôn ở môi trường nhiệt độ $27\pm1^oC$, độ ẩm không nhỏ hơn 90%, 27 ngày sau trong nước ở nhiệt độ $27\pm1^oC$

- *Mác ximăng* là đại lượng không thứ nguyên do nhà nước quy định dựa vào cường độ tiêu chuẩn của ximăng.

Theo cường độ chịu lực, ximăng poocläng gồm các mác sau : PC30, PC40, PC50. Trong đó : PC là ký hiệu cho ximăng poocläng (Portland Cement; các trị số 30, 40, 50 là giới hạn bền nén sau 28 ngày tính bằng $N/mm^2$, xác định theo TCVN 6016 - 1995.

- Trong quá trình vận chuyển và cất giữ, ximăng hút ẩm dần dần vón cục, cường độ giảm đi, do đó trước khi sử dụng ximăng nhất thiết phải thử lại cường độ và sử dụng nó theo kết quả kiểm tra chứ không dựa vào mac ghi trên bao.

***b. Cách xác định:***

Ta có thể xác định cường độ ximăng theo 2 phương pháp sau: phương pháp mềm, phương pháp nhanh (TCVN 6016 - 1995).

**** Xác định mác ximăng theo phương pháp mềm***

- Cát tiêu chuẩn: hàm lượng $SiO_2 >$ 96%, đường kính hạt d = 0,14 ÷ 2,00*mm*, hàm lượng sét < 1%,

-Trộn hỗn hợp vữa ximăng cát theo tỷ lệ 1 : 3, tỷ lệ N/X = 0,5. Lượng vật liệu cho một mẻ trộn là 450 ± 2*g* ximăng, 1350 ± 5*g* cát, 225 ± 1*g* nước.

* *Bước 1 :* Chế tạo mẫu

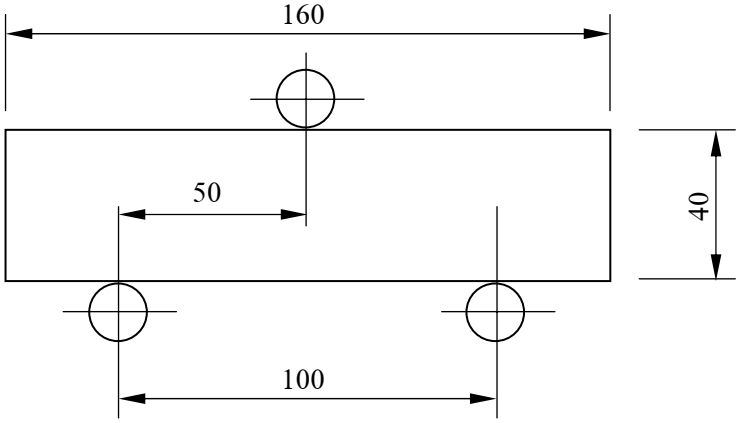
Cho nước và ximăng vào máy trộn vữa trộn đều trong 1 phút ở tốc độ chậm, tăng tốc độ nhanh đồng thời cho cát tiêu chuẩn chảy từ từ vào cối trộn trong thời gian 30 giây. Sau đó, cho máy trộn thêm 1 phút nữa rồi lấy hỗn hợp vữa ximăng ra cho vào 3 khuôn kích thước 4x4x16*cm*, đặt lên máy giằn đúc 3 mẫu. Gạt bằng và miết phẳng các bề mặt mẫu.

**Bước 2 :* Dưỡng hộ mẫu

Dưỡng hộ mẫu 1 ngày trong không khí ở nhiệt độ 25$^oC$, độ ẩm lớn hơn 90%. Sau đó tháo khuôn lấy mẫu ngâm vào nước ở nhiệt độ 25$^oC$ trong 27 ngày, mực nước trong thùng ngâm phải cao hơn bề mặt mẫu ít nhất 5*cm*.

**Bước 3 :* Kiểm tra cường độ

-Kiểm tra cường độ uốn trước, cường độ nén sau. Đặt mẫu trên hai gối tựa của máy thí nghiệm uốn như sơ đồ sau :

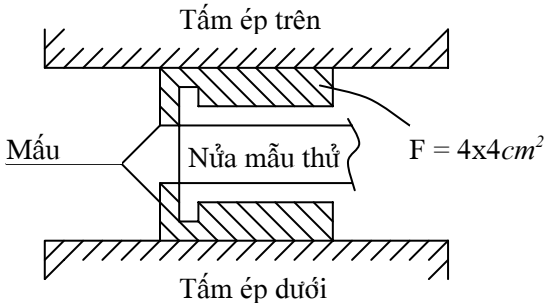



***Sơ đồ uốn mẫu***

Cường độ chịu uốn tiêu chuẩn là cường độ chịu uốn trung bình của 3 mẫu thí nghiệm :

$$R_u^{t/c} = \frac{R_{u_1} + R_{u_2} + R_{u_3}}{3}$$

- Sau khi uốn gãy các mẫu, lấy nửa mẫu đem thử cường độ nén như sơ đồ sau :




- Cường độ chịu nén của mẫu ép tính bằng công thức :

$$R_n = \frac{P}{F}$$

- Cường độ chịu nén tiêu chuẩn là cường độ chịu nén trung bình của 6 mẫu thử

$$R_n^{t/c} = \frac{R_{n_1} + R_{n_2} + R_{n_3} + R_{n_4} + R_{n_5} + R_{n_6}}{6}$$

**** Xác định mác ximăng theo phương pháp nhanh***

- Trộn 200g ximăng với nước tiêu chuẩn rồi đúc 2 khuôn, mỗi khuôn 6 mẫu lập phương kích thước 2x2x2*cm*. Dưỡng hộ mẫu 20 giờ trong không khí. Sau đó, đem 6 mẫu chưng hấp trong 4 giờ hay đun trong nước sôi 30 phút, 6 mẫu còn lại tiếp tục dưỡng hộ trong không khí ẩm rồi thử cường độ chịu nén của các mẫu thử ta được $R_{mẫu\ hấp}$ ($R_h$) và $R_{mẫu\ không\ hấp}$ ($R_{k/h}$).

- Xác định tỷ số $\eta = \frac{R_h}{R_{k/h}}$

- Tra quy phạm từ η ta có hệ số chuyển đổi K. Từ đó, xác định cường độ của ximăng theo công thức :

$$R_{XM} = K.R_{mẫu\ hấp}$$

- Phương pháp xác định cường độ của ximăng này có ưu điểm là nhanh (không cần dưỡng hộ mẫu trong 28 ngày) nhưng có nhược điểm là kết quả kém chính xác.

***c. Các yếu tố ảnh hưởng:***

- Cường độ chịu lực của ximăng phát triển theo thời gian không đều mà gần như tuân theo quy luật logarit. Trong 3 ngày đầu, cường độ có thể đạt 40 ÷ 50%, 7 ngày đạt 60 ÷ 70%, những ngày sau tốc độ tăng cường độ chậm đi, đến 28 ngày thì đạt được mác. Tuy nhiên, trong những điều kiện thuận lợi, sự rắn chắc của nó có thể kéo dài vài tháng thậm chí hàng năm, cuối cùng có thể vượt gấp 2 ÷ 3 lần cường độ tại tuổi 28 ngày.

- Cường độ của ximăng và tốc độ rắn chắc của nó phụ thuộc vào thành phần khoáng của clinke, độ mịn của ximăng, tỷ lệ N/X, điều kiện rắn chắc (nhiệt độ và độ ẩm của môi trường), thời gian bảo quản ximăng trong kho.

* ***Thành phần khoáng:*** tốc độ phát triển cường độ của các khoáng rất khác nhau. $C_3S$ có tốc độ nhanh nhất, sau 7 ngày nó đạt đến 70% cường độ 28 ngày, sau đó thì chậm lại. Trong thời kỳ đầu (đến tuổi 28 ngày), $C_2S$ có tốc độ phát triển cường độ chậm ($R_{C2S}$ = 15% $R_{C3S}$) nhưng thời kỳ sau tốc độ này tăng lên và có thể vượt cả cường độ của $C_3S$. Khoáng $C_3A$ có cường độ thấp nhưng lại phát triển rất nhanh ở thời kỳ đầu.

* ***Độ mịn:*** khi độ mịn tăng (trong khoảng 85 ÷ 95%) thì cường độ của ximăng cũng tăng vì mức độ thuỷ hoá đã được tăng lên. Tuy nhiên, nếu độ mịn quá lớn (lớn hơn 95%) thì yêu cầu nước nhào trộn tăng, trong quá trình rắn chắc nước sẽ bay hơi để lại các lỗ rỗng trong đá ximăng tăng lên nên cường độ ximăng sẽ giảm đi. Nếu độ mịn quá nhỏ (nhỏ hơn 85%), quá trình thuỷ hoá của ximăng sẽ xảy ra không triệt để nên cường độ ximăng cũng sẽ giảm. Khi độ mịn của ximăng càng lớn thì cường độ càng giảm nếu dự trữ lâu vì ximăng hút ẩm nhiều hơn.

* ***Tỷ lệ N/X:*** khi tỷ lệ N/X vừa đủ quá trình thuỷ hoá xảy ra hoàn toàn nên cường độ của ximăng sẽ tăng. Nếu tỷ lệ N/X quá lớn, nước tự do sẽ bay hơi trong quá trình rắn chắc để lại các lỗ rỗng trong đá ximăng nên cường độ của ximăng sẽ thấp. Nếu tỷ lệ N/X quá nhỏ, quá trình thuỷ hoá xảy ra không hoàn toàn nên cường độ ximăng sẽ giảm.

**** Điều kiện rắn chắc*** (nhiệt độ, độ ẩm môi trường): có ảnh hưởng đến quá trình rắn chắc của đá ximăng vì giai đoạn đầu của quá trình rắn chắc là thuỷ hoá. Ở nhiệt độ dưới 0$^oC$ phản ứng thuỷ hoá sẽ dừng lại, ở nhiệt độ 5 ÷ 15$^oC$ quá trình thuỷ hoá xảy ra chậm, ở nhiệt độ 20 ÷ 25$^oC$ quá trình thuỷ hoá xảy ra bình thường. Ở nhiệt độ lớn hơn 75$^oC$ và điều kiện bão hoà hơi nước, tốc độ phát triển cường độ của ximăng nhanh. Ở nhiệt độ 175 ÷ 200$^oC$ và điều kiện bão hoà hơi nước (môi trường octocla), tốc độ phát triển cường độ của ximăng rất nhanh. Khi dưỡng hộ mẫu trong điều kiện octocla, cường độ của ximăng sau 4 giờ có thể đạt đến cường độ của ximăng sau 28 ngày dưỡng hộ ở điều kiện thông thường.

**** Thời gian bảo quản ximăng trong kho*** càng dài thì cường độ của ximăng càng giảm đi dù có bảo quản trong điều kiện tốt nhất. Thông thường trong điều kiện khí hậu của nước ta sau 3 tháng cường độ giảm đi 15 ÷ 20%, sau một năm giảm đi 30 ÷ 40%.

- Các chỉ tiêu cơ lý chủ yếu của ximăng pooclăng được quy định trong TCVN 2682 - 1999 như bảng dưới đây:

**Các chỉ tiêu cơ lý của ximăng pooclăng**

| Tên chỉ tiêu | Mác ximăng | | |
|---|---|---|---|
| | PC30 | PC40 | PC50 |
| 1 - Giới hạn bền nén, *N/mm*$^2$; không nhỏ hơn | | | |
| - Sau 3 ngày | 16 | 21 | 31 |
| - Sau 28 ngày | 30 | 40 | 50 |
| 2 - Độ nghiền mịn | | | |
| - Phần còn lại trên sàng 0,08*mm*, %, nhỏ hơn | 15 | 15 | 12 |
| - Tỷ diện xác định theo phương pháp Blaine, *cm*$^2$*/g*, lớn hơn | 2700 | 2700 | 2800 |
| 3 - Thời gian ninh kết | 45 | 45 | 45 |
| - Thời gian bắt đầu ninh kết, *phút*, không sớm hơn | 375 | 375 | 375 |
| - Thời gian kết thúc ninh kết, *phút*, không muộn hơn | | | |
| 4 - Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp Lôsatôlie, *mm*, không lớn hơn | 10 | 10 | 10 |

## 8. Nhiệt thuỷ hóa của ximăng:

***a. Khái niệm:***

- Trong quá trình thuỷ hoá của ximăng để sinh ra các sản phẩm mới, các thành phần khoáng tương tác với nước và phát sinh ra một lượng nhiệt. Lượng nhiệt này lớn trong thời gian đầu, sau đó giảm dần và tắt hẳn khi phản ứng thuỷ hoá kết thúc.

- *Nhiệt thuỷ hoá* là lượng nhiệt toả ra trong quá trình ninh kết rắn chắc của một đơn vị khối lượng ximăng.

**Lượng nhiệt phát ra sau khi thuỷ hoá các thành phần khoáng vật của ximăng**

( tính theo *cal/gam* )

| Tên thành phần khoáng vật | Lượng nhiệt phát ra sau thời gian | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 3 ngày | 7 ngày | 28 ngày | 3 tháng |
| $3CaO.SiO_2$ | 97 | 110 | 116 | 124 |
| $\beta$-$2CaO.SiO_2$ | 15 | 25 | 40 | 44 |
| $3CaO.Al_2O_3$ | 141 | 158 | 209 | 222 |
| $5CaO.3Al_2O_3$ | 56,8 | - | 171,4 | 214,5 |
| $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$ | 22 | 60 | 90 | 99 |

***b. Các yếu tố ảnh hưởng***

Lượng nhiệt phát ra của ximăng nhiều hay ít phụ thuộc vào thành phần khoáng, độ mịn của hạt ximăng, thời gian bảo quản ximăng. Những thành phần $C_3A$, $C_3S$ phát nhiệt đều và nhanh, còn các thành phần $C_2S$, $C_4AF$ phát nhiệt tương đối ít và chậm trong thời gian đầu. Ximăng có độ mịn càng lớn thì phát nhiệt càng nhiều vì quá trình thuỷ hoá xảy ra nhanh và triệt để. Nếu thời gian bảo quản ximăng lâu thì nhiệt thuỷ hoá sẽ nhỏ đi vì khi đó ximăng đã hút ẩm trong không khí.

***c.Ý nghĩa***

Lượng nhiệt phát ra có lợi cho việc thi công bêtông khi trời lạnh, hoặc khi muốn bêtông rắn nhanh, cường độ cao vì nó kích thích quá trình thuỷ hoá xảy ra nhanh hơn. Ngược lại, khi trời nóng và nhất là khi đổ bêtông có thể tích lớn thì nhiệt thuỷ hoá phát ra làm cho phần bêtông bên trong có xu hướng nở ra, trong khi đó phần bêtông bên ngoài bị ván khuôn lèn ép, bị co ngót do mất nước gây nên ứng suất nhiệt phát sinh vết nứt trong khối bêtông. Vì vậy, để giảm nhiệt cho các công trình đổ bêtông có thể tích lớn, ngoài các biện pháp phân đoạn thi công và toả nhiệt thường dùng, cần chú ý những loại ximăng tỏa ít nhiệt.

## VII. HIỆN TƯỢNG ĂN MÒN XIMĂNG VÀ CÁC BIỆN PHÁP ĐỀ PHÒNG:

### 1. Hiện tượng ăn mòn:

Trong thực tế các công trình xây dựng dùng ximăng nằm trong môi trường nước sau một thời gian lâu thì bề mặt của nó sẽ bị rỗ, độ rỗng tăng dần, cường độ giảm và có thể dẫn đến kết cấu bị phá vỡ.

### 2. Nguyên nhân:

Nguyên nhân chủ yếu gây ra hiện tượng ăn mòn là :

- Trong ximăng có một số thành phần khoáng, nhất là $Ca(OH)_2$ dễ bị hoà tan và rửa trôi làm cho kết cấu của bêtông và vữa bị rỗng, do đó cường độ giảm thấp (xâm thực hoà tan).

- Khi gặp một số hoá chất (như các chất axit và muối ...) một số thành phần của đá ximăng sinh ra phản ứng hóa học, tạo ra những chất mới dễ tan trong nước, không dính kết (xâm thực trao đổi) hoặc tạo ra những chất mới có thể tích lớn hơn trước, gây ra nội ứng suất phá hoại bêtông và vữa (xâm thực bành trướng thể tích).

Những nguyên nhân trên đây thường tồn tại đồng thời và ảnh hưởng lẫn nhau.

### 3. Các dạng ăn mòn chủ yếu:

***a. Ăn mòn trong nước ngọt:***

- Nước ngọt làm hoà tan $Ca(OH)_2$ do CaO tự do trong ximăng hoặc do $C_3S$, $C_2S$ thuỷ hoá sinh ra. Tuy độ hoà tan của $Ca(OH)_2$ không lớn lắm nhưng nếu trải qua nhiều năm tiếp xúc với nước hoặc nước ngọt của môi trường luôn luôn thay đổi, thì kết cấu của đá ximăng sẽ bị rỗng đi khá nhanh. Khi đó, nước lại có khả năng chui vào bên trong hoà tan $Ca(OH)_2$ rồi cuốn đi, làm mất tính dính kết nội bộ và làm cho cường độ ximăng giảm xuống. Hiện tượng ăn mòn này càng mạnh khi gặp nước có áp lực.

- Sự hoà tan của $Ca(OH)_2$ trong nước còn phụ thuộc vào độ cứng của nước (biểu thị bằng hàm lượng $HCO_3^-$ ): độ cứng của nước càng nhỏ thì sự hoà tan $Ca(OH)_2$ càng tăng; nếu độ cứng đạt giá trị thích hợp thì độ hoà tan của $Ca(OH)_2$ giảm đi, vì sinh ra phản ứng :

$$Ca(OH)_2 + Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + 2H_2O$$

$CaCO_3$ hình thành, bao phủ lên kết cấu, ngăn cản $Ca(OH)_2$ tự do hoà tan. $CaCO_3$ hoà tan ít hơn $Ca(OH)_2$ 100 lần. Mặt khác vì các khoáng vật sinh ra sau quá trình thuỷ hoá của ximăng chỉ có thể ổn định ở những nồng độ $Ca(OH)_2$ nhất định. Ví dụ $2CaO.SiO_2.nH_2O$ chỉ tồn tại với nồng độ $Ca(OH)_2$ lớn hơn 1,1*g/l*. Nếu CaO dưới dạng $Ca(OH)_2$ bị nước ngọt môi trường làm cho hoà tan, nồng độ giảm xuống thì $2CaO.SiO_2.nH_2O$ sẽ bị phân giải theo phản ứng :

$$2CaO.SiO_2.nH_2O \rightarrow CaO.SiO_2.mH_2O + Ca(OH)_2$$

làm cho cường độ giảm xuống và tốc độ phá hoại tăng lên.

***b. Ăn mòn trong nước có chứa $CO_2$ (dưới dạng axit yếu):***

- Nước thiên nhiên thường có lẫn hoặc ít hoặc nhiều $CO_2$ dưới dạng $H_2CO_3$. Nếu nồng độ $CO_2$ trong nước ít thì có lợi là thúc đẩy quá trình cacbonat hoá :

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

- Tuy nhiên, nếu nồng độ $CO_2$ trong nước cao quá 15 ÷ 20*mg/l*, sẽ sinh ra các phản ứng có hại:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$
$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

$Ca(HCO_3)_2$ có độ hoà tan rất lớn nên phá hoại ximăng.

***c. Ăn mòn do axit:***

- Trong các loại nước bẩn và nước thải công nghiệp thường có chứa các loại axit như HCl, $H_2SO_4$, v.v... Những loại axit này tác dụng với $Ca(OH)_2$ theo các phản ứng :

$$Ca(OH)_2 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + 2H_2O$$

$$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4.2H_2O$$

- Những chất mới sinh ra hoặc là dễ tan như $CaCl_2$, hoặc kết tinh và nở thể tích như $CaSO_4.2H_2O$ nên đều gây phá hoại đá ximăng. Mặt khác, $CaSO_4.2H_2O$ còn có khả năng tác dụng với $C_3AH_6$ tạo thành khoáng $3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O$ nở thể tích gấp 2 lần. Các phản ứng trên đây còn có tác hại xấu nữa là làm cho nồng độ CaO trong môi trường giảm xuống, do đó thúc đẩy quá trình không ổn định của các thành phần khác của đá ximăng. Ngoài ra axit có thể phá huỷ cả silicat canxi.

***d. Ăn mòn trong nước biển, nước ngầm và nước chứa muối khoáng khác:***

- *Ăn mòn manhê:* gây ra do các loại muối chứa manhê trong nước biển, nước ngầm, nước chứa muối khoáng tác dụng với $Ca(OH)_2$

$$MgCl_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2 + Mg(OH)_2$$

$$MgSO_4 + Ca(OH)_2 + 2H_2O \rightarrow CaSO_2.2H_2O + Mg(OH)_2$$

$$3CaO + C_3A + 31H_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.31H_2O \text{ (muối canđiôt)}$$

Chất $Mg(OH)_2$ sinh ra là chất kết tủa vô định hình ở dạng rời rạc không dính kết và không có cường độ sẽ bị rửa trôi ra ngoài (ăn mòn manhê). Khi nồng độ ion $Mg^{2+}$ lớn hơn 500*mg/l* mới xảy ra ăn mòn manhê.

Chất $CaCl_2$ là muối điện ly mạnh, rất dễ bị hoà tan làm cho đá ximăng bị rỗng.

- *Ăn mòn phân khoáng:* là do nitrat amôn

$$2NH_4NO_3 + Ca(OH)_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(NO_3)_2.4H_2O + 2NH_3$$

Nitrat canxi tan rất tốt trong nước nên dễ bị rửa trôi. Phân Kali gây ra ăn mòn đá ximăng là do làm tăng độ hoà tan của $Ca(OH)_2$. Supephotphat là chất xâm thực mạnh do trong thành phần của nó có chứa $Ca(H_2PO_4)_2$, thạch cao và cả axit phophoric.

- *Ăn mòn sufat:* sự ăn mòn này xảy ra khi hàm lượng sufat lớn hơn 250*mg/l* (tính theo nồng độ ion $SO_4^{2-}$).

$$3CaSO_4 + C_3AH_6 + 25H_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O$$

Chất $3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O$ có tính nở thể tích gấp 2 lần, gây ra nội ứng suất trong đá ximăng. Muối này lại bị nước và muối làm rửa ra thành một dung dịch đặc, nhớt, màu trắng, chảy từ ximăng ra ngoài, làm cho đá ximăng bị rỗng. Ăn mòn sunfat luôn xảy ra đối với các công trình ven biển, công trình tiếp xúc với nước thải công nghiệp và nước ngầm.

Nếu trong nước có chứa $Na_2SO_4$ thì đầu tiên nó tác dụng với vôi :

$$Na_2SO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaSO_4 + 2NaOH$$

Sau đó, nó mới tác dụng tiếp để tạo thành etringit.

- *Ăn mòn của các chất hữu cơ:* trong môi trường nước có một số sinh vật tiết ra các axit hữu cơ cũng gây ra ăn mòn các công trình bêtông ximăng. Các axit béo khi tác dụng

với vôi gây ra rửa trôi. Dầu mỏ và các sản phẩm của nó (xăng, dầu hoả, dầu mazut) sẽ không có hại cho bêtông ximăng nếu chúng không chứa các loại axit hữu cơ và các chất lưu huỳnh.

- *Ăn mòn do kiềm* có trong đá ximăng ngay trong lòng khối bêtông giữa các phần tử với nhau. Bản thân clinke luôn chứa một lượng chất kiềm. Trong khi đó, trong cốt liệu bêtông, đặc biệt là trong cát, luôn hay gặp hơn chất silic vô định hình. Chúng có thể tác dụng với kiềm của ximăng ngay ở nhiệt độ thườnglàm cho bề mặt hạt cốt liệu nổ ra một hệ thống vết nứt, bạc màu. Sự phá hoại này có thể xảy ra khi kết thúc xây dựng 10 ÷ 15 năm.

**4. Biện pháp đề phòng ăn mòn cho ximăng:**

Sổ dĩ ximăng bị ăn mòn là vì trong bản thân ximăng có CaO tự do, có $Ca(OH)_2$ do $C_3S$ thuỷ hoá sinh ra và có $C_3A$. Những chất này hoặc là bị hoà tan làm cho đá ximăng bị rỗng và nồng độ vôi giảm xuống, hoặc là phản ứng với các axit, các muối để tạo ra những chất mới dễ làm cho đá ximăng bị phá hoại hơn. Vì vậy, biện pháp đề phòng ăn mòn cho ximăng gồm có :

- Thay đổi thành phần khoáng vật của ximăng, nung luyện đạt để giảm bớt các thành phần CaO tự do, $C_3S$ và $C_3A$ xuống. Tuy nhiên, việc giảm thấp hàm lượng $C_3S$ lại ảnh hưởng đến cường độ của ximăng, cho nên chỉ ở những nơi có yêu cầu chống ăn mòn cao mà bêtông không cần có mác cao lắm, thì mới thích dụng.

- Dùng biện pháp silicat hoá bằng cách trộn thêm vào ximăng những chất phụ gia hoạt tính chứa nhiều $SiO_2$ vô định hình để tác dụng với $Ca(OH)_2$, $C_3A$ của ximăng thành những hợp chất silicat ổn định hơn.

$$Ca(OH)_2 + SiO_2 \text{ (VĐH)} + H_2O \rightarrow mCaO.nSiO_2.pH_2O \text{ không tan}$$

$$C_3AH_6 + SiO_2 \text{ (VĐH)} + H_2O \rightarrow mCaO.nAl_2O_3.pSiO_2.rH_2O \text{ không tan}$$

- Với những môi trường mà tính chất ăn mòn đã cụ thể, thì người ta sử dụng những loại ximăng đặc biệt thích hợp, như ximăng chống sunfat, ximăng chống axit.

- Dùng biện pháp cabonat hoá bề mặt bằng cách trước khi dùng trong nước, nên để các cấu kiện bằng ximăng tiếp xúc với không khí một thời gian (2 ÷ 3 tuần), như vậy $Ca(OH)_2$ sẽ được cacbonat hoá thành lớp vỏ $CaCO_3$ bao bọc cho bên trong khó bị hoà tan hơn. Tuy nhiên, biện pháp này chỉ áp dụng đối với nước ngọt, ít ăn mòn, ít ngậm axit.

- Tăng độ đặc của kết cấu bêtông bằng cách hạn chế lượng nước thừa trong bêtông, như dùng phụ gia tăng dẻo, dùng chân không hút nước thừa sau khi đổ khuôn và đầm chắc xong, dùng biện pháp đầm chắc bêtông bằng chấn động.

- Tạo lớp bảo vệ bề mặt ngăn cách bêtông với môi trường nước bằng các loại vật liệu đặc và trơ đối với bêtông như: quét 2 ÷ 3 lớp nhũ tương bitum hoặc dung dịch bitum pha xăng, quét thuỷ tinh lỏng, sơn chống thấm, bọc các cấu kiện bằng ván khuôn thép học bằng vật liệu gốm.

- Cải thiện môi trường nước, có hệ thống hút và thoát nước trong các công trình đi.

### VIII. ĐẶC TÍNH, BẢO QUẢN VÀ SỬ DỤNG XIMĂNG POOCLĂNG

#### 1. Đặc tính

Ximăng pooclănh có cường độ phát triển tương đối nhanh và cao, nhiệt lượng phát ra trong quá trình thuỷ hoá nhiều hơn và khối lượng riêng cũng tương đối cao hơn so với nhiều loại ximăng khác; trong các môi trường ăn mòn, ximăng pooclăng chống thấm kém nhưng tính chịu lửa lại tương đối khá.

#### 2. Bảo quản

Ximăng pooclăng rất dễ hút ẩm trong không khí, đóng vón thành cục, trở nên kém phẩm chất, cường độ giảm xuống và thời gian ninh kết rắn chắc kéo dài. Vì vậy, vấn đề chủ yếu trong vận chuyển và bảo quản trong kho là phải chống ẩm cho ximăng. Kho chứa ximăng phải cao ráo, sàn phải cách mặt đất 0,5*m*, phải xếp cách tường kho 0,5*m* và mỗi chồng không quá 10 bao. Xếp ximăng theo thứ tự thời gian để dùng, ximăng có ngày sản xuất trước thì dùng trước, có ngày sản xuất sau thì dùng sau. Không nên để ximăng lâu quá 3 tháng vì cường độ ximăng có thể giảm đến 30% do khí hậu nóng ẩm của nước ta. Nếu ximăng đã tồn kho lâu quá 6 tháng, cần phải kiểm tra lại mác trước khi sử dụng.

#### 3. Sử dụng

- Ximăng pooclăng là chất kết dính quan trọng nhất trong việc xây dựng các công trình, đặc biệt là các công trình bêtông và bêtông cốt thép. Người ta dùng ximăng để sản xuất bêtông và vữa dùng cho mọi công trình trên cạn, trong đất, trong nước không ăn mòn hoặc ít ăn mòn, dùng chế tạo cấu kiện bêtông và bêtông cốt thép phục vụ cho xây dựng lắp ghép.

- Tuy nhiên, không nên sử dụng ximăng pooclăng mác cao cho các công trình có thể tích lớn vì nhiệt lượng toả ra nhiều và không nên sử dụng ở những môi trường có tính ăn mòn mạnh (nước biển, nước thải công nghiệp), công trình chịu axit, công trình chịu nhiệt. Với những loại công trình này cần phải sử dụng những loại ximăng đặc biệt.

## §5. XIMĂNG POOCLĂNG PUZOLAN

### I. KHÁI NIỆM:

- Ximăng pooclăng puzolan là chất kết dính vô cơ rắn trong nước hoặc trong môi trường ẩm ướt, được chế tạo bằng cách trộn và nghiền lẫn cùng clinke của ximăng pooclăng với chất phụ gia hoạt tính puzolan và thạch cao. Tỷ lệ pha trộn thường là ximăng pooclăng cộng với 20 ÷ 50% phụ gia puzolan và 5% thạch cao sống $CaSO_4.2H_2O$.

- Ở Việt Nam, phụ gia puzolan Sơn Tây có màu hồng nâu, do đó ximăng pooclăng puzolan sản xuất ra cũng có màu nâu hồng.

### II. PHỤ GIA PUZOLAN

- Phụ gia hoạt tính phuzolan là phụ gia khoáng vật, thành phần chủ yếu là $SiO_2$ vô định hình và $Al_2O_3$ hoạt tính. Bản thân phụ gia puzolan không có khả năng rắn chắc trong nước nhưng trong môi trường có nồng độ vôi nhất định thì nó sẽ tương tác với vôi tạo thành những hợp chất mới có khả năng rắn chắc được trong nước.

- Có hai loại phụ gia puzolan là phụ gia puzolan thiên nhiên và phụ gia puzolan nhân tạo. Phụ gia puzolan thiên nhiên có thành phần chủ yếu là $SiO_2$ vô định hình, $SiO_2.nH_2O$ được lấy từ các sản phẩm của núi lửa như tro núi lửa, tup núi lửa, sỏi đá bọt hoặc lấy từ các loại đá trầm tích biến chất như điatomit, trepen. Phụ gia puzolan nhântạo có thành phần chủ yếu là $SiO_2$ vô định hình và $Al_2O_3$ hoạt tính. Nó có trong đất sét nung non hoặc có trong phế thải công nghiệp như xỉ quặng, tro nhiệt điện, v.v...

## III. QUÁ TRÌNH NGƯNG KẾT RẮN CHẮC:

- Sự rắn chắc của ximăng poocläng puzolan ở thời kỳ đầu cũng giống như quá trình rắn chắc của ximăng poocläng, tức là cũng hình thành các sản phẩm silicat ngậm nước, các aluminat ngậm nước, các ferit canxi ngậm nước và $Ca(OH)_2$. Các khoáng trên cũng trải qua 3 giai đoạn là hoà tan, hoá keo và kết tinh. Riêng $Ca(OH)_2$ mới sinh ra sẽ tác dụng với $SiO_2$ vô định hình và $Al_2O_3$ hoạt tính có trong phụ gia puzolan :

$$Ca(OH)_2 + SiO_2 \text{ (VĐH)} \rightarrow (0,8 \div 1,5)\ CaO.SiO_2.nH_2O$$

$$Ca(OH)_2 + Al_2O_3 \text{ (ht)} \rightarrow CaO.Al_2O_3.nH_2O$$

- Ngoài ra khi $C_3A$ thuỷ hoá tạo ra $C_3AH_6$ sẽ tác dụng với $SiO_2$ vô định hình theo phản ứng :

$$C_3AH_6 + SiO_2 \text{ (VĐH)} \rightarrow 3CaO.\ Al_2O_3.SiO_2.nH_2O$$

-Các khoáng mới cũng tham gia quá trình ninh kết theo ba giai đoạn : hoà tan, hoá keo và kết tinh.

## IV. CÁC TÍNH CHẤT CỦA XIMĂNG POOCLĂNG PUZOLAN:

### 1. Khối lượng riêng, khối lượng thể tích:

Ximăng poocläng puzolan có khối lượng riêng và khối lượng thể tích nhỏ hơn ximăng poocläng,vào khoảng :

$$\gamma_a = 2,8 \div 2,9 g/cm^3$$

$$\gamma_o = 0,8 \div 1,0 g/cm^3$$

### 2. Độ mịn:

Nếu cùng một mức độ nghiền thì ximăng poocläng puzolan sẽ mịn hơn ximăng poocläng. Độ mịn được đánh giá bằng phần trăm lượng lọt qua sàng, yêu cầu về độ mịn giống như ximăng poocläng nghĩa là 100% lọt qua sàng 0,2*mm* và lớn hơn 85% lọt qua sàng 0,08*mm*.

### 3. Nước tiêu chuẩn:

Vì ximăng poocläng puzolan có độ mịn cao hơn nên nó yêu cầu lượng nước tiêu chuẩn lớn hơn ximăng poocläng, thường vào khoảng 30 ÷ 40%. Vì vậy, với cùng một lượng nước, bêtông dùng ximăng poocläng puzolan thường có độ sụt kém hơn.

### 4. Thời gian ninh kết:

Khi dưỡng hộ ở điều kiện bình thường, ximăng poocläng puzolan ninh kết rắn chắc chậm hơn so với ximăng poocläng trong thời gian đầu, nhưng thời gian về sau tốc độ ninh kết càng nhanh và có thể đuổi kịp ximăng poocläng sau 28 ngày. Khi dưỡng hộ ở điều kiện nhiệt ẩm, ximăng poocläng puzolan ninh kết rắn chắc nhanh hơn ximăng poocläng.

**5. Tính ổn định thể tích:**

Ta đã biết ximăng pooclăng bị mất ổn định thể tích là do tồn tại các hạt CaO tự do dạng hạt già lửa. Đối với ximăng pooclăng puzolan, các hạt CaO tự do này sẽ tác dụng với $SiO_2$ vô định hình tạo thành $CaO.SiO_2.nH_2O$ có tính ổn định thể tích cao :

$$CaO \text{ (tự do)} + SiO_2 \text{ (VĐH)} + nH_2O \rightarrow (0,8 \div 1,5)\ CaO.SiO_2.nH_2O$$

**6. Tính co nở thể tích:**

Ximăng pooclăng puzolan mịn hơn, xốp hơn, cần nhiều nước hơn ximăng pooclăng nên lượng nước nhào trộn lớn dẫn đến co ngót lớn hơn.

**7. Cường độ:**

- Nếu dưỡng hộ ở điều kiện bình thường thì trong thời gian đầu, cường độ của ximăng pooclăng puzlan thấp hơn cường độ của ximăng pooclăng, nhưng càng về sau thì cường độ phát triển càng nhanh có thể đuổi kịp hoặc lớn hơn.

- Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ của ximăng pooclăng puzolan là bản chất ximăng (thành phần khoáng, độ mịn, ...) và độ hoạt tính của phụ gia puzolan. Nếu phụ gia puzolan càng tinh khiết thì lượng dùng sẽ ít đi và cường độ đá ximăng sẽ cao, nếu phụ gia puzolan kém tinh khiết (hàm lượng $SiO_2$ vô định hình thấp) thì lượng dùng phải nhiều dẫn đến cường độ đá ximăng giảm xuống.

- Căn cứ theo độ bền nén, ximăng pooclăng puzolan được phân làm 3 mác: $PC_{PUZ}20$, $PC_{PUZ}30$, $PC_{PUZ}40$. Trong đó $PC_{PUZ}$ là ký hiệu cho ximăng pooclăng puzolan, các trị số 20, 30, 40 là giới hạn bền nén của mẫu chuẩn sau 28 ngày đêm dưỡng hộ và được tính bằng $N/mm^2$, xác định theo TCVN 4032 - 1985.

- Ximăng pooclăng puzolan phải đảm bảo các yêu cầu theo TCVN 4033 - 1995 quy định như bảng sau:

| Tên chỉ tiêu | Mức | | |
|---|---|---|---|
| | **$PC_{PUZ}20$** | **$PC_{PUZ}30$** | **$PC_{PUZ}40$** |
| 1- Giới hạn bền nén, $N/mm^2$, không nhỏ hơn | | | |
| - Sau 7 ngày đêm | 13 | 18 | 25 |
| - Sau 28 ngày | 20 | 30 | 40 |
| 2- Độ nghiền mịn | | | |
| - Phần còn lại trên sàng có kích thước lỗ 0,08*mm*, %, không lớn hơn | 15 | 15 | 15 |
| - Bề mặt riêng xác định theo phương pháp Blaine, $cm^2/g$, không nhỏ hơn | 2600 | 2600 | 2600 |
| 3- Thời gian ninh kết | | | |
| - Bắt đầu, *phút*, không sớm hơn | 45 | 45 | 45 |
| - Kết thúc, *phút*, không muộn hơn | 10 | 10 | 10 |
| 4- Độ ổn định thể tích xác định theo phương pháp Lôsatôlie, *mm*, không lớn hơn | 10 | 10 | 10 |

### 8. Nhiệt thuỷ hóa

Vì hàm lượng $C_3A$ ít hơn nên ximăng pooclăng puzolan khi thuỷ hoá toả ra một lượng nhiệt ít hơn so với ximăng pooclăng.

### 9. Khả năng chống ăn mòn

- Ximăng pooclăng bị ăn mòn do các thành phần $Ca(OH)_2$ và $C_3AH_6$. Trong ximăng pooclăng puzolan, các thành phần này đều tác dụng với $SiO_2$ vô định hình :

$$Ca(OH)_2 + SiO_2 \text{ (VĐH)} \rightarrow (0,8 \div 1,5)\ CaO.SiO_2.nH_2O$$

$$C_3AH_6 + SiO_2 \text{ (VĐH)} \rightarrow 3CaO.\ Al_2O_3.SiO_2.nH_2O$$

- Các chất này đều không tan nên ximăng pooclăng puzolan có khả năng chống ăn mòn tốt hơn ximăng pooclăng.

## V. SỬ DỤNG VÀ BẢO QUẢN:

### 1. Sử dụng:

- Do các đặc tính trên nên ximăng pooclăng puzolan thường được dùng cho các công trình thường xuyên tiếp xúc với nước mặn và nước ngọt như hải cảng, âu thuyền, kênh mương, đập nước; dùng cho các công trình dưới đất, trong nước ngầm ăn mòn và ở nơi ẩm ướt; dùng cho các kết cấu đổ bêtông khối lớn vì ít bị ứng suất nhiệt hơn ximăng pooclăng.

- Tuy nhiên, không nên dùng ximăng pooclăng puzolan cho các công trình cần có cường độ sớm hoặc chịu tác dụng khô ẩm liên tục, mực nước thay đổi liên tục.

### 2. Bảo quản:

Hoàn toàn giống như ximăng pooclăng thường, ximăng pooclăng puzolan cũng cần được bảo quản tốt để chống ẩm, hạn chế mức độ giảm cường độ

# CHƯƠNG V
# BÊTÔNG DÙNG CHẤT KẾT DÍNH VÔ CƠ
## §1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI
### I. KHÁI NIỆM
#### 1. Hỗn hợp bêtông :
-*Hỗn hợp bêtông* là một hốn hợp bao gồm cốt liệu, chất kết dính và nước, phụ gia (nếu có) được nhào trộn đồng đều, có tính dẻo , tính dính nhưng chưa rắn chắc, chưa có cường độ.
#### 2. Bêtông :
-*Bêtông* là loại đá nhân tạo có cấu trúc phức tạp được tạo thành từ 3 thành phần cơ bản:

**Cốt liệu* là những hạt cát, đá có hình dáng, kích thước, đặc trưng bề mặt, cường độ . . . rất khác nhau.

**Đá ximăng* được tạo thành từ ximăng tương tác với nước và được để một thời gian cho rắn chắc lại.

**Hệ thống mao quản, lỗ rỗng* có thể chứa nước, không khí và hơi nước.
#### 3. Vai trò của các thành phần
-*Cốt liệu lớn* là bộ khung chịu lực của bêtông sau khi được hồ ximăng gắn kết lại.

-*Cốt liệu nhỏ* lam tăng độ đặc đồng thời đảm bảo khả năng chống co cho bêtông.

-*Chất kết dính và nước* là thành phần hoạt tính của bêtông, chúng tác dụng với nhau tạo thành hồ chất kết dính bao bọc xung quanh hạt cốt liệu. Nó lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu, đồng thời đóng vai trò là chất bôi trơn tạo độ dẻo cho hỗn hợp bêtông. Trong quá trình ngưng kết rắn chắc, hồ chất kết dính làm nhiệm vụ liên kết các hạt cốt liệu lại với nhau tạo thành một khối.

-*Phụ gia* dùng để cải thiện một số tính chất của hỗn hợp bêtông và bêtông .
#### 4. Ưu điểm
-Bêtông là một trong những loại vật liệu xây dựng rất quan trọng, được sử dụng rộng rãi trong mọi lĩnh vực xây dựng vì nó có những tính chất ưu việt sau :

- Có cường độ chịu nén cao, bền trong môi trường.
- Cốt liệu có thể sử dụng vật liệu địa phương.
- Có thể tạo hình dễ dàng cho kết cấu.
- Dễ cơ giới hoá, tự động hoá quá trình sản xuất và thi công.
- Có thể tạo được nhiều loại bêtông có tính chất khác nhau.

### II. PHÂN LOẠI
#### 1. Theo khối lượng thể tích
-Bêtông đặc biệt nặng : $\gamma_o > 2500$ *kg/m*$^3$, chế tạo từ cốt liệu đặc biệt, dùng cho những kết cấu đặc biệt.

-Bêtông nặng : $\gamma_o = 1800 \div 2500$ *kg/m*$^3$, chế tạo từ cốt liệu thường, dùng cho kết cấu chịu lực thông thường.

-Bêtông nhẹ : $\gamma_o$ = 500 ÷ 1800 *kg/m*$^3$, trong đó gồm có bêtông nhẹ cốt liệu rỗng (nhân tạo hay thiên nhiên), bêtông tổ ong (bêtông khí và bêtông bọt), chế tạo từ hốn hợp chất kết dính, nước,cấu tử silicat nghiền mịn và chất tạo rỗng, bêtông hốc lớn (không có cốt liệu nhỏ).

-Bêtông đặc biệt nhẹ : $\gamma_o$ < 500 *kg/m*$^3$, cũng là loại bêtông tổ ong và bêtông cốt liệu rỗng.

**2. Theo dạng cốt liệu**

- Bêtông cốt liệu đặc
- Bêtông cốt liệu rỗng
- Bêtông cốt liệu đặc biệt (chống phóng xạ, chịu nhiệt, chịu axit)

**3. Theo công dụng**

- Bêtông thường dùng trong các kết cấu bêtông cốt thép .
- Bêtông thuỷ công dùng để xây đập, âu thuyền, phủ lợp mái kênh, các công trình dẫn nước, ...
- Bêtông xây dựng mặt đường, sân bay, lát vỉa hè
- Bêtông dùng cho kết cấu bao che (thường là bêtông nhẹ)
- Bêtông có công dụng đặc biệt như bêtông chịu nhiệt, bêtông bền sufat, bêtông chống ăn mòn axit, bêtông chống phóng xạ
- Bêtông trang trí

# §2. BÊTÔNG NẶNG

## I. KHÁI NIỆM

-*Bêtông nặng* là bêtông được chế tạo từ các vật liệu thông thường như ximăng, cát, đá dăm (sỏi), có khối lượng thể tích trong khoảng từ 1800 ÷ 2500 *kg/m*$^3$.

## II. VẬT LIỆU CHẾ TẠO BÊTÔNG NẶNG

### 1. Cốt liệu :

***a. Khái niệm***

-*Cốt liệu lớn và nhỏ* là các hạt khoáng ở dạng thiên nhiên hay nhân tạo, có hình dạng, kích thước, đặc trưng bề mặt, cường độ . . . rất khác nhau. Khi cỡ hạt từ 0,15 ÷ 5*mm* là cốt liệu nhỏ và từ 5 ÷ 70*mm* là cốt liệu lớn .

***b. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng cốt liệu dùng cho bêtông nặng***

*__Chỉ tiêu 1 :__ *Lượng ngậm chất bẩn:*

-Trong cát, sỏi hay đá dăm thường có lẫn đất sét, bùn, bụi, các mảnh mica, các muối sunfat. Các loại này sẽ bám thành màng mỏng trên bề mặt hạt cốt liệu ngăn cản sự tiếp xúc của hạt cốt liệu với đá ximăng, làm cho sự liên kết giữa chúng bị giảm xuống. Các mảnh mica thì trơn nhẵn không dính kết, dễ gãy do uốn. Mica đen dễ bị phong hoá làm giảm độ bền của bêtông. Bùn, bụi, sét thì co nở thể tích một cách đáng kể khi độ ẩm thay đổi làm phá hoại cấu trúc bêtông. Muối sunfat gây hiện tượng ăn mòn sunfat.

-Theo TCVN 1770 - 1986 cát dùng cho bêtông nặng phải đảm bảo độ sạch theo quy định ở bảng 5-1.

-Trong thực tế để loại trừ các chất bẩn này, đối với sỏi hay đá dăm người ta đem rửa thật sạch là được.

*Cách xác định lượng tạp chất bẩn :

- Bùn, bụi, sét : phương pháp gạn rửa.
- Chất bẩn hữu cơ : phương pháp so màu và so cường độ
- Muối sunfat : phương pháp kết tủa bằng dung dịch $BaCl_2$.

*Bảng 5-1*

| Tên chỉ tiêu | Mức theo mác bêtông | | |
|---|---|---|---|
| | Nhỏ hơn 100 | 150 ÷ 200 | Lớn hơn 200 |
| 1. Sét , á sét, các tạp chất khác ở dạng cục | Không | Không | Không |
| 2. Lượng hạt trên 5*mm*, tính bằng % theo khối lượng cát, không lớn hơn | 10 | 10 | 10 |
| 3. Hàm lượng muối gốc sunfat, sunfit tính ra $SO_3$, tính bằng % khối lượng cát, không lớn hơn | 1 | 1 | 1 |
| 4. Hàm lượng mica, tính bằng % khối lượng cát, không lớn hơn | 1,5 | 1 | 1 |
| 5. Hàm lượng bùn, bụi, sét, tính bằng % theo khối lượng cát, không lớn hơn | 5 | 3 | 3 |

***Chỉ tiêu 2 :** *Hình dạng, đặc trưng bề mặt*

-Hình dạng và đặc trưng bề mặt của hạt cốt liệu có ảnh hưởng đến độ bền liên kết giữa đá ximăng với cốt liệu, ảnh hưởng đến cường độ bêtông.

-Loại hạt hình cầu, ôvan, hình khối chịu lực tốt.

-Hạt thoi, dẹt (kích thước nhỏ nhất bé hơn 1/3 các kích thước còn lại) có cường độ chịu uốn rất bé, ảnh hưởng xấu đến cường độ bêtông . Quy phạm quy định làm lượng hạt thoi, dẹt phải nhỏ hơn 15% theo khối lượng, xác định bằng phương pháp chọn.

-Hạt mềm yếu, hạt dễ bị phong hoá có cường độ thấp làm cường độ và độ bền của bêtông giảm. Quy phạm quy định lượng hạt này nhỏ hơn 10% theo khối lượng, cũng xác định bằng phương pháp chọn.

-Hạt có bề mặt nhám sẽ liên kết tốt hơn với đá ximăng hơn hạt có bề mặt trơn. Vì vậy, khi chế tạo bêtông có cường độ yêu cầu lớn hơn 300$daN/cm^2$ thì phải dùng đá dăm.

***Chỉ tiêu 3 :** *Thành phần hạt và độ lớn*

-Thành phần hạt là tỷ lệ phần trăm về khối lượng giữa các cấp hạt to nhỏ khác nhau và được xác định bằng bộ sàng tiêu chuẩn.

Thành phần hạt của cốt liệu có ảnh hưởng lớn đến chất lượng của bêtông. Nếu như thành phần hạt của cốt liệu hợp lý thì làm cho độ rỗng của hỗn hợp cốt liệu nhỏ nhất, lượng dùng ximăng càng nhỏ và bêtông càng chặt, cường độ càng cao.

-Cốt liệu là một hỗn hợp bao gồm các hạt không có kích cỡ giống nhau, mà có các đường kính $d_1$, $d_2$, $d_3$, ..., $d_n$. Vì vậy, cần phải xác định tỷ lệ giữa các cỡ hạt và hàm lượng của mỗi cỡ hạt đó bao nhiêu để có được một thành phần hạt hợp lý.

-Về kích cỡ, người ta nhận thấy tỷ lệ tương đối hợp lý giữa các cỡ hạt là :

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{d_3}{d_2} = ... = \frac{d_n}{d_{n-1}} = \frac{1}{2}$$

+Vì vậy, đối với cát , bộ sàng tiêu chuẩn có kích thước các lỗ sàng là : 5 ; 2,5 ; 1,25 ; 0,63 ; 0,315 và 0,14*mm*; đối với sỏi hay đá dăm thì dùng bộ sàng có đường kính lỗ sàng là : 70 ; 40 ; 20 ; 10 ; 5*mm* để xác định thành phần hạt.

+Về hàm lượng, người ta xác định như sau :

- Cân một lượng cốt liêu đã sấy khô có khối lượng G
- Sàng qua bộ sàng tiêu chuẩn lần lượt từ cỡ sàng lớn nhất đến cỡ sàng bé nhất.
- Cân lượng sót lại trên từng sàng $g_i$.
- Tính lượng sót riêng biệt $a_i$ (%) là tỷ lệ khối lượng cốt liệu còn lại trên mỗi sàng so với toàn bộ lượng đem sàng, nghĩa là :

$$a_i = \frac{g_i}{G} \times 100\%$$

- Tính lượng sót tích luỹ ở mỗi cỡ sàng $A_i$ (%) là lượng sót riêng biệt cộng dồn từ cỡ sàng lớn nhất đến cỡ sàng đang xét.

Đối với cốt liệu nhỏ : $A_i = a_{2,5} + ... + a_i$

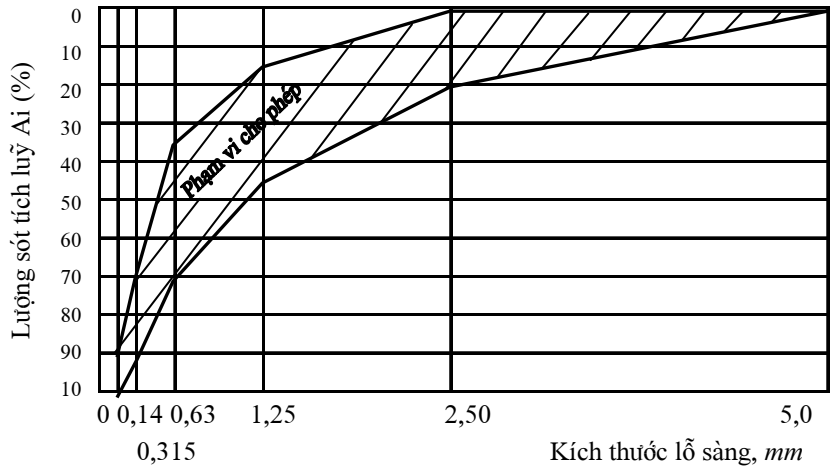
Đối với cốt liệu lớn : $A_i = a_{70} + a_{40} + ... + a_i$

- Căn cứ vào lượng sót tích luỹ trên mỗi sàng và đường kính cỡ hạt ta vẽ được đường thành phần hạt thực tế rồi đem so sánh với phạm vi cho phép về thành phần hạt.

Phạm vi cho phép về thành phần hạt của cát (TCVN ) như sau :

| Đường kính lỗ sàng (*mm*) | 5 | 2,5 | 1,25 | 0,63 | 0,315 | 0,14 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Lượng sót tích luỹ $A_i$ (%) | 0 | 0 ÷ 20 | 15 ÷ 45 | 35 ÷ 70 | 70 ÷ 90 | 90 ÷ 100 |

-Từ đó, ta biểu diễn được đồ thị quan hệ giữa lượng sót tích luỹ và đường kính lỗ sàng :




***Đồ thị xác định thành phần hạt của cát để chế tạo bêtông nặng***

Phạm vi cho phép về thành phần hạt của cốt liệu lớn (TCVN ) như sau :

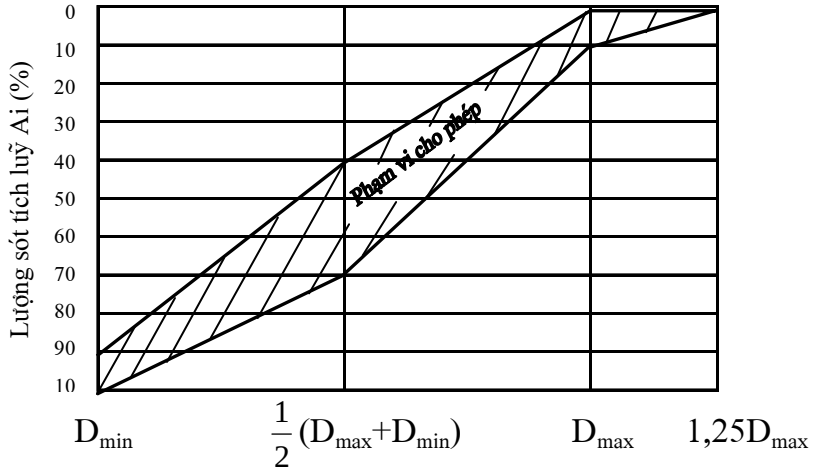
| Kích thước lỗ sàng | $D_{min}$ | $\frac{1}{2}(D_{max} + D_{min})$ | $D_{max}$ | $1,25D_{max}$ |
|---|---|---|---|---|
| Lượng sót tích luỹ trên sàng (%) | 90 ÷ 100 | 40 ÷ 70 | 0 ÷ 10 | 0 |

Trong đó :$D_{max}$ - đường kính trung bình của cấp hạt lớn nhất tương ứng với cỡ sàng có lượng sót tích luỹ nhỏ hơn và gần 10% nhất

$D_{min}$ - đường kính trung bình của cấp hạt nhỏ nhất tương ứng với cỡ sàng có lượng sót tích luỹ lớn hơn và gần 90% nhất

$\frac{1}{2}(D_{max}+D_{min})$ - đường kính trung bình của cấp hạt trung bình cho phép lấy bằng cỡ sàng gần nhất

Từ đó, ta biểu diễn được đồ thị quan hệ giữa lượng sót tích luỹ và $D_{max}$, $D_{min}$ :




***Đồ thị xác định thành phần hạt của sỏi hay đá dăm để chế tạo bêtông nặng***

-Những loại cốt liệu đạt yêu cầu về thành phần hạt thì đường thành phần hạt thực tế phải nằm trong phạm vi cho phép. Nếu nằm ngoài phạm vi cho phép thì hoặc là không sử dụng được hoặc phải xử lý rồi mới sử dụng .

+ Độ lớn sẽ xác định tỷ diện của cốt liệu, có ảnh hưởng rất lớn đến lượng dùng ximăng. Độ lớn của cốt liệu càng lớn, lượng dùng ximăng càng ít và ngược lại.

* Đối với cốt liệu nhỏ : có thể đánh giá bằng một trong 2 cách sau

Cách 1 : Đánh giá bằng Moduyl độ lớn

$$M_{dl} = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100}$$

-Theo modyl độ lớn thì cát được chia ra làm 3 loại như bảng 5-2 :

*Bảng 5-2*

| Loại cát | Modyl độ lớn | LSTLtrên sàng N° 0,63 |
|---|---|---|
| Hạt lớn | 3,5 ÷ 2,4 | 50 ÷ 75 |
| Hạt vừa | 2,5 ÷ 1,9 | 35 ÷ 50 |
| Hạt nhỏ | 2,0 ÷ 1,5 | 20 ÷ 35 |

Cách 2 : Đánh giá bằng tỷ diện tích S

$$S = \frac{6,35k}{1000}\left(0,5a_5 + a_{2,5} + 2a_{1,25} + 4a_{0,63} + 8a_{0,315} + 16a_{0,14} + 32a_{<0,14}\right)$$

trong đó : k - hệ số kể đến loại cát : cát khe núi : k = 2 ; cát sông, biển hạt vừa : k = 1,63; cát sông, biển hạt nhỏ : k = 1,3

-Cách đánh giá độ lớn của cát bằng tỷ diện tích chính xác hơn moduyl độ lớn nhưng nói chung là cũng chưa phản ảnh đúng thực tế dạng hạt và đặc trưng bề mặt hạt.

* Đối với cốt liệu lớn : đánh giá độ lớn theo $D_{max}$. Quy phạm quy định như sau :

- $D_{max} \le 1/3$ kích thước nhỏ nhất của tiết diện công trình.

- Trong bêtông cốt thép $D_{max} \le 3/4$ khoảng cách thông thuỷ giữa hai cốt thép.

- Trong trường hợp đặc biệt đối với những tấm panel mỏng, sàn nhà, bản mặt cầu, ... cho phép $D_{max} = 1/2$ chiều dày của tiết diện.

***Chỉ tiêu 5 :** *Độ ẩm và độ hút nước*

- Độ ẩm của cốt liệu xác định theo công thức :

$$W = \frac{G_{CL}^a - G_{CL}^k}{G_{CL}^k} \times 100\%$$

trong đó : $G^a_{CL}$ - khối lượng cốt liệu trong trạng thái ẩm

$G^k_{CL}$ - khối lượng cốt liệu trong trạng thái khô

Việc xác định độ ẩm nhằm mục đích điều chỉnh lượng dùng cốt liệu và lượng nước cho đúng với cấp phối đã thiết kế.

- Độ hút nước chỉ xác định đối với cốt liệu lớn :

$$H_p = \frac{G_n^{bh}}{G_{vl}^k} \times 100\% = \frac{G_{vl}^{bh} - G_{vl}^k}{G_{vl}^k} \times 100\%$$

trong đó : $G_{vl}^{bh}$ - khối lượng mẫu thí nghiệm đã bão hòa nước

$G_{vl}^k$ - khối lượng mẫu thí nghiệm khô

-Cốt liệu lớn có độ hút nước lớn ảnh hưởng xấu đến độ dẻo của hỗn hợp bêtông và độ liên kết giữa cốt liệu và đá ximăng .Yêu cầu độ hút nước theo khối lượng của cốt liệu lớn phải nhỏ hơn 5%.

***Chỉ tiêu 6 :** *Cường độ*

-Cường độ chỉ xác định đối với cốt liệu lớn. Cường độ là một chỉ tiêu quan trọng nhất để đánh giá chất lượng của cốt liệu lớn. Yêu cầu về cường độ của cốt liệu lớn là xuất phát từ tính đồng nhất về cường độ của vữa ximăng và của cốt liệu lớn trong bêtông

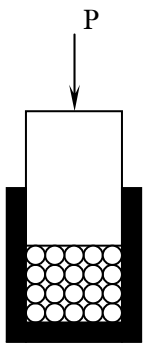
-Có hai phương pháp để xác định cường độ của cốt liệu lớn :

+ Phương pháp trực tiếp : áp dụng đối với đá nguyên khai . Gia công thành những mẫu hình khối có kích thước 50*mm*, hay mẫu hình trụ có đường kính bằng chiều cao và bằng 50*mm*, rồi đem nén trong trạng thái bão hoà nước cho đến khi phá hoại.

-Đối với loại đá này thì tuỳ theo cường độ bêtông mà yêu cầu cường độ của đá. Theo quy định mac của đá dăm không nhỏ hơn 1,5 lần đối với bêtông mác nhỏ hơn 300, và không nhỏ hơn 2 lần đối với bêtông mác lớn hơn hoặc bằng 300.

+Phương pháp gián tiếp : áp dụng đối với đá dăm hoặc sỏi thông qua chỉ tiêu ép nát. Độ chịu ép nát của sỏi hay đá dăm được xác định bằng độ hao hụt khối lượng khi bị ép nát trong xilanh .

-Cân một lượng sỏi hay đá dăm cho xilanh. Đặt lõi lên trên rồi tác dụng một tải trong tương ứng lên trên lõi. Sau đó lấy cốt liệu đã bị ép nát ra đem sàng qua cỡ sàng quy định , xác định khối lượng lọt qua sàng.




Độ hao hụt khối lượng khi ép nát tính theo công thức :

$$Q = \frac{g}{G} \times 100\%$$

trong đó : g - khối lượng lọt qua sàng quy định

G - khối lượng cốt liệu ban đầu

-Còn đối với đá dăm chế tạo từ đá thiên nhiên, theo TCVN 1771-1987 chia ra 8 mác như trong bảng 5-3 :

**Mác của đá dăm chế tạo từ đá thiên nhiên**

*Bảng 5-3*

| Mác của đá dăm | Độ ép nát ở trạng thái bão hoà ( %) | | |
|---|---|---|---|
| | Đá trầm tích | Đá macma xâm nhập và biến chất | Đá macma phún xuất |
| 1400 | | Đến 12 | Đến 9 |
| 1200 | Đến 11 | Lớn hơn 12 đến 16 | Lớn hơn 9 đến 11 |
| 1000 | Lớn hơn 11 đến 13 | Lớn hơn 16 đến 20 | Lớn hơn 11 đến 13 |
| 800 | Lớn hơn 13 đến 15 | Lớn hơn 20 đến 25 | Lớn hơn 13 đến 15 |
| 600 | Lớn hơn 15 đến 20 | Lớn hơn 25 đến 39 | Lớn hơn 15 đến 20 |
| 400 | Lớn hơn 20 đến 28 | | |
| 300 | Lớn hơn 28 đến 38 | | |
| 200 | Lớn hơn 38 đến 54 | | |

-Đối với đá dăm hoặc sỏi thì tuỳ theo cường độ bêtông mà yêu cầu cường độ của đá. Theo quy định mac của đá dăm hoặc sỏi phải phù hợp với bảng 5-4 :

*Bảng 5-4*

| Mac Bêtông | Độ ép nát ở trạng thái bão hoà ( %) không lớn hơn | |
|---|---|---|
| | Sỏi | Đá dăm |
| 400 và cao hơn | 8 | 10 |
| 300 và cao hơn | 12 | 14 |
| 200 và thấp hơn | 16 | 18 |

## 2. Ximăng

-Ximăng là thành phần chất kết dính để liên kết các hạt cốt liệu với nhau tạo ra cường độ cho bêtông. Chất lượng và hàm lượng ximăng là yếu tố quan trọng quyết định cường độ chịu lực của bêtông.

-Để chế tạo bêtông nặng thì có thể dùng các loại ximăng sau : ximăng poocläng và các dạng đặc biệt của nó như ximăng poocläng puzơlan, ximăng poocläng cứng rắn nhanh, ximăng poocläng chống sunfat, ... Ngoài ra có thể dùng ximăng đặc biệt như ximăng chống co ngót, ximăng nở, ...

-Việc đánh giá chất lượng và lựa chọn loại ximăng để chế tạo bêtông không những phải phù hợp với yêu cầu của quy phạm mà còn phải kể đến điều kiện sử dụng. Trong đó việc lựa chọn mác ximăng là vấn đề cơ bản nhất, để cho bêtông vừa đủ cường độ thiết kế lại vừa kinh tế nhất.

-Quan hệ giữa cường độ bêtông, cường độ ximăng và tỷ lệ X/N theo công thức Bolomey - Skramtaev :

$$R_{bt} = AR_X\left(\frac{X}{N} - 0{,}5\right) \quad \text{khi} \quad \frac{X}{N} \le 2{,}5$$

$$R_{bt} = A_1R_X\left(\frac{X}{N} + 0{,}5\right) \quad \text{khi} \quad \frac{X}{N} > 2{,}5$$

trong đó : A, $A_1$ - các hệ số kể đến chất lượng cốt liệu và phương pháp kiểm tra mác ximăng

-Không dùng ximăng mác quá thấp để chế tạo bêtông mác cao và ngược lại, cũng không dùng ximăng mác quá cao để chế tạo bêtông mác thấp

-Qua kinh nghiệm người ta chọn mác ximăng theo mác bêtông như sau :

*Bảng 5-5*

| Mác bêtông | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mác ximăng | 20 | 30 | 30-40 | 40 | 40-50 | 40-50 | 50-60 | 60 |

-Lượng ximăng dùng được tính toán theo công thức Bôlômay - Skramtaev. Sau khi tính toán ta phải so sánh với lượng ximăng tối thiểu cho phép. Nếu lượng ximăng tính toán lớn hơn lượng ximăng tối thiểu ta dùng lượng ximăng tính toán, nếu nhỏ hơn ta phải dùng lượng ximăng tối thiểu.

-Lượng ximăng tối thiểu (*kg*) cho 1$m^3$ bêtông được quy định như bảng 5-6.

*Bảng 5-6*

| **Điều kiện làm việc của kết cấu công trình** | **Phương pháp lèn chặt** | |
|---|---|---|
| | **Bằng tay** | **Bằng máy** |
| - Trực tiếp tiếp xúc với nước | 265 | 240 |
| - Bị ảnh hưởng của mưa gió không có thiết bị che | 250 | 220 |
| - Không bị ảnh hưởng của mưa gió | 220 | 200 |

### 3. Nước

-Nước là thành phần giúp cho ximăng phản ứng tạo ra các sản phẩm thuỷ hoá làm cho cường độ của bêtông tăng lên. Nước còn tạo ra độ lưu động cần thiết cho hỗn hợp bêtông đảm bảo việc thi công được dễ dàng.

Nước dùng để chế tạo bêtông phải đảm bảo chất lượng tốt, không gây ảnh hưởng đến thời gian ninh kết và rắn chắc của ximăng và không gây ăn mòn cốt thép. Nước dùng được là nước dùng trong sinh hoạt như nước máy, nước giếng.

- Tuỳ theo mục đích sử dụng , lượng muối hào tan , lượng ion sunphat , clo và lượng cặn không tan không được vượt quá các giá trị quy định của TCVN 4506-1987

### 4. Phụ gia

-Trong công nghệ chế tạo bêtông hiện nay, phụ gia được sử dụng khá phổ biến. Phụ gia được dùng để cải thiện một số tính chất của bêtông, thường có hai loại : loại rắn nhanh và loại hoạt động bề mặt.

-Phụ gia rắn nhanh thường là các muối gốc Clo như $CaCl_2$, NaCl, $FeCl_3$, ... hoặc là hỗn hợp của chúng. Do làm tăng quá trình thuỷ hoá mà phụ gia rắn nhanh có khả năng rút ngắn quá trình rắn chắc của bêtông trong điều kiện tự nhiên cũng như nâng cao cường độ bêtông sau khi bảo dưỡng nhiệt và ở tuổi 28 ngày.

-Phụ gia hoạt động bề mặt mặc dù sử dụng một lượng nhỏ nhưng có khả năng cải thiện đáng kể tính dẻo của hỗn hợp bêtông và tăng cường nhiều tính chất khác của bêtông.

## III. CÁC TÍNH CHẤT CỦA HỖN HỢP BÊTÔNG VÀ BÊTÔNG

### 1. Tính công tác của hỗn hợp bêtông

***a. Khái niệm***

-Tính công tác của hỗn hợp bêtông là một tính chất kỹ thuật tổng hợp bao gồm 3 tính chất : tính lưu động (tính dẻo), tính dính và khả năng giữ nước.

-*Tính lưu động* là khả năng của hỗn hợp bêtông có thể lưu động được và lấp đầy khuôn dưới tải trọng bản thân và tải trọng chấn động giúp cho việc đổ khuôn và lèn chặt được dễ dàng.

-*Tính dính* giúp cho hỗn hợp bêtông giữ được một khối đồng nhất không bị phân tầng khi thi công.

-*Khả năng giữ nước* là khả năng của hỗn hợp bêtông giữ được nước trong quá trình thi công đảm bảo sự duy trì độ dẻo cho hỗn hợp bêtông và làm cho bêtông không bị rỗng.

***b. Phân loại***

-Dựa vào tính dẻo phân hỗn hợp bêtông thành hai loại :

**Hỗn hợp bêtông dẻo* là hỗn hợp bêtông có cấu tạo liên tục (các hạt cốt liệu nằm lơ lửng trong hồ ximăng), lượng dùng ximăng và tỷ lệ N/X lớn. Hỗn hợp bêtông dẻo dễ nhào trộn, đổ đầm; khi nhào trộn chỉ cần lực tác động nhỏ và sau khi nhào trộn hỗn hợp có độ dẻo ngay.

**Hỗn hợp bêtông cứng* là hỗn hợp bêtông có cấu tạo rời rạc, lực dính lớn, nội ma sát lớn, lượng dùng ximăng ít, tỷ lệ N/X nhỏ, khó nhào trộn , khi nhào trộn phải dùng lực tác động lớn và sau khi nhào trộn hỗn hợp chưa có độ dẻo ngay mà độ dẻo chỉ xuất hiện

trong quá trình lèn chặt hoặc sau khi lèn chặt do có sự sắp xếp lại các hạt cốt liệu chặt hơn và sự phân bố hồ ximăng trong hỗn hợp đều hơn.

-Dùng hỗn hợp bêtông cứng với điều kiện lèn chặt tốt thì sẽ có nhiều ưu điểm:

- Tiết kiệm ximăng hơn, lượng nước dùng ít hơn nên độ đặc chắc của bêtông cao hơn.

- Nếu lượng dùng ximăng như nhau thì hỗn hợp bêtông cứng sẽ cho bêtông có cường độ cao hơn.

- Có độ bền cấu trúc của hỗn hợp cao nên cho phép tháo ván khuôn từng phần ngay sau khi tạo hình cấu kiện .

- Tốc độ rắn chắc nhanh hơn , đặc biệt trong những ngày đầu của quá trình cứng rắn, cho phép tăng nhanh chu kỳ luân chuyển ván khuôn.

-Tuy nhiên, hỗn hợp bêtông cứng cũng có nhược điểm là yêu cầu máy trộn phải có tác dụng cưỡng bức, thời gian trộn lâu hơn, khi lèn chặt phải tác động lực mạnh hơn.

-Một hỗn hợp bêtông có tính công tác tốt nghĩa là dễ đổ khuôn, dễ lèn chặt, cấu tạo đồng nhất và sau khi cứng rắn có độ đặc chắc, cường độ, độ bền cao, cấu kiện nguyên vẹn, chính xác.

***c. Cách xác định độ lưu động của hỗn hợp bêtông***

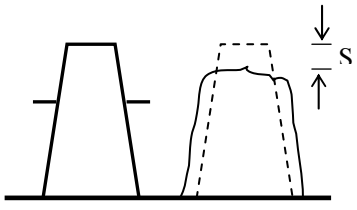
-Tính lưu động của hỗn hợp bêtông dẻo và hỗn hợp bêtông cứng được xác định bằng các phương pháp khác nhau.

**Hỗn hợp bêtông dẻo :* tính dẻo được đánh giá bằng độ sụt của bêtông dưới tải trọng bản thân, ký hiệu SN (*cm*) và được xác định bằng dụng cụ hình nón cụt tiêu chuẩn.

-Kích thước bên trong của hình nón cụt tiêu chuẩn được cho ở bảng sau, trong đó N°-1 dùng cho hỗn hợp bêtông mà $D_{max}$ cốt liệu không quá 40*mm*, N°-2 dùng cho hỗn hợp bêtông mà $D_{max}$ cốt liệu lớn hơn hoặc bằng 40*mm*.

| Kích thước hình nón cụt, *mm* | N°-1 | N°-2 |
|---|---|---|
| Đường kính đáy trên | 100 | 150 |
| Đường kính đáy dưới | 200 | 300 |
| Chiều cao | 300 | 450 |

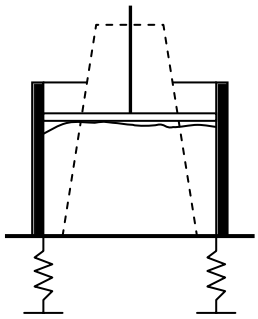
-Trộn hỗn hợp bêtông theo cấp phối đã tính toán với lượng dùng cho một mẻ trộn bêtông. Cho hỗn hợp bêtông vào hình nón cụt tiêu chuẩn thành 3 lớp, mỗi lớp đầm 25 cái bằng que đầm ϕ16, dài 65*cm*. Sau đó dùng bay gạt bằng mặt, nhấc hình nón cụt lên theo phương thẳng đứng. Dưới tác dụng của trọng lượng bản thân, hỗn hợp bêtông sẽ bị sụt xuống. Đo độ sụt của hỗn hợp.



-Hỗn hợp bêtông cứng : dùng độ cứng để đánh giá mức độ cứng của hỗn hợp bêtông, biểu thị bằng thời gian để đầm phẳng một khối hỗn hợp bêtông hình nón cụt dưới tác dụng của máy chấn động tạo nên.

-Với hỗn hợp bêtông cứng có $D_{max}$ cốt liệu nhỏ hơn hoặc bằng 40*mm*, dùng dụng cụ nhớt kế Vebe để xác định độ cứng.

-Trộn hỗn hợp bêtông theo cấp phối đã tính toán



. Cho hỗn hợp bêtông vào hình nón cụt tiêu chuẩn rồi rút hình nón cụt lên theo phương thẳng đứng (tương tự như khi xác định độ dẻo). Hạ đĩa mica xuống sát mặt trên của khối hỗn hợp. Cho máy rung chạy cho tới khi thấy hồ ximăng vừa phủ kín mặt dưới của đĩa mica thì ngừng rung. Thời gian từ khi bắt đầu rung đến khi kết thúc gọi là độ cứng Vebe, tính bằng giây.

***d. Các yếu tố ảnh hưởng***

-Tính công tác của hỗn hợp bêtông chịu ảnh hưởng của rất nhiều yếu tố như : lượng nước ban đầu trong hỗn hợp, loại ximăng, tỷ lệ và đặc trưng cốt liệu, chất phụ gia ...

*- Lượng nước nhào trộn trong hỗn hợp*

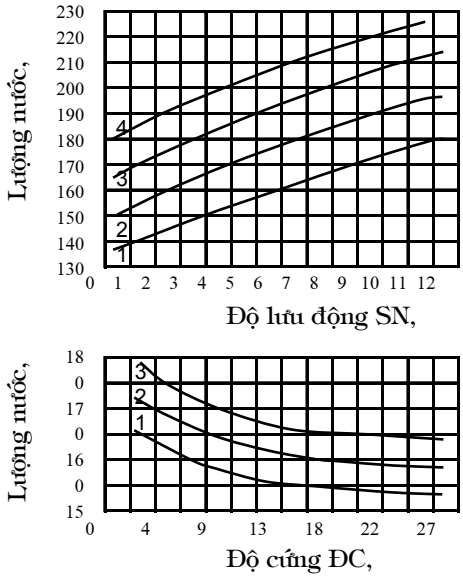
- Là yếu tố quan trọng quyết định tính công tác của hỗn hợp bêtông. Lượng nước nhào trộn bao gồm nước để thuỷ hoá và tạo độ dẻo cho hồ ximăng, nước để bôi trơn cốt liệu và nước tự do.

-Khi lượng nước quá ít, ximăng có thể không được thuỷ hoá hoàn toàn. Ngoài ra, khi đó nước chỉ bao bọc các hạt cốt liệu bằng một màng mỏng, màng nước này sẽ liên kết chặt với bề mặt các hạt vật liệu đó bằng lực hút phân tử, vì vậy, hỗn hợp bêtông chưa có độ dẻo được.

-Khi tăng nước lên đến xuất hiện một lượng nước tự do vừa đủ, thì lượng nước này sẽ lấp đầy các lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu và làm cho màng nước hấp phụ trên bề mặt hạt vật dày thêm, tạo điều kiện thuận lợi cho các hạt cốt liệu dịch chuyển. Khi đó, nội ma sát của hỗn hợp giảm xuống, hỗn hợp bêtông có độ dẻo tốt và bêtông có cường độ cao.

-Khi tăng nước lên quá nhiều thì lượng nước tự do nhiều, độ dẻo của hỗn hợp bêtông cũng sẽ tăng lên nhưng khi nước bay hơi sẽ để lại nhiều lỗ rỗng trong bêtông, làm cường độ và khả năng chống thấm của bêtông giảm xuống. Nếu nước tăng lên quá mức cho phép thì hỗn hợp bêtông sẽ trở nên quá chảy, bị phân tầng trong khi thi công.

-Trong quá trình này - khi hỗn hợp bêtông có độ dẻo tốt nhất - hỗn hợp bêtông có tính dính cao, không bị phân tầng và có tính chất của một vật thể dẻo. Giới hạn tỷ lệ nước trong hỗn hợp lúc đó gọi là khả năng giữ nước của hỗn hợp. Đối với hỗn hợp dùng ximăng poocläng thì khả năng giữ nước của nó và khoảng $1,65N^{tc}$, trong đó $N^{tc}$ là lượng nước tiêu chuẩn của ximăng.



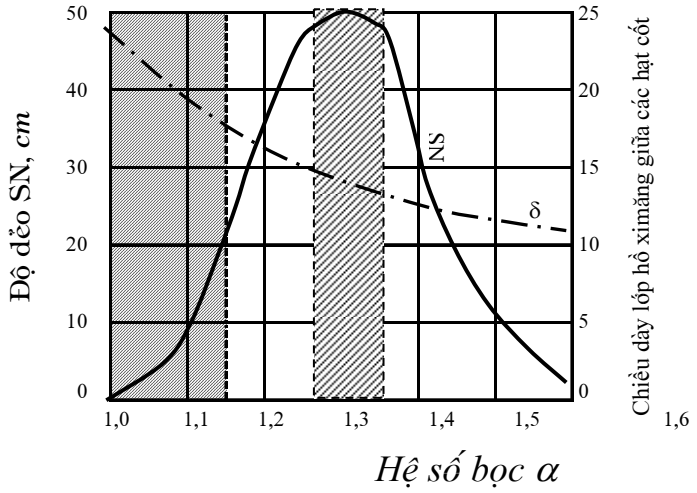

*Lượng nước dùng cho $1m^3$ bêtông phụ thuộc vào cốt liệu*

1. $d_{max} = 70mm$ 3. $d_{max} = 20mm$
2. $d_{max} = 40mm$ 4. $d_{max} = 10mm$

*Tỷ lệ, độ lớn và đặc trưng bề mặt cốt liệu*

Nếu thay đổi tỷ lệ, độ lớn và đặc trưng bề mặt của cốt liệu thì độ dẻo của hỗn hợp cũng thay đổi theo : ứng với lượng nước và ximăng nhất định, độ lớn của cốt liệu tăng thì độ dẻo của hỗn hợp cũng tăng lên. Hỗn hợp bêtông dùng cốt liệu có bề mặt trơn thì độ dẻo sẽ lớn hơn khi dùng cốt liệu có bề mặt nhám.

Riêng đối với cát thì mỗi hỗn hợp bêtông sẽ có một tỷ lệ cát thích hợp, nếu lượng cát lớn hơn hay nhỏ hơn lượng cát thích hợp đó thì độ dẻo của hỗn hợp đều giảm xuống.




***Sự ảnh hưởng của tỷ lệ cát đến độ dẻo của hỗn hợp bêtông***

(khi tỷ lệ N/X = 0,65, lượng ximăng bằng 241$kg/m^3$ bêtông)
Vùng gạch chéo : bên trái là vùng hỗn hợp bị phân tầng;
ở giữa là vùng tỷ lệ cát thích hợp

*Ảnh hưởng của ximăng*

Sự ảnh hưởng của ximăng đến độ dẻo của hỗn hợp bêtông là ở loại ximăng và lượng dùng ximăng.

Ảnh hưởngcủa loại ximăng thể hiện ở nước tiêu chuẩn của ximăng : với một lượng nước nhất định, nếu hỗn hợp bêtông dùng loại ximăng có lượng nước tiêu chuẩn cao, thì độ dẻo của hỗn hợp sẽ giảm xuống.

Còn đối với lượng ximăng : nếu hỗn hợp bêtông có đủ ximăng để cùng với nước lấp đầy lỗ rỗng của cốt liệu, bọc và bôi trơn bề mặt của chúng thì độ dẻo sẽ tăng lên. Nếu tăng lượng ximăng nhưng vẫn giữ nguyên lượng nước thì độ dẻo của hỗn hợp bêtông sẽ giảm. Chú ý khi dùng lượng ximăng trên 400$kg/m^3$ vì độ dẻo của hỗn hợp bêtông khi đó sẽ giảm xuống khá mạnh, do tăng nồng độ ximăng trong hồ ximăng lên một cách đáng kể, nên đã làm thay đổi nhiều đặc trưng lưu biến của nó.

*Ảnh hưởng của chất phụ gia tăng dẻo*

Khi cho chất phụ gia hoạt tính bề mặt vào hỗn hợp bêtông với một lượng rất ít, thì độ dẻo của hỗn hợp tăng lên đáng kể. Điều đó cho phép giảm lượng nước từ 10 ÷ 20% nếu như giữ nguyên độ dẻo yêu cầu, đồng thời làm cường độ bêtông tăng lên do lượng nước tự do giảm. Nếu giữ nguyên cường độ, thì khi dùng phụ gia này sẽ tiết kiệm được ximăng.

Hiện nay người ta thường dùng các loại chất phụ gia hoạt tính như sau :

- Chất phụ gia hoạt động bề mặt
- Chất phụ gia tăng dẻo ưa nước
- Chất phụ gia tăng dẻo kỵ nước
- Chất phụ gia tạo bọt khí

Tuy nhiên, khi cho chất phụ gia hoạt tính bề mặt vào thì sẽ kéo dài quá trình thuỷ hoá của ximăng, làm chậm sự phát triển cường độ của bêtông. Vì vậy để tăng nhanh quá trình cứng rắn, thì khi chế tạo hỗn hợp bêtông người ta thường dùng chất phụ gia hoạt tính bề mặt kết hợp với những chất làm tăng nhanh tốc độ cứng rắn của ximăng .

*Ảnh hưởng của gia công chấn động*

Sự gia công chấn động là phương pháp hữu hiệu nhất để nâng cao độ dẻo của hỗn hợp bêtông. Nó làm cho hỗn hợp bêtông cứng và ít dẻo trở thành dẻo và dẻo nhiều, tạo điều kiện cho khi chế tạo, đổ khuôn và lèn chặt được dễ dàng.

Thực chất của gia công chấn động hỗn hợp bêtông là dưới tác dụng của chấn động, các phần tử của hỗn hợp bêtông dao động cưỡng bức liên tục và sắp xếp lại vị trí. Khi tần số chấn động nâng cao lên đến mức độ nào đó, thì nội ma sát của hỗn hợp sẽ giảm xuống đến giá trị nhỏ nhất, cấu trúc ban đầu bị phá hoại, hỗn hợp chuyển sang trạng thái dẻo và chảy, độ cứng của hỗn hợp giảm xuống. Tiếp tục chấn động, các phần tử trong hỗn hợp sẽ thực hiện những chuyển động ngược chiều nhau, sắp xếp lại chặt chẽ, kết quả hỗn hợp được lèn chặt.

Cấu trúc ban đầu của hỗn hợp bị phá hoại là do khi chấn động, các phần tử của hỗn hợp có độ lớn, hình dạng, trọng lượng và bề mặt khác nhau sẽ tách rời nhau. Còn nội ma sát của hỗn hợp giảm xuống là do trong khi chấn động làm xuất hiện trong hỗn hợp một

áp lực ngược chiều trọng lực. Khi chấn động tăng lên, trị số của áp lực này có thể vượt quá sự tác dụng của trọng lực, làm cho lực ma sát giữa các hạt vật liệu biến mất hoàn toàn, hỗn hợp có tính chảy lỏng.

*e. Cách chọn độ dẻo và độ cứng cho hỗn hợp bêtông*

Độ lưu động của hỗn hợp bêtông được lựa chọn căn cứ vào hình dáng , kích thước , đặc trưng làm việc của công trình, mật độ cốt thép và phương pháp thi công. Độ lưu động của hỗn hợp bêtông có thể tham khảo theo bảng 5-7

*Bảng 5-7*

| Loại kết cấu | Phương pháp thi công | | |
|---|---|---|---|
| | Cơ giới | | Thủ công |
| | SN, *cm* | ĐC, *giây* | SN, *cm* |
| - Bêtông nền - móng công trình | 1 ÷ 2 | 25 ÷ 35 | 2 ÷ 3 |
| - Bêtông khối lớn ít hay không có cốt thép | 2 ÷ 4 | 15 ÷ 25 | 3 ÷ 6 |
| - Bản, dầm, cột, lanh tô, ô văng ... | 4 ÷ 6 | 12 ÷ 15 | 6 ÷ 8 |
| - Bêtông có hàm lượng cốt thép trung bình | 6 ÷ 8 | 10 ÷ 12 | 8 ÷ 12 |
| - Bêtông có hàm lượng cốt thép dày | 8 ÷ 12 | 5 ÷ 10 | 12 ÷ 15 |
| - Bêtông đổ trong nước | 12 ÷ 18 | < 5 | - |
| - Bêtông ximăng mặt đường | 1 ÷ 4 | 25 ÷ 35 | 2 ÷ 6 |

### *2. Tính co nở thể tích của bêtông*

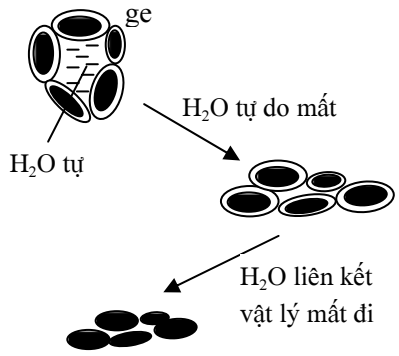
*a. Hiện tượng*

Trong quá trình cứng rắn của bêtông dùng chất kết dính ximăng, thường phát sinh biến dạng thể tích. Biến dạng thể tích có thể là biến dạng co khi bêtông cứng rắn trong không khí, biến dạng nở khi bêtông cứng rắn trong nước và biến dạng nhiệt phát khi ximăng thuỷ hoá.

*b. Nguyên nhân*

Trong bêtông, cốt liệu coi như không bị co nở mà chủ yếu là do sự thay đổi thể tích của đá ximăng trong bêtông. Nguyên nhân gây ra co, nở đá ximăng là do sự thay đổi lượng nước ở trong cấu trúc gel của đá ximăng. Cấu trúc gel là cấu trúc bao gồm các mầm tinh thể đá ximăng, liên kết lại với nhau thành từng chuỗi. Các chuỗi này kết lại với nhau tạo thành một mạng lưới không gian, mắt lưới chứa đầy nước. Mầm tinh thể được bao bọc một lớp nước liên kết.

Sự so ngót phát triển mạnh trong thời kỳ đầu của quá trình cứng rắn, tỷ lệ với mức độ giảm nước tự do trong các mắt lưới của cấu trúc gen. Nước tự do này giảm là do tham gia vào quá trình thuỷ hoá ximăng và do bị bốc hơi. Quá trình này có thể co nhiều nhưng không gây nguy hiểm



Trong thời kỳ tiếp theo, lúc này hầu như toàn bộ nước tự do đã mất hết, nước liên kết vật lý trong cấu trúc gel của đá ximăng tiếp tục tách ra. Khi nước liên kết mất đi, các mầm tinh thể của thành phần gel dịch lại gần nhau và làm cho cấu trúc gel bị co lại, dẫn đến đá ximăng cũng co lại. Nhưng khi đá ximăng co lại, thì sẽ gặp khả năng chống co của các hạt ximăng đã cứng rắn (hạt đá ximăng) và các hạt cốt liệu, làm phát sinh ra nội ứng suất : ứng suất nén trong cốt liệu, ứng suất kéo trong đá ximăng. Ứng suất nén trong cốt liệu sẽ làm tăng khả năng liên kết của đá ximăng với chúng. Nhưng ngược lại ứng suất kéo trong đá ximăng có ảnh hưởng xấu đến các tính chất cơ học và tính vĩnh cửu của bêtông.

Biến dạng co ở thời kỳ thứ hai có tính thuận nghịch, nghĩa là khi môi trường chung quanh có độ ẩm thích hợp, thì thể tích của vật thể bêtông được tăng lên.

Sự co phát triển theo thời gian và có xu hướng ngừng lại vì càng ngày bêtông càng khô, gradien độ ẩm giảm xuống và chiều dày màng nước hấp phụ giảm xuống đến mức độ nào đó, thì độ bền liên kết của màng nước với mầm tinh thể của cấu trúc gel được tăng lên.

*c. Tác hại*

Ứng suất kéo trong đá ximăng khi vượt quá ứng suất kéo cho phép của bêtông sẽ làm phát sinh những vết nứt trong bêtông, làm bêtông bị thấm và khả năng chống ăn mòn giảm.

Sự co làm giảm kích thước của cấu kiện, làm giảm sự liên kết giữa lớp bêtông đổ trước và lớp bêtông đổ sau, cũng như làm giảm hiệu quả nén trước trong bêtông ứng suất trước.

*d. Các yếu tố ảnh hưởng*

Trị số biến dạng co phụ thuộc vào lượng ximăng , lượng nước ban đầu trong hỗn hợp bêtông và tỷ lệ cát trong hỗn hợp cốt liệu , chế độ dưỡng hộ bêtông .

### *3. Biến dạng vì nhiệt thuỷ hóa ximăng của bêtông*

*a. Hiện tượng*

Quá trình thuỷ hoá của ximăng là quá trình toả nhiệt, nó làm nóng bêtông trong lúc cứng rắn và làm bêtông dãn nở một ít. Quá trình này chỉ xảy ra trong thời gian đầu, lượng nhiệt toả ra nhiều hay ít phụ thuộc vào thành phần khoáng vật và mác ximăng, độ mịn và lượng dùng ximăng , cũng như diện tích làm nguội của bêtông và nhiệt độ môi trường xung quanh. Mức độ co dãn của bêtông phụ thuộc vào từng loại bêtông (phụ thuộc vào nhiệt độ lớn nhất trong bêtông và hệ số nở dài của bêtông).

*b. Tác hại*

Biến dạng nhiệt có liên quan đến sự phát triển nội ứng suất trong bêtông. Ứng suất đó tăng lên đáng kể khi trong bêtông có gradien nhiệt độ. Ví dụ trong những cấu kiện bêtông khối lớn thì những lớp bên trong giữ nhiệt độ cao hơn các lớp bên ngoài. Như vậy các lớp bên trong do đốt nóng mà thể tích tăng lên, còn các lớp bên ngoài do nguội lạnh mà thể tích giảm xuống. Sự tăng giảm thể tích đó sẽ làm phát sinh ra ứng suất kéo trong bêtông, nếu ứng suất này vượt quá ứng suất kéo giới hạn của bêtông thì bêtông sẽ bị nứt nẻ.

### *4. Cường độ*

*a. Khái niệm*

Cường độ là một đặc trưng cơ bản, phản ánh khả năng của bêtông chống lại sự phá hoại gây ra dưới tác dụng của tải trọng.

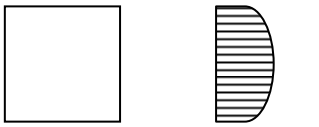
Cường độ tiêu chuẩn là cường độ của bêtông khi mẫu được chế tạo và dưỡng hộ ở điều kiện tiêu chuẩn và thử ở tuổi quy định .

Điều kiện tiêu chuẩn (TCVN ) : mẫu hình lập phương cạnh 15*cm*, dưỡng hộ một ngày trong không khí ở nhiệt độ 20 ÷ 25$^oC$, độ ẩm lớn hơn 90% và 27 ngày tiếp theo trong nước ở nhiệt độ 20 ÷ 25$^oC$.

Mác bêtông là đại lượng không thứ nguyên do Nhà nước quy định dựa vào cường độ tiêu chuẩn của bêtông.

Trong kết cấu xây dựng, bêtông có thể làm việc ở những trạng thái khác nhau : nén, kéo, uốn, trượt, v.v... Trong đó bêtông làm việc ở trạng thái nén là tốt nhất và đó cũng là yếu tố đặc trưng nhất cho cường độ bêtông. Tuy nhiên, khả năng chịu kéo của bêtông rất kém chỉ bằng 1/15 ÷ 1/10 khả năng chịu nén.

Do bêtông có cấu tạo phức tạp nên khi chịu lực trong mẫu bêtông xuất hiên các trạng thái ứng suất phức tạp, nhưng nhìn chung mẫu bị phá hoại chủ yếu là do ứng suất kéo ngang.



ư/ s kéo ngang

*Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén $R_n$ (TCVN 3118-1993)*

Đúc các viên mẫu hình lập phương cạnh 15*cm*, cũng có thể đúc các viên mẫu có hình dạng và kích thước khác. Kích thước cạnh nhỏ nhất của mỗi viên tuỳ theo cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu dùng để chế tạo bêtông theo quy định sau :

*Bảng 5-8*

| **Cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu** | **Kích thước cạnh nhỏ nhất của viên mẫu (cạnh mẫu hình lập phương, cạnh thiết diện mẫu lăng trụ, đường kính mẫu trụ)** |
|---|---|
| 10 và 20 | 100 |
| 40 | 150 |
| 70 | 200 |
| 100 | 300 |

Khi tiến hành thí nghiệm cường độ nén bằng các viên mẫu khác viên mẫu chuẩn ta phải chuyển kết quả về cường độ của viên mẫu chuẩn.

Cường độ nén của viên mẫu chuẩn được xác định theo công thức :

$$R_n = K\frac{P}{F} \quad ; \ kg/cm^2$$

trong đó : P - tải trọng phá hoại mẫu *(daN)*

F - diện tích chịu lực nén của viên mẫu

K - hệ số chuyển đổi kết quả thử nén các viên mẫu bêtông khác kích thước chuẩn về cường độ của viên mẫu chuẩn cạnh 15x15x15*cm*.

Giá trị K lấy theo bảng 5-9.

Khi nén các mẫu nửa dầm giá trị hệ số chuyển đổi cũng được lấy như mẫu hình lập phương cùng diện tích chịu nén.

Khi thử các mẫu trụ khoan cắt từ các cấu kiện sản phẩm mà tỷ số chiều cao so với đường kính của chúng nhỏ hơn 2 thì kết quả cũng tính theo công thức và hệ số K ở trên nhưng được nhân thêm với hệ số K' lấy theo bảng bảng 5-10 .

*Bảng 5-9*

| **Hình dáng và kích thước của mẫu, *mm*** | **Hệ số chuyển đổi** |
|---|---|
| Mẫu lập phương | |
| 100 x 100 x 100 | 0,91 |
| 150 x 150 x 150 | 1,00 |
| 200 x 200 x 200 | 1,05 |
| 300 x 300 x 300 | 1,10 |
| **Mẫu trụ (d x h)** | |
| 71,4 x 143 và 100 x 200 | 1,16 |
| 150 x 300 | 1,20 |
| 200 x 400 | 1,24 |

*Bảng 5-10*

| Tỷ lệ H / d | 1,9 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Giá trị K' | 0,99 | 0,98 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,92 | 0,91 | 0,90 | 0,89 |

*b. Các yếu tố ảnh hưởng*

*Cường độ bêtông phát triển theo thời gian*

Trong quá trình rắn chắc, do cường độ ximăng phát triển theo thời gian nên cường độ bêtông cũng phát triển tương ứng. Từ 7 ngày đến 14 ngày, cường độ phát triển rất nhanh, sau 28 ngày chậm dần và có thể tăng hàng chục năm mới dừng lại.

Cường độ bêtông phát triển theo thời gian có thể xem như tuân theo định luật lôgarit, do đó ta có thể tham khảo công thức kinh nghiệm gần đúng để tính toán cường độ bêtông tại những thời điểm khác nhau như sau :

$$\frac{R_t}{R_{28}} = \frac{\lg t}{\lg 28}$$

trong đó : $R_t$ - cường độ bêtông ở tuổi t ngày

$R_{28}$ - cường độ bêtông ở tuổi 28 ngày

t - số ngày dưỡng hộ

Công thức này đơn giản, dễ tính nhưng không chính xác vì cho rằng lgt/lg28 là hằng số với tất cả các loại bêtông. Mặt khác, công thức này chỉ đúng với thời gian t = 3 ÷ 90 ngày.

*Ảnh hưởng của cường độ đá ximăng*

Cường độ bêtông phụ thuộc vào cường độ cốt liệu, cường độ của đá ximăng và cấu tạo bêtông trong đó cường độ của đá ximăng có ảnh hưởng rất lớn. Cường độ đá ximăng lại phụ thuộc vào mác ximăng và độ đặc của đá ximăng, tức phụ thuộc tỷ lệ N/X. Có thể xem :

$$R_b = f(R_{đá\ X}, R_{CL}, R_{dính\ kết})$$

$$R_{đá\ X} = f(R_X, N/X)$$

Khi mác ximăng cao thì cường độ đá ximăng tăng dẫn đến cường độ bêtông cũng tăng theo, khi mác ximăng thấp thì ngược lại.

Khi tỷ lệ N/X hợp lý thì đá ximăng có độ rỗng bé nhất nên có cường độ cao, do đó cường độ bêtông cũng cao.

Khi tỷ lệ N/X quá nhỏ thì không đủ nước để ximăng thuỷ hoá hoàn toàn nên cường độ đá ximăng giảm. Mặt khác, khi đó hỗn hợp bêtông có độ sụt bé gây khó khăn trong quá trình thi công.

Khi tỷ lệ N/X quá cao, nước tự do còn tồn tại nhiều khi bay hơi sẽ để lại nhiều lỗ rỗng trong đá ximăng làm cường độ của đá ximăng giảm, nên cường độ bêtông cũng giảm. Ngoài ra, nếu lượng nước quá nhiều thì hỗn hợp bêtông dễ bị phân tầng không thể thi công được.

Độ rỗng của đá ximăng tạo ra do lượng nước tự do bay hơi có thể xác định theo công thức sau :

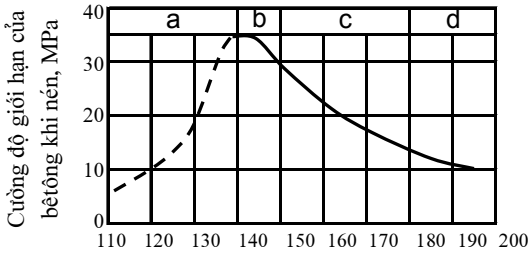
$$r = \frac{N - \omega X}{1000} \times 100\% = \frac{\left(\frac{N}{X} - \omega\right)X}{1000} \times 100\%$$

trong đó :

N - lượng nước trong $1m^3$ bêtông, *kg*

X - lượng ximăng trong $1m^3$ bêtông, *kg*

ω - lượng nước liên kết hoá học, tính bằng % khối lượng ximăng. Ở tuổi 28 ngày, lượng nước liên kết hoá học khoảng 15 ÷ 20%




Sự phụ thuộc của cường độ bêtông vào lượng nước nhào trộn

a.Vùng hỗn hợp bêtông cứng không đầm chặt được

b.Vùng hỗn hợp bêtông có cường độ và độ đặc cao

c.Vùng hỗn hợp bêtông dẻo

d.Vùng hỗn hợp bêtông chảy

Mối quan hệ giữa cường độ bêtông với mác ximăng và tỷ lệ N/X được biểu diễn qua các công thức sau :

**CT 1:** *Công thức N.M.Beliaev* trong đó :

$$R_b^{28} = \frac{R_X}{K\left(\frac{N}{X}\right)^{1,5}} \ ; daN/cm^2$$

$R_b^{28}$ - cường độ chịu nén giới hạn của bêtông sau 28 ngày dưỡng hộ, $daN/cm^2$

$R_X$ - mác của ximăng, $daN/cm^2$

$K$ - hệ số kinh nghiệm, kể đến chất lượng của cốt liệu như hình dạng, đặc trưng bề mặt. Đối với đá dăm $K = 3,5$ và đối với sỏi $K = 4$

Công thức này không chính xác lắm vì tỷ lệ N/X ngoài thực tế dùng tương đối lớn.

**CT 2 :** *Công thức Bolomey - Skramtaev*

Trong thực tế, để công thức tính toán được đơn giản hơn, người ta lấy ngược lại tỷ số N/X là X/N. Trong trường hợp này, cường độ bêtông là một hàm số của X/N, nghĩa là :

$$R_b = f(X/N)$$

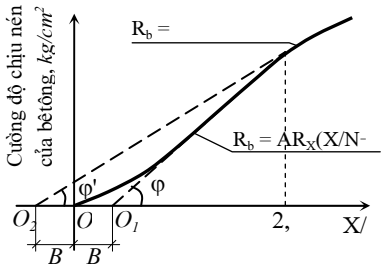
Và ở dạng chung thì công thức có thể biểu thị bằng phương trình :

$$R_b^{28} = AR_X\left(\frac{X}{N} - B\right) \ ; \ kg/cm^2$$

Trong đó $A$ và $B$ là hệ số thực nghiệm, nó phụ thuộc vào chất lượng cốt liệu (dạng hạt, trạng thái bề mặt, cường độ ...), phương pháp xác định mác ximăng và nhiều yếu tố khác.

Nếu biểu diễn bằng đồ thị thì hàm số $R_b = f(X/N)$ là một dạng đường cong phức tạp, trong đó có một đoạn ở dạng gần đường thẳng.

Trong thực tế giá trị của tỷ lệ X/N thường nằm trong khoảng từ 2,5 ÷ 3,5 Qua thí nghiệm các loại bêtông dùng nhiều loại ximăng và cốt liệu khác nhau thấy rằng, phần đường thẳng kéo dài (khi X/N > 2,5) sẽ cắt trục hoành tại điểm $O_2$ , bên trái gốc toạ độ, và cách gốc tạo độ một khoảng $B_1$. Để đơn giản hoá công thức tính toán cường độ bêtông, giáo sư Skramtaev đã đề nghị xem giá trị $B$ và $B_1$ là không đổi và lấy bằng 0,5.




Đường cong biểu thị sự phụ thuộc của cường độ bêtông vào tỷ lệ ximăng trên nước $R_b = f(X/N)$ và dạng của phương trình đường thẳng biểu thị cường độ của bêtông phụ thuộc vào tỷ lệ X/N khi $X/N \le 2,5$ và $X/N \ge 2,5$

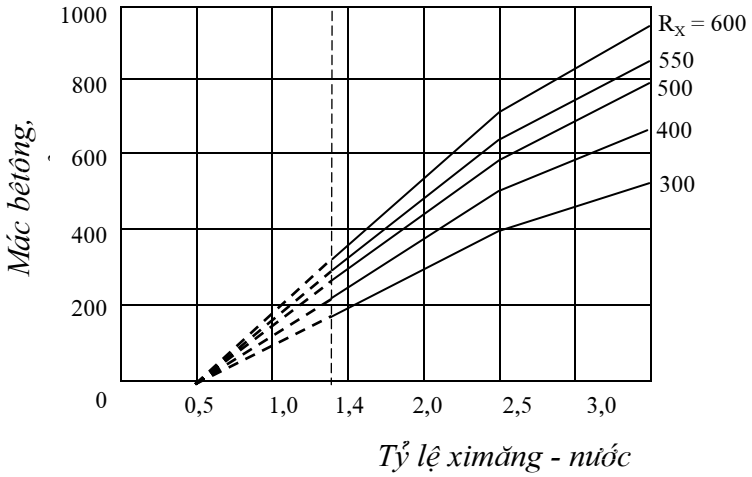
Như vậy công thức tính toán sơ bộ cường độ bêtông theo Bolomey - Skramtaev sẽ có dạng như sau :

khi : $\frac{X}{N} \le 2,5$ thì $R_b^{28} = AR_X\left(\frac{X}{N} - 0,5\right)$

khi : $\frac{X}{N} > 2{,}5$ thì $R_b^{28} = A_1 R_X \left( \frac{X}{N} + 0{,}5 \right)$

Thay các giá trị $A$ và $A_1$ vào công thức của Bolomey - Skramtaev ta được sự phụ thuộc của cường độ bêtông vào tỷ lệ X/N biểu thi ở đồ thị dưới đây. Khi đó mác của ximăng càng cao, góc φ càng lớn và cường độ bêtông càng cao.

Khi tỷ lệ X/N ≤ 2,5 đồ thị biểu diễn cường độ bêtông là một chùm đường thẳng xuất phát từ điểm $O_1$ , còn khi X/N > 2,5 thì đồ thị biểu diễn cường độ bêtông là một chùm đường thẳng xuất phát từ điểm $O_2$ .




***Sự phụ thuộc của cường độ bêtông nặng vào X/N khi mác ximăng khác nhau***

*Ảnh hưởng của cốt liệu*

Xuất phát từ điều kiện đồng nhất về cường độ của các thành phần cấu trúc trong bêtông (đá ximăng và cốt liệu to, nhỏ hay vữa ximăng với cốt liệu to) thì cường độ của cốt liệu ảnh hưởng đến cường độ bêtông chỉ trong trường hợp cường độ của nó thấp hơn hoặc xấp xỉ cường độ của đá hay vữa ximăng. Điều này chỉ có thể xảy ra trong bêtông nhẹ dùng cốt liệu rỗng, vì ở đấy cường độ của cốt liệu trong nhiều trường hợp có thể thấp hơn hoặc bằng cường độ của đá hay vữa ximăng.

Đối với bêtông nặng dùng cốt liệu đặc thì cường độ của cốt liệu lớn hơn rất nhiều so với cường độ của đá hay vữa ximăng. Vì vậy, ở đây cường độ của cốt liệu không ảnh hưởng đến cường độ của bêtông.

Sự phân bố giữa các hạt cốt liệu có ảnh hưởng đến cường độ của bêtông. Bình thường hồ ximăng lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu và đẩy chúng ra xa nhau với cự ly bằng 2 ÷ 3 lần đường kính hạt ximăng. Trong trường hợp này do phát huy được vai trò của cốt liệu nên cường độ của bêtông khá cao và yêu cầu yêu cầu cốt liệu có cường độ cao hơn cường độ bêtông từ 1,5 lần (đối với bêtông mác nhỏ hơn 300) đến 2 lần (đối với bêtông mác lớn hơn 300). Khi bêtông chứa lượng hồ ximăng lớn hơn, các hạt cốt liệu bị đẩy ra xa nhau hơn đến mức hầu như không có tác dụng tương hỗ với nhau. Khi đó cường độ của đá ximăng và cường độ vùng tiếp xúc đóng vai trò quyết định đến cường độ của bêtông, nên yêu cầu về cường độ cốt liệu ở mức thấp hơn.

Cường độ của bêtông còn phụ thuộc vào đặc trưng của cốt liệu. Nếu bề mặt cốt liệu nhám, sạch cường độ dính kết với vữa ximăng sẽ tăng lên nên cường độ bêtông cũng tăng. Ngược lại, nếu bề mặt cốt liệu trơn, bẩn thì cường độ dính kết sẽ giảm làm cường độ bêtông cũng giảm. Do đó, với cùng một lượng dùng như nhau thì bêtông dùng đá dăm sẽ cho cường độ cao hơn khi dùng sỏi. Ngoài ra, nếu đường kính cốt liệu nhỏ (cát) tăng thì lớp hồ ximăng bao bọc sẽ dày lên tạo khả năng dính kết cao nên cường độ bêtông cũng sẽ tăng.

Nếu sử dụng cốt liệu đặc chắc thì khi lượng dùng tăng lên thì cường độ bêtông cũng tăng. Ngược lại, nếu cốt liệu rỗng thì khi lượng dùng tăng cường độ bêtông sẽ giảm xuống.

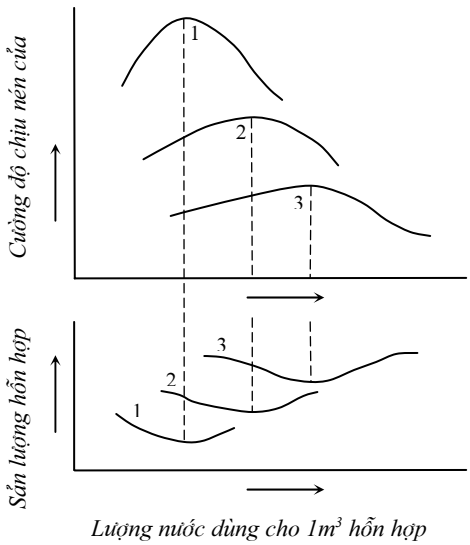
*Ảnh hưởng của cấu tạo bêtông*

Cường độ của bêtông không những chỉ phụ thuộc vào cường độ của đá ximăng, chất lượng cốt liệu mà còn phụ thuộc vào độ đặc của bêtông, nghĩa là phụ thuộc vào sự lựa chọn thành phần và chất lượng thi công hỗn hợp bêtông. Nếu như trong bêtông có các lỗ rỗng, thì nó không những làm giảm diện tích làm việc của vật liệu, mà còn tạo ra trong bêtông những ứng suất tập trung hai bên lỗ rỗng. Ứng suất này sẽ làm giảm khả năng của bêtông chống lại ngoại lực tác dụng. Vậy để tạo hình được tốt, ngoài việc lựa chọn thành phần bêtông sao cho đặc chắc nhất, thì vấn đề quan trọng là chọn độ dẻo của hỗn hợp bêtông và phương pháp thi công sao cho thích hợp. Có nghĩa là nếu độ dẻo của hỗn hợp bêtông cao, tuy lèn ép dễ không cần lực tác động lớn nhưng cường độ bêtông sau này không cao. Ngược lại, nếu dùng hỗn hợp bêtông có độ dẻo thấp, tuy cần lực lèn ép mạnh trong thời gian dài hơn, nhưng cường độ bêtông về sau này sẽ được nâng cao.

Đối với một hỗn hợp bêtông, ứng với một điều kiện đầm nén nhất định sẽ có một tỷ lệ nước thích hợp nhất. Với lượng nước đó bêtông sẽ có độ đặc cao nhất, sản lượng hỗn hợp bêtông sẽ nhỏ nhất, do đó cường độ bêtông sẽ đạt giá trị cực đại. Nếu lượng nước thấp hơn hay cao hơn lượng nước thích hợp thì cường độ bêtông đều giảm xuống. Trong trường hợp đầu do ít nước, hỗn hợp bị khô không lèn ép được tốt. Trong trường hợp sau, do thừa nước nên đá ximăng sau khi đã cứng rắn sẽ tồn tại nhiều lỗ rỗng do nước tự do bay hơi để lại.

Nếu tăng mức độ lèn chặt lên thì trị số tỷ lệ nước thích hợp trong hỗn hợp bêtông sẽ giảm xuống và cường độ bêtông tăng lên.

Cường độ bêtông phụ thuộc vào mức độ lèn chặt thông qua hệ số lèn ép $K_l$ :




Sự ảnh hưởng của mức độ lèn chặt hỗn hợp bêtông đến lượng nước thích hợp và cường độ bêtông

1 - lèn ép mạnh
2 - lèn ép vừa

$$K_l = \frac{\gamma_o'}{\gamma_o}$$

trong đó :

$\gamma_o'$ - khối lượng thể tích thực tế của hỗn hợp bêtông sau khi lèn chặt, $kg/m^3$

$\gamma_o$ - khối lượng thể tích tính toán của hỗn hợp bêtông, nó bằng tổng khối lượng vật liệu dùng trong $1m^3$ bêtông, nghĩa là :

$$\gamma_o = X + N + C + Đ \ , \ kg/m^3$$

Thông thường hệ số lèn chặt $K_l = 0,9 \div 0,95$ , riêng đối với hỗn hợp bêtông cứng, thi công phù hợp thì hệ số lèn chặt có thể đạt đến $0,95 \div 0,98$.

Nếu có biện pháp thi công tốt thì độ rỗng của bêtông chủ yếu là độ rỗng trong đá ximăng do lượng khí cuốn vào. Thể tích rỗng trong bêtông được tính theo công thức sau :

$$V_r^b = \left[\left(\frac{N}{X} - 0,5\alpha\right) + 0,29\alpha\right] X + (0,02 - 0,06)$$

trong đó : $\frac{N}{X} - 0,5\alpha$ : độ rỗng mao quản

$0,29\alpha$ : độ rỗng gen

$0,02 \div 0,06$ : độ rỗng do khí cuốn vào

*Ảnh hưởng của phụ gia*

Phụ gia tăng dẻo có tác dụng làm tưng tính dẻo cho hỗn hợp bêtông nên có thể giảm bớt lượng nước nhào trộn, do đó cường độ của bêtông sẽ tăng lên đáng kể. Ngoài ra, do lượng nước giảm nên tồn tại ít lỗ rỗng làm tăng khả năng chống thấm của bêtông.

Phụ gia ninh kết nhanh có tác dụng đẩy nhanh quá trình thuỷ hóa của ximăng nên làm tăng nhanh sự phát triển cường độ bêtông dưỡng hộ trong điều kiện tự nhiên cũng như ngay sau khi dưỡng hộ nhiệt.

*Ảnh hưởng của điều kiện môi trường bảo dưỡng*

Trong điều kiện môi trường nhiệt độ, độ ẩm cao sự tăng cường độ có thể kéo dài trong nhiều năm, còn trong điều kiện khô hanh hoặc nhiệt độ thấp sự tăng cường độ trong thời gian sau này là không đáng kể. Khi dưỡng hộ bêtông trong điều kiện nhiệt ẩm cường độ bêtông tăng rất nhanh trong thời gian vài ngày đầu .

***5. Tính biến dạng vì tải trọng***

Bêtông là vật liệu đàn hồi dẻo nên biến dạng của nó gồm có hai phần : biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo.

Biến dạng đàn hồi tuân theo định luật Húc :

$$\sigma = \varepsilon E \ ; \ kg/cm^2$$

trong đó : $\sigma$ - ứng suất trong bêtông, $kg/cm^2$

$\varepsilon$ - biến dạng tương đối của bêtông, $cm/cm$

E - môđun đàn hồi của bêtông, $kg/cm^2$

Biến dạng đàn hồi xảy ra khi tải trọng tác dụng rất nhanh và tạo ứng suất không lớn lắm (nhỏ hơn 0,2 cường độ giới hạn) và đo biến dạng ngay sau khi đặt tải, nếu để một thời

gian sẽ chuyển sang biến dạng dẻo. Biến dạng đàn hồi trong giai đoạn này của bêtông được đặc trưng bằng môđun đàn hồi ban đầu và có thể tính theo công thức sau :

$$E_{dh} = \frac{1000000}{1{,}7 + \frac{360}{R_b^{28}}} \;\; ; \; daN/cm^2$$

trong đó : $R_b^{28}$ - cường độ chịu nén của bêtông ở tuổi 28 ngày, *kg/cm²*

Môđun đàn hồi của bêtông tăng lên khi hàm lượng cốt liệu lớn, cường độ và môđun đàn hồi của cốt liệu tăng lên và hàm lượng ximăng, tỷ lệ N/X giảm.

Nếu ứng suất vượt quá 0,2 cường độ giới hạn của bêtông thì ngoài biến dạng đàn hồi còn đo được cả biến dạng dẻo hay biến dạng dư. Như vậy biến dạng của bêtông là tổng của biến dạng đàn hồi ($\varepsilon_{dh}$) và biến dạng dư ($\varepsilon_d$) :

$$\varepsilon_b = \varepsilon_{dh} + \varepsilon_d$$

Như vậy, đặc trưng biến dạng của bêtông không phải là môđun đàn hồi mà là môđun biến dạng :

$$E_{bd} = \frac{\sigma}{\varepsilon_b} = \frac{\sigma}{\varepsilon_{dh} + \varepsilon_d} \;\; ; \; daN/cm^2$$

trong đó : $\sigma$ - ứng suất trong bêtông, *daN/cm²*

$\varepsilon_b$ - biến dạng tương đối của bêtông, *cm/cm*

$\varepsilon_{dh}$ - biến dạng đàn hồi của bêtông, *cm/cm*

$\varepsilon_d$ - biến dạng còn dư của bêtông, *cm/cm*

Biến dạng của bêtông trước khi bị phá hoại thường không lớn lắm, vào khoảng 0,5 ÷ 1,5 *mm/m*.

### *6. Tính bền vững của bêtông*

*a. Độ bền của bêtông trong môi trường xâm thực cơ lý*

Các nhân tố gây xâm thực cơ lý đến bêtông là :

- Các dòng chảy có lưu tốc lớn , có lượng ngậm bùn cát lớn gây bào mòn hoặc xói mòn bêtông.
- Sự thay đổi độ ẩm liên tục làm bêtông bị co nở thể tích liên tục gây nứt bêtông
- Sự tan băng và đóng băng liên tục
- Sự thay đổi nhiệt độ môi trường đột ngột có thể gây nên ứng suất nhiệt phá hoại bêtông.
- Các điều kiện khí hậu bất lợi như mưa, gió, bão, lũ ... cũng gây xói mòn bêtông.

Cường độ bêtông càng cao và bêtông càng đặc chắc thì khả năng chống lại các yếu tố xâm thực cơ lý càng cao, bêtông càng bền vững trong môi trường.

*b. Độ bền của bêtông trong môi trường xâm thực sinh vật*

Các loại vi khuẩn, côn trùng trong môi trường tiết ra các loại axit hữu cơ hay vô cơ có thể làm hoà tan một số thành phần của bêtông làm cho bêtông bị ăn mòn.

*c. Độ bền của bêtông trong môi trường xâm thực hoá học*

Quá trình ăn mòn hoá học trong bêtông chủ yếu là ăn mòn đá ximăng dưới các hình thức xâm thực hoà tan, xâm thực trao đổi, xâm thực bành trướng. Phần này đã ngiên cứu khá đầy đủ ở chương ximăng.

Để chống lại sự xâm thực của các yếu tố môi trường thì ta phải làm tăng độ đặc chắc của bêtông bằng cách thiết kế cấp phối bêtông hợp lý, tổ chức quá trình thi công lèn chặt tốt, bảo quản dưỡng hộ tốt và sử dụng một lượng nước nhào trộn hợp lý (có thể giảm lượng nước trong hỗn hợp bêtông bằng các loại phụ gia hoạt tính). Ngoài ra người ta còn có thể tạo lớp bảo vệ bề mặt như bọc một lớp kim loại, gốm sứ ... ngăn không cho bêtông tiếp xúc trực tiếp với môi trường hoặc có thể cải tạo môi trường nước.

*d. Độ bền của bêtông trong môi trường nhiệt*

Theo lý thuyết, không nên dùng bêtông ở môi trường chịu tác dụng lâu dài của nhiệt độ lớn hơn $250^oC$ vì cường độ bêtông sẽ giảm đi rõ rệt. Lý do là khi đó nước liên kết vật lý sẽ tách ra làm bêtông bị co và gây nứt phá hoại cấu trúc của bêtông. Khi nhiệt độ tăng lên đến $500 \div 550^oC$ hoặc cao hơn, những sản phẩm thuỷ hoá của ximăng sẽ bị mất nước hoá học, đá ximăng bị phá hoại đáng kể về mặt thành phần và cấu trúc. Và cũng ở nhiệt độ này ($550^oC$) những hạt thạch anh trong cát và trong đá dăm bị phá hoại, do thạch anh thông thường chuyển sang dạng kết tinh mới (triđimit) thể tích tăng rất lớn, đưa đến phá hoại cấu trúc bêtông.

Tuy nhiên trong thực tế bêtông nặng có thể chịu được nhiệt độ đến $1200^OC$ trong thời gian ngắn. Đó là do khi ở nhiệt độ $1200^OC$ lớp bên ngoài bị phá hoại sẽ trở thành một màng xốp và rỗng có khả năng cách nhiệt, làm cho nhiệt truyền vào bên trong chậm, do đó khi gặp nhiệt độ cao hơn hoặc lâu hơn bêtông mới bị phá hoại.

### *8. Tính chống thấm của bêtông*

Trong bêtông bao giờ cũng tồn tại hệ thống mao quản và lỗ rỗng do nước tự do bay hơi để lại, do lèn chặt chưa tốt, do cấp phối không hợp lý hoặc do co ngót làm xuất hiện các vết nứt nên bêtông có thể bị nước hoặc các chất lỏng khác thấm qua khi làm việc trong môi trường có áp lực thuỷ tĩnh.

Nhưng trong thực tế nước chỉ thấm qua những lỗ rỗng thông nhau mà có đường kính lớn hơn $1\mu m$. Còn những lỗ nhỏ hơn hay bằng $1\mu m$ thì nước không thể thấm qua được ngay dưới áp lực thuỷ tĩnh rất lớn, vì màng nước hấp phụ trên thành mao quản dày đến $0,5\mu m$, do đó nó thu hẹp diện tích và hầu như hoàn toàn lấp kín các mao quản .

Đối với các kết cấu và công trình có yêu cầu về mức độ chống thấm thì người ta xác định độ chống thấm bằng mác chống thấp theo áp lực thuỷ tĩnh thực dụng. Mác chống thấm của bêtông được đặc trưng bằng áp lực nước lớn nhất tính bằng átmốtphe mà chưa gây ra vết thấm trên bề mặt mẫu có kích thước quy định.

Căn cứ vào chỉ tiêu không thấm nước người ta chia bêtông ra làm các loại mác B-2, B-4, B-8 ... nghĩa là bêtông không bị nước thấm qua ở áp lực thuỷ tĩnh 2, 4, 8 ... atmôtphe.

Để nâng cao khả năng chống thấm của bêtông người ta nâng cao độ đặc chắc của bêtông, nghĩa là phải đảm bảo tỷ lệ N/X nhỏ nhất, tỷ lệ cát thích hợp, tăng mức độ lèn chặt khi thi công, cũng như đảm bảo điều kiện dưỡng hộ tốt, hoặc có thể dùng chất phụ gia hoạt tính bề mặt. Ngoài ra để tăng khả năng chống thấm của bêtông người ta có thể tạo lớp bảo vệ bề mặt như sơn chống thấm, quét bitum ...

## III. TÍNH TOÁN CẤP PHỐI CỦA BÊTÔNG NẶNG

### *1. Các phương pháp tính toán*

*a. Khái niệm*

Tính toán cấp phối bêtông là chọn tỷ lệ phối hợp giữa các loại vật liệu như ximăng, nước, cát vá đá dăm hay sỏi sao cho có được hỗn hợp bêtông đạt được các yêu cầu về kỹ thuật, tiết kiệm vật liệu và giảm nhẹ chi phí cho quá trình sản xuất.

b. *Các phương pháp tính toán cấp phối bêtông*

Việc tính toán cấp phối bêtông có thể theo rất nhiều phương pháp, song hiện nay người ta thường dùng 3 phương pháp sau : tra bảng, thực nghiệm hoàn toàn và tính toán cộng với thực nghiệm.

**Phương pháp 1 :** *Phương pháp tra bảng hoàn toàn*

Là phương pháp dựa vào các bảng biểu đã lập sẵn. Căn cứ vào mác ximăng, cớ hạt lớn nhất của cốt liệu, độ sụt và mác bêtông cần chế tạo, tra bảng để xác định sơ bộ thành phần vật liệu cho $1m^3$ bêtông.

Phương pháp này đơn giản, thuận lợi cho người sản xuất nhưng không bám sát thực tế vật liệu. Do đó, phương pháp này chỉ nên áp dụng khi khối lượng bêtông ít, mác bêtông thấp và thông thường dùng để lập dự toán xây dựng.

**Phương pháp 2 :** *Phương pháp thực nghiệm hoàn toàn*

Phương pháp thực nghiệm hoàn toàn dựa vào một số vật liệu nhất định, tiến hành chế tạo mẫu với các cấp phối khác nhau. Đem các mẫu đi kiểm tra các yêu cầu kỹ thuật và lập bảng cấp phối ứng với cường độ tương ứng cho riêng loại vật liệu đó.

Phương pháp này tốn kém chi phí cho công tác thí nghiệm và phạm vi sử dụng hạn hẹp (vì chỉ áp dụng được đối với loại vật liệu thí nghiệm) nhưng cho kết quả chính xác và phù hợp với thực tế vật liệu. Người ta dùng phương pháp này khi khối lượng bêtông lớn hoặc khi thiết kế cấp phối một loại bêtông đặc biệt chưa có trong quy phạm.

**Phương pháp 3 :** *Phương pháp tính toán kết hợp thực nghiệm*

Dựa vào một số bảng tra có sẵn tiến hành tính toán cấp phối bêtông theo trình tự sau :

- Bước 1 : Lựa chọn các thành phần định hướng
- Bước 2 : Chế tạo mẫu , kiểm tra các yêu cầu kỹ thuật và điều chỉnh lại cấp phối cho hợp lý.
- Bước 3 : Lựa chọn thành phần chính thức
- Bước 4 : Chuyển thành phần chính thức sang thành phần bêtông hiện trường

Phương pháp này có nhiều ưu điểm hơn vì vừa kết hợp tính toán vừa kết hợp thực tế vật liệu nhưng không tốn kém nhiều chi phí thí nghiệm. Phương pháp này hiện nay được dùng rộng rãi đối với các loại bêtông bình thường.

***2. Phương pháp tính toán kết hợp với thực nghiệm***

*a. Các điều kiện phải biết trước*

Để tính toán được thành phần bêtông, phải dựa vào một số điều kiện như :

*Yêu cầu về bêtông :*

- Mác bêtông (theo cường độ nén), tuổi cần đạt
- Các yêu cầu kỹ thuật khác : cường độ uốn, độ chống thấm, chống mài mòn, chống co ...

*Yêu cầu về điều kiện thi công :*

- Tính chất của công trình : phải biết được công trình làm việc trong môi trường nào, trên khô hay dưới nước, có ở trong môi trường xâm thực hay không, có chịu tải trọng va chạm, mài mòn hay các yếu tố khác có ảnh hưởng đến cường độ bêtông trong thời gian sử dụng không.
- Đặc điểm của kết cấu công trình : hình dáng , kích thước cấu kiện , bố trí cốt thép ... mục đích là để lựa chọn độ dẻo của hỗn hợp bêtông và độ lớn của cốt liệu cho hợp lý
- Thời gian thi công, nhiệt độ , độ ẩm môi trường và các yêu cầu công nghệ khác : vận chuyển bằng bơm, dỡ ván khuôn sớm. Từ đó xác định độ dẻo của hỗn hợp bêtông cho phù hợp và lựa chọn phụ gia

*Yêu cầu về nguyên vật liệu :*

- Ximăng : loại ximăng, cường độ thực tế, phương pháp thí nghiệm cường độ.
- Đá dăm hay sỏi : loại đá, khối lượng riêng, khối lượng thể tích xốp (đổ đống), đường kính hạt lớn nhất, độ hổng giữa các hạt. . .
- Cát : loại cát, khối lượng riêng, môđun độ lớn, lượng hạt trên 5*mm* (để tính toán lại lượng cát và đá). . .
- Phụ gia : loại phụ gia, năng lực giảm nước, khả năng làm chậm ninh kết, khả năng tăng cường độ. . . .

Từ các chỉ tiêu kỹ thuật của nguyên vật liệu ta tính toán lượng dùng của các thành phần cho hợp lý để đảm bảo bêtông có độ đặc chắc cao nhất nhưng vẫn tiết kiệm nhất.

*b. Cơ sở lý thuyết để tính toán*

Các phương pháp thiết kế thành phần bêtông được sử dụng rộng rãi hiện nay là : phương pháp của ban môi trường Anh, của Viện bêtông Mỹ, phương pháp "Dreux - Gorisse" của Pháp, phương pháp Murdock của Anh, phương pháp của Hội đồng bêtông Poocläng NewZealand, phương pháp Bolomey - Skramtaev và phương pháp của Viện bêtông và bêtông cốt thép Nga. Mỗi phương pháp đều có một phạm vi thích dụng riêng. Ở đây ta chỉ nghiên cứu phương pháp Bolomey - Skramtaev được sử dụng phổ biến ở Việt Nam.

Phương pháp Bolomey - Skramtaev là phương pháp tính toán lý thuyết kết hợp với việc kiểm tra bằng thực nghiệm dựa trên cơ sở lý thuyết " thể tích tuyệt đối" có nghĩa là tổng thể tích tuyệt đối (thể tích hoàn toàn đặc) của vật liệu trong $1m^3$ bêtông bằng 1000 lit, nghĩa là :

$$V_{aX} + V_{aN} + V_{aC} + V_{aD} = 1000(l) \qquad (1)$$

*c. Trình tự tính toán*

**Bước 1 :** *Lựa chọn thành phần định hướng*

** Lựa chọn tính dẻo (độ sụt, độ cứng) cho hỗn hợp bêtông :* độ sụt thích hợp cho các dạng kết cấu cơ bản, đầm bêtông bằng máy ghi trên bảng 5-10. Bảng 5-10 áp dụng để chọn độ sụt của hỗn hợp bêtông ngay sau khi trộn (đã có dự phòng tổn thất độ sụt $2cm$) cho thời gian thi công dưới 45 phút ở thời tiết nóng ($t \geq 30^oC$), dưới 60 phút cho thời tiết mát (($t < 30^oC$).

**Độ sụt hỗn hợp bêtông nên dùng cho các dạng kết cấu**

*Bảng 5-10*

| Dạng kết cấu | Độ sụt SN, *cm* | |
|---|---|---|
| | Tối đa | Tối thiểu |
| Móng và tường móng bêtông cốt thép | 9 ÷ 10 | 3 ÷ 4 |
| Móng bêtông, giếng chìm, tường phần ngầm | 9 ÷ 10 | 3 ÷ 4 |
| Dầm, tường bêtông cốt thép | 11 ÷ 12 | 3 ÷ 4 |
| Cột | 11 ÷ 12 | 3 ÷ 4 |
| Đường, nền, sàn | 9 ÷ 10 | 3 ÷ 4 |
| Khối lớn | 7 ÷ 8 | 3 ÷ 4 |

Các dạng kết cấu không có tên gọi như trong bảng 5-10 chọn độ sụt tương đương về điều kiện thi công như với các kết cấu cơ bản ghi trong bảng 5-10.

Khi thi công đầm thủ công, độ sụt chọn cao hơn 2 ÷ 3*cm* so với giá trị bảng 5-10.

Khi thi công đầm bằng phương pháp rung nén, rung va, chọn độ sụt bằng 0 ÷ 1*cm* hoặc chọn hỗn hợp bêtông có độ cứng Vêbe 4 ÷ 8*s*.

Độ sụt thích hợp phục vụ một số công nghệ thi công đặc biệt có thể chọn như sau : cọc khoan nhồi : 14 ÷ 16*cm* ; bêtông bơm, rót : 12 ÷ 18*cm* tuỳ theo khoảng cách và chiều cao bơm ; rót chèn vào các khe, hốc, mối nối nhỏ không đầm được : 18 ÷ 22*cm*.

Khi thời gian thi công cần kéo dài thêm 30 ÷ 45 phút, độ sụt có thể chọn cao hơn 2 ÷ 3*cm* so với giá trị ghi trong bảng 5-14. Khi cần kéo dài hơn nữa thì nên sử dụng phụ gia.

** Xác định lượng nước nhào trộn (N) :* lượng nước trộn ban đầu cho $1m^3$ bêtông ghi ở bảng 5-11. Lượng nước được lập trong bảng này phù hợp với cốt liệu lớn là đá dăm, ximăng poocläng thông thường và được xác định theo độ sụt, $D_{max}$ của cốt liệu lớn, $M_{dl}$ của cát và có giá trị không đổi khi lượng ximăng sử dụng cho $1m^3$ bêtông nằm trong khoảng 200 ÷ 400*kg*.

Khi lượng ximăng sử dụng trên 400 $kg/m^3$ lượng nước tra bảng sẽ được điều chỉnh theo nguyên tắc cộng thêm 1 lít nước cho 10*kg* tăng. Phụ gia sử dụng dạng bột cũng được tính như ximăng để điều chỉnh lượng nước.

Khi sử dụng cốt liệu lớn là sỏi, lượng nước tra bảng giảm đi 10 lít.

**Lượng nước trộn ban đầu cần cho 1$m^3$ bêtông, *lit***

*Bảng 5-11*

| Số TT | Độ sụt *cm* | Kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu lớn $D_{max}$ , *mm* | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 10 | | | 20 | | | 40 | | | 70 | | |
| | | Môđun độ lớn của cát, $M_{dl}$ | | | | | | | | | | | |
| | | 1,5-1,9 | 2,0-2,4 | 2,5-3,0 | 1,5-1,9 | 2,0-2,4 | 2,5-3,0 | 1,5-1,9 | 2,0-2,4 | 2,5-3,0 | 1,5-1,9 | 2,0-2,4 | 2,5-3,0 |
| 1 | 1 ÷ 2 | 195 | 190 | 185 | 185 | 180 | 175 | 175 | 170 | 165 | 165 | 160 | 155 |
| 2 | 3 ÷ 4 | 205 | 200 | 195 | 195 | 190 | 185 | 185 | 180 | 175 | 175 | 170 | 165 |
| 3 | 5 ÷ 6 | 210 | 205 | 200 | 200 | 195 | 190 | 190 | 185 | 180 | 180 | 175 | 170 |
| 4 | 7 ÷ 8 | 215 | 210 | 205 | 205 | 200 | 195 | 195 | 190 | 185 | 185 | 180 | 175 |
| 5 | 9 ÷ 10 | 220 | 215 | 210 | 210 | 205 | 200 | 200 | 195 | 190 | 190 | 185 | 180 |
| 6 | 11÷12 | 225 | 220 | 215 | 215 | 210 | 205 | 205 | 200 | 195 | 195 | 190 | 185 |

Khi sử dụng ximăng poocläng hỗn hợp (PCB), poocläng xỉ lượng nước tra bảng được cộng thêm 10 lít. Khi sử dụng ximăng poocläng puzơlan ($PC_{PUZ}$), lượng nước tra bảng được cộng thêm 15 lít.

Khi sử dụng cát có $M_{dl}$ = 1 ÷ 1,4 lượng nước tăng thêm 5 lít. Khi dùng cát có $M_{dl}$ > 3 lượng nước giảm đi 5 lít.

Nên sử dụng phụ gia hoá dẻo, hoá dẻo cao hoặc siêu dẻo để giảm bớt nước nhào trộn. Mức giảm bớt nước xác định theo đặc tính loại phụ gia dự kiến sử dụng. Sơ bộ có thể lấy : 5 ÷ 9% đối với phụ gia hoá dẻo ; 10 ÷ 15% đối với phụ gia hoá dẻo cao ; 16 ÷ 20% đối với phụ gia siêu dẻo. Lượng nước chứa trong phụ gia dạng lỏng được tính vào thành phần trộn.

Chọn lượng nước cho hỗn hợp bêtông có yêu cầu độ sụt cao như sau :

ĐS = 13 ÷ 16*cm* : theo dòng ĐS = 7 ÷ 8*cm* bảng 5-16 kết hợp với phụ gia hoá dẻo, theo dòng ĐS = 5 ÷ 6*cm* kết hợp với phụ gia hoá dẻo cao, theo dòng ĐS = 3 ÷ 4*cm* kết hợp với phụ gia siêu dẻo.

ĐS = 17 ÷ 20*cm* : theo dòng ĐS = 9 ÷ 10*cm* kết hợp với phụ gia hoá dẻo, theo dòng ĐS = 7 ÷ 8*cm* kết hợp với phụ gia hoá dẻo cao, theo dòng ĐS = 5 ÷ 6*cm* kết hợp với phụ gia siêu dẻo.

** Xác định tỷ lệ ximăng - nước (X/N):* Tính theo công thức Bolomey - Skramtaev :

- Đối với bêtông thường (X/N = 1,4 ÷ 2,5) :

$$R_b = AR_X\left(\frac{X}{N} - 0{,}5\right)$$

$$\rightarrow \quad \frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_X} + 0{,}5 \qquad (4)$$

- Đối với bêtông cường độ cao (X/N > 2,5) :

$$R_b = A_1R_X\left(\frac{X}{N} + 0{,}5\right)$$

$$\rightarrow \quad \frac{X}{N} = \frac{R_b}{A_1R_X} - 0{,}5 \qquad (5)$$

trong đó : $R_X$ - cường độ thực tế của ximăng, *kg/cm²*

$R_b$ - cường độ bêtông, *kg/cm²* ; lấy bằng mác bêtông yêu cầu theo cường độ nén nhân với hệ số an toàn :1,1 đối với các trạm trộn tự động; 1,15 đối với các trạm trộn thủ công

A, $A_1$ - hệ số kể đến chất lượng cốt liệu và phương pháp xác định mác ximăng được xác định theo bảng 5-12

Công thức (4) và (5) áp dụng để tính tỷ lệ X/N nhằm đạt cường độ nén của bêtông ở tuổi 28 ngày trên mẫu chuẩn kích thước 150x150x150*mm* theo TCVN 3118 - 1993.

Khi thiết kế mác bêtông không phải ở tuổi 28 ngày thì để xác định tỷ lệ X/N, cường độ bêtông ở các tuổi này ($R_t$) được quy đổi về cường độ bêtông tuổi 28 ngày bằng công thức (6) như sau :

$$R_{n(28\ ngày)} = \frac{R_t}{k_t}$$

trong đó : $k_t$ - hệ số quy đổi, xác định sơ bộ theo bảng 5-17

**Hệ số chất lượng vật liệu A và $A_1$**

*Bảng 5-12*

| Chất lượng vật liệu | Chỉ tiêu đánh giá | Hệ số A.,$A_1$ ứng với ximăng thử cường độ theo | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TCVN6016-1995 | | TCVN4032-1985 (p.p vữa dẻo) | | Phương pháp nhanh | |
| | | A | $A_1$ | A | $A_1$ | A | $A_1$ |
| Tốt | - Ximăng hoạt tính cao không trộn phụ gia thuỷ.<br>- Đá sạch, đặc chắc, cường độ cao, cấp phối hạt tốt.<br>- Cát sạch, $M_{dl}$ = 2,4 ÷ 2,7 | 0,54 | 0,34 | 0,60 | 0,38 | 0,47 | 0,30 |
| Trung bình | - Ximăng hoạt tính trung bình, pooclăng hỗn hợp, chứa 10 ÷ 15% phụ gia thuỷ.<br>- Đá chất lượng phù hợp với TCVN 1771 - 1987<br>- Cát chất lượng phù hợp với TCVN 1770 - 1986, $M_{dl}$ = 2,0 ÷ 3,4 | 0,50 | 0,32 | 0,55 | 0,35 | 0,43 | 0,27 |
| Kém | - Ximăng hoạt tính thấp, pooclăng hỗn hợp chứa trên 15% phụ gia thuỷ.<br>- Đá có một chỉ tiêu chưa phù hợp với TCVN 1772 - 1987<br>- Cát mịn, $M_{dl}$ < 2,0 | 0,45 | 0,29 | 0,50 | 0,32 | 0,40 | 0,25 |

**Hệ số quy đổi cường độ nén của bêtông ở các tuổi về cường độ 28 ngày ($k_t$)**

*Bảng 5-13*

| **Tuổi bêtông, ngày** | 3 | 7 | 28 | 60 | 90 | 180 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **$k_t$** | 0,5 | 0,7 | 1,0 | 1,1 | 1,5 | 1,2 |

***Ghi chú :*** *Hệ số $k_t$ của bảng này áp dụng cho điều kiện nhiệt độ không khí t > 20°C.*

*- $k_t$ ở tuổi 3, 7 ngày lấy tương ứng 0,45 và 0,65 khi nhiệt độ không khí t = 15 ÷ 20°C.*

*- $k_t$ ở tuổi 3, 7 ngày lấy tương ứng 0,40 và 0,60 khi nhiệt độ không khí t = 10 ÷ 15°C.*

** Xác định lượng ximăng (X) và phụ gia (PG) :*

Từ lượng nước và tỷ lệ X/N ta xác định được lượng ximăng cần dùng như sau :

$$X = \frac{X}{N} \times N \quad ; \; kg$$

Sau khi tính được lượng ximăng ta phải đem so sánh với lượng ximăng tối thiểu theo bảng 5-14, nếu thấp hơn thì phải lấy lượng ximăng tối thiểu để tính toán tiếp (để đảm bảo hỗn hợp bêtông không bị phân tầng), đối với bêtông để bơm không nhỏ hơn 280 *kg/m³*. Khi đó để bảo bảo giữ nguyên cường độ của bêtông theo thiết kế ban đầu thì tỷ lệ N/X phải không thay đổi, do đó lượng nước cũng phải tính lại.

*Bảng 5-14*

| Kích thước hạt cốt liệu lớn nhất, $D_{max}$, *mm* | 10 | 20 | 40 | 70 |
|---|---|---|---|---|
| Bêtông có độ sụt 1 ÷ 10*cm* | 220 | 200 | 180 | 160 |
| Bêtông có độ sụt 10 ÷ 16*cm* | 240 | 220 | 210 | 180 |

Khi lượng ximăng tính được lớn hơn 400*kg,* cần hiệu chỉnh lại lượng nước. Lượng nước hiệu chỉnh tính bằng công thức :

$$N_{hc} = \frac{10.N - 400}{10 - \frac{X}{N}} \quad ; \; lít$$

trong đó : $N_{hc}$ - lượng nước hiệu chỉnh, *lít*

N - lượng nước tính toán ban đầu, *lít*

X/N - tỷ lệ ximăng trên nước tính ở trên

Sau đó giữ nguyên tỷ lệ X/N, tính lại lượng ximăng theo lượng nước đã hiệu chỉnh.

Hàm lượng phụ gia được tính theo % hàm lượng ximăng.

** Xác định lượng đá dăm hay sỏi (Đ) :*

Để xác định lượng cốt liệu lớn và nhỏ phải dựa trên nguyên tắc ban đầu đã nêu, tức là thể tích 1*m³* hỗn hợp bêtông sau khi đầm chặt là thể tích hoàn toàn đặc của cốt liệu và thể tích hồ ximăng. Ta có :

$$V_{aX} + V_{aN} + V_{aC} + V_{aD} = 1000 \qquad (1)$$

Hay $$\frac{X}{\gamma_{aX}} + N + \frac{C}{\gamma_{aC}} + \frac{D}{\gamma_{aD}} = 1000 \quad (2)$$

trong đó : $V_{aX}$, $V_{aN}$, $V_{aC}$, $V_{aĐ}$ - thể tích hoàn toàn đặc của ximăng, nước, cát, đá trong $1m^3$bêtông, *lit*

X, N, C, Đ - khối lượng ximăng, nước, cát, đá trong $1m^3$bêtông, *kg*

$\gamma_{aX}$, $\gamma_{aC}$, $\gamma_{aĐ}$ - khối lượng riêng của ximăng, cát và đá, *kg/ lit*

Quan niệm rằng ximăng khi tương tác với nước tạo thành hồ ximăng sẽ lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu nhỏ (cát) và bao bọc cát tạo thành vữa ximăng (coi như vữa ximăng hoàn toàn đặc). Vữa ximăng lại lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu lớn (đá) và bao quanh chúng thành một lớp có chiều dày nhất định để cho hỗn hợp bêtông đạt được độ dẻo cần thiết. Như vậy, thể tích vữa ximăng tạo thành phải lớn hơn tổng thể tích các lỗ rỗng của đá, nghĩa là :

$$V_{vữa} = k_d.V_{rĐ} \text{ ; với } k_d > 1$$

$$\rightarrow \quad V_{aX} + V_{aN} + V_{aC} = k_d.V_{rĐ}$$

$$\frac{X}{\gamma_{aX}} + N + \frac{C}{\gamma_{aC}} = k_d.r_đV_{oĐ} = k_d.r_d.\frac{D}{\gamma_{oD}} \qquad (3)$$

từ (2) và (3) ta có : $$k_d.r_d.\frac{D}{\gamma_{oD}} + \frac{D}{\gamma_{aD}} = 1000$$

$$\rightarrow \quad Đ = \frac{1000}{\frac{k_d r_D}{\gamma_{oD}} + \frac{1}{\gamma_{aD}}} \text{ ; } kg$$

hoặc $$Đ = \frac{\gamma_{oD}}{r_d(k_d - 1) + 1} \text{ ; } kg$$

trong đó : $r_d$ - độ rỗng của đá, %

$k_d$ - hệ số dư vữa hợp lý

$\gamma_{oĐ}$, $\gamma_{aĐ}$ - khối lượng thể tích và khối lượng riêng của đá, *kg/ lit*

Đối với các hỗn hợp bêtông cần ĐS = 2 ÷ 12*cm* (trừ bêtông có yêu cầu cường độ uốn hoặc cường độ chống thấm nước), hệ số dư vữa hợp lý $k_d$ được xác định theo bảng 5-15trên cơ sổ thể tích hồ ximăng và môđun độ lớn của cát.

Thể tích hồ ximăng được xác định bằng công thức :

$$V_h = \frac{X}{\gamma_{aX}} + N \text{ ; } lít$$

trong đó : $V_h$ - thể tích hồ ximăng, *lít*

N - lượng nước cho 1$m^3$ bêtông, *lít*

$\gamma_{aX}$ - khối lượng riêng của ximăng, *g/cm*$^3$

**Hệ số dư vữa hợp lý ($k_d$) dùng cho hỗn hợp bêtông dẻo (ĐS = 2 ÷ 12*cm*); Cốt liệu lớn là đá dăm (nếu dùng sỏi, $k_d$ tra bảng cộng thêm 0,06)**

*Bảng 5 -15*

| $M_{đl}$ của cát | $k_d$ ứng với giá trị $V_h = X/\gamma_{aX} + N$ (*lít/m*$^3$) bằng | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **225** | **250** | **275** | **300** | **325** | **350** | **375** | **400** | **425** | **450** |
| 3,0 | 1,33 | 1,38 | 1,43 | 1,48 | 1,52 | 1,56 | 1,59 | 1,62 | 1,64 | 1,66 |
| 2,75 | 1,30 | 1,35 | 1,40 | 1,45 | 1,49 | 1,53 | 1,56 | 1,59 | 1,61 | 1,63 |
| 2,5 | 1,26 | 1,31 | 1,36 | 1,41 | 1,45 | 1,49 | 1,52 | 1,55 | 1,57 | 1,59 |
| 2,25 | 1,24 | 1,29 | 1,34 | 1,39 | 1,43 | 1,47 | 1,50 | 1,53 | 1,55 | 1,57 |
| 2,0 | 1,22 | 1,27 | 1,32 | 1,37 | 1,41 | 1,45 | 1,48 | 1,51 | 1,53 | 1,55 |
| 1,75 | 1,14 | 1,19 | 1,24 | 1,29 | 1,33 | 1,37 | 1,40 | 1,43 | 1,45 | 1,47 |
| 1,5 | 1,07 | 1,12 | 1,17 | 1,22 | 1,26 | 1,30 | 1,33 | 1,36 | 1,38 | 1,40 |

Với các độ sụt khác, điều chỉnh $k_d$ như sau :

- Khi bêtông có độ sụt 14 ÷ 18*cm*, $k_d$ tra bảng cộng thêm 0,1 đối với cát có $M_{đl} < 2$; cộng thêm 0,15 với cát có $M_{đl} = 2 \div 2,5$; cộng thêm 0,2 với cát có $M_{đl} > 2,5$.

- Khi bêtông có độ sụt 0 ÷ 1*cm* (Vebe = 4 ÷ 8*s*) $k_d$ tra bảng trừ bớt 0,1 đối với cát có $M_{đl} < 2$(nhưng giá trị cuối cùng không nhỏ hơn 1,05); trừ bớt 0,15 ÷ 0,2 đối với cát có $M_{đl} \geq 2$ (nhưng giá trị cuối cùng không nhỏ hơn 1,1).

** Xác định lượng cát (C) :*

Sau khi xác định được lượng nước (N), ximăng (X) và đá (Đ) ta có thể suy ra lượng cát từ phương trình (2) như sau :

$$C = \left[1000 - \left(\frac{X}{\gamma_{aX}} + \frac{D}{\gamma_{oD}} + N\right)\right] \times \gamma_{aC} \quad ; \; kg$$

trong đó : $\gamma_{aX}$, $\gamma_{aC}$, $\gamma_{0Đ}$ - khối lượng riêng của ximăng, cát và khối lượng thể tích của đá , *kg/ lit*

**<u>Bước 2 :</u>** *Kiểm tra bằng thực nghiệm*

Bước tính toán sơ bộ ta đã xác định được lượng ximăng, nước, cát, đá (sỏi) cho 1$m^3$ hỗn hợp bêtông. Song trong quá trình tính toán ta đã dựa vào một số bảng tra, biểu đồ, công thức mà điều kiện thành lập các bảng tra, biểu đồ, công thức đó có thể khác với điều kiện thực tế. Vì vậy cần phải có bước kiểm tra lại bằng thực nghiệm để xem với liều lượng vật liệu tính toán ở trên hỗn hợp bêtông và bêtông có đạt các yêu cầu kỹ thuật hay không.

** Tính liều lượng vật liệu cho một mẻ trộn thí nghiệm :*

Từ liều lượng vật liệu của 1$m^3$ bêtông đã tính được ở bước tính sơ bộ ta sẽ tính được khối lượng vật liệu cho một mẻ trộn theo thể tích cần có.

$$x_m = \frac{X}{1000} \times V_m$$

$$c_m = \frac{C}{1000} \times V_m$$

$$đ_m = \frac{D}{1000} \times V_m$$

$$n_m = \frac{N}{1000} \times V_m$$

$$pg_m = \frac{PG}{1000} \times V_m$$

trong đó : $x_m$, $c_m$, $đ_m$, $n_m$, $pg_m$ - khối lượng ximăng, cát, đá, nước, phụ gia cho một mẻ trộn, *kg*

X, C, Đ, N, PG - khối lượng ximăng, cát, đá, nước, phụ gia cho $1m^3$ bêtông, *kg*

$V_m$ - thể tích của một mẻ trộn, *lít*

** Kiểm tra tính dẻo của hỗn hợp bêtông :* Kiểm tra độ sụt hoặc độ cứng

Trộn vật liệu theo liều lượng dùng cho một mẻ trộn thí nghiệm rồi kiểm tra độ sụt bằng hình nón cụt tiêu chuẩn theo TCVN 3106 - 1993 hoặc kiểm tra độ cứng bằng nhớt kế Vebe.

Khi kiểm tra độ sụt có thể xảy ra các trường hợp sau :

- Độ sụt thực tế bằng độ sụt yêu cầu
- Độ sụt thực tế nhỏ hơn hay lớn hơn độ sụt yêu cầu

Khi kiểm tra độ cứng cũng có thể xảy ra các trường hợp tương tự :

- Độ cứng thực tế bằng độ cứng yêu cầu
- Độ cứng thực tế nhỏ hơn hay lớn hơn độ cứng yêu cầu

Nếu độ sụt thực tế nhỏ hơn độ sụt yêu cầu (hay độ cứng thực tế lớn hơn độ cứng yêu cầu) thì phải tăng thêm lượng nước và ximăng sao cho tỷ lệ X/N không thay đổi cho tới khi bêtông đạt tính dẻo theo yêu cầu. Để tăng một cấp độ sụt khoảng 2÷3*cm* cần thêm 5 lít nước.

Nếu độ sụt thực tế lớn hơn độ sụt yêu cầu (hay độ cứng thực tế nhỏ hơn độ cứng yêu cầu) thì phải tăng thêm lượng cốt liệu cát và đá nhưng phải đảm bảo tỷ lệ $\frac{C}{C+D}$ không thay đổi.

** Kiểm tra cường độ :*

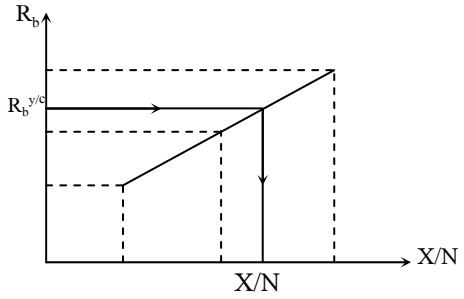
Để kiểm tra cường độ ta lấy hỗn hợp bêtông đã đạt yêu cầu về tính dẻo đem đúc mẫu bằng các khuôn có hình dạng và kích thước quy định. Số mẫu cần đúc tuỳ thuộc vào cường độ của bêtông cần phải xác định ở những tuổi nào. Sau đó đem mẫu dưỡng hộ 28 ngày trong điều kiện tiêu chuẩn rồi nén xác định cường độ chịu nén trung bình. Nếu các mẫu thí nghiệm có hình dáng kích thước không tiêu chuẩn thì phải chuyển về cường độ của mẫu tiêu chuẩn.

Nếu $R_{tb} = (1 \div 1,15)\ R_b^{y/c}$ thì bêtông đạt yêu cầu về cường độ → giữ nguyên cấp phối đã tính toán.

Nếu $R_{tb} > 1,15R_b^{y/c}$ thì phải tính lại hoặc giảm bớt lượng ximăng để đảm bảo tính kinh tế.

Nếu $R_{tb} < R_b^{y/c}$ thì nhất thiết phải tính lại hoặc tăng thêm lượng ximăng.

Để thuận tiện cho việc kiểm tra người ta đúc thêm hai tổ mẫu với lượng ximăng tăng và giảm 10% rồi xác định cường độ trung bình của hai tổ mẫu đúc thêm này. Lập đồ thị $R_b$ ứng với các tỷ lệ X/N khác nhau. Từ cường độ bêtông yêu cầu ta sẽ xác định được trên đồ thị tỷ lệ X/N rồi tính được các thành phần còn lại.




** Kiểm tra các yêu cầu khác :*

Đối với bêtông các công trình thuỷ lợi, thuỷ điện thường có yêu cầu cao về độ chống thấm nước thì ta phải kiểm tra mác chống thấm của bêtông.

** Khối lượng thể tích của hỗn hợp bêtông đã lèn chặt :*

$$\gamma_{oh} = \frac{G_{k+b} - G_k}{V_k} \ ;\ kg/l$$

trong đó : $\gamma_{oh}$ - khối lượng thể tích của hỗn hợp bêtông đã lèn chặt, *kg/ l*

$G_{k+b}$ - khối lượng của khuôn đã chứa bêtông sau khi đúc mẫu, *kg*

$G_k$ - khối lượng của khuôn, *kg*

$V_k$ - thể tích của khuôn, *lít*

Sau khi kiểm tra và điều chỉnh các thành phần cấp phối ta có lượng vật liệu cho một mẻ trộn thí nghiệm là $x'_m$ , $n'_m$, $c'_m$ , $đ'_m$ , $pg'_m$ .

**Bước 3 :** *Lựa chọn thành phần chính thức*

** Thể tích thực của mẻ trộn thí nghiệm sau khi điều chỉnh :*

$$v_m = \frac{x'_m + n'_m + c'_m + d'_m + pg'_m}{\gamma_{oh}} \ ;\ lít$$

trong đó : $v_m$ - thể tích thực tế của mẻ trộn thí nghiệm sau khi điều chỉnh,*ltt*

$\gamma_{oh}$ - khối lượng thể tích của hỗn hợp bêtông đã lèn chặt, *kg/ l*

$x'_m$ , $n'_m$, $c'_m$ , $đ'_m$ , $pg'_m$ - lượng ximăng, nước, cát, đá và phụ gia dùng cho mẻ trộn thí nghiệm sau khi điều chỉnh, *kg*

** Tính lượng vật liệu cho 1m³ bêtông theo thành phần chính thức*

Trong quá trình kiểm tra bằng thực nghiệm có thể ta đã thêm nguyên vật liệu để bêtông đạt các yêu cầu kỹ thuật nên lượng vật liệu cho $1m^3$ bêtông đã thay đổi, do đó phải tính lại theo các công thức sau :

$$X_1 = \frac{x'_m}{v_m} \times 1000 \ ; \ kg$$

$$N_1 = \frac{n'_m}{v_m} \times 1000 \ ; \ kg$$

$$C_1 = \frac{c'_m}{v_m} \times 1000 \ ; \ kg$$

$$Đ_1 = \frac{d'_m}{v_m} \times 1000 \ ; \ kg$$

$$PG_1 = \frac{pg'_m}{v_m} \times 1000 \ ; \ kg$$

**Bước 4 :** *Chuyển thành phần bêtông hiện trường*

Khi tính toán sơ bộ thành phần vật liệu cho $1m^3$ bêtông ta đã giả thiết là nguyên vật liệu hoàn toàn khô (W = 0%). Nhưng trong thực tế cát và đá luôn bị ẩm nên phải tính đến để điều chỉnh lại lượng cát, đá và nước cho chính xác.

Lượng nguyên vật liệu trên hiện trường được tính theo các công thức sau :

$$X_2 = X_1 \ ; \ kg$$

$$C_2 = C_1 (1 + W_C /100) \ ; \ kg$$

$$Đ_2 = Đ_1 (1 + W_Đ /100) \ ; \ kg$$

$$N_2 = N_1 - (C_1 W_C /100 + Đ_1 W_Đ /100) \ ; \ lít$$

trong đó : $X_2$ , $C_2$ , $Đ_2$ , $N_2$ - lượng ximăng, cát ẩm, đá ẩm và nước sẽ sử dụng cho $1m^3$ bêtông tại hiện trường, *kg*

$X_1$ , $C_1$ , $Đ_1$ , $N_1$ - lượng ximăng, cát, đá và nước theo cấp phối chuẩn (ở điều kiện khô) cho $1m^3$ bêtông, *kg*

$W_C$ , $W_Đ$ - độ ẩm của cát và đá tại hiện trường, %

**Bước 5 :** *Tính lượng vật liệu cho một mẻ trộn bằng máy*

** Hệ số sản lượng bêtông*

Trong thực tế khi chế tạo bêtông vật liệu được sử dụng ở trạng thái tự nhiên ($V_{oX}$ ,$V_{oC}$ , $V_{oĐ}$). Dung tích thùng trộn là $V_o$ , coi rằng cát, đá và ximăng chiếm chỗ toàn bộ thùng trộn còn nước không chiếm chỗ vì nó đi vào các lỗ rỗng của thùng trộn. Ta có :

$$V_{oX} + V_{oC} + V_{oĐ} = V_o$$

hay

$$\frac{X}{\gamma_{oX}} + \frac{C}{\gamma_{oC}} + \frac{D}{\gamma_{oD}} = V_o$$

Thể tích hỗn hợp bêtông sau khi nhào trộn luôn luôn nhỏ hơn tổng thể tích tự nhiên của các nguyên vật liệu,điều đó được thể hiện bằng hệ số sản lượng bêtông β.

$$\beta = \frac{V_b}{V_o}$$

Khi đã biết cấp phối công tác ta có công thức xác định hệ số sản lượng như sau :

$$\beta = \frac{1000}{V_{oX} + V_{oC} + V_{oD}}$$

hay

$$\beta = \frac{1000}{\frac{X_2}{\gamma_{oX}} + \frac{C_2}{\gamma_{oC}} + \frac{D_2}{\gamma_{oD}}}$$

trong đó : $X_2$ , $C_2$ , $Đ_2$ - lượng vật liệu cho 1$m^3$ bêtông tại hiện trường, *kg*

$\gamma_{oX}$ , $\gamma_{oC}$ , $\gamma_{oĐ}$ - khối lượng thể tích xốp của ximăng, cát, đá tại hiện trường, *kg/ l*

Tuỳ thuộc vào độ rỗng của cốt liệu mà giá trị của β nằm trong khoảng 0,55 ÷ 0,75.

** Xác định liều lượng cho một mẻ trộn bằng máy :*

Hệ số sản lượng bêtông được sử dụng trong việc tính lượng nguyên vật liệu cho một mẻ trộn của máy có dung tích thùng trộn là $V_o$ (lít). Lượng vật liệu cho một mẻ trộn của máy được tính như sau :

$$X_o = \frac{X_2}{1000}\beta V_o \ ; \ kg$$

$$N_o = \frac{N_2}{1000}\beta V_o \ ; \ lít$$

$$C_o = \frac{C_2}{1000}\beta V_o \ ; \ kg$$

$$Đ_o = \frac{D_2}{1000}\beta V_o \ ; \ kg$$

$$PG_o = \frac{PG_2}{1000}\beta V_o \ ; \ kg$$

trong đó : $X_o$ , $N_o$ , $C_o$ , $Đ_o$ , $PG_o$ - lượng ximăng, nước, cát, đá và phụ gia dùng cho một mẻ trộn

$X_2$ , $N_2$ , $C_2$ , $Đ_2$ , $PG_2$ - lượng ximăng, nước, cát, đá và phụ gia theo cấp phối công tác

**CHƯƠNG VI :**

# VỮA XÂY DỰNG

## §1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

### I. KHÁI NIỆM

*Vữa xây dựng* là một loại vật liệu đá nhân tạo tương tự như bê tông, thành phần chế tạo gồm có : chất kết dính, nước, cốt liệu nhỏ và phụ gia (nếu có). Phụ gia có tác dụng cải thiện tính chất của hỗn hợp vữa và vữa.

Vữa xây dựng có đặc điểm gần giống như bê tông, chỉ khác ở một số điểm sau :

- Vữa phải làm việc ở trạng thái dàn thành lớp mỏng nên không thể có cốt liệu lớn mà chỉ có cốt liệu nhỏ.
- Do chỉ có cốt liệu nhỏ nên tỷ diện rất lớn, đòi hỏi lượng nước nhào trộn phải lớn hơn.
- Vữa tiếp xúc với không khí, với vật liệu xây hút nước nên dễ bị mất nước nên đòi hỏi vữa phải có khả năng giữ nước lớn hơn để đảm bảo độ dẻo và quá trình rắn chắc của ximăng.
- Vữa làm nhiệm vụ liên kết vật liệu xây nên đòi hỏi lực kết dính với vật liệu xây phải lớn.

Ngoài ra , vữa là một loại đá nhân tạo nên cường độ và độ bền, độ dẻo yêu cầu cũng giống như bê tông.

### II. PHÂN LOẠI

***1. Theo khối lượng thể tích***

- Vữa nặng : $\gamma_o > 1500$ *kg/m*$^3$
- Vữa nhẹ : $\gamma_o \leq 1500$ *kg/m*$^3$

***2. Theo chất kết dính***

- Vữa xi măng : ximăng + cát + nước
- Vữa vôi : vôi + cát + nước
- Vữa thạch cao : thạch cao + cát + nước
- Vữa hỗn hợp : ximăng - vôi, ximăng - đất sét, ximăng - thạch cao v.v...

***3. Theo mục đích sử dụng***

- Vữa xây để xây gạch đá, sử dụng cát hạt trung
- Vữa trát để hoàn thiện bề mặt khối xây, sử dụng cát hạt mịn
- Vữa láng, lát, ốp, vữa trang hoàng ... để hoàn thiện công trình, thường dùng thạch cao làm chất kết dính vì có độ mịn và bóng cao.
- Vữa đặc biệt : vữa giếng khoan, vữa chèn mối nối các chi tiết trong quá trình lắp ghép nhà và công trình, vữa phun cáp dự ứng lực, vữa cách âm, cách nhiệt v.v...

# §2. VẬT LIỆU CHẾ TẠO VỮA

## I. CHẤT KẾT DÍNH

Để chế tạo vữa thường dùng chất kết dính vô cơ như ximăng poocläng, ximăng poocläng xỉ, ximăng poocläng puzơlan, vôi không khí, vôi thủy, thạch cao xây dựng v.v... Việc lựa chọn chất kết dính tùy thuộc vào môi trường sử dụng và mác vữa yêu cầu.

Loại vữa mác 2 ÷ 10, dùng ở môi trường khô ráo, thì dùng vôi

Loại vữa mác trung bình, từ 10 ÷ 75 nếu không có yêu cầu gì đặc biệt thì nên dùng loại vữa hỗn hợp vừa đảm bảo cường độ lại vừa đảm bảo độ dẻo.

Loại vữa mác cao, từ 75 ÷ 200 nhất thiết phải dùng xi măng để bảo đảm cường độ.

### *1. Xi măng*

*Vai trò :* trong vữa ximăng, ximăng có vai trò là chất kết dính để tạo ra cường độ cho vữa. Mặt khác ximăng còn có tác dụng giữ nước tạo độ dẻo cho vữa. Còn trong vữa hỗn hợp ximăng chỉ đóng vai trò là chất kết dính để tạo ra cường độ cho vữa, còn vôi (hoặc đất sét) sẽ làm nhiệm vụ giữ nước tạo độ dẻo cho vữa.

*Loại xi măng :* chọn tùy thuộc vào môi trường sử dụng

*Mác xi măng :* Ximăng cần có mác cao gấp 3 ÷ 4 lần mác vữa. Khi dùng ximăng mác cao có thể pha vào phụ gia trơ và vôi để hạ mác ximăng xuống.

### *2. Vôi*

*Vai trò :* trong vữa vôi, vôi có vai trò là chất kết dính để tạo ra cường độ cho vữa. Mặt khác vôi còn có khả năng giữ nước tạo độ dẻo cho vữa. Còn trong vữa hỗn hợp, vôi có nhiệm vụ chủ yếu là đảm bảo khả năng giữ nước cho vữa, còn ximăng sẽ làm nhiệm vụ kết dính và tạo ra cường độ cho vữa.

Khi chất lượng vôi tốt, khả năng giữ nước sẽ tốt thì lượng vôi trong vữa sẽ giảm xuống rõ rệt, mà vữa vẫn dẻo. Vôi dùng cho vữa có thể dùng bột vôi sống hoặc vôi nhuyễn, nếu là vôi nhuyễn thì phải tôi kỹ và lọc qua sàng 0,6 mm (để loại hạt quá già lửa làm rỗ mặt trát), nếu là bột vôi sống phải cẩn thận khi nhào trộn.

## II. CÁT

Cát cấu tạo nên bộ xương cứng trong vữa, làm cho vữa bớt co thể tích và tăng sản lượng. Vì vậy, chất lượng cát có ảnh hưởng rất lớn đến cường độ của vữa. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng của cát dùng cho vữa gồm có :

**CT1 :** *Hàm lượng chất bẩn*

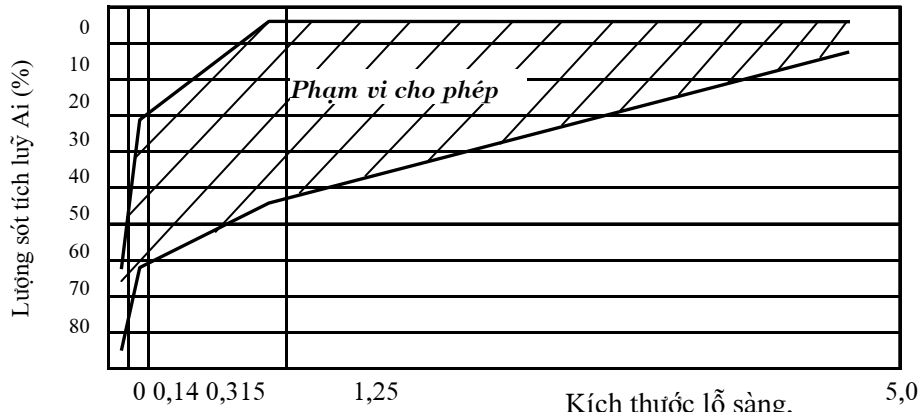
Hàm lượng chất bẩn, bụi, sét trong cát được khống chế như sau : < 20% cho mác vữa dưới 10; < 10% cho vữa mác 25 và 50; và < 5 % cho vữa mác 75 trở lên.

**CT2 :** *Thành phần hạt , độ lớn*

*Thành phần hạt :* nói chung cát phải có môđun độ lớn không nhỏ hơn 0,7 và cấp phối phải phù hợp với bảng 6-1 và được biểu diễn ở đồ thị như hình vẽ.

*Bảng 6-1*

| Kích thước mắt sàng (*mm*) | 5 | 1,25 | 0,315 | 0,14 |
|---|---|---|---|---|
| Lượng sót tích luỹ (%) | 0 ÷ 10 | 0 ÷ 55 | 30 ÷ 95 | 75 ÷ 100 |




***Đồ thị xác định thành phần hạt của cát trong vữa***

*Độ lớn :* khi xây gạch nên dùng cát có $d_{max} \leq 5mm$, xây đá hộc dùng cát có kích thước không lớn hơn 1/4 ÷ 1/5 chiều dày mạch xây, còn khi hoàn thiện thì cát có $d_{max} < 2,5mm$.

Cát có thể là cát thiên nhiên (cát thạch anh, cát fenspat) và cát nhân tạo (nghiền từ các loại đá đặc hoặc đá rỗng).

## III. PHỤ GIA

Trong vữa có thể dùng tất cả các loại phụ gia như bêtông. Phụ gia được cho vào nhằm mục đích cải thiện các tính chất nhất định của vữa. Để tiết kiệm lượng chất kết dính, làm giảm lượng nước nhào trộn, làm tăng độ dẻo, thường dùng một số phụ gia hoạt tính bề mặt . Khi cần tăng sản lượng và hạ mác vữa thường dùng các loại phụ gia vô cơ như đất sét dẻo, cát nghiền nhỏ, bột đá puzơlan.

## IV. NƯỚC

Nước dùng để chế tạo vữa là nước sạch.

# §3. MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA HỖN HỢP VỮA VÀ VỮA

## I. ĐỘ DẺO CỦA HỖN HỢP VỮA (TCVN 3121-1979)

### *1. Khái niệm*

Độ dẻo của hỗn hợp vữa đặc trưng cho khả năng dễ hay khó nhào trộn, thi công, là tính chất quan trọng đảm bảo năng suất thi công và chất lượng của khối xây. Do vữa phải làm việc ở trạng thái dàn mỏng nên yêu cầu độ dẻo phải lớn.

### *2. Cách xác định*

Độ dẻo được đánh giá bằng độ cắm sâu vào hỗn hợp vữa của côn, tính bằng *cm*

Côn là dụng cụ kim loại có dạng hình nón, góc ở chóp bằng $30^o$, cao 145*mm*, nặng 300±2*g*, đường kính đáy 75*mm*. Phễu đựng vữa hình nón cụt cao 180*mm*, đường kính đáy nhỏ 20*mm*, đường kính đáy lớn 150*mm*.

Dụng cụ để đo độ cắm chùy có cấu tạo tương tự vica.

Hỗn hợp vữa trộn xong được đổ ngay vào phễu, dùng chày đầm 25 cái sau đó lấy bớt vữa ra sao cho mặt vữa thấp hơn miệng phễu 1*cm*. Dằn nhẹ trên mặt bàn hay nền cứng 5 ÷ 6 lần. Đặt phễu vào giá dưới côn rồi hạ côn xuống sao cho mũi côn vừa chạm vào mặt vữa ở tâm của đáy phễu. Thả vít cho côn rơi tự do vào trong vữa. Sau 10 giây tính từ khi thả vít bắt đầu đọc trị số trên bảng chia chính xác đến 0,2*cm*

Trong điều kiện hiện trường cho phép thả côn vào trong vữa bằng tay.

***3. Các yếu tố ảnh hưởng***

*Ảnh hưởng của chất kết dính:*

- Lượng dùng chất kết dính tăng và nước tăng → Độ dẻo tăng
- Lượng dùng chất kết dính tăng nhưng giữ nguyên lượng nước → Độ dẻo giảm vì lượng nước dùng để thuỷ hoá.
- Lượng dùng chất kết dính giảm → Độ dẻo giảm

*Ảnh hưởng của cốt liệu :*

- Khi đường kính hạt cát tăng thì độ rỗng và tỷ diện của cát giảm → lớp hồ bao bọc hạt cát sẽ dày lên làm độ dẻo của hỗn hợp vữa tăng.
- Khi đường kính hạt cát giảm thì độ rỗng và tỷ diện của cát tăng → lớp hồ bao bọc hạt cát sẽ mỏng đi làm độ dẻo của hỗn hợp vữa giảm.

*Ảnh hưởng của phụ gia :*

- Nếu sử dụng phụ gia hoạt tính thì độ dẻo của hỗn hợp vữa sẽ tăng.
- Nếu sử dụng phụ gia trơ thì độ dẻo của hỗn hợp vữa sẽ giảm.

*Ảnh hưởng của mức độ trộn*

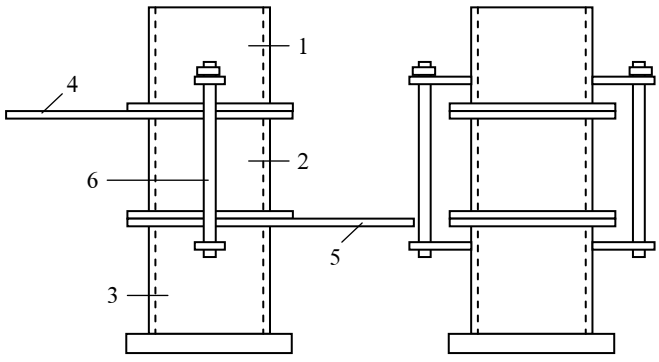
- Mức độ trộn kỹ, trộn bằng máy → độ dẻo tăng
- Mức độ trộn không kỹ, trộn bảng tay → độ dẻo giảm

## II. ĐỘ PHÂN TẦNG CỦA HỖN HỢP VỮA

***1. Khái niệm***

Phân tầng là sự thay đổi tỷ lệ của hỗn hợp vữa theo chiều cao của khối vữa khi vận chuyển hoặc để lâu chưa dùng tới. Độ phân tầng càng lớn thì chất lượng vữa càng kém.

***2. Phương pháp xác định***




***Dụng cụ để thử độ phân tầng***

1,2,3 - Ống kim loại

Có hai phương pháp xác định độ phân tầng của hỗn hợp vữa.

*Phương pháp chấn động :* dụng cụ thí nghiệm là một khuôn thép trụ rỗng tròn xoay gồm ba ống kim loại rời nhau. Sau khi chuẩn bị xong hỗn hợp vữa đổ vào đầy khuôn, gạt ngang miệng khuôn, đậy nắp rồi cho lên bàn rung trong 30 giây. Sau đó trượt thớt 1 và 2 trên các tấm trượt 4 và 5 để phân khối vữa ra làm 3 phần. Đổ phần 1 và 3 ra chảo trộn lại trong 30 giây rồi xác định độ dẻo của hỗn hợp vữa trong ống 1 ($S_1$) và ống 3 ($S_3$).

Độ phân tầng được tính theo công thức (TCVN 3121-1979) :

$$PT = 0,07 (S_1^3 - S_3^3) \ ; \ cm^3$$

Yêu cầu : $PT \leq 30cm^3$

*Phương pháp lắng :* vữa mới trộn được đổ đầy vào một bình hình trụ cao 30*cm*, đường kính 15*cm*. Đo độ sâu cắm côn được $S_1$. Sau đó để yên trong 30 phút rồi lấy đi 2/3 số vữa trong thùng (lấy nhẹ nhàng, không làm xáo trộn số vữa còn lại), đem trộn số vữa còn lại rồi cho vào bình trụ cao 15*cm*, đường kính 15*cm* để xác định $S_2$.

Độ phân tầng được xác định theo công thức :

$$PT = S_1 - S_2 \ ; \ cm$$

## III. KHẢ NĂNG GIỮ NƯỚC

### *1. Khái niệm*

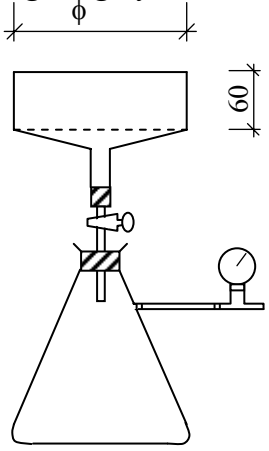
Vì vữa phải làm việc ở trạng thái dàn mỏng, diện tích tiếp xúc không khí lớn và phải tiếp xúc vật liệu xây lấy nước, do đó đòi hỏi nước phải có khả năng giữ nước lớn để đảm bảo độ dẻo trong quá trình thi công và đảm bảo quá trình ngưng kết rắn chắc của chất kết dính.

Khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa được biểu thị qua phần trăm tỷ lệ giữa độ dẻo của hỗn hợp vữa sau khi chịu hút ở áp lực chân không và độ dẻo của hỗn hợp vữa ban đầu.

### *1. Cách xác định*

Khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa được xác định bằng dụng cụ tạo chân không.

Sau khi thử độ dẻo của hỗn hợp vữa ($S_1$), đặt trên mặt phễu một lớp giấy lọc đã thấm nước, rải hỗn hợp vữa lên trên giấy bọc một lớp dày 3*cm*. Hút không khí trong bình giảm đến áp suất 50 *mmHg* trong 1 phút, một phần nước của hỗn hợp vữa bị tách ra. Đổ hỗn hợp vữa trong phễu ra chảo .Tiếp tục làm như thế ba lần. Cho hỗn hợp vữa sau ba lần thử vào chung một chảo, trộn lại trong 30 giây rồi xác định độ dẻo ($S_2$).




***Dụng cụ thử khả năng giữ nước***

Độ giữ nước của hỗn hợp vữa được tính chính xác đến 0,1% theo công thức :

$$G_n = \frac{S_2}{S_1} \times 100\%$$

trong đó : $S_1$ - độ dẻo ban đầu của hỗn hợp vữa, *cm*

$S_2$ - độ dẻo sau khi đã hút chân không của hỗn hợp vữa, *cm*

Để tăng khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa ta phải sử dụng cát hạt nhỏ, tăng hàm lượng chất kết dính và nhào trộn thật kỹ.

Hỗn hợp vữa xây và hỗn hợp vữa hoàn thiện phải thoả mãn các yêu cầu quy định trong bảng 6-3.

*Bảng 6-3*

| Tên chỉ tiêu | Loại vữa hỗn hợp | | |
|---|---|---|---|
| | Để xây | Để hoàn thiện | |
| | | Thô | Mịn |
| 1. Đường kính hạt cốt liệu lớn nhất, *mm*, không lớn hơn | 5 | 2,5 | 1,25 |
| 2. Độ dẻo (độ lún côn), *mm* | 4 ÷ 10 | 6 ÷ 10 | 7 ÷ 12 |
| 3. Độ phân tầng, $cm^3$, không lớn hơn | 30 | - | - |
| 4. Độ (khả năng) giữ nước, %, đối với : | | | |
| - Hỗn hợp vữa ximăng | 63 | - | - |
| - Hỗn hợp vữa vôi và các vữa hỗn hợp khác | 75 | - | - |

***3. Các yếu tố ảnh hưởng***

- Tỷ lệ phối hợp giữa các thành phần vật liệu
- Chất lượng vật liệu : vật liệu có hàm lượng chất bẩn cao làm giảm khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa và ngược lại.
- Nếu sử dụng phụ gia tăng dẻo thì khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa tăng
- Cho vôi với một tỷ lệ hợp lý sẽ tăng khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa nhưng tăng quá nhiều sẽ giảm cường độ vữa.

## III. CƯỜNG ĐỘ CỦA VỮA

***1. Khái niệm***

*Cường độ* là khả năng của vữa chống lại sự phá hoại của tải trọng. Vữa có khả năng chịu nhiều loại lực khác nhau nhưng khả năng chịu nén là lớn nhất, do đó cường độ chịu nén là chỉ tiêu quan trọng nhất để đánh giá chất lượng của các loại vữa thông thường.

*Cường độ tiêu chuẩn* là cường độ nén của vữa khi mẫu chuẩn được chế tạo và dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn.

*Mác vữa* là đại lượng không thứ nguyên do nhà nước qui định dựa vào cường độ nén tiêu chuẩn .

Theo TCVN 4314-1986 có các loại mác vữa thông dụng sau :

10 ; 25 ; 50 ; 75 ; 100 ; 150 ; 200 ; 300

Vữa xây và vữa hoàn thiện đều phải thoả mãn yêu cầu về khả năng chịu lực như quy định trong bảng 6-4.

*Bảng 6-4*

| **Mác vữa** | **Giới hạn bền nén trung bình nhỏ nhất, *daN /cm²*** | **Giới hạn bền nén trung bình lớn nhất, *daN /cm²*** |
|---|---|---|
| 4 | 4 | 9 |
| 10 | 10 | 24 |
| 25 | 25 | 49 |
| 50 | 50 | 74 |
| 75 | 75 | 99 |
| 100 | 100 | 149 |
| 150 | 150 | 199 |
| 200 | 200 | 299 |
| 300 | 300 | - |

***2. Cách xác định***

*Cường độ chịu nén của vữa :* được xác định bằng cách nén vỡ các mẫu hình lập phương cạnh 7,07*cm* hoặc các nửa mẫu vữa sau khi chịu uốn.

*Xác định bằng các mẫu lập phương có cạnh 7,07cm*

Khi hỗn hợp vữa có độ dẻo nhỏ hơn 4*cm*, mẫu được đúc trong khuôn thép có đáy, còn nếu hỗn hợp vữa có độ dẻo lớn hơn 4*cm*, mẫu được đúc trong khuôn thép không có đáy. Sau khi đúc xong mẫu được bảo dưỡng như sau :

Với vữa ximăng, để mẫu từ 24 đến 48 giờ trong điều kiện $t^o = 27\pm2^oC$, W = 90% rồi tháo khuôn và bảo quản thêm 3 ngày nữa trong điều kiện trên. Sau đó, dưỡng hộ mẫu trong không khí ở $t^o = 27\pm2^oC$ và độ ẩm tự nhiên đối với vữa xây trong môi trường khô hoặc ngâm trong nước đối với vữa xây trong môi trường ẩm.

Với các loại vữa khác, để mẫu trong khuôn 72 giờ ở $t^o = 27\pm2^oC$ rồi tháo khuôn. Sau đó dưỡng hộ mẫu trong không khí ở $t^o = 27\pm2^oC$ và độ ẩm tự nhiên.

Sau khi dưỡng hộ mẫu đủ ngày quy định thì đem nén. Kết quả phép thử lấy bằng trung bình cộng giá trị của 3 hoặc 5 mẫu thử.

*Xác định bằng các nửa mẫu sau khi chịu uốn*

Để xác định cường độ chịu nén của vữa người ta cũng có thể sử dụng các nửa mẫu dầm sau khi chịu uốn, mẫu dầm có kích thước 4×4×16*cm*.

Để chuyển giới hạn bền nén của vữa xác định bằng cách thử nửa mẫu dầm sang giới hạn bền nén xác định bằng các mẫu lập phương cùng điều kiện dưỡng hộ và chế tạo như nhau thì nhân với hệ số 0,8 cho các mẫu vữa mác dưới 100. Với vữa mác từ 100 trở lên thì giới hạn bền nén đúng bằng mẫu lập phương.

*Cường độ chịu kéo khi uốn :* được xác định bằng cách uốn gãy các mẫu vữa hình dầm kích thước 4×4×16*cm* (TCVN 3121-1979).

Dùng máy thuỷ lực 5 tấn, đặt lực tại vị trí giữa dầm và gia tải cho đến khi mẫu bị phá hoại. Cường độ chịu kéo khi uốn của vữa tính theo công thức sau :

$$R_u = \frac{3Pl}{2bh^2}$$

trong đó : P - lực phá hoại mẫu (đặt tại vị trí l/2), *kg*

l - chiều dài mẫu, *cm*

b - bề rộng tiết diện mẫu, *cm*

h - chiều cao tiết diện mẫu, *cm*

***3. Các yếu tố ảnh hưởng***

*Cường độ của vữa phát triển theo thời gian* do cường độ chất kết dính phát triển theo thời gian.

*Ảnh hưởng của nhiệt độ :* vữa được dưỡng hộ ở những điều kiện nhiệt độ khác nhau thì tốc độ phát triển cường độ cũng khác nhau.

*Ảnh hưởng của phụ gia*

Để tăng khả năng giữ nước và tăng độ dẻo của vữa, người ta thường cho thêm vào vữa ximăng các loại phụ gia như vôi nhuyễn, bùn đất sét, v.v... nhưng lượng phụ gia cần có một tỷ lệ hợp lý nhất, đó là tỷ lệ làm cho vữa có cường độ cao nhất. Khi dùng quá tỷ lệ này thì cường độ của vữa sẽ giảm. Nói chung, khi mác vữa càng cao thì tỷ lệ hợp lý của các chất phụ gia so với ximăng càng giảm dần.

*Ảnh hưởng của điều kiện sử dụng*

Điều kiện sử dụng là tính chất của vật liệu cùng làm việc với vữa hoặc tính chất của nền.

Vữa trên nền đặc (nền không hút nước) :

$$R_V = f\left(R_{cKD}, \frac{N}{CKD}, \text{ chất lượng cát}\right)$$

Để thí nghiệm đúc mẫu trong một khuôn thép có đáy, sau 1 ngày tháo khuôn dưỡng hộ ở điều kiện tiêu chuẩn và dưỡng hộ ở môi trường sử dụng sau này. Cường độ của vữa được xác định theo công thức :

$$R_v = 0{,}25R_X\left(\frac{X}{N} - 0{,}4\right)$$

Hoặc :
$$R_v = 0{,}4R_X\left(\frac{X}{N} - 0{,}3\right)$$

trong đó : $R_v$ - cường độ vữa sau 28 ngày dưỡng hộ, *daN/cm²*

$R_x$ - mác ximăng, *daN/cm²*

X - lượng ximăng dùng cho 1*m³* cát vàng, *kg*

N - lượng ximăng dùng cho 1*m³* vữa, *lít*

Vữa trên nền xốp (nền hút nước) : khi vữa làm việc trên nền hút nước thì dù tỷ lệ N/X thay đổi trong một phạm vi nào đó thì sau khi nền hút , lượng nước còn lại trong vữa tương đương như nhau và phụ thuộc vào khả năng giữ nước của vữa. Khi đó :

$$R_V = f(R_{CKD}, CKD, \text{chất lượng cát})$$

$$R_V = KR_X(X - 0{,}05) + 4 \;;\; kg/cm^2$$

trong đó : $R_v$ - cường độ vữa sau 28 ngày dưỡng hộ, $daN/cm^2$

$R_x$ - mác ximăng xác định theo phương pháp mềm, $daN/cm^2$

X - lượng ximăng dùng cho $1m^3$ cát vàng, $kg$

K - hệ số, phụ thuộc vào cốt liệu

Để thí nghiệm đúc mẫu bằng khuôn thép không có đáy đặt trên một viên gạch xốp, phẳng có $W < 2\ \%$, $Hp = 10 \div 15\ \%$

## IV. LỰC KẾT DÍNH CỦA VỮA VỚI NỀN

### *1. Khái niệm*

Vữa bao giờ cũng làm việc chung với vật liệu xây và nền nên đòi hỏi lực kết dính lớn. Nếu vữa bám dính kém sẽ ảnh hưởng đến độ bền của sản phẩm và năng suất thi công.

Lực dính kết của vữa phụ thuộc vào số lượng, chất lượng của chất kết dính, khi trộn vữa phải cân đong đủ liều lượng vật liệu thành phần, phẩm chất của vật liệu phải được đảm bảo tốt đồng thời vữa phải được trộn đều và kỹ. Ngoài ra lực dính kết của vữa còn phụ thuộc vào độ nhám, độ sạch, độ ẩm của vật liệu xây, mặt trát, láng, ốp.

### *2. Công thức xác định*

Tính dính kết của vữa thể hiện ở khả năng chống cắt và chống kéo . Cường độ dính kết của vữa có thể xác định theo các công thức kinh nghiệm sau :

$$R_{dk}^{cắt} = \frac{3R_v}{14 + R_v}$$

$$R_{dk}^{kéo} = \frac{1{,}8R_v}{14 + R_v}$$

trong đó : $R_v$ - mác vữa

## V. TÍNH BỀN CỦA VỮA

### *1. Tính bền trong môi trường xâm thực cơ lý*

Đối với các khối xây đá làm việc trong môi trường nước , nhất là đối với dòng chảy có ngậm bùn, cát thì vữa là bộ phận yếu nhất , dễ bị xói mòn nhất. Do đó để đảm bào cho khả năng chống xói mòn của vữa phải tăng cường độ của vữa, tăng khả năng dính bám của vữa với khối xây.

### *2. Tính bền trong môi trường xâm thực hóa học*

Tương tự bê tông, ăn mòn chủ yếu của vữa là ăn mòn trên đá xi măng. Để tăng tính bền của vữa trong môi trường xâm thực hóa học phải tăng độ đặc của vữa và chọn loại ximăng tương hợp với môi trường.

### *3. Tính chống thấm*

Vữa ở mặt ngoài của công trình chịu áp lực cần phải có tính chống thấm thích hợp.

Để xác định mác chống thấm của vữa, dùng mẫu có chiều dày 2 cm cho chịu áp lực nước ban đầu là 0,5 atm, cứ sau 1 giờ tăng thêm 0,5 atm nữa cho đến khi xuất hiện vết thấm.

# §4. VỮA XÂY

## I. YÊU CẦU KỸ THUẬT ĐỐI VỚI VỮA XÂY

Vữa xây làm nhiệm vụ liên kết vật liệu xây, liên kết khối xây với nền và truyền lực từ viên gạch hay đá này xuống viên gạch hay đá khác trong kết cấu xây nên đòi hỏi nó phải có cường độ cao, lực liên kết lớn, độ dẻo tốt. Nếu mạch vữa không đầy, khối xây không chắc thì dễ sinh hiện tượng bị phá hoại vì uốn.

Các loại vữa xây cần có tính dẻo tốt. Độ dẻo này thay đổi tùy thuộc loại kết cấu xây, phương pháp đầm chắc, điều kiện thời tiết khi thi công và loại nền. Người ta thường chọn độ dẻo của vữa như bảng 6-7 .

*Bảng 6-7*

| Loại kết cấu xây | Độ dẻo của vữa, *cm* | |
|---|---|---|
| | Nền xốp hoặc trời nóng | Nền đặc hoặc trời lạnh |
| Xây gạch đất sét | 8 ÷ 10 | 6 ÷ 8 |
| Xây gạch xỉ | 7 ÷ 9 | 5 ÷ 7 |
| Xây đá hộc | 5 ÷ 7 | 4 ÷ 5 |
| Xây gạch đá dùng chấn động | 2 ÷ 3 | 1 ÷ 2 |

## II. TÍNH TOÁN CẤP PHỐI

Cấp phối của vữa được biểu diễn bằng tỷ lệ về thể tích giữa các thành phần vật liệu

### *1. Cấp phối vữa vôi*

Đối với vữa vôi người ta không cần tính toán mà chỉ dựa vào chất lượng của vôi mà dùng các cấp phối như sau :

- Vôi cấp 3 thì cấp phối thường là V : C = 1 : 2
- Vôi cấp 2 thì cấp phối thường là V : C = 1 : 3
- Vôi cấp 1 thì cấp phối thường là V : C = 1 : 4

### *2. Cấp phối vữa hỗn hợp*

Tính lượng ximăng ứng với $1m^3$ cát theo công thức :

$$X = \frac{R_v}{KR_x} \times 1000 \ ; \ kg$$

trong đó : $R_v$ - mác vữa cần thiết kế, $daN/cm^2$

$R_x$ - mác ximăng, *daN/cm²*

K - hệ số chất lượng vật liệu, lấy theo bảng 6-8

*Bảng 6-8*

| Môđun độ lớn của cát | Hệ số K | |
|---|---|---|
| | Ximăng poocläng thường | Ximăng poocläng puzơlan |
| 0,7 ÷ 1,0 | 0,71 | 0,80 |
| 1,1 ÷ 1,3 | 0,73 | 0,82 |
| 1,31 ÷ 1,5 | 0,79 | 0,89 |
| > 1,51 | 0,88 | 1,00 |

Lượng vôi nhuyễn (sét nhuyễn) cho 1$m^3$ cát :

$$V(S) = 0,17\ (1 - 0,002X)\ ;\ m^3$$

Lượng nước được xác định theo yêu cầu độ dẻo của vữa (độ cắm sâu của côn) hoặc bằng công thức gần đúng :

$$N = 0,65\ (X + V.\gamma_{ov})$$

trong đó : $\gamma_{ov}$ - khối lượng thể tích của vôi nhuyễn hoặc sét nhuyễn, *kg/m³*

Cấp phối của vữa ximăng - vôi được biểu thị như sau :

$$V_X : V_V : V_C = \frac{X}{\gamma_{oX}} : \frac{V}{1000} : 1$$

### *3. Cấp phối vữa xi măng*

Cấp phối của vữa ximăng gần giống cấp phối của vữa hỗn hợp ximăng - vôi nhưng không có vôi và lượng ximăng có dùng tăng lên một ít.

Người ta ít tính cấp phối của vữa ximăng theo công thức mà tra theo bảng kinh nghiệm cho sẵn (bảng 6-9)

*Bảng 6-9*

| Mác ximăng | Cấp phối vữa ximăng (theo thể tích X : C) cho các mác | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 100 | 75 | 50 | 25 |
| 600 | 1 : 4,5 | 1 : 6 | - | - |
| 500 | 1 : 4 | 1 :5 | - | - |
| 400 | 1 : 3 | 1 : 4 | 1 : 6 | - |
| 300 | - | 1 : 3 | 1 : 4,5 | - |
| 250 | - | - | 1 : 3 | 1 : 6 |
| 200 | - | - | 1 : 2,5 | 1 : 5 |

## §4. VỮA TRÁT

### I. ĐẶC TÍNH CỦA VỮA TRÁT

Vữa trát làm nhiệm vụ bảo vệ khối xây, tăng vẻ mỹ quan cho công trình và trong những trường hợp đặc biệt , nó còn có nhiệm vụ cách âm, cách nhiệt, chống thấm.

Thông thường vữa trát thường được trát thành 3 lớp mỏng :

- Lớp dự bị (trát đầu tiên) : có độ dày $\delta = 3 \div 8$ *mm* dính chặt vào bề mặt của khối xây nên yêu cầu độ dẻo lớn, lực dính kết lớn và khi trát phải dùng áp lực mạnh.

- Lớp đệm (trát thứ hai) : $\delta = 5 \div 12$ *mm*, có nhiệm vụ làm bằng phẳng bề mặt khối xây, độ dẻo lớp này kém hơn lớp dự bị.

- Lớp trang trí (trát thứ ba) : $\delta = 2$ *mm* có tác dụng làm trơn nhẵn bề mặt khối xây nếu cần, thường có pha bột màu để trang trí.

Ba lớp trát trên đây thường trát lớp này sau lớp kia, sau khi lớp trước đã ninh kết và bắt đầu rắn chắc.

Do vị trí và công dụng của nó nên vữa trát có một số yêu cầu khác vữa xây : nhão hơn và có khả năng hút nước tốt hơn (độ phân tầng tốt nhất là $1 \div 2cm$), do đó dùng vữa vôi rất tốt. Tuy vậy, ở những bộ phận ẩm ướt hoặc tiếp xúc với nước thì phải dùng vữa ximăng. Nói chung, lượng chất kết dính ở vữa trát thường cao hơn so với vữa xây.

Để đảm bảo các đặc tính trên, các vật liệu chế tạo vữa trát phải đạt các yêu cầu :

- Vôi phải tôi kỹ hơn (tôi trước $1 \div 2$ tháng), lọc kỹ hơn.

- Cát phải mịn hơn : đối với lớp dự bị và lớp đệm, không lớn hơn 2,5*mm*; đối với lớp trang trí, không lớn hơn 1,2*mm*.

- Vữa phải nhào trộn kỹ hơn và đảm bảo độ dẻo cần thiết.

Để nâng cao độ dẻo của vữa trát có thể sử dụng phụ gia tăng dẻo hữu cơ.

## II. CẤP PHỐI CỦA VỮA TRÁT

### *1. Vữa vôi*

Để trát lớp dự bị tường gạch hay đá dùng cấp phối Vôi nhuyễn : C = 1 : 3

Để trát lớp trang trí dùng cấp phối Vôi nhuyễn : C = 1 : 2

### *2. Vữa hỗn hợp*

Để trát tường ngoài nhà hoặc nơi ẩm ướt thường dùng cấp phối từ X:V:C = 1 : 0,5 : 6 đến 1 : 1 : 6

Để trát tường trong nhà thường dùng cấp phối X : V : C = 1 : 2 : 9

### *3. Vữa xi măng*

Thường lấy cấp phối từ X : C = 1 : 6 đến 1 : 3,5

## III. VỮA PHUN

Vữa phun cũng là vữa trát nhưng được thi công bằng máy, nguyên lý phun vữa giống như phun bê tông , tốc độ phun là 150 *m/s*.

Dùng vữa phun có nhiều ưu điểm hơn so với vữa trát tay :

- Lực dính kết với khối xây lớn hơn.
- Độ đặc lớn hơn → khả năng chống thấm tốt hơn, cường độ cao hơn.
- Có thể thi công đối với các cấu kiện có kích thước nhỏ và phức tạp.

## IV. VỮA TRANG HOÀNG

Vữa trang hoàng cũng là vữa trát nhưng có thể xi măng trắng, xi măng màu, cát trắng và cỡ hạt đều hơn để trang trí cho bề mặt công trình.

# CHƯƠNG VII

# CHẤT KẾT DÍNH HỮU CƠ

## §1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

### I. KHÁI NIỆM

Chất kết dính hữu cơ là chất kết dính có thành phần là những hợp chất hữu cơ (bitum và guđrông) có thể tồn tại ở 3 trạng thái rắn, lỏng và quánh. Ở trạng thái lỏng nó có thể trộn lẫn với các loại vật liệu khoáng tạo thành một hỗn hợp đồng nhất. Sau khi được lu lèn và để một thời gian cho ổn định nó tạo thành vật liệu đá nhân tạo có cường độ và độ ổn định.

Bitum và guđrông thu được trên cơ sở hóa luyện các chất hữu cơ như dầu mỏ, than đá, than bùn. Chúng có các tính chất xây dựng chủ yếu sau :

- Là chất kết dính nên có thể liên kết các vật liệu khoáng rời rạc với nhau
- Khó tan trong môi trường nước, có tính ngăn nước → làm vật liệu chống thấm
- Khó tan trong các axit vô cơ
- Dễ tan trong các dung môi hữu cơ như dầu hỏa, benzen
- Nhạy cảm với nhiệt độ

### II. PHÂN LOẠI

***1. Theo thành phần hóa học***

*Bitum* là hỗn hợp của các hyđrôcacbua dạng ankan, anken và loại mạch vòng ở dạng cao phân tử, và một số phi kim loại khác như O, N, S.

*Guđrông* là hỗn hợp của các hyđrôcacbua thơm và một số phi kim như O, N, S.

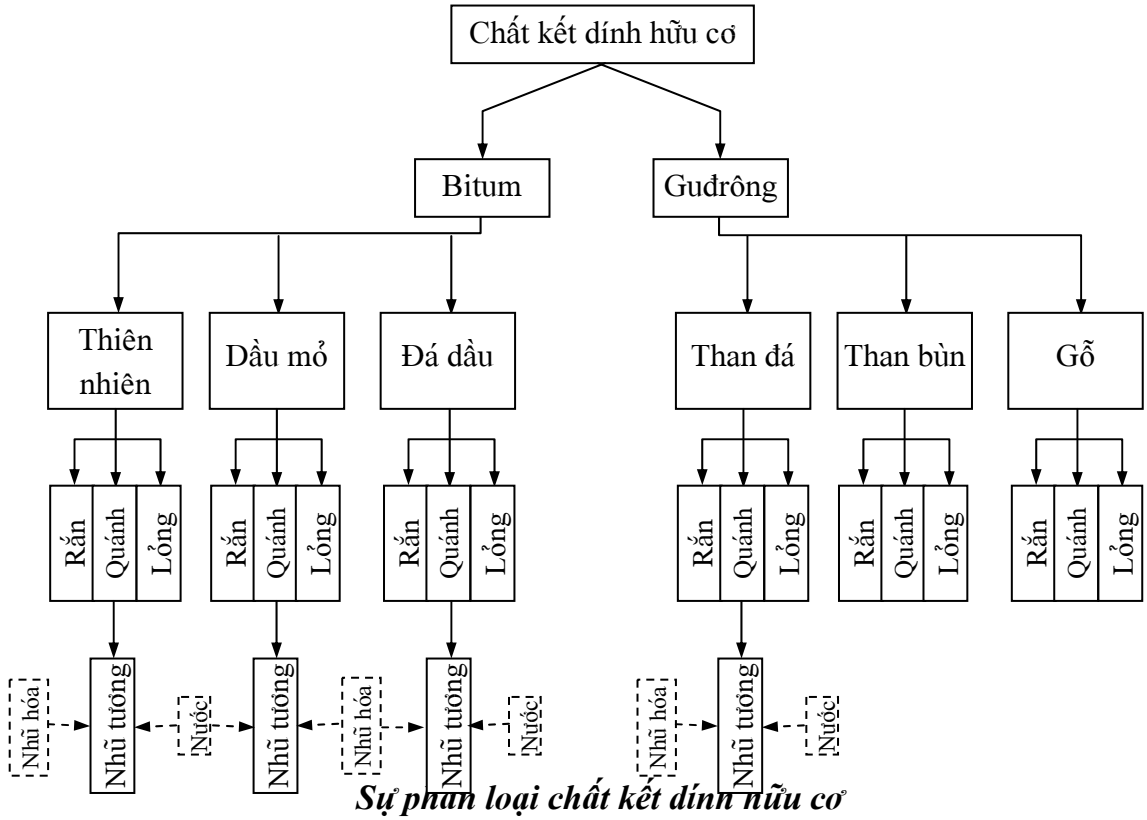
***2. Theo nguồn gốc***

- Bitum dầu mỏ : là sản phẩm cuối cùng của dầu mỏ
- Bitum đá dầu : là sản phẩm khi chưng dầu đá
- Bitum thiên nhiên : là loại bitum thường gặp trong thiên nhiên ở dạng tinh khiết hay lẫn trong các loại đá
- Guđrông than đá : là sản phẩm khi chưng khô than đá
- Guđrông than bùn : là sản phẩm khi chưng khô than bùn
- Guđrông gỗ : là sản phẩm khi chưng khô than gỗ

***3. Theo đặc tính xây dựng***

- Bitum và guđrông rắn : ở nhiệt độ 25 ÷ 30$^oC$ là một chất rắn, có tính dòn và đàn hồi; còn khi ở nhiệt độ 180 - 200$^oC$ thì chuyển sang dạng lỏng.
- Bitum và guđrông quánh : ở nhiệt độ 25 ÷ 30$^oC$ là một chất mềm, có tính dẻo cao và độ đàn hồi không lớn lắm; còn khi ở nhiệt độ 140 ÷ 170$^oC$ thì chuyển sang dạng lỏng.
- Bitum và guđrông lỏng : ở nhiệt độ 25 ÷ 30$^oC$ là một chất lỏng có nhóm chất dầu nhiều. Khi nhóm chất dầu bay hơi hết nó khôi phục lại trạng thái ban đầu (rắn, quánh).

- Nhũ tương bitum và guđrông : là một hệ thống keo bao gồm các hạt chất kết dính phân tán trong môi trường nước dưới tác dụng của chất nhũ hóa. Ở nhiệt độ thường nhũ tương có tính lỏng và dùng trong trạng thái nguội. Khi rải lên bề mặt vật liệu đá thành một lớp mỏng thì nhũ tương bị phân giải, nước bay hơi hết, chất kết dính tách ra và phục hồi lại trạng thái ban đầu của nó.




***Sự phân loại chất kết dính hữu cơ***

# §2. BITUM DẦU MỎ

## I. KHÁI NIỆM

Bitum dầu mỏ là chất kết dính hữu cơ có thành phần gồm các hyđrôcacbua dạng ankan, anken, các hyđrôcacbua mạch vòng của các phi kim O, N, S. Nó có màu đen, $\gamma_a \approx 1 g/cm^3$, ở dạng rắn, lỏng, quánh; hòa tan được trong bezen, cloruafooc ($CHCl_3$), đisunfua cacbon ($CS_2$) và một số dung môi hữu cơ khác.

Thành phần các nguyên tố hóa học của bitum thường dao động trong khoảng

C = 83 ÷ 88% ; S = 0,5 ÷ 3,5% ; N < 1% ;

H = 9 ÷ 12% ; O = 0,5 ÷ 1,5%

Các nguyên tố đó kết hợp với nhau tạo thành nhiều hợp chất rất phức tạp, do đó việc nghiên cứu các hợp chất riêng rẽ rất khó thực hiện. Vì vậy, dựa trên cơ sở giống nhau về thành phần hóa học và tính chất vật lý chia chúng ra làm nhiều nhóm khác nhau. Tính chất và thành phần của các nhóm này sẽ quyết định tính chất của bitum.

## II. THÀNH PHẦN PHÂN NHÓM

### *1. Nhóm chất dầu*

- Là những phân tử có phân tử lượng thấp nhất, vào khoảng 300 ÷ 500 *đvC*.
- Không màu, $\gamma_a$ = 0,91 ÷ 0,95$g/cm^3$, dễ bay hơi.
- Nhóm dầu làm cho bitum có tính dẻo.
- Hàm lượng của nhóm dầu tăng thì tính lỏng của bitum sẽ tăng lên còn tính quánh thì giảm xuống.

***2. Nhóm chất nhựa***

- Là những hợp chất cao phân tử hơn, M = 600 ÷ 800*đvC*.
- Màu nâu sẫm, $\gamma_a \approx 1 g/cm^3$, có thể hòa tan trong benzen, ét xăng, $CHCl_3$.
- Nhóm chất nhựa làm bitum có tính dẻo.
- Hàm lượng nhóm này tăng → tính dẻo tăng.

***3. Nhóm átphan (asphal)***

- Là những hợp chất có M = 1000 ÷ 6000*đvC* và cao hơn.
- Màu đen, rắn, dòn, $\gamma_a$ = 1,1 ÷ 1,15$g/cm^3$, không bị phân hủy khi đốt nóng mà chỉ khi ở nhiệt độ cao hơn 300$^oC$ mới bị phân giải thành khí và cốc, có thể hòa tan trong $CHCl_3$, têtraclorua cacbon ($CCl_4$) mà không hòa tan trong ête, dầu hỏa và axêtôn ($C_3H_5OH$).
- Nhóm átphan làm bitum có tính dẻo và có sự thay đổi theo nhiệt độ.
- Hàm lượng nhóm này tăng → tính quánh và nhiệt độ hóa mềm cũng tăng lên.

***4. Nhóm axit átphan và các anhyđrit của chúng***

- Là những chất nhựa hóa (nhựa axit), là thành phần mang cực tính (gồm những phân tử có chứa gốc cacbôxyn - COOH).
- Màu nâu sẫm, khối lượng riêng lớn hơn 1, dễ hòa tan trong rượu cồn, benzen, $CHCl_3$ và khó hòa tan trong ét xăng.
- Tạo được liên kết hóa học với các vật liệu khoáng dạng bazơ.
- Hàm lượng tăng → khả năng dính bám và cường độ liên kết của bitum với các vật liệu khoáng tăng (độ hoạt tính của bitum tăng).

***5. Nhóm cacben, cacboit***

- Gồm những phân tử có phân tử lượng rất lớn, màu đen sẫm, khối lượng riêng lớn hơn 1, rắn, dòn.
- Cacben có tính chất gần như átphan, chỉ khác là không hòa tan trong benzen, têtraclorua cacbon ($CCl_4$) mà chỉ tan trong $CS_2$.
- Cacboit là chất rắn ở dạng muội, không tan trong bất cứ dung môi hữu cơ nào.
- Các chất này làm cho bitum kém dẻo.

***6. Chất parafin***

- Là những phân tử có dạng ankan, ở dạng rắn, dòn.
- Nhạy cảm với nhiệt độ, $\gamma_a$ = 0,93$g/cm^3$.
- Làm giảm khả năng phân tán và hòa tan của átphan vào nhóm nhựa và nhóm dầu, làm giảm tính đồng nhất của bitum. Mặt khác nó còn làm nhiệt độ hóa mềm, tính dòn của

bitum tăng lên, đồng thời làm bitum hóa lỏng ở nhiệt độ thấp hơn bitum không chứa parafin.

* Đối với bitum dầu mỏ loại quánh, hàm lượng các nhóm chất như sau :

- Nhóm dầu : 45 ÷ 60%
- Nhóm nhựa : 15 ÷ 30%
- Nhóm átphan : 12 ÷ 38%
- Nhóm axit átphan :< 1%
- Nhóm cacben, cacboit : < 1,5%
- Chất parafin : < 5%

## II. CẤU TRÚC CỦA BITUM

Tất cả các nhóm trên đây của bitum sẽ tạo thành một hệ thống keo phức tạp. Trong đó những chất átphan, cacboit, cacben là pha phân tán, chất dầu là môi trường phân tán, chất nhựa là chất hoạt tính bề mặt (chất làm cho hệ thống ổn định).

Chính cấu trúc của hệ thống keo này sẽ quyết định các tính chất cơ học của vật liệu bitum như cường độ, độ đàn hồi, độ dẻo, ... cũng như tính ổn định nhiệt và các tính chất khác của bitum. Các loại dầu mỏ có thành phần tương đối giống nhau nhưng có cấu trúc khác nhau thì tính chất của nó cũng khác nhau rất lớn.

Bộ phận cơ bản của cấu trúc keo là mixen. Mixen là những hạt keo, bên trong có nhân là chất átphan, xung quanh hạt nhân được bao bọc bằng một lớp chất nhựa tạo nên một sự liên tục, không biểu hiện rõ ràng giới hạn phân chia giữa pha phân tán và môi trường phân tán. Những mixen của bitum sẽ tương tác lẫn nhau qua lớp môi trường phân tán là chất dầu, tạo nên một mạng lưới không gian có hình dạng nhất định. Mỗi một mixen của bitum là một nút của mạng.

Khi trong bitum chứa lượng chất nhựa đủ để bao bọc các nhân átphan và chứa lượng chất dầu ít, thì hệ thống keo sẽ xảy ra đông tụ và tạo cấu trúc đông tụ (cấu trúc dạng gel) bền vững và có tính đàn hồi. Cường độ của cấu trúc đông tụ phụ thuộc vào khoảng cách giữa các nút trong mạng và lựa hấp phụ giữa pha phân tán và môi trường phân tán. Cấu trúc này đặc trưng cho các loại bitum quánh khi ở nhiệt độ thường.

Khi trong bitum chứa lượng chất dầu và chất nhựa khá lớn thì các nút sẽ ở xa nhau nên chuyển động tự do trong môi trường lỏng, không thể tạo ra cấu trúc đông tụ và trở thành một chất lỏng thực sự (cấu trúc dạng sol). Cấu trúc này đặc trưng cho các loại bitum lỏng ở nhiệt độ thường và bitum quánh khi ở nhiệt độ cao.

Ngoài ra bitum còn thể có cấu trúc dạng trung gian là sol-gel. Cấu trúc này đặc trưng cho các loại bitum quánh khi ở nhiệt độ thường, có đồng thời tính nhớt và tính đàn hồi dẻo.

## III. CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA BITUM DẦU MỎ LOẠI QUÁNH

### *1. Tính quánh*

*a. Khái niệm*

Tính quánh là khả năng của bitum chống lại sự di chuyển của các hạt bitum dưới tác dụng của tải trọng, là nội ma sát phát sinh khi các tầng bitum di động.

Tính quánh của bitum có một giá trị lớn. Nó ảnh hưởng nhiều đến các tính chất cơ học của hỗn hợp vật liệu khoáng với chất kết dính, đồng thời quyết định đặc trưng công nghệ chế tạo và thi công loại vật liệu có dùng bitum.

*b. Cách xác định*

Dụng cụ : quánh nhớt kế, có cấu tạo tương tự như Vica với kim có đường kính 1*mm*, tổng khối lượng bộ phận di động là 100*g*.

Cách tiến hành :

- Chế bị mẫu
- Dưỡng hộ chén bitum ở nhiệt độ 25$^oC$
- Đặt chén bitum vào quánh nhớt kế, cho mũi kim vừa chạm mặt rồi thả cho bộ phận di động rơi tự do trong 5 giây, đo độ cắm sâu cách mặt của kim

Độ kim lún, ký hiệu P (100*g*, 5s, 25$^oC$) và đo bằng độ (1 độ bằng 0,1*mm*). Độ kim lún càng nhỏ, tính quánh càng cao.

*c. Các yếu tố ảnh hưởng*

- Thành phần phân nhóm : hàm lượng nhóm átphan tăng thì tính quánh tăng, hàm lượng nhóm dầu tăng thì tính quánh giảm.
- Nhiệt độ tăng nhóm nhựa sẽ bị chảy lỏng, do đó độ quánh của bitum giảm xuống.

***2. Tính dẻo***

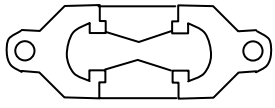
*a. Khái niệm*

Tính dẻo đặc trưng cho khả năng biến dạng của bitum khi chịu tác dụng của ngoại lực.

*b. Cách xác định*

Tính dẻo của bitum được đánh giá bằng độ kéo dài, ký hiệu L, đo bằng *cm* của mẫu số 8 và được xác định bằng máy kéo bitum có tốc độ 5*cm/phút*.

Cách tiến hành :



- Chế bị mẫu
- Dưỡng hộ chén bitum ở nhiệt độ 25$^oC$
- Đặt mẫu vào máy kéo với tốc độ 5*cm/phút* cho đến khi mẫu bị đứt, đo chiều dài mẫu khi đứt

Độ kéo dài càng lớn, tính dẻo càng cao.

*c. Các yếu tố ảnh hưởng*

- Thành phần phân nhóm : hàm lượng nhóm chất nhựa tăng thì tính dẻo tăng, hàm lượng nhóm parafin tăng thì tính dẻo giảm.
- Nhiệt độ tăng tính dẻo của bitum cũng tăng và ngược lại.

***3. Tính ổn định nhiệt độ***

*a. Khái niệm*

Khi nhiệt độ thay đổi thì tính quánh và tính dẻo của bitum đều thay đổi theo. Nếu như sự thay đổi này nhỏ, bitum có tính ổn định nhiệt càng cao.

Khi bitum chuyển đổi trạng thái từ rắn ↔ quánh ↔ lỏng nó phải mất một khoảng nhiệt độ là : $\Delta T = T_m - T_c$

trong đó : $T_m$ - nhiệt độ hóa mềm của bitum, là nhiệt độ tương ứng với lúc bitum từ trạng thái quánh chuyển sang trạng thái lỏng

$T_c$ - nhiệt độ hóa cứng của bitum, là nhiệt độ tương ứng với lúc bitum từ trạng thái lỏng chuyển sang trạng thái rắn

Người ta dùng khoảng nhiệt độ $\Delta T$ để đánh giá tính ổn định nhiệt độ của bitum. Đối với bitum làm nhựa đường yêu cầu $\Delta T = 70 \div 100^oC$.

*b. Cách xác định*

Nhiệt hóa mềm $T_m$ : dụng cụ là cái vòng (khuyên) và viên bi. - Chế bị mẫu ,dưỡng hộ mẫu bitum ở nhiệt độ $5^oC$ . Dùng ca 1*lít* thủy tinh, nắp ca có gắn một giá 2 tầng và có cắm nhiệt kế ở giữa, khoảng cách giữa 2 tầng là 2,54*cm*. Đặt mẫu vào tầng trên của giá, để ngập nước rồi đem đun nước với tốc độ tăng nhiệt là $5^oC/phút$. Dưới tác dụng của nhiệt độ bitum mềm ra và dưới tải trọng của viên bi nó bị kéo xuống. Nhiệt độ ứng với lúc viên bi chạm vào tầng dưới của giá là nhiệt hóa mềm của bitum.

Nhiệt hóa cứng $T_c$ : xác định bằng quánh nhớt kế. Dưỡng hộ chén đựng bitum ở các nhiệt độ khác nhau thấp dần và xác định độ quánh tương ứng. Nhiệt độ hóa cứng là nhiệt độ tương ứng với lúc độ cắm sâu của kim nhỏ hơn 1 độ (< 0,1*mm*).

*c. Các yếu tố ảnh hưởng*

Thành phần phân nhóm : hàm lượng nhóm átphan tăng thì tính ổn định nhiệt tăng, hàm lượng nhóm parafin tăng thì tính ổn định nhiệt giảm.

***4. Tính ổn định thời tiết***

*a. Khái niệm*

Tính ổn định thời tiết là khả năng của bitum chống lại tác dụng của môi trường xung quanh trong thời kỳ nó làm việc trong công trình. Do ảnh hưởng của thời tiết mà tính chất và thành phần của bitum bị thay đổi, độ quánh tăng, độ dẻo giảm. Sự thay đổi đó gọi là sự hóa già của bitum.

*b. Nguyên nhân*

Sự thay đổi thành phần phân nhóm : dưới tác dụng của thời tiết nhóm chất dầu sẽ bay hơi, nồng độ của nhóm chất nhựa và nhóm átphan tăng lên làm cho tính quánh của bitum tăng lên. Sau đó một bộ phận của nhóm chất nhựa chuyển thành nhóm átphan làm tính dẻo của bitum giảm.

Sự thay đổi cấu trúc phân tử tạo nên các hợp chất mới : trong bitum có một số hyđrôcacbua chưa no nên khi gặp ôxi của không khí sẽ tạo thành hợp chất mới có độ không bão hòa cao hơn. Sau đó các chất này được trùng hợp lại tạo thành các hợp chất phức tạp chứa nhiều cacbon.

$$C_nH_{2n} + [O] \rightarrow C_nH_{2n-2} + H_2O$$

$$m(C_nH_{2n-2}) \rightarrow (C_nH_{2n-2})_m$$

Các phân tử mới có phân tử lượng cao hơn nên rắn và dòn hơn. Quá trình này xảy ra càng mạnh khi có tác dụng của bức xạ mặt trời, ôxit nhôm, ôxit sắt , cũng như sự tác dụng của nhiệt độ cao.

***5. Khả năng liên kết của bitum với vật liệu khoáng***

*a. Khái niệm*

Bitum thường làm việc chung với vật liệu khoáng, khi nhào trộn bitum bọc quanh vật liệu khoáng và tạo thành lớp hấp phụ. Khi đó các phân tử của bitum ở trong lớp hấp phụ sẽ tương tác với các phân tử của vật liệu khoáng ở lớp bề mặt. Sự tương tác đó có thể là tương tác lý học hay hóa học.

Liên kết vật lý là do các màng bitum có sức căng bề mặt → lực tương hỗ lớn.

Liên kết hóa học là do thành phần hoạt tính trong bitum (axit átphan) tương tác với vật liệu khoáng dạng bazơ ($Ca^{2+}$). Lực liên kết hóa học lớn hơn rất nhiều so với lực liên kết vật lý, do đó khi bitum liên kết hóa học với vật liệu khoáng thì cường độ liên kết sẽ lớn nhất.

*b. Cách xác định*

Mức độ liên kết của bitum với bề mặt vật liệu đá có thể đánh giá theo độ bền của màng bitum trên mặt đá hoa khi nhúng trong nước sôi.

Để xác định độ dính bám của bitum với vật liệu khoáng thực tế thì ta thay vật liệu khoáng đó cho đá hoa.

*c. Các yếu tố ảnh hưởng*

Bitum : độ hoạt tính lớn (nhóm axit átphan tăng) hay sức căng bề mặt lớn (độ quánh tăng) thì khả năng dính bám với vật liệu khoáng tăng

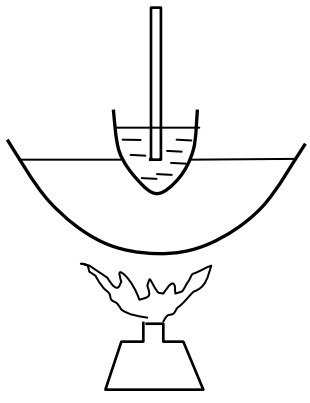
Vật liệu khoáng : bề mặt vật liệu sạch, nhám thì liên kết với bitum chắc chắn. Vật liệu dạng bazơ liên kết với bitum tốt hơn so với vật liệu khoáng axit.

***6. Nhiệt độ bắt lửa và nhiệt độ bốc cháy***

Khi gia công nhiệt cho bitum nhóm chất dầu sẽ bay hơi trộn lẫn với không khí tạo thành hỗn hợp dễ cháy. Do đó để đảm bảo an toàn khi thi công phải xác định được nhiệt độ bắt lửa và nhiệt độ bốc cháy.

Cách xác định :

- Đun bitum cách cát trong cốc mỏ hoặc cốc bạch kim, nhiệt kế cắm giữa chén bitum.
- Khi nhiệt độ lớn hơn $100^oC$, sau một khoảng thời gian đưa mồi lửa ngang trên mặt chén bitum.
- Nếu xuất hiện ngọn lửa xanh và tắt ngay thì nhiệt độ tương ứng gọi là nhiệt bắt lửa. Nếu xuất hiện ngọn lửa xanh và tồn tại trên 5 giây thì nhiệt độ tương ứng gọi là nhiệt bốc cháy.



***7. Tính ngăn nước***

Bitum là vật liệu ngăn nước tốt vì nó khó hòa tan trong nước và góc thấm ướt lớn hơn $90^o$. Do đó người ta sử dụng bitum làm vật liệu lợp, vật liệu chống thấm. Khi bitum làm việc chung với vật liệu khoáng, dưới tác dụng của nước áp lực nó sẽ bị thấm khuếch tán.

## IV. ỨNG DỤNG

Bitum được dùng để sản xuất bêtông átphan khi cho nó trộn lẫn với cốt liệu (đá dăm, cát, bột khoáng) hay sản xuất tấm lợp khi cho tác dụng với bột khoáng, cát mịn rồi cán trên giấy các tông.

# CHƯƠNG VIII

# VẬT LIỆU GỖ

## §1. KHÁI NIỆM

- Gỗ là vật liệu tự nhiên được sử dụng nhiều trong xây dựng

* Gỗ có các ưu điểm :
- Cường độ cao
- Nhẹ, hệ số phẩm chất lớn (lớn hơn bêtông)
- Đa dạng về chủng loại
- Nhiều loại có màu sắc đẹp
- Dễ gia công
- Cách âm, cách nhiệt tốt

* Tuy nhiên, gỗ vẫn có các nhược điểm sau :
- Có cấu tạo dị hướng nên tính chất cơ lý theo các hướng khác nhau là khác nhau
- Dễ hút ẩm và nhả ẩm dẫn đến thể tích thay đổi lớn khi độ ẩm môi trường thay đổi
- Dễ cháy
- Có nhiều khuyết tật
- Dễ bị sâu nấm, mối mọt → độ bền kém

* Các công dụng của gỗ :
- Các loại gỗ cứng, cường độ cao dùng làm kết cấu chịu lực
- Gỗ đẹp dùng làm vật liệu trang trí
- Gỗ dễ gia công dùng làm đồ gia dụng
- Gỗ yếu, mềm, chóng hỏng dùng làm ván cốp pha trong xây dựng

## §2. CẤU TẠO CỦA GỖ

### I. CẤU TẠO VĨ MÔ

Quan sát mặt cắt ngang của cây bằng mắt thường ta nhận thấy cây có các bộ phận sau:

*Tủy cây* nằm ở trung tâm, là bộ phận sinh ra vỏ đầu tiên, chạy dọc thân cây. Nó là bộ phận mềm yếu nhất, dễ mục nát.

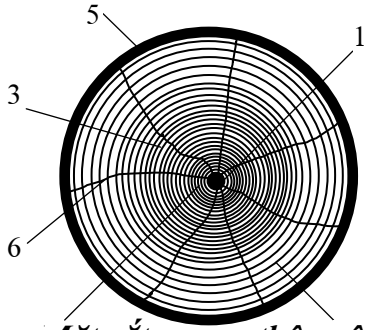
*Lớp gỗ lõi* gồm những tế bào chết, màu đậm và cứng hơn, chứa ít nước, cường độ cao và khó mục nát.

*Lớp gỗ giác* màu nhạt, chứa nhiều nước, dễ mục nát, mềm và có cường độ thấp.

*Lớp hình thành* gồm một lớp tế bào sống mỏng có khả năng sinh trưởng ra phía ngoài để sinh ra vỏ và vào phía trong để sinh ra gỗ. Những tế bào sinh gỗ vào mùa xuân có bản rộng thành tế bào mỏng, vào mùa hè và thu, đông thì hẹp hơn, có thành dày hơn đóng vai trò chịu lực.

*Vỏ* có chức năng bảo vệ gỗ khỏi bị tác dụng cơ học. Nó gồm có lớp ngoài (tế bào chết) và lớp libe ở bên trong. Libe là lớp tế bào mỏng của vỏ, có chức năng là truyền và dự trữ thức ăn để nuôi cây.

Ngoài ra nhìn kỹ mặt cắt ngang còn có thể phát hiện được những tia nhỏ li ti hướng vào tâm gọi là tia lõi.



***Mặt cắt ngang thân cây***

1. Tủy cây 2. Lớp gỗ lõi 3. Lớp gỗ giác 4. Lớp hình thành 5. Vỏ cây 6. Dây tủy

Nhìn toàn bộ mặt cắt ngang ta thấy phần gỗ được cấu tạo bởi các vòng tròn đồng tâm đó là các vòng tuổi. Hàng năm vào mùa xuân gỗ phát triển mạnh, lớp gỗ xuân dày, màu nhạt, chứa nhiều nước. Vào mùa hạ, thu, đông gỗ phát triển chậm, lớp gỗ mỏng, màu sẫm, ít nước và cứng. Hai lớp gỗ có màu sẫm nhạt nối tiếp nhau tạo ra một tuổi gỗ.

## II. CẤU TẠO VI MÔ

Qua kính hiển vi có thể nhìn thấy những tế bào sống và chết của gỗ có kích thước và hình dáng khác nhau. Tế bào của gỗ gồm có tế bào chịu lực, tế bào dẫn, tế bào tia lõi và tế bào dự trữ.

*Tế bào chịu lực* (tế bào thớ) có dạng hinh thoi dài 0,3 ÷ 2*mm*, dày 0,02 ÷ 0,05*mm*, thành tế bào dày, nối tiếp nhau theo chiều dọc thân cây, chiếm 76% thể tích của gỗ.

*Tế bào dẫn* hay còn gọi là mạch gỗ, gồm những tế bào lớn hình ống xếp chồng lên nhau tạo thành các ống thông suốt. Chúng có nhiệm vụ dẫn nhựa theo chiều dọc thân cây.

*Tế bào tia lõi* là những tế bào xếp nằm ngang thân cây. Giữa các tế bào này cũng có lỗ thông nhau.

*Tế bào dự trữ* nằm xung quanh mạch gỗ và có lỗ thông nhau. Chúng có nhiệm vụ chứa chất dinh dưỡng để nuôi cây.

Về cơ bản cấu trúc gỗ lá kim cũng như gỗ lá rộng, nhưng không có mạch gỗ mà chỉ có tia lõi và tế bào chịu lực. Tế bào chịu lực hình thoi,kiêm cả chức năng dẫn nhựa dọc thân cây.

Về cấu tạo mỗi tế bào sống đều có 3 phần : vỏ cứng, nguyên sinh chất và nhân tế bào.

*Vỏ tế bào* được tạo bởi xenlulô, lignhin và các hemixenlulô. Trong quá trình phát triển nguyên sinh chất hao dần tạo cho lớp vỏ tế bào ngày càng dày thêm. Đồng thời, một bộ phận của vỏ lại biến thành chất nhờn tan trong nước.

*Nguyên sinh chất* là chất abumi thực vật được cấu tạo từ các nguyên tố : C, H, O, N và S. Trong nguyên sinh chất, trên 70% là nước. Vì vậy khi gỗ khô tế bào trở nên rỗng ruột.

*Nhân tế bào* hình bầu dục, trong đó có một số hạt óng ánh và chất abumi dạng sợi. Cấu tạo hóa học gần giống nguyên sinh chất nhưng có thêm nguyên tố P.

# §3. CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA GỖ

## I. MÀU SẮC VÀ VÂN GỖ

Mỗi loại gỗ có một màu sắc và kiểu vân riêng. Căn cứ vào màu sắc có thể đánh giá sơ bộ phẩm chất và loại gỗ. Ví dụ : gỗ gụ, gỗ mun có màu sẫm và đen; gỗ sến, gỗ táu có màu hồng sẫm; gỗ thông, bồ đề có màu trắng. Màu sắc của gỗ còn thay đổi tùy theo tình trạng sâu nấm và mức độ ảnh hưởng của mưa gió. Vân gỗ cũng rất phong phú và đa dạng. Gỗ có vân đẹp được dùng làm đồ mĩ nghệ.

## II. ĐỘ ẨM VÀ TÍNH HÚT ẨM

### *1. Khái niệm*

Độ ẩm có ảnh hưởng lớn đến tính chất của gỗ. Nước nằm trong gỗ có 3 dạng:

- Nước tự do : nằm trong một tế bào, khoảng trống giữa các tế bào và bên trong các ống dẫn. Khi lượng nước này thay đổi các tính chất cơ lý của gỗ bị thay đổi nhưng không đáng kể.

- Nước hấp phụ (nước liên kết vật lý) nằm trong vỏ tế bào và khoảng trống giữa các tế bào. Khi lượng nước này thay đổi, vỏ tế bào bị biến dạng theo nên tính chất cơ lý của gỗ bị thay đổi đáng kể.

- Nước liên kết hóa học nằm trong thành phần hóa học của các chất tạo gỗ.

Khi sấy, nước từ từ tách ra khỏi mặt ngoài, nước từ lớp gỗ bên trong chuyển dần ra thay thế. Còn khi gỗ khô thì nó lại hút hơi nước từ trong không khí.

❖ Độ ẩm cân bằng $W_{cb}$ : khi gỗ đặt trong môi trường ẩm, gỗ sẽ hút ẩm cho đến khi áp lực nước trong gỗ cân bằng với áp lực hơi nước của môi trường. Độ ẩm tương ứng của gỗ lúc đó gọi là độ ẩm cân bằng.

Độ ẩm cân bằng phụ thuộc vào nhiệt độ, độ ẩm môi trường, cấu tạo gỗ. Độ ẩm cân bằng của gỗ khô trong phòng là 8 ÷ 12%, của gỗ khô trong không khí sau khi sấy lâu dài ở ngoài không khí là 15 ÷ 18%. Muốn xác định $W_{cb}$ tra biểu đồ Xulitki.

❖ Độ ẩm bão hòa thớ $W_{bht}$ : khi gỗ ẩm đặt trong môi trường khô, gỗ sẽ nhả ẩm cho đến khi hết nước tự do chỉ còn nước liên kết vật lý. Độ ẩm tương ứng của gỗ lúc đó gọi là độ ẩm bão hòa thớ.

Độ ẩm bão hòa thớ chỉ phụ thuộc cấu tạo của gỗ. Tùy từng loại gỗ $W_{bht}$ có thể dao động từ 23 đến 35%.

Khi độ ẩm thay đổi trong phạm vi nhỏ hơn $W_{bht}$ thì tính chất cơ lý của gỗ thay đổi đáng kể. Còn khi độ ẩm thay đổi trong phạm vi lớn hơn $W_{bht}$ thì tính chất cơ lý của gỗ thay đổi không đáng kể. Do đó, để xác định $W_{bht}$ người ta kiểm tra tính chất vật lý của gỗ ở các độ ẩm khác nhau.

❖ Độ ẩm thực tế : là độ ẩm đo được tại thời điểm thí nghiệm.

***2. Cách xác định***

Đặt gỗ trong hộp kim loại rồi sấy khô đến khối lượng không đổi.

$$W = \frac{G_{h+W} - G_{h+K}}{G_{h+K} - G_h} \times 100\%$$

trong đó : $G_{h+W}$ - khối lượng hộp chứa gỗ ẩm trước khi sấy

$G_{h+K}$ - khối lượng hộp chứa gỗ khô sau khi sấy

$G_h$ - khối lượng hộp

***3. Sự ảnh hưởng của độ ẩm đến các tính chất khác của gỗ***

*a. Độ ẩm ảnh hưởng đến sự co nở thể tích*

*Độ co ngót* là độ giảm khích thước và thể tích khi sấy khô. Nước mao quản bay hơi không làm cho gỗ co. Co chỉ xảy ra khi mất nước liên kết vật lý, khi đó chiều dày của vỏ tế bào giảm đi, các mixen xích lại gần nhau làm cho kích thước của gỗ giảm đi.

*Trương nở* là khả năng của gỗ tăng kích thước về thể tích khi hút nước vào thành tế bào. Gỗ bị trương nở thể tích khi hút nước giới hạn bão hòa thớ.

Nói chung, khi độ ẩm thay đổi trong phạm vi lớn hơn $W_{bht}$ thì sự co nở là không đáng kể. Khi độ ẩm thay đổi trong phạm vi nhỏ hơn $W_{bht}$ thì thể tích gỗ bị thay đổi đáng kể : độ ẩm tăng thì thể tích tăng và ngược lại.

Sự co nở của gỗ theo các phương khác nhau là khác nhau do gỗ có cấu tạo không đồng nhất. Mức độ co nở tăng dần theo thứ tự : phương dọc thớ, xuyên tâm và tiếp tuyến.

❖ Các đánh giá mức độ co nở của gỗ :

**<u>Cách 1 :</u>** Độ co tuyệt đối (*mm/1m dài*)

**<u>Cách 2 :</u>** Độ co tương đối (%)

$$\text{Độ co dài} = \frac{L_1 - L_2}{L_2} \times 100\%$$

trong đó : $L_1$ - kích thước của gỗ trước khi sấy khô

$L_2$ - kích thước của gỗ sau khi sấy đến trạng thái khô tuyệt đối

$$\text{Độ co thể tích} = \frac{V_1 - V_2}{V_2} \times 100\%$$

trong đó : $V_1$ - thể tích của gỗ trước khi sấy khô

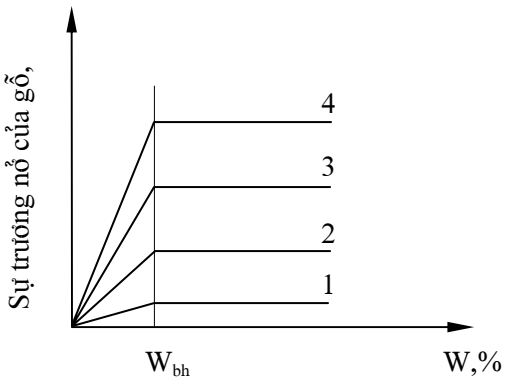
$V_2$ - thể tích của gỗ sau khi sấy đến trạng thái khô tuyệt đối

**Cách 3 :** Hệ số co thể tích $K_o$ : là độ co tương đối về thể tích khi độ ẩm giảm đi 1%.

$$K_o = \frac{\frac{V_1 - V_2}{V_2}(100\%)}{W(100\%)}$$

trong đó : W - độ ẩm của gỗ (%) không được vượt quá $W_{bht}$

Ảnh hưởng của độ ẩm đến độ trương nở của gỗ có thể thấy như đồ thị sau :




***Ảnh hưởng của độ ẩm đến độ trương nở***

1 - Dọc thớ 2 - Xuyên tâm 3 - Tiếp tuyến 4 - Thể tích

*b. Độ ẩm ảnh hưởng đến khối lượng thể tích*

Khối lượng thể tích của gỗ phụ thuộc độ rỗng và độ ẩm. Người ta chuyển khối lượng thể tích của gỗ ở độ ẩm bất kỳ (W) về khối lượng thể tích ở độ ẩm tiêu chuẩn (18%).

$$\gamma_o^{tc} = \gamma_o^{18\%} = \frac{G^{18\%}}{V_o^{18\%}} \quad ; \quad \gamma_o^W = \frac{G^W}{V_o^W}$$

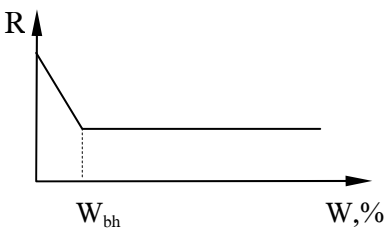
$$\gamma_o^{tc} = \gamma_o^W \left[1 + (1 - K_o)(18 - W)\right]$$

Dựa vào khối lượng thể tích, gỗ được chia thành 5 loại :

- Gỗ rất nhẹ : $\gamma_o < 400$ *kg/m*$^3$
- Gỗ nhẹ : $\gamma_o = 400 \div 500$ *kg/m*$^3$
- Gỗ nhẹ vừa : $\gamma_o = 500 \div 700$ *kg/m*$^3$
- Gỗ nặng : $\gamma_o = 700 \div 900$ *kg/m*$^3$
- Gỗ rất nặng : $\gamma_o > 900$ *kg/m*$^3$

*c. Độ ẩm ảnh hưởng đến cường độ*

Khi độ ẩm thay đổi trong phạm vi lớn hơn giới hạn bão hòa thớ thì cường độ của gỗ thay đổi không đáng kể, còn nhỏ hơn giới hạn bão hòa thớ thì cường độ của gỗ thay đổi đáng kể : độ ẩm tăng thì cường độ giảm và ngược lại.



Vì cường độ của gỗ phụ thuộc độ ẩm, nên cường độ thử ở độ ẩm nào đó (W) phải chuyển về cường độ ở độ ẩm tiêu chuẩn (18%) theo công thức :

$$R^{tc} = R^{18} = R^{W}\left[1+\alpha(W-18)\right]$$

trong đó :α - hệ số điều chỉnh độ ẩm, biểu thị phần trăm thay đổi cường độ của gỗ khi độ ẩm thay đổi 1%. Giá trị α thay đổi tùy theo loại cường độ và phương của thớ gỗ.

W - độ ẩm của gỗ (%), $W \le W_{bht}$

*d. Độ ẩm ảnh hưởng đến độ bền*

Gỗ ẩm ướt lâu sẽ bị mục nát, khi gỗ khô ẩm liên tục sẽ bị cong vênh, nứt nẻ → giảm độ bền của gỗ.

## III. CƯỜNG ĐỘ

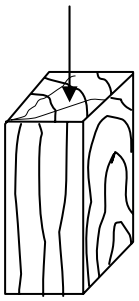
### *1. Khái niệm*

Gỗ có cấu tạo không đẳng hướng nên cường độ của nó không đều theo các phương khác nhau. Cường độ của gỗ phụ thuộc vào nhiều yếu tố như : độ ẩm, khối lượng thể tích, tỷ lệ phần trăm của lớp gỗ sớm và lớp gỗ muộn, tình trạng khuyết tật.

Cường độ tiêu chuẩn của gỗ là cường độ của gỗ ở độ ẩm 18%.

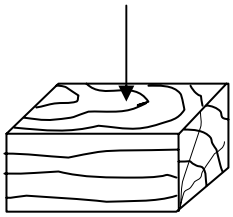
### *2. Cách xác định*

*a. Cường độ chịu nén*

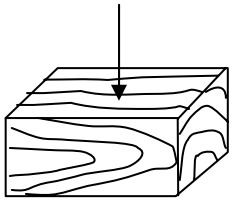


2 x 2 x 3*cm*

***Nén dọc thớ***

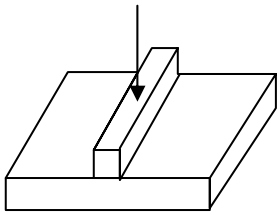


***Nén ngang thớ xuyên tâm***

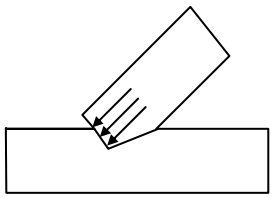


***Nén ngang thớ tiếp tuyến***

$$\sigma_n = \frac{P}{F}$$



***Nén cục bộ***

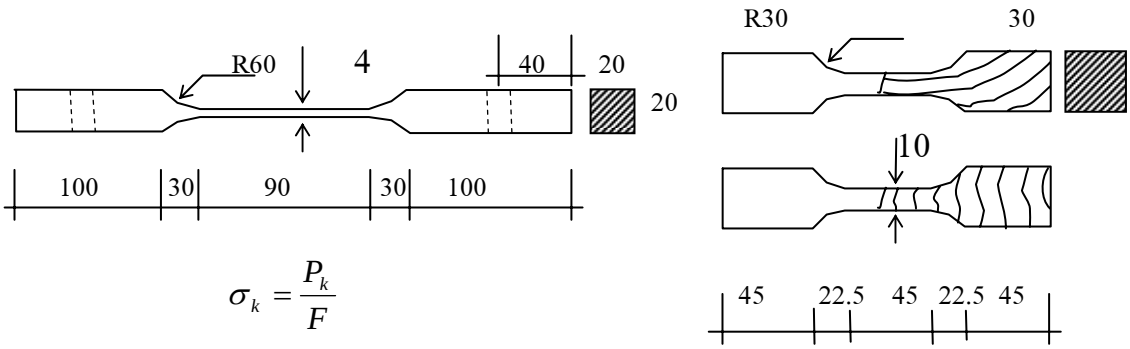


$$\vec{\sigma}_{nx} = \vec{\sigma}_{nd} + \vec{\sigma}_{nn}$$

***Nén xiên***

*b. Cường độ chịu kéo*

Mẫu làm việc chịu kéo được chia ra : kéo dọc, kéo ngang thớ tiếp tuyến và xuyên tâm.

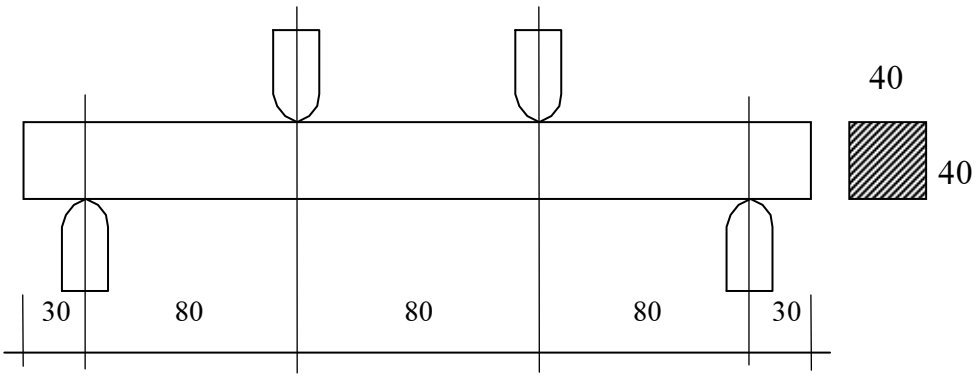



$$\sigma_k = \frac{P_k}{F}$$

Cường độ kéo dọc thớ lớn hơn cường độ nén dọc, vì khi kéo các thớ gỗ đều làm việc đến khi bị đứt còn khi nén dọc các thớ bị tách ra và gỗ bị phá hoại chủ yếu do uốn dọc cục bộ từng thớ.

*c. Cường độ chịu uốn*

Cường độ chịu uốn của gỗ khá cao (nhỏ hơn cường độ kéo dọc và lớn hơn cường độ nén dọc). Các kết cấu làm việc chịu uốn hay gặp là dầm, xà, vì kèo... Mẫu thí nghiệm uốn được mô tả như sau :




Cường độ chịu uốn được tính theo công thức :

$$\sigma_u = \frac{M}{W}$$

*d. Cường độ chịu trượt*

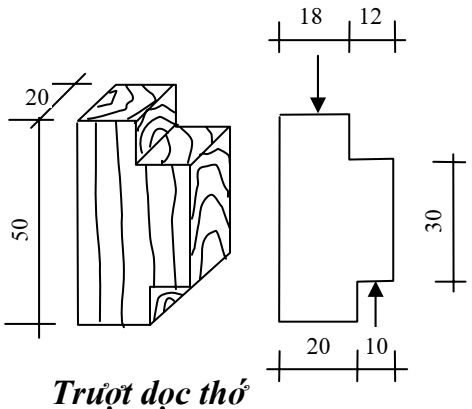
Cường độ chịu trượt được phân ra : trượt dọc thớ, trượt ngang thớ (tiếp tuyến và xuyên tâm) và cắt đứt thớ.

Khi trượt dọc phương của tải trọng trùng với phương của thớ gỗ. Khi tải trọng vượt quá giới hạn thì liên kết giữa các thớ sẽ bị phá hoại, các thớ sẽ trượt lên nhau. Trong trượt ngang thớ, tải trọng sẽ tiếp tuyến hoặc vuông góc với vòng tuổi. Công thức chung để xác định cường độ chịu trượt như sau :

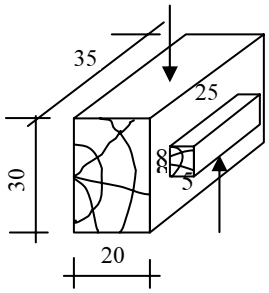
$$\sigma = \frac{P_{max}}{F}$$

trong đó : $P_{max}$ - tải trọng phá hoại, *daN*

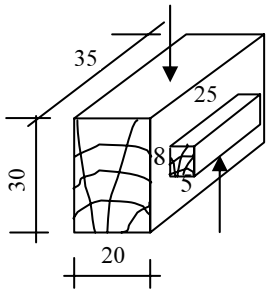
F - tiết diện chịu trượt, $cm^2$




***Trượt dọc thớ xuyên tâm***




***Trượt ngang thớ tiếp tuyến***

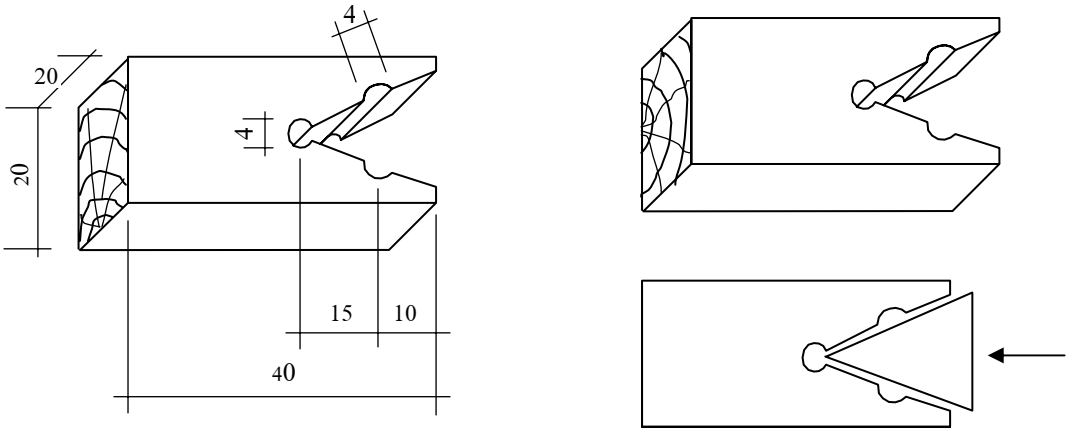



***Trượt ngang thớ***

*e. Cường độ chịu tách*

Gỗ chịu tách rất kém, vì khi tách liên kết giữa các thớ bị phá hoại không đồng thời. Nếu lực tách lớn nhất là $F_{max}$ và chiều rộng mặt chịu tách là a thì sức chịu tách $S_t$ sẽ được tính bằng công thức :

$$S_t = \frac{F_{max}}{a}$$




***Mẫu thí nghiệm chịu tách***

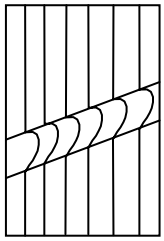
a. Tách dọc theo phương tiếp tuyến b. Tách dọc theo phương xuyên tâm

# §4. SÂU TẬT VÀ CÁC BIỆN PHÁP BẢO QUẢN GỖ

## I. CÁC KHUYẾT TẬT CỦA GỖ

Nguyên nhân sinh ra tật gỗ chủ yếu là do cấu tạo như mắt gỗ, u gỗ, lệch tâm, hai tâm, lệch và vặn thớ, lẫn vỏ, v.v... Cũng có khi do con người làm cho cây bị thương mà sinh ra.

***1. Mắt cây***

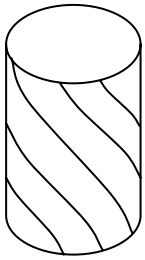


Mắt cây có 3 loại :

- Mắt sống : còn cứng, chắc, dính chặt vào thân gỗ.
- Mắt chết : có một phần hoặc toàn bộ rời khỏi thân gỗ, song vẫn còn cứng, chưa mục.
- Mắt mục : mắt gỗ đã mục nát.

Mắt là tật chính của gỗ, mắt làm cho thớ gỗ bị lượn vòng dẫn đến giảm khả năng chịu lực của gỗ nhất là khi chịu kéo, nén dọc thớ và khi chịu uốn. Mắt cây còn làm gỗ khó gia công, giảm hiệu quả sử dụng.

***2. Vặn thớ***



Gỗ bị vặn thớ làm giảm cường độ, thay đổi phương chịu lực của gỗ. Mặt khác, nó cũng làm cho gỗ khó gia công và khó sử dụng.

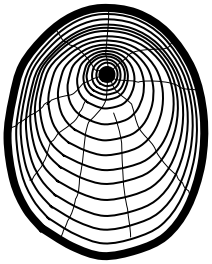
Những cây gỗ ở vùng có gió theo mùa thường bị vặn thớ.

***3. Lệch tâm, hai tâm***

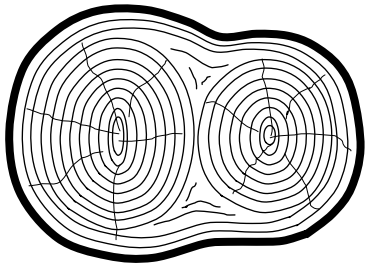
Lệch tâm gồm có lệch một phía và lệch cục bộ.

Hai tâm là hiện tượng trên tiết diện ngang của thân cây có hai lõi, thường gặp ở cây gỗ có hai ngọn.

Lệch tâm, hai tâm làm giảm hiệu quả sử dụng gỗ.

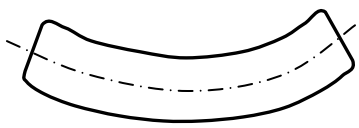


***Lệch tâm***



***Hai tâm***

***4. Cong queo***



Hiện tượng gỗ cong queo làm giảm cường độ dọc thớ của gỗ và gây lãng phí, khó sử dụng.

## II. SÂU, NẤM

*Nấm* là loại thực vật đơn giản nhất sống nhờ trong các tế bào gỗ và đôi khi gây ra các hiện tượng hóa lý khác. Nấm phát triển trong điều kiện có ôxi, độ ẩm và nhiệt độ thích hợp. Gỗ có độ ẩm nhỏ hơn 20%, cũng như gỗ ngâm ngập trong nước thì không bị nấm phá hoại.

Nấm có thể làm gỗ bị biến màu, bị mục và giảm tính chất cơ lý. Nấm có thể phá hoại ngay khi cây gỗ còn đang sống, cây gỗ đã chặt xuống hoặc tiếp tục phá hoại gỗ ngay trong các kết cấu của công trình.

*Sâu* là các loại côn trùng có thể đục gỗ hoặc dùng gỗ làm thức ăn. Dạng khuyết tật này xảy ra trong cây gỗ đang lớn và cây gỗ đã chặt xuống, còn tươi cũng như đã khô. Nó làm giảm tính chất cơ học và chất lượng của gỗ đến nỗi phải bỏ đi. Ngoài ra, gỗ tại các công trình biển còn bị phá hoại do các loại giun biển (hà).

## III. CÁC BIỆN PHÁP BẢO QUẢN GỖ

### *1. Phòng chống nấm và côn trùng*

Phòng chống nấm và côn trùng nhằm mục đích kéo dài tuổi thọ của gỗ bằng các biện pháp sau : loại trừ các điều kiện sinh sống của côn trùng, dùng hóa chất và sử dụng thuốc.

*a. Loại trừ các điều kiện sinh sống của côn trùng*

Nấm và côn trùng sinh sống nhờ vào không khí và thức ăn trong gỗ và phát triển ở nhiệt độ và độ ẩm thích hợp. Có thể loại trừ hai yếu tố trên bằng cách sấy gỗ ở $80 \div 100^oC$ trong thời gian lâu, hoặc ngâm dưới bùn để diệt sâu nấm và trứng sâu.

*b. Dùng hóa chất*

Hóa chất diệt nấm và côn trùng cần bảo đảm các tính chất sau đây :

- Có khả năng diệt nấm và côn trùng mạnh
- Ổn định đối với môi trường : có tác dụng lâu dài không bị nước cuốn đi
- Không độc đối với người và súc vật. Không ăn mòn gỗ và các chi tiết trong kết cấu gỗ như đinh, vít, ke...
- Dễ dàng ngấm sâu vào gỗ, không có mùi hắc

*c. Phương pháp sử dụng thuốc*

- Quét và phun ngoài mặt : quét hay phun 2 đến 3 lớp trên mặt, cách này đơn giản, dễ làm song thuốc ngấm không sâu, hao hụt nhiều.
- Ngâm gỗ vào dung dịch thuốc : thuốc ngấm có sâu hơn phun và quét.
- Tẩm chân không có áp : tạo chân không để hút nước và không khí trong gỗ, rồi ngâm vào dung dịch thuốc dưới áp suất 6*atm*. Phương pháp này rất tốt, thuốc ngấm sâu, song đắt tiền.
- Tẩm phân tán : lấy gỗ tươi bóc vỏ, quét keo thuốc 2 đến 3 lớp, rồi bọc kín gỗ bằng giấy dầu, ủ từ 3 đến 4 tháng, sau đó bóc giấy, phơi khô.
- Phương pháp thay thế nhựa : hút hết nhựa cây và bơm vào cây gỗ thuốc trừ sâu nấm

### *2. Phòng chống hà*

Để phòng chống hà người ta thường dùng các biện pháp sau :

- Dùng gỗ cứng (thiết mộc), gỗ dẻo quánh (tếch), gỗ có nhựa (bạch đàn) ... Những loại gỗ cứng, quánh làm hà khó đục, hoặc vì sợ nhựa hà không bám vào
- Để nguyên lớp vỏ cây
- Bọc ngoài gỗ một lớp vỏ kim loại
- Bọc kết cấu gỗ bằng ống ximăng amiăng, ống sành
- Dùng dầu crêozôt, $CuSO_4$, ...

Ở nước ta còn dùng phương pháp cổ truyền là thui cho gỗ cháy xém một lớp mỏng bên ngoài. Phương pháp này sau 3 năm phải thui lại.

***3. Bảo quản và phơi sấy gỗ***

Sấy gỗ là biện pháp làm giảm độ ẩm của gỗ, ngăn ngừa mục nát, tăng cường độ, hạn chế sự thay đổi kích thước và hình dáng trong quá trình sử dụng. Các biện pháp sấy gỗ được sử dụng là sấy tự nhiên, sấy phòng, sấy điện, sấy trong chất lỏng đun nóng. Trong đó sấy tự nhiên và sấy phòng là chủ yếu.

BÀI GIẢNG

# VẬT LIỆU XÂY DỰNG CẦU ĐƯỜNG

# CHƯƠNG I

# TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU XÂY DỰNG

## §1. CÁC TÍNH CHẤT VẬT LÝ CHỦ YẾU CỦA VẬT LIỆU XÂY DỰNG

*** Nhóm các tính chất liên quan đến cấu tạo bản thân vật liệu**

### I. KHỐI LƯỢNG RIÊNG:

#### 1. Khái niệm:

- *Khối lượng riêng* là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái hoàn toàn đặc (không có lỗ rỗng) sau khi được sấy khô ở nhiệt độ 105°C ÷ 110°C đến khối lượng không đổi.

- Ký hiệu $\gamma_a$

#### 2. Công thức tính:

Khối lượng riêng được tính theo công thức sau:

$$\gamma_a = \frac{G^k}{V_a} \quad ; \quad g/cm^3,\ kg/l,\ t/m^3 \ldots$$

trong đó: $G_k$ - khối lượng mẫu thí nghiệm trong trạng thái khô

$V_a$ - thể tích hoàn toàn đặc của mẫu thí nghiệm

#### 3. Cách xác định:

Tùy theo từng loại vật liệu mà có những phương pháp xác định $\gamma_a$ khác nhau.

***a. Vật liệu được coi như hoàn toàn đặc chắc:*** thép, kính...

- Đối với mẫu có dạng hình học xác định: Phương pháp cân đo bình thường.

- Đối với mẫu không có dạng hình học xác định: Phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng xác định $V_a$.

***b. Vật liệu không hoàn toàn đặc chắc:*** gạch, đá, bêtông, vữa . . .

- Nghiền nhỏ mẫu vật liệu đến mức nhỏ hơn 0,2*mm*, Cân xác định $G_k$, dùng phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng để xác định $V_a$.

#### 4. Ý nghĩa:

- Khối lượng riêng của vật liệu chỉ phụ thuộc vào thành phần cấu tạo và cấu trúc vi mô của nó nên biến động trong một phạm vi nhỏ .

- Dùng để tính toán cấp phối vật liệu hỗn hợp, một số chỉ tiêu vật lý khác ...

- Đối với vật liệu hỗn hợp, khối lượng riêng được lấy bằng khối lượng riêng trung bình xác định theo công thức sau:

$$\gamma_a^{hh} = \frac{G_1 + G_2 + \ldots + G_n}{\frac{G_1}{\gamma_1} + \frac{G_2}{\gamma_2} + \ldots + \frac{G_n}{\gamma_n}}$$

- Khối lượng riêng $\gamma_a$ của một số loại vật liệu thường gặp :

Đá thiên nhiên : 2,5 ÷ 3 $g/cm^3$

Gạch ngói đất sét nung : 2,6 ÷ 2,7 $g/cm^3$

Ximăng 2,9 ÷ 3,2 $g/cm^3$

Bêtông nặng : 2,5 ÷ 2,6 $g/cm^3$

Vật liệu hữu cơ (gỗ, bitum, chất dẻo, v.v...): 0,9 ÷ 1,6 $g/cm^3$

## II. KHỐI LƯỢNG THỂ TÍCH:

### 1. Khái niệm:

- *Khối lượng thể tích:* là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái tự nhiên (kể cả lỗ rỗng).

Ký hiệu $\gamma_o^{tn}$, $\gamma_o^{W}$

- *Khối lượng thể tích tiêu chuẩn:* là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái tự nhiên sau khi được sấy khô ở nhiệt độ 105°C ÷ 110°C đến khối lượng không đổi.

Ký hiệu $\gamma_o^{tc}$, $\gamma_o$

- *Khối lượng thể tích xốp*: là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu dạng hạt rời rác được đổ đống ở trạng thái tự nhiên.

Ký hiệu $\gamma_o^{x}$, $\gamma_o^{dd}$

### 2. Công thức tính:

$$\gamma_o = \frac{G}{V_o^{tn}} \quad (g/cm^3, kg/l, t/m^3, ...)$$

$$\gamma_o^{tc} = \frac{G^k}{V_o^k} \quad (g/cm^3, kg/l, t/m^3, ...)$$

$$\gamma_o^{x} = \frac{G_{VL\ trong\ thùng}}{V_{thùng}} \quad (g/cm^3, kg/l, t/m^3, ...)$$

trong đó: $G^{tn}$ , $G^{W}$ -khối lượng mẫu thí nghiệm ở trạng thái tự nhiên

$G^k$ - khối lượng mẫu thí nghiệm trong trạng thái khô

$V_o^{tn}$ - thể tích của mẫu thí nghiệm ở trạng thái tự nhiên

$V_o^{k}$ - thể tích của mẫu thí nghiệm ở trạng thái khô

### 3. Cách xác định :

***a. Vật liệu có dạng hình học xác định:***

Phương pháp cân đo bình thường.

***b. Vật liệu không có dạng hình học xác định:***

Phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng: bọc parafin hoặc ngâm mẫu bão hòa nước.

***c. Vật liệu dạng hạt rời rạc:*** xác định khối lượng thể tích xốp

Phương pháp đổ đống: Đổ đống vật liệu vào một thùng đong có dung tích biết trước ở một độ cao nhất định. Cân khối lượng vật liệu có trong thùng đong G.

**4. Ý nghĩa:**

- Khối lượng thể tích phụ thuộc vào kết cấu nội bộ bản thân vật liệu, khối lượng thể tích xốp phụ thuộc vào kích thước hạt và sự sắp xếp giữa các hạt.

- Biết khối lượng thể tích ta có thể đánh giá sơ bộ một số tính chất của vật liệu như độ đặc, độ rỗng, cường độ, độ hút nước, hệ số truyền nhiệt của vật liệu, v.v... Ngoài ra, từ trị số $\gamma_o$, $\gamma_o^x$ ta có thể tính toán dự trù được phương tiện vận chuyển vật liệu, kho bãi hay tính cấp phối của vật liệu hỗn hợp.

- Khối lượng thể tích của các loại vật liệu xây dựng biến đổi trong phạm vi rất lớn.

- Khối lượng thể tích $\gamma_o$ của một số loại vật liệu thường gặp :

+ Đá thiên nhiên loại đặc chắc: 2,6 ÷ 2,8 $g/cm^3$

+ Gạch ngói đất sét nung : 1,3 ÷ 1,9 $g/cm^3$

+ Bêtông nặng : 1,8 ÷ 2,5 $g/cm^3$

## III. ĐỘ ĐẶC , ĐỘ RỖNG:

**1. Khái niệm:**

*Độ đặc* hay mật độ của vật liệu là tỷ số giữa phần thể tích hoàn toàn đặc so với thể tích tự nhiên của mẫu vật liệu. Độ đặc được ký hiệu *đ*, thường tính bằng %.

*Độ rỗng* là tỷ lệ giữa phần thể tích rỗng so với thể tích tự nhiên của mẫu vật liệu. Độ rỗng được ký hiệu *r*, thường tính bằng %

**2. Công thức tính:**

$$đ = \frac{V_a}{V_o} \times 100\% \quad = \frac{V_a / G^k}{V_o / G^k} \times 100\% = \frac{\gamma_o}{\gamma_a} \times 100\%$$

$$r = \frac{V_r}{V_o} \times 100\% \; r = \frac{V_r}{V_o} = \frac{V_o - V_a}{V_o} = 1 - \frac{V_á}{V_o} = 1 - đr = \left(1 - \frac{\gamma_o}{\gamma_a}\right) \times 100\%$$

trong đó: $V_a$ - phần thể tích hoàn toàn đặc của mẫu thí nghiệm

$V_o$ - thể tích tự nhiên của mẫu thí nghiệm

$V_r$ - phần thể tích rỗng của mẫu thí nghiệm

**3. Phân loại lỗ rỗng:**

*Lỗ rỗng kín* là lỗ rỗng riêng biệt ,không thông với nhau và không thông với bên ngoài.

*Lỗ rỗng hở* là lỗ rỗng thông với nhau và thông với bên ngoài.

**4. Ảnh hưởng của độ đặc, rỗng, tính chất lỗ rỗng đến các tính chất khác của vật liệu:**

- Độ rỗng là một chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng vì nó ảnh hưởng nhiều đến các tính chất khác của vật liệu như: cường độ, độ hút nước, khả năng truyền nhiệt, khả năng chống thấm, chống băng giá và chống ăn mòn ...

## * Nhóm các tính chất liên quan đến môi trường nước

### IV. ĐỘ ẨM:

#### 1. Khái niệm:

*Độ ẩm* là tỷ lệ nước có tự nhiên trong vật liệu ở trạng thái tự nhiên tại thời điểm thí nghiệm. Ký hiệu W.

#### 2. Công thức tính :

Độ ẩm được tính bằng tỷ lệ phần trăm giữa khối lượng nước có tự nhiên trong mẫu vật liệu ở thời điểm thí nghiệm so với khối lượng mẫu vật liệu ở trạng thái khô.

$$W = \frac{G_n^{tn}}{G_{vl}^{k}} \times 100\% = \frac{G_{vl}^{tn} - G_{vl}^{k}}{G_{vl}^{k}} \times 100\%$$

trong đó : $G_{vl}^{tn}$ - khối lượng mẫu thí nghiệm ở trạng thái tự nhiên

$G_{vl}^{k}$ -_khối lượng mẫu thí nghiệm ở trạng thái khô

#### 3. Cách xác định:

- Cân mẫu ở trạng thái tự nhiên tại thời điểm thí ngiệm. Sấy khô mẫu đến khối lượng không đổi.

#### 4. Ý nghĩa:

- Độ ẩm là đại lượng thay đổi liên tục tùy thuộc điều kiện nhiệt độ và độ ẩm môi trường, vật liệu có thể hút ẩm hoặc nhả ẩm tùy theo sự chênh lệch giữa áp suất riêng phần của hơi nước trong không khí và trong vật liệu. Độ ẩm cũng phụ thuộc vào cấu tạo nội bộ của vật liệu và bản chất ưa nước hay kỵ nước của nó.
- Khi vật liệu bị ẩm hoặc là khi độ ẩm của vật liệu thay đổi thì một số tính chất của vật liệu cũng thay đổi theo như: cường độ, khả năng dẫn nhiệt và dẫn điện, thể tích ...
- Biết độ ẩm của vật liệu để điều chỉnh lượng dùng vật liệu cho hợp lý.

### V. ĐỘ HÚT NƯỚC:

#### 1. Khái niệm:

*Độ hút nước* là khả năng vật liệu hút và giữ nước trong các lỗ rỗng ở điều kiện nhiệt độ và áp suất thường (p = 1*atm* và $t^o = 20 \pm 5^oC$ ).

#### 2. Công thức tính:

*Độ hút nước theo khối lượng:* là tỷ số phần trăm giữa khối lượng nước có trong vật liệu khi được bão hòa trong điều kiện nhiệt độ và áp suất thường so với khối lượng vật liệu ở trạng thái khô. Ký hiệu $H_p$ , xác định theo công thức sau:

$$H_p = \frac{G_n^{bh}}{G_{vl}^{k}} \times 100\% = \frac{G_{vl}^{bh} - G_{vl}^{k}}{G_{vl}^{k}} \times 100\%$$

trong đó : $G_{vl}^{bh}$ - khối lượng mẫu thí nghiệm đã bão hòa nước

$G_{vl}^{k}$ - khối lượng mẫu thí nghiệm khô

*Độ hút nước theo thể tích:* là tỷ số phần trăm giữa thể tích nước có trong vật liệu khi được bão hòa trong điều kiện nhiệt độ và áp suất thường so với thể tích tự nhiên của vật liệu ở trạng thái khô. Ký hiệu $H_v$ , xác định theo công thức sau:

$$H_v = \frac{V_n^{bh}}{V_o} \times 100\% = \frac{G_n^{bh}}{\gamma_{an} V_o} \times 100\% = \frac{G_n^{bh} / G_{vl}^k}{\gamma_{an} V_o / G_{vl}^k} \times 100\%$$

$$H_v = H_p \times \frac{\gamma_o^{tc}}{\gamma_{an}}$$

### 3. Cách xác định:

- Phương pháp ngâm từ từ ở điều kiện bình thường đối với mẫu có kích thước lớn.
- Phương pháp ngâm một lần ở điều kiện bình thường đối với mẫu có kích thước bé.

### 4. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ hút nước và ý nghĩa:

- Độ hút nước phụ thuộc vào cấu tạo bản thân vật liệu (độ đặc, độ rỗng, tính chất lỗ rỗng), bản chất ưa nước hay kỵ nước của vât liệu.
- Khi vật liệu bị bão hoà nước thì một số tính chất của vật liệu cũng thay đổi theo như: cường độ giảm, khả năng dẫn nhiệt và dẫn điện tăng, thể tích tăng...

## VI. ĐỘ BÃO HOÀ NƯỚC:

### 1. Khái niệm :

*Độ bão hòa nước* là khả năng hút và giữ nước cao nhất của vật liệu ở điều kiện cưỡng bức về nhiệt độ hoặc áp suất.

### 2. Công thức tính :

*Độ bão hoà nước theo khối lượng:* là tỷ số phần trăm giữa khối lượng nước có trong vật liệu khi được bão hòa trong điều kiện cưỡng bức so với khối lượng vật liệu ở trạng thái khô. Ký hiệu $H_p^{max}$ , xác định theo công thức sau:

$$H_p^{max} = \frac{G_n^{bhdkcb}}{G_{vl}^k} \times 100\% = \frac{G_{vl}^{bhdbkcb} - G_{vl}^k}{G_{vl}^k} \times 100\%$$

trong đó : $G_{vl}^{bhđkcb}$ - khối lượng mẫu thí nghiệm đã bão hòa nước ở đkcb

$G_{vl}^k$ - khối lượng mẫu thí nghiệm khô

*Độ bão hoà nước theo thể tích:* là tỷ số phần trăm giữa thể tích nước có trong vật liệu khi được bão hòa trong điều kiện cưỡng bức so với thể tích tự nhiên của vật liệu ở trạng thái khô. Ký hiệu $H_v^{max}$ , xác định theo công thức sau:

$$H_v^{max} = \frac{V_n^{bhdkcb}}{V_o} \times 100\% = \frac{G_n^{bhdkcb}}{\gamma_{an} V_o} \times 100\% = \frac{G_n^{bhdkcb} / G_{vl}^k}{\gamma_{an} V_o / G_{vl}^k} \times 100\%$$

$$H_v^{max} = H_p^{max} \times \frac{\gamma_o^{tc}}{\gamma_{an}}$$

*Hệ số bão hòa nước:* là tỷ số phần trăm giữa thể tích nước chứa trong vật liệu khi được bão hòa ở điều kiện cưỡng bức so với thể tích lỗ rỗng của vật liệu. Ký hiệu $C_{bh}$.

$$C_{bh} = \frac{V_n^{bhdkcb}}{V_r} \times 100\% = \frac{V_n^{bhdkcb} / V_o}{V_r / V_o} \times 100\% = \frac{H_v^{max}}{r} \times 100\%$$

trong đó : $H_v^{max}$ - độ bão hoà nước theo thể tích

r - độ rỗng của vật liệu

### 3. Cách xác định:

- Phương pháp ngâm mẫu trong điều kiện áp suất không khí là 20*mmHg*
- Phương pháp ngâm trong nước nhiệt độ 100°C

### 4. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ bão hoà nước và ý nghĩa:

- Độ hút nước phụ thuộc vào cấu tạo bản thân vật liệu (độ đặc, độ rỗng, tính chất lổ rỗng), bản chất ưa nước hay kỵ nước của vât liệu.
- Khi vật liệu bị bão hoà nước thì một số tính chất của vật liệu cũng thay đổi theo như: cường độ giảm, khả năng dẫn nhiệt và dẫn điện tăng, thể tích tăng...

## VII. TÍNH THẤM NƯỚC:

### 1. Khái niệm:

- *Tính thấm* là tính chất của vật liệu cho nước thấm qua chiều dày của nó khi giữa hai bề mặt đối xứng có sự chênh lệch về áp suất thuỷ tĩnh.
- *Tính chống thấm* là khả năng của vật liệu ngăn không cho nước thấm qua chiều dày của nó khi giữa hai bề mặt đối xứng có sự chênh lệch về áp suất thuỷ tĩnh.

### 2. Cách xác định và công thức xác định:

***a. Tính thấm:***

Để đánh giá tính thấm ta dùng hệ số thấm nước $K_{tn}$

$$K_{tn} = \frac{V_n a}{F(p_1 - p_2)\tau}$$

trong đó : $V_n$ - thể tích nước thấm qua mẫu vật liệu; $m^3$

a - chiều dày thấm của mẫu vật liệu; *m*

F - tiết diện chịu thấm; $m^2$

$\tau$ - thời gian thấm; *h*

$(p_1 - p_2)$ - chênh lệch áp suất thuỷ tĩnh giữa hai bề mặt đối xứng; *m cột nước*

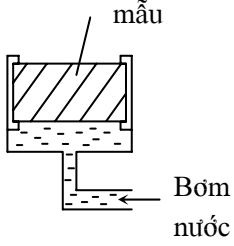
* Hệ số thấm nước là thể tích nước thấm qua mẫu vật liệu có chiều dày 1*m* , tiết diện $1m^2$ trong thời gian 1*h* khi chênh lệch áp suất thuỷ tĩnh ở hai bề mặt đối xứng là 1*m cột nước*.

***b.Tính chống thấm:***

Để đánh giá mức độ thấm của vật liệu người ta dùng mác chống thấm. Mác chống thấm được đánh giá bằng áp lực nước lớn nhất mà khi đó nước chưa thấm qua được mẫu vật liệu có kích thước quy định trong một khoảng thời gian quy định.

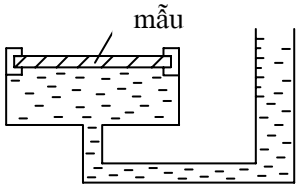
* *Vật liệu làm việc ở dạng khối:*

Mẫu thí nghiệm có dạng hình trụ, khối: các diện tích mặt bên của mẫu được bọc vật liệu cách nước, trên dưới để trống. Áp lực nước ban đầu $p_o$, sau t giờ tăng thêm $\Delta p$ nữa cho đến khi xuất hiện vết thấm.



** Vật liệu làm việc ở dạng bản mỏng:*

Mẫu thí nghiệm hình tròn có chiều dày bằng chiều dày làm việc. Mức nước ban đầu là 100mm giữ trong 5 phút, sau đó cứ t phút tăng thêm Δh nước cho đến khi xuất hiện vết thấm.




**4. Các yếu tố ảnh hưởng đến tính thấm và ý nghĩa:**

- Mức độ thấm hoặc khả năng chống thấm của vật liệu phụ thuộc vào cấu tạo bản thân vật liệu (độ đặc, độ rỗng, tính chất lổ rỗng), bản chất ưa nước hay kỵ nước của vât liệu.
- Sự thấm còn phụ thuộc vào áp lực nước tác dung lên vật liệu và thời gian thấm.
- Tính thấm đặc biệt quan trọng đối với vật liệu làm việc trong môi trường chịu ảnh hưởng của mưa gió, thường xuyên ẩm ướt hoặc trong nước.

## * Nhóm các tính chất liên quan đến môi trường nhiệt

### IX. TÍNH TRUYỀN NHIỆT:

**1. Khái niệm:**

*Tính truyền nhiệt* là khả năng của vật liệu để nhiệt truyền qua chiều dày khối vật liệu từ phía có nhiệt độ cao về phía có nhiệt độ thấp hơn.

**2. Công thức tính:**

- Tính truyền nhiệt được đánh giá bằng hệ số truyền nhiệt λ. Hệ số truyền nhiệt là lượng nhiệt truyền qua vật liệu có chiều dày 1$m$, tiết diện 1$m^2$ trong thời gian 1$h$ khi nhiệt độ chênh lệch giữa hai bề mặt là 1$^oC$.

$$\lambda = \frac{Qa}{F\Delta t\tau} \quad ; \; Kcal/m.h.^oC$$

trong đó : Q - lượng nhiệt truyền qua mẫu vật liệu; *Kcal*
a - bề dày mẫu vật liệu; *m*
F - tiết diện mẫu; $m^2$
Δt - chênh lệch nhiệt độ giữa 2 bề mặt đối xứng; $^oC$
τ - thời gian truyền nhiệt; *h*

**3. Các yếu tố ảnh hưởng:**

a) Ảnh hưởng của cấu tạo bản thân vật liệu: Đối với những vật liệu khô trong không khí (W=1 ÷ 7%) có thể tính λ theo $\gamma_o$ bằng công thức kinh nghiệm sau:

$$\lambda = \sqrt{0,0196 + 0,22\gamma_o^2} - 0,14 \quad ; Kcal/m.h.^oC$$

b) Ảnh hưởng của nhiệt độ bình quân của vật liệu: Khi nhiệt độ t = 40 ÷ 70°C ta tính λ theo t bằng công thức sau :

$$\lambda_t = \lambda_o(1 + 0,002t)$$

trong đó : $\lambda_t$ - hệ số truyền nhiệt ở t$^oC$
$\lambda_o$ - hệ số truyền nhiệt ở 0$^oC$
t - nhiệt độ bình quân của mẫu vật liệu; $^oC$

c) Ảnh hưởng của độ ẩm:

$$\lambda_W = \lambda_k + \Delta\lambda W$$

trong đó : $\lambda_W$ - hệ số truyền nhiệt của vật liệu ở trạng thái ẩm
$\lambda_k$ - hệ số truyền nhiệt của vật liệu ở trạng thái khô
W - độ ẩm của vật liệu
$\Delta\lambda$ - gia số truyền nhiệt

## X. NHIỆT DUNG, TỶ NHIỆT:

### 1. Khái niệm:

*Nhiệt dung* là nhiệt lượng mà vật liệu thu được sau khi đun nóng. Ký hiệu Q.

*Tỷ nhiệt* là nhiệt lượng cần cung cấp cho 1*kg* vật liệu để nó tăng lên 1$^oC$. Ký hiệu C.

### 2. Công thức tính:

Nhiệt dung được tính theo công thức sau:

$$Q = CG(t_2 - t_1) \quad ; \; Kcal$$

trong đó : C - tỷ nhiệt, *Kcal/kg.*$^oC$
G - khối lượng vật liệu được đun nóng; *kg*
$t_1$ - nhiệt độ vật liệu sau khi đun nóng; $^oC$
$t_2$ - nhiệt độ vật liệu trước khi đun nóng; $^oC$

Tỷ nhiệt của một loại vật liệu được tính theo công thức sau :

$$C = \frac{Q}{G(t_2 - t_1)} \quad ; \; Kcal/kg.^oC$$

trong đó : Q - nhiệt lượng vật liệu thu được sau khi đung nóng; *Kcal*
G - khối lượng vật liệu được đun nóng; *kg*
$t_1$ - nhiệt độ vật liệu sau khi đun nóng; $^oC$
$t_2$ - nhiệt độ vật liệu trước khi đun nóng; $^oC$

### 3. Các yếu tố ảnh hưởng đến tỷ nhiệt:

* Ảnh hưởng của độ ẩm:

$$C_W = \frac{C_k + 0{,}01WC_n}{1 + 0{,}01W}$$

trong đó : $C_W$ - tỷ nhiệt của vật liệu ở độ ẩm W
$C_k$ - tỷ nhiệt của vật liệu khô
$C_n$ - tỷ nhiệt của nước
W - độ ẩm của vật liệu (%)

*Ảnh hưởng của thành phần cấu tạo: trường hợp vật liệu hỗn hợp do nhiều thành phần cấu tạo nên thì tỷ nhiệt của nó tính theo công thức:

$$C^{hh} = \frac{G_1C_1 + G_2C_2 + ... + G_nC_n}{G_1 + G_2 + ... + G_n}$$

trong đó : $C_{hh}$ - tỷ nhiệt của vật liệu hốn hợp

$C_1$,..., $C_n$ - tỷ nhiệt của từng vật liệu thành phần
$G_1$,..., $G_n$ - khối lượng của từng vật liệu thành phần

### XI. TÍNH CHỐNG CHÁY, TÍNH CHỊU NHIỆT:

#### 1. Tính chống cháy:

- *Tính chống cháy* là khả năng của vật liệu chịu được tác dụng trực tiếp của ngọn lửa trong một thời gian nhất định mà không bị phá hoại.
- Căn cứ vào khả năng chống cháy, vật liệu xây dựng được chia thành 4 nhóm :
  + *Vật liệu không cháy,không bị biến dạng*
  + *Vật liệu không cháy nhưng có thể biến dạng nhiề*u
  + *Vật liệu khó cháy*
  + *Vật liệu dễ cháy*

#### 2. Tính chịu nhiệt:

- *Tính chịu nhiệt* là khả năng của vật liệu chịu tác động của nhiệt độ cao trong một thời gian dài mà không bị phá hoại (thường là bị chảy).
- Căn cứ vào khả năng chịu nhiệt, vật liệu xây dựng được chia thành 3 nhóm :
  + *Vật liệu chịu nhiệt:* chịu được tác dụng của nhiệt độ lớn hơn 1580$^o$C
  + *Vật liệu khó chẩy:* chịu được tác dụng của nhiệt độ từ 1350 ÷ 1580$^o$C.
  + *Vật liệu dễ chẩy:* chịu được tác dụng của nhiệt độ dưới 1350$^o$C.

## §2. CÁC TÍNH CHẤT CƠ HỌC CHỦ YẾU CỦA VẬT LIỆU XÂY DỰNG

### I. TÍNH BIẾN DẠNG:

#### 1. Khái niệm:

- *Tính biến dạng* là tính chất của vật liệu bị thay đổi hình dáng và kích thước dưới tác dụng của tải trọng.
- Thực chất của biến dạng là khi chịu tác dụng của ngoại lực các phân tử sẽ thay đổi vị trí cân bằng và có chuyển vị tương đối.

#### 2. Phân loại biến dạng:

***a. Căn cứ vào khả năng phục hồi biến dạng:***

* Biến dạng đàn hồi: là biến dạng bị triệt tiêu hoàn toàn khi bỏ ngoại lực tác dung. Tính chất hồi phục về hình dáng và kích thước ban đầu của vật liệu sau khi bỏ ngoại lực gọi là tính đàn hồi.

* Biến dạng dẻo (biến dạng dư): là biến dạng không bị triệt tiêu hoàn toàn khi bỏ ngoại lực tác dụng. Tính chất không hồi phục được hình dáng và kích thước ban đầu của vật liệu sau khi bỏ ngoại lực tác dụng gọi là tính dẻo.

***b. Căn cứ vào thời điểm xuất hiện biến dạng:***

* Biến dạng tức thời: biến dạng xuất hiện ngay sau khi đặt lực.

* Biến dạng theo thời gian : biến dạng chỉ xuất hiện sau một thời gian đặt lực.

### 3. Phân loại vật liệu theo biến dạng:

- Căn cứ vào quan hệ giữa ứng suất và biến dạng, hay nói cách khác căn cứ vào hiện tượng biến dạng tới trước khi bị phá hoại, chia vật liệu thành:

- Vật liệu có tính dẻo: là vật liệu mà từ khi đặt lực cho đến trước khi bị phá hoại quan sát được biến dạng dẻo rất rõ ràng. VD: thép ít cacbon, bitum...

- Vật liệu có tính giòn: là vật liệu mà từ khi đặt lực cho đến trước khi bị phá hoại không quan sát thấy biến dạng một cách rõ ràng. VD: gang, đá thiên nhiên, gạch đất sét nung...

- Vật liệu có tính đàn hồi: là vật liệu mà khả năng biến dạng đàn hồi lớn hơn khả năng biến dạng dẻo.

- Tính dẻo hay tính giòn của vật liệu có thể thay đổi tùy theo các yếu tố: nhiệt độ , độ ẩm, tốc độ gia tải... VD: bitum khi kéo ở nhiệt độ cao là vật liệu dẻo, khi kéo ở nhiệt độ thấp là vật liệu giòn...

### 4. Các hiện tượng liên quan đến biến dạng:

***a. Hiện tượng từ biến*:**

- *Từ biến* là hiện tượng biến dạng tăng dần theo thời gian khi tải trong tác dụng không đổi.

- Nguyên nhân của hiện tượng từ biến là do trong vật liệu rắn có một số bộ phận phi tinh thể có tính chảy nhớt gần giống như thể lỏng. Mặt khác, do bản thân cấu tạo của vật liệu có một số thiếu sót, khuyết tật về mặt cấu trúc hoặc do vật liệu thay đổi cấu trúc theo thời gian nên dưới tác dụng lâu dài của ngoại lực nó bị chảy nhớt ra .

***b. Hiện tượng chùng ứng suất:***

- *Chùng ứng suất* là hiện tượng ứng suất đàn hồi giảm dần theo thời gian khi giữ cho biến dạng không đổi.

- Nguyên nhân: do dưới tác dụng lâu dài của tải trọng, một phần năng lượng gây biến dạng đàn hồi bị mất đi dưới dạng phân tán nhiệt làm cho một bộ phận vật liệu có biến dạng đàn hồi dần dần chuyển sang biến dạng dẻo.

## II. CƯỜNG ĐỘ:

### 1. Khái niệm:

- *Cường độ:* là khả năng lớn nhất của vật liệu chống lại sự phá hoại dưới tác dụng của tải trọng và được xác định bằng ứng suất tới hạn tương ứng với tải trọng gây phá hoại mẫu. Ký hiệu *R*.

- *Cường độ tiêu chuẩn:* là cường độ của vật liệu khi mẫu có hình dáng kích thước chuẩn, được chế tạo, dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn, thí nghiệm theo phương pháp chuẩn. Ký hiệu $R^{tc}$.

- *Mac vật liệu* (đối với các vật liệu mà cường độ là chỉ tiêu quan trọng nhất để đánh giá chất lượng): là đại lượng không thứ nguyên do Nhà nước quy định căn cứ vào cường độ tiêu chuẩn.

- Trong các kết cấu xây dựng, vật liệu có thể chịu các loại tải trọng khác nhau: kéo, nén, uốn, cắt, trượt, ... Tương ứng với mỗi dạng chịu tải sẽ có một loại cường độ tương ứng: cường độ chịu kéo, chịu nén, chịu uốn...

- Khi thí nghiệm, sự phá hoại trên mẫu xảy ra khi có các dấu hiệu : đứt , tách lớp , nứt, biến dạng lớn, gãy...

**2. Phương pháp và công thức xác định:**

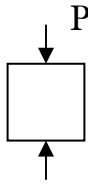
***a. Phương pháp trực tiếp:***

- Chế tạo mẫu hoặc lấy mẫu từ kết cấu công trình và tác dụng tải trọng trực tiếp lên mẫu cho đến khi mẫu bị phá hoại. Sự xuất hiện vết nứt, sự tách lớp và biến dạng là các dấu hiệu phá hoại.

- Cường độ vật liệu được tính toán từ các kết quả thí nghiệm theo các công thức tương ứng với dạng chịu lực .

* *Xác định cường độ nén* $R_n$ *:* mẫu thí nghiệm thường có dạng hình khối lập phương, cạnh từ 2 đến 30*cm*.

$$R_n = \frac{P}{F}$$

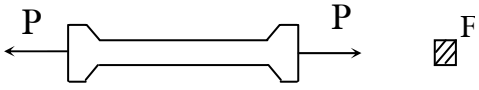



trong đó : P - tải trọng phá hoại

F - diện tích mặt cắt ngang

* *Xác định cường độ chịu kéo* $R_k$ *:* mẫu thí nghiệm có hình lăng trụ , hình số 8.

$$R_k = \frac{P}{F}$$



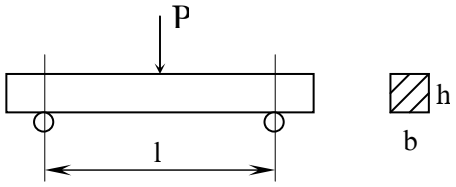

trong đó :P - tải trọng phá hoại

F - diện tích mặt cắt ngang

* *Xác định cường độ chịu uốn* $R_u$ *:* mẫu thí nghiệm thường có dạng thanh (dầm), tiết diện chữ nhật, đặt trên 2 gối tựa rồi tác dụng lên thanh một hay hai tải trọng tập trung.

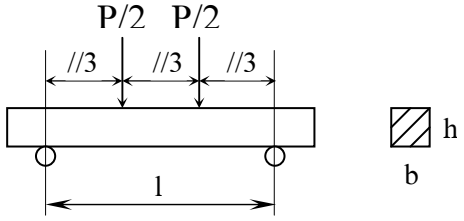
+ Sơ đồ 1 tải : Trường hợp đặt một tải trọng ở giữa :

$$R_n = \frac{M}{W} = \frac{3Pl}{2bh^2}$$




+ Sơ đồ 2 tải : Trường hợp đặt hai tải bằng nhau đối xứng với điểm giữa của thanh:

$$R_n = \frac{M}{W} = \frac{Pl}{bh^2}$$




trong đó: M - mômen uốn

W - mômen kháng uốn của tiết diện ngang dầm

P - tải trọng phá hoại

l - khoảng cách giữa hai gối tựa

b, h - chiều rộng và chiều cao tiết diện

***b. Phương pháp gián tiếp:*** *dựa vào nguyên tắc của dung cụ đo*

* *Nhóm theo nguyên tắc cơ học:*

- Tác dụng tải trọng sâu vào bề mặt vật liệu rồi đo trị số biến dạng dẻo, thông số đo là độ cứng hay biến dạng cục bộ (búa bi, búa có thanh chuẩn).

- Tác dụng tải trọng va chạm vào bề mặt vật liệu, dựa vào nguyên tắc nẩy bật đàn tính ra khỏi bề mặt vật liệu, thông số đo là trị số bật nẩy do phản lực từ mặt vật liệu tạo ra khi có tác động cơ học (súng bật nẩy ).

Đem các thông số đo được đối chiếu với các đồ thị chuẩn tương ứng của dung cụ để suy ra cường độ của vật liệu.

**Nhóm theo nguyên tắc vật lý:*

- Dựa vào quy luật lan truyền của xung điện, tia phóng xạ hay sóng siêu âm khi đi qua vật liệu để xác định mật độ, tần số dao động riêng hay vận tốc truyền sóng. Đem đối chiếu các thông số đo với các đồ thị chuẩn để xác định cường độ của vật liệu .

- Dụng cụ đo : máy siêu âm bêtông , máy siêu âm thép...

* Các phương pháp không phá hoại rất tiện lợi song mức độ chính xác tuỳ thuộc vào rất nhiều yếu tố do đó không thể thay thế hoàn toàn phương pháp phá hoại mẫu được . Các biểu đồ chuẩn của phương pháp không phá hoại phải được xây dựng trên cơ sở của phương pháp phá hoại mẫu .

### 3. Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ vật liệu:

***a. Các yếu tố phụ thuộc vào bản thân cấu tạo vật liệu:***

- Vật liệu có cấu trúc kết tinh hoàn thiện có cường độ cao hơn vật liệu có cấu trúc kết tinh không hoàn thiện.

- Vật liệu có kiến trúc kết tinh mịn có cường độ cao hơn vật liệu có kiến trúc kết tinh thô.

- Vật liệu có cấu tạo rỗng có cường độ thấp hơn vật liệu đặc chắc vì nó có độ rỗng tương đối lớn, lực liên kết giữa các chất điểm yếu, diện tích chịu lực giảm, ứng suất tập trung ở gần lỗ rỗng, nên khả năng chịu lực kém .

- Vật liệu có cấu tạo dạng lớp hoặc sợi, thành phần cấu tạo phân bố theo một chiều nhất định nên cường độ theo mỗi hướng khác nhau (tính dị hướng).

***b. Các yếu tố phụ thuộc vào điều kiện thí nghiệm:***

- Hình dáng và kích thước mẫu: mẫu có hình dạng khác nhau thì trị số đo cường độ cũng khác nhau. VD: trong thí nghiệm nén thì mẫu có kích thước càng bé, chiều cao càng thấp thì trị số đo R sẽ cao; mẫu hình trụ có trị số đo R thấp hơn mẫu hình lăng trụ.

- Đặc trưng bề mặt: trong thí nghiệm nén thì mẫu có bề mặt trơn láng, lực ma sát sẽ nhỏ, cường độ sẽ thấp và ngược lại.

- Tốc độ tăng tải: khi tốc độ tăng lực càng nhanh, tốc độ biến hình của vật liệu chậm (tương đối) so với tốc độ tăng tải nên trị số đo $R$ sẽ cao hơn so với thực tế.

- Nhiệt độ và độ ẩm của môi trường: có ảnh hưởng đến cường độ. Đối với các vật liệu nhạy cảm với nhiệt độ và độ ẩm thì ảnh hưởng của độ ẩm và nhiệt độ đến cường độ rất lớn .

Để khắc phục các yếu tố ảnh hưởng đó, phải quy định một hình dạng, kích thước chuẩn, điều kiện chế tạo và dưỡng hộ chuẩn , phương pháp thí nghiệm chuẩn cho từng loại vật liệ (Tiêu chuẩn Xây dựng của Việt Nam, Tiêu chuẩn ngành của các Bộ chủ quản, Tiêu chuẩn của các nước trên thế giới, Tiêu chuẩn của các Hiệp hội được Quốc tế công nhận). Khi thí nghiệm trên các điều kiện khác chuẩn, phải có sự hiệu chỉnh kết quả về điều kiện chuẩn .

Vì hình dáng và kích thước mẫu có ảnh hưởng nhất định đến kết quả thí nghiệm cường độ nên đối với $R_n$ người ta phải dùng hệ số điều chỉnh. VD: đối với thí nghiệm nén của bêtông:

**Hệ số điều chỉnh cường độ giữa các loại khuôn mẫu**

(lấy khuôn 15 x 15 x 15*cm* làm tiêu chuẩn)

| **Hình dáng, kích thước mẫu *(cm)*** | **K** |
|---|---|
| 30 x 30 x 30 | 1,10 |
| 20 x 20 x 20 | 1,05 |
| 15 x 15 x 15 | 1,00 |
| 10 x 10 x 10 | 0,91 |
| d = 20 ; h = 40 | 1,24 |
| d = 15 ; h = 30 | 1,20 |

## 4. Các hệ số liên quan đến cường độ :

***a. Hệ số mềm :***

-Nhìn chung khi vật liệu bão hòa nước thì cường độ giảm. Để đánh giá sự độ bền của vật liệu khi làm việc trong môi trường nước ta dùng hệ số mềm $K_m$

$$K_m = \frac{R^{bh}}{R^k}$$

trong đó : $R^{bh}$ _- cường độ của mẫu vật liệu đã bão hòa nước

$R^k$ -_cường độ của mẫu vật liệu khô

- Hệ số mềm biến đổi trong giới hạn từ 0 (vật liệu bằng đất sét không nung) đến 1 (vật liệu hoàn toàn đặc chắc: thép, kính...). Đối với các công trình bị ngập nước hay chịu mực nước thay đổi liên tục hay bị nước va đập liên tục yêu cầu hệ số mềm lớn hơn 0,75. Những vật liệu có hệ số mềm lớn hơn 0,75 được gọi là vật liệu bền nước.

***b. Hệ số an toàn:***

- Trong tính toán thiết kê công trình, người ta chỉ tính khả năng chịu lực của vật liệu theo trị số cường độ tối đa cho phép [ R ]. Cường độ này nhỏ hơn cường độ giới hạn

thực sự của vật liệu mới đảm bảo an toàn. Tỷ số giữa cường độ giới hạn và cường độ cho phép gọi là *hệ số an toàn K*. Hệ số an toàn *K* luôn luôn lớn hơn 1.

$$K = \frac{R}{[R]}$$

trong đó : R - cường độ giới hạn của vật liệu

[R] - cường độ tối đa cho phép trong thiết kế

* Lý do để đưa ra hệ số an toàn trong tính toán thết kế kết cấu công trình :

- Cường độ là trị số trung bình của nhiều mẫu thí nghiệm, nhiều vùng hoặc nhiều lần thí nghiệm.

- Trong qúa trình làm việc, vật liệu thường có hiện tượng mỏi hoặc đã có biến hình quá lớn tuy chưa đến lực phá hoại (nhất là khi tải trọng trùng lặp).

- Mặt khác khi thiết kế, người ta chưa đề cập hết đến các yếu tố ảnh hưởng của môi trường tác dụng lên công trình.

* Việc lựa chọn hệ số an toàn lớn hay nhỏ khi tính toán tuỳ thuộc vào :

- Quy mô, tầm quan trọng của công trình .

- Kinh nghiệm về tính toán thiết kế, phương pháp tính, trình độ tính toán, trình độ nắm chắc vật liệu, kiểm nghiệm qua các công trình đã xây dựng...

- Phương tiện, thiết bị thăm dò,khảo sát, dự báo, kiểm định ...

***c. Hệ số phẩm chất:***

*Hệ số phẩm chất* $K_{pc}$ là chỉ tiêu đánh giá phẩm chất của vật liệu - là tỷ số giữa cường độ và khối lượng thể tích của vật liệu.

$$K_{pc} = \frac{R}{\gamma_o}$$

trong đó : R - cường độ giới hạn của vật liệu, $daN/cm^2$

$\gamma_o$ - khối lượng thể tích của vật liệu, $kg/m^3$

## III. ĐỘ CỨNG:

### 1. Khái niệm:

-*Độ cứng* là khả năng của vật liệu chịu được sự xuyên đâm của vật liệu khác cứng hơn tác dụng lên nó.

- Khả năng này rất quan trọng đối với vật liệu làm đường, vật liệu lát bề mặt, vật liệu làm trụ cầu... và có ảnh hưởng nhiều đến tính chất chịu mòn. Mặt khác, độ cứng cũng đặc trưng cho mức độ khó gia công của vật liệu.

### 2.Cách xác định:

* *Đối với vật liệu khoáng:* dùng thang độ cứng Mohr. Phương pháp xác định là phương pháp vạch. Cách xác định theo phương pháp này chỉ có tính chất định tính chứ không định lượng.

***Bảng thang độ cứng Mohr***

| Chỉ số cứng | Khoáng vật | Đặc điểm độ cứng |
|---|---|---|
| 1 | Tan hoặc phấn | Rạch được dễ dàng bằng móng tay |
| 2 | Thạch cao | Rạch được bằng móng tay |
| 3 | Canxit hay thạch cao cứng | Rạch được dễ dàng bằng dao thép |
| 4 | Fluroin | Rạch được bằng dao thép dưới áp lực không lớn |
| 5 | Apatit | Ấn dao mạnh mới rạch được, không rạch được kính |
| 6 | Octocla | Không rạch được bằng dao thép, chỉ làm kính bị xước nhẹ |
| 7 | Thạch anh | Có thể rạch kính dễ dàng, không rạch được bằng dao thép |
| 8 | Topa | |
| 9 | Coriđon | |
| 10 | Kim cương | |

Căn cứ vào bảng Mohr thì độ cứng một số chất như sau :

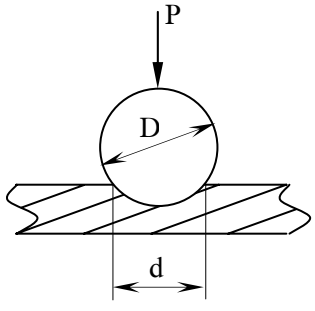
| **Tên các chất** | **Độ cứng** | **Tên các chất** | **Độ cứng** |
|---|---|---|---|
| *Pb* | 1,5 | *Cu* | 2 - 3 |
| *Zn* | 1,5 - 2 | *Đá hoa* | 3 - 4 |
| *Al* | 2 | *Thủy tinh* | 4,5 - 6,5 |
| *Sn* | 2 | *Đá lửa* | 6 |
| *Than đá* | 2 - 2,5 | *Lưỡi dao* | 6,5 |
| *Móng tay* | 2,5 | *Thép ít C* | 4 - 5 |

**Đối với vật liệu kim loại :*

+ Phương pháp Brinen: dùng viên bi thép có đường kính D (mm), đem ấn vào vật liệu định thử với một lực P, rồi dựa vào kích thước vết cầu lõm trên bề mặt vật liệu mà xác định độ cứng.

Độ cứng Brinen xác định theo công thức sau:

$$H_{Br} = \frac{P}{F} = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad , daN/mm^2$$




trong đó : F - diện tích chỏm cầu của vết lõm, $mm^2$

D - đường kính bi thép; *mm*

d - đường kính vết lõm; *mm*

P - lực ép viên bi vào mẫu thí nghiệm (*daN*), nó phụ thuộc vào đường kính viên bi và loại vật liệu. P được tính theo công thức

$$P = KD^2$$

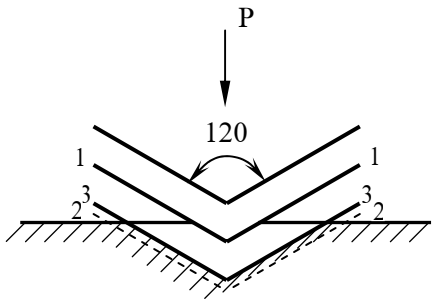
K - là hệ số, phụ thuộc tính chất vật liệu. Ví dụ:

đối với kim loại đen, K = 30

đối với kim loại màu, K = 10

đối với kim loại mềm, K = 3

$H_{Br}$ càng lớn thì vật liệu càng cứng.




+ Phương pháp Rốc-oen : dùng một hình nón bằng kim cương có góc mở 120°, bán kính 0,2*mm*, hoặc dùng một hòn bi thép có đường kính 1,59*mm* hay 3,175*mm* tác dụng sâu vào bề mặt vật liệu với tải trọng tăng dần. Sau đó khôi phục lại tải trọng ban đầu rồi đo biến dạng dư e . Căn cứ vào e để đánh giá mức độ cứng của vật liệu .

-Trình tự tiến hành như sau: Cho tải trọng ban đầu là:

$P_o$ = 10*kg* rồi tăng dần lên 150*kg* (nếu dùng hình nón)

$P_o$ = 10*kg* rồi tăng dần lên 60*kg* (nếu dùng bi có D = 1,59*mm*)

$P_o$ = 10*kg* rồi tăng dần lên 100*kg* (nếu dùng bi có D = 1,59*mm*)

$P_o$ = 10*kg* rồi tăng dần lên 100*kg* (nếu dùng bi có D = 3,175*mm*)

Sau đó khôi phục lại tải trọng ban đầu $P_o$ = 10*kg*

Đo biến dạng dư e còn lại trên mẫu (có đơn vị là 2μ).

Độ cứng Rốc-oen được ký hiệu và tính toán như sau:

$H_{Rc}$ = 100 - e (nếu dùng hình nón kim cương)

$H_{Rb}$ = 130 - e (nếu dùng bi có D = 1,59*mm* và P = 100*kg*)

$H_{Rf}$ = 130 - e (nếu dùng bi có D = 1,59*mm* và P = 60*kg*)

$H_{Re}$ = 130 - e (nếu dùng bi có D = 3,175*mm* và P = 100*kg*)

## IV. ĐỘ MÀI MÒN:

### 1. Khái niệm:

- Khi vật liệu làm việc bị cọ xát liên tục với vật liệu khác thì thể tích và khối lượng của nó bị thay đổi, ta gọi vật liệu bị mài mòn. Ký hiệu $M_n$.

- Độ mài mòn là độ hao mòn về khối lượng trên một đơn vị diện tích mẫu bị mài mòn liên tục .

-Độ mài mòn phụ thuộc vào độ cứng, cường độ và cấu tạo nội bộ vật liệu.

### 2. Cách xác định:

- Độ mài mòn thường được thí nghiệm bằng máy mài mòn. Mẫu thí nghiệm hình trụ có d = 2,5*cm*, h = 5*cm*. Cho máy quay 1000 vòng và rắc vào 2,5*l* cát thạch anh cỡ 0,3 ÷ 0,6*mm* và độ mài mòn được tính theo công thức:

$$M_n = \frac{G_o - G}{F} \text{ ; g/cm}^2$$

trong đó : $G_o$ - khối lượng mẫu trước khi mài mòn; *g*

G - khối lượng mẫu trước khi mài mòn; *g*

F - diện tích mài mòn; $cm^2$

- Cũng có khi người ta đánh giá độ mài mòn bằng độ hao hụt chiều dày của mẫu. Dưới đây là chỉ số trung bình độ mài mòn của một số vật liệu

| Vật liệu | Độ mài mòn, $g/cm^2$ |
|---|---|
| Đá hoa cương (granit) | 0,1 - 0,5 |
| Đá thạch anh | 0,06 - 0,12 |
| Tấm lát sàn bằng gốm | 0,25 - 0,3 |
| Đá vôi | 0,3 - 0,8 |

## V. ĐỘ CHỐNG VA CHẠM:

### 1. Khái niệm:

*Độ chống va chạm* là khả năng của vật liệu chịu được tải trọng va chạm mà không bị phá hoại (thường là bị nứt). Độ va chạm được tính bằng công cần thiết để đập vỡ một đơn vị thể tích vật liệu .

### 2. Cách xác định:

- Dùng máy búa va chạm: thả cho quả cầu thép khối lượng G rơi liên tục ở một độ cao xác định h đập vào bề mặt mẫu vật liệu n lần cho đến khi xuất hiện vết nứt đầu tiên trên mẫu. Công phá hoại do tải trọng va chạm gây ra :

$$A_{vc} = g.\ G.\ h.\ n$$

- Độ chống va chạm của vật liệu được tính theo công thức sau :

$$a_{vc} = A_{vc}/V_o$$

## VI. ĐỘ HAO MÒN:

### 1. Khái niệm:

*Độ hao mòn* đặc trưng cho tính chất của vật liệu vừa chịu mài mòn vừa chịu va chạm.

### 2.Cách xác định:

**** Độ hao mòn Đêvan:***

- Để xác định độ hao mòn thường dùng máy Đêvan (đối với đá). Đập đá thành những viên nặng khoảng 100*g* rồi bỏ 5*kg* đá vào thùng. Cho thùng quay 10000 vòng rồi lấy mẫu ra và đem sàng qua sàng 2*mm*. Độ hao mòn sẽ được tính theo công thức sau :

$$H_m = \frac{G_1 - G_2}{G_1} \times 100\%$$

trong đó : Q - độ hao mòn; %

$G_1$ - khối lượng vật liệu trước thí nghiệm; *g*

$G_2$ - khối lượng vật liệu sót lại trên sàng 2*mm* sau thí nghiệm; *g*

- Căn cứ vào độ hao mòn Đêvan , phân đá thành :

Q < 4% - đá chống hao mòn rất khỏe

Q = 4-6% - đá chống hao mòn khỏe

Q = 6-10% - đá chống hao mòn trung bình

Q = 10-15% - đá chống hao mòn yếu

Q > 15% - đá chống hao mòn rất yếu

**** Độ hao mòn LosAngeles (LA):***

- Để xác định độ hao mòn LA thường dùng máy hao mòn LA

* TCVN 1772-87 :

- Cân một khối lượng vật liệu G, Khi Dmax ≤ 20mm thì G = 5kg ; Khi Dmax ≥ 20mm thì G = 10kg. Khi đá có nhiều cỡ thì phải sàng để phân cỡ và xác định độ hao mòn cho từng cỡ hạt. Cho mẫu vào máy, bỏ vào n viên bi thép (d = 48 mm; g = 405-450g), cho máy quay N vòng với tốc độ 30-33 v/ph. Khi Dmax≤ 20mm thì N = 500v, n = 8,9,11; khi Dmax ≥ 20mm thì N = 1000v , n = 12. Sau đó đem sàng qua sàng 1,25mm . Độ hao mòn được tính theo công thức như trên .

* TC AASHTO 96-87; ASTM C131-81:

- Phân loại đá thành các loại A, B, C, D, E , F, G. Khi đá có nhiều cỡ thì phải sàng để phân thành từng cỡ riêng rồi phối hợp lại tạo thành mẫu thử . Cân một khối lượng vật liệu G cho vào máy , bỏ vào n viên bi thép (d = 46,8 mm ; g = 390-445g ) , cho máy quay N vòng với tốc độ 30-33 v/ph. Sau đó đem sang qua sàng 1,71mm . Độ hao mòn được tính theo công thức như trên.

**Bảng phân loại đá theo TC AASHTO 96-87; ASTM C131-81**

| Lọt qua | Sót lại | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 76,2 | 63,5 | | | | | 2500 | | |
| 63,5 | 50,8 | | | | | 2500 | | |
| 50,8 | 38,1 | | | | | 5000 | 5000 | |
| 38,1 | 25,4 | 1250 | | | | | 5000 | 5000 |
| 25,4 | 19,1 | 1250 | | | | | | 5000 |
| 19,1 | 12,7 | 1250 | 2500 | | | | | |
| 12,7 | 9,52 | 1250 | 2500 | | | | | |
| 9,52 | 6,35 | | | 2500 | | | | |
| 6,35 | 4,76 | | | 2500 | | | | |
| 4,76 | 2,38 | | | | 5000 | | | |
| Tổng G | | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 10000 | 10000 | 10000 |
| N | | 500 | 500 | 500 | 500 | 1000 | 1000 | 1000 |
| n | | 12 | 11 | 8 | 6 | 12 | 12 | 12 |

# CHƯƠNG II :

# VẬT LIỆU ĐÁ THIÊN NHIÊN

## §1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

### I. KHÁI NIỆM:

#### 1. Vật liệu đá thiên nhiên:

- Vật liệu đá thiên nhiên là vật liệu xây dựng được sản xuất ra từ đá thiên nhiên bằng phương pháp gia công cơ học như nổ mìn, đục, đập, cưa, v.v... Do đó, tính chất cơ lý, hóa học của vật liệu đá thiên nhiên vẫn giữ nguyên như của đá gốc. Vì vậy, để tìm hiểu tính chất của vật liệu đá thiên nhiên ta phải tìm hiểu tính chất của đá thiên nhiên.

#### 2. Đá thiên nhiên:

- Đá thiên nhiên là những khối tổ hợp vô cơ có quy luật của một khoáng hay nhiều khoáng. Đá chỉ gồm một khoáng gọi là đá đơn khoáng, đá gồm nhiều khoáng gọi là đá đa khoáng.

- Khoáng vật là cơ sở kiến tạo nên đá thiên nhiên. Đó là một khối vật thể đồng nhất về thành phần hoá học, tính chất vật lý và kiến trúc tinh thể. Khoáng vật là những chất hoá học được tạo thành do kết quả của các quá trình hoá lý tự nhiên khác nhau xảy ra trong vỏ Trái đất.

* Vật liệu đá thiên nhiên là loại vật liệu được dùng nhiều trong xây dựng.

- Công dụng: Vật liệu đá thiên nhiên như cát, sỏi, đá dăm dùng làm cốt liệu bêtông và vữa; đá cấp phối dùng rải đường ôtô và đệm đường xe lửa; đá hộc dùng để xây mố cầu, xây cống, kè đê và gia cố nền đường ôtô ở vùng đất yếu; đá tấm, đá lát dùng lát vỉa hè, làm bậc cầu thang; các cấu kiện kiến trúc khác dùng để trang hoàng các công trình dân dụng và công cộng. Ngoài ra, còn dùng đá thiên nhiên để sản xuất các chất kết dính như vôi, thạch cao, ximăng.

- Ưu điểm: cường độ chịu nén cao, độ cứng cao, bền vững trong môi trường sử dụng, khả năng trang trí tốt và giá thành hạ, vì là vật liệu địa phương.

### II. PHÂN LOẠI ĐÁ THIÊN NHIÊN:

- Có nhiều phương pháp khác nhau để phân loại đá thiên nhiên, song phương pháp hay dùng nhất là dựa vào điều kiện sinh thành và nguồn gốc của chúng, vì các yếu tố đó quyết định thành phần khoáng vật, cấu trúc tinh thể, kết cấu cũng như cường độ, tính bền vững và khả năng trang trí của đá.

- Theo phương pháp này, đá thiên nhiên được chia thành 3 nhóm chính: đá macma, đá trầm tích và đá biến chất.

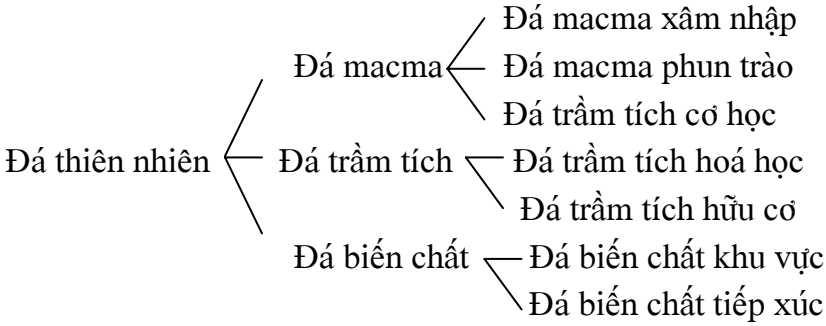
- Ngoài ra, căn cứ vào hàm lượng oxit silic có thể chia đá macma thành 4 loại:

* Đá macma axit : khi hàm lượng $SiO_2 > 65\%$

* Đá macma trung tính : khi hàm lượng $SiO_2 = 65\text{-}55\%$

* Đá macma bazơ : khi hàm lượng $SiO_2 = 55\text{-}45\%$

* Đá macma siêu bazơ : khi hàm lượng $SiO_2 < 45\%$




## III. PHÂN LOẠI VẬT LIỆU ĐÁ THIÊN NHIÊN:

### 1. Căn cứ vào hình dáng, kích thước:

- Đá hộc: những viên chưa qua gia công đẽo gọt, không có dạng hình học xác định, kích thước 150 ÷ 450*mm* , G = 20 ÷ 40 *kg*.
- Đá khối: những viên có qua gia công cơ học, hình dáng thường là khối hộp chữ nhật, thường được gọi là đá đẽo: đá đẽo thô, đá đẽo vừa, đá đẽo kỹ.
- Đá tấm : những viên có chiều dày bé hơn so với các kích thước còn lại.
- Đá dăm: đá có d = 5 ÷ 70 *mm*
- Cát: hạt có d = 0,14 ÷ 5 *mm*
- Bột đá: d < 0,14 *mm*

### 2. Căn cứ vào khối lượng thể tích:

- Đá nặng: KLTT > 1800 $kg/m^3$
- Đá nhẹ: KLTT < 1800 $kg/m^3$

### 3. Căn cứ vào cường độ:

- Đá nặng: có các Mac 100, 150, 200, 400, 600, 800, 1000
- Đá nhẹ: có các Mac 5, 10, 15, 75, 100, 150

### 4. Căn cứ vào hệ số mềm:

- Đá có $K_m < 0,6$ : dùng nơi khô ráo
- Đá có $K_m = 0,6 \div 0,75$ : dùng nơi ít ẩm
- Đá có $K_m = 0,75 \div 0,9$ : dùng nơi ẩm ướt
- Đá có $K_m = 0,6 \div 0,75$ : dùng dưới nước

### 5. Căn cứ vào mục đích xây dựng:

- Đá xây móng, làm cốt liệu cho bêtông, bêtông atphan, dùng làm vật liệu trang trí, đá ốp lát, dùng làm nguyên liệu sản xuất vôi, ximăng...

### 6. Căn cứ vào quá trình sản xuất :

- Vật liệu đá có qua gia công cơ học
- Vật liệu đá không qua gia công cơ học

# §2. ĐÁ MACMA

## I. ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÀNH:

- Đá macma được tạo thành từ khối silicát nóng chảy trong lòng vỏ Trái đất xâm nhập vào vỏ quả đất hay phá vỡ lớp vỏ này phun lên trên bề mặt của vỏ Trái đất rồi nguội lạnh lại tạo thành.

- Macma xâm nhập nằm sâu hơn trong lòng vỏ Trái đất và có quá trình kết tinh chậm. Nó có cấu trúc tinh thể lớn, độ đặc chắc cao, khả năng chịu lực tốt, ít hút nước.

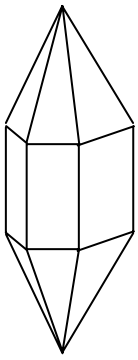
- Macma phun trào ở trên vỏ Trái đất và quá trình kết tinh nhanh dưới nhiệt độ và áp suất thấp nên có một bộ phận khoáng khoáng vật kết tinh với kích thước tinh thể bé, không hoàn chỉnh, còn phần lớn ở dạng vô định hình. Nó có nhiều lổ rỗng, khả năng chịu lực kém nhưng độ hoạt tính lại cao...

## II. CÁC KHOÁNG VẬT TẠO ĐÁ:

### 1. Nhóm silicat:

***a. Thạch anh:***

- Thạch anh có thành phần hoá học là $SiO_2$ ở dạng kết tinh, tinh thể hình lăng trụ sáu cạnh, ít khi trong suốt mà thường có màu trắng sữa, độ cứng 7, khối lượng riêng 2,65$g/cm^3$, có cường độ chịu nén cao, chống hao mòn tốt và tương đối ổn định với axit. Thạch anh có khả năng thay đổi thể tích tuỳ theo nhiệt độ. Ở $t^o$= 573$^o$C bị biến đổi thù hình, nở V 1,5 lần. Ở $t^o$ = 1710$^o$C nóng chảy



Tinh thể Thạch anh anh

***b. Nhóm fenpat:***

- Gồm những alumo silicat natri, kali và canxi được tạo thành khi macma kết tinh. Căn cứ vào tính chất cát khai, người ta chia fenpat ra làm 2 dạng: octola - khi các mặt cát khai thẳng góc nhau và plagiocla - khi các mặt cát khai xiên góc với nhau (khoảng 86$^o$30').

- Có 3 loại : fenspat kali, fenspat natri, fenspat canxi

$K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ $Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ $CaO.Al_2O_3.6SiO_2$

- Đặc tính cơ bản của fenspat là có màu trắng, trắng xám, vàng hồng đến đỏ, khối lượng riêng 2,55 ÷ 2,76$g/cm^3$, độ cứng 6÷6,5 , cường độ chịu nén giới hạn 1200 ÷ 1700$daN/cm^2$, khả năng chống phong hoá kém, kém ổn định đối với nước, đặc biệt là nước có chứa $CO_2$. Fenspat kali khi phong hoá tạo thành Caolinit.

-Fenspat dùng chủ yếu trong công nghệ sản xuất gạch men sứ và các thiết bị sứ vệ sinh.

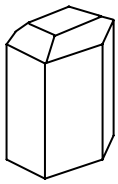
***c. Nhóm phụ mica:***

- Mica là những alumosilicat ngậm nước rất phức tạp, phổ biến nhất là 2 loại biotit có màu nâu, đen và mutcovit thường trong suốt. Độ cứng của mica rất thấp, nói chung từ 2 ÷ 3, khối lượng riêng từ 2,76 ÷ 3,2$g/cm^3$.

***d. Nhómkhoáng vật sẫm màu:***

- Ogyt: Thành phần hoá học phức tạp, $Ca(Mg, Fe,Al)[(Si, Al)_2.O_6]$ có màu đen phớt lục, phớt nâu; độ cứng 5 ÷ 6, khối lượng riêng 3,2 ÷ 3,6$g/cm^3$, do macma nguội lạnh tạo thành.

- Amfibon: Thành phần phức tạp hơn piroxen, phổ biến nhất là hocblen và actinolit. Hocblen có tinh thể lăng trụ, màu lục hay nâu, độ cứng 5÷ 6, khối lượng riêng 3,1 ÷ 3,3$g/cm^3$, do macma nguội lạnh tạo thành. Actinolit có tính chất lý học tương tự như hocblen, do ogit biến đổi tính chất mà sinh ra, tinh thể hình sợi màu lục, độ cứng 5,5 ÷ 6, khối lượng riêng 2,9 ÷ 3$g/cm^3$.



Tinh thể hocblen

**3. Các loại đá macma thường gặp:**

***a. Đá macma xâm nhập:***

**** Granit***

-*Granit* (đá hoa cương) là loại đá axit có ở nhiều nơi, thành phần khoáng vật gồm có thạch anh (20 ÷ 40%), fenspat kali (40 ÷ 70%), mica (2 ÷ 20%) thường là mutcovit, ngoài ra còn một số khoáng vật màu sẫm mhư amfibon, piroxen. Trong granit, tỷ lệ octocla chiếm nhiều nhất nên quyết định màu của granit từ xám sáng tới hồng.

- Granit có cấu trúc tinh thể hạt, khối lượng thể tích 2600 ÷ 2700 $kg/m^3$ , cường độ chịu nén giới hạn từ 1000 ÷ 2500 $daN/cm^2$ hoặc cao hơn, cường độ chịu kéo bằng 1/40 ÷ 1/60 cường độ chịu nén. Độ hút nước nhỏ (dưới 1%), khả năng chống phong hoá rất cao, độ chịu lửa kém, có một số loại có màu sắc đẹp. Theo kích thước hạt, granit được chia thành ba loại: hạt nhỏ, vừa và thô.

- Đá granit được sử dụng chủ yếu để ốp trang trí mặt ngoài nhà cửa và các công trình đặc biệt, công trình công cộng, làm nền móng cầu, cống, đập. Ở nước ta, granit có nhiều ở Thanh Hoá, Tà Khoa, Phanxipăng, Cửa Rào, Núi Ông.

**** Sienit***

-*Sienit* là loại đá trung tính, gồm những tinh thể có kích thước khác nhau. Thành phần sienit không có thạch anh nên tỷ lệ $SiO_2$ nhỏ hơn nhiều so với granit. Thành phần khoáng vật chủ yếu của sienit là octocla, plagiocla axit và các khoáng vật màu sẫm như biotit, hocblen. Sienit màu tro hồng, khối lượng riêng 2700 ÷ 2900 $kg/m^3$, khối lượng thể tích 2400 ÷ 2800 $kg/m^3$, cường độ chịu nén giới hạn 1500 ÷ 2000 $daN/cm^2$. Ứng dụng của sienit giống như granit.

**** Điorit***

-*Điorit* là loại đá trung tính, thành phần chủ yếu gồm plagiocla trung tính (chiếm khoảng 3/4), hocblen, ogit và biotit, thỉnh thoảng còn có thạch anh. Điorit thường có màu xám, xám lục, khối lượng thể tích 2800 ÷ 3300 $kg/m^3$, cường độ chịu nén giới hạn 1500 ÷ 2800 $daN/cm^2$.

-Điorit dai, có khả năng chống va chạm tốt, chống phong hoá cao và dễ đánh bóng nên được sử dụng để làm mặt đường và tấm ốp. Ở Việt Nam, điorit gặp nhiều ở Điện Biên Phủ.

**** Gabro***

-*Gabro* là loại đá bazơ, thành phần gồm có plagiocla bazơ (khoảng 50%) và các khoáng vật màu sẫm như piroxen, amfibon và olivin. Cấu trúc của gabro tương tự như granit nhưng chủ yếu là loại hạt lớn.

Gabro thường có màu sẫm đen, khối lượng thể tích 2800 ÷ 3300 $kg/m^3$, cường độ chịu nén giới hạn 2000 ÷ 3500 $daN/cm^2$. Gabro dùng để sản xuất ra đá dăm, đá tấm để làm mặt đường và ốp bề mặt.

***b. Đá macma phún xuất:***

**** Đá pocfia***

- *Đá pocfia* là loại đá axit, có thể chia thành nhiều loại : pocfia thạch anh - tương tự granit; pocfia thiếu thạch anh - tương tự sienit; và pocfiarit - tương tự điorit.

- Tính năng xây dựng của pocfia gần giống các loại đá xâm nhập nhưng do cấu trúc không đều và bị "xâm nhiễm" (sự có mặt của các hạt lớn fenspat) nên khả năng chống phong hoá kém hơn. Đá pocfia dùng sản xuất ra đá dăm và các cấu kiện khác.

- Ở Việt Nam, đá pocfia có ở Tà Khoa, Lai Châu và Kim Bôi (Hoà Bình).

**** Đá điaba***

- *Đá điaba* là loại đá bazơ tương tự gabro, có kích thước hạt khác nhau, màu lục, cường độ chịu nén giới hạn đến 4500 $daN/cm^2$, khả năng chống va chạm tốt và ít bị mài mòn. Đá điaba dùng để sản xuất vật liệu đá làm đường.

**** Đá trachit***

- *Đá trachit* là loại đá trung tính tương tự sienit, cấu tạo rỗng, khối lượng thể tích gần 2200 $kg/m^3$, cường độ chịu nén giới hạn 500 ÷ 900 $daN/cm^2$, thường có màu sáng hay xám sáng. Trachit dễ bị mài mòn và khả năng chống phong hoá kém. Đá trachit thường dùng xây tường và sản xuất đá dăm để chế tạo bêtông nhẹ.

**** Đá anđêzit***

- *Đá anđêzit* là loại đá trung tính, thành phần gồm plagioca trung tính và các khoáng vật màu sẫm như ogit, khối lượng thể tích 2200 ÷ 2700 $kg/m^3$, cường độ chịu nén giới hạn 600 ÷ 2400 $daN/cm^2$, có màu xám đến xám sẫm. Anđêzit tương tự như điorit nhưng có cấu tạo đặc và có tính axit hơn, thường dùng làm vật liệu chống axit và sản xuất ra tấm ốp hoặc đá dăm chế tạo bêtông axit.

**** Đá bazan***

- *Đá bazan* là loại đá bazơ tương tự gabro. Bazan là loại đá phún xuất phổ biến nhất, khối lượng thể tích gần bằng khối lượng riêng và vào khoảng 2900 ÷ 3300 $kg/m^3$, cường độ chịu nén giới hạn có khi đạt đến 5000 $daN/cm^2$. Khi có vết nứt và lỗ rỗng thì cường độ giảm đi rất nhiều và có khi chỉ còn 1000 $daN/cm^2$.

Đá bazan có độ cứng lớn và dòn nên khó gia công, người ta dùng chủ yếu làm vật liệu rải mặt đường ô tô và làm cốt liệu chế tạo bêtông. Ngoài ra đá bazan còn dùng để chế tạo các thiết bị ống, tấm ốp chống ăn mòn hoá học vì khi nấu chảy rồi đúc lại nó có cường độ rất cao.

Ở nước ta, đá bazan có nhiều ở Tây Nguyên và còn có ở Vĩnh Linh, Phủ Quỳ, Điện Biên.

**** Các sản phẩm núi lửa ở dạng rời rạc hoặc ở dạng keo kết hoá.***

- *Loại rời rạc* như tro núi lửa, cát núi lửa, sỏi đá bọt.
- *Loại keo kết hoá* như tup núi lửa, tup dung nham, tơrat.

Loại này có độ rỗng lớn r = 80% , khối lượng thể tích bé bằng 0,5 *kg/l* , có hệ số truyền nhiệt từ 0,12 ÷ 0,2 , cường độ chịu nén rất nhỏ từ 60 ÷ 100 $daN/cm^2$.

Các loại này dùng làm cốt liệu cho bêtông nhẹ hay dùng làm phụ gia hoạt tính chịu nước.

# §3. ĐÁ TRẦM TÍCH

## I. ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÀNH:

- Đá trầm tích là những loại đá, do các khoáng chất lắng đọng hay kết tủa trong nước, tích luỹ thành từng khối sinh ra. Dưới tác động của nhiệt độ, nước, tác động hoá học mà một số đất đá bị phong hoá vỡ vụn ra. Nhờ có gió và nước cuốn đi, lắng đọng lại tạo thành từng lớp dưới áp lực của vỏ Trái đất. Qua các thời kỳ địa chất, lại gắn kết với nhau bằng các chất kết dính thiên nhiên.
- Căn cứ nguồn gốc sinh thành chia đá trầm tích thành 3 loại: đá trầm tích cơ học, hoá học và hữu cơ.
- Đá trầm tích cơ học: do các sản phẩm vụn nát sinh ra trong quá trình phong hoá các đá có trước, tích tụ hoặc lắng đọng trong nước tạo nên.
- Đá trầm tích hoá học: do các khoáng chất hoà tan trong nước, kết tủa, lắng đọng xuống rồi lại gắn kết với nhau lại tạo nên. Thành phần khoáng của nó đơn giản hơn.
- Đá trầm tích hữu cơ: do các xác động thực vật tạo thành.

## II. CÁC KHOÁNG VẬT TẠO ĐÁ:

Trong nhóm này thường gặp nhất là thạch anh, opan và limonit.

***a. Nhóm oxit silic:***

**** Opan:***

- Có cấu trúc tinh thể vô định hình, là oxit silic ngậm nước ($SiO_2.nH_2O$), màu trắng, vàng, đỏ hoặc không màu, trung bình chứa khoảng 6 ÷ 34% nước. Opan có thể kết hợp với vôi ở nhiệt độ thường tạo thành silicat nên còn gọi là chất hoạt tính. Khối lượng riêng 2,5 $g/cm^2$ , độ cứng 5 ÷ 6, dòn. Có thể tương tác với $Ca(OH)_2$ ở nhiệt độ bình thường. Dùng làm chất phụ gia hoạt tính vôcơ.

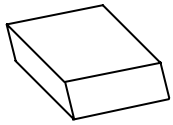
**** Canxeđoan:***

- $SiO_2$ dạng vô định hình dạng sợi. Khối lượng thể tích 2600 $kg/m^3$ , độ cứng 6.

**** Thạch anh trầm tích:*** lắng đọng trực tiếp từ dung dịch hay do tái kết tinh từ opan hay canxedoan

***b. Nhóm cacbonat:***

**** Canxit:***



Tinh thể canxit

Tương đối phổ biến ở vỏ trái đất, thành phần hoá học là $CaCO_3$, ở dạng kết tinh, tinh thể khối mặt thoi, không màu hoặc màu sữa, khối lượng riêng 2,6 ÷ 2,8$g/cm^3$, độ cứng 3, ít hoà tan trong nước nhưng dễ tan trong nước có $CO_2$.

**** Đolomit:***

Thành phần hoá học là $CaCO_3.MgCO_3$. Đolomit có tính chất lý học gần giống canxit nhưng cứng hơn, bền hơn và ít hoà tan trong nước hơn. Hoà tan mạnh trong dung dịch HCl nguội 10% ở dạng bột.

**** Manhezit:***

Manhezit được tạo nên từ trầm tích, có thành phần hoá học là $MgCO_3$, màu trắng phớt vàng, độ cứng 3,5 ÷ 4, khối lượng riêng 2,9 ÷ 3,1$g/cm^3$.

***c. Nhóm sunfat:***

**** Thạch cao:***

Thạch cao có thành phần hoá học là $CaSO_4.2H_2O$ và là một khoáng vật điển hình của đá trầm tích, ở dạng kết tinh, tinh thể dạng bản, đôi khi dạng sợi, màu trắng, độ cứng 1,5 ÷ 2, khối lượng riêng 2,3$g/cm^3$. Thạch cao dễ hoà tan trong nước, độ hoà tan lớn hơn canxit 75 lần.

**** Anhydrit:***

Anhydrit có thành phần hoá học là $CaSO_4$, ở dạng kết tinh, tinh thể ở dạng tấm dày hoặc hình lăng trụ, màu trắng, đôi khi có màu xanh da trời, độ cứng 3 ÷ 3,5, khối lượng riêng 2,8 ÷ 3$g/cm^3$, do trầm tích hoá học tạo thành.

***d. Nhóm khoáng vật sét***

**** Caolinit :*** $Al_2O_3 .2SiO_2.2H_2O$

**** Haloisit :*** $Al_2O_3 .2SiO_2.4H_2O$

**** Nhóm Montmorilonit :*** $Al_2O_3 .4SiO_2.2H_2O$

## III. CÁC LOẠI ĐÁ TRẦM TÍCH THƯỜNG GẶP:

***a. Đá trầm tích cơ học:***

**** Cát:***

- *Cát l*à hỗn hợp rời rạc của các loại đá khác nhau, có độ lớn từ 0,15 ÷ 5*mm*. Tuỳ theo điều kiện tạo thành mà có cát núi, cát sông và cát biển.

- Cát là thành phần quan trọng để sản xuất bêtông, vữa xây dựng, gạch silicat.

**** Sỏi:***

*Sỏi* là loại hạt tròn cạnh, nhẵn có kích thước từ 5 ÷ 70*mm* được dùng rất nhiều làm cốt liệu lớn cho bêtông.

**** Sa thạch:***

- *Sa thạch* là loại đá do các hạt cát thạch anh được ximăng hoá bằng đất sét, oxit silic, oxit sắt hay cacbonat canxi tạo nên. Cường độ của nó phụ thuộc vào chất lượng chất

kết dính thiên nhiên, trong đó sa thạch silic có cường độ cao nhất ($R_n = 2000 daN/cm^2$), có độ cứng cao nhất và có giá trị xây dựng tốt nhất.

- Trong xây dựng dùng sa thạch silic làm đá dăm chế tạo bêtông và rải mặt đường.

***b. Đá trầm tích hoá học***

**** Đá vôi:***

- Có thành phần khoáng vật chủ yếu là $CaCO_3$ và một số tạp chất như sét, thạch anh, oxit sắt,... Đá vôi được tạo thành trên các vịnh biển, vũng, hồ trên cơ sổ các di tích động, thực vật cũng như sự lắng đọng hoá học; sự tích tụ của các vỏ sò, mảnh vỡ rời rạc, rồi được lèn chặt bởi áp lực nước và được gắn kết bằng cacbonat canxi.

- Đá vôi có độ cứng 3, $\gamma_o = 1700 \div 2600 kg/m^3$, $R_n = 100 \div 1000 daN/cm^2$, màu trắng hoặc vàng xanh, xám, hung hung đỏ nếu có lẫn tạp chất. Căn cứ vào hàm lượng sét mà người ta chia đá vôi ra thành các loại như ở bảng sau.

| Loại đá vôi | Tỷ lệ $CaCO_3$ (%) | Tỷ lệ sét (%) |
|---|---|---|
| Đá vôi tinh khiết | 98 ÷ 100 | 2 ÷ 0 |
| Đá vôi ít sét | 90 ÷ 98 | 10 ÷ 2 |
| Đá vôi nhiều sét | 75 ÷ 90 | 25 ÷ 10 |
| Đất sét vôi | 40 ÷ 75 | 60 ÷ 25 |
| Đất sét nhiều vôi | 10 ÷ 40 | 90 ÷ 60 |
| Đất sét ít vôi | 2 ÷ 10 | 98 ÷ 90 |
| Đất sét | 0 ÷ 2 | 100 ÷ 98 |

**** Đá đolomit***

**** Đá manhezit***

**** Thạch cao***

**-** Trong xây dựng, người ta dùng đá vôi để sản xuất ra đá dăm làm cốt liệu bêtông, rải mặt đường ô tô, mặt đường xe lửa, chế tạo tấm ốp, tấm lát và các cấu kiện kiến trúc, cũng như dùng để sản xuất ra vôi và ximăng.

***b. Đá trầm tích hữu cơ***

**** Đá vôi sò:***

- *Đá vôi sò* là loại đá rỗng, gồm các mảnh vỏ sò, hến được ximăng hoá bằng cacbonat canxi, thành phần khoáng vật chủ yếu là $CaCO_3$, $\gamma_o = 600 \div 1500 kg/m^3$, $R_n = 4 \div 130 daN/cm^2$.

Đá vôi sò được dùng làm vật liệu xây dựng và làm cốt liệu bêtông nhẹ.

**** Đá phấn:***

- *Đá phấn* là loại đá bao gồm các mảnh vụn của vỏ sò, vỏ hến, có thành phần như đá vôi song có cường độ nhỏ hơn.

Đá phấn dùng để sản xuất bột màu trắng hoặc để sản xuất ra vôi và ximăng.

**** Điatomit và trepen:***

- Đây là các loại đá trầm tích thực vật, có chứa 80 ÷ 95% oxit silic vô định hình. Điatomit có thể ở trạng thái rời rạc hoặc gắn kết yếu, thường có độ rỗng lớn, màu trắng

vàng hay xám và được sinh ra ở hồ hay biển bởi các loại vỏ silic của động vật hoặc các loại tảo silic. Ngoài ra trong đá còn chứa một ít hạt sét và thạch anh.

- Đá trepen cũng rất giống điatomit, được cấu tạo từ những hạt opan hình cầu và một ít hạt sét, có màu trắng, đỏ hay đen, rất nhẹ, $\gamma_o = 500 \div 1200$ *kg/m*$^3$.

Điatomit và trepen được dùng làm vật liệu cách nhiệt và làm phụ gia hoạt tính chịu nước cho các chất kết dính vô cơ.

# §4. ĐÁ BIẾN CHẤT

## I. ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÀNH:

- Khi gặp tác dụng của nhiệt độ cao và áp suất lớn, các loại đá macma và đá trầm tích bị biến đổi tính chất sinh ra đá biến chất.

- Căn cứ vào điều kiện sinh thành, chia đá biến chất thành 2 loại: đá biến chất khu vực và đá biến chất tiếp xúc.

- Đá biến chất khu vực: được tạo thành từ các loại đá bị biến đổi tính chất dưới tác dụng của áp suất lớn.

- Đá biến chất tiếp xúc: được tạo thành từ đá trầm tích bị biến chất do tác dụng của nhiệt độ cao.

## II. CÁC LOẠI ĐÁ BIẾN CHẤT THƯỜNG GẶP:

***a. Đá gơnai (phiến ma):***

Được tạo thành từ granit, dưới tác dụng của áp lực cao granit tái kết tinh và biến chất. Trong xây dựng đá phiến ma được dùng để làm tấm ốp lòng bờ kênh, lát vỉa hè.

***b. Đá hoa:***

- Được tạo thành do sự tái kết tinh của đá vôi dưới tác dụng của nhiệt độ cao hay áp suất lớn. Đá hoa bao gồm những tinh thể lớn hay nhỏ của canxit, liên kết với nhau rất chắc mà không cần chất ximăng hoá.

- Đá hoa có nhiều màu sắc như trắng, vàng, hồng, đỏ, đen, v.v... trong đá thường có những mạch nhỏ và vân hoa, cường độ chịu nén giới hạn thường là 1200*daN/cm*$^2$, đôi khi đến 3000*daN/cm*$^2$. Đá hoa dễ cưa thành tấm mỏng và dễ mài nhẵn và đánh bóng.

- Đá hoa dùng để trang trí như chế tạo các tấm mỏng để ốp mặt công trình, làm bậc cầu thang, lát sàn nhà. Đá hoa có nhiều ở Thái Nguyên, Thanh Hoá.

***c. Đá quăczit:***

- Được tạo thành từ sa thạch thạch anh tái kết tinh có màu trắng, đỏ hay tím, có khả năng chống phong hoá tốt, cường độ chịu nén giới hạn đạt đến 4000 *daN/cm*$^2$, có độ cứng cao nên khó gia công.

- Đá quăczit dùng để xây gối tựa cầu và trụ cầu, sản xuất tấm ốp dùng cho nhà cửa, làm đá dăm, đá hộc cho cầu đường, làm nguyên liệu sản xuất vật liệu chịu lửa.

***d. Diệp thạch sét***

- Có cấu tạo dạng phiến, do đất sét bị biến chất dưới tác dụng của áp lực lớn. Diệp thạch sét có màu xám sẫm, có tính ổn định đối với không khí, không bị nước phá hoại và dễ tách thành từng lớp mỏng, chủ yếu dùng làm tấm lợp rất giá trị.

**CHƯƠNG III**

# VẬT LIỆU GỐM XÂY DỰNG

## §1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

### I. KHÁI NIỆM:

- Vật liệu gốm xây dựng như gạch, ngói là những vật liệu đá nhân tạo, được sản xuất từ đất sét bằng cách tạo hình và nung ở nhiệt độ cao (qua quá trình gia công cơ học và gia công nhiệt). Do quá trình thay đổi lý, hoá trong khi nung nên vật liệu nung có tính chất khác hẳn với nguyên liệu ban đầu.

- Trong xây dựng, vật liệu gốm được dùng trong nhiều chi tiết kết cấu của công trình từ khối xây, lát nền, ốp tường nhà đến cốt liệu rỗng (keramzit) cho loại bêtông nhẹ. Ngoài ra, các sản phẩm sứ vệ sinh là những vật liệu không thể thiếu được trong xây dựng. Các sản phẩm gốm bền axit, bền nhiệt được dùng nhiều trong công nghiệp hoá học, luyện kim và các ngành công nghiệp khác.

- Ưu điểm chính của vật liệu gốm là có cường độ tương đối cao, bền trong môi trường, dễ tạo ra nhiều hình dáng khác nhau và nhiều sản phẩm khác nhau, công nghệ sản xuất đơn giản, nguyên liệu sẵn có, giá thành thấp. Song vật liệu gốm vẫn còn những hạn chế là tương đối nặng ($\gamma_o$ lớn), dễ hút nước, giòn, dễ vỡ, không phù hợp với thi công hiện đại: khó cơ giới hóa và tự động hóa quá trình thi công, tốn diện tích thi công, tốn thời gian. Việc xây dựng các lò nung thủ công làm mất diện tích canh tác nông nghiệp, gây ô nhiễm môi trường.

### II. PHÂN LOẠI :

Sản phẩm gốm xây dựng rất đa dạng về chủng loại và tính chất. Để phân loại chúng, người ta căn cứ vào các cơ sở sau :

#### 1. Dựa vào tính năng xây dựng:

- Vật liệu xây: các loại gạch đặc, gạch lỗ.
- Vật liệu lợp: các loại ngói.
- Vật liệu lát: tấm lát nền, lát đường, lát vỉa hè.
- Vật liệu ốp: ốp tường nhà, ốp cầu thang, ốp trang trí.
- Sản phẩm ký thuật vệ sinh: chậu rửa, bồn tắm.
- Sản phẩm cách nhiệt, cách âm: các loại gốm xốp.
- Sản phẩm chịu lửa: gạch samốt, gạch đinat.

#### 2. Dựa vào độ hút nước:

- Gốm đặc: có độ hút nước $H_p \le 5\%$ như gạch lát nền, lát đường, lát kênh máng.
- Gốm rỗng: có độ hút nước $H_p > 5\%$ như gạch xây các loại, ngói, gạch lá nem.

#### 3. Dựa vào nhiệt độ nung:

- Gốm thô: nhiệt độ nung thấp, thường có cấu trúc hạt lớn, sản xuất đơn giản như gạch ngói, tấm lát, ống nước.

- Gốm tin: nhiệt độ nung cao, thường có cấu trúc hạt mịn, sản xuất phức tạp như gạch trang trí, sứ vệ sinh.

# §2. NGUYÊN LIỆU CHỦ YẾU ĐỂ SẢN XUẤT VẬT LIỆU GỐM - ĐẤT SÉT

## I. THÀNH PHẦN KHOÁNG HÓA:

- Nguyên liệu chính để chế tạo vật liệu gốm là đất sét nhưng có thể pha thêm phụ gia để cải tiến công nghệ sản xuất và điều chỉnh một số tính chất.

### 1. Thành phần hoá học:

- $SiO_2$ : đây là thành phần quan trọng của đất sét, chủ yếu nằm trong các khoáng dẻo và một bộ phận là $SiO_2$ tự do nằm ở dạng sa thạch thạch anh, opan, canxedoan. $SiO_2$ là thành phần quyết định tính chất sản phẩm, nhất là cường độ và quyết định khả năng chống co của đất sét trong quá trình phơi, sấy và nung. Khi hàm lượng $SiO_2$ quá nhiều thì đất sét sẽ kém dẻo, khi $SiO_2$ quá ít thì cường độ sản phẩm thấp.

- $Al_2O_3$ : là thành phần quan trọng, chủ yếu là nằm trong khoáng dẻo. $Al_2O_3$ quyết định tính dẻo cho đất sét và tính chịu lửa cho sản phẩm. Khi hàm lượng $Al_2O_3$ tăng thì tính dẻo của đất sẽt tăng, tính chịu lửa tăng nhưng nhiệt độ nung cao hơn. Khi hàm lượng $Al_2O_3$ quá ít thì đất sét kém dẻo không tạo hình được, khi $Al_2O_3$ quá nhiều thì đất sét trở nên quá dẻo, sản phẩm sẽ bị biến dạng.

- $Fe_2O_3$ : là thành phần thứ yếu trong đất sét có tác dụng hạ nhiệt độ nung. Khi hàm lượng $Fe_2O_3$ nhiều thì nhiệt độ nung thấp nhưng chất lượng sản phẩm không cao. Đối với đất sét sản xuất thường (gạch, ngói), yêu cầu hàm lượng $Fe_2O_3$ nhỏ hơn 7%, đối với đất sét sản xuất gốm, sứ hàm lượng $Fe_2O_3$ phải bằng 0 (để sản phẩm đảm bảo có màu trắng).

Ngoài ra trong đất sét còn có một số tạp chất khác, nếu là MgO, CaO thì cần phải hạn chế vì nó gây nở thể tích làm nứt sản phẩm.

### 2. Thành phần khoáng:

* Các khoáng dẻo: Thành phần chủ yếu của đất sét là các khoáng dẻo do penspat phong hóa tạo thành. Đó là các alumôsilicat ngậm nước có công thức : $mAl_2O_3.nSiO_2.pH_2O$. Tuỳ theo điều kiện của từng môi trường mà các khoáng tạo ra có thành phần khác nhau :

+ Khoáng caolinit: $Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$

+ Khoáng halosit: $Al_2O_3.2SiO_2.4H_2O$

+ Khoáng montmorilonit : $Al_2O_3.4SiO_2.2H_2O$

- Khoáng caolinit có khả năng chịu lửa tốt. Khoáng montmorilonit có độ phân tán cao, khả năng hấp phụ và trương phồng lớn, có độ dẻo, độ co khi sấy và nung cao. Vì vậy đất sét chứa nhiều khoáng môntmorilonit thường dùng làm phụ gia cho đất sét kém dẻo, phụ gia chống thấm nước. Đất sét chỉ chứa khoáng caolinit gọi là đất cao lanh (màu trắng). Khoáng halosit có tính chất trung bình giữa hai loại khoáng trên.

* Các khoáng $SiO_2$ tự do: như sa thạch thạch anh, opan, canxedoan...

Ngoài ra, trong đất sét còn chứa các tạp chất vô cơ và hữu cơ khác như: mica, thạch anh, hợp chất cacbonat ($CaCO_3$, $MgCO_3$), các hợp chất sắt $Fe(OH)_3$, $FeS_2$, tạp chất hữu cơ thì ở dạng than bùn, bitum. Các tạp chất nói trên đều ảnh hưởng đến tính chất của đất sét.

- Đất sét có màu sắc rất khác nhau: từ màu trắng, nâu, xanh, xám đến màu đen. Màu sắc của đất sét do các tạp chất vô cơ và hữu cơ quyết định. Khi nung các tạp chất hữu cơ cháy hết, do đó màu sắc của sản phẩm phụ thuộc chủ yếu vào tạp chất sắt; tùy lượng oxit sắt mà sản phẩm có nhiều màu khác nhau.

**Màu sắc sản phẩm gốm theo hàm lượng oxit sắt ($Fe_2O_3$)**

| **Hàm lượng $Fe_2O_3$ (%)** | 0,8 | 1,3 | 2,7 | 4,2 | 5,5 | 8,5 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Màu của sản phẩm nung** | trắng | trắng đục | vàng nhạt | vàng | hồng nhạt | hồng | nâu hồng |

Thành phần hoá học của đất sét dùng để sản xuất gạch ngói thường dao động trong phạm vi như ở bảng sau:

**Thành phần hoá học của đất sét sản xuất gạch ngói bình thường**

| $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | $SiO_2$ tự do | CaO | MgO | Muối kiềm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 40 ÷ 60% | 8 ÷ 22% | 1 ÷ 7% | 15 ÷ 30% | 0,5 ÷ 4,5% | 0,5 ÷ 3% | 1 ÷ 3% |

## II. PHÂN LOẠI:

### 1. Dựa vào lượng ngậm sét:

- Hạt có $d < 0{,}005mm$ là hạt sét ; từ $0{,}005 \div 0{,}14mm$ là hạt bụi ; từ $0{,}14 \div 5mm$ là hạt cát. Theo lượng ngậm sét, người ta chia đất sét thành 4 loại :
- Đất sét nặng: có lượng ngậm sét lớn hơn 60 %
- Đất sét dẻo trung bình: có lượng ngậm sét từ 30 ÷ 60%
- Đất sét pha cát: có lượng ngậm sét từ 10 ÷ 30%
- Cát: có lượng ngậm sét từ 0 ÷ 5%

### 2. Dựa vào nhiệt độ nung:

Theo nhiệt độ nung, đất sét được chia thành 3 loại:

- *Đất sét chịu lửa* có nhiệt độ nung lớn hơn 1580 $^oC$ và thành phần dễ chảy như $CaCO_3$, $Fe_2O_3$ nhỏ hơn 10%.
- *Đất sét khó chảy* có nhiệt độ nung từ 1350 ÷ 1580$^oC$ và thành phần dễ chảy như $CaCO_3$, $Fe_2O_3$ từ 10 ÷15%
- *Đất sét dễ chảy* có nhiệt độ nung nhỏ hơn 1350 $^oC$ và thành phần dễ chảy như $CaCO_3$, $Fe_2O_3$ lớn hơn 15%.

## III. CÁC TÍNH CHẤT CỦA ĐẤT SÉT:

### 1. Tính dẻo:

***a. Khái niệm:***

-*Tính dẻo* của đất sét là tính chất dễ tạo hình của hỗn hợp đất sét khô nhào trộn đều với nước, hỗn hợp này có khả năng tạo ra hình dáng dưới tác dụng của ngoại lực và giữ

nguyên hình dáng đó khi loại bỏ ngoại lực. Nhờ tính dẻo, ta có thể tạo hình cho sản phẩm và cũng nhờ đó mà sản phẩm giữ được hình dáng trong suốt quá trình sản xuất.

***b. Nguyên nhân:***

Đất sét khô không có tính dẻo, tính dẻo chỉ xuất hiện khi đất sét khô tương tác với nước. Những nguyên nhân chủ yếu tạo ra tính dẻo cho đất sét là bản thân đất sét có cấu tạo dạng lớp , có khả năng trao đổi ion và hấp phụ nước.

***c. Các yếu tố ảnh hưởng đến tính dẻo:***

Tính dẻo phụ thuộc vào thành phần hoá học (lượng khoáng dẻo tăng thì tính dẻo tăng) và phụ thuộc vào thành phần hạt (nhiều hạt sét thì dẻo, nhiều cát thì kém dẻo).

***d. Cách xác định:***

***- Hệ số dẻo K:*** lấy đất sét khô nghiền mịn trộn với 17 ÷ 30 % nước rồi viên thành các viên bi có đường kính từ 4 ÷ 6 *cm* rồi đem vào ép với tải trọng P tăng dần từ 5kN, 7,5kN, 10kN ... cho đến viên bi đầu tiên xuất hiện vết nứt.

- Hệ số dẻo K tính như sau :

$$K = Pa \ ; \ kN.cm$$

trong đó : K - hệ số dẻo của đất sét, *kN.cm*

P - tải trọng tương ứng với lúc có vết nứt, *kN*

a - độ biến dạng dư của viên bi, *cm*

Thường đất sét có hệ số dẻo K = 30 ÷ 35*kN.cm*

***- Căn cứ vào độ co khô trong không khí:*** đem đất sét khô nghiền mịn trộn với lượng nước yêu cầu rồi tạo thành mẫu có hình dạng hình học. Sau đó phơi khô ngoài không khí rồi xác định độ co tương đối. Đất sét càng dẻo thì nước yêu cầu càng cao và độ co càng lớn. Dựa theo phương pháp này, đất sét được chia thành 3 loại:

- Đất sét nặng (dẻo cao): nước yêu cầu > 28 %, độ co 10 ÷ 15%
- Đất sét dẻo trung bình: nước yêu cầu trong khoảng 20÷28 %, độ co 7÷10%
- Đất sét kém dẻo: nước yêu cầu < 20 % , độ co 5 ÷ 7%

***- Xác định chỉ số dẻo D*** *:*

$$D = W_{ch} - W_{lv} \ ; \%$$

trong đó : $W_{ch}$ - độ ẩm giới hạn giữa trạng thái dẻo và trạng thái chảy nhão, %

$W_{lv}$ - độ ẩm giới hạn giữa trạng thái dòn và trạng thái dẻo, %

***e. Các biện pháp thay đổi tính dẻo:***

- Muốn tăng độ dẻo của đất sét có thể cho thêm đất sét dẻo cao (đất sét montraonilomit), tăng cường gia công cơ học (đập, nghiền, trộn, ngâm, ủ) hoặc có thể dùng phụ gia tăng dẻo (nước có chứa mật đường, thải phẩm công nghiệp giấy).

- Ngược lại, muốn giảm độ dẻo có thể cho thêm các phụ gia trơ như bột đá, cát, samốt; phụ gia cháy như bột than, mùn cưa hoặc tăng tốc độ gia nhiệt.

**2. Sự co nở thể tích của đất sét trong quá trình phơi, sấy và nung:**

***a. Hiện tượng:***

- Trong quá trình phơi, sấy và nung, thể tích của đất sét bị giảm kèm theo các dấu hiệu cong, vênh, nứt nẻ.

- *Độ co* là độ giảm kích thước và thể tích của đất sét khi sấy khô (co không khí) và khi nung (co lửa). Độ co được tính bằng % so với kích thước ban đầu.

***b. Các giai đoạn co:***

- *Độ co khi sấy* là sự giảm kích thước do quá trình mất nước trong các ống mao quản, làm giảm áp lực mao dẫn khiến các phần tử đất xích lại gần nhau. Kết quả đất sét bị co. Tuỳ thuộc vào từng loại đất sét, độ co khi sấy dao động trong khoảng từ 2 ÷ 3% đến 10 ÷ 12 %.

- *Độ co khi nung* chủ yếu là do các thành phần dễ chảy của đất sét chảy ra, các hạt đất sét tại chỗ đó có xu hướng xích lại gần nhau. Độ co từ 2 ÷ 3% tuỳ thuộc vào loại đất.

- *Độ co tổng cộng* của đất sét là tổng độ co khi sấy và khi nung, thường dao động trong khoảng 5 ÷ 18%.

***c. Khắc phục:***

- Để giảm co khi sấy thông thường người ta trộn thêm phụ gia gầy như bột đất sét nung non, bột cát hoặc phụ gia cháy. Ngoài ra cho nước bay hơi từ từ bằng cách phơi trong nhà có mái lợp hoặc đậy bằng rơm, rạ, sấy bằng đường hầm.

**3. Các phản ứng hóa lý xảy ra trong quá trình nung:**

- Khi $t^o = 100 \div 130^oC$: nước tự do trong đất sét bay hơi, đất sét bị co.

- Khi $t^o = 200 \div 450^oC$: nước hấp thụ bay hơi, chất hữu cơ cháy, đất sét tiếp tục co và có thể gây ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm; $Fe_2O_3$ chuyển thành FeO tạo ra môi trường khử.

- Khi $t^o = 450 \div 550^oC$: chất hữu cơ cháy hết, nước hóa học tách ra và đất sét mất tính dẻo do caolinit chuyển thành mêtacaolinit:

$$Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O \rightarrow \gamma\ Al_2O_3.2SiO_2 + 2\ H_2O$$

meta caolimit dạng thù hình γ

- Khi $t^o = 550 \div 880 \div 980^oC$ thì các phản ứng phân giải bắt đầu xảy ra:

$$\gamma\ Al_2O_3.2SiO_2 \rightarrow \gamma\ Al_2O_3 + 2\ SiO_2$$
$$\gamma\ Al_2O_3 \rightarrow \alpha\ Al_2O_3$$
$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

- Khi $t^o = 1000 \div 1200 \div 1420^oC$ thì các phản ứng kết hợp bắt đầu hình thành tạo ra các khoáng vật chính cho sản phẩm.

$$\alpha\ Al_2O_3 + SiO_2 \rightarrow Al_2O_3.SiO_2 \text{ (silimanit)}$$
$$Al_2O_3.SiO_2 \rightarrow 3Al_2O_3.2SiO_2 \text{ (mulit)}$$

- Quá trình kết khối xảy ra, thể tích bị co, khối lượng thể tích của sản phẩm tăng do xuất hiện pha lỏng. Nhiệt độ càng cao sự chuyển hoá silimanit thành mulit càng mạnh và phản ứng kết thúc ở nhiệt độ 1370 ÷ 1420$^oC$. Khoáng mulic là khoáng chính rất quan trọng vì nó hình thành nên bộ khung chịu lực của sản phẩm và làm cho sản phẩm có tính bền nhiệt.

Trong giai đoạn đầu của vùng dung kết này :

+ Nhiệt độ > 1000$^oC$: một phần bắt đầu chảy lấp đầy các chỗ trống làm cho sản phẩm đặc, chắc .

+ Khi $t^o = 1050 \div 1450^oC$: đất sét đạt trạng thái chảy tới hạn, nghĩa là tất cả các bộ phận dễ chảy đã chảy hết ra lấp đầy tất cả các lỗ rỗng, lúc đó sản phẩm sẽ đặc chắc nhất nhưng chưa bị biến dạng. Hiện tượng này gọi là hiện tượng dung kết và nhiệt độ đó gọi là nhiệt độ dung kết.

+ Nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ dung kết: toàn bộ khối đất sét sẽ chảy lỏng ra. Hiện tượng đó gọi là hiện tượng chảy và nhiệt độ đó gọi là nhiệt độ chảy.

Như vậy : $t^o_{nung} = t^o_{dk} \div t^o_{ch}$

Đất sét thuận lợi cho quá trình nung có :

$$\Delta t = t^0_{chảy} - t^0_{dk} = 70 \div 100\ ^0\ C$$

**4. Các tính chất khác:**

- Tính chịu lửa: do hàm lượng $Al_2O_3$ qui định
- Màu: do hàm lượng $Fe_2O_3$ qui định.

## IV. PHỤ GIA:

-Ngoài nguyên liệu chính là đất sét, người ta còn pha thêm vào đất sét các vật liệu phụ nhằm cải thiện một số tính chất của đất sét. Các vật liệu phụ thường dùng là : vật liệu gầy, phụ gia cháy và phụ gia tăng dẻo, phụ gia hạ nhiệt độ nung và men.

### 1. Vật liệu gầy:

- Pha trộn vào đất sét nhằm giảm độ dẻo, giảm độ co khi phơi sấy và nung. Vật liệu gầy thường dùng là samôt, đất sét mất nước, cát, tro nhiệt điện, xỉ hoạt hóa.

- *Samôt* là vật liệu gốm dạng hạt (cỡ hạt $0,14 \div 2mm$), được chế tạo bằng cách nghiền đất sét khó chảy, chịu lửa, được nung trước ở nhiệt độ nung sản phẩm. Nó cũng có thể được chế tạo từ thải phẩm gạch nung non lửa. Samôt có tác dụng cải thiện tính chất khi sấy và nung đất sét. Vì vậy, nó được dùng để sản xuất các sản phẩm có chất lượng cao như gạch ốp, vật liệu bền nhiệt, v.v...

-*Đất sét nung non* được chế tạo bằng cách nung đất sét ở nhiệt độ $700 \div 750^oC$ để khử nước hoá học. Nó được dùng với hàm lượng $30 \div 50\%$ nhằm cải thiện tính chất của phối liệu khi sấy và hình dạng bên ngoài của gạch.

-*Cát* với cỡ hạt $0,5 \div 2mm$ được dùng với hàm lượng $10 \div 25\%$. Nếu hàm lượng của cát lớn hơn sẽ làm giảm cường độ và độ bền nước của sản phẩm gốm.

- *Xỉ hoạt hoá* (với cỡ hạt đến $2mm$) là phụ gia gầy có hiệu quả cao.
- *Tro nhiệt điện* vừa là phụ gia gầy, vừa là phụ gia cháy.

### 2. Phụ gia cháy và phụ gia tăng dẻo:

-*Phụ gia cháy* như mùn cưa, phoi bào, thải phẩm của các xí nghiệp làm giàu than đá, tro nhiệt điện, bã giấy,... không những có tác dụng làm tăng độ rỗng của gạch mà còn làm cho quá trình gia công nhiệt đồng đều hơn.

- *Phụ gia tăng dẻo* là đất sét có độ dẻo cao, đất bentonit, cũng như các loại phụ gia hoạt động bề mặt khác.

**3. Phụ gia hạ nhiệt độ nung:**

- Còn được gọi là chất trợ dung có tác dụng cải thiện quá trình gia công nhiệt của sản phẩm. Nó có tác dụng hạ nhiệt độ kết khối, làm tăng cường độ và độ đặc của sản phẩm. Phụ gia hạ nhiệt độ nung có hai nhóm :

- *Nhóm thứ nhất* bao gồm những chất bản thân chúng có nhiệt độ nóng chảy thấp như fenspat, pecmatic, sienit, v.v...

- *Nhóm thứ hai* gồm những chất bản thân nó có nhiệt độ nóng chảy cao, nhưng trong quá trình nung có khả năng kết hợp với cácthành phần phối liệu khác để tạo ra những sản phẩm có nhiệt độ nóng chảy thấp (canxit, đôlômit, ...).

**4. Men:**

- Là lớp thuỷ tinh lỏng mỏng (chiều dày 0,1 ÷ 0,3*mm*) phủ lên bề mặt sản phẩm gốm, khi nung có khả năng bám dính tốt với sản phẩm. Lớp men có tác dụng bảo vệ sản phẩm chống lại tác động của môi trường, tăng tính chống thấm và nhiều tính chất khác, đồng thời tăng vẻ mĩ quan cho vật liệu gốm.

-Những thành phần nguyên liệu chính của men là cát thạch anh, cao lanh, fenspat, muối của kim loại kiềm và kiềm thổ, oxit chì, oxit boric, borat ($Na_2B_2O.10H_2O$), v.v...

- Men dùng để sản xuất vật liệu gốm rất đa dạng: có thể là men màu hoặc men không màu, men trong hoặc men đục, men bóng hoặc men không bóng, men sứ hoặc men sành và có loại men trang trí... Vì vậy việc chế tạo men là rất phức tạp.

# §3. GẠCH ĐẤT SÉT NUNG

## I. QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT:

Quá trình sản xuất gạch đất sét nung bao gồm các bước sau: khai thác nguyên liệu → nhào trộn → tạo hình → phơi sấy → nung → kiểm tra.

**1. Khai thác nguyên liệu:**

- Người ta khai thác đất bằng máy đào hay thủ công. Cần chú ý loại bỏ 30 ÷ 40*cm* đất trồng trọt ở phía trên để loại bỏ cỏ rác, rễ cây, sỏi đá, v.v... Thường sản xuất 1 triệu viên gạch cần khai thác 2000$m^3$ đất. Đất có màu gan gà, vàng đỏ lẫn lộn, đất thịt pha sỏi con kiến đều làm gạch được.

- Sau khi khai thác, đất sét được ủ trong bể có mái lợp hoặc đánh thành đống ngoài trời. Mục đích ủ là để cho độ ẩm của đất được đồng đều, do đó độ dẻo và co ngót đồng đều, quá trình tạo hình dễ dàng và chất lượng sản phẩm cao.

**2. Nhào trộn:**

Mục đích là tạo được một hồ đất sét đồng đều về màu sắc, độ ẩm, tính chất cơ lý, thành phần khoáng hóa, cỡ hạt để dễ tạo hình. Nếu nhào trộn tốt thì khâu gia công dễ dàng, chất lượng gạch đều. Tùy phương pháp sản xuất gạch là khô hay dẻo mà có thiết bị nhào luyện khác nhau.

* *Phương pháp dẻo:* đất được nhai trong máy nhai và sau đó trộn trong máy trộn với độ ẩm từ 18 ÷ 25% cho đến khi thành một khối đồng nhất. Khi nhào trộn phải điều

chỉnh độ dẻo cho thích hợp bằng cách thêm đất sét béo hoặc bột gạch, hoặc cát tuỳ theo đất kém dẻo hay quá dẻo.

* *Phương pháp khô:* Đất được nghiền mịn sau đó trộn trong máy trộn với độ ẩm từ 8 ÷ 12% cho đến khi thành một khối đồng nhất.

**3. Tạo hình:**

Việc tạo hình thành gạch mộc thường được cơ giới hoá với các phương pháp sau:

* *Phương pháp tạo hình dẻo:* đất sét sau khi nhào trộn có độ ẩm W = 18 ÷ 25%, dùng máy ép Lento có lực ép 30 $daN/cm^2$. Phương pháp này có ưu điểm là dễ tạo hình, năng xuất cao nhưng tốn nhiên liệu để phơi, sấy, nung.

* *Phương pháp tạo hình khô:* đất sét sau khi nhào trộn có độ ẩm W = 8 ÷ 12 %, dùng máy ép thủy lực có lực ép từ 200 ÷ 300 $daN/cm^2$. Kích thước sản phẩm chính xác, độ đặc chắc cao, ít tốn nhiên liệu nhưng khó tạo hình.

* *Phương pháp bùn nhão:* đất được trộn với độ ẩm rất lớn thành bùn nhão. Phương pháp này để sản xuất những loại sản phẩm hình dáng phức tạp.

**4. Phơi sấy:**

- Gạch đúc xong có độ ẩm cao quá, nếu đem nung ngay sẽ bị cong vênh, nứt tách. Do đó cần sấy hoặc phơi để nước bay hơi từ từ, đến khi độ ẩm của gạch còn 5 ÷ 8% mới được đưa vào lò nung. Có thể phơi gạch mộc ngoài trời và mất 8 ÷ 15 ngày. Phơi như vậy đỡ tốn nhiên liệu, thiết bị nhưng tốn thời gian và phụ thuộc vào thời tiết.

- Đối với xí nghiệp lớn, người ta sấy bằng đường hầm, buồng sấy hoặc phòng sấy. Thường nhiệt độ sấy từ 40 ÷ 90$^oC$ và thời gian sấy khoảng 2 ÷ 3 ngày. Sấy gạch theo phương pháp này tốn nhiên liệu và thiết bị máy móc nhưng ít tốn thời gian và không phụ thuộc và thời tiết.

**5. Nung:**

- Gạch mộc trước khi vào lò nung cần có độ ẩm thấp và các viên có độ ẩm bằng nhau. Quá trình nung có 3 giai đoạn : nung trước → nung → làm nguội.

- Ở giai đoạn nung trước, gạch mộc mất nước dần dần, các chất hữu cơ bị cháy hết. Ở giai đoạn nung, các hạt sét cứng lại, các oxit kim loại bắt đầu đổi màu và gạch co rút kích thước. Ở giai đoạn làm nguội, gạch được nguội từ từ để tránh biến dạng nhiệt; khi ra khỏi lò, nhiệt độ gạch từ 50 ÷ 60$^oC$.

- Có 2 loại lò nung gạch:

* *Lò nung gián đoạn:* nung từng mẻ một, xong mẻ này lại dỡ ra và xếp mẻ mới. Loại này công suất nhỏ, thường dùng cho các lò thủ công địa phương.Chất lượng gạch không đều .

* *Lò nung liên tục:* gồm có lò Hopman và tuynel.

*Lò vòng Hopman:* có hình bầu dục, nhiều buồng ngăn, mỗi buồng có cửa riêng để ra vào lò, có cửa thông nhau và có cửa dẫn khói thông ra ống khói chung ở giữa lò. Loại lò này có ưu điểm là hiệu suất sử dụng nhiệt cao: không khí lạnh vào làm nguội khu vừa nung xong, đồng thời không khí được đốt nóng trước khi vào khu nung; qua khỏi khu

nung, không khí nóng lại nung trước gạch và tiếp tục sấy gạch mới vào. Nhược điểm của loại lò này là lửa khó đều, khó cơ khí hoá khâu ra vào lò. Ở Việt Nam thường dùng lò Hopman, chiều dài vòng lò thường 200*m*.

*Lò tuynel:* khả năng cơ khí hoá rất cao, lò dài từ 60 ÷ 150*m*, diện tích sử dụng thường là 3,5 ÷ 5,5$m^2$. Lò gồm 3 khu: nung trước, nung, làm nguội. Thời gian nung nhanh hơn lò Hopman, điều kiện làm việc được cải thiện, lò dễ dàng tự động hoá và có thể dùng nhiên liệu rắn hoặc lỏng.

## II. CÁC TÍNH CHẤT VÀ YÊU CẦU KỸ THUẬT:

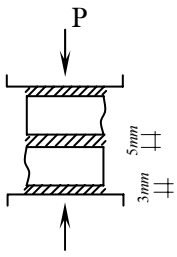
### 1. Hình dáng, kích thước : TCVN 1451-1998

- Gạch đặc nén dẻo có kích thước 220x105x60*mm*, gạch ống có kích thước 220x105x105*mm*, cho phép sai số $\Delta l_{dài} = \pm 5mm$, $\Delta l_{rộng} = \pm 3mm$, $\Delta l_{cao} = \pm 2mm$.

- Viên gạch phải bằng phẳng, không được cong, vênh, sứt mẻ, màu phải đẹp và đều, tiếng gõ trong, độ lồi lõm không quá ± 3*mm*. Trên bề mặt không quá 5 vết nứt, mỗi đường dài không quá 15*mm* và sâu không quá 1*mm*, mặt bên không quá 3 vết nứt, dài không quá 10*mm*, sâu không quá 1*mm*.

### 2. Cường độ:

***a. Cường độ nén:***



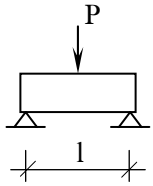

- Đối với gạch đặc nén dẻo (chiều dày <2/3 chiều rộng viên gạch): cắt đôi viên gạch gắn đối đầu lên nhau, dùng vữa mác 50 gắn 2 nữa viên lại và lát láng bề mặt, để khô trong 3 ngày rồi mang đi nén .

- Đối với gạch rỗng ( chiều dày > 2/3 chiều rộng ) thì mẫu thử là một nữa viên gạch được láng mặt bằng vữa mac 50 và để 3 ngày.

- Cường độ nén của gạch tính theo công thức :

$$R_n = \frac{P}{F}$$

***b. Cường độ uốn:***




Đặt viên gạch lên 2 đầu gối tựa chiều dài l, lực tập trung P đặt ở giữa.

Cường độ uốn của gạch tính theo công thức:

$$R_u = \frac{M}{W} = \frac{3Pl}{2bh^2}$$

**Bảng phân loại gạch đặc nén dẻo theo cường độ**

| Loại | Mac gạch | Giới hạn bền không nhỏ hơn ($daN/cm^2$) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | TB 5 mẫu | Bé nhất | TB 5 mẫu | Bé nhất |
| Đặc biệt | 150 | 150 | 125 | 28 | 14 |
| I | 125 | 125 | 100 | 25 | 12 |
| II | 100 | 100 | 75 | 22 | 11 |
| III | 75 | 75 | 50 | 18 | 9 |
| IV | 50 | 50 | 35 | 16 | 8 |

**Bảng phân loại gạch rỗng nén dẻo theo cường độ**

| Loại | Mac gạch | Giới hạn bền không nhỏ hơn ($daN/cm^2$) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | TB 5 mẫu | Bé nhất | TB 5 mẫu | Bé nhất |
| I | 125 | 125 | 100 | 18 | 9 |
| II | 100 | 100 | 75 | 16 | 8 |
| III | 75 | 75 | 50 | 14 | 7 |
| IV | 50 | 50 | 35 | 12 | 6 |

### 3. Độ hút nước:

- Có 2 phương pháp để xác định độ hút nước của gạch:

* *Phương pháp ngâm mẫu từ từ:* sấy khô mẫu rồi cân, sau đó ngâm mẫu trong thùng ngâm với thời gian 48 giờ cho bão hoà nước, vớt mẫu ra cân lại.

* *Phương pháp đun trong nước sôi:* sấy khô mẫu rồi cân, sau đó cho mẫu vào thùng đun sôi trong 4 giờ, vớt mẫu ra cân lại.

- Độ hút nước (theo khối lượng) tính theo công thức sau :

$$H_p = \frac{G_1 - G_o}{G_o} \times 100\%$$

trong đó : $G_1$ - khối lượng mẫu sau khi bão hòa nước

$G_o$ - khối lượng mẫu khô

- Gạch đặc thường có độ hút nước theo khối lượng từ 8 - 18%

### 4. Khối lượng riêng, khối lượng thể tích :

- *Khối lượng riêng :* dùng phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng

+ Dụng cụ: bình tỷ trọng

+ Chất lỏng: dầu hỏa

- *Khối lượng thể tích:* sấy khô mẫu gạch thí nghiệm đem cân rồi xác định thể tích của mẫu đó bằng phương pháp cân đo bình thường hoặc bằng phương pháp bọc parafin hay ngâm bão hoà nước.

Khối lượng riêng của gạch: 2,5 ÷ 2,7 $g/cm^3$

Khối lượng thể tích của gạch đặc: 1,7 ÷ 1,9 $g/cm^3$

Khối lượng thể tích của gạch rỗng: 1,1 ÷ 1,4 $g/cm^3$

### 5. Các tính chất khác :

- Hệ số truyền nhiệt của gạch đặc : 0,5 ÷ 0,8 $Kcal/m.^0C.h$
- Hệ số truyền nhiệt của gạch rỗng : 0,4 $KCal/m.^0C.h$

## §4. NGÓI ĐẤT SÉT NUNG

### I. YÊU CẦU VÀ NGUYÊN LIỆU, THIẾT BỊ:

- *Ngói* là loại vật liệu lợp phổ biến và rẻ tiền, về công nghệ sản xuất tương tự như gạch, chỉ khác ở khâu tạo hình.

- Về yêu cầu kỹ thuật có khác hơn so với gạch: cường độ uốn cao hơn, độ hút nước nhỏ hơn, bề mặt nhẵn mịn hơn...

- Nguyên liệu: đất sét sản xuất ngói phải dẻo hơn, ít cát và các tạp chất như $CaCO_3$, $MgCO_3$... Khi nung, nhiệt độ phải cao hơn nhiệt độ dung kết để ngói được đặc chắc hơn.

-Thiết bị để tạo hình: tạo hình 2 lần bằng máy ép Len to và máy ép thủy lực có áp lực lớn hơn.

## II. CÁC LOẠI NGÓI THƯỜNG DÙNG:

- *Ngói bằng:* bề mặt bằng phẳng, khi lợp diện tích chồng lên nhau nhiều nên diện tích sử dụng chỉ còn 50 % như ngói vảy cá, ngói âm dương.

- *Ngói có gờ:* khi lợp viên nọ chồng lên viên kia ít, không cần gắn ximăng, tiết kiệm được ngói.

- *Ngói bò:* dùng để lợp nóc và tường đầu hồi.

## III. TÍNH CHẤT VÀ YÊU CẦU KỸ THUẬT:

### 1. Kích thước, hình dáng:

- Kích thước:

+ Loại 13 *viên/1m² lợp* : kích thước 420 x 260 x 16*mm*

+ Loại 16 *viên/1m² lợp* : kích thước 420 x 205 x 16*mm*

+ Loại 22 *viên/1m² lợp* : kích thước 340 x 205 x 15*mm*

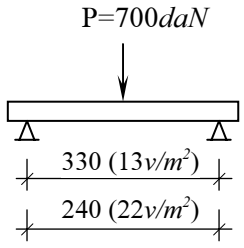
- Sai lệch về chiều dài và chiều rộng không quá ± 5*mm* và ± 3*mm*.

- Viên ngói không được cong, vênh, nứt nẻ, sứt mẻ, bề mặt trơn ,nhẵn, màu sắc đều, âm thanh trong.

- Độ cong bề mặt không quá 3mm

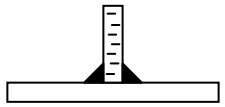
### 2. Cường độ:

Đặt viên ngói lên hai gối tựa, khoảng cách giữa hai gối là 330 (13*v/m²*) hay 240 (22*v/m²*), nó phải chịu được tải trọng tập trung lớn hơn hoặc bằng 700 *daN* đặt chính giữa 2 gối tựa theo chiều dài.




### 3. Độ hút nước:

-Cách xác định: tương tự như đối với gạch. Yêu cầu: độ hút nước theo khối lượng nhỏ hơn 10%.



### 4. Thời gian xuyên nước :

- Xác định thời gian xuyên nước: đặt ống nghiệm vào giữa viên gạch ngói (ống nghiệm: d = 25*mm*, h = 150*mm*), dùng parafin để gắn đế. Đổ đầy nước vào ống nghiệm. Thời gian kể từ khi đổ nước cho đến khi xuất hiện vết thấm ở mặt bên kia gọi là thời gian xuyên nước. Yêu cầu: thời gian xuyên nước lớn hơn 3 giờ.

### 5. Khối lượng riêng, khối lượng thể tích :

-Xác định tương tự gạch. Thông thường, $\gamma_o = 1,8 \div 2,0 g/cm^3$, $\gamma_a = 2,5 \div 2,7 g/cm^3$.

**CHƯƠNG IV**

# CHẤT KẾT DÍNH VÔ CƠ

## §1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

### I. KHÁI NIỆM:

Chất kết dính vô cơ chủ yếu ở dạng bột, khi nhào trộn với nước tạo thành một loại hồ dẻo có tính dính, sau các quá trình phản ứng hoá lý phức tạp nó dần dần đông đặc lại, trở nên rắn chắc và trở thành một loại đá nhân tạo. Trong quá trình ngưng kết và rắn chắc đó, nó có khả năng trộn lẫn với các vật liệu khác, gắn kết chúng lại với nhau thành một khối đồng nhất, vững chắc.

### II. PHÂN LOẠI:

#### 1. Căn cứ vào môi trường rắn chắc:

-*Chất kết dính vô cơ rắn trong không khí:* là loại chất kết dính vô cơ chỉ có thể rắn chắc và giữ được cường độ lâu dài trong môi trường không khí.

Ví dụ: vôi không khí, thạch cao, thuỷ tinh lỏng, chất kết dính manhê.

-*Chất kết dính vô cơ rắn trong nước:* là loại chất kết dính vô cơ không những có khả năng rắn chắc và giữ được cường độ lâu dài trong môi trường không khí mà còn có khả năng rắn chắc và giữ được cường độ lâu dài trong môi trường nước.

Ví dụ: vôi thuỷ, các loại ximăng.

-*Chất kết dính vô cơ rắn trong octobla (môi trường nhiệt ẩm):* là loại chất kết dính vô cơ chỉ có thể rắn chắc và giữ được cường độ lâu dài trong điều kiện hơi nước bão hoà và nhiệt độ cao.

Ví dụ: vôi silic, vôi cacbonat, vôi tro xỉ.

* Chất kết dính vô cơ rắn trong nước nếu được rắn trong môi trường octocla thì cường độ đạt được sẽ cao hơn và tốc độ rắn chắc sẽ nhanh hơn .

#### 2. Căn cứ theo hệ:

- Vôi: + vôi không khí
  + vôi thuỷ
  + vôi - cacbonat
  + vôi - sét hoạt hoá
- Ximăng:
  + ximăng poocläng
  + ximăng poocläng puzơlan
  + ximăng màu, ximăng trắng
  + ximăng bền sunfat, ximăng bền axit
- Thạch cao xây dựng
- Các loại khác: chất kết dính manhê, thuỷ tinh lỏng.

# §2. VÔI KHÔNG KHÍ

## I. KHÁI NIỆM:

Vôi không khí là chất kết dính vô cơ rắn trong không khí được sản xuất từ đá vôi có nhiều canxit và có một ít tạp chất sét đem nung đến một nhiệt độ nhất định để khử $CO_2$.

## II. NGUYÊN LIỆU SẢN XUẤT:

- Đá vôi canxit:

+ hàm lượng canxit cacbonat ($CaCO_3$) lớn hơn 94%.

+ hàm lượng tạp chất sét ($Al_2O_3$ , $Fe_2O_3$ , $SiO_2$ ) không lớn hơn 6%.

-Nguyên liệu để sản xuất vôi là các loại đá vôi canxit như: đá vôi, đá vôi vỏ sò, đá phấn, đá vôi đôlômit.

## III. CÁC QUÁ TRÌNH XẢY RA KHI NUNG:

### 1. Quá trình chính:

-Thực chất của quá trình nung vôi là thực hiện phản ứng khử $CO_2$ trong đá vôi

$$CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2\uparrow - Q$$

đá vôi vôi sống (vôi cục)

-Đối với đá vôi đôlômit có thêm phản ứng :

$$MgCO_3 \rightleftharpoons MgO + CO_2\uparrow - Q$$

### 2. Quá trình phụ và các yếu tố ảnh hưởng:

- Quá trình truyền nhiệt là quá trình từ ngoài vào trong. Khi lớp bên ngoài được nung sẽ xốp, rỗng trở thành lớp cách nhiệt ngăn cản nhiệt truyền vào bên trong. Nếu ngừng lại ở $900^oC$ ta sẽ được những hạt ở bên trong là $CaCO_3$ , ở bên ngoài là CaO gọi là hạt non lửa. Loại này khi tôi cho ít vôi nhuyễn.

- Khi nung ở nhiệt độ quá cao thì CaO sẽ kết hợp với các tạp chất sét tạo ra aluminat canxi ($mAl_2O_3.nCaO$) và silicat canxi ($mSiO_2.nCaO$) nóng chảy bao bọc xung quanh các hạt vôi làm thành các màng keo cứng gọi là hạt già lửa. Loại này khi sử dụng sẽ hút ẩm gây nên hiện tượng nở thể tích.

- Phản ứng nung vôi là phản ứng thuận nghịch nên lượng vôi sống thu được tùy thuộc vào lượng $CO_2$ được giảiphóng ra ngoài không khí. Vì vậy, khi nung vôi phải thông thoáng để khí $CO_2$ bay ra, phản ứng theo chiều thuận sẽ mạnh hơn và chất lượng vôi sẽ tốt hơn.

## IV. CÁC HÌNH THỨC SỬ DỤNG VÔI TRONG XÂY DỰNG:

Vôi được sử dụng ở hai dạng vôi chín và bột vôi sống.

### 1. Vôi chín:

-Là vôi được tôi trước khi dùng, quá trình tôi xảy ra theo phản ứng :

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + Q$$

Cách tôi vôi :

- Vôi tôi nhanh, toả nhiệt nhiều → cho vôi vào nước, lượng nước nhiều.
- Vôi tôi chậm, toả nhiệt ít → cho nước vào vôi, lượng nước ít.

Tuỳ theo lượng nước cho tác dụng với vôi sẽ có 3 dạng vôi chín thường gặp sau:

**Bột vôi chín:* được tạo thành khi lượng nước vừa đủ để phản ứng với vôi (100%$Ca(OH)_2$). Theo lý thuyết lượng nước cần 32,14% so với lượng vôi nhưng trong thực tế nước dùng 70% vì trong quá trình tôi phản ứng toả nhiều nhiệt làm nước bay hơi. Vôi bột có $\gamma_o = 400 \div 450\ kg/m^3$ .

**Vôi nhuyễn:* khi cho nước nhiều hơn tạo hỗn hợp gồm 50% $Ca(OH)_2$ và 50% $H_2O$. Vôi nhuyễn có $\gamma_o = 1200 \div 1400\ kg/m^3$ .

**Vôi sữa:* khi cho nước nhiều hơn vôi nhuyễn, có khoảng ít hơn 50% $Ca(OH)_2$ và nhiều hơn 50% $H_2O$.

-Trong xây dựng chủ yếu là dùng vôi nhuyễn và vôi sữa. Vôi chín có ưu điểm là sử dụng và bảo quản đơn giản nhưng cường độ chịu lực thấp và khó hạn chế tác hại của các hạt sạn già lửa.

### 2. Bột vôi sống:

Được tạo thành khi đem vôi cục nghiền nhỏ. Yêu cầu hơn 90% lọt qua sàng 0,08*mm*. Bột vôi sống được đóng thành từng bao, bảo quản và sử dụng như ximăng.

* Ưu điểm:

- Dễ trộn
- Lượng nước sử dụng ít → vữa nhanh khô → đẩy nhanh tốc độ thi công, cường độ của vữa cao hơn.
- Khi dùng chung với ximăng, lượng nhiệt toả ra sẽ kích thích các phản ứng thuỷ hoá của ximăng.
- Tạo được phản ứng silicat hoá để sản xuất vật liệu silicat

$$CaO + SiO_2\ (VĐH) \rightarrow mSiO_2.nCaO$$

$$CaO + SiO_2\ (VĐH) + H_2O \xrightarrow{t^o=175^oC,\ p=8atm} CaO.SiO_2.nH_2O$$

*Có khả năng đóng rắn trong nước*

* Nhược điểm:

- Bảo quản khó vì dễ hút ẩm nên chi phí bảo quản lớn.
- Sử dụng ít an toàn: dễ bị bỏng trong quá trình trộn, trong quá trình sản xuất và sử dụng bụi vôi ảnh hưởng đến sức khỏe công nhân.

## V. QÚA TRÌNH RẮN CHẮC CỦA VÔI:

Vôi được dùng chủ yếu trong vữa. Trong không khí vữa vôi rắn chắc lại do ảnh hưởng đồng thời của hai quá trình chính:

### 1. Quá trình hydrôxit kết tinh:

Ở trong môi trường nước, $Ca(OH)_2$ tạo được các hạt keo. Theo thời gian nước mất dần dần sẽ tạo ra các hạt ngưng keo tương đối lớn. Khi nước tiếp tục mất đi nó trở nên khô và chuyển sang dạng kết tinh.

**2. Quá trình cacbonat hoá:**

- Khi tiếp xúc với không khí, $Ca(OH)_2$ sẽ tác dụng với khí $CO_2$ tạo ra $CaCO_3$.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

- Quá trình rắn chắc của vôi không khí xảy ra chậm do đó khối xây bị ẩm ướt lâu. Nếu dùng biện pháp sấy với sự tham gia của khí $CO_2$ sẽ tăng nhanh quá trình rắn chắc.

## VI. CÁC CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG VÔI:

Chất lượng của vôi càng cao khi hàm lượng CaO càng cao và dễ tác dụng với nước. Do đó để đánh giá chất lượng của vôi người ta thường dùng các chỉ tiêu sau:

**1. Độ hoạt tính của vôi:**

***a. Khái niệm:***

*Độ hoạt tính của vôi* được đánh giá bằng chỉ tiêu tổng hàm lượng CaO và MgO, khi hàm lượng CaO và MgO càng lớn thì sản lượng vôi vữa càng nhiều và ngược lại.

***b. Cách xác định:***

-Dùng phương pháp chuẩn độ bằng dung dịch HCl 0,1N.

- Cân 1*g* bột vôi sống cho vào bình tam giác dung tích 250*mm*.

- Đổ vào 150*ml* nước cất, đun nhẹ cho tan, nhỏ vào 2÷3 giọt phênôn 1% . Nhỏ từ từ dung dịch HCl 0,1N vào cho đến khi mất màu hoàn toàn. Đo thể tích dung dịch axit đã dùng và tính độ hoạt tính của vôi theo công thức sau :

$$CaO + MgO = \frac{0{,}002804 V_{HCl}}{g_{vs}} 100\%$$

**2. Nhiệt độ tôi và tốc độ tôi:**

***a. Khái niệm:***

-*Nhiệt độ tôi* là nhiệt độ cao nhất đạt được trong quá trình tôi vôi. Trong thí nghiệm quy định nhiệt độ tôi là nhiệt độ cao nhất đạt được khi tôi 10*g* vôi cục với 20*ml* nước cất.

-*Tốc độ tôi* là thời gian tính bằng phút kể từ khi cho nước và vôi tương tác cho đến khi đạt được nhiệt độ tôi.

***b. Cách xác định:***

Cân 10*g* vôi cục cỡ 1*mm* cho vào bình tôi vôi, đổ 20*ml* nước cất vào, đậy nhanh nắp có cắm nhiệt kế. Quan sát nhiệt độ và đo thời gian.

**3. Sản lượng vôi nhuyễn:**

***a. Khái niệm:***

- *Sản lượng vôi nhuyễn* là lượng vôi nhuyễn tính bằng *lit* thu được khi tôi 1*kg* vôi sống. Sản lượng vôi nhuyễn càng nhiều vôi càng tốt.

- Lượng nước cho vào tôi căn cứ vào độ dẻo tiêu chuẩn. Độ dẻo tiêu chuẩn được đánh giá bằng độ sâu cắm chùy là 12*mm*.

***b. Cách xác định:***

Dùng ca có thể tích cho trước cân 1*kg* vôi sống. Cho nước vào tôi từ từ và thử độ dẻo bằng quả chùy cho đến khi độ sâu cắm chùy đạt yêu cầu. Đo thể tích vôi nhuyễn.

***c. Các yếu tố ảnh hưởng:***

Sản lượng vôi vữa có liên quan đến lượng CaO, nhiệt độ tôi và tốc độ tôi. Vôi có hàm lượng CaO cao, nhiệt độ tôi và tốc độ tôi càng lớn thì lượng vữa vôi càng nhiều.

**4. Hàm lượng hạt sượng:**

***a. Khái niệm:***

-*Hạt sượng* là những hạt vôi chưa được tôi trong vôi vữa. Hạt sượng có thể là vôi già lửa, non lửa hoặc bã than.

- *Hàm lượng hạt sượng* là tỷ lệ về khối lượng hạt sượng so với khối lượng vôi sống (các hạt còn lại trên sàng 0,63*mm*), tính bằng %.

***b. Cách xác định:***

Cân 200*g* vôi sống tôi thành vôi nhuyễn rồi rửa qua sàng 0,63*mm.* Lượng sót lại trên sàng đem rửa sạch, sấy khô, cân và tính tỷ lệ.

**5. Độ mịn của bột vôi sống:**

- Bột vôi sống càng mịn càng tốt vì nó thuỷ hoá nhanh → nhiệt độ tôi và tốc độ tôi lớn → sản lượng vôi vữa nhiều.

- Để đánh giá độ mịn, dùng phương pháp sàng qua 2 sàng 0,63*mm* và sàng 0,08*mm*. Yêu cầu bột vôi sống phải có 100% lọt qua sàng 0,63*mm* và >85% lọt qua sàng 0,08*mm*.

- Các chỉ tiêu cơ bản đánh giá chất lượng của vôi được quy định theo TCVN 2231-1989.

| Tên chỉ tiêu | Vôi cục và vôi bột nghiền | | | Vôi hyđrat | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Loại I | Loại II | Loại III | Loại I | Loại II |
| 1. Tốc độ tôi vôi, phút | | | | | |
| a. Tôi nhanh, không lớn hơn | 10 | 10 | 10 | - | - |
| b. Tôi trung bình, không lớn hơn | 20 | 20 | 20 | - | - |
| c. Tôi chậm, lớn hơn | 20 | 20 | 20 | - | - |
| 2. Hàm lượng MgO, %, không lớn hơn | 5 | 5 | 5 | - | - |
| 3. Tổng hàm lượng (CaO+MgO) hoạt tính,%, không nhỏ hơn | 88 | 80 | 70 | 67 | 60 |
| 4. Độ nhuyễn của vôi tôi, l/kg, không nhỏ hơn | 2,4 | 2,0 | 1,6 | - | - |
| 5. Hàm lượng hạt không tôi được của vôi cục, %, không lớn hơn | 5 | 7 | 10 | - | - |
| 6. Độ mịn của vôi bột, %, không lớn hơn | | | | | |
| - Trên sàng 0,063 | 2 | 2 | 2 | 6 | 8 |
| - Trên sàng 0,008 | 10 | 10 | 10 | - | - |
| 7. Độ ẩm, %, không lớn hơn | - | - | - | 6 | 6 |

### VII. CÔNG DỤNG VÀ BẢO QUẢN:

#### 1. Công dụng:

- Trong xây dựng vôi dùng để sản xuất vữa xây, vữa trát cho các bộ phận công trình ở trên khô, có yêu cầu chịu lực không cao lắm.

- Ngoài ra vôi còn được dùng để sản xuất gạch silicat hoặc quét trần, quét tường trang trí và bảo vệ vật liệu ở bên trong.

#### 2. Bảo quản:

- Với vôi cục nên tôi ngay hoặc nghiền mịn cho vào bao, không nên dự trữ lâu.

- Vôi nhuyễn phải được ngâm trong hố có lớp cát hoặc nước phủ lên trên có bề dày 10-20*cm* để ngăn cản vôi tác dụng với $CO_2$ hoá đá (tạo $CaCO_3$) → chất lượng giảm, ít dẻo và liên kết kém.

## §3. VÔI THỦY

### I. KHÁI NIỆM VÀ NGUYÊN TẮC SẢN XUẤT:

#### 1. Khái niệm:

-*Vôi thuỷ* là chất kết dính vô cơ không những có khả năng rắn trong không khí mà còn có khả năng rắn chắc trong nước được sản xuất từ đá macnơ (đá vôi chứa 6-20% tạp chất sét phân bố đều) ở nhiệt độ 900-1100$^oC$.

#### 2. Nguyên tắc sản xuất:

***a. Phối liệu:***

Phương pháp phối liệu: tỷ lệ đất sét : vôi sống = 1 : 3,2

đất sét ướt + vôi ướt
đất sét ướt + vôi khô
đất sét khô + vôi ướt
đất sét khô + vôi khô

Sau khi phối liệu đóng thành viên rồi đem nung.

***b. Nung:***

Quá trình nung sẽ xảy ra các phản ứng phân giải và kết hợp sau :

***Phản ứng phân giải :***

$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

$Ca(OH)_2 \rightarrow CaO + H_2O$

$Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O \xrightarrow{500^oC} Al_2O_3.2SiO_2 + 2H_2O$

$Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O \xrightarrow{800^oC} Al_2O_3 + 2SiO_2 + 2H_2O$

Nếu trong đá vôi có lẫn $MgCO_3$ thì trong thành phần vôi thuỷ có MgO :

$MgCO_3 = MgO + CO_2$

***Phản ứng kết hợp :***

$2CaO + SiO_2 \rightarrow 2CaO.SiO_2$ $(C_2S)$

$2CaO + Fe_2O_3 \rightarrow CaO.Fe_2O_3$ $(C_2F)$

$CaO + Al_2O_3 \rightarrow CaO.Al_2O_3$ $(CA)$

$CaO + Fe_2O_3 \rightarrow CaO.Fe_2O_3$ $(CF)$

-Như vậy, sau khi nung thành phần vôi thuỷ gồm có : $C_2S$, $C_2F$, CA, CF, CaO và MgO. Nhờ có khoáng $C_2S$, $C_2F$, CA và CF mà vôi thuỷ rắn được trong môi trường nước. Thành phần CaO và MgO chỉ làm cho vôi thuỷ dễ tôi hơn.

***c. Tả vôi thủy:***

Sau khi nung cho vôi thuỷ hút ẩm ngoài không khí để tả ra thành bột hoặc phun vào vôi thuỷ từ 15-20% nước.

## II. QUÁ TRÌNH RẮN CHẮC CỦA VÔI THỦY:

-Vì vôi thủy có chứa các loại khoáng và CaO, MgO nên sự rắn chắc của vôi thủy bao gồm hai quá trình :

- Quá trình rắn chắc của vôi không khí :
  + Quá trình hyđrôxit kết tinh
  + Quá trình cacbonat hoá
- Quá trình rắn chắc của các khoáng $C_2S$, $C_2F$, CA, CF: trải qua 3 giai đoạn hoà tan, hoá keo và kết tinh tương tự như ximăng (học kỹ trong bài ximăng)

## III. CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VÔI THỦY:

### 1. Khối lượng riêng, khối lượng thể tích:

*Khối lượng riêng:* $\gamma_a$ = 2200 ÷ 3000 $kg/m^3$, xác định bằng phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng.

*Khối lượng thể tích:* $\gamma_o$ = 500 ÷ 800 $kg/m^3$, xác định bằng phương pháp đổ đống.

### 2. Độ mịn:

Dùng phương pháp sàng qua 2 sàng 0,63*mm* và 0,08*mm*.

Yêu cầu : + 100% lọt qua sàng 0,63*mm*

+ ≥ 85% lọt qua sàng 0,08*mm*

Độ mịn càng cao thì quá trình cứng rắn xảy ra càng nhanh, triệt để, cường độ chịu lực tốt.

### 3. Độ hoạt tính:

*Độ hoạt tính* là chỉ tiêu đánh giá khả năng rắn trong nước của vôi thủy mạnh hay yếu và được đánh giá bằng môđun hoạt tính $M_{ht}$.

$$M_{ht} = \frac{CaO\%}{SiO_2\% + Al_2O_3\% + Fe_2O_3\%}$$

$M_{ht}$ càng nhỏ thì khả năng rắn trong nước càng mạnh. Quy định:

- Vôi thủy loại mạnh: $M_{ht}$ = 1,7 ÷ 4,5
- Vôi thủy loại yếu: $M_{ht}$ = 4,5 ÷ 9,0

(Vôi rắn trong không khí có $M_{ht}$ > 9,0).

### 4. Cường độ:

Khả năng chịu lực của vôi thuỷ cao hơn vôi không khí nhưng thấp hơn ximăng Poocläng và được đánh giá thông qua $R_n$.

Trộn 900*g* bột vôi thủy với 2700*g* cát (tỷ lệ 1:3) và 360*ml* nước đúc mẫu lập phương 7,07*cm*. Dưỡng hộ 7 ngày trong không khí, 21 ngày trong nước ở điều kiện tiêu chuẩn rồi thử cường độ chịu nén.

Yêu cầu : $R_n = 20 \div 50$ *daN/cm*$^2$

### IV. CÔNG DỤNG VÀ BẢO QUẢN:

#### 1. Công dụng:

-Vôi thủy được dùng để sản xuất vữa xây, vữa trát, bêtông mác thấp.

-Trước khi dùng trong nước phải để vôi thuỷ rắn trong không khí 3÷5 ngày (nếu là vôi thủy mạnh) hoặc 2÷3 tuần (nếu là vôi thủy yếu), sau đó mới cho tiếp xúc với nước nhằm mục đích để cho CaO tự do rắn theo đường cacbonat hoá.

#### 2. Bảo quản:

Vôi thủy phải được đóng thành bao kín, để nơi khô ráo, không dự trữ lâu như ximăng để tránh cho vôi thuỷ hút ẩm làm giảm cường độ.

## §4. XIMĂNG POOCLĂNG

### I. KHÁI NIỆM:

- *Ximăng poocläng* là chất kết dính vô cơ rắn trong nước, sản xuất bằng phương pháp nung hỗn hợp đá vôi và đất sét đã phối hợp theo một tỷ lệ hợp lý đến nhiệt độ nóng chảy để tạo thành clinke, đem clinke nghiền nhỏ với 3÷5% thạch cao. Thạch cao có tác dụng điều chỉnh tốc độ ngưng kết của ximăng cho phù hợp với thời gian thi công.

- Trong quá trình sản xuất có thể pha thêm phụ gia hoạt tính (< 15%) để cải thiện một số tính chất hoặc phụ gia trơ (< 10%) để tăng sản lượng ximăng.

- Ximăng poocläng là CKDVC được dùng nhiều trong xây dựng vì có nhiều ưu điểm: cường độ cao, bền trong môi trường, rắn chắc tương đối nhanh, chịu lửa khá tốt, nguyên liệu sản xuất có sẵn và giá thành rẻ.

### II. THÀNH PHẦN HOÁ HỌC VÀ NGUYÊN LIỆU SẢN XUẤT:

#### 1. Thành phần hoá học:

***a. Hàm lượng:***

Muốn cho ximăng đảm bảo chất lượng thành phần hoá học của ximăng thường là :

CaO : 63 ÷ 66%

$SiO_2$ : 21 ÷ 24%

$Al_2O_3$ : 4 ÷ 8%

$Fe_2O_3$ : 2 ÷ 4%

-Ngoài ra còn một ít các tạp chất như MgO, CaO dạng hạt già lửa gây mất ổn định thể tích nên cần phải hạn chế

MgO : < 4,5%

$SO_3$ : < 3%

Ôxit kiềm ($Na_2O$, $K_2O$) : < 1,5%

***b. Vai trò của các thành phần:***

* *CaO:* là thành phần chủ yếu nhất của ximăng poocläng, nó kết hợp với $SiO_2$, $Al_2O_3$, $Fe_2O_3$ tạo thành các khoáng chính của ximăng. Lượng CaO vừa phải làm ximăng có cường độ cao; nếu lượng CaO quá nhiều (tức $SiO_2$ ít đi tương đối) sẽ khó nung luyện, hao tốn than, giảm bớt sản lượng, đồng thời tồn tại nhiều CaO tự do dạng hạt già lửa gây mất ổn định thể tích và làm cho ximăng dễ bị ăn mòn.

* *$SiO_2$:* cũng là thành phần chủ yếu của ximăng, kết hợp với CaO tạo ra hai khoáng chính là $C_2S$ ($2CaO.SiO_2$ : bêlit) và $C_3S$ ($3CaO.SiO_2$ : alit) quyết định cường độ ximăng. Nếu $SiO_2$ quá nhiều thì thời gian ninh kết của ximăng kéo dài, ximăng kém dính kết và không đủ CaO để tác dụng với các chất khác nên clinke dễ bị tã thành bột, hạ thấp sản lương và làm giảm cường độ ximăng. Nếu $SiO_2$ quá ít thì hàm lượng $C_3S$ giảm làm giảm cường độ ximăng.

**$Al_2O_3$:* Kết hợp với CaO và $Fe_2O_3$ tạo ra khoáng $C_3A$ ($3CaO.Al_2O_3$ : aluminat tricanxit) và $C_4AF$ ($4CaO. Al_2O_3. Fe_2O_3$ : fero aluminat têtracanxit), $C_3A$ có tác dụng làm cho thời gian ngưng kết và rắn chắc của ximăng nhanh hơn. Nếu $Al_2O_3$ quá nhiều thì nhiệt độ nung sẽ cao, thời gian ninh kết nhanh nhưng cường độ ximăng giảm, nhiệt thuỷ hoá lớn dễ gây ứng suất nhiệt và dễ gây ăn mòn sunfat. Ngược lại, nếu lượng $Al_2O_3$ quá ít thì thời gian ninh kết của ximăng sẽ kéo dài, nhiệt độ nung thấp dẫn đến chất lượng ximăng không cao.

**$Fe_2O_3$ :* là thành phần thứ yếu có tác dụng làm giảm nhiệt độ nung. Nếu $Fe_2O_3$ quá nhiều nhiệt độ nung giảm nhưng chất lượng ximăng không cao. Nếu $Fe_2O_3$ quá ít nhiệt độ nung phải cao hơn, khó nung hơn, tốn nhiều than, sản lượng ximăng giảm.

* *MgO :* là thành phần có hại cho ximăng. MgO thường ở dạng tự do. Khi được nung quá $1450^oC$ thì MgO thuỷ hoá rất chậm, nở thể tích gây mất ổn định thể tích .

**2. Nguyên liệu:**

- Để đạt yêu cầu về thành phần hoá học như trên cho ximăng, các loại nguyên liệu cần có thành phần $CaCO_3$ từ 75÷78% và các thành phần khác ($SiO_2$, $Al_2O_3$, $Fe_2O_3$...) khoảng 22÷25%. Trong tự nhiên các loại đá có sẵn thành phần như trên rất hiếm nên thường phải phối liệu theo phương pháp nhân tạo.

- Nguyên liệu chủ yếu để sản xuất ximăng poocläng là đá vôi canxit (không dùng đá vôi đôlômit vì chứa nhiều MgO có hại cho ximăng), đất sét, đá thạch cao, than và quặng sắt (nếu trong đất sét thiếu tỷ lệ $Fe_2O_3$).

**** Đá vôi:*** phải chứa lượng CaO từ 45 ÷ 56% tức thành phần $CaCO_3$ phải chiếm 75 ÷ 100%. Trong tính toán thường dùng 1,3 tấn đá vôi để sản xuất ra 1 tấn clinke.

**** Đất sét:*** yêu cầu hạt mịn đều, không lẫn cát sạn và rác bẩn và đảm bảo các chỉ tiêu sau :
+ hàm lượng $SiO_2 = 50 \div 58\%$
+ hệ số aluminat $p = 2 \div 4\%$
+ hàm lượng $MgO < 3\%$

**** Thạch cao:*** lượng thạch cao thường dùng khoảng 3 ÷ 5% trọng lượng clinke. Thạch cao phải sạch và có hàm lượng $CaSO_4.2H_2O$ trên 80%.

*** *Quặng sắt:*** chứa trên 40% $Fe_2O_3$, chỉ thêm vào khi trong đất sét ít $Fe_2O_3$.

*** *Than:*** phải có khả năng toả nhiệt 5000 *Kcal/kg than*, lượng tro dưới 10 ÷ 15% , không khói, lượng cacbon cố định nhiều. Muốn sản xuất 1 tấn clinke thường dùng hết 0,27 tấn than.

- Thường thì tỷ lệ phối liệu giữa Đá vôi : Đất sét ≅ 3 : 1 theo khối lượng.

## III. NGUYÊN TẮC SẢN XUẤT:

- Quá trình sản xuất ximăng poocläng gồm ba giai đoạn:

Phối liệu ⟶ nung ⟶ nghiền (+ 3÷5% $CaSO_4.2H_2O$)
hh đá vôi + đất sét (bùn XM sống) clinke ximăng poocläng

### 1. Phối liệu:

- Mục đích của gia đoạn này là tạo ra hỗn hợp (đá vôi + đất sét) đồng nhất về thành phần hoá học để tạo thuận lợi cho các phản ứng xảy ra khi nung.

- Tùy theo độ ẩm của nguyên liệu, tình hình thiết bị và lò nung mà người ta chuẩn bị nguyên liệu theo ba phương pháp: khô, ướt và hỗn hợp.

***a. Phương pháp khô:***

- Đá vôi nghiền vỡ thành hạt, đất sét phơi khô được nghiền ở trạng thái khô rồi đem trộn đều với nhau ở trạng thái khô , sau đó phun ẩm, tạo hạt rồi đem đi nung. Phương pháp này thích hợp với trường hợp nguyên liệu là đá thiên nhiên có sẵn mà không cần phối liệu hoặc nung bằng lò đứng. Cũng có khi phương pháp khô áp dụng cho cả lò quay.

- Phương pháp khô có ưu điểm là đỡ tốn chất đốt vì nguyên liệu khô, thiết bị đơn giản hơn nhưng có nhược điểm là nguyên liệu trộn khó đều nên chất lượng ximăng không đều, chất lượng ximăng thường không cao và khi nghiền tạo ra nhiều bụi.

- Khi nung bằng lò quay phải phun ẩm bột nguyên liệu sống rồi mới cho vào lò, để tránh mất mát ra ngoài ống khói. Khi nung bằng lò đứng thì bột nguyên liệu sống cần trộn ẩm và đóng bánh hoặc đóng thành từng viên quặng trước khi cho vào lò. Có thể trộn thêm một ít than vào nguyên liệu để đảm bảo cho chất lượng clinke ra lò đều và tốt hơn.

***b. Phương pháp ướt:***

Việc chuẩn bị nguyên liệu cho phương pháp ướt gồm các bước sau:

- Tính toán phối liệu đạt tỷ lệ yêu cầu.

- Nghiền vỡ đá vôi thành cỡ 1÷2*cm*; đánh tơi đất sét, lọc hết rác bẩn rồi đưa sang bể chứa có thiết bị thường xuyên khuấy đều tạo thành một loại bùn sét chứa 35 ÷ 40% nước.

- Đem nghiền ướt đá vôi và bùn sét trong máy nghiền bi hình trống sẽ được bùn ximăng sống; đưa qua hệ thống xilô để kiểm nghiệm và điều chỉnh thành phần hoá học cho đạt yêu cầu rồi bơm vào một bể chứa lớn dự trữ (trong bể có thiết bị khuấy) để đưa dần vào lò nung.

Phương pháp này có ưu điểm là không bụi, dễ nghiền và nguyên liệu được trộn dễ đều hơn về thành phần hoá, tuy nhiên cũng có nhược điểm là tốn nhiều nhiên liệu vì nước

nhiều và nhất thiết phải nung bằng lò quay. Do đó, phương pháp này thích hợp với loại nguyên liệu ẩm ướt và lò nung là lò quay.

Khi kiểm tra thành phần hoá học có thể điều chỉnh :

- Thiếu $Fe_2O_3$ → thêm quặng sắt
- Thiếu $Al_2O_3$ → thêm bùn nhêfêlin (phế thải công nghiệp sản xuất nhôm)
- Thiếu $SiO_2$ → thêm trepen

Trong việc chuẩn bị nguyên liệu cần chú ý đến độ nghiền mịn. Nguyên liệu mịn thì phản ứng xảy ra nhanh và triệt để nên chất lượng ximăng cao. Tuy nhiên muốn nghiền nhỏ hơn thì tốn công và năng lượng nên chỉ cần nghiền nhỏ đến một giới hạn nhất định, thông thường bùn ximăng sống có lượng lọt sàng 0,08*mm* từ 91 ÷ 93% là thích hợp.

Muốn cho ximăng có chất lượng tốt thì bùn ximăng sống yêu cầu lượng cát thạch anh lớn hơn 0,5*mm* không quá 0,5% và cát thạch anh từ 0,09 ÷ 0,2*mm* không quá 1%.

***c. Phương pháp hỗn hợp:***

Cho phép giảm tiêu tốn nhiên liệu 20 ÷ 30% so với phương pháp ướt. Thực chất của phương pháp này là bùn trước khi đưa vào lò nung được khử nước ở thiết bị đặc biệt. Như vậy nó cũng tiêu tốn điện năng.

**2. Nung:**

***a. Lò nung:***

- *Lò đứng:* gần giống như lò đứng nung vôi. Khi vào lò để nung, người ta phải đổ nguyên liệu đến độ cao đáy khu nung rồi gia nhiệt. Khi sử dụng nhiên liệu là than thì khi cho quặng vào lò, cứ một lớp quặng lại có một lớp than. Sau 40 phút đến một giờ đánh tụt lò một lần để lấy clinke ra. Vì nung ximăng yêu cầu nhiệt độ cao hơn nung vôi nên nhất thiết phải có thiết bị quạt gió từ đáy lò lên để cung cấp đủ oxi cho phản ứng cháy.

So với lò quay, lò đứng có lợi là xây dựng đơn giản, thích hợp cho công nghiệp ximăng địa phương, ít cần thiết bị. Song có nhược điểm là nung chậm, nguyên liệu tiếp xúc với các vùng nhiệt không đều do đó phẩm chất ximăng khó đều. Khu nung trong lò đứng cần chú ý không được quá lửa, vì quặng sẽ chảy ra đóng thành tảng lớn bám vào thân lò và đáy lò, làm việc ra lò khó khăn. Mặt khác cần tránh hiện tượng nung non lửa, vì sẽ có nhiều hạt CaO tự do ảnh hưởng xấu đến chất lượng ximăng. Các phản ứng hoá lý sinh ra trong quá trình nung cũng giống như ở lò quay và thành phần khoáng vật chủ yếu của clinke cũng là $C_3S$, $C_2S$, $C_3A$, $C_4AF$ và CaO tự do. Tuy nhiên vì những đặc điểm và khó khăn trong dây chuyền công nghệ nên chất lượng ximăng lò đứng kém và không đồng đều như ximăng lò quay.

- *Lò quay:* là một hình trụ dài bằng vỏ thép dày, phía trong có lót gạch chịu lửa. Các lò quay rất dài và có đường kính lớn, công suất từ vài trăm đến vài nghìn tấn một ngày. Lò quay đặt hơi dốc so với mặt phẳng nằm ngang một góc là 1°30' và quay với tốc độ 1 ÷ 2 *vòng/phú*t. Thiết bị làm nguội thường gắn liền với lò quay ở đầu thấp, còn ống khói thì ở đầu cao của lò.

-Khi nung, người ta bơm bùn ximăng sống vào đầu cao của lò quay và phun than (đã nghiền mịn) và không khí lạnh từ đầu thấp của lò lên. Do lò quay và đặt hơi dốc nên

bùn ximăng sống dịch chuyển dần dần xuống, bị khô nước và vón thành cục nhỏ. Các cục này chuyển dần xuống phía dưới, gặp nhiệt độ cao dần sẽ sinh ra các phản ứng phân giải và kết hợp, khi đi qua vùng nung thì chảy ra rồi vón lại thành clinke rơi qua thiết bị làm nguội, sau đó được đưa vào kho chứa.Với điều kiện nung như thế, nguyên liệu tiếp xúc với các vùng nhiệt tốt hơn và các phản ứng xảy ra triệt để hơn. Chất lượng ximăng lò quay thường ổn định hơn.

***b. Các quá trình phản ứng xảy ra khi nung:***

Nung ximăng là giai đoạn tiếp theo việc phối liệu, gồm các bước : làm khô (nước tự do bay hơi), gia nhiệt trước, phóng nhiệt, kết khối và làm nguội clinke. Tốc độ nung thành clinke không những phụ thuộc vào thành phần hoá học mà còn phụ thuộc vào độ mịn và mức độ trộn đều của bùn ximăng sống (phương pháp ướt) hoặc của hỗn hợp vật liệu sống (phương pháp khô).

**** Vùng bay hơi:*** $t^o = 70 \div 200^oC$

Khi nhiệt độ trong lò tăng dần đến 100°C thì nước tự do bay hơi làm cho nguyên liệu sống khô dần lại, chất hữu cơ bắt đầu cháy. Trong giai đoạn này mới có sự biến đổi vật lý mà chưa có sự biến đổi hoá học. Đến 200°C thì giai đoạn làm khô kết thúc, nguyên liệu sống vón lại thành cục nhỏ.

**** Vùng gia nhiệt trước:*** $t^o = 200 \div 700^oC$, chiếm 50 ÷ 60% chiều dài lò (đối với phương pháp ướt).

- Các chất hữu cơ cháy hết, nước hoá học nằm trong đất sét bắt đầu tách ra và bốc hơi, các phản ứng phân giải bắt đầu xảy ra :

$$Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O \rightarrow Al_2O_3.2SiO_2 + 2H_2O$$
$$Al_2O_3.2SiO_2 \rightarrow Al_2O_3 + 2SiO_2$$

**** Vùng canxi hoá:*** $t^o = 700 \div 900 \div 1100^oC$, chiếm 20÷23% chiều dài lò.

Phản ứng phân giải canxit và các phản ứng kết hợp tạo khoáng xảy ra :

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$
$$CaO + Al_2O_3 \rightarrow CaO.Al_2O_3$$
$$CaO.Al_2O_3 + 2CaO \rightarrow 3CaO.Al_2O_3 \quad (C_3A)$$
$$2CaO + SiO_2 \rightarrow 2CaO.SiO_2 \quad (C_2S)$$

****Vùng phóng nhiệt:*** $t^o = 1100 \div 1300^oC$, chiếm 5 ÷ 7% chiều dài lò.

Các phản ứng tạo khoáng chính cho ximăng tiếp tục xảy ra và kết thúc

$$CaO.Al_2O_3 + 2CaO \rightarrow 3CaO.Al_2O_3 \quad (C_3A)$$
$$2CaO + SiO_2 \rightarrow 2CaO.SiO_2 \quad (C_2S)$$
$$4CaO + Al_2O_3 + Fe_2O_3 \rightarrow 4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3 \quad (C_4AF)$$

****Vùng kết khối:*** $t^o = 1300 \div 1450 \div 1300^oC$, chiếm 10 ÷ 15% chiều dài lò.

-Ở giai đoạn đầu (1300°C), một phần khoáng dễ chảy như $C_3A$, $C_4AF$, MgO và các tạp chất dễ chảy khác bị chảy lỏng ra (20 ÷ 30% thể tích hỗn hợp nung). Khi nhiệt độ nung đạt đến giá trị cao nhất 1450°C, $C_2S$ sẽ tác dụng nhanh với CaO hoà tan trong pha lỏng tạo thành alit ($C_3S$) là khoáng cơ bản của clinke.

$$CaO + 2CaO.SiO_2 \rightarrow 3CaO.SiO_2 \quad (C_3S)$$

- Phản ứng này xảy ra liên tục cho đến khi gần hết CaO (trong clinke, CaO tự do ≤ 0,5 ÷ 1%). Alit ít hoà tan, nó được tách khỏi dung dịch nóng chảy ở dạng tinh thể mịn. Quá trình tạo alit kéo dài từ 15 ÷ 20 phút.

- Ra khỏi vùng kết khối (nhiệt độ giảm từ 1450 xuống $1300^oC$ ) từ dung dịch lỏng các khoáng $C_3A$, $C_4AF$ và MgO được kết tinh lại.

- Như vậy sau khi nung ta có $C_3A$, $C_4AF$, $C_2S$ và $C_3S$. Ngoài ra còn có một ít CaO, MgO tự do và một ít chất khác nữa.

**** Vùng làm nguội:*** có hai bậc làm nguội sau

- *Bậc làm nguội từ từ* ($t^o = 1300 \div 1100^oC$ ) với mục đích là để ổn định cấu trúc các khoáng mới được tạo thành.

- *Bậc làm nguội nhanh* ($t^o = 1100 \div 200^oC$ ) với mục đích là để tránh các phản ứng có hại xảy ra

$$3CaO.SiO_2 \rightarrow 2CaO.SiO_2 + CaO$$

$$\beta\ C_2S \xrightarrow{500^oC} \gamma\ C_2S$$

*không có tính dính kết, không tương tác với nước ngay cả ở $100^oC$*

**3. Nghiền:**

- Clinke ximăng sau khi ra lò thường phải để ở trong kho từ 1 ÷ 2 tuần mới đem nghiền thành bột. Mục đích là để CaO, MgO già lửa trong clinke hút ẩm không khí tạo thành $Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$ hoặc cacbonat hoá thành $CaCO_3$, $MgCO_3$ ổn định thể tích hơn. Ngoài ra kinh nghiệm cho thấy loại clinke như trên dễ nghiền nhỏ hơn loại clinke mới ra lò.

- Khi nghiền clinke, người ta pha thêm 3 ÷ 5% thạch cao sống ($CaSO_4.2H_2O$) để điều chỉnh thời gian ninh kết của ximăng cho phù hợp với điều kiện thi công. Ngoài ra, người ta còn trộn thêm dưới 15% phụ gia hoạt tính hoặc dưới 10% phụ gia trơ, vừa để cải thiện một số tính chất của ximăng poocläng, vừa để tăng sản lượng và hạ giá thành. Những vật liệu đưa vào nghiền không được ẩm quá quy định vì sẽ làm giảm hiệu suất nghiền.

- Thiết bị dùng để nghiền clinke là máy nghiền bi hình trống làm việc theo chu trình hở hoặc chu trình kín.

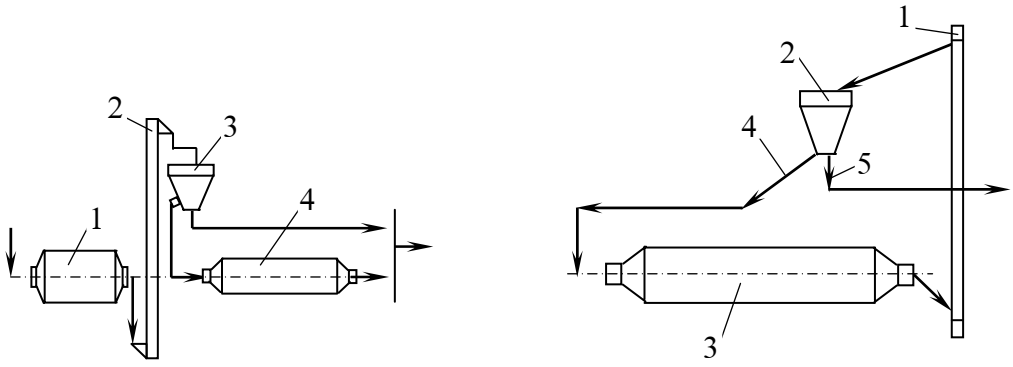
+ Trong chu trình kín: thiết bị nghiền là máy nghiền bi nhiều buồng hoặc 2 máy nghiền thô và nghiền mịn bố trí nối tiếp nhau theo chu trình kín. Máy là ống trụ bằng thép, quay quanh một trục nằm ngang và thường được chia thành ba ngăn, có vách ngăn đục lỗ để bột có thể chui qua, ứng với ba cấp độ nghiền là nghiền thô, nghiền trung bình và nghiền mịn. Vật liệu được nghiền dưới tác dụng của các viên bi thép hình cầu (nghiền thô) và bi thép hình trụ (nghiền mịn). Khi máy quay bi thép được nâng lên đến một độ cao nhất định rồi rơitự do xuống và đập vỡ và chà xát làm vụn hạt vật liệu. Ở máy làm việc theo chu trình kín thì có thiết bị nghiền và phân loại li tâm tách ra loại hạt lớn để đưa đi nghiền lại. Loại máy này có hiệu quả cao và đạt độ mịn lớn (4000 ÷ 5000$cm^2/g$), rất cần thiết để tạo ximăng rắn nhanh và các loại ximăng đặc biệt khác.

+ Trong chu trình hổ, clinke và phụ gia được nạp liên tục, đi qua các buồng nghiền rồi đi ra để chuyển vào xilô chứa.

Máy nghiền thường có hai loại: loại nhỏ kích thước 3,95x11*m* có công suất 100*t/h*; loại lớn có kích thước 4,6x16,4*m* có công suất 135*t/h*.

- Sau khi nghiền thành bột, do ma sát nên ximăng ra khỏi máy còn rất nóng, đến 80 ÷ 120$^oC$ được hệ thống vận chuyển bằng khí nén đưa lên xilô. Xilô là bể chứa bằng bêtông cốt thép đường kính 8 ÷ 15*m*, cao 25 ÷ 30*m*, có thể chứa được 4000 ÷ 10000 tấn ximăng. Ở đây ximăng nguội dần và CaO tự do tã hết, đỡ ảnh hưởng xấu đến chất lượng ximăng. Cuối cùng là khâu đóng bao .

- Ở các công trường lớn hoặc nhà máy bêtông đúc sẵn, người ta có thể đem clinke về ngay cơ sổ đó, nghiền ướt và dùng ngay. Tuy có nhược điểm là phải dùng hết trong vòng 2 ÷ 3 giờ và phải trang bị máy nghiền nhưng có ưu điểm là ximăng mịn hơn, hiệu suất nghiền cao hơn, ximăng có hoạt tính mạnh nên cường độ cao hơn (có khi cao hơn đến 25%) so với cách nghiền khô.




***Sơ đồ nghiền clinke theo chu trình kín***

a ) Với hai máy nghiền : 1- máy nghiền thô ; 2- gầu nâng ;
3- thiết bị phân loại li tâm ; 4- máy nghiền mịn
b ) Với một máy nghiền : 1- gầu nâng ; 2- thiết bị phân loại ;
3- máy nghiền ; 4- hạt thô ; 5- ximăng

## IV. THÀNH PHẦN KHOÁNG VẬT CỦA XIMĂNG POOCLĂNG :

- Sau khi nung, trong clinke ximăng gồm chủ yếu những thành phần khoáng vật sau:

* *Silicat tricanxit :* $3CaO.SiO_2$ ($C_3S$) còn gọi là alit

* *Silicat đicanxit :* $2CaO.SiO_2$ ($C_2S$) còn gọi là bêlit

* *Aluminat tricanxit :* $3CaO.Al_2O_3$ ($C_3A$)

* *Fero aluminat têtracanxit :* $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$ ($C_4AF$) còn gọi là celit

Ngoài ra còn một số thành phần phụ như $5CaO.3Al_2O_3$, $2CaO.Fe_2O_3$, CaO và MgO tự do.

**1. Hàm lượng:**

$C_3S$ chiếm 45 ÷ 60% trọng lượng clinke

$C_2S$ chiếm 20 ÷ 30% trọng lượng clinke

$C_3A$ chiếm 4 ÷ 12% trọng lượng clinke

$C_4AF$ chiếm 10 ÷ 12% trọng lượng clinke

- Ngoài các khoáng trên thì các tạp chất trong clinke như thuỷ tinh clinke dòn, CaO, MgO già lửa, $SiO_2$, $Fe_2O_3$, hợp chất sunfat có tổng hàm lượng chiếm từ 5 ÷ 15% trọng lượng clinke.

**2. Vai trò, tính chất các thành phần khoáng :**

- *$C_3S$ :* là thành phần chính, quyết định cường độ và các tính chất khác của ximăng. Nó có đặc điểm là tốc độ rắn chắc nhanh, cường độ cao, tỏa nhiệt tương đối lớn. Khi hàm lượng $C_3S$ tăng thì chất lượng ximăng càng tốt. $C_3S$ kết tinh ở dạng hình lăng trụ 6 cạnh hoặc hình khối chữ nhật .

- *$C_2S$ :* có cường độ trung bình, rắn chắc chậm, nhiệt thuỷ hoá nhỏ. Thời gian đầu tốc độ rắn chắc chậm nhưng càng về sau tốc độ rắn chắc càng nhanh và cường độ càng cao. Nó có vai trò quyết định cường độ của ximăng trong thời gian về sau. Khi hàm lượng $C_2S$ tăng thì cường độ của ximăng cao nhưng tốc độ rắn chắc của ximăng chậm làm kéo dài thời gian thi công. $C_2S$ kết tinh ở dạng hình cầu .

- *$C_3A$ :* quyết định thời gian ninh kết rắn chắc của ximăng. Nó có đặc điểm là rắn chắc rất nhanh nhưng cường độ rất thấp, nhiệt thuỷ hoá lớn và rất dễ bị ăn mòn. Do đó, khi hàm lượng $C_3A$ tăng thì ximăng rắn nhanh nhưng cường độ thấp, dễ gây ứng suất nhiệt và bị ăn mòn sunfat. Với loại ximăng bền sunfat yêu cầu lượng $C_3A < 5\%$. $C_3A$ kết tinh ở dạng hình khối lập phương .

- *$C_4AF$ :* tốc độ rắn chắc, cường độ, nhiệt thuỷ hoá và khả năng chống ăn mòn là trung bình giữa alit và bêlit.

## V. QUÁ TRÌNH NGƯNG KẾT RẮN CHẮC:

- Quá trình ngưng kết rắn chắc của ximăng pooclăng là quá trình hồ ximăng biến thành đá ximăng. Ximăng sau khi nhào trộn với nước trải qua ba giai đoạn: giai đoạn hoà tan - giai đoạn hoá keo - giai đoạn kết tinh và tiếp theo đó là quá trình rắn chắc. Đầu tiên trong khoảng 1 ÷ 3 giờ sau khi nhào trộn nó dẻo và dễ tạo hình; sau đó nó bắt đầu ngưng kết thể hiện qua dầu hiệu hồ ximăng mất dần tính dẻo và đặc dần lại nhưng chưa có cường độ. Giai đoạn này kết thúc trong 5 ÷ 10 giờ sau khi nhào trộn. Sau đó hỗn hợp chuyển từ trạng thái đặc sệt sang trạng thái rắn chắc, có nghĩa là kết thúc ngưng kết và bắt đầu rắn chắc. Giai đoạn rắn chắc đặc trưng bằng sự tăng cường độ theo thời gian .

**1. Các phản ứng thuỷ hoá:**

- Khi nhào trộn ximăng với nước ở giai đoạn đầu xảy ra quá trình phản ứng thuỷ hóa giữa các khoáng trong ximăng với nước. Trong đó phản ứng của alit với nước xảy ra như sau:

$$2(3CaO.SiO_2) + 6H_2O \rightarrow 3CaO.2SiO_2.3H_2O + 3Ca(OH)_2 \qquad (1)$$

Vì đã có $Ca(OH)_2$ tách ra từ alit nên bêlit thuỷ hoá chậm hơn và tách ra ít $Ca(OH)_2$ hơn:

$$2(2CaO.SiO_2) + 4H_2O \rightarrow 3CaO.2SiO_2.3H_2O + Ca(OH)_2 \quad (2)$$

$C_3A$ và $C_4AF$ cũng phản ứng với nước:

$$3CaO.Al_2O_3 + 6H_2O \rightarrow 3CaO.\ Al_2O_3.6H_2O \quad (3)$$

$$4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3 + mH_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3.6H_2O + CaO.Fe_2O_3.nH_2O \quad (4)$$

- Phản ứng (3) xảy ra rất nhanh và làm ximăng khô sớm. Do đó, để làm chậm quá trình ngưng kết, khi nghiền clinke cần cho thêm một lượng 3 ÷ 5% đá thạch cao đóng vai trò là chất hoạt động hoá học của ximăng, tác dụng với $C_3A$ ngay từ đầu để tạo thành sunphoaluminat tricanxit (khoáng etringit).

$$\underbrace{3CaO.Al_2O_3 + 3(CaSO_4.2H_2O)}_{\text{ximăng poocläng}} + 26H_2O \rightarrow \underbrace{3\ CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O}_{\text{etringit}}$$

(thạch cao)

- Trong dung dịch bão hoà $Ca(OH)_2$ , ngay từ đầu etringit sẽ tách ra ở dạng keo phân tán mịn đọng lại trên bề mặt $3CaO.Al_2O_3$ làm chậm sự thuỷ hoá của nó và kéo dài thời gian ninh kết của ximăng. Ở trong môi trường có nồng độ $Ca^{2+}$ nhất định, etringit sẽ không tan mà chuyển sang tinh thể dạng sợi, tạo ra cường độ ban đầu cho ximăng. Etringit có thể tích lớn gấp hai lần so với thể tích của các chất tham gia phản ứng, có tác dụng chèn lấp lỗ rỗng của đá ximăng, làm cường độ và độ ổn định của đá ximăng tăng lên.

**2. Giải thích quá trình rắn chắc của ximăng:**

- Khi ximăng rắn chắc, các quá trình vật lý và hoá lý phức tạp đi kèm theo các phản ứng hoá học có một ý nghĩa rất lớn và tạo ra sự biến đổi tổng hợp, khiến cho ximăng khi nhào trộn với nước, lúc đầu chỉ là hồ dẻo và sau biến thành đá cứng có cường độ. Tất cả các quá trình tác dụng tương hỗ của từng khoáng với nước để tạo ra những sản phẩm mới xảy ra đồng thời, xen kẽ và ảnh hưởng lẫn nhau. Các sản phẩm mới cũng có thể tác dụng tương hỗ với nhau và với các khoáng khác của clinke để hình thành những liên kết mới. Do đó hồ ximăng là một hệ rất phức tạp cả về cấu trúc thành phần cũng như sự biến đổi.

- Có nhiều lý luận giải thích quá trình rắn chắc của ximăng, nhưng lý luận của viện sỹ Liên Xô A.A.Baicốp và về sau được viện sỹ Liên Xô P.A.Rêbinđe bổ sung, là lý luận tương đối hoàn thiện hơn cả. Theo lý luận này, quá trình rắn chắc của ximăng chia thành 3 giai đoạn:

***a. Giai đoạn hoà tan:***

- Khi trộn ximăng với nước, phản ứng hoá học giữa ximăng và nước sẽ tiến hành ngay trên bề mặt hạt ximăng khô. Những sản phẩm mới sinh ra, hoà tan được trong nước như $Ca(OH)_2$, $3CaO.Al_2O_3.6H_2O$ sẽ lập tức hoà tan tạo thành thể dịch bao quanh mặt hạt ximăng gọi là thể keo. Còn các sản phẩm khó tan sinh ra sẽ tách ra ở dạng hạt keo phân

tán. Vì độ tan của nó không lớn và lượng nước do tham gia vào quá trình thuỷ hoá và do bay hơi một phần nên dung dịch nhanh chóng trở nên quá bão hoà.

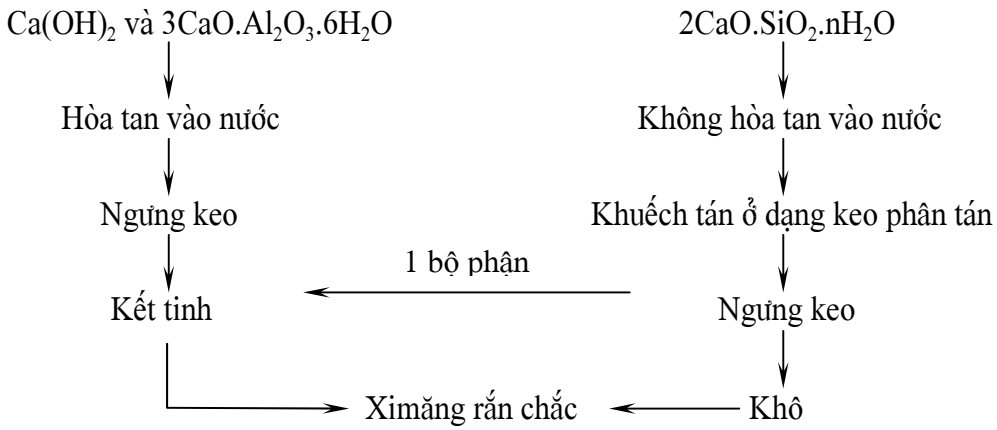
***b. Giai đoạn hoá keo:***

-Trong dung dịch quá bão hoà, các lượng $Ca(OH)_2$ và $3CaO.Al_2O_3.6H_2O$ tiếp tục sinh ra (do phản ứng thuỷ hoá) không hoà tan được nữa mà tồn tại ở thể keo. Còn các sản phẩm etringit, $C_2SH_n$ do phản ứng thuỷ hoá của $C_2S$ và $C_3S$ sinh ra, vốn không tan, sẽ tách ra ở dạng phân tán nhỏ trong dung dịch, tạo thành thể keo phân tán. Vì nước ngày càng ít đi (bay hơi, phản ứng thuỷ hoá với phần ximăng bên trong) mà lượng chất keo ngày càng sinh ra nhiều, tạo điều kiện cho các hạt keo phân tán tương đối nhỏ ở trên ngưng tụ lại thành những loại hạt ngưng keo tương đối lớn hơn, ở dạng sệt, làm cho ximăng mất tính dẻo và ngưng kết lại dần dần, nhưng ximăng chưa hình thành cường độ.

***c. Giai đoạn kết tinh:***

- $Ca(OH)_2$ và $3CaO.Al_2O_3.6H_2O$ từ thể ngưng keo chuyển dần sang dạng kết tinh, có tinh thể nhỏ đan chéo nhau, làm cho ximăng bắt đầu có cường độ. Chất $C_2S.H_n$ vẫn tồn tại ở thể keo rất lâu, sau đó mới có một bộ phận chuyển sang thành tinh thể. Do lượng nước ngày càng mất đi, thể keo và các hạt keo dần dần bị khô lại, kết chặt lại làm cho cả hệ thống hoá cứng và cường độ tăng.

- Tóm lại quá trình rắn chắc của ximăng có thể biểu diễn như sau:




- Các giai đoạn trên tuy tách làm ba, song chúng không phải riêng lẻ mà xen kẽ nối tiếp lẫn nhau, nghĩa là khi đã xuất hiện tinh thể thì vẫn có chỗ mới bắt đầu thời kỳ thứ nhất là hoà tan. Nhờ vậy các tinh thể sau khi hình thành đan xen và cắm vào nhau tạo ra bộ khung không gian chịu lực. Ngoài hiện tượng rắn chắc trên đây, các quá trình cacbonat hoá cũng góp phần vào sự rắn chắc của ximăng.

## VI. CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA XIMĂNG POOCLĂNG:

### 1. Khối lượng riêng:

***a. Khái niệm:***

*Khối lượng riêng* là khối lượng của một đơn vị thể tích ximăng ở trạng thái hoàn toàn đặc sau khi được sấy khô đến khối lương không đổi.

***b. Cách xác định:***

Phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng. Dụng cụ: bình tỷ trọng, dầu hỏa.

***c. Các yếu tố ảnh hưởng:***

Ximăng pooclăng có khối lượng riêng $\gamma_a$ = 3,05 ÷ 3,15 $g/cm^3$. Trị số này thay đổi tuỳ theo nhiệt độ nung, nếu nhiệt độ nung cao thì ximăng có $\gamma_a$ lớn và ngược lại. Mặt khác $\gamma_a$ còn phụ thuộc vào thành phần khoáng vật, ví dụ loại ximăng chứa nhiều $C_4AF$ sẽ có $\gamma_a$ lớn.

***d. Ý nghĩa:***

- Ximăng có $\gamma_a$ lớn có tác dụng tốt là có thể ngăn được các tia X hoặc tia γ, đồng thời khả năng ngăn bức xạ và phóng xạ càng tốt. Vì vậy người ta tìm cách tăng $\gamma_a$ của ximăng để dùng vào các công trình đặc biệt chống phóng xạ, như dùng BaO thay cho CaO sẽ tạo thành silicat bari có tỷ trọng đến 5,4 hoặc trộn $BaSO_4$ vào ximăng để tăng $\gamma_a$ lên.
- Tính toán cấp phối bêtông, vữa.

**2.Khối lượng thể tích xốp:**

***a. Khái niệm:***

*Khối lượng thể tích xốp* là khối lương của một đơn vị thể tích ximăng được đổ đống ở trạng thái tự nhiên.

***b. Cách xác định:***

Phương pháp đổ đống bằng dung cụ phễu tiêu chuẩn với độ cao đổ là 10*cm*.

***c. Các yếu tố ảnh hưởng:***

Khối lượng thể tích của ximăng pooclăng phụ thuộc vào độ mịn của ximăng. Nếu ximăng càng mịn thì $\gamma_o$ càng giảm. Mặt khác $\gamma_o$ còn phụ thuộc vào mức độ lèn chặt của bột ximăng. Khối lượng thể tích của ximăng $\gamma_o$ biến đổi từ 1,2 ÷ 1,6 $g/cm^3$ (lèn chặt), 0,9 ÷ 1,1 $g/cm^3$ (xốp).

***c. Ý nghĩa:***

Khối lượng thể tích xốp dùng để tính tóan cấp phối bêtông; cấp phối vữa; dùng để quy đổi lượng dùng ximăng từ khối lượng sang thể tích.

**3. Độ mịn:**

***a. Khái niệm:***

*Độ mịn* là chỉ tiêu đánh giá mức độ nghiền mịn của ximăng. Độ mịn được đánh giá bằng phần trăm khối lượng lọt qua sàng 0,08*mm*.

***b. Cách xác định:***

- Sàng qua sàng 0,2*mm* , sau đó sàng qua sàng 0,08*mm*. Yêu cầu 100% lọt qua sàng 0,2*mm*; trên 85% lọt qua sàng 0,08*mm* (đối với ximăng rắn nhanh là trên 95%). Kích thước trung bình của hạt ximăng là 15 ÷ 20$\mu m$.
- Ngoài ra người ta còn dùng tỷ diện tích S (tổng diện tích bề mặt các hạt của một đơn vị khối lượng ximăng) để đánh giá độ mịn của ximăng. Thông thường tỷ diện tích của ximăng là 2500 ÷ 3000$cm^2/g$. Nâng cao tỷ diện tích của ximăng đạt mức 3500 ÷ 5000$cm^2/g$ là một biện pháp lớn nhằm nâng cao chất lượng ximăng.

***c. Các yếu tố ảnh hưởng:***

Độ mịn của ximăng phụ thuộc vào mức độ nghiền đối với clinke. Nếu quá trình nghiền clinke tốt thì ximăng sẽ mịn và ngược lại.

***d. Ý nghĩa:***

Nếu ximăng có độ mịn lớn thì mức độ và tốc độ thuỷ hoá càng cao, ximăng sẽ có cường độ lớn. Tuy nhiên, nếu độ mịn quá cao (trên 95%) thì sẽ tốn công nghiền, tỷ diện S lớn yêu cầu nước nhào trộn nhiều khi bay hơi sẽ để lại lỗ rỗng làm cường độ ximăng giảm. Ngược lại, khi độ mịn quá bé (dưới 85%) thì mức độ thuỷ hoá của ximăng kém nên cường độ ximăng sẽ giảm.

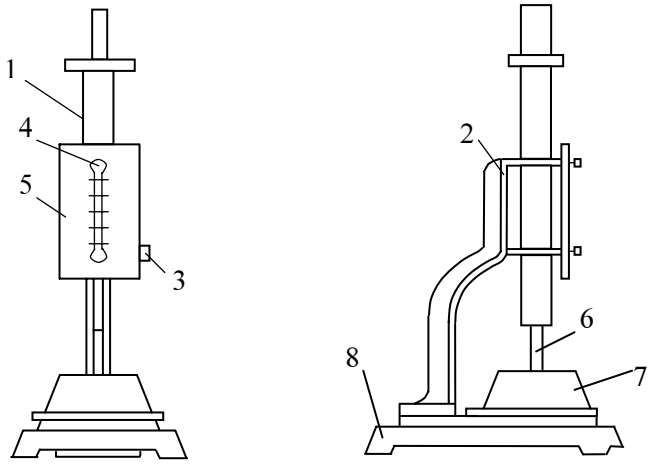
**4. Lượng nước tiêu chuẩn:**

***a. Khái niệm:***

*Lượng nước tiêu chuẩn* của ximăng là lượng nước (tính theo % so với lượng ximăng) cho vào đảm bảo chế tạo hồ ximăng đạt độ dẻo tiêu chuẩn. Độ dẻo tiêu chuẩn được xác định bằng dụng cụ Vica, khi kim Vica (đường kính 10*mm*) cắm sâu cách đáy 5 ÷ 7*mm*.

***b. Cách xác định:***

Lượng nước tiêu chuẩn được xác định bằng phương pháp thử dần bằng dụng cụ Vica.




***Dụng cụ Vica***

| | |
|---|---|
| 1 - Thanh chạy | 5 - Thước chia độ |
| 2 - Lỗ trượt | 6 - Kim Vica |
| 3 - Vít điều chỉnh | 7 - Khâu Vica |
| 4 - Kim chỉ vạch | 8 - Bàn để dụng cụ Vica |

- Trộn 500*g* ximăng và một lượng nước N = 24 ÷ 30% XM bằng máy trộn.
- Cho hồ ximăng vào hình côn

- Đặt lên bàn giằn giằn 5 ÷ 6 cái rồi gạt bằng mặt và đưa vào dụng cụ Vica. Hạ đầu kim Vica (ϕ10, dài 50*mm*) xuống sát mặt hồ ximăng và vặn vít để giữ kim, sau đó mở vít cho kim tự do rơi trong 30 *giây* rồi vặn chặt vít lại. Xác định vị trí của đầu kim.

+ Nếu kim Vica ϕ10 cắm sâu cách đáy 5 ÷ 7*mm* thì hồ ximăng đạt độ dẻo tiêu chuẩn, khi đó $N^{tc} = N_{tn}$.

+ Nếu kim Vica cắm cách đáy < 5*mm* → làm lại với $N < N_{bđ}$

+ Nếu kim Vica cắm cách đáy > 7*mm* → làm lại với $N > N_{bđ}$

***c. Các yếu tố ảnh hưởng:***

- Thành phần khoáng: nếu lượng $C_3A$ tăng thì $N^{tc}$ tăng, $C_2S$ cần ít nước hơn.
- Độ mịn tăng → $N^{tc}$ tăng và ngược lại
- Phụ gia : nếu ximăng có phụ gia vô cơ hoạt tính thì $N^{tc}$ = 32 ÷ 37%, nếu là phụ gia tăng dẻo thì lượng nước sẽ giảm xuống.

***d. Ý nghĩa:***

$N^{tc}$ không phải là một chỉ tiêu đánh giá chất lượng của ximăng nhưng sử dụng nó để xác định các chỉ tiêu khác như: thời gian ngưng kết, độ ổn định thể tích, cường độ ximăng theo phương pháp nhanh.

**5. Thời gian ninh kết:**

***a. Khái niệm:***

Sau khi trộn ximăng với nước, hồ ximăng mất dần tính dẻo, ngày càng đặc sệt lại, nhưng chưa có khả năng chịu lực, thì gọi là ngưng kết. Thời gian ninh kết của ximăng chia làm hai giai đoạn: thời gian bắt đầu ngưng kết và thời gian kết thúc ngưng kết.

*Thời gian bắt đầu ngưng kết:* là khoảng thời gian (phút, giờ) tính từ lúc bắt đầu trộn ximăng với nước cho đến khi hồ ximăng mất tính dẻo; trong thí nghiệm thời gian này ứng với lúc kim Vica ϕ1 cắm cách đáy 3 ÷ 5*mm*.

*Thời gian kết thúc ngưng kết:* là khoảng thời gian (phút, giờ) tính từ lúc bắt đầu trộn ximăng với nước cho đến khi hồ ximăng hình thành các tinh thể, hồ cứng lại và bắt đầu có cường độ; trong thí nghiệm thời gian này ứng với lúc kim Vica ϕ5 không để lại vết trên mặt hồ ximăng.

***b. Cách xác định:***

Trộn ximăng với lượng nước tiêu chuẩn rồi tạo mẫu như khi xác định nước tiêu chuẩn. Thay kim Vica ϕ10 bằng kim Vica ϕ1 và lắp thêm một đối trọng. Để xác định thời gian bắt đầu ngưng kết cứ sau 5 phút ta thả kim một lần trong 30 *giây* cho đến khi độ cắm sâu của kim cách đáy từ 3 ÷ 5*mm*. Sau thời gian bắt đầu ninh kết, thay kim ϕ5 và cứ 15 phút ta thả kim một lần trong 30 giây cho đến khi kim Vica ϕ5 không để lại vết trên mặt hồ ximăng, xác định thời gian kết thúc ngưng kết. Yêu cầu khoảng cách giữa hai điểm thả kim không nhỏ hơn 10*mm*.

***c. Các yếu tố ảnh hưởng đến thời gian ninh kết:***

- Thành phần khoáng của ximăng: nếu hàm lượng các khoáng $C_3A$, $C_3S$ nhiều thì thời gian ngưng kết giảm vì tốc độ thuỷ hoá của ximăng tăng nhanh, nếu hàm lượng khoáng $C_2S$ nhiều thì thời gian ngưng kết giảm vì tốc độ thuỷ hoá của $C_2S$ chậm.

- Độ mịn tăng thì thời gian ngưng kết giảm vì khi đó mức độ thuỷ hoá của ximăng cao và tốc độ thuỷ hoá nhanh.

- Nhiệt độ và độ ẩm môi trường: khi nhiệt độ tăng, độ ẩm của môi trường giảm thì thời gian ngưng kết cũng giảm.

- Thời gian ngưng kết của ximăng sẽ tăng hoặc giảm nếu ta thêm vào ximăng phụ gia kéo dài hoặc rút ngắn thời gian ngưng kết.

***d. Ý nghĩa:***

Thời gian ngưng kết là một chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng của ximăng, giúp bố trí thời gian thi công hợp lý. Nếu ximăng bắt đầu ngưng kết quá sớm, ngoài hiện trường sẽ không kịp thời gian thi công. Ngược lại, nếu ximăng ngưng kết chậm thì sau khi thi công phải tốn thời gian chờ đợi tháo ván khuôn, làm giảm tốc độ thi công, giảm hiệu suất sử dụng ván khuôn và thời gian xuất xưởng các cấu kiện bị chậm lại. Do đó quy phạm đã quy định xiămng poocläng phải có thời gian bắt đầu ngưng kết không sớm quá 45 phút và kết thúc ngưng kết không chậm quá 10 giờ.

***e. Các phụ gia thay đổi thời gian ninh kết:***

*- Phụ gia kéo dài thời gian ngưng kết:* clinke ximăng sau khi nghiền thành bột, nếu trộn với nước sẽ ngưng kết rất nhanh. Vì vậy, muốn kéo dài thời gian ngưng kết cho phù hợp với yêu cầu quy phạm, người ta cần trộn thêm vào clinke ximăng đá thạch cao $CaSO_4.2H_2O$ và nghiền lẫn.

$$C_3A + CaSO_4.2H_2O + H_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O$$

Khoáng này trong môi trường có nồng độ axit sẽ không tan, ngăn cản không cho khoáng C3S thuỷ hoá nên kéo dài thời gian ngưng kết. Tuy nhiên cần chú ý khi nghiền lẫn, nhiệt độ sản phẩm ximăng không được cao quá, mà phải khống chế vào khoảng 110oC là cùng, nếu không thạch cao sống $CaSO4.2H_2O$ dễ có khả năng một bộ phận hay toàn bộ biến thành $CaSO4.0,5H_2O$ và sẽ lại rút ngắn thời gian ngưng kết.

- Ngoài ra, ta có thể trộn vào clinke ximăng các muối gốc nitrat NO3-

$$Ca(OH)_2 + NO^{3-} \rightarrow Ca(NO3)_2$$

- $Ca(NO_3)_2$ là muối điện ly mạnh làm cho nồng độ ion $Ca^{2+}$ tăng, hạn chế tốc độ thuỷ hoá của các khoáng $C_3S$ và $C_2S$ kéo dài thời gian ngưng kết.

*Phụ gia rút ngắn thời gian ninh kết:* trộn thêm vào clinke ximăng các muối cacbonat kiềm:

$$Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3$$

- $CaCO_3$ kết tủa làm giảm nồng độ ion $Ca^{2+}$ nên đẩy nhanh tốc độ thuỷ hoá của các khoáng $C_3S$ và $C_2S$ rút ngắn thời gian ngưng kết.

## 6. Tính ổn định thể tích:

***a. Hiện tượng:***

Trong quá trình ngưng kết và rắn chắc, thể tích của vữa ximăng thường biến đổi. Trường hợp có sự biến đổi quá lớn hoặc không đều thường gây nên các vết nứt bên trong cấu kiện. Hiện tượng đó gọi là mất ổn định thể tích.

***b. Nguyên nhân:***

- Do phối liệu không đúng hay nung luyện không đạt làm ximăng thừa ra một lượng CaO và MgO tự do, đặc biệt là những loại ximăng to hạt hoặc nghiền xong dùng ngay mà không đủ thời gian trong kho để cho CaO và MgO tã hết, thường có tính ổn định kém. Sổ dĩ như vậy là vì sau khi ximăng đã ninh kết xong, các chất CaO và MgO tự do mới bắt đầu thuỷ hoá, nổ thể tích làm cho ximăng kém ổn định thể tích.

- Nếu hàm lượng $SO_3$ trong ximăng quá nhiều so với quy định thì sẽ xảy ra phản ứng với $Ca(OH)_2$ và $C_3A$ thành ra muối $3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O$ nổ thể tích và cũng làm cho ximăng kém ổn định.

- Mặt khác, nếu lượng nước sử dụng quá nhiều cũng gây hiện tượng co cho đá ximăng cũng như bêtông và vữa.

***c. Cách xác định***

Phương pháp Lơsatơlie.

## 7. Cường độ và mác ximăng:

***a. Khái niệm:***

- *Cường độ R* là khả năng lớn nhất của đá ximăng chống lại sự phá hoại gây ra dưới tác dụng của tải trọng.

- *Cường độ tiêu chuẩn* $R^{t/c}$ là cường độ của đá ximăng khi mẫu có hình dáng kích thước chuẩn, được chế tạo và dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn và thí nghiệm theo phương pháp chuẩn ở tuổi 28 ngày.

Hình dáng, kích thước chuẩn: mẫu hình dầm kích thước 4x4x16*cm*

Chế tạo: ximăng + cát tiêu chuẩn, khuôn thép, đúc bằng máy giằn

Dưỡng hộ: 1 ngày trong khuôn ở môi trường nhiệt độ $27\pm1^oC$, độ ẩm không nhỏ hơn 90%, 27 ngày sau trong nước ở nhiệt độ $27\pm1^oC$

- *Mác ximăng* là đại lượng không thứ nguyên do nhà nước quy định dựa vào cường độ tiêu chuẩn của ximăng.

Theo cường độ chịu lực, ximăng poocläng gồm các mác sau : PC30, PC40, PC50. Trong đó : PC là ký hiệu cho ximăng poocläng (Portland Cement; các trị số 30, 40, 50 là giới hạn bền nén sau 28 ngày tính bằng $N/mm^2$, xác định theo TCVN 6016 - 1995.

- Trong quá trình vận chuyển và cất giữ, ximăng hút ẩm dần dần vón cục, cường độ giảm đi, do đó trước khi sử dụng ximăng nhất thiết phải thử lại cường độ và sử dụng nó theo kết quả kiểm tra chứ không dựa vào mac ghi trên bao.

***b. Cách xác định:***

Ta có thể xác định cường độ ximăng theo 2 phương pháp sau: phương pháp mềm, phương pháp nhanh (TCVN 6016 - 1995).

**** Xác định mác ximăng theo phương pháp mềm***

- Cát tiêu chuẩn: hàm lượng $SiO_2 >$ 96%, đường kính hạt d = 0,14 ÷ 2,00*mm*, hàm lượng sét < 1%,

-Trộn hỗn hợp vữa ximăng cát theo tỷ lệ 1 : 3, tỷ lệ N/X = 0,5. Lượng vật liệu cho một mẻ trộn là 450 ± 2*g* ximăng, 1350 ± 5*g* cát, 225 ± 1*g* nước.

* *Bước 1 :* Chế tạo mẫu

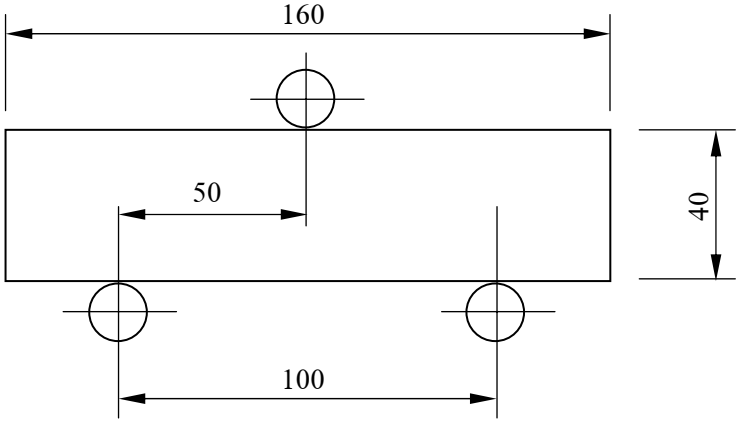
Cho nước và ximăng vào máy trộn vữa trộn đều trong 1 phút ở tốc độ chậm, tăng tốc độ nhanh đồng thời cho cát tiêu chuẩn chảy từ từ vào cối trộn trong thời gian 30 giây. Sau đó, cho máy trộn thêm 1 phút nữa rồi lấy hỗn hợp vữa ximăng ra cho vào 3 khuôn kích thước 4x4x16*cm*, đặt lên máy giằn đúc 3 mẫu. Gạt bằng và miết phẳng các bề mặt mẫu.

**Bước 2 :* Dưỡng hộ mẫu

Dưỡng hộ mẫu 1 ngày trong không khí ở nhiệt độ 25$^oC$, độ ẩm lớn hơn 90%. Sau đó tháo khuôn lấy mẫu ngâm vào nước ở nhiệt độ 25$^oC$ trong 27 ngày, mực nước trong thùng ngâm phải cao hơn bề mặt mẫu ít nhất 5*cm*.

**Bước 3 :* Kiểm tra cường độ

-Kiểm tra cường độ uốn trước, cường độ nén sau. Đặt mẫu trên hai gối tựa của máy thí nghiệm uốn như sơ đồ sau :

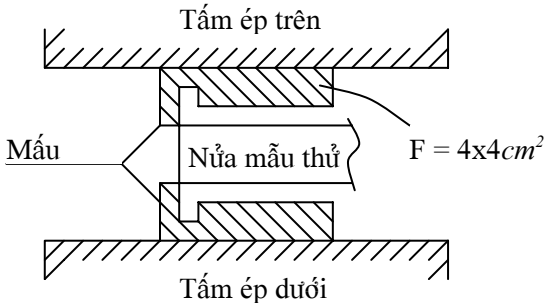



***Sơ đồ uốn mẫu***

Cường độ chịu uốn tiêu chuẩn là cường độ chịu uốn trung bình của 3 mẫu thí nghiệm :

$$R_u^{t/c} = \frac{R_{u_1} + R_{u_2} + R_{u_3}}{3}$$

- Sau khi uốn gãy các mẫu, lấy nửa mẫu đem thử cường độ nén như sơ đồ sau :




- Cường độ chịu nén của mẫu ép tính bằng công thức :

$$R_n = \frac{P}{F}$$

- Cường độ chịu nén tiêu chuẩn là cường độ chịu nén trung bình của 6 mẫu thử

$$R_n^{t/c} = \frac{R_{n_1} + R_{n_2} + R_{n_3} + R_{n_4} + R_{n_5} + R_{n_6}}{6}$$

**** Xác định mác ximăng theo phương pháp nhanh***

- Trộn 200g ximăng với nước tiêu chuẩn rồi đúc 2 khuôn, mỗi khuôn 6 mẫu lập phương kích thước 2x2x2*cm*. Dưỡng hộ mẫu 20 giờ trong không khí. Sau đó, đem 6 mẫu chưng hấp trong 4 giờ hay đun trong nước sôi 30 phút, 6 mẫu còn lại tiếp tục dưỡng hộ trong không khí ẩm rồi thử cường độ chịu nén của các mẫu thử ta được $R_{mẫu\ hấp}$ ($R_h$) và $R_{mẫu\ không\ hấp}$ ($R_{k/h}$).

- Xác định tỷ số $\eta = \frac{R_h}{R_{k/h}}$

- Tra quy phạm từ η ta có hệ số chuyển đổi K. Từ đó, xác định cường độ của ximăng theo công thức :

$$R_{XM} = K.R_{mẫu\ hấp}$$

- Phương pháp xác định cường độ của ximăng này có ưu điểm là nhanh (không cần dưỡng hộ mẫu trong 28 ngày) nhưng có nhược điểm là kết quả kém chính xác.

***c. Các yếu tố ảnh hưởng:***

- Cường độ chịu lực của ximăng phát triển theo thời gian không đều mà gần như tuân theo quy luật logarit. Trong 3 ngày đầu, cường độ có thể đạt 40 ÷ 50%, 7 ngày đạt 60 ÷ 70%, những ngày sau tốc độ tăng cường độ chậm đi, đến 28 ngày thì đạt được mác. Tuy nhiên, trong những điều kiện thuận lợi, sự rắn chắc của nó có thể kéo dài vài tháng thậm chí hàng năm, cuối cùng có thể vượt gấp 2 ÷ 3 lần cường độ tại tuổi 28 ngày.

- Cường độ của ximăng và tốc độ rắn chắc của nó phụ thuộc vào thành phần khoáng của clinke, độ mịn của ximăng, tỷ lệ N/X, điều kiện rắn chắc (nhiệt độ và độ ẩm của môi trường), thời gian bảo quản ximăng trong kho.

* ***Thành phần khoáng:*** tốc độ phát triển cường độ của các khoáng rất khác nhau. $C_3S$ có tốc độ nhanh nhất, sau 7 ngày nó đạt đến 70% cường độ 28 ngày, sau đó thì chậm lại. Trong thời kỳ đầu (đến tuổi 28 ngày), $C_2S$ có tốc độ phát triển cường độ chậm ($R_{C2S}$ = 15% $R_{C3S}$) nhưng thời kỳ sau tốc độ này tăng lên và có thể vượt cả cường độ của $C_3S$. Khoáng $C_3A$ có cường độ thấp nhưng lại phát triển rất nhanh ở thời kỳ đầu.

* ***Độ mịn:*** khi độ mịn tăng (trong khoảng 85 ÷ 95%) thì cường độ của ximăng cũng tăng vì mức độ thuỷ hoá đã được tăng lên. Tuy nhiên, nếu độ mịn quá lớn (lớn hơn 95%) thì yêu cầu nước nhào trộn tăng, trong quá trình rắn chắc nước sẽ bay hơi để lại các lỗ rỗng trong đá ximăng tăng lên nên cường độ ximăng sẽ giảm đi. Nếu độ mịn quá nhỏ (nhỏ hơn 85%), quá trình thuỷ hoá của ximăng sẽ xảy ra không triệt để nên cường độ ximăng cũng sẽ giảm. Khi độ mịn của ximăng càng lớn thì cường độ càng giảm nếu dự trữ lâu vì ximăng hút ẩm nhiều hơn.

* ***Tỷ lệ N/X:*** khi tỷ lệ N/X vừa đủ quá trình thuỷ hoá xảy ra hoàn toàn nên cường độ của ximăng sẽ tăng. Nếu tỷ lệ N/X quá lớn, nước tự do sẽ bay hơi trong quá trình rắn chắc để lại các lỗ rỗng trong đá ximăng nên cường độ của ximăng sẽ thấp. Nếu tỷ lệ N/X quá nhỏ, quá trình thuỷ hoá xảy ra không hoàn toàn nên cường độ ximăng sẽ giảm.

**** Điều kiện rắn chắc*** (nhiệt độ, độ ẩm môi trường): có ảnh hưởng đến quá trình rắn chắc của đá ximăng vì giai đoạn đầu của quá trình rắn chắc là thuỷ hoá. Ở nhiệt độ dưới 0$^oC$ phản ứng thuỷ hoá sẽ dừng lại, ở nhiệt độ 5 ÷ 15$^oC$ quá trình thuỷ hoá xảy ra chậm, ở nhiệt độ 20 ÷ 25$^oC$ quá trình thuỷ hoá xảy ra bình thường. Ở nhiệt độ lớn hơn 75$^oC$ và điều kiện bão hoà hơi nước, tốc độ phát triển cường độ của ximăng nhanh. Ở nhiệt độ 175 ÷ 200$^oC$ và điều kiện bão hoà hơi nước (môi trường octocla), tốc độ phát triển cường độ của ximăng rất nhanh. Khi dưỡng hộ mẫu trong điều kiện octocla, cường độ của ximăng sau 4 giờ có thể đạt đến cường độ của ximăng sau 28 ngày dưỡng hộ ở điều kiện thông thường.

**** Thời gian bảo quản ximăng trong kho*** càng dài thì cường độ của ximăng càng giảm đi dù có bảo quản trong điều kiện tốt nhất. Thông thường trong điều kiện khí hậu của nước ta sau 3 tháng cường độ giảm đi 15 ÷ 20%, sau một năm giảm đi 30 ÷ 40%.

- Các chỉ tiêu cơ lý chủ yếu của ximăng pooclăng được quy định trong TCVN 2682 - 1999 như bảng dưới đây:

**Các chỉ tiêu cơ lý của ximăng pooclăng**

| Tên chỉ tiêu | Mác ximăng | | |
|---|---|---|---|
| | PC30 | PC40 | PC50 |
| 1 - Giới hạn bền nén, *N/mm*$^2$; không nhỏ hơn | | | |
| - Sau 3 ngày | 16 | 21 | 31 |
| - Sau 28 ngày | 30 | 40 | 50 |
| 2 - Độ nghiền mịn | | | |
| - Phần còn lại trên sàng 0,08*mm*, %, nhỏ hơn | 15 | 15 | 12 |
| - Tỷ diện xác định theo phương pháp Blaine, *cm*$^2$*/g*, lớn hơn | 2700 | 2700 | 2800 |
| 3 - Thời gian ninh kết | 45 | 45 | 45 |
| - Thời gian bắt đầu ninh kết, *phút*, không sớm hơn | 375 | 375 | 375 |
| - Thời gian kết thúc ninh kết, *phút*, không muộn hơn | | | |
| 4 - Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp Lôsatôlie, *mm*, không lớn hơn | 10 | 10 | 10 |

## 8. Nhiệt thuỷ hóa của ximăng:

***a. Khái niệm:***

- Trong quá trình thuỷ hoá của ximăng để sinh ra các sản phẩm mới, các thành phần khoáng tương tác với nước và phát sinh ra một lượng nhiệt. Lượng nhiệt này lớn trong thời gian đầu, sau đó giảm dần và tắt hẳn khi phản ứng thuỷ hoá kết thúc.

- *Nhiệt thuỷ hoá* là lượng nhiệt toả ra trong quá trình ninh kết rắn chắc của một đơn vị khối lượng ximăng.

**Lượng nhiệt phát ra sau khi thuỷ hoá các thành phần khoáng vật của ximăng**

( tính theo *cal/gam* )

| Tên thành phần khoáng vật | Lượng nhiệt phát ra sau thời gian | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 3 ngày | 7 ngày | 28 ngày | 3 tháng |
| $3CaO.SiO_2$ | 97 | 110 | 116 | 124 |
| $\beta$-$2CaO.SiO_2$ | 15 | 25 | 40 | 44 |
| $3CaO.Al_2O_3$ | 141 | 158 | 209 | 222 |
| $5CaO.3Al_2O_3$ | 56,8 | - | 171,4 | 214,5 |
| $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$ | 22 | 60 | 90 | 99 |

***b. Các yếu tố ảnh hưởng***

Lượng nhiệt phát ra của ximăng nhiều hay ít phụ thuộc vào thành phần khoáng, độ mịn của hạt ximăng, thời gian bảo quản ximăng. Những thành phần $C_3A$, $C_3S$ phát nhiệt đều và nhanh, còn các thành phần $C_2S$, $C_4AF$ phát nhiệt tương đối ít và chậm trong thời gian đầu. Ximăng có độ mịn càng lớn thì phát nhiệt càng nhiều vì quá trình thuỷ hoá xảy ra nhanh và triệt để. Nếu thời gian bảo quản ximăng lâu thì nhiệt thuỷ hoá sẽ nhỏ đi vì khi đó ximăng đã hút ẩm trong không khí.

***c.Ý nghĩa***

Lượng nhiệt phát ra có lợi cho việc thi công bêtông khi trời lạnh, hoặc khi muốn bêtông rắn nhanh, cường độ cao vì nó kích thích quá trình thuỷ hoá xảy ra nhanh hơn. Ngược lại, khi trời nóng và nhất là khi đổ bêtông có thể tích lớn thì nhiệt thuỷ hoá phát ra làm cho phần bêtông bên trong có xu hướng nở ra, trong khi đó phần bêtông bên ngoài bị ván khuôn lèn ép, bị co ngót do mất nước gây nên ứng suất nhiệt phát sinh vết nứt trong khối bêtông. Vì vậy, để giảm nhiệt cho các công trình đổ bêtông có thể tích lớn, ngoài các biện pháp phân đoạn thi công và toả nhiệt thường dùng, cần chú ý những loại ximăng tỏa ít nhiệt.

## VII. HIỆN TƯỢNG ĂN MÒN XIMĂNG VÀ CÁC BIỆN PHÁP ĐỀ PHÒNG:

### 1. Hiện tượng ăn mòn:

Trong thực tế các công trình xây dựng dùng ximăng nằm trong môi trường nước sau một thời gian lâu thì bề mặt của nó sẽ bị rỗ, độ rỗng tăng dần, cường độ giảm và có thể dẫn đến kết cấu bị phá vỡ.

### 2. Nguyên nhân:

Nguyên nhân chủ yếu gây ra hiện tượng ăn mòn là :

- Trong ximăng có một số thành phần khoáng, nhất là $Ca(OH)_2$ dễ bị hoà tan và rửa trôi làm cho kết cấu của bêtông và vữa bị rỗng, do đó cường độ giảm thấp (xâm thực hoà tan).

- Khi gặp một số hoá chất (như các chất axit và muối ...) một số thành phần của đá ximăng sinh ra phản ứng hóa học, tạo ra những chất mới dễ tan trong nước, không dính kết (xâm thực trao đổi) hoặc tạo ra những chất mới có thể tích lớn hơn trước, gây ra nội ứng suất phá hoại bêtông và vữa (xâm thực bành trướng thể tích).

Những nguyên nhân trên đây thường tồn tại đồng thời và ảnh hưởng lẫn nhau.

### 3. Các dạng ăn mòn chủ yếu:

***a. Ăn mòn trong nước ngọt:***

- Nước ngọt làm hoà tan $Ca(OH)_2$ do CaO tự do trong ximăng hoặc do $C_3S$, $C_2S$ thuỷ hoá sinh ra. Tuy độ hoà tan của $Ca(OH)_2$ không lớn lắm nhưng nếu trải qua nhiều năm tiếp xúc với nước hoặc nước ngọt của môi trường luôn luôn thay đổi, thì kết cấu của đá ximăng sẽ bị rỗng đi khá nhanh. Khi đó, nước lại có khả năng chui vào bên trong hoà tan $Ca(OH)_2$ rồi cuốn đi, làm mất tính dính kết nội bộ và làm cho cường độ ximăng giảm xuống. Hiện tượng ăn mòn này càng mạnh khi gặp nước có áp lực.

- Sự hoà tan của $Ca(OH)_2$ trong nước còn phụ thuộc vào độ cứng của nước (biểu thị bằng hàm lượng $HCO_3^-$ ): độ cứng của nước càng nhỏ thì sự hoà tan $Ca(OH)_2$ càng tăng; nếu độ cứng đạt giá trị thích hợp thì độ hoà tan của $Ca(OH)_2$ giảm đi, vì sinh ra phản ứng :

$$Ca(OH)_2 + Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + 2H_2O$$

$CaCO_3$ hình thành, bao phủ lên kết cấu, ngăn cản $Ca(OH)_2$ tự do hoà tan. $CaCO_3$ hoà tan ít hơn $Ca(OH)_2$ 100 lần. Mặt khác vì các khoáng vật sinh ra sau quá trình thuỷ hoá của ximăng chỉ có thể ổn định ở những nồng độ $Ca(OH)_2$ nhất định. Ví dụ $2CaO.SiO_2.nH_2O$ chỉ tồn tại với nồng độ $Ca(OH)_2$ lớn hơn 1,1*g/l*. Nếu CaO dưới dạng $Ca(OH)_2$ bị nước ngọt môi trường làm cho hoà tan, nồng độ giảm xuống thì $2CaO.SiO_2.nH_2O$ sẽ bị phân giải theo phản ứng :

$$2CaO.SiO_2.nH_2O \rightarrow CaO.SiO_2.mH_2O + Ca(OH)_2$$

làm cho cường độ giảm xuống và tốc độ phá hoại tăng lên.

***b. Ăn mòn trong nước có chứa $CO_2$ (dưới dạng axit yếu):***

- Nước thiên nhiên thường có lẫn hoặc ít hoặc nhiều $CO_2$ dưới dạng $H_2CO_3$. Nếu nồng độ $CO_2$ trong nước ít thì có lợi là thúc đẩy quá trình cacbonat hoá :

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

- Tuy nhiên, nếu nồng độ $CO_2$ trong nước cao quá 15 ÷ 20*mg/l*, sẽ sinh ra các phản ứng có hại:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$
$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

$Ca(HCO_3)_2$ có độ hoà tan rất lớn nên phá hoại ximăng.

***c. Ăn mòn do axit:***

- Trong các loại nước bẩn và nước thải công nghiệp thường có chứa các loại axit như HCl, $H_2SO_4$, v.v... Những loại axit này tác dụng với $Ca(OH)_2$ theo các phản ứng :

$$Ca(OH)_2 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + 2H_2O$$

$$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4.2H_2O$$

- Những chất mới sinh ra hoặc là dễ tan như $CaCl_2$, hoặc kết tinh và nở thể tích như $CaSO_4.2H_2O$ nên đều gây phá hoại đá ximăng. Mặt khác, $CaSO_4.2H_2O$ còn có khả năng tác dụng với $C_3AH_6$ tạo thành khoáng $3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O$ nở thể tích gấp 2 lần. Các phản ứng trên đây còn có tác hại xấu nữa là làm cho nồng độ CaO trong môi trường giảm xuống, do đó thúc đẩy quá trình không ổn định của các thành phần khác của đá ximăng. Ngoài ra axit có thể phá huỷ cả silicat canxi.

***d. Ăn mòn trong nước biển, nước ngầm và nước chứa muối khoáng khác:***

- *Ăn mòn manhê:* gây ra do các loại muối chứa manhê trong nước biển, nước ngầm, nước chứa muối khoáng tác dụng với $Ca(OH)_2$

$$MgCl_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2 + Mg(OH)_2$$

$$MgSO_4 + Ca(OH)_2 + 2H_2O \rightarrow CaSO_2.2H_2O + Mg(OH)_2$$

$$3CaO + C_3A + 31H_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.31H_2O \text{ (muối canđiôt)}$$

Chất $Mg(OH)_2$ sinh ra là chất kết tủa vô định hình ở dạng rời rạc không dính kết và không có cường độ sẽ bị rửa trôi ra ngoài (ăn mòn manhê). Khi nồng độ ion $Mg^{2+}$ lớn hơn 500*mg/l* mới xảy ra ăn mòn manhê.

Chất $CaCl_2$ là muối điện ly mạnh, rất dễ bị hoà tan làm cho đá ximăng bị rỗng.

- *Ăn mòn phân khoáng:* là do nitrat amôn

$$2NH_4NO_3 + Ca(OH)_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(NO_3)_2.4H_2O + 2NH_3$$

Nitrat canxi tan rất tốt trong nước nên dễ bị rửa trôi. Phân Kali gây ra ăn mòn đá ximăng là do làm tăng độ hoà tan của $Ca(OH)_2$. Supephotphat là chất xâm thực mạnh do trong thành phần của nó có chứa $Ca(H_2PO_4)_2$, thạch cao và cả axit phophoric.

- *Ăn mòn sufat:* sự ăn mòn này xảy ra khi hàm lượng sufat lớn hơn 250*mg/l* (tính theo nồng độ ion $SO_4^{2-}$).

$$3CaSO_4 + C_3AH_6 + 25H_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O$$

Chất $3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O$ có tính nở thể tích gấp 2 lần, gây ra nội ứng suất trong đá ximăng. Muối này lại bị nước và muối làm rửa ra thành một dung dịch đặc, nhớt, màu trắng, chảy từ ximăng ra ngoài, làm cho đá ximăng bị rỗng. Ăn mòn sunfat luôn xảy ra đối với các công trình ven biển, công trình tiếp xúc với nước thải công nghiệp và nước ngầm.

Nếu trong nước có chứa $Na_2SO_4$ thì đầu tiên nó tác dụng với vôi :

$$Na_2SO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaSO_4 + 2NaOH$$

Sau đó, nó mới tác dụng tiếp để tạo thành etringit.

- *Ăn mòn của các chất hữu cơ:* trong môi trường nước có một số sinh vật tiết ra các axit hữu cơ cũng gây ra ăn mòn các công trình bêtông ximăng. Các axit béo khi tác dụng

với vôi gây ra rửa trôi. Dầu mỏ và các sản phẩm của nó (xăng, dầu hoả, dầu mazut) sẽ không có hại cho bêtông ximăng nếu chúng không chứa các loại axit hữu cơ và các chất lưu huỳnh.

- *Ăn mòn do kiềm* có trong đá ximăng ngay trong lòng khối bêtông giữa các phần tử với nhau. Bản thân clinke luôn chứa một lượng chất kiềm. Trong khi đó, trong cốt liệu bêtông, đặc biệt là trong cát, luôn hay gặp hơn chất silic vô định hình. Chúng có thể tác dụng với kiềm của ximăng ngay ở nhiệt độ thườnglàm cho bề mặt hạt cốt liệu nổ ra một hệ thống vết nứt, bạc màu. Sự phá hoại này có thể xảy ra khi kết thúc xây dựng 10 ÷ 15 năm.

**4. Biện pháp đề phòng ăn mòn cho ximăng:**

Sổ dĩ ximăng bị ăn mòn là vì trong bản thân ximăng có CaO tự do, có $Ca(OH)_2$ do $C_3S$ thuỷ hoá sinh ra và có $C_3A$. Những chất này hoặc là bị hoà tan làm cho đá ximăng bị rỗng và nồng độ vôi giảm xuống, hoặc là phản ứng với các axit, các muối để tạo ra những chất mới dễ làm cho đá ximăng bị phá hoại hơn. Vì vậy, biện pháp đề phòng ăn mòn cho ximăng gồm có :

- Thay đổi thành phần khoáng vật của ximăng, nung luyện đạt để giảm bớt các thành phần CaO tự do, $C_3S$ và $C_3A$ xuống. Tuy nhiên, việc giảm thấp hàm lượng $C_3S$ lại ảnh hưởng đến cường độ của ximăng, cho nên chỉ ở những nơi có yêu cầu chống ăn mòn cao mà bêtông không cần có mác cao lắm, thì mới thích dụng.

- Dùng biện pháp silicat hoá bằng cách trộn thêm vào ximăng những chất phụ gia hoạt tính chứa nhiều $SiO_2$ vô định hình để tác dụng với $Ca(OH)_2$, $C_3A$ của ximăng thành những hợp chất silicat ổn định hơn.

$$Ca(OH)_2 + SiO_2 \text{ (VĐH)} + H_2O \rightarrow mCaO.nSiO_2.pH_2O \text{ không tan}$$

$$C_3AH_6 + SiO_2 \text{ (VĐH)} + H_2O \rightarrow mCaO.nAl_2O_3.pSiO_2.rH_2O \text{ không tan}$$

- Với những môi trường mà tính chất ăn mòn đã cụ thể, thì người ta sử dụng những loại ximăng đặc biệt thích hợp, như ximăng chống sunfat, ximăng chống axit.

- Dùng biện pháp cabonat hoá bề mặt bằng cách trước khi dùng trong nước, nên để các cấu kiện bằng ximăng tiếp xúc với không khí một thời gian (2 ÷ 3 tuần), như vậy $Ca(OH)_2$ sẽ được cacbonat hoá thành lớp vỏ $CaCO_3$ bao bọc cho bên trong khó bị hoà tan hơn. Tuy nhiên, biện pháp này chỉ áp dụng đối với nước ngọt, ít ăn mòn, ít ngậm axit.

- Tăng độ đặc của kết cấu bêtông bằng cách hạn chế lượng nước thừa trong bêtông, như dùng phụ gia tăng dẻo, dùng chân không hút nước thừa sau khi đổ khuôn và đầm chắc xong, dùng biện pháp đầm chắc bêtông bằng chấn động.

- Tạo lớp bảo vệ bề mặt ngăn cách bêtông với môi trường nước bằng các loại vật liệu đặc và trơ đối với bêtông như: quét 2 ÷ 3 lớp nhũ tương bitum hoặc dung dịch bitum pha xăng, quét thuỷ tinh lỏng, sơn chống thấm, bọc các cấu kiện bằng ván khuôn thép học bằng vật liệu gốm.

- Cải thiện môi trường nước, có hệ thống hút và thoát nước trong các công trình đi.

### VIII. ĐẶC TÍNH, BẢO QUẢN VÀ SỬ DỤNG XIMĂNG POOCLĂNG

#### 1. Đặc tính

Ximăng pooclănh có cường độ phát triển tương đối nhanh và cao, nhiệt lượng phát ra trong quá trình thuỷ hoá nhiều hơn và khối lượng riêng cũng tương đối cao hơn so với nhiều loại ximăng khác; trong các môi trường ăn mòn, ximăng pooclăng chống thấm kém nhưng tính chịu lửa lại tương đối khá.

#### 2. Bảo quản

Ximăng pooclăng rất dễ hút ẩm trong không khí, đóng vón thành cục, trở nên kém phẩm chất, cường độ giảm xuống và thời gian ninh kết rắn chắc kéo dài. Vì vậy, vấn đề chủ yếu trong vận chuyển và bảo quản trong kho là phải chống ẩm cho ximăng. Kho chứa ximăng phải cao ráo, sàn phải cách mặt đất 0,5*m*, phải xếp cách tường kho 0,5*m* và mỗi chồng không quá 10 bao. Xếp ximăng theo thứ tự thời gian để dùng, ximăng có ngày sản xuất trước thì dùng trước, có ngày sản xuất sau thì dùng sau. Không nên để ximăng lâu quá 3 tháng vì cường độ ximăng có thể giảm đến 30% do khí hậu nóng ẩm của nước ta. Nếu ximăng đã tồn kho lâu quá 6 tháng, cần phải kiểm tra lại mác trước khi sử dụng.

#### 3. Sử dụng

- Ximăng pooclăng là chất kết dính quan trọng nhất trong việc xây dựng các công trình, đặc biệt là các công trình bêtông và bêtông cốt thép. Người ta dùng ximăng để sản xuất bêtông và vữa dùng cho mọi công trình trên cạn, trong đất, trong nước không ăn mòn hoặc ít ăn mòn, dùng chế tạo cấu kiện bêtông và bêtông cốt thép phục vụ cho xây dựng lắp ghép.

- Tuy nhiên, không nên sử dụng ximăng pooclăng mác cao cho các công trình có thể tích lớn vì nhiệt lượng toả ra nhiều và không nên sử dụng ở những môi trường có tính ăn mòn mạnh (nước biển, nước thải công nghiệp), công trình chịu axit, công trình chịu nhiệt. Với những loại công trình này cần phải sử dụng những loại ximăng đặc biệt.

## §5. XIMĂNG POOCLĂNG PUZOLAN

### I. KHÁI NIỆM:

- Ximăng pooclăng puzolan là chất kết dính vô cơ rắn trong nước hoặc trong môi trường ẩm ướt, được chế tạo bằng cách trộn và nghiền lẫn cùng clinke của ximăng pooclăng với chất phụ gia hoạt tính puzolan và thạch cao. Tỷ lệ pha trộn thường là ximăng pooclăng cộng với 20 ÷ 50% phụ gia puzolan và 5% thạch cao sống $CaSO_4.2H_2O$.

- Ở Việt Nam, phụ gia puzolan Sơn Tây có màu hồng nâu, do đó ximăng pooclăng puzolan sản xuất ra cũng có màu nâu hồng.

### II. PHỤ GIA PUZOLAN

- Phụ gia hoạt tính phuzolan là phụ gia khoáng vật, thành phần chủ yếu là $SiO_2$ vô định hình và $Al_2O_3$ hoạt tính. Bản thân phụ gia puzolan không có khả năng rắn chắc trong nước nhưng trong môi trường có nồng độ vôi nhất định thì nó sẽ tương tác với vôi tạo thành những hợp chất mới có khả năng rắn chắc được trong nước.

- Có hai loại phụ gia puzolan là phụ gia puzolan thiên nhiên và phụ gia puzolan nhân tạo. Phụ gia puzolan thiên nhiên có thành phần chủ yếu là $SiO_2$ vô định hình, $SiO_2.nH_2O$ được lấy từ các sản phẩm của núi lửa như tro núi lửa, tup núi lửa, sỏi đá bọt hoặc lấy từ các loại đá trầm tích biến chất như điatomit, trepen. Phụ gia puzolan nhântạo có thành phần chủ yếu là $SiO_2$ vô định hình và $Al_2O_3$ hoạt tính. Nó có trong đất sét nung non hoặc có trong phế thải công nghiệp như xỉ quặng, tro nhiệt điện, v.v...

## III. QUÁ TRÌNH NGƯNG KẾT RẮN CHẮC:

- Sự rắn chắc của ximăng poocläng puzolan ở thời kỳ đầu cũng giống như quá trình rắn chắc của ximăng poocläng, tức là cũng hình thành các sản phẩm silicat ngậm nước, các aluminat ngậm nước, các ferit canxi ngậm nước và $Ca(OH)_2$. Các khoáng trên cũng trải qua 3 giai đoạn là hoà tan, hoá keo và kết tinh. Riêng $Ca(OH)_2$ mới sinh ra sẽ tác dụng với $SiO_2$ vô định hình và $Al_2O_3$ hoạt tính có trong phụ gia puzolan :

$$Ca(OH)_2 + SiO_2 \text{ (VĐH)} \rightarrow (0,8 \div 1,5)\ CaO.SiO_2.nH_2O$$

$$Ca(OH)_2 + Al_2O_3 \text{ (ht)} \rightarrow CaO.Al_2O_3.nH_2O$$

- Ngoài ra khi $C_3A$ thuỷ hoá tạo ra $C_3AH_6$ sẽ tác dụng với $SiO_2$ vô định hình theo phản ứng :

$$C_3AH_6 + SiO_2 \text{ (VĐH)} \rightarrow 3CaO.\ Al_2O_3.SiO_2.nH_2O$$

-Các khoáng mới cũng tham gia quá trình ninh kết theo ba giai đoạn : hoà tan, hoá keo và kết tinh.

## IV. CÁC TÍNH CHẤT CỦA XIMĂNG POOCLĂNG PUZOLAN:

### 1. Khối lượng riêng, khối lượng thể tích:

Ximăng poocläng puzolan có khối lượng riêng và khối lượng thể tích nhỏ hơn ximăng poocläng,vào khoảng :

$$\gamma_a = 2,8 \div 2,9 g/cm^3$$

$$\gamma_o = 0,8 \div 1,0 g/cm^3$$

### 2. Độ mịn:

Nếu cùng một mức độ nghiền thì ximăng poocläng puzolan sẽ mịn hơn ximăng poocläng. Độ mịn được đánh giá bằng phần trăm lượng lọt qua sàng, yêu cầu về độ mịn giống như ximăng poocläng nghĩa là 100% lọt qua sàng 0,2*mm* và lớn hơn 85% lọt qua sàng 0,08*mm*.

### 3. Nước tiêu chuẩn:

Vì ximăng poocläng puzolan có độ mịn cao hơn nên nó yêu cầu lượng nước tiêu chuẩn lớn hơn ximăng poocläng, thường vào khoảng 30 ÷ 40%. Vì vậy, với cùng một lượng nước, bêtông dùng ximăng poocläng puzolan thường có độ sụt kém hơn.

### 4. Thời gian ninh kết:

Khi dưỡng hộ ở điều kiện bình thường, ximăng poocläng puzolan ninh kết rắn chắc chậm hơn so với ximăng poocläng trong thời gian đầu, nhưng thời gian về sau tốc độ ninh kết càng nhanh và có thể đuổi kịp ximăng poocläng sau 28 ngày. Khi dưỡng hộ ở điều kiện nhiệt ẩm, ximăng poocläng puzolan ninh kết rắn chắc nhanh hơn ximăng poocläng.

**5. Tính ổn định thể tích:**

Ta đã biết ximăng pooclăng bị mất ổn định thể tích là do tồn tại các hạt CaO tự do dạng hạt già lửa. Đối với ximăng pooclăng puzolan, các hạt CaO tự do này sẽ tác dụng với $SiO_2$ vô định hình tạo thành $CaO.SiO_2.nH_2O$ có tính ổn định thể tích cao :

$$CaO \text{ (tự do)} + SiO_2 \text{ (VĐH)} + nH_2O \rightarrow (0,8 \div 1,5)\ CaO.SiO_2.nH_2O$$

**6. Tính co nở thể tích:**

Ximăng pooclăng puzolan mịn hơn, xốp hơn, cần nhiều nước hơn ximăng pooclăng nên lượng nước nhào trộn lớn dẫn đến co ngót lớn hơn.

**7. Cường độ:**

- Nếu dưỡng hộ ở điều kiện bình thường thì trong thời gian đầu, cường độ của ximăng pooclăng puzlan thấp hơn cường độ của ximăng pooclăng, nhưng càng về sau thì cường độ phát triển càng nhanh có thể đuổi kịp hoặc lớn hơn.

- Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ của ximăng pooclăng puzolan là bản chất ximăng (thành phần khoáng, độ mịn, ...) và độ hoạt tính của phụ gia puzolan. Nếu phụ gia puzolan càng tinh khiết thì lượng dùng sẽ ít đi và cường độ đá ximăng sẽ cao, nếu phụ gia puzolan kém tinh khiết (hàm lượng $SiO_2$ vô định hình thấp) thì lượng dùng phải nhiều dẫn đến cường độ đá ximăng giảm xuống.

- Căn cứ theo độ bền nén, ximăng pooclăng puzolan được phân làm 3 mác: $PC_{PUZ}20$, $PC_{PUZ}30$, $PC_{PUZ}40$. Trong đó $PC_{PUZ}$ là ký hiệu cho ximăng pooclăng puzolan, các trị số 20, 30, 40 là giới hạn bền nén của mẫu chuẩn sau 28 ngày đêm dưỡng hộ và được tính bằng $N/mm^2$, xác định theo TCVN 4032 - 1985.

- Ximăng pooclăng puzolan phải đảm bảo các yêu cầu theo TCVN 4033 - 1995 quy định như bảng sau:

| Tên chỉ tiêu | Mức | | |
|---|---|---|---|
| | **$PC_{PUZ}20$** | **$PC_{PUZ}30$** | **$PC_{PUZ}40$** |
| 1- Giới hạn bền nén, $N/mm^2$, không nhỏ hơn | | | |
| - Sau 7 ngày đêm | 13 | 18 | 25 |
| - Sau 28 ngày | 20 | 30 | 40 |
| 2- Độ nghiền mịn | | | |
| - Phần còn lại trên sàng có kích thước lỗ 0,08*mm*, %, không lớn hơn | 15 | 15 | 15 |
| - Bề mặt riêng xác định theo phương pháp Blaine, $cm^2/g$, không nhỏ hơn | 2600 | 2600 | 2600 |
| 3- Thời gian ninh kết | | | |
| - Bắt đầu, *phút*, không sớm hơn | 45 | 45 | 45 |
| - Kết thúc, *phút*, không muộn hơn | 10 | 10 | 10 |
| 4- Độ ổn định thể tích xác định theo phương pháp Lôsatôlie, *mm*, không lớn hơn | 10 | 10 | 10 |

### 8. Nhiệt thuỷ hóa

Vì hàm lượng $C_3A$ ít hơn nên ximăng pooclăng puzolan khi thuỷ hoá toả ra một lượng nhiệt ít hơn so với ximăng pooclăng.

### 9. Khả năng chống ăn mòn

- Ximăng pooclăng bị ăn mòn do các thành phần $Ca(OH)_2$ và $C_3AH_6$. Trong ximăng pooclăng puzolan, các thành phần này đều tác dụng với $SiO_2$ vô định hình :

$$Ca(OH)_2 + SiO_2 \text{ (VĐH)} \rightarrow (0,8 \div 1,5)\ CaO.SiO_2.nH_2O$$

$$C_3AH_6 + SiO_2 \text{ (VĐH)} \rightarrow 3CaO.\ Al_2O_3.SiO_2.nH_2O$$

- Các chất này đều không tan nên ximăng pooclăng puzolan có khả năng chống ăn mòn tốt hơn ximăng pooclăng.

## V. SỬ DỤNG VÀ BẢO QUẢN:

### 1. Sử dụng:

- Do các đặc tính trên nên ximăng pooclăng puzolan thường được dùng cho các công trình thường xuyên tiếp xúc với nước mặn và nước ngọt như hải cảng, âu thuyền, kênh mương, đập nước; dùng cho các công trình dưới đất, trong nước ngầm ăn mòn và ở nơi ẩm ướt; dùng cho các kết cấu đổ bêtông khối lớn vì ít bị ứng suất nhiệt hơn ximăng pooclăng.

- Tuy nhiên, không nên dùng ximăng pooclăng puzolan cho các công trình cần có cường độ sớm hoặc chịu tác dụng khô ẩm liên tục, mực nước thay đổi liên tục.

### 2. Bảo quản:

Hoàn toàn giống như ximăng pooclăng thường, ximăng pooclăng puzolan cũng cần được bảo quản tốt để chống ẩm, hạn chế mức độ giảm cường độ

# CHƯƠNG V
# BÊTÔNG DÙNG CHẤT KẾT DÍNH VÔ CƠ
## §1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI
### I. KHÁI NIỆM
#### 1. Hỗn hợp bêtông :
-*Hỗn hợp bêtông* là một hốn hợp bao gồm cốt liệu, chất kết dính và nước, phụ gia (nếu có) được nhào trộn đồng đều, có tính dẻo , tính dính nhưng chưa rắn chắc, chưa có cường độ.
#### 2. Bêtông :
-*Bêtông* là loại đá nhân tạo có cấu trúc phức tạp được tạo thành từ 3 thành phần cơ bản:

**Cốt liệu* là những hạt cát, đá có hình dáng, kích thước, đặc trưng bề mặt, cường độ . . . rất khác nhau.

**Đá ximăng* được tạo thành từ ximăng tương tác với nước và được để một thời gian cho rắn chắc lại.

**Hệ thống mao quản, lỗ rỗng* có thể chứa nước, không khí và hơi nước.
#### 3. Vai trò của các thành phần
-*Cốt liệu lớn* là bộ khung chịu lực của bêtông sau khi được hồ ximăng gắn kết lại.

-*Cốt liệu nhỏ* lam tăng độ đặc đồng thời đảm bảo khả năng chống co cho bêtông.

-*Chất kết dính và nước* là thành phần hoạt tính của bêtông, chúng tác dụng với nhau tạo thành hồ chất kết dính bao bọc xung quanh hạt cốt liệu. Nó lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu, đồng thời đóng vai trò là chất bôi trơn tạo độ dẻo cho hỗn hợp bêtông. Trong quá trình ngưng kết rắn chắc, hồ chất kết dính làm nhiệm vụ liên kết các hạt cốt liệu lại với nhau tạo thành một khối.

-*Phụ gia* dùng để cải thiện một số tính chất của hỗn hợp bêtông và bêtông .
#### 4. Ưu điểm
-Bêtông là một trong những loại vật liệu xây dựng rất quan trọng, được sử dụng rộng rãi trong mọi lĩnh vực xây dựng vì nó có những tính chất ưu việt sau :

- Có cường độ chịu nén cao, bền trong môi trường.
- Cốt liệu có thể sử dụng vật liệu địa phương.
- Có thể tạo hình dễ dàng cho kết cấu.
- Dễ cơ giới hoá, tự động hoá quá trình sản xuất và thi công.
- Có thể tạo được nhiều loại bêtông có tính chất khác nhau.

### II. PHÂN LOẠI
#### 1. Theo khối lượng thể tích
-Bêtông đặc biệt nặng : $\gamma_o > 2500$ *kg/m*$^3$, chế tạo từ cốt liệu đặc biệt, dùng cho những kết cấu đặc biệt.

-Bêtông nặng : $\gamma_o = 1800 \div 2500$ *kg/m*$^3$, chế tạo từ cốt liệu thường, dùng cho kết cấu chịu lực thông thường.

-Bêtông nhẹ : $\gamma_o$ = 500 ÷ 1800 *kg/m*$^3$, trong đó gồm có bêtông nhẹ cốt liệu rỗng (nhân tạo hay thiên nhiên), bêtông tổ ong (bêtông khí và bêtông bọt), chế tạo từ hốn hợp chất kết dính, nước,cấu tử silicat nghiền mịn và chất tạo rỗng, bêtông hốc lớn (không có cốt liệu nhỏ).

-Bêtông đặc biệt nhẹ : $\gamma_o$ < 500 *kg/m*$^3$, cũng là loại bêtông tổ ong và bêtông cốt liệu rỗng.

**2. Theo dạng cốt liệu**

- Bêtông cốt liệu đặc
- Bêtông cốt liệu rỗng
- Bêtông cốt liệu đặc biệt (chống phóng xạ, chịu nhiệt, chịu axit)

**3. Theo công dụng**

- Bêtông thường dùng trong các kết cấu bêtông cốt thép .
- Bêtông thuỷ công dùng để xây đập, âu thuyền, phủ lợp mái kênh, các công trình dẫn nước, ...
- Bêtông xây dựng mặt đường, sân bay, lát vỉa hè
- Bêtông dùng cho kết cấu bao che (thường là bêtông nhẹ)
- Bêtông có công dụng đặc biệt như bêtông chịu nhiệt, bêtông bền sufat, bêtông chống ăn mòn axit, bêtông chống phóng xạ
- Bêtông trang trí

# §2. BÊTÔNG NẶNG

## I. KHÁI NIỆM

-*Bêtông nặng* là bêtông được chế tạo từ các vật liệu thông thường như ximăng, cát, đá dăm (sỏi), có khối lượng thể tích trong khoảng từ 1800 ÷ 2500 *kg/m*$^3$.

## II. VẬT LIỆU CHẾ TẠO BÊTÔNG NẶNG

### 1. Cốt liệu :

***a. Khái niệm***

-*Cốt liệu lớn và nhỏ* là các hạt khoáng ở dạng thiên nhiên hay nhân tạo, có hình dạng, kích thước, đặc trưng bề mặt, cường độ . . . rất khác nhau. Khi cỡ hạt từ 0,15 ÷ 5*mm* là cốt liệu nhỏ và từ 5 ÷ 70*mm* là cốt liệu lớn .

***b. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng cốt liệu dùng cho bêtông nặng***

*__Chỉ tiêu 1 :__ *Lượng ngậm chất bẩn:*

-Trong cát, sỏi hay đá dăm thường có lẫn đất sét, bùn, bụi, các mảnh mica, các muối sunfat. Các loại này sẽ bám thành màng mỏng trên bề mặt hạt cốt liệu ngăn cản sự tiếp xúc của hạt cốt liệu với đá ximăng, làm cho sự liên kết giữa chúng bị giảm xuống. Các mảnh mica thì trơn nhẵn không dính kết, dễ gãy do uốn. Mica đen dễ bị phong hoá làm giảm độ bền của bêtông. Bùn, bụi, sét thì co nở thể tích một cách đáng kể khi độ ẩm thay đổi làm phá hoại cấu trúc bêtông. Muối sunfat gây hiện tượng ăn mòn sunfat.

-Theo TCVN 1770 - 1986 cát dùng cho bêtông nặng phải đảm bảo độ sạch theo quy định ở bảng 5-1.

-Trong thực tế để loại trừ các chất bẩn này, đối với sỏi hay đá dăm người ta đem rửa thật sạch là được.

*Cách xác định lượng tạp chất bẩn :

- Bùn, bụi, sét : phương pháp gạn rửa.
- Chất bẩn hữu cơ : phương pháp so màu và so cường độ
- Muối sunfat : phương pháp kết tủa bằng dung dịch $BaCl_2$.

*Bảng 5-1*

| Tên chỉ tiêu | Mức theo mác bêtông | | |
|---|---|---|---|
| | Nhỏ hơn 100 | 150 ÷ 200 | Lớn hơn 200 |
| 1. Sét , á sét, các tạp chất khác ở dạng cục | Không | Không | Không |
| 2. Lượng hạt trên 5*mm*, tính bằng % theo khối lượng cát, không lớn hơn | 10 | 10 | 10 |
| 3. Hàm lượng muối gốc sunfat, sunfit tính ra $SO_3$, tính bằng % khối lượng cát, không lớn hơn | 1 | 1 | 1 |
| 4. Hàm lượng mica, tính bằng % khối lượng cát, không lớn hơn | 1,5 | 1 | 1 |
| 5. Hàm lượng bùn, bụi, sét, tính bằng % theo khối lượng cát, không lớn hơn | 5 | 3 | 3 |

***Chỉ tiêu 2 :** *Hình dạng, đặc trưng bề mặt*

-Hình dạng và đặc trưng bề mặt của hạt cốt liệu có ảnh hưởng đến độ bền liên kết giữa đá ximăng với cốt liệu, ảnh hưởng đến cường độ bêtông.

-Loại hạt hình cầu, ôvan, hình khối chịu lực tốt.

-Hạt thoi, dẹt (kích thước nhỏ nhất bé hơn 1/3 các kích thước còn lại) có cường độ chịu uốn rất bé, ảnh hưởng xấu đến cường độ bêtông . Quy phạm quy định làm lượng hạt thoi, dẹt phải nhỏ hơn 15% theo khối lượng, xác định bằng phương pháp chọn.

-Hạt mềm yếu, hạt dễ bị phong hoá có cường độ thấp làm cường độ và độ bền của bêtông giảm. Quy phạm quy định lượng hạt này nhỏ hơn 10% theo khối lượng, cũng xác định bằng phương pháp chọn.

-Hạt có bề mặt nhám sẽ liên kết tốt hơn với đá ximăng hơn hạt có bề mặt trơn. Vì vậy, khi chế tạo bêtông có cường độ yêu cầu lớn hơn 300$daN/cm^2$ thì phải dùng đá dăm.

***Chỉ tiêu 3 :** *Thành phần hạt và độ lớn*

-Thành phần hạt là tỷ lệ phần trăm về khối lượng giữa các cấp hạt to nhỏ khác nhau và được xác định bằng bộ sàng tiêu chuẩn.

Thành phần hạt của cốt liệu có ảnh hưởng lớn đến chất lượng của bêtông. Nếu như thành phần hạt của cốt liệu hợp lý thì làm cho độ rỗng của hỗn hợp cốt liệu nhỏ nhất, lượng dùng ximăng càng nhỏ và bêtông càng chặt, cường độ càng cao.

-Cốt liệu là một hỗn hợp bao gồm các hạt không có kích cỡ giống nhau, mà có các đường kính $d_1$, $d_2$, $d_3$, ..., $d_n$. Vì vậy, cần phải xác định tỷ lệ giữa các cỡ hạt và hàm lượng của mỗi cỡ hạt đó bao nhiêu để có được một thành phần hạt hợp lý.

-Về kích cỡ, người ta nhận thấy tỷ lệ tương đối hợp lý giữa các cỡ hạt là :

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{d_3}{d_2} = ... = \frac{d_n}{d_{n-1}} = \frac{1}{2}$$

+Vì vậy, đối với cát , bộ sàng tiêu chuẩn có kích thước các lỗ sàng là : 5 ; 2,5 ; 1,25 ; 0,63 ; 0,315 và 0,14*mm*; đối với sỏi hay đá dăm thì dùng bộ sàng có đường kính lỗ sàng là : 70 ; 40 ; 20 ; 10 ; 5*mm* để xác định thành phần hạt.

+Về hàm lượng, người ta xác định như sau :

- Cân một lượng cốt liêu đã sấy khô có khối lượng G
- Sàng qua bộ sàng tiêu chuẩn lần lượt từ cỡ sàng lớn nhất đến cỡ sàng bé nhất.
- Cân lượng sót lại trên từng sàng $g_i$.
- Tính lượng sót riêng biệt $a_i$ (%) là tỷ lệ khối lượng cốt liệu còn lại trên mỗi sàng so với toàn bộ lượng đem sàng, nghĩa là :

$$a_i = \frac{g_i}{G} \times 100\%$$

- Tính lượng sót tích luỹ ở mỗi cỡ sàng $A_i$ (%) là lượng sót riêng biệt cộng dồn từ cỡ sàng lớn nhất đến cỡ sàng đang xét.

Đối với cốt liệu nhỏ : $A_i = a_{2,5} + ... + a_i$

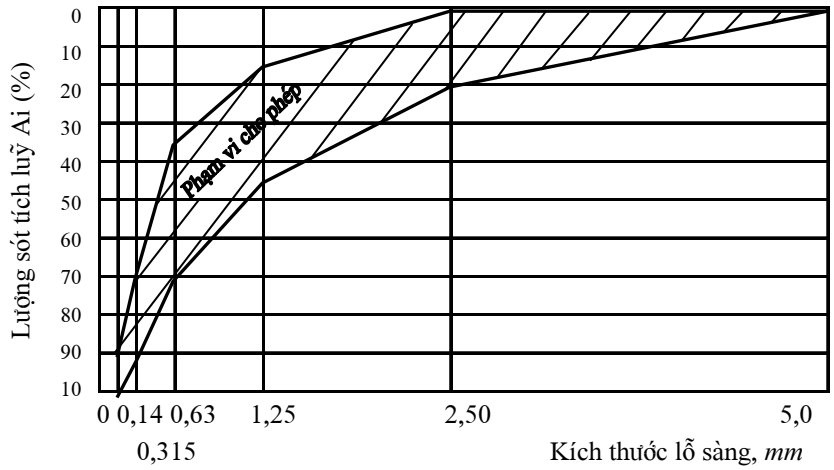
Đối với cốt liệu lớn : $A_i = a_{70} + a_{40} + ... + a_i$

- Căn cứ vào lượng sót tích luỹ trên mỗi sàng và đường kính cỡ hạt ta vẽ được đường thành phần hạt thực tế rồi đem so sánh với phạm vi cho phép về thành phần hạt.

Phạm vi cho phép về thành phần hạt của cát (TCVN ) như sau :

| Đường kính lỗ sàng (*mm*) | 5 | 2,5 | 1,25 | 0,63 | 0,315 | 0,14 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Lượng sót tích luỹ $A_i$ (%) | 0 | 0 ÷ 20 | 15 ÷ 45 | 35 ÷ 70 | 70 ÷ 90 | 90 ÷ 100 |

-Từ đó, ta biểu diễn được đồ thị quan hệ giữa lượng sót tích luỹ và đường kính lỗ sàng :




***Đồ thị xác định thành phần hạt của cát để chế tạo bêtông nặng***

Phạm vi cho phép về thành phần hạt của cốt liệu lớn (TCVN ) như sau :

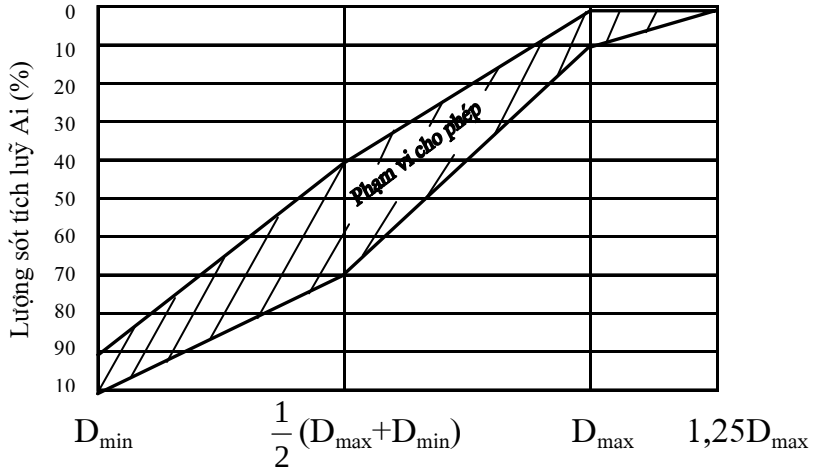
| Kích thước lỗ sàng | $D_{min}$ | $\frac{1}{2}(D_{max} + D_{min})$ | $D_{max}$ | $1,25D_{max}$ |
|---|---|---|---|---|
| Lượng sót tích luỹ trên sàng (%) | 90 ÷ 100 | 40 ÷ 70 | 0 ÷ 10 | 0 |

Trong đó :$D_{max}$ - đường kính trung bình của cấp hạt lớn nhất tương ứng với cỡ sàng có lượng sót tích luỹ nhỏ hơn và gần 10% nhất

$D_{min}$ - đường kính trung bình của cấp hạt nhỏ nhất tương ứng với cỡ sàng có lượng sót tích luỹ lớn hơn và gần 90% nhất

$\frac{1}{2}(D_{max}+D_{min})$ - đường kính trung bình của cấp hạt trung bình cho phép lấy bằng cỡ sàng gần nhất

Từ đó, ta biểu diễn được đồ thị quan hệ giữa lượng sót tích luỹ và $D_{max}$, $D_{min}$ :




***Đồ thị xác định thành phần hạt của sỏi hay đá dăm để chế tạo bêtông nặng***

-Những loại cốt liệu đạt yêu cầu về thành phần hạt thì đường thành phần hạt thực tế phải nằm trong phạm vi cho phép. Nếu nằm ngoài phạm vi cho phép thì hoặc là không sử dụng được hoặc phải xử lý rồi mới sử dụng .

+ Độ lớn sẽ xác định tỷ diện của cốt liệu, có ảnh hưởng rất lớn đến lượng dùng ximăng. Độ lớn của cốt liệu càng lớn, lượng dùng ximăng càng ít và ngược lại.

* Đối với cốt liệu nhỏ : có thể đánh giá bằng một trong 2 cách sau

Cách 1 : Đánh giá bằng Moduyl độ lớn

$$M_{dl} = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100}$$

-Theo modyl độ lớn thì cát được chia ra làm 3 loại như bảng 5-2 :

*Bảng 5-2*

| Loại cát | Modyl độ lớn | LSTLtrên sàng N° 0,63 |
|---|---|---|
| Hạt lớn | 3,5 ÷ 2,4 | 50 ÷ 75 |
| Hạt vừa | 2,5 ÷ 1,9 | 35 ÷ 50 |
| Hạt nhỏ | 2,0 ÷ 1,5 | 20 ÷ 35 |

Cách 2 : Đánh giá bằng tỷ diện tích S

$$S = \frac{6,35k}{1000}\left(0,5a_5 + a_{2,5} + 2a_{1,25} + 4a_{0,63} + 8a_{0,315} + 16a_{0,14} + 32a_{<0,14}\right)$$

trong đó : k - hệ số kể đến loại cát : cát khe núi : k = 2 ; cát sông, biển hạt vừa : k = 1,63; cát sông, biển hạt nhỏ : k = 1,3

-Cách đánh giá độ lớn của cát bằng tỷ diện tích chính xác hơn moduyl độ lớn nhưng nói chung là cũng chưa phản ảnh đúng thực tế dạng hạt và đặc trưng bề mặt hạt.

* Đối với cốt liệu lớn : đánh giá độ lớn theo $D_{max}$. Quy phạm quy định như sau :

- $D_{max} \le 1/3$ kích thước nhỏ nhất của tiết diện công trình.

- Trong bêtông cốt thép $D_{max} \le 3/4$ khoảng cách thông thuỷ giữa hai cốt thép.

- Trong trường hợp đặc biệt đối với những tấm panel mỏng, sàn nhà, bản mặt cầu, ... cho phép $D_{max} = 1/2$ chiều dày của tiết diện.

***Chỉ tiêu 5 :** *Độ ẩm và độ hút nước*

- Độ ẩm của cốt liệu xác định theo công thức :

$$W = \frac{G_{CL}^a - G_{CL}^k}{G_{CL}^k} \times 100\%$$

trong đó : $G^a_{CL}$ - khối lượng cốt liệu trong trạng thái ẩm

$G^k_{CL}$ - khối lượng cốt liệu trong trạng thái khô

Việc xác định độ ẩm nhằm mục đích điều chỉnh lượng dùng cốt liệu và lượng nước cho đúng với cấp phối đã thiết kế.

- Độ hút nước chỉ xác định đối với cốt liệu lớn :

$$H_p = \frac{G_n^{bh}}{G_{vl}^k} \times 100\% = \frac{G_{vl}^{bh} - G_{vl}^k}{G_{vl}^k} \times 100\%$$

trong đó : $G_{vl}^{bh}$ - khối lượng mẫu thí nghiệm đã bão hòa nước

$G_{vl}^k$ - khối lượng mẫu thí nghiệm khô

-Cốt liệu lớn có độ hút nước lớn ảnh hưởng xấu đến độ dẻo của hỗn hợp bêtông và độ liên kết giữa cốt liệu và đá ximăng .Yêu cầu độ hút nước theo khối lượng của cốt liệu lớn phải nhỏ hơn 5%.

***Chỉ tiêu 6 :** *Cường độ*

-Cường độ chỉ xác định đối với cốt liệu lớn. Cường độ là một chỉ tiêu quan trọng nhất để đánh giá chất lượng của cốt liệu lớn. Yêu cầu về cường độ của cốt liệu lớn là xuất phát từ tính đồng nhất về cường độ của vữa ximăng và của cốt liệu lớn trong bêtông

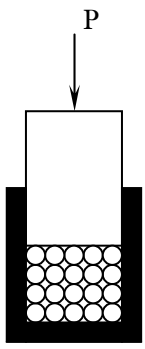
-Có hai phương pháp để xác định cường độ của cốt liệu lớn :

+ Phương pháp trực tiếp : áp dụng đối với đá nguyên khai . Gia công thành những mẫu hình khối có kích thước 50*mm*, hay mẫu hình trụ có đường kính bằng chiều cao và bằng 50*mm*, rồi đem nén trong trạng thái bão hoà nước cho đến khi phá hoại.

-Đối với loại đá này thì tuỳ theo cường độ bêtông mà yêu cầu cường độ của đá. Theo quy định mac của đá dăm không nhỏ hơn 1,5 lần đối với bêtông mác nhỏ hơn 300, và không nhỏ hơn 2 lần đối với bêtông mác lớn hơn hoặc bằng 300.

+Phương pháp gián tiếp : áp dụng đối với đá dăm hoặc sỏi thông qua chỉ tiêu ép nát. Độ chịu ép nát của sỏi hay đá dăm được xác định bằng độ hao hụt khối lượng khi bị ép nát trong xilanh .

-Cân một lượng sỏi hay đá dăm cho xilanh. Đặt lõi lên trên rồi tác dụng một tải trong tương ứng lên trên lõi. Sau đó lấy cốt liệu đã bị ép nát ra đem sàng qua cỡ sàng quy định , xác định khối lượng lọt qua sàng.




Độ hao hụt khối lượng khi ép nát tính theo công thức :

$$Q = \frac{g}{G} \times 100\%$$

trong đó : g - khối lượng lọt qua sàng quy định

G - khối lượng cốt liệu ban đầu

-Còn đối với đá dăm chế tạo từ đá thiên nhiên, theo TCVN 1771-1987 chia ra 8 mác như trong bảng 5-3 :

**Mác của đá dăm chế tạo từ đá thiên nhiên**

*Bảng 5-3*

| Mác của đá dăm | Độ ép nát ở trạng thái bão hoà ( %) | | |
|---|---|---|---|
| | Đá trầm tích | Đá macma xâm nhập và biến chất | Đá macma phún xuất |
| 1400 | | Đến 12 | Đến 9 |
| 1200 | Đến 11 | Lớn hơn 12 đến 16 | Lớn hơn 9 đến 11 |
| 1000 | Lớn hơn 11 đến 13 | Lớn hơn 16 đến 20 | Lớn hơn 11 đến 13 |
| 800 | Lớn hơn 13 đến 15 | Lớn hơn 20 đến 25 | Lớn hơn 13 đến 15 |
| 600 | Lớn hơn 15 đến 20 | Lớn hơn 25 đến 39 | Lớn hơn 15 đến 20 |
| 400 | Lớn hơn 20 đến 28 | | |
| 300 | Lớn hơn 28 đến 38 | | |
| 200 | Lớn hơn 38 đến 54 | | |

-Đối với đá dăm hoặc sỏi thì tuỳ theo cường độ bêtông mà yêu cầu cường độ của đá. Theo quy định mac của đá dăm hoặc sỏi phải phù hợp với bảng 5-4 :

*Bảng 5-4*

| Mac Bêtông | Độ ép nát ở trạng thái bão hoà ( %) không lớn hơn | |
|---|---|---|
| | Sỏi | Đá dăm |
| 400 và cao hơn | 8 | 10 |
| 300 và cao hơn | 12 | 14 |
| 200 và thấp hơn | 16 | 18 |

## 2. Ximăng

-Ximăng là thành phần chất kết dính để liên kết các hạt cốt liệu với nhau tạo ra cường độ cho bêtông. Chất lượng và hàm lượng ximăng là yếu tố quan trọng quyết định cường độ chịu lực của bêtông.

-Để chế tạo bêtông nặng thì có thể dùng các loại ximăng sau : ximăng poocläng và các dạng đặc biệt của nó như ximăng poocläng puzơlan, ximăng poocläng cứng rắn nhanh, ximăng poocläng chống sunfat, ... Ngoài ra có thể dùng ximăng đặc biệt như ximăng chống co ngót, ximăng nở, ...

-Việc đánh giá chất lượng và lựa chọn loại ximăng để chế tạo bêtông không những phải phù hợp với yêu cầu của quy phạm mà còn phải kể đến điều kiện sử dụng. Trong đó việc lựa chọn mác ximăng là vấn đề cơ bản nhất, để cho bêtông vừa đủ cường độ thiết kế lại vừa kinh tế nhất.

-Quan hệ giữa cường độ bêtông, cường độ ximăng và tỷ lệ X/N theo công thức Bolomey - Skramtaev :

$$R_{bt} = AR_X\left(\frac{X}{N} - 0{,}5\right) \quad \text{khi} \quad \frac{X}{N} \le 2{,}5$$

$$R_{bt} = A_1R_X\left(\frac{X}{N} + 0{,}5\right) \quad \text{khi} \quad \frac{X}{N} > 2{,}5$$

trong đó : A, $A_1$ - các hệ số kể đến chất lượng cốt liệu và phương pháp kiểm tra mác ximăng

-Không dùng ximăng mác quá thấp để chế tạo bêtông mác cao và ngược lại, cũng không dùng ximăng mác quá cao để chế tạo bêtông mác thấp

-Qua kinh nghiệm người ta chọn mác ximăng theo mác bêtông như sau :

*Bảng 5-5*

| Mác bêtông | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mác ximăng | 20 | 30 | 30-40 | 40 | 40-50 | 40-50 | 50-60 | 60 |

-Lượng ximăng dùng được tính toán theo công thức Bôlômay - Skramtaev. Sau khi tính toán ta phải so sánh với lượng ximăng tối thiểu cho phép. Nếu lượng ximăng tính toán lớn hơn lượng ximăng tối thiểu ta dùng lượng ximăng tính toán, nếu nhỏ hơn ta phải dùng lượng ximăng tối thiểu.

-Lượng ximăng tối thiểu (*kg*) cho 1$m^3$ bêtông được quy định như bảng 5-6.

*Bảng 5-6*

| **Điều kiện làm việc của kết cấu công trình** | **Phương pháp lèn chặt** | |
|---|---|---|
| | **Bằng tay** | **Bằng máy** |
| - Trực tiếp tiếp xúc với nước | 265 | 240 |
| - Bị ảnh hưởng của mưa gió không có thiết bị che | 250 | 220 |
| - Không bị ảnh hưởng của mưa gió | 220 | 200 |

### 3. Nước

-Nước là thành phần giúp cho ximăng phản ứng tạo ra các sản phẩm thuỷ hoá làm cho cường độ của bêtông tăng lên. Nước còn tạo ra độ lưu động cần thiết cho hỗn hợp bêtông đảm bảo việc thi công được dễ dàng.

Nước dùng để chế tạo bêtông phải đảm bảo chất lượng tốt, không gây ảnh hưởng đến thời gian ninh kết và rắn chắc của ximăng và không gây ăn mòn cốt thép. Nước dùng được là nước dùng trong sinh hoạt như nước máy, nước giếng.

- Tuỳ theo mục đích sử dụng , lượng muối hào tan , lượng ion sunphat , clo và lượng cặn không tan không được vượt quá các giá trị quy định của TCVN 4506-1987

### 4. Phụ gia

-Trong công nghệ chế tạo bêtông hiện nay, phụ gia được sử dụng khá phổ biến. Phụ gia được dùng để cải thiện một số tính chất của bêtông, thường có hai loại : loại rắn nhanh và loại hoạt động bề mặt.

-Phụ gia rắn nhanh thường là các muối gốc Clo như $CaCl_2$, NaCl, $FeCl_3$, ... hoặc là hỗn hợp của chúng. Do làm tăng quá trình thuỷ hoá mà phụ gia rắn nhanh có khả năng rút ngắn quá trình rắn chắc của bêtông trong điều kiện tự nhiên cũng như nâng cao cường độ bêtông sau khi bảo dưỡng nhiệt và ở tuổi 28 ngày.

-Phụ gia hoạt động bề mặt mặc dù sử dụng một lượng nhỏ nhưng có khả năng cải thiện đáng kể tính dẻo của hỗn hợp bêtông và tăng cường nhiều tính chất khác của bêtông.

## III. CÁC TÍNH CHẤT CỦA HỖN HỢP BÊTÔNG VÀ BÊTÔNG

### 1. Tính công tác của hỗn hợp bêtông

***a. Khái niệm***

-Tính công tác của hỗn hợp bêtông là một tính chất kỹ thuật tổng hợp bao gồm 3 tính chất : tính lưu động (tính dẻo), tính dính và khả năng giữ nước.

-*Tính lưu động* là khả năng của hỗn hợp bêtông có thể lưu động được và lấp đầy khuôn dưới tải trọng bản thân và tải trọng chấn động giúp cho việc đổ khuôn và lèn chặt được dễ dàng.

-*Tính dính* giúp cho hỗn hợp bêtông giữ được một khối đồng nhất không bị phân tầng khi thi công.

-*Khả năng giữ nước* là khả năng của hỗn hợp bêtông giữ được nước trong quá trình thi công đảm bảo sự duy trì độ dẻo cho hỗn hợp bêtông và làm cho bêtông không bị rỗng.

***b. Phân loại***

-Dựa vào tính dẻo phân hỗn hợp bêtông thành hai loại :

**Hỗn hợp bêtông dẻo* là hỗn hợp bêtông có cấu tạo liên tục (các hạt cốt liệu nằm lơ lửng trong hồ ximăng), lượng dùng ximăng và tỷ lệ N/X lớn. Hỗn hợp bêtông dẻo dễ nhào trộn, đổ đầm; khi nhào trộn chỉ cần lực tác động nhỏ và sau khi nhào trộn hỗn hợp có độ dẻo ngay.

**Hỗn hợp bêtông cứng* là hỗn hợp bêtông có cấu tạo rời rạc, lực dính lớn, nội ma sát lớn, lượng dùng ximăng ít, tỷ lệ N/X nhỏ, khó nhào trộn , khi nhào trộn phải dùng lực tác động lớn và sau khi nhào trộn hỗn hợp chưa có độ dẻo ngay mà độ dẻo chỉ xuất hiện

trong quá trình lèn chặt hoặc sau khi lèn chặt do có sự sắp xếp lại các hạt cốt liệu chặt hơn và sự phân bố hồ ximăng trong hỗn hợp đều hơn.

-Dùng hỗn hợp bêtông cứng với điều kiện lèn chặt tốt thì sẽ có nhiều ưu điểm:

- Tiết kiệm ximăng hơn, lượng nước dùng ít hơn nên độ đặc chắc của bêtông cao hơn.

- Nếu lượng dùng ximăng như nhau thì hỗn hợp bêtông cứng sẽ cho bêtông có cường độ cao hơn.

- Có độ bền cấu trúc của hỗn hợp cao nên cho phép tháo ván khuôn từng phần ngay sau khi tạo hình cấu kiện .

- Tốc độ rắn chắc nhanh hơn , đặc biệt trong những ngày đầu của quá trình cứng rắn, cho phép tăng nhanh chu kỳ luân chuyển ván khuôn.

-Tuy nhiên, hỗn hợp bêtông cứng cũng có nhược điểm là yêu cầu máy trộn phải có tác dụng cưỡng bức, thời gian trộn lâu hơn, khi lèn chặt phải tác động lực mạnh hơn.

-Một hỗn hợp bêtông có tính công tác tốt nghĩa là dễ đổ khuôn, dễ lèn chặt, cấu tạo đồng nhất và sau khi cứng rắn có độ đặc chắc, cường độ, độ bền cao, cấu kiện nguyên vẹn, chính xác.

***c. Cách xác định độ lưu động của hỗn hợp bêtông***

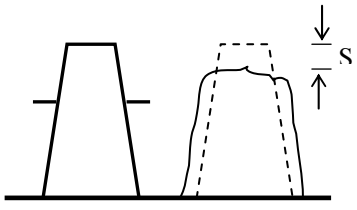
-Tính lưu động của hỗn hợp bêtông dẻo và hỗn hợp bêtông cứng được xác định bằng các phương pháp khác nhau.

**Hỗn hợp bêtông dẻo :* tính dẻo được đánh giá bằng độ sụt của bêtông dưới tải trọng bản thân, ký hiệu SN (*cm*) và được xác định bằng dụng cụ hình nón cụt tiêu chuẩn.

-Kích thước bên trong của hình nón cụt tiêu chuẩn được cho ở bảng sau, trong đó N°-1 dùng cho hỗn hợp bêtông mà $D_{max}$ cốt liệu không quá 40*mm*, N°-2 dùng cho hỗn hợp bêtông mà $D_{max}$ cốt liệu lớn hơn hoặc bằng 40*mm*.

| Kích thước hình nón cụt, *mm* | N°-1 | N°-2 |
|---|---|---|
| Đường kính đáy trên | 100 | 150 |
| Đường kính đáy dưới | 200 | 300 |
| Chiều cao | 300 | 450 |

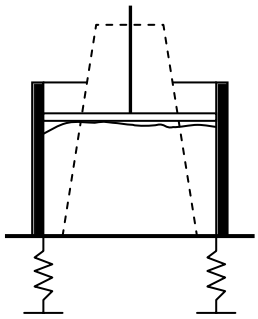
-Trộn hỗn hợp bêtông theo cấp phối đã tính toán với lượng dùng cho một mẻ trộn bêtông. Cho hỗn hợp bêtông vào hình nón cụt tiêu chuẩn thành 3 lớp, mỗi lớp đầm 25 cái bằng que đầm ϕ16, dài 65*cm*. Sau đó dùng bay gạt bằng mặt, nhấc hình nón cụt lên theo phương thẳng đứng. Dưới tác dụng của trọng lượng bản thân, hỗn hợp bêtông sẽ bị sụt xuống. Đo độ sụt của hỗn hợp.



-Hỗn hợp bêtông cứng : dùng độ cứng để đánh giá mức độ cứng của hỗn hợp bêtông, biểu thị bằng thời gian để đầm phẳng một khối hỗn hợp bêtông hình nón cụt dưới tác dụng của máy chấn động tạo nên.

-Với hỗn hợp bêtông cứng có $D_{max}$ cốt liệu nhỏ hơn hoặc bằng 40*mm*, dùng dụng cụ nhớt kế Vebe để xác định độ cứng.

-Trộn hỗn hợp bêtông theo cấp phối đã tính toán



. Cho hỗn hợp bêtông vào hình nón cụt tiêu chuẩn rồi rút hình nón cụt lên theo phương thẳng đứng (tương tự như khi xác định độ dẻo). Hạ đĩa mica xuống sát mặt trên của khối hỗn hợp. Cho máy rung chạy cho tới khi thấy hồ ximăng vừa phủ kín mặt dưới của đĩa mica thì ngừng rung. Thời gian từ khi bắt đầu rung đến khi kết thúc gọi là độ cứng Vebe, tính bằng giây.

***d. Các yếu tố ảnh hưởng***

-Tính công tác của hỗn hợp bêtông chịu ảnh hưởng của rất nhiều yếu tố như : lượng nước ban đầu trong hỗn hợp, loại ximăng, tỷ lệ và đặc trưng cốt liệu, chất phụ gia ...

*- Lượng nước nhào trộn trong hỗn hợp*

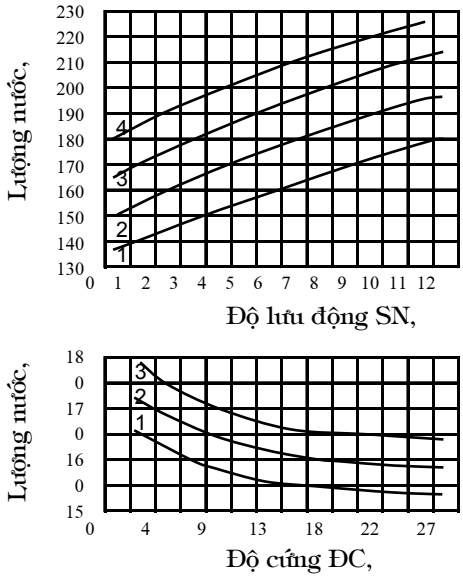
- Là yếu tố quan trọng quyết định tính công tác của hỗn hợp bêtông. Lượng nước nhào trộn bao gồm nước để thuỷ hoá và tạo độ dẻo cho hồ ximăng, nước để bôi trơn cốt liệu và nước tự do.

-Khi lượng nước quá ít, ximăng có thể không được thuỷ hoá hoàn toàn. Ngoài ra, khi đó nước chỉ bao bọc các hạt cốt liệu bằng một màng mỏng, màng nước này sẽ liên kết chặt với bề mặt các hạt vật liệu đó bằng lực hút phân tử, vì vậy, hỗn hợp bêtông chưa có độ dẻo được.

-Khi tăng nước lên đến xuất hiện một lượng nước tự do vừa đủ, thì lượng nước này sẽ lấp đầy các lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu và làm cho màng nước hấp phụ trên bề mặt hạt vật dày thêm, tạo điều kiện thuận lợi cho các hạt cốt liệu dịch chuyển. Khi đó, nội ma sát của hỗn hợp giảm xuống, hỗn hợp bêtông có độ dẻo tốt và bêtông có cường độ cao.

-Khi tăng nước lên quá nhiều thì lượng nước tự do nhiều, độ dẻo của hỗn hợp bêtông cũng sẽ tăng lên nhưng khi nước bay hơi sẽ để lại nhiều lỗ rỗng trong bêtông, làm cường độ và khả năng chống thấm của bêtông giảm xuống. Nếu nước tăng lên quá mức cho phép thì hỗn hợp bêtông sẽ trở nên quá chảy, bị phân tầng trong khi thi công.

-Trong quá trình này - khi hỗn hợp bêtông có độ dẻo tốt nhất - hỗn hợp bêtông có tính dính cao, không bị phân tầng và có tính chất của một vật thể dẻo. Giới hạn tỷ lệ nước trong hỗn hợp lúc đó gọi là khả năng giữ nước của hỗn hợp. Đối với hỗn hợp dùng ximăng poocläng thì khả năng giữ nước của nó và khoảng $1,65N^{tc}$, trong đó $N^{tc}$ là lượng nước tiêu chuẩn của ximăng.



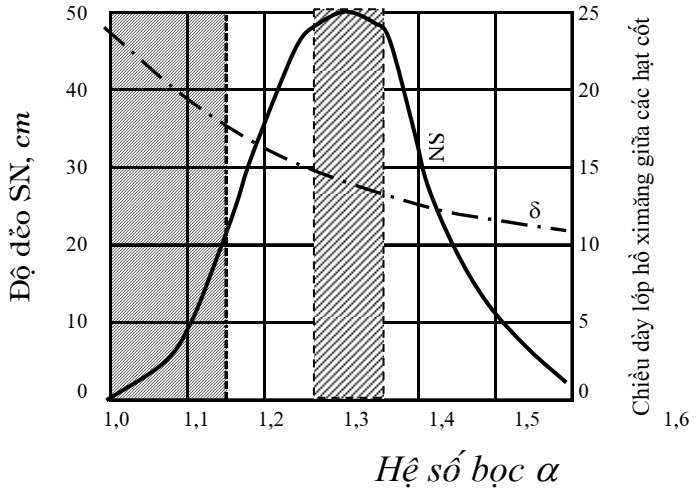

*Lượng nước dùng cho $1m^3$ bêtông phụ thuộc vào cốt liệu*

1. $d_{max} = 70mm$ 3. $d_{max} = 20mm$
2. $d_{max} = 40mm$ 4. $d_{max} = 10mm$

*Tỷ lệ, độ lớn và đặc trưng bề mặt cốt liệu*

Nếu thay đổi tỷ lệ, độ lớn và đặc trưng bề mặt của cốt liệu thì độ dẻo của hỗn hợp cũng thay đổi theo : ứng với lượng nước và ximăng nhất định, độ lớn của cốt liệu tăng thì độ dẻo của hỗn hợp cũng tăng lên. Hỗn hợp bêtông dùng cốt liệu có bề mặt trơn thì độ dẻo sẽ lớn hơn khi dùng cốt liệu có bề mặt nhám.

Riêng đối với cát thì mỗi hỗn hợp bêtông sẽ có một tỷ lệ cát thích hợp, nếu lượng cát lớn hơn hay nhỏ hơn lượng cát thích hợp đó thì độ dẻo của hỗn hợp đều giảm xuống.




***Sự ảnh hưởng của tỷ lệ cát đến độ dẻo của hỗn hợp bêtông***

(khi tỷ lệ N/X = 0,65, lượng ximăng bằng 241$kg/m^3$ bêtông)
Vùng gạch chéo : bên trái là vùng hỗn hợp bị phân tầng;
ở giữa là vùng tỷ lệ cát thích hợp

*Ảnh hưởng của ximăng*

Sự ảnh hưởng của ximăng đến độ dẻo của hỗn hợp bêtông là ở loại ximăng và lượng dùng ximăng.

Ảnh hưởngcủa loại ximăng thể hiện ở nước tiêu chuẩn của ximăng : với một lượng nước nhất định, nếu hỗn hợp bêtông dùng loại ximăng có lượng nước tiêu chuẩn cao, thì độ dẻo của hỗn hợp sẽ giảm xuống.

Còn đối với lượng ximăng : nếu hỗn hợp bêtông có đủ ximăng để cùng với nước lấp đầy lỗ rỗng của cốt liệu, bọc và bôi trơn bề mặt của chúng thì độ dẻo sẽ tăng lên. Nếu tăng lượng ximăng nhưng vẫn giữ nguyên lượng nước thì độ dẻo của hỗn hợp bêtông sẽ giảm. Chú ý khi dùng lượng ximăng trên 400$kg/m^3$ vì độ dẻo của hỗn hợp bêtông khi đó sẽ giảm xuống khá mạnh, do tăng nồng độ ximăng trong hồ ximăng lên một cách đáng kể, nên đã làm thay đổi nhiều đặc trưng lưu biến của nó.

*Ảnh hưởng của chất phụ gia tăng dẻo*

Khi cho chất phụ gia hoạt tính bề mặt vào hỗn hợp bêtông với một lượng rất ít, thì độ dẻo của hỗn hợp tăng lên đáng kể. Điều đó cho phép giảm lượng nước từ 10 ÷ 20% nếu như giữ nguyên độ dẻo yêu cầu, đồng thời làm cường độ bêtông tăng lên do lượng nước tự do giảm. Nếu giữ nguyên cường độ, thì khi dùng phụ gia này sẽ tiết kiệm được ximăng.

Hiện nay người ta thường dùng các loại chất phụ gia hoạt tính như sau :

- Chất phụ gia hoạt động bề mặt
- Chất phụ gia tăng dẻo ưa nước
- Chất phụ gia tăng dẻo kỵ nước
- Chất phụ gia tạo bọt khí

Tuy nhiên, khi cho chất phụ gia hoạt tính bề mặt vào thì sẽ kéo dài quá trình thuỷ hoá của ximăng, làm chậm sự phát triển cường độ của bêtông. Vì vậy để tăng nhanh quá trình cứng rắn, thì khi chế tạo hỗn hợp bêtông người ta thường dùng chất phụ gia hoạt tính bề mặt kết hợp với những chất làm tăng nhanh tốc độ cứng rắn của ximăng .

*Ảnh hưởng của gia công chấn động*

Sự gia công chấn động là phương pháp hữu hiệu nhất để nâng cao độ dẻo của hỗn hợp bêtông. Nó làm cho hỗn hợp bêtông cứng và ít dẻo trở thành dẻo và dẻo nhiều, tạo điều kiện cho khi chế tạo, đổ khuôn và lèn chặt được dễ dàng.

Thực chất của gia công chấn động hỗn hợp bêtông là dưới tác dụng của chấn động, các phần tử của hỗn hợp bêtông dao động cưỡng bức liên tục và sắp xếp lại vị trí. Khi tần số chấn động nâng cao lên đến mức độ nào đó, thì nội ma sát của hỗn hợp sẽ giảm xuống đến giá trị nhỏ nhất, cấu trúc ban đầu bị phá hoại, hỗn hợp chuyển sang trạng thái dẻo và chảy, độ cứng của hỗn hợp giảm xuống. Tiếp tục chấn động, các phần tử trong hỗn hợp sẽ thực hiện những chuyển động ngược chiều nhau, sắp xếp lại chặt chẽ, kết quả hỗn hợp được lèn chặt.

Cấu trúc ban đầu của hỗn hợp bị phá hoại là do khi chấn động, các phần tử của hỗn hợp có độ lớn, hình dạng, trọng lượng và bề mặt khác nhau sẽ tách rời nhau. Còn nội ma sát của hỗn hợp giảm xuống là do trong khi chấn động làm xuất hiện trong hỗn hợp một

áp lực ngược chiều trọng lực. Khi chấn động tăng lên, trị số của áp lực này có thể vượt quá sự tác dụng của trọng lực, làm cho lực ma sát giữa các hạt vật liệu biến mất hoàn toàn, hỗn hợp có tính chảy lỏng.

*e. Cách chọn độ dẻo và độ cứng cho hỗn hợp bêtông*

Độ lưu động của hỗn hợp bêtông được lựa chọn căn cứ vào hình dáng , kích thước , đặc trưng làm việc của công trình, mật độ cốt thép và phương pháp thi công. Độ lưu động của hỗn hợp bêtông có thể tham khảo theo bảng 5-7

*Bảng 5-7*

| Loại kết cấu | Phương pháp thi công | | |
|---|---|---|---|
| | Cơ giới | | Thủ công |
| | SN, *cm* | ĐC, *giây* | SN, *cm* |
| - Bêtông nền - móng công trình | 1 ÷ 2 | 25 ÷ 35 | 2 ÷ 3 |
| - Bêtông khối lớn ít hay không có cốt thép | 2 ÷ 4 | 15 ÷ 25 | 3 ÷ 6 |
| - Bản, dầm, cột, lanh tô, ô văng ... | 4 ÷ 6 | 12 ÷ 15 | 6 ÷ 8 |
| - Bêtông có hàm lượng cốt thép trung bình | 6 ÷ 8 | 10 ÷ 12 | 8 ÷ 12 |
| - Bêtông có hàm lượng cốt thép dày | 8 ÷ 12 | 5 ÷ 10 | 12 ÷ 15 |
| - Bêtông đổ trong nước | 12 ÷ 18 | < 5 | - |
| - Bêtông ximăng mặt đường | 1 ÷ 4 | 25 ÷ 35 | 2 ÷ 6 |

### *2. Tính co nở thể tích của bêtông*

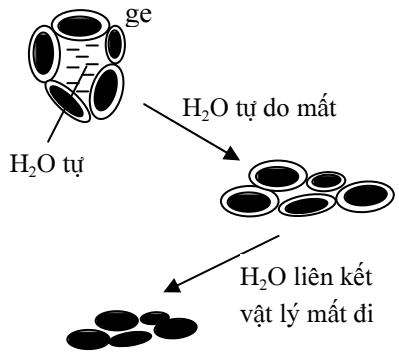
*a. Hiện tượng*

Trong quá trình cứng rắn của bêtông dùng chất kết dính ximăng, thường phát sinh biến dạng thể tích. Biến dạng thể tích có thể là biến dạng co khi bêtông cứng rắn trong không khí, biến dạng nở khi bêtông cứng rắn trong nước và biến dạng nhiệt phát khi ximăng thuỷ hoá.

*b. Nguyên nhân*

Trong bêtông, cốt liệu coi như không bị co nở mà chủ yếu là do sự thay đổi thể tích của đá ximăng trong bêtông. Nguyên nhân gây ra co, nở đá ximăng là do sự thay đổi lượng nước ở trong cấu trúc gel của đá ximăng. Cấu trúc gel là cấu trúc bao gồm các mầm tinh thể đá ximăng, liên kết lại với nhau thành từng chuỗi. Các chuỗi này kết lại với nhau tạo thành một mạng lưới không gian, mắt lưới chứa đầy nước. Mầm tinh thể được bao bọc một lớp nước liên kết.

Sự so ngót phát triển mạnh trong thời kỳ đầu của quá trình cứng rắn, tỷ lệ với mức độ giảm nước tự do trong các mắt lưới của cấu trúc gen. Nước tự do này giảm là do tham gia vào quá trình thuỷ hoá ximăng và do bị bốc hơi. Quá trình này có thể co nhiều nhưng không gây nguy hiểm



Trong thời kỳ tiếp theo, lúc này hầu như toàn bộ nước tự do đã mất hết, nước liên kết vật lý trong cấu trúc gel của đá ximăng tiếp tục tách ra. Khi nước liên kết mất đi, các mầm tinh thể của thành phần gel dịch lại gần nhau và làm cho cấu trúc gel bị co lại, dẫn đến đá ximăng cũng co lại. Nhưng khi đá ximăng co lại, thì sẽ gặp khả năng chống co của các hạt ximăng đã cứng rắn (hạt đá ximăng) và các hạt cốt liệu, làm phát sinh ra nội ứng suất : ứng suất nén trong cốt liệu, ứng suất kéo trong đá ximăng. Ứng suất nén trong cốt liệu sẽ làm tăng khả năng liên kết của đá ximăng với chúng. Nhưng ngược lại ứng suất kéo trong đá ximăng có ảnh hưởng xấu đến các tính chất cơ học và tính vĩnh cửu của bêtông.

Biến dạng co ở thời kỳ thứ hai có tính thuận nghịch, nghĩa là khi môi trường chung quanh có độ ẩm thích hợp, thì thể tích của vật thể bêtông được tăng lên.

Sự co phát triển theo thời gian và có xu hướng ngừng lại vì càng ngày bêtông càng khô, gradien độ ẩm giảm xuống và chiều dày màng nước hấp phụ giảm xuống đến mức độ nào đó, thì độ bền liên kết của màng nước với mầm tinh thể của cấu trúc gel được tăng lên.

*c. Tác hại*

Ứng suất kéo trong đá ximăng khi vượt quá ứng suất kéo cho phép của bêtông sẽ làm phát sinh những vết nứt trong bêtông, làm bêtông bị thấm và khả năng chống ăn mòn giảm.

Sự co làm giảm kích thước của cấu kiện, làm giảm sự liên kết giữa lớp bêtông đổ trước và lớp bêtông đổ sau, cũng như làm giảm hiệu quả nén trước trong bêtông ứng suất trước.

*d. Các yếu tố ảnh hưởng*

Trị số biến dạng co phụ thuộc vào lượng ximăng , lượng nước ban đầu trong hỗn hợp bêtông và tỷ lệ cát trong hỗn hợp cốt liệu , chế độ dưỡng hộ bêtông .

### *3. Biến dạng vì nhiệt thuỷ hóa ximăng của bêtông*

*a. Hiện tượng*

Quá trình thuỷ hoá của ximăng là quá trình toả nhiệt, nó làm nóng bêtông trong lúc cứng rắn và làm bêtông dãn nở một ít. Quá trình này chỉ xảy ra trong thời gian đầu, lượng nhiệt toả ra nhiều hay ít phụ thuộc vào thành phần khoáng vật và mác ximăng, độ mịn và lượng dùng ximăng , cũng như diện tích làm nguội của bêtông và nhiệt độ môi trường xung quanh. Mức độ co dãn của bêtông phụ thuộc vào từng loại bêtông (phụ thuộc vào nhiệt độ lớn nhất trong bêtông và hệ số nở dài của bêtông).

*b. Tác hại*

Biến dạng nhiệt có liên quan đến sự phát triển nội ứng suất trong bêtông. Ứng suất đó tăng lên đáng kể khi trong bêtông có gradien nhiệt độ. Ví dụ trong những cấu kiện bêtông khối lớn thì những lớp bên trong giữ nhiệt độ cao hơn các lớp bên ngoài. Như vậy các lớp bên trong do đốt nóng mà thể tích tăng lên, còn các lớp bên ngoài do nguội lạnh mà thể tích giảm xuống. Sự tăng giảm thể tích đó sẽ làm phát sinh ra ứng suất kéo trong bêtông, nếu ứng suất này vượt quá ứng suất kéo giới hạn của bêtông thì bêtông sẽ bị nứt nẻ.

### *4. Cường độ*

*a. Khái niệm*

Cường độ là một đặc trưng cơ bản, phản ánh khả năng của bêtông chống lại sự phá hoại gây ra dưới tác dụng của tải trọng.

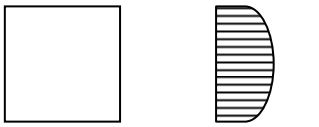
Cường độ tiêu chuẩn là cường độ của bêtông khi mẫu được chế tạo và dưỡng hộ ở điều kiện tiêu chuẩn và thử ở tuổi quy định .

Điều kiện tiêu chuẩn (TCVN ) : mẫu hình lập phương cạnh 15*cm*, dưỡng hộ một ngày trong không khí ở nhiệt độ 20 ÷ 25$^oC$, độ ẩm lớn hơn 90% và 27 ngày tiếp theo trong nước ở nhiệt độ 20 ÷ 25$^oC$.

Mác bêtông là đại lượng không thứ nguyên do Nhà nước quy định dựa vào cường độ tiêu chuẩn của bêtông.

Trong kết cấu xây dựng, bêtông có thể làm việc ở những trạng thái khác nhau : nén, kéo, uốn, trượt, v.v... Trong đó bêtông làm việc ở trạng thái nén là tốt nhất và đó cũng là yếu tố đặc trưng nhất cho cường độ bêtông. Tuy nhiên, khả năng chịu kéo của bêtông rất kém chỉ bằng 1/15 ÷ 1/10 khả năng chịu nén.

Do bêtông có cấu tạo phức tạp nên khi chịu lực trong mẫu bêtông xuất hiên các trạng thái ứng suất phức tạp, nhưng nhìn chung mẫu bị phá hoại chủ yếu là do ứng suất kéo ngang.



ư/ s kéo ngang

*Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén $R_n$ (TCVN 3118-1993)*

Đúc các viên mẫu hình lập phương cạnh 15*cm*, cũng có thể đúc các viên mẫu có hình dạng và kích thước khác. Kích thước cạnh nhỏ nhất của mỗi viên tuỳ theo cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu dùng để chế tạo bêtông theo quy định sau :

*Bảng 5-8*

| **Cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu** | **Kích thước cạnh nhỏ nhất của viên mẫu (cạnh mẫu hình lập phương, cạnh thiết diện mẫu lăng trụ, đường kính mẫu trụ)** |
|---|---|
| 10 và 20 | 100 |
| 40 | 150 |
| 70 | 200 |
| 100 | 300 |

Khi tiến hành thí nghiệm cường độ nén bằng các viên mẫu khác viên mẫu chuẩn ta phải chuyển kết quả về cường độ của viên mẫu chuẩn.

Cường độ nén của viên mẫu chuẩn được xác định theo công thức :

$$R_n = K\frac{P}{F} \quad ; \ kg/cm^2$$

trong đó : P - tải trọng phá hoại mẫu *(daN)*

F - diện tích chịu lực nén của viên mẫu

K - hệ số chuyển đổi kết quả thử nén các viên mẫu bêtông khác kích thước chuẩn về cường độ của viên mẫu chuẩn cạnh 15x15x15*cm*.

Giá trị K lấy theo bảng 5-9.

Khi nén các mẫu nửa dầm giá trị hệ số chuyển đổi cũng được lấy như mẫu hình lập phương cùng diện tích chịu nén.

Khi thử các mẫu trụ khoan cắt từ các cấu kiện sản phẩm mà tỷ số chiều cao so với đường kính của chúng nhỏ hơn 2 thì kết quả cũng tính theo công thức và hệ số K ở trên nhưng được nhân thêm với hệ số K' lấy theo bảng bảng 5-10 .

*Bảng 5-9*

| **Hình dáng và kích thước của mẫu, *mm*** | **Hệ số chuyển đổi** |
|---|---|
| Mẫu lập phương | |
| 100 x 100 x 100 | 0,91 |
| 150 x 150 x 150 | 1,00 |
| 200 x 200 x 200 | 1,05 |
| 300 x 300 x 300 | 1,10 |
| **Mẫu trụ (d x h)** | |
| 71,4 x 143 và 100 x 200 | 1,16 |
| 150 x 300 | 1,20 |
| 200 x 400 | 1,24 |

*Bảng 5-10*

| Tỷ lệ H / d | 1,9 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Giá trị K' | 0,99 | 0,98 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,92 | 0,91 | 0,90 | 0,89 |

*b. Các yếu tố ảnh hưởng*

*Cường độ bêtông phát triển theo thời gian*

Trong quá trình rắn chắc, do cường độ ximăng phát triển theo thời gian nên cường độ bêtông cũng phát triển tương ứng. Từ 7 ngày đến 14 ngày, cường độ phát triển rất nhanh, sau 28 ngày chậm dần và có thể tăng hàng chục năm mới dừng lại.

Cường độ bêtông phát triển theo thời gian có thể xem như tuân theo định luật lôgarit, do đó ta có thể tham khảo công thức kinh nghiệm gần đúng để tính toán cường độ bêtông tại những thời điểm khác nhau như sau :

$$\frac{R_t}{R_{28}} = \frac{\lg t}{\lg 28}$$

trong đó : $R_t$ - cường độ bêtông ở tuổi t ngày

$R_{28}$ - cường độ bêtông ở tuổi 28 ngày

t - số ngày dưỡng hộ

Công thức này đơn giản, dễ tính nhưng không chính xác vì cho rằng lgt/lg28 là hằng số với tất cả các loại bêtông. Mặt khác, công thức này chỉ đúng với thời gian t = 3 ÷ 90 ngày.

*Ảnh hưởng của cường độ đá ximăng*

Cường độ bêtông phụ thuộc vào cường độ cốt liệu, cường độ của đá ximăng và cấu tạo bêtông trong đó cường độ của đá ximăng có ảnh hưởng rất lớn. Cường độ đá ximăng lại phụ thuộc vào mác ximăng và độ đặc của đá ximăng, tức phụ thuộc tỷ lệ N/X. Có thể xem :

$$R_b = f(R_{đá\ X}, R_{CL}, R_{dính\ kết})$$

$$R_{đá\ X} = f(R_X, N/X)$$

Khi mác ximăng cao thì cường độ đá ximăng tăng dẫn đến cường độ bêtông cũng tăng theo, khi mác ximăng thấp thì ngược lại.

Khi tỷ lệ N/X hợp lý thì đá ximăng có độ rỗng bé nhất nên có cường độ cao, do đó cường độ bêtông cũng cao.

Khi tỷ lệ N/X quá nhỏ thì không đủ nước để ximăng thuỷ hoá hoàn toàn nên cường độ đá ximăng giảm. Mặt khác, khi đó hỗn hợp bêtông có độ sụt bé gây khó khăn trong quá trình thi công.

Khi tỷ lệ N/X quá cao, nước tự do còn tồn tại nhiều khi bay hơi sẽ để lại nhiều lỗ rỗng trong đá ximăng làm cường độ của đá ximăng giảm, nên cường độ bêtông cũng giảm. Ngoài ra, nếu lượng nước quá nhiều thì hỗn hợp bêtông dễ bị phân tầng không thể thi công được.

Độ rỗng của đá ximăng tạo ra do lượng nước tự do bay hơi có thể xác định theo công thức sau :

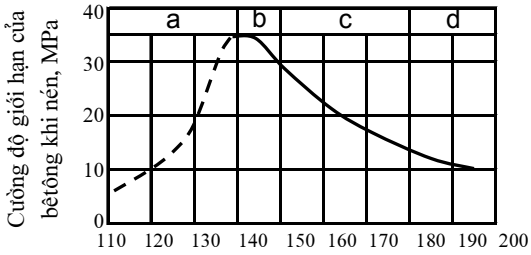
$$r = \frac{N - \omega X}{1000} \times 100\% = \frac{\left(\frac{N}{X} - \omega\right)X}{1000} \times 100\%$$

trong đó :

N - lượng nước trong $1m^3$ bêtông, *kg*

X - lượng ximăng trong $1m^3$ bêtông, *kg*

ω - lượng nước liên kết hoá học, tính bằng % khối lượng ximăng. Ở tuổi 28 ngày, lượng nước liên kết hoá học khoảng 15 ÷ 20%




Sự phụ thuộc của cường độ bêtông vào lượng nước nhào trộn

a.Vùng hỗn hợp bêtông cứng không đầm chặt được

b.Vùng hỗn hợp bêtông có cường độ và độ đặc cao

c.Vùng hỗn hợp bêtông dẻo

d.Vùng hỗn hợp bêtông chảy

Mối quan hệ giữa cường độ bêtông với mác ximăng và tỷ lệ N/X được biểu diễn qua các công thức sau :

**CT 1:** *Công thức N.M.Beliaev* trong đó :

$$R_b^{28} = \frac{R_X}{K\left(\frac{N}{X}\right)^{1,5}} \ ; daN/cm^2$$

$R_b^{28}$ - cường độ chịu nén giới hạn của bêtông sau 28 ngày dưỡng hộ, $daN/cm^2$

$R_X$ - mác của ximăng, $daN/cm^2$

$K$ - hệ số kinh nghiệm, kể đến chất lượng của cốt liệu như hình dạng, đặc trưng bề mặt. Đối với đá dăm $K = 3,5$ và đối với sỏi $K = 4$

Công thức này không chính xác lắm vì tỷ lệ N/X ngoài thực tế dùng tương đối lớn.

**CT 2 :** *Công thức Bolomey - Skramtaev*

Trong thực tế, để công thức tính toán được đơn giản hơn, người ta lấy ngược lại tỷ số N/X là X/N. Trong trường hợp này, cường độ bêtông là một hàm số của X/N, nghĩa là :

$$R_b = f(X/N)$$

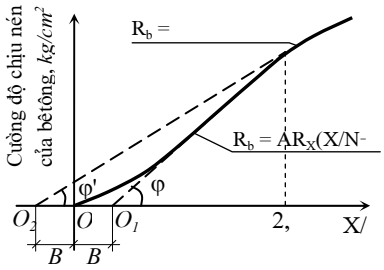
Và ở dạng chung thì công thức có thể biểu thị bằng phương trình :

$$R_b^{28} = AR_X\left(\frac{X}{N} - B\right) \ ; \ kg/cm^2$$

Trong đó $A$ và $B$ là hệ số thực nghiệm, nó phụ thuộc vào chất lượng cốt liệu (dạng hạt, trạng thái bề mặt, cường độ ...), phương pháp xác định mác ximăng và nhiều yếu tố khác.

Nếu biểu diễn bằng đồ thị thì hàm số $R_b = f(X/N)$ là một dạng đường cong phức tạp, trong đó có một đoạn ở dạng gần đường thẳng.

Trong thực tế giá trị của tỷ lệ X/N thường nằm trong khoảng từ 2,5 ÷ 3,5 Qua thí nghiệm các loại bêtông dùng nhiều loại ximăng và cốt liệu khác nhau thấy rằng, phần đường thẳng kéo dài (khi X/N > 2,5) sẽ cắt trục hoành tại điểm $O_2$ , bên trái gốc toạ độ, và cách gốc tạo độ một khoảng $B_1$. Để đơn giản hoá công thức tính toán cường độ bêtông, giáo sư Skramtaev đã đề nghị xem giá trị $B$ và $B_1$ là không đổi và lấy bằng 0,5.




Đường cong biểu thị sự phụ thuộc của cường độ bêtông vào tỷ lệ ximăng trên nước $R_b = f(X/N)$ và dạng của phương trình đường thẳng biểu thị cường độ của bêtông phụ thuộc vào tỷ lệ X/N khi $X/N \le 2,5$ và $X/N \ge 2,5$

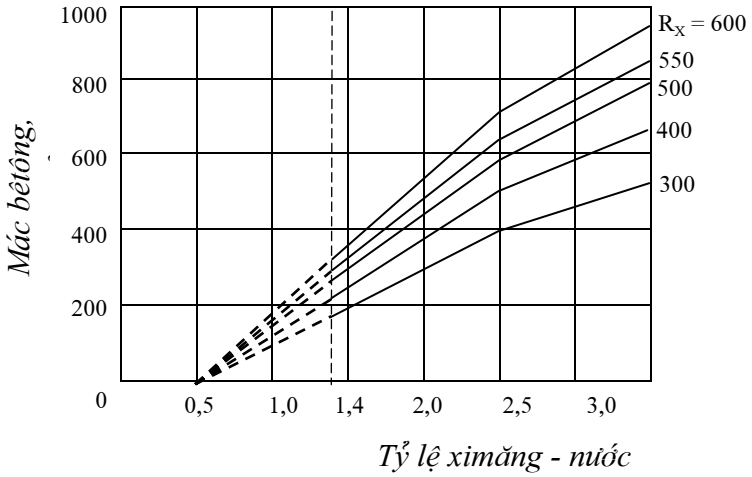
Như vậy công thức tính toán sơ bộ cường độ bêtông theo Bolomey - Skramtaev sẽ có dạng như sau :

khi : $\frac{X}{N} \le 2,5$ thì $R_b^{28} = AR_X\left(\frac{X}{N} - 0,5\right)$

khi : $\frac{X}{N} > 2{,}5$ thì $R_b^{28} = A_1 R_X \left( \frac{X}{N} + 0{,}5 \right)$

Thay các giá trị $A$ và $A_1$ vào công thức của Bolomey - Skramtaev ta được sự phụ thuộc của cường độ bêtông vào tỷ lệ X/N biểu thi ở đồ thị dưới đây. Khi đó mác của ximăng càng cao, góc φ càng lớn và cường độ bêtông càng cao.

Khi tỷ lệ X/N ≤ 2,5 đồ thị biểu diễn cường độ bêtông là một chùm đường thẳng xuất phát từ điểm $O_1$ , còn khi X/N > 2,5 thì đồ thị biểu diễn cường độ bêtông là một chùm đường thẳng xuất phát từ điểm $O_2$ .




***Sự phụ thuộc của cường độ bêtông nặng vào X/N khi mác ximăng khác nhau***

*Ảnh hưởng của cốt liệu*

Xuất phát từ điều kiện đồng nhất về cường độ của các thành phần cấu trúc trong bêtông (đá ximăng và cốt liệu to, nhỏ hay vữa ximăng với cốt liệu to) thì cường độ của cốt liệu ảnh hưởng đến cường độ bêtông chỉ trong trường hợp cường độ của nó thấp hơn hoặc xấp xỉ cường độ của đá hay vữa ximăng. Điều này chỉ có thể xảy ra trong bêtông nhẹ dùng cốt liệu rỗng, vì ở đấy cường độ của cốt liệu trong nhiều trường hợp có thể thấp hơn hoặc bằng cường độ của đá hay vữa ximăng.

Đối với bêtông nặng dùng cốt liệu đặc thì cường độ của cốt liệu lớn hơn rất nhiều so với cường độ của đá hay vữa ximăng. Vì vậy, ở đây cường độ của cốt liệu không ảnh hưởng đến cường độ của bêtông.

Sự phân bố giữa các hạt cốt liệu có ảnh hưởng đến cường độ của bêtông. Bình thường hồ ximăng lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu và đẩy chúng ra xa nhau với cự ly bằng 2 ÷ 3 lần đường kính hạt ximăng. Trong trường hợp này do phát huy được vai trò của cốt liệu nên cường độ của bêtông khá cao và yêu cầu yêu cầu cốt liệu có cường độ cao hơn cường độ bêtông từ 1,5 lần (đối với bêtông mác nhỏ hơn 300) đến 2 lần (đối với bêtông mác lớn hơn 300). Khi bêtông chứa lượng hồ ximăng lớn hơn, các hạt cốt liệu bị đẩy ra xa nhau hơn đến mức hầu như không có tác dụng tương hỗ với nhau. Khi đó cường độ của đá ximăng và cường độ vùng tiếp xúc đóng vai trò quyết định đến cường độ của bêtông, nên yêu cầu về cường độ cốt liệu ở mức thấp hơn.

Cường độ của bêtông còn phụ thuộc vào đặc trưng của cốt liệu. Nếu bề mặt cốt liệu nhám, sạch cường độ dính kết với vữa ximăng sẽ tăng lên nên cường độ bêtông cũng tăng. Ngược lại, nếu bề mặt cốt liệu trơn, bẩn thì cường độ dính kết sẽ giảm làm cường độ bêtông cũng giảm. Do đó, với cùng một lượng dùng như nhau thì bêtông dùng đá dăm sẽ cho cường độ cao hơn khi dùng sỏi. Ngoài ra, nếu đường kính cốt liệu nhỏ (cát) tăng thì lớp hồ ximăng bao bọc sẽ dày lên tạo khả năng dính kết cao nên cường độ bêtông cũng sẽ tăng.

Nếu sử dụng cốt liệu đặc chắc thì khi lượng dùng tăng lên thì cường độ bêtông cũng tăng. Ngược lại, nếu cốt liệu rỗng thì khi lượng dùng tăng cường độ bêtông sẽ giảm xuống.

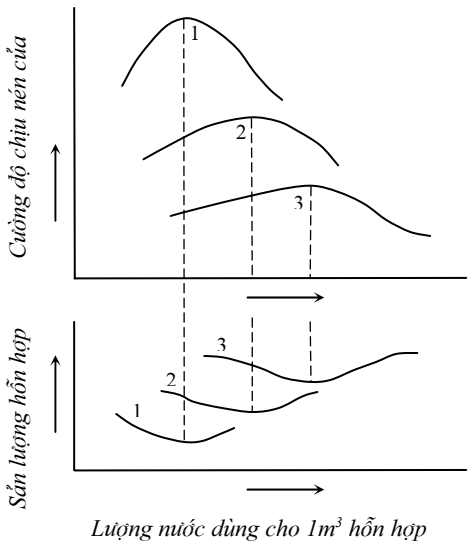
*Ảnh hưởng của cấu tạo bêtông*

Cường độ của bêtông không những chỉ phụ thuộc vào cường độ của đá ximăng, chất lượng cốt liệu mà còn phụ thuộc vào độ đặc của bêtông, nghĩa là phụ thuộc vào sự lựa chọn thành phần và chất lượng thi công hỗn hợp bêtông. Nếu như trong bêtông có các lỗ rỗng, thì nó không những làm giảm diện tích làm việc của vật liệu, mà còn tạo ra trong bêtông những ứng suất tập trung hai bên lỗ rỗng. Ứng suất này sẽ làm giảm khả năng của bêtông chống lại ngoại lực tác dụng. Vậy để tạo hình được tốt, ngoài việc lựa chọn thành phần bêtông sao cho đặc chắc nhất, thì vấn đề quan trọng là chọn độ dẻo của hỗn hợp bêtông và phương pháp thi công sao cho thích hợp. Có nghĩa là nếu độ dẻo của hỗn hợp bêtông cao, tuy lèn ép dễ không cần lực tác động lớn nhưng cường độ bêtông sau này không cao. Ngược lại, nếu dùng hỗn hợp bêtông có độ dẻo thấp, tuy cần lực lèn ép mạnh trong thời gian dài hơn, nhưng cường độ bêtông về sau này sẽ được nâng cao.

Đối với một hỗn hợp bêtông, ứng với một điều kiện đầm nén nhất định sẽ có một tỷ lệ nước thích hợp nhất. Với lượng nước đó bêtông sẽ có độ đặc cao nhất, sản lượng hỗn hợp bêtông sẽ nhỏ nhất, do đó cường độ bêtông sẽ đạt giá trị cực đại. Nếu lượng nước thấp hơn hay cao hơn lượng nước thích hợp thì cường độ bêtông đều giảm xuống. Trong trường hợp đầu do ít nước, hỗn hợp bị khô không lèn ép được tốt. Trong trường hợp sau, do thừa nước nên đá ximăng sau khi đã cứng rắn sẽ tồn tại nhiều lỗ rỗng do nước tự do bay hơi để lại.

Nếu tăng mức độ lèn chặt lên thì trị số tỷ lệ nước thích hợp trong hỗn hợp bêtông sẽ giảm xuống và cường độ bêtông tăng lên.

Cường độ bêtông phụ thuộc vào mức độ lèn chặt thông qua hệ số lèn ép $K_l$ :




Sự ảnh hưởng của mức độ lèn chặt hỗn hợp bêtông đến lượng nước thích hợp và cường độ bêtông

1 - lèn ép mạnh
2 - lèn ép vừa

$$K_l = \frac{\gamma_o'}{\gamma_o}$$

trong đó :

$\gamma_o'$ - khối lượng thể tích thực tế của hỗn hợp bêtông sau khi lèn chặt, $kg/m^3$

$\gamma_o$ - khối lượng thể tích tính toán của hỗn hợp bêtông, nó bằng tổng khối lượng vật liệu dùng trong $1m^3$ bêtông, nghĩa là :

$$\gamma_o = X + N + C + Đ \ , \ kg/m^3$$

Thông thường hệ số lèn chặt $K_l = 0,9 \div 0,95$ , riêng đối với hỗn hợp bêtông cứng, thi công phù hợp thì hệ số lèn chặt có thể đạt đến $0,95 \div 0,98$.

Nếu có biện pháp thi công tốt thì độ rỗng của bêtông chủ yếu là độ rỗng trong đá ximăng do lượng khí cuốn vào. Thể tích rỗng trong bêtông được tính theo công thức sau :

$$V_r^b = \left[\left(\frac{N}{X} - 0,5\alpha\right) + 0,29\alpha\right] X + (0,02 - 0,06)$$

trong đó : $\frac{N}{X} - 0,5\alpha$ : độ rỗng mao quản

$0,29\alpha$ : độ rỗng gen

$0,02 \div 0,06$ : độ rỗng do khí cuốn vào

*Ảnh hưởng của phụ gia*

Phụ gia tăng dẻo có tác dụng làm tưng tính dẻo cho hỗn hợp bêtông nên có thể giảm bớt lượng nước nhào trộn, do đó cường độ của bêtông sẽ tăng lên đáng kể. Ngoài ra, do lượng nước giảm nên tồn tại ít lỗ rỗng làm tăng khả năng chống thấm của bêtông.

Phụ gia ninh kết nhanh có tác dụng đẩy nhanh quá trình thuỷ hóa của ximăng nên làm tăng nhanh sự phát triển cường độ bêtông dưỡng hộ trong điều kiện tự nhiên cũng như ngay sau khi dưỡng hộ nhiệt.

*Ảnh hưởng của điều kiện môi trường bảo dưỡng*

Trong điều kiện môi trường nhiệt độ, độ ẩm cao sự tăng cường độ có thể kéo dài trong nhiều năm, còn trong điều kiện khô hanh hoặc nhiệt độ thấp sự tăng cường độ trong thời gian sau này là không đáng kể. Khi dưỡng hộ bêtông trong điều kiện nhiệt ẩm cường độ bêtông tăng rất nhanh trong thời gian vài ngày đầu .

***5. Tính biến dạng vì tải trọng***

Bêtông là vật liệu đàn hồi dẻo nên biến dạng của nó gồm có hai phần : biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo.

Biến dạng đàn hồi tuân theo định luật Húc :

$$\sigma = \varepsilon E \ ; \ kg/cm^2$$

trong đó : $\sigma$ - ứng suất trong bêtông, $kg/cm^2$

$\varepsilon$ - biến dạng tương đối của bêtông, $cm/cm$

E - môđun đàn hồi của bêtông, $kg/cm^2$

Biến dạng đàn hồi xảy ra khi tải trọng tác dụng rất nhanh và tạo ứng suất không lớn lắm (nhỏ hơn 0,2 cường độ giới hạn) và đo biến dạng ngay sau khi đặt tải, nếu để một thời

gian sẽ chuyển sang biến dạng dẻo. Biến dạng đàn hồi trong giai đoạn này của bêtông được đặc trưng bằng môđun đàn hồi ban đầu và có thể tính theo công thức sau :

$$E_{dh} = \frac{1000000}{1{,}7 + \frac{360}{R_b^{28}}} \;\; ; \; daN/cm^2$$

trong đó : $R_b^{28}$ - cường độ chịu nén của bêtông ở tuổi 28 ngày, *kg/cm²*

Môđun đàn hồi của bêtông tăng lên khi hàm lượng cốt liệu lớn, cường độ và môđun đàn hồi của cốt liệu tăng lên và hàm lượng ximăng, tỷ lệ N/X giảm.

Nếu ứng suất vượt quá 0,2 cường độ giới hạn của bêtông thì ngoài biến dạng đàn hồi còn đo được cả biến dạng dẻo hay biến dạng dư. Như vậy biến dạng của bêtông là tổng của biến dạng đàn hồi ($\varepsilon_{dh}$) và biến dạng dư ($\varepsilon_d$) :

$$\varepsilon_b = \varepsilon_{dh} + \varepsilon_d$$

Như vậy, đặc trưng biến dạng của bêtông không phải là môđun đàn hồi mà là môđun biến dạng :

$$E_{bd} = \frac{\sigma}{\varepsilon_b} = \frac{\sigma}{\varepsilon_{dh} + \varepsilon_d} \;\; ; \; daN/cm^2$$

trong đó : $\sigma$ - ứng suất trong bêtông, *daN/cm²*

$\varepsilon_b$ - biến dạng tương đối của bêtông, *cm/cm*

$\varepsilon_{dh}$ - biến dạng đàn hồi của bêtông, *cm/cm*

$\varepsilon_d$ - biến dạng còn dư của bêtông, *cm/cm*

Biến dạng của bêtông trước khi bị phá hoại thường không lớn lắm, vào khoảng 0,5 ÷ 1,5 *mm/m*.

### *6. Tính bền vững của bêtông*

*a. Độ bền của bêtông trong môi trường xâm thực cơ lý*

Các nhân tố gây xâm thực cơ lý đến bêtông là :

- Các dòng chảy có lưu tốc lớn , có lượng ngậm bùn cát lớn gây bào mòn hoặc xói mòn bêtông.
- Sự thay đổi độ ẩm liên tục làm bêtông bị co nở thể tích liên tục gây nứt bêtông
- Sự tan băng và đóng băng liên tục
- Sự thay đổi nhiệt độ môi trường đột ngột có thể gây nên ứng suất nhiệt phá hoại bêtông.
- Các điều kiện khí hậu bất lợi như mưa, gió, bão, lũ ... cũng gây xói mòn bêtông.

Cường độ bêtông càng cao và bêtông càng đặc chắc thì khả năng chống lại các yếu tố xâm thực cơ lý càng cao, bêtông càng bền vững trong môi trường.

*b. Độ bền của bêtông trong môi trường xâm thực sinh vật*

Các loại vi khuẩn, côn trùng trong môi trường tiết ra các loại axit hữu cơ hay vô cơ có thể làm hoà tan một số thành phần của bêtông làm cho bêtông bị ăn mòn.

*c. Độ bền của bêtông trong môi trường xâm thực hoá học*

Quá trình ăn mòn hoá học trong bêtông chủ yếu là ăn mòn đá ximăng dưới các hình thức xâm thực hoà tan, xâm thực trao đổi, xâm thực bành trướng. Phần này đã ngiên cứu khá đầy đủ ở chương ximăng.

Để chống lại sự xâm thực của các yếu tố môi trường thì ta phải làm tăng độ đặc chắc của bêtông bằng cách thiết kế cấp phối bêtông hợp lý, tổ chức quá trình thi công lèn chặt tốt, bảo quản dưỡng hộ tốt và sử dụng một lượng nước nhào trộn hợp lý (có thể giảm lượng nước trong hỗn hợp bêtông bằng các loại phụ gia hoạt tính). Ngoài ra người ta còn có thể tạo lớp bảo vệ bề mặt như bọc một lớp kim loại, gốm sứ ... ngăn không cho bêtông tiếp xúc trực tiếp với môi trường hoặc có thể cải tạo môi trường nước.

*d. Độ bền của bêtông trong môi trường nhiệt*

Theo lý thuyết, không nên dùng bêtông ở môi trường chịu tác dụng lâu dài của nhiệt độ lớn hơn $250^oC$ vì cường độ bêtông sẽ giảm đi rõ rệt. Lý do là khi đó nước liên kết vật lý sẽ tách ra làm bêtông bị co và gây nứt phá hoại cấu trúc của bêtông. Khi nhiệt độ tăng lên đến $500 \div 550^oC$ hoặc cao hơn, những sản phẩm thuỷ hoá của ximăng sẽ bị mất nước hoá học, đá ximăng bị phá hoại đáng kể về mặt thành phần và cấu trúc. Và cũng ở nhiệt độ này ($550^oC$) những hạt thạch anh trong cát và trong đá dăm bị phá hoại, do thạch anh thông thường chuyển sang dạng kết tinh mới (triđimit) thể tích tăng rất lớn, đưa đến phá hoại cấu trúc bêtông.

Tuy nhiên trong thực tế bêtông nặng có thể chịu được nhiệt độ đến $1200^OC$ trong thời gian ngắn. Đó là do khi ở nhiệt độ $1200^OC$ lớp bên ngoài bị phá hoại sẽ trở thành một màng xốp và rỗng có khả năng cách nhiệt, làm cho nhiệt truyền vào bên trong chậm, do đó khi gặp nhiệt độ cao hơn hoặc lâu hơn bêtông mới bị phá hoại.

### *8. Tính chống thấm của bêtông*

Trong bêtông bao giờ cũng tồn tại hệ thống mao quản và lỗ rỗng do nước tự do bay hơi để lại, do lèn chặt chưa tốt, do cấp phối không hợp lý hoặc do co ngót làm xuất hiện các vết nứt nên bêtông có thể bị nước hoặc các chất lỏng khác thấm qua khi làm việc trong môi trường có áp lực thuỷ tĩnh.

Nhưng trong thực tế nước chỉ thấm qua những lỗ rỗng thông nhau mà có đường kính lớn hơn $1\mu m$. Còn những lỗ nhỏ hơn hay bằng $1\mu m$ thì nước không thể thấm qua được ngay dưới áp lực thuỷ tĩnh rất lớn, vì màng nước hấp phụ trên thành mao quản dày đến $0,5\mu m$, do đó nó thu hẹp diện tích và hầu như hoàn toàn lấp kín các mao quản .

Đối với các kết cấu và công trình có yêu cầu về mức độ chống thấm thì người ta xác định độ chống thấm bằng mác chống thấp theo áp lực thuỷ tĩnh thực dụng. Mác chống thấm của bêtông được đặc trưng bằng áp lực nước lớn nhất tính bằng átmốtphe mà chưa gây ra vết thấm trên bề mặt mẫu có kích thước quy định.

Căn cứ vào chỉ tiêu không thấm nước người ta chia bêtông ra làm các loại mác B-2, B-4, B-8 ... nghĩa là bêtông không bị nước thấm qua ở áp lực thuỷ tĩnh 2, 4, 8 ... atmôtphe.

Để nâng cao khả năng chống thấm của bêtông người ta nâng cao độ đặc chắc của bêtông, nghĩa là phải đảm bảo tỷ lệ N/X nhỏ nhất, tỷ lệ cát thích hợp, tăng mức độ lèn chặt khi thi công, cũng như đảm bảo điều kiện dưỡng hộ tốt, hoặc có thể dùng chất phụ gia hoạt tính bề mặt. Ngoài ra để tăng khả năng chống thấm của bêtông người ta có thể tạo lớp bảo vệ bề mặt như sơn chống thấm, quét bitum ...

## III. TÍNH TOÁN CẤP PHỐI CỦA BÊTÔNG NẶNG

### *1. Các phương pháp tính toán*

*a. Khái niệm*

Tính toán cấp phối bêtông là chọn tỷ lệ phối hợp giữa các loại vật liệu như ximăng, nước, cát vá đá dăm hay sỏi sao cho có được hỗn hợp bêtông đạt được các yêu cầu về kỹ thuật, tiết kiệm vật liệu và giảm nhẹ chi phí cho quá trình sản xuất.

b. *Các phương pháp tính toán cấp phối bêtông*

Việc tính toán cấp phối bêtông có thể theo rất nhiều phương pháp, song hiện nay người ta thường dùng 3 phương pháp sau : tra bảng, thực nghiệm hoàn toàn và tính toán cộng với thực nghiệm.

**Phương pháp 1 :** *Phương pháp tra bảng hoàn toàn*

Là phương pháp dựa vào các bảng biểu đã lập sẵn. Căn cứ vào mác ximăng, cớ hạt lớn nhất của cốt liệu, độ sụt và mác bêtông cần chế tạo, tra bảng để xác định sơ bộ thành phần vật liệu cho $1m^3$ bêtông.

Phương pháp này đơn giản, thuận lợi cho người sản xuất nhưng không bám sát thực tế vật liệu. Do đó, phương pháp này chỉ nên áp dụng khi khối lượng bêtông ít, mác bêtông thấp và thông thường dùng để lập dự toán xây dựng.

**Phương pháp 2 :** *Phương pháp thực nghiệm hoàn toàn*

Phương pháp thực nghiệm hoàn toàn dựa vào một số vật liệu nhất định, tiến hành chế tạo mẫu với các cấp phối khác nhau. Đem các mẫu đi kiểm tra các yêu cầu kỹ thuật và lập bảng cấp phối ứng với cường độ tương ứng cho riêng loại vật liệu đó.

Phương pháp này tốn kém chi phí cho công tác thí nghiệm và phạm vi sử dụng hạn hẹp (vì chỉ áp dụng được đối với loại vật liệu thí nghiệm) nhưng cho kết quả chính xác và phù hợp với thực tế vật liệu. Người ta dùng phương pháp này khi khối lượng bêtông lớn hoặc khi thiết kế cấp phối một loại bêtông đặc biệt chưa có trong quy phạm.

**Phương pháp 3 :** *Phương pháp tính toán kết hợp thực nghiệm*

Dựa vào một số bảng tra có sẵn tiến hành tính toán cấp phối bêtông theo trình tự sau :

- Bước 1 : Lựa chọn các thành phần định hướng
- Bước 2 : Chế tạo mẫu , kiểm tra các yêu cầu kỹ thuật và điều chỉnh lại cấp phối cho hợp lý.
- Bước 3 : Lựa chọn thành phần chính thức
- Bước 4 : Chuyển thành phần chính thức sang thành phần bêtông hiện trường

Phương pháp này có nhiều ưu điểm hơn vì vừa kết hợp tính toán vừa kết hợp thực tế vật liệu nhưng không tốn kém nhiều chi phí thí nghiệm. Phương pháp này hiện nay được dùng rộng rãi đối với các loại bêtông bình thường.

***2. Phương pháp tính toán kết hợp với thực nghiệm***

*a. Các điều kiện phải biết trước*

Để tính toán được thành phần bêtông, phải dựa vào một số điều kiện như :

*Yêu cầu về bêtông :*

- Mác bêtông (theo cường độ nén), tuổi cần đạt
- Các yêu cầu kỹ thuật khác : cường độ uốn, độ chống thấm, chống mài mòn, chống co ...

*Yêu cầu về điều kiện thi công :*

- Tính chất của công trình : phải biết được công trình làm việc trong môi trường nào, trên khô hay dưới nước, có ở trong môi trường xâm thực hay không, có chịu tải trọng va chạm, mài mòn hay các yếu tố khác có ảnh hưởng đến cường độ bêtông trong thời gian sử dụng không.
- Đặc điểm của kết cấu công trình : hình dáng , kích thước cấu kiện , bố trí cốt thép ... mục đích là để lựa chọn độ dẻo của hỗn hợp bêtông và độ lớn của cốt liệu cho hợp lý
- Thời gian thi công, nhiệt độ , độ ẩm môi trường và các yêu cầu công nghệ khác : vận chuyển bằng bơm, dỡ ván khuôn sớm. Từ đó xác định độ dẻo của hỗn hợp bêtông cho phù hợp và lựa chọn phụ gia

*Yêu cầu về nguyên vật liệu :*

- Ximăng : loại ximăng, cường độ thực tế, phương pháp thí nghiệm cường độ.
- Đá dăm hay sỏi : loại đá, khối lượng riêng, khối lượng thể tích xốp (đổ đống), đường kính hạt lớn nhất, độ hổng giữa các hạt. . .
- Cát : loại cát, khối lượng riêng, môđun độ lớn, lượng hạt trên 5*mm* (để tính toán lại lượng cát và đá). . .
- Phụ gia : loại phụ gia, năng lực giảm nước, khả năng làm chậm ninh kết, khả năng tăng cường độ. . . .

Từ các chỉ tiêu kỹ thuật của nguyên vật liệu ta tính toán lượng dùng của các thành phần cho hợp lý để đảm bảo bêtông có độ đặc chắc cao nhất nhưng vẫn tiết kiệm nhất.

*b. Cơ sở lý thuyết để tính toán*

Các phương pháp thiết kế thành phần bêtông được sử dụng rộng rãi hiện nay là : phương pháp của ban môi trường Anh, của Viện bêtông Mỹ, phương pháp "Dreux - Gorisse" của Pháp, phương pháp Murdock của Anh, phương pháp của Hội đồng bêtông Poocläng NewZealand, phương pháp Bolomey - Skramtaev và phương pháp của Viện bêtông và bêtông cốt thép Nga. Mỗi phương pháp đều có một phạm vi thích dụng riêng. Ở đây ta chỉ nghiên cứu phương pháp Bolomey - Skramtaev được sử dụng phổ biến ở Việt Nam.

Phương pháp Bolomey - Skramtaev là phương pháp tính toán lý thuyết kết hợp với việc kiểm tra bằng thực nghiệm dựa trên cơ sở lý thuyết " thể tích tuyệt đối" có nghĩa là tổng thể tích tuyệt đối (thể tích hoàn toàn đặc) của vật liệu trong $1m^3$ bêtông bằng 1000 lit, nghĩa là :

$$V_{aX} + V_{aN} + V_{aC} + V_{aD} = 1000(l) \qquad (1)$$

*c. Trình tự tính toán*

**Bước 1 :** *Lựa chọn thành phần định hướng*

** Lựa chọn tính dẻo (độ sụt, độ cứng) cho hỗn hợp bêtông :* độ sụt thích hợp cho các dạng kết cấu cơ bản, đầm bêtông bằng máy ghi trên bảng 5-10. Bảng 5-10 áp dụng để chọn độ sụt của hỗn hợp bêtông ngay sau khi trộn (đã có dự phòng tổn thất độ sụt $2cm$) cho thời gian thi công dưới 45 phút ở thời tiết nóng ($t \geq 30^oC$), dưới 60 phút cho thời tiết mát (($t < 30^oC$).

**Độ sụt hỗn hợp bêtông nên dùng cho các dạng kết cấu**

*Bảng 5-10*

| Dạng kết cấu | Độ sụt SN, *cm* | |
|---|---|---|
| | Tối đa | Tối thiểu |
| Móng và tường móng bêtông cốt thép | 9 ÷ 10 | 3 ÷ 4 |
| Móng bêtông, giếng chìm, tường phần ngầm | 9 ÷ 10 | 3 ÷ 4 |
| Dầm, tường bêtông cốt thép | 11 ÷ 12 | 3 ÷ 4 |
| Cột | 11 ÷ 12 | 3 ÷ 4 |
| Đường, nền, sàn | 9 ÷ 10 | 3 ÷ 4 |
| Khối lớn | 7 ÷ 8 | 3 ÷ 4 |

Các dạng kết cấu không có tên gọi như trong bảng 5-10 chọn độ sụt tương đương về điều kiện thi công như với các kết cấu cơ bản ghi trong bảng 5-10.

Khi thi công đầm thủ công, độ sụt chọn cao hơn 2 ÷ 3*cm* so với giá trị bảng 5-10.

Khi thi công đầm bằng phương pháp rung nén, rung va, chọn độ sụt bằng 0 ÷ 1*cm* hoặc chọn hỗn hợp bêtông có độ cứng Vêbe 4 ÷ 8*s*.

Độ sụt thích hợp phục vụ một số công nghệ thi công đặc biệt có thể chọn như sau : cọc khoan nhồi : 14 ÷ 16*cm* ; bêtông bơm, rót : 12 ÷ 18*cm* tuỳ theo khoảng cách và chiều cao bơm ; rót chèn vào các khe, hốc, mối nối nhỏ không đầm được : 18 ÷ 22*cm*.

Khi thời gian thi công cần kéo dài thêm 30 ÷ 45 phút, độ sụt có thể chọn cao hơn 2 ÷ 3*cm* so với giá trị ghi trong bảng 5-14. Khi cần kéo dài hơn nữa thì nên sử dụng phụ gia.

** Xác định lượng nước nhào trộn (N) :* lượng nước trộn ban đầu cho $1m^3$ bêtông ghi ở bảng 5-11. Lượng nước được lập trong bảng này phù hợp với cốt liệu lớn là đá dăm, ximăng poocläng thông thường và được xác định theo độ sụt, $D_{max}$ của cốt liệu lớn, $M_{dl}$ của cát và có giá trị không đổi khi lượng ximăng sử dụng cho $1m^3$ bêtông nằm trong khoảng 200 ÷ 400*kg*.

Khi lượng ximăng sử dụng trên 400 $kg/m^3$ lượng nước tra bảng sẽ được điều chỉnh theo nguyên tắc cộng thêm 1 lít nước cho 10*kg* tăng. Phụ gia sử dụng dạng bột cũng được tính như ximăng để điều chỉnh lượng nước.

Khi sử dụng cốt liệu lớn là sỏi, lượng nước tra bảng giảm đi 10 lít.

**Lượng nước trộn ban đầu cần cho 1$m^3$ bêtông, *lit***

*Bảng 5-11*

| Số TT | Độ sụt *cm* | Kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu lớn $D_{max}$ , *mm* | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 10 | | | 20 | | | 40 | | | 70 | | |
| | | Môđun độ lớn của cát, $M_{dl}$ | | | | | | | | | | | |
| | | 1,5-1,9 | 2,0-2,4 | 2,5-3,0 | 1,5-1,9 | 2,0-2,4 | 2,5-3,0 | 1,5-1,9 | 2,0-2,4 | 2,5-3,0 | 1,5-1,9 | 2,0-2,4 | 2,5-3,0 |
| 1 | 1 ÷ 2 | 195 | 190 | 185 | 185 | 180 | 175 | 175 | 170 | 165 | 165 | 160 | 155 |
| 2 | 3 ÷ 4 | 205 | 200 | 195 | 195 | 190 | 185 | 185 | 180 | 175 | 175 | 170 | 165 |
| 3 | 5 ÷ 6 | 210 | 205 | 200 | 200 | 195 | 190 | 190 | 185 | 180 | 180 | 175 | 170 |
| 4 | 7 ÷ 8 | 215 | 210 | 205 | 205 | 200 | 195 | 195 | 190 | 185 | 185 | 180 | 175 |
| 5 | 9 ÷ 10 | 220 | 215 | 210 | 210 | 205 | 200 | 200 | 195 | 190 | 190 | 185 | 180 |
| 6 | 11÷12 | 225 | 220 | 215 | 215 | 210 | 205 | 205 | 200 | 195 | 195 | 190 | 185 |

Khi sử dụng ximăng poocläng hỗn hợp (PCB), poocläng xỉ lượng nước tra bảng được cộng thêm 10 lít. Khi sử dụng ximăng poocläng puzơlan ($PC_{PUZ}$), lượng nước tra bảng được cộng thêm 15 lít.

Khi sử dụng cát có $M_{dl}$ = 1 ÷ 1,4 lượng nước tăng thêm 5 lít. Khi dùng cát có $M_{dl}$ > 3 lượng nước giảm đi 5 lít.

Nên sử dụng phụ gia hoá dẻo, hoá dẻo cao hoặc siêu dẻo để giảm bớt nước nhào trộn. Mức giảm bớt nước xác định theo đặc tính loại phụ gia dự kiến sử dụng. Sơ bộ có thể lấy : 5 ÷ 9% đối với phụ gia hoá dẻo ; 10 ÷ 15% đối với phụ gia hoá dẻo cao ; 16 ÷ 20% đối với phụ gia siêu dẻo. Lượng nước chứa trong phụ gia dạng lỏng được tính vào thành phần trộn.

Chọn lượng nước cho hỗn hợp bêtông có yêu cầu độ sụt cao như sau :

ĐS = 13 ÷ 16*cm* : theo dòng ĐS = 7 ÷ 8*cm* bảng 5-16 kết hợp với phụ gia hoá dẻo, theo dòng ĐS = 5 ÷ 6*cm* kết hợp với phụ gia hoá dẻo cao, theo dòng ĐS = 3 ÷ 4*cm* kết hợp với phụ gia siêu dẻo.

ĐS = 17 ÷ 20*cm* : theo dòng ĐS = 9 ÷ 10*cm* kết hợp với phụ gia hoá dẻo, theo dòng ĐS = 7 ÷ 8*cm* kết hợp với phụ gia hoá dẻo cao, theo dòng ĐS = 5 ÷ 6*cm* kết hợp với phụ gia siêu dẻo.

** Xác định tỷ lệ ximăng - nước (X/N):* Tính theo công thức Bolomey - Skramtaev :

- Đối với bêtông thường (X/N = 1,4 ÷ 2,5) :

$$R_b = AR_X\left(\frac{X}{N} - 0{,}5\right)$$

$$\rightarrow \quad \frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_X} + 0{,}5 \qquad (4)$$

- Đối với bêtông cường độ cao (X/N > 2,5) :

$$R_b = A_1R_X\left(\frac{X}{N} + 0{,}5\right)$$

$$\rightarrow \quad \frac{X}{N} = \frac{R_b}{A_1R_X} - 0{,}5 \qquad (5)$$

trong đó : $R_X$ - cường độ thực tế của ximăng, *kg/cm²*

$R_b$ - cường độ bêtông, *kg/cm²* ; lấy bằng mác bêtông yêu cầu theo cường độ nén nhân với hệ số an toàn :1,1 đối với các trạm trộn tự động; 1,15 đối với các trạm trộn thủ công

A, $A_1$ - hệ số kể đến chất lượng cốt liệu và phương pháp xác định mác ximăng được xác định theo bảng 5-12

Công thức (4) và (5) áp dụng để tính tỷ lệ X/N nhằm đạt cường độ nén của bêtông ở tuổi 28 ngày trên mẫu chuẩn kích thước 150x150x150*mm* theo TCVN 3118 - 1993.

Khi thiết kế mác bêtông không phải ở tuổi 28 ngày thì để xác định tỷ lệ X/N, cường độ bêtông ở các tuổi này ($R_t$) được quy đổi về cường độ bêtông tuổi 28 ngày bằng công thức (6) như sau :

$$R_{n(28\ ngày)} = \frac{R_t}{k_t}$$

trong đó : $k_t$ - hệ số quy đổi, xác định sơ bộ theo bảng 5-17

**Hệ số chất lượng vật liệu A và $A_1$**

*Bảng 5-12*

| Chất lượng vật liệu | Chỉ tiêu đánh giá | Hệ số A.,$A_1$ ứng với ximăng thử cường độ theo | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TCVN6016-1995 | | TCVN4032-1985 (p.p vữa dẻo) | | Phương pháp nhanh | |
| | | A | $A_1$ | A | $A_1$ | A | $A_1$ |
| Tốt | - Ximăng hoạt tính cao không trộn phụ gia thuỷ.<br>- Đá sạch, đặc chắc, cường độ cao, cấp phối hạt tốt.<br>- Cát sạch, $M_{dl}$ = 2,4 ÷ 2,7 | 0,54 | 0,34 | 0,60 | 0,38 | 0,47 | 0,30 |
| Trung bình | - Ximăng hoạt tính trung bình, pooclăng hỗn hợp, chứa 10 ÷ 15% phụ gia thuỷ.<br>- Đá chất lượng phù hợp với TCVN 1771 - 1987<br>- Cát chất lượng phù hợp với TCVN 1770 - 1986, $M_{dl}$ = 2,0 ÷ 3,4 | 0,50 | 0,32 | 0,55 | 0,35 | 0,43 | 0,27 |
| Kém | - Ximăng hoạt tính thấp, pooclăng hỗn hợp chứa trên 15% phụ gia thuỷ.<br>- Đá có một chỉ tiêu chưa phù hợp với TCVN 1772 - 1987<br>- Cát mịn, $M_{dl}$ < 2,0 | 0,45 | 0,29 | 0,50 | 0,32 | 0,40 | 0,25 |

**Hệ số quy đổi cường độ nén của bêtông ở các tuổi về cường độ 28 ngày ($k_t$)**

*Bảng 5-13*

| **Tuổi bêtông, ngày** | 3 | 7 | 28 | 60 | 90 | 180 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **$k_t$** | 0,5 | 0,7 | 1,0 | 1,1 | 1,5 | 1,2 |

***Ghi chú :*** *Hệ số $k_t$ của bảng này áp dụng cho điều kiện nhiệt độ không khí t > 20°C.*

*- $k_t$ ở tuổi 3, 7 ngày lấy tương ứng 0,45 và 0,65 khi nhiệt độ không khí t = 15 ÷ 20°C.*

*- $k_t$ ở tuổi 3, 7 ngày lấy tương ứng 0,40 và 0,60 khi nhiệt độ không khí t = 10 ÷ 15°C.*

** Xác định lượng ximăng (X) và phụ gia (PG) :*

Từ lượng nước và tỷ lệ X/N ta xác định được lượng ximăng cần dùng như sau :

$$X = \frac{X}{N} \times N \quad ; \; kg$$

Sau khi tính được lượng ximăng ta phải đem so sánh với lượng ximăng tối thiểu theo bảng 5-14, nếu thấp hơn thì phải lấy lượng ximăng tối thiểu để tính toán tiếp (để đảm bảo hỗn hợp bêtông không bị phân tầng), đối với bêtông để bơm không nhỏ hơn 280 *kg/m³*. Khi đó để bảo bảo giữ nguyên cường độ của bêtông theo thiết kế ban đầu thì tỷ lệ N/X phải không thay đổi, do đó lượng nước cũng phải tính lại.

*Bảng 5-14*

| Kích thước hạt cốt liệu lớn nhất, $D_{max}$, *mm* | 10 | 20 | 40 | 70 |
|---|---|---|---|---|
| Bêtông có độ sụt 1 ÷ 10*cm* | 220 | 200 | 180 | 160 |
| Bêtông có độ sụt 10 ÷ 16*cm* | 240 | 220 | 210 | 180 |

Khi lượng ximăng tính được lớn hơn 400*kg,* cần hiệu chỉnh lại lượng nước. Lượng nước hiệu chỉnh tính bằng công thức :

$$N_{hc} = \frac{10.N - 400}{10 - \frac{X}{N}} \quad ; \; lít$$

trong đó : $N_{hc}$ - lượng nước hiệu chỉnh, *lít*

N - lượng nước tính toán ban đầu, *lít*

X/N - tỷ lệ ximăng trên nước tính ở trên

Sau đó giữ nguyên tỷ lệ X/N, tính lại lượng ximăng theo lượng nước đã hiệu chỉnh.

Hàm lượng phụ gia được tính theo % hàm lượng ximăng.

** Xác định lượng đá dăm hay sỏi (Đ) :*

Để xác định lượng cốt liệu lớn và nhỏ phải dựa trên nguyên tắc ban đầu đã nêu, tức là thể tích 1*m³* hỗn hợp bêtông sau khi đầm chặt là thể tích hoàn toàn đặc của cốt liệu và thể tích hồ ximăng. Ta có :

$$V_{aX} + V_{aN} + V_{aC} + V_{aD} = 1000 \qquad (1)$$

Hay $$\frac{X}{\gamma_{aX}} + N + \frac{C}{\gamma_{aC}} + \frac{D}{\gamma_{aD}} = 1000 \quad (2)$$

trong đó : $V_{aX}$, $V_{aN}$, $V_{aC}$, $V_{aĐ}$ - thể tích hoàn toàn đặc của ximăng, nước, cát, đá trong $1m^3$bêtông, *lit*

X, N, C, Đ - khối lượng ximăng, nước, cát, đá trong $1m^3$bêtông, *kg*

$\gamma_{aX}$, $\gamma_{aC}$, $\gamma_{aĐ}$ - khối lượng riêng của ximăng, cát và đá, *kg/ lit*

Quan niệm rằng ximăng khi tương tác với nước tạo thành hồ ximăng sẽ lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu nhỏ (cát) và bao bọc cát tạo thành vữa ximăng (coi như vữa ximăng hoàn toàn đặc). Vữa ximăng lại lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu lớn (đá) và bao quanh chúng thành một lớp có chiều dày nhất định để cho hỗn hợp bêtông đạt được độ dẻo cần thiết. Như vậy, thể tích vữa ximăng tạo thành phải lớn hơn tổng thể tích các lỗ rỗng của đá, nghĩa là :

$$V_{vữa} = k_d.V_{rĐ} \text{ ; với } k_d > 1$$

$$\rightarrow \quad V_{aX} + V_{aN} + V_{aC} = k_d.V_{rĐ}$$

$$\frac{X}{\gamma_{aX}} + N + \frac{C}{\gamma_{aC}} = k_d.r_đV_{oĐ} = k_d.r_d.\frac{D}{\gamma_{oD}} \qquad (3)$$

từ (2) và (3) ta có : $$k_d.r_d.\frac{D}{\gamma_{oD}} + \frac{D}{\gamma_{aD}} = 1000$$

$$\rightarrow \quad Đ = \frac{1000}{\frac{k_d r_D}{\gamma_{oD}} + \frac{1}{\gamma_{aD}}} \text{ ; } kg$$

hoặc $$Đ = \frac{\gamma_{oD}}{r_d(k_d - 1) + 1} \text{ ; } kg$$

trong đó : $r_d$ - độ rỗng của đá, %

$k_d$ - hệ số dư vữa hợp lý

$\gamma_{oĐ}$, $\gamma_{aĐ}$ - khối lượng thể tích và khối lượng riêng của đá, *kg/ lit*

Đối với các hỗn hợp bêtông cần ĐS = 2 ÷ 12*cm* (trừ bêtông có yêu cầu cường độ uốn hoặc cường độ chống thấm nước), hệ số dư vữa hợp lý $k_d$ được xác định theo bảng 5-15trên cơ sổ thể tích hồ ximăng và môđun độ lớn của cát.

Thể tích hồ ximăng được xác định bằng công thức :

$$V_h = \frac{X}{\gamma_{aX}} + N \text{ ; } lít$$

trong đó : $V_h$ - thể tích hồ ximăng, *lít*

N - lượng nước cho 1$m^3$ bêtông, *lít*

$\gamma_{aX}$ - khối lượng riêng của ximăng, *g/cm*$^3$

**Hệ số dư vữa hợp lý ($k_d$) dùng cho hỗn hợp bêtông dẻo (ĐS = 2 ÷ 12*cm*); Cốt liệu lớn là đá dăm (nếu dùng sỏi, $k_d$ tra bảng cộng thêm 0,06)**

*Bảng 5 -15*

| $M_{đl}$ của cát | $k_d$ ứng với giá trị $V_h = X/\gamma_{aX} + N$ (*lít/m*$^3$) bằng | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **225** | **250** | **275** | **300** | **325** | **350** | **375** | **400** | **425** | **450** |
| 3,0 | 1,33 | 1,38 | 1,43 | 1,48 | 1,52 | 1,56 | 1,59 | 1,62 | 1,64 | 1,66 |
| 2,75 | 1,30 | 1,35 | 1,40 | 1,45 | 1,49 | 1,53 | 1,56 | 1,59 | 1,61 | 1,63 |
| 2,5 | 1,26 | 1,31 | 1,36 | 1,41 | 1,45 | 1,49 | 1,52 | 1,55 | 1,57 | 1,59 |
| 2,25 | 1,24 | 1,29 | 1,34 | 1,39 | 1,43 | 1,47 | 1,50 | 1,53 | 1,55 | 1,57 |
| 2,0 | 1,22 | 1,27 | 1,32 | 1,37 | 1,41 | 1,45 | 1,48 | 1,51 | 1,53 | 1,55 |
| 1,75 | 1,14 | 1,19 | 1,24 | 1,29 | 1,33 | 1,37 | 1,40 | 1,43 | 1,45 | 1,47 |
| 1,5 | 1,07 | 1,12 | 1,17 | 1,22 | 1,26 | 1,30 | 1,33 | 1,36 | 1,38 | 1,40 |

Với các độ sụt khác, điều chỉnh $k_d$ như sau :

- Khi bêtông có độ sụt 14 ÷ 18*cm*, $k_d$ tra bảng cộng thêm 0,1 đối với cát có $M_{đl} < 2$; cộng thêm 0,15 với cát có $M_{đl} = 2 \div 2,5$; cộng thêm 0,2 với cát có $M_{đl} > 2,5$.

- Khi bêtông có độ sụt 0 ÷ 1*cm* (Vebe = 4 ÷ 8*s*) $k_d$ tra bảng trừ bớt 0,1 đối với cát có $M_{đl} < 2$(nhưng giá trị cuối cùng không nhỏ hơn 1,05); trừ bớt 0,15 ÷ 0,2 đối với cát có $M_{đl} \geq 2$ (nhưng giá trị cuối cùng không nhỏ hơn 1,1).

** Xác định lượng cát (C) :*

Sau khi xác định được lượng nước (N), ximăng (X) và đá (Đ) ta có thể suy ra lượng cát từ phương trình (2) như sau :

$$C = \left[1000 - \left(\frac{X}{\gamma_{aX}} + \frac{D}{\gamma_{oD}} + N\right)\right] \times \gamma_{aC} \quad ; \; kg$$

trong đó : $\gamma_{aX}$, $\gamma_{aC}$, $\gamma_{0Đ}$ - khối lượng riêng của ximăng, cát và khối lượng thể tích của đá , *kg/ lit*

**<u>Bước 2 :</u>** *Kiểm tra bằng thực nghiệm*

Bước tính toán sơ bộ ta đã xác định được lượng ximăng, nước, cát, đá (sỏi) cho 1$m^3$ hỗn hợp bêtông. Song trong quá trình tính toán ta đã dựa vào một số bảng tra, biểu đồ, công thức mà điều kiện thành lập các bảng tra, biểu đồ, công thức đó có thể khác với điều kiện thực tế. Vì vậy cần phải có bước kiểm tra lại bằng thực nghiệm để xem với liều lượng vật liệu tính toán ở trên hỗn hợp bêtông và bêtông có đạt các yêu cầu kỹ thuật hay không.

** Tính liều lượng vật liệu cho một mẻ trộn thí nghiệm :*

Từ liều lượng vật liệu của 1$m^3$ bêtông đã tính được ở bước tính sơ bộ ta sẽ tính được khối lượng vật liệu cho một mẻ trộn theo thể tích cần có.

$$x_m = \frac{X}{1000} \times V_m$$

$$c_m = \frac{C}{1000} \times V_m$$

$$đ_m = \frac{D}{1000} \times V_m$$

$$n_m = \frac{N}{1000} \times V_m$$

$$pg_m = \frac{PG}{1000} \times V_m$$

trong đó : $x_m$, $c_m$, $đ_m$, $n_m$, $pg_m$ - khối lượng ximăng, cát, đá, nước, phụ gia cho một mẻ trộn, *kg*

X, C, Đ, N, PG - khối lượng ximăng, cát, đá, nước, phụ gia cho $1m^3$ bêtông, *kg*

$V_m$ - thể tích của một mẻ trộn, *lít*

** Kiểm tra tính dẻo của hỗn hợp bêtông :* Kiểm tra độ sụt hoặc độ cứng

Trộn vật liệu theo liều lượng dùng cho một mẻ trộn thí nghiệm rồi kiểm tra độ sụt bằng hình nón cụt tiêu chuẩn theo TCVN 3106 - 1993 hoặc kiểm tra độ cứng bằng nhớt kế Vebe.

Khi kiểm tra độ sụt có thể xảy ra các trường hợp sau :

- Độ sụt thực tế bằng độ sụt yêu cầu
- Độ sụt thực tế nhỏ hơn hay lớn hơn độ sụt yêu cầu

Khi kiểm tra độ cứng cũng có thể xảy ra các trường hợp tương tự :

- Độ cứng thực tế bằng độ cứng yêu cầu
- Độ cứng thực tế nhỏ hơn hay lớn hơn độ cứng yêu cầu

Nếu độ sụt thực tế nhỏ hơn độ sụt yêu cầu (hay độ cứng thực tế lớn hơn độ cứng yêu cầu) thì phải tăng thêm lượng nước và ximăng sao cho tỷ lệ X/N không thay đổi cho tới khi bêtông đạt tính dẻo theo yêu cầu. Để tăng một cấp độ sụt khoảng 2÷3*cm* cần thêm 5 lít nước.

Nếu độ sụt thực tế lớn hơn độ sụt yêu cầu (hay độ cứng thực tế nhỏ hơn độ cứng yêu cầu) thì phải tăng thêm lượng cốt liệu cát và đá nhưng phải đảm bảo tỷ lệ $\frac{C}{C+D}$ không thay đổi.

** Kiểm tra cường độ :*

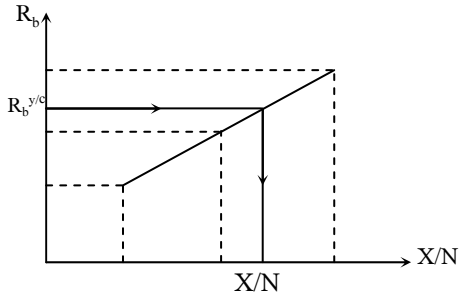
Để kiểm tra cường độ ta lấy hỗn hợp bêtông đã đạt yêu cầu về tính dẻo đem đúc mẫu bằng các khuôn có hình dạng và kích thước quy định. Số mẫu cần đúc tuỳ thuộc vào cường độ của bêtông cần phải xác định ở những tuổi nào. Sau đó đem mẫu dưỡng hộ 28 ngày trong điều kiện tiêu chuẩn rồi nén xác định cường độ chịu nén trung bình. Nếu các mẫu thí nghiệm có hình dáng kích thước không tiêu chuẩn thì phải chuyển về cường độ của mẫu tiêu chuẩn.

Nếu $R_{tb} = (1 \div 1,15)\ R_b^{y/c}$ thì bêtông đạt yêu cầu về cường độ → giữ nguyên cấp phối đã tính toán.

Nếu $R_{tb} > 1,15R_b^{y/c}$ thì phải tính lại hoặc giảm bớt lượng ximăng để đảm bảo tính kinh tế.

Nếu $R_{tb} < R_b^{y/c}$ thì nhất thiết phải tính lại hoặc tăng thêm lượng ximăng.

Để thuận tiện cho việc kiểm tra người ta đúc thêm hai tổ mẫu với lượng ximăng tăng và giảm 10% rồi xác định cường độ trung bình của hai tổ mẫu đúc thêm này. Lập đồ thị $R_b$ ứng với các tỷ lệ X/N khác nhau. Từ cường độ bêtông yêu cầu ta sẽ xác định được trên đồ thị tỷ lệ X/N rồi tính được các thành phần còn lại.




** Kiểm tra các yêu cầu khác :*

Đối với bêtông các công trình thuỷ lợi, thuỷ điện thường có yêu cầu cao về độ chống thấm nước thì ta phải kiểm tra mác chống thấm của bêtông.

** Khối lượng thể tích của hỗn hợp bêtông đã lèn chặt :*

$$\gamma_{oh} = \frac{G_{k+b} - G_k}{V_k} \ ;\ kg/l$$

trong đó : $\gamma_{oh}$ - khối lượng thể tích của hỗn hợp bêtông đã lèn chặt, *kg/ l*

$G_{k+b}$ - khối lượng của khuôn đã chứa bêtông sau khi đúc mẫu, *kg*

$G_k$ - khối lượng của khuôn, *kg*

$V_k$ - thể tích của khuôn, *lít*

Sau khi kiểm tra và điều chỉnh các thành phần cấp phối ta có lượng vật liệu cho một mẻ trộn thí nghiệm là $x'_m$ , $n'_m$, $c'_m$ , $đ'_m$ , $pg'_m$ .

**Bước 3 :** *Lựa chọn thành phần chính thức*

** Thể tích thực của mẻ trộn thí nghiệm sau khi điều chỉnh :*

$$v_m = \frac{x'_m + n'_m + c'_m + d'_m + pg'_m}{\gamma_{oh}} \ ;\ lít$$

trong đó : $v_m$ - thể tích thực tế của mẻ trộn thí nghiệm sau khi điều chỉnh,*ltt*

$\gamma_{oh}$ - khối lượng thể tích của hỗn hợp bêtông đã lèn chặt, *kg/ l*

$x'_m$ , $n'_m$, $c'_m$ , $đ'_m$ , $pg'_m$ - lượng ximăng, nước, cát, đá và phụ gia dùng cho mẻ trộn thí nghiệm sau khi điều chỉnh, *kg*

** Tính lượng vật liệu cho 1m³ bêtông theo thành phần chính thức*

Trong quá trình kiểm tra bằng thực nghiệm có thể ta đã thêm nguyên vật liệu để bêtông đạt các yêu cầu kỹ thuật nên lượng vật liệu cho $1m^3$ bêtông đã thay đổi, do đó phải tính lại theo các công thức sau :

$$X_1 = \frac{x'_m}{v_m} \times 1000 \ ; \ kg$$

$$N_1 = \frac{n'_m}{v_m} \times 1000 \ ; \ kg$$

$$C_1 = \frac{c'_m}{v_m} \times 1000 \ ; \ kg$$

$$Đ_1 = \frac{d'_m}{v_m} \times 1000 \ ; \ kg$$

$$PG_1 = \frac{pg'_m}{v_m} \times 1000 \ ; \ kg$$

**Bước 4 :** *Chuyển thành phần bêtông hiện trường*

Khi tính toán sơ bộ thành phần vật liệu cho $1m^3$ bêtông ta đã giả thiết là nguyên vật liệu hoàn toàn khô (W = 0%). Nhưng trong thực tế cát và đá luôn bị ẩm nên phải tính đến để điều chỉnh lại lượng cát, đá và nước cho chính xác.

Lượng nguyên vật liệu trên hiện trường được tính theo các công thức sau :

$$X_2 = X_1 \ ; \ kg$$

$$C_2 = C_1 (1 + W_C /100) \ ; \ kg$$

$$Đ_2 = Đ_1 (1 + W_Đ /100) \ ; \ kg$$

$$N_2 = N_1 - (C_1 W_C /100 + Đ_1 W_Đ /100) \ ; \ lít$$

trong đó : $X_2$ , $C_2$ , $Đ_2$ , $N_2$ - lượng ximăng, cát ẩm, đá ẩm và nước sẽ sử dụng cho $1m^3$ bêtông tại hiện trường, *kg*

$X_1$ , $C_1$ , $Đ_1$ , $N_1$ - lượng ximăng, cát, đá và nước theo cấp phối chuẩn (ở điều kiện khô) cho $1m^3$ bêtông, *kg*

$W_C$ , $W_Đ$ - độ ẩm của cát và đá tại hiện trường, %

**Bước 5 :** *Tính lượng vật liệu cho một mẻ trộn bằng máy*

** Hệ số sản lượng bêtông*

Trong thực tế khi chế tạo bêtông vật liệu được sử dụng ở trạng thái tự nhiên ($V_{oX}$ ,$V_{oC}$ , $V_{oĐ}$). Dung tích thùng trộn là $V_o$ , coi rằng cát, đá và ximăng chiếm chỗ toàn bộ thùng trộn còn nước không chiếm chỗ vì nó đi vào các lỗ rỗng của thùng trộn. Ta có :

$$V_{oX} + V_{oC} + V_{oĐ} = V_o$$

hay

$$\frac{X}{\gamma_{oX}} + \frac{C}{\gamma_{oC}} + \frac{D}{\gamma_{oD}} = V_o$$

Thể tích hỗn hợp bêtông sau khi nhào trộn luôn luôn nhỏ hơn tổng thể tích tự nhiên của các nguyên vật liệu,điều đó được thể hiện bằng hệ số sản lượng bêtông β.

$$\beta = \frac{V_b}{V_o}$$

Khi đã biết cấp phối công tác ta có công thức xác định hệ số sản lượng như sau :

$$\beta = \frac{1000}{V_{oX} + V_{oC} + V_{oD}}$$

hay

$$\beta = \frac{1000}{\frac{X_2}{\gamma_{oX}} + \frac{C_2}{\gamma_{oC}} + \frac{D_2}{\gamma_{oD}}}$$

trong đó : $X_2$ , $C_2$ , $Đ_2$ - lượng vật liệu cho 1$m^3$ bêtông tại hiện trường, *kg*

$\gamma_{oX}$ , $\gamma_{oC}$ , $\gamma_{oĐ}$ - khối lượng thể tích xốp của ximăng, cát, đá tại hiện trường, *kg/ l*

Tuỳ thuộc vào độ rỗng của cốt liệu mà giá trị của β nằm trong khoảng 0,55 ÷ 0,75.

** Xác định liều lượng cho một mẻ trộn bằng máy :*

Hệ số sản lượng bêtông được sử dụng trong việc tính lượng nguyên vật liệu cho một mẻ trộn của máy có dung tích thùng trộn là $V_o$ (lít). Lượng vật liệu cho một mẻ trộn của máy được tính như sau :

$$X_o = \frac{X_2}{1000}\beta V_o \ ; \ kg$$

$$N_o = \frac{N_2}{1000}\beta V_o \ ; \ lít$$

$$C_o = \frac{C_2}{1000}\beta V_o \ ; \ kg$$

$$Đ_o = \frac{D_2}{1000}\beta V_o \ ; \ kg$$

$$PG_o = \frac{PG_2}{1000}\beta V_o \ ; \ kg$$

trong đó : $X_o$ , $N_o$ , $C_o$ , $Đ_o$ , $PG_o$ - lượng ximăng, nước, cát, đá và phụ gia dùng cho một mẻ trộn

$X_2$ , $N_2$ , $C_2$ , $Đ_2$ , $PG_2$ - lượng ximăng, nước, cát, đá và phụ gia theo cấp phối công tác

**CHƯƠNG VI :**

# VỮA XÂY DỰNG

## §1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

### I. KHÁI NIỆM

*Vữa xây dựng* là một loại vật liệu đá nhân tạo tương tự như bê tông, thành phần chế tạo gồm có : chất kết dính, nước, cốt liệu nhỏ và phụ gia (nếu có). Phụ gia có tác dụng cải thiện tính chất của hỗn hợp vữa và vữa.

Vữa xây dựng có đặc điểm gần giống như bê tông, chỉ khác ở một số điểm sau :

- Vữa phải làm việc ở trạng thái dàn thành lớp mỏng nên không thể có cốt liệu lớn mà chỉ có cốt liệu nhỏ.
- Do chỉ có cốt liệu nhỏ nên tỷ diện rất lớn, đòi hỏi lượng nước nhào trộn phải lớn hơn.
- Vữa tiếp xúc với không khí, với vật liệu xây hút nước nên dễ bị mất nước nên đòi hỏi vữa phải có khả năng giữ nước lớn hơn để đảm bảo độ dẻo và quá trình rắn chắc của ximăng.
- Vữa làm nhiệm vụ liên kết vật liệu xây nên đòi hỏi lực kết dính với vật liệu xây phải lớn.

Ngoài ra , vữa là một loại đá nhân tạo nên cường độ và độ bền, độ dẻo yêu cầu cũng giống như bê tông.

### II. PHÂN LOẠI

***1. Theo khối lượng thể tích***

- Vữa nặng : $\gamma_o > 1500$ *kg/m*$^3$
- Vữa nhẹ : $\gamma_o \leq 1500$ *kg/m*$^3$

***2. Theo chất kết dính***

- Vữa xi măng : ximăng + cát + nước
- Vữa vôi : vôi + cát + nước
- Vữa thạch cao : thạch cao + cát + nước
- Vữa hỗn hợp : ximăng - vôi, ximăng - đất sét, ximăng - thạch cao v.v...

***3. Theo mục đích sử dụng***

- Vữa xây để xây gạch đá, sử dụng cát hạt trung
- Vữa trát để hoàn thiện bề mặt khối xây, sử dụng cát hạt mịn
- Vữa láng, lát, ốp, vữa trang hoàng ... để hoàn thiện công trình, thường dùng thạch cao làm chất kết dính vì có độ mịn và bóng cao.
- Vữa đặc biệt : vữa giếng khoan, vữa chèn mối nối các chi tiết trong quá trình lắp ghép nhà và công trình, vữa phun cáp dự ứng lực, vữa cách âm, cách nhiệt v.v...

# §2. VẬT LIỆU CHẾ TẠO VỮA

## I. CHẤT KẾT DÍNH

Để chế tạo vữa thường dùng chất kết dính vô cơ như ximăng poocläng, ximăng poocläng xỉ, ximăng poocläng puzơlan, vôi không khí, vôi thủy, thạch cao xây dựng v.v... Việc lựa chọn chất kết dính tùy thuộc vào môi trường sử dụng và mác vữa yêu cầu.

Loại vữa mác 2 ÷ 10, dùng ở môi trường khô ráo, thì dùng vôi

Loại vữa mác trung bình, từ 10 ÷ 75 nếu không có yêu cầu gì đặc biệt thì nên dùng loại vữa hỗn hợp vừa đảm bảo cường độ lại vừa đảm bảo độ dẻo.

Loại vữa mác cao, từ 75 ÷ 200 nhất thiết phải dùng xi măng để bảo đảm cường độ.

### *1. Xi măng*

*Vai trò :* trong vữa ximăng, ximăng có vai trò là chất kết dính để tạo ra cường độ cho vữa. Mặt khác ximăng còn có tác dụng giữ nước tạo độ dẻo cho vữa. Còn trong vữa hỗn hợp ximăng chỉ đóng vai trò là chất kết dính để tạo ra cường độ cho vữa, còn vôi (hoặc đất sét) sẽ làm nhiệm vụ giữ nước tạo độ dẻo cho vữa.

*Loại xi măng :* chọn tùy thuộc vào môi trường sử dụng

*Mác xi măng :* Ximăng cần có mác cao gấp 3 ÷ 4 lần mác vữa. Khi dùng ximăng mác cao có thể pha vào phụ gia trơ và vôi để hạ mác ximăng xuống.

### *2. Vôi*

*Vai trò :* trong vữa vôi, vôi có vai trò là chất kết dính để tạo ra cường độ cho vữa. Mặt khác vôi còn có khả năng giữ nước tạo độ dẻo cho vữa. Còn trong vữa hỗn hợp, vôi có nhiệm vụ chủ yếu là đảm bảo khả năng giữ nước cho vữa, còn ximăng sẽ làm nhiệm vụ kết dính và tạo ra cường độ cho vữa.

Khi chất lượng vôi tốt, khả năng giữ nước sẽ tốt thì lượng vôi trong vữa sẽ giảm xuống rõ rệt, mà vữa vẫn dẻo. Vôi dùng cho vữa có thể dùng bột vôi sống hoặc vôi nhuyễn, nếu là vôi nhuyễn thì phải tôi kỹ và lọc qua sàng 0,6 mm (để loại hạt quá già lửa làm rỗ mặt trát), nếu là bột vôi sống phải cẩn thận khi nhào trộn.

## II. CÁT

Cát cấu tạo nên bộ xương cứng trong vữa, làm cho vữa bớt co thể tích và tăng sản lượng. Vì vậy, chất lượng cát có ảnh hưởng rất lớn đến cường độ của vữa. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng của cát dùng cho vữa gồm có :

**CT1 :** *Hàm lượng chất bẩn*

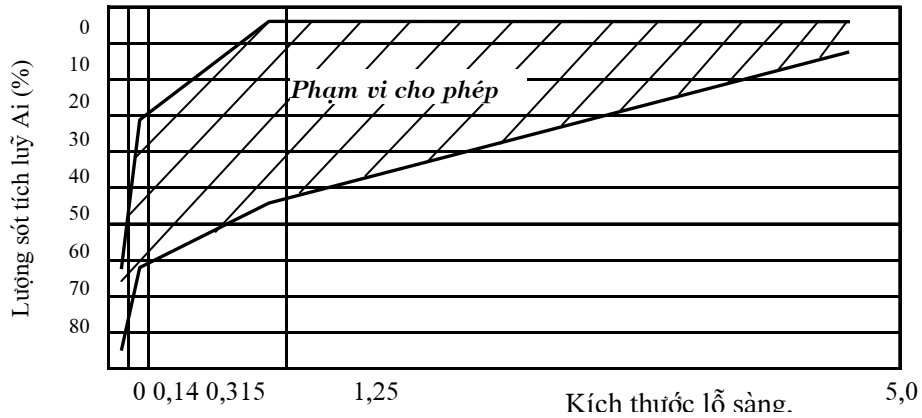
Hàm lượng chất bẩn, bụi, sét trong cát được khống chế như sau : < 20% cho mác vữa dưới 10; < 10% cho vữa mác 25 và 50; và < 5 % cho vữa mác 75 trở lên.

**CT2 :** *Thành phần hạt , độ lớn*

*Thành phần hạt :* nói chung cát phải có môđun độ lớn không nhỏ hơn 0,7 và cấp phối phải phù hợp với bảng 6-1 và được biểu diễn ở đồ thị như hình vẽ.

*Bảng 6-1*

| Kích thước mắt sàng (*mm*) | 5 | 1,25 | 0,315 | 0,14 |
|---|---|---|---|---|
| Lượng sót tích luỹ (%) | 0 ÷ 10 | 0 ÷ 55 | 30 ÷ 95 | 75 ÷ 100 |




***Đồ thị xác định thành phần hạt của cát trong vữa***

*Độ lớn :* khi xây gạch nên dùng cát có $d_{max} \leq 5mm$, xây đá hộc dùng cát có kích thước không lớn hơn 1/4 ÷ 1/5 chiều dày mạch xây, còn khi hoàn thiện thì cát có $d_{max} < 2,5mm$.

Cát có thể là cát thiên nhiên (cát thạch anh, cát fenspat) và cát nhân tạo (nghiền từ các loại đá đặc hoặc đá rỗng).

## III. PHỤ GIA

Trong vữa có thể dùng tất cả các loại phụ gia như bêtông. Phụ gia được cho vào nhằm mục đích cải thiện các tính chất nhất định của vữa. Để tiết kiệm lượng chất kết dính, làm giảm lượng nước nhào trộn, làm tăng độ dẻo, thường dùng một số phụ gia hoạt tính bề mặt . Khi cần tăng sản lượng và hạ mác vữa thường dùng các loại phụ gia vô cơ như đất sét dẻo, cát nghiền nhỏ, bột đá puzơlan.

## IV. NƯỚC

Nước dùng để chế tạo vữa là nước sạch.

# §3. MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA HỖN HỢP VỮA VÀ VỮA

## I. ĐỘ DẺO CỦA HỖN HỢP VỮA (TCVN 3121-1979)

### *1. Khái niệm*

Độ dẻo của hỗn hợp vữa đặc trưng cho khả năng dễ hay khó nhào trộn, thi công, là tính chất quan trọng đảm bảo năng suất thi công và chất lượng của khối xây. Do vữa phải làm việc ở trạng thái dàn mỏng nên yêu cầu độ dẻo phải lớn.

### *2. Cách xác định*

Độ dẻo được đánh giá bằng độ cắm sâu vào hỗn hợp vữa của côn, tính bằng *cm*

Côn là dụng cụ kim loại có dạng hình nón, góc ở chóp bằng $30^o$, cao 145*mm*, nặng 300±2*g*, đường kính đáy 75*mm*. Phễu đựng vữa hình nón cụt cao 180*mm*, đường kính đáy nhỏ 20*mm*, đường kính đáy lớn 150*mm*.

Dụng cụ để đo độ cắm chùy có cấu tạo tương tự vica.

Hỗn hợp vữa trộn xong được đổ ngay vào phễu, dùng chày đầm 25 cái sau đó lấy bớt vữa ra sao cho mặt vữa thấp hơn miệng phễu 1*cm*. Dằn nhẹ trên mặt bàn hay nền cứng 5 ÷ 6 lần. Đặt phễu vào giá dưới côn rồi hạ côn xuống sao cho mũi côn vừa chạm vào mặt vữa ở tâm của đáy phễu. Thả vít cho côn rơi tự do vào trong vữa. Sau 10 giây tính từ khi thả vít bắt đầu đọc trị số trên bảng chia chính xác đến 0,2*cm*

Trong điều kiện hiện trường cho phép thả côn vào trong vữa bằng tay.

***3. Các yếu tố ảnh hưởng***

*Ảnh hưởng của chất kết dính:*

- Lượng dùng chất kết dính tăng và nước tăng → Độ dẻo tăng
- Lượng dùng chất kết dính tăng nhưng giữ nguyên lượng nước → Độ dẻo giảm vì lượng nước dùng để thuỷ hoá.
- Lượng dùng chất kết dính giảm → Độ dẻo giảm

*Ảnh hưởng của cốt liệu :*

- Khi đường kính hạt cát tăng thì độ rỗng và tỷ diện của cát giảm → lớp hồ bao bọc hạt cát sẽ dày lên làm độ dẻo của hỗn hợp vữa tăng.
- Khi đường kính hạt cát giảm thì độ rỗng và tỷ diện của cát tăng → lớp hồ bao bọc hạt cát sẽ mỏng đi làm độ dẻo của hỗn hợp vữa giảm.

*Ảnh hưởng của phụ gia :*

- Nếu sử dụng phụ gia hoạt tính thì độ dẻo của hỗn hợp vữa sẽ tăng.
- Nếu sử dụng phụ gia trơ thì độ dẻo của hỗn hợp vữa sẽ giảm.

*Ảnh hưởng của mức độ trộn*

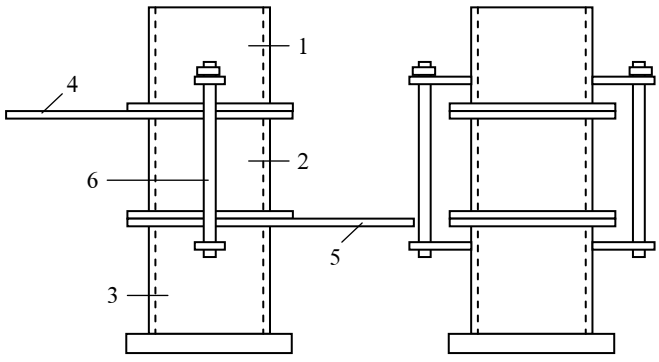
- Mức độ trộn kỹ, trộn bằng máy → độ dẻo tăng
- Mức độ trộn không kỹ, trộn bảng tay → độ dẻo giảm

## II. ĐỘ PHÂN TẦNG CỦA HỖN HỢP VỮA

***1. Khái niệm***

Phân tầng là sự thay đổi tỷ lệ của hỗn hợp vữa theo chiều cao của khối vữa khi vận chuyển hoặc để lâu chưa dùng tới. Độ phân tầng càng lớn thì chất lượng vữa càng kém.

***2. Phương pháp xác định***




***Dụng cụ để thử độ phân tầng***

1,2,3 - Ống kim loại

Có hai phương pháp xác định độ phân tầng của hỗn hợp vữa.

*Phương pháp chấn động :* dụng cụ thí nghiệm là một khuôn thép trụ rỗng tròn xoay gồm ba ống kim loại rời nhau. Sau khi chuẩn bị xong hỗn hợp vữa đổ vào đầy khuôn, gạt ngang miệng khuôn, đậy nắp rồi cho lên bàn rung trong 30 giây. Sau đó trượt thớt 1 và 2 trên các tấm trượt 4 và 5 để phân khối vữa ra làm 3 phần. Đổ phần 1 và 3 ra chảo trộn lại trong 30 giây rồi xác định độ dẻo của hỗn hợp vữa trong ống 1 ($S_1$) và ống 3 ($S_3$).

Độ phân tầng được tính theo công thức (TCVN 3121-1979) :

$$PT = 0,07 (S_1^3 - S_3^3) \ ; \ cm^3$$

Yêu cầu : $PT \leq 30cm^3$

*Phương pháp lắng :* vữa mới trộn được đổ đầy vào một bình hình trụ cao 30*cm*, đường kính 15*cm*. Đo độ sâu cắm côn được $S_1$. Sau đó để yên trong 30 phút rồi lấy đi 2/3 số vữa trong thùng (lấy nhẹ nhàng, không làm xáo trộn số vữa còn lại), đem trộn số vữa còn lại rồi cho vào bình trụ cao 15*cm*, đường kính 15*cm* để xác định $S_2$.

Độ phân tầng được xác định theo công thức :

$$PT = S_1 - S_2 \ ; \ cm$$

## III. KHẢ NĂNG GIỮ NƯỚC

### *1. Khái niệm*

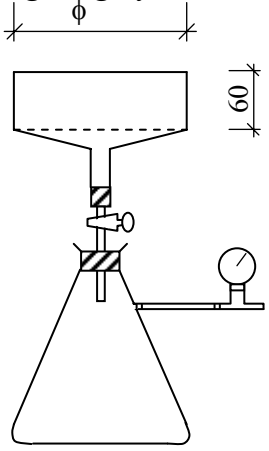
Vì vữa phải làm việc ở trạng thái dàn mỏng, diện tích tiếp xúc không khí lớn và phải tiếp xúc vật liệu xây lấy nước, do đó đòi hỏi nước phải có khả năng giữ nước lớn để đảm bảo độ dẻo trong quá trình thi công và đảm bảo quá trình ngưng kết rắn chắc của chất kết dính.

Khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa được biểu thị qua phần trăm tỷ lệ giữa độ dẻo của hỗn hợp vữa sau khi chịu hút ở áp lực chân không và độ dẻo của hỗn hợp vữa ban đầu.

### *1. Cách xác định*

Khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa được xác định bằng dụng cụ tạo chân không.

Sau khi thử độ dẻo của hỗn hợp vữa ($S_1$), đặt trên mặt phễu một lớp giấy lọc đã thấm nước, rải hỗn hợp vữa lên trên giấy bọc một lớp dày 3*cm*. Hút không khí trong bình giảm đến áp suất 50 *mmHg* trong 1 phút, một phần nước của hỗn hợp vữa bị tách ra. Đổ hỗn hợp vữa trong phễu ra chảo .Tiếp tục làm như thế ba lần. Cho hỗn hợp vữa sau ba lần thử vào chung một chảo, trộn lại trong 30 giây rồi xác định độ dẻo ($S_2$).




***Dụng cụ thử khả năng giữ nước***

Độ giữ nước của hỗn hợp vữa được tính chính xác đến 0,1% theo công thức :

$$G_n = \frac{S_2}{S_1} \times 100\%$$

trong đó : $S_1$ - độ dẻo ban đầu của hỗn hợp vữa, *cm*

$S_2$ - độ dẻo sau khi đã hút chân không của hỗn hợp vữa, *cm*

Để tăng khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa ta phải sử dụng cát hạt nhỏ, tăng hàm lượng chất kết dính và nhào trộn thật kỹ.

Hỗn hợp vữa xây và hỗn hợp vữa hoàn thiện phải thoả mãn các yêu cầu quy định trong bảng 6-3.

*Bảng 6-3*

| Tên chỉ tiêu | Loại vữa hỗn hợp | | |
|---|---|---|---|
| | Để xây | Để hoàn thiện | |
| | | Thô | Mịn |
| 1. Đường kính hạt cốt liệu lớn nhất, *mm*, không lớn hơn | 5 | 2,5 | 1,25 |
| 2. Độ dẻo (độ lún côn), *mm* | 4 ÷ 10 | 6 ÷ 10 | 7 ÷ 12 |
| 3. Độ phân tầng, $cm^3$, không lớn hơn | 30 | - | - |
| 4. Độ (khả năng) giữ nước, %, đối với : | | | |
| - Hỗn hợp vữa ximăng | 63 | - | - |
| - Hỗn hợp vữa vôi và các vữa hỗn hợp khác | 75 | - | - |

***3. Các yếu tố ảnh hưởng***

- Tỷ lệ phối hợp giữa các thành phần vật liệu
- Chất lượng vật liệu : vật liệu có hàm lượng chất bẩn cao làm giảm khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa và ngược lại.
- Nếu sử dụng phụ gia tăng dẻo thì khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa tăng
- Cho vôi với một tỷ lệ hợp lý sẽ tăng khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa nhưng tăng quá nhiều sẽ giảm cường độ vữa.

## III. CƯỜNG ĐỘ CỦA VỮA

***1. Khái niệm***

*Cường độ* là khả năng của vữa chống lại sự phá hoại của tải trọng. Vữa có khả năng chịu nhiều loại lực khác nhau nhưng khả năng chịu nén là lớn nhất, do đó cường độ chịu nén là chỉ tiêu quan trọng nhất để đánh giá chất lượng của các loại vữa thông thường.

*Cường độ tiêu chuẩn* là cường độ nén của vữa khi mẫu chuẩn được chế tạo và dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn.

*Mác vữa* là đại lượng không thứ nguyên do nhà nước qui định dựa vào cường độ nén tiêu chuẩn .

Theo TCVN 4314-1986 có các loại mác vữa thông dụng sau :

10 ; 25 ; 50 ; 75 ; 100 ; 150 ; 200 ; 300

Vữa xây và vữa hoàn thiện đều phải thoả mãn yêu cầu về khả năng chịu lực như quy định trong bảng 6-4.

*Bảng 6-4*

| **Mác vữa** | **Giới hạn bền nén trung bình nhỏ nhất, *daN /cm²*** | **Giới hạn bền nén trung bình lớn nhất, *daN /cm²*** |
|---|---|---|
| 4 | 4 | 9 |
| 10 | 10 | 24 |
| 25 | 25 | 49 |
| 50 | 50 | 74 |
| 75 | 75 | 99 |
| 100 | 100 | 149 |
| 150 | 150 | 199 |
| 200 | 200 | 299 |
| 300 | 300 | - |

***2. Cách xác định***

*Cường độ chịu nén của vữa :* được xác định bằng cách nén vỡ các mẫu hình lập phương cạnh 7,07*cm* hoặc các nửa mẫu vữa sau khi chịu uốn.

*Xác định bằng các mẫu lập phương có cạnh 7,07cm*

Khi hỗn hợp vữa có độ dẻo nhỏ hơn 4*cm*, mẫu được đúc trong khuôn thép có đáy, còn nếu hỗn hợp vữa có độ dẻo lớn hơn 4*cm*, mẫu được đúc trong khuôn thép không có đáy. Sau khi đúc xong mẫu được bảo dưỡng như sau :

Với vữa ximăng, để mẫu từ 24 đến 48 giờ trong điều kiện $t^o = 27\pm2^oC$, W = 90% rồi tháo khuôn và bảo quản thêm 3 ngày nữa trong điều kiện trên. Sau đó, dưỡng hộ mẫu trong không khí ở $t^o = 27\pm2^oC$ và độ ẩm tự nhiên đối với vữa xây trong môi trường khô hoặc ngâm trong nước đối với vữa xây trong môi trường ẩm.

Với các loại vữa khác, để mẫu trong khuôn 72 giờ ở $t^o = 27\pm2^oC$ rồi tháo khuôn. Sau đó dưỡng hộ mẫu trong không khí ở $t^o = 27\pm2^oC$ và độ ẩm tự nhiên.

Sau khi dưỡng hộ mẫu đủ ngày quy định thì đem nén. Kết quả phép thử lấy bằng trung bình cộng giá trị của 3 hoặc 5 mẫu thử.

*Xác định bằng các nửa mẫu sau khi chịu uốn*

Để xác định cường độ chịu nén của vữa người ta cũng có thể sử dụng các nửa mẫu dầm sau khi chịu uốn, mẫu dầm có kích thước 4×4×16*cm*.

Để chuyển giới hạn bền nén của vữa xác định bằng cách thử nửa mẫu dầm sang giới hạn bền nén xác định bằng các mẫu lập phương cùng điều kiện dưỡng hộ và chế tạo như nhau thì nhân với hệ số 0,8 cho các mẫu vữa mác dưới 100. Với vữa mác từ 100 trở lên thì giới hạn bền nén đúng bằng mẫu lập phương.

*Cường độ chịu kéo khi uốn :* được xác định bằng cách uốn gãy các mẫu vữa hình dầm kích thước 4×4×16*cm* (TCVN 3121-1979).

Dùng máy thuỷ lực 5 tấn, đặt lực tại vị trí giữa dầm và gia tải cho đến khi mẫu bị phá hoại. Cường độ chịu kéo khi uốn của vữa tính theo công thức sau :

$$R_u = \frac{3Pl}{2bh^2}$$

trong đó : P - lực phá hoại mẫu (đặt tại vị trí l/2), *kg*

l - chiều dài mẫu, *cm*

b - bề rộng tiết diện mẫu, *cm*

h - chiều cao tiết diện mẫu, *cm*

***3. Các yếu tố ảnh hưởng***

*Cường độ của vữa phát triển theo thời gian* do cường độ chất kết dính phát triển theo thời gian.

*Ảnh hưởng của nhiệt độ :* vữa được dưỡng hộ ở những điều kiện nhiệt độ khác nhau thì tốc độ phát triển cường độ cũng khác nhau.

*Ảnh hưởng của phụ gia*

Để tăng khả năng giữ nước và tăng độ dẻo của vữa, người ta thường cho thêm vào vữa ximăng các loại phụ gia như vôi nhuyễn, bùn đất sét, v.v... nhưng lượng phụ gia cần có một tỷ lệ hợp lý nhất, đó là tỷ lệ làm cho vữa có cường độ cao nhất. Khi dùng quá tỷ lệ này thì cường độ của vữa sẽ giảm. Nói chung, khi mác vữa càng cao thì tỷ lệ hợp lý của các chất phụ gia so với ximăng càng giảm dần.

*Ảnh hưởng của điều kiện sử dụng*

Điều kiện sử dụng là tính chất của vật liệu cùng làm việc với vữa hoặc tính chất của nền.

Vữa trên nền đặc (nền không hút nước) :

$$R_V = f\left(R_{cKD}, \frac{N}{CKD}, \text{ chất lượng cát}\right)$$

Để thí nghiệm đúc mẫu trong một khuôn thép có đáy, sau 1 ngày tháo khuôn dưỡng hộ ở điều kiện tiêu chuẩn và dưỡng hộ ở môi trường sử dụng sau này. Cường độ của vữa được xác định theo công thức :

$$R_v = 0{,}25R_X\left(\frac{X}{N} - 0{,}4\right)$$

Hoặc :
$$R_v = 0{,}4R_X\left(\frac{X}{N} - 0{,}3\right)$$

trong đó : $R_v$ - cường độ vữa sau 28 ngày dưỡng hộ, *daN/cm²*

$R_x$ - mác ximăng, *daN/cm²*

X - lượng ximăng dùng cho 1*m³* cát vàng, *kg*

N - lượng ximăng dùng cho 1*m³* vữa, *lít*

Vữa trên nền xốp (nền hút nước) : khi vữa làm việc trên nền hút nước thì dù tỷ lệ N/X thay đổi trong một phạm vi nào đó thì sau khi nền hút , lượng nước còn lại trong vữa tương đương như nhau và phụ thuộc vào khả năng giữ nước của vữa. Khi đó :

$$R_V = f(R_{CKD}, CKD, \text{chất lượng cát})$$

$$R_V = KR_X(X - 0{,}05) + 4 \;;\; kg/cm^2$$

trong đó : $R_v$ - cường độ vữa sau 28 ngày dưỡng hộ, $daN/cm^2$

$R_x$ - mác ximăng xác định theo phương pháp mềm, $daN/cm^2$

X - lượng ximăng dùng cho $1m^3$ cát vàng, $kg$

K - hệ số, phụ thuộc vào cốt liệu

Để thí nghiệm đúc mẫu bằng khuôn thép không có đáy đặt trên một viên gạch xốp, phẳng có $W < 2\ \%$, $Hp = 10 \div 15\ \%$

## IV. LỰC KẾT DÍNH CỦA VỮA VỚI NỀN

### *1. Khái niệm*

Vữa bao giờ cũng làm việc chung với vật liệu xây và nền nên đòi hỏi lực kết dính lớn. Nếu vữa bám dính kém sẽ ảnh hưởng đến độ bền của sản phẩm và năng suất thi công.

Lực dính kết của vữa phụ thuộc vào số lượng, chất lượng của chất kết dính, khi trộn vữa phải cân đong đủ liều lượng vật liệu thành phần, phẩm chất của vật liệu phải được đảm bảo tốt đồng thời vữa phải được trộn đều và kỹ. Ngoài ra lực dính kết của vữa còn phụ thuộc vào độ nhám, độ sạch, độ ẩm của vật liệu xây, mặt trát, láng, ốp.

### *2. Công thức xác định*

Tính dính kết của vữa thể hiện ở khả năng chống cắt và chống kéo . Cường độ dính kết của vữa có thể xác định theo các công thức kinh nghiệm sau :

$$R_{dk}^{cắt} = \frac{3R_v}{14 + R_v}$$

$$R_{dk}^{kéo} = \frac{1{,}8R_v}{14 + R_v}$$

trong đó : $R_v$ - mác vữa

## V. TÍNH BỀN CỦA VỮA

### *1. Tính bền trong môi trường xâm thực cơ lý*

Đối với các khối xây đá làm việc trong môi trường nước , nhất là đối với dòng chảy có ngậm bùn, cát thì vữa là bộ phận yếu nhất , dễ bị xói mòn nhất. Do đó để đảm bào cho khả năng chống xói mòn của vữa phải tăng cường độ của vữa, tăng khả năng dính bám của vữa với khối xây.

### *2. Tính bền trong môi trường xâm thực hóa học*

Tương tự bê tông, ăn mòn chủ yếu của vữa là ăn mòn trên đá xi măng. Để tăng tính bền của vữa trong môi trường xâm thực hóa học phải tăng độ đặc của vữa và chọn loại ximăng tương hợp với môi trường.

### *3. Tính chống thấm*

Vữa ở mặt ngoài của công trình chịu áp lực cần phải có tính chống thấm thích hợp.

Để xác định mác chống thấm của vữa, dùng mẫu có chiều dày 2 cm cho chịu áp lực nước ban đầu là 0,5 atm, cứ sau 1 giờ tăng thêm 0,5 atm nữa cho đến khi xuất hiện vết thấm.

# §4. VỮA XÂY

## I. YÊU CẦU KỸ THUẬT ĐỐI VỚI VỮA XÂY

Vữa xây làm nhiệm vụ liên kết vật liệu xây, liên kết khối xây với nền và truyền lực từ viên gạch hay đá này xuống viên gạch hay đá khác trong kết cấu xây nên đòi hỏi nó phải có cường độ cao, lực liên kết lớn, độ dẻo tốt. Nếu mạch vữa không đầy, khối xây không chắc thì dễ sinh hiện tượng bị phá hoại vì uốn.

Các loại vữa xây cần có tính dẻo tốt. Độ dẻo này thay đổi tùy thuộc loại kết cấu xây, phương pháp đầm chắc, điều kiện thời tiết khi thi công và loại nền. Người ta thường chọn độ dẻo của vữa như bảng 6-7 .

*Bảng 6-7*

| Loại kết cấu xây | Độ dẻo của vữa, *cm* | |
|---|---|---|
| | Nền xốp hoặc trời nóng | Nền đặc hoặc trời lạnh |
| Xây gạch đất sét | 8 ÷ 10 | 6 ÷ 8 |
| Xây gạch xỉ | 7 ÷ 9 | 5 ÷ 7 |
| Xây đá hộc | 5 ÷ 7 | 4 ÷ 5 |
| Xây gạch đá dùng chấn động | 2 ÷ 3 | 1 ÷ 2 |

## II. TÍNH TOÁN CẤP PHỐI

Cấp phối của vữa được biểu diễn bằng tỷ lệ về thể tích giữa các thành phần vật liệu

### *1. Cấp phối vữa vôi*

Đối với vữa vôi người ta không cần tính toán mà chỉ dựa vào chất lượng của vôi mà dùng các cấp phối như sau :

- Vôi cấp 3 thì cấp phối thường là V : C = 1 : 2
- Vôi cấp 2 thì cấp phối thường là V : C = 1 : 3
- Vôi cấp 1 thì cấp phối thường là V : C = 1 : 4

### *2. Cấp phối vữa hỗn hợp*

Tính lượng ximăng ứng với $1m^3$ cát theo công thức :

$$X = \frac{R_v}{KR_x} \times 1000 \ ; \ kg$$

trong đó : $R_v$ - mác vữa cần thiết kế, $daN/cm^2$

$R_x$ - mác ximăng, *daN/cm²*

K - hệ số chất lượng vật liệu, lấy theo bảng 6-8

*Bảng 6-8*

| Môđun độ lớn của cát | Hệ số K | |
|---|---|---|
| | Ximăng poocläng thường | Ximăng poocläng puzơlan |
| 0,7 ÷ 1,0 | 0,71 | 0,80 |
| 1,1 ÷ 1,3 | 0,73 | 0,82 |
| 1,31 ÷ 1,5 | 0,79 | 0,89 |
| > 1,51 | 0,88 | 1,00 |

Lượng vôi nhuyễn (sét nhuyễn) cho 1$m^3$ cát :

$$V(S) = 0,17\ (1 - 0,002X)\ ;\ m^3$$

Lượng nước được xác định theo yêu cầu độ dẻo của vữa (độ cắm sâu của côn) hoặc bằng công thức gần đúng :

$$N = 0,65\ (X + V.\gamma_{ov})$$

trong đó : $\gamma_{ov}$ - khối lượng thể tích của vôi nhuyễn hoặc sét nhuyễn, *kg/m³*

Cấp phối của vữa ximăng - vôi được biểu thị như sau :

$$V_X : V_V : V_C = \frac{X}{\gamma_{oX}} : \frac{V}{1000} : 1$$

### *3. Cấp phối vữa xi măng*

Cấp phối của vữa ximăng gần giống cấp phối của vữa hỗn hợp ximăng - vôi nhưng không có vôi và lượng ximăng có dùng tăng lên một ít.

Người ta ít tính cấp phối của vữa ximăng theo công thức mà tra theo bảng kinh nghiệm cho sẵn (bảng 6-9)

*Bảng 6-9*

| Mác ximăng | Cấp phối vữa ximăng (theo thể tích X : C) cho các mác | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 100 | 75 | 50 | 25 |
| 600 | 1 : 4,5 | 1 : 6 | - | - |
| 500 | 1 : 4 | 1 :5 | - | - |
| 400 | 1 : 3 | 1 : 4 | 1 : 6 | - |
| 300 | - | 1 : 3 | 1 : 4,5 | - |
| 250 | - | - | 1 : 3 | 1 : 6 |
| 200 | - | - | 1 : 2,5 | 1 : 5 |

## §4. VỮA TRÁT

### I. ĐẶC TÍNH CỦA VỮA TRÁT

Vữa trát làm nhiệm vụ bảo vệ khối xây, tăng vẻ mỹ quan cho công trình và trong những trường hợp đặc biệt , nó còn có nhiệm vụ cách âm, cách nhiệt, chống thấm.

Thông thường vữa trát thường được trát thành 3 lớp mỏng :

- Lớp dự bị (trát đầu tiên) : có độ dày $\delta = 3 \div 8$ *mm* dính chặt vào bề mặt của khối xây nên yêu cầu độ dẻo lớn, lực dính kết lớn và khi trát phải dùng áp lực mạnh.

- Lớp đệm (trát thứ hai) : $\delta = 5 \div 12$ *mm*, có nhiệm vụ làm bằng phẳng bề mặt khối xây, độ dẻo lớp này kém hơn lớp dự bị.

- Lớp trang trí (trát thứ ba) : $\delta = 2$ *mm* có tác dụng làm trơn nhẵn bề mặt khối xây nếu cần, thường có pha bột màu để trang trí.

Ba lớp trát trên đây thường trát lớp này sau lớp kia, sau khi lớp trước đã ninh kết và bắt đầu rắn chắc.

Do vị trí và công dụng của nó nên vữa trát có một số yêu cầu khác vữa xây : nhão hơn và có khả năng hút nước tốt hơn (độ phân tầng tốt nhất là $1 \div 2cm$), do đó dùng vữa vôi rất tốt. Tuy vậy, ở những bộ phận ẩm ướt hoặc tiếp xúc với nước thì phải dùng vữa ximăng. Nói chung, lượng chất kết dính ở vữa trát thường cao hơn so với vữa xây.

Để đảm bảo các đặc tính trên, các vật liệu chế tạo vữa trát phải đạt các yêu cầu :

- Vôi phải tôi kỹ hơn (tôi trước $1 \div 2$ tháng), lọc kỹ hơn.

- Cát phải mịn hơn : đối với lớp dự bị và lớp đệm, không lớn hơn 2,5*mm*; đối với lớp trang trí, không lớn hơn 1,2*mm*.

- Vữa phải nhào trộn kỹ hơn và đảm bảo độ dẻo cần thiết.

Để nâng cao độ dẻo của vữa trát có thể sử dụng phụ gia tăng dẻo hữu cơ.

## II. CẤP PHỐI CỦA VỮA TRÁT

### *1. Vữa vôi*

Để trát lớp dự bị tường gạch hay đá dùng cấp phối Vôi nhuyễn : C = 1 : 3

Để trát lớp trang trí dùng cấp phối Vôi nhuyễn : C = 1 : 2

### *2. Vữa hỗn hợp*

Để trát tường ngoài nhà hoặc nơi ẩm ướt thường dùng cấp phối từ X:V:C = 1 : 0,5 : 6 đến 1 : 1 : 6

Để trát tường trong nhà thường dùng cấp phối X : V : C = 1 : 2 : 9

### *3. Vữa xi măng*

Thường lấy cấp phối từ X : C = 1 : 6 đến 1 : 3,5

## III. VỮA PHUN

Vữa phun cũng là vữa trát nhưng được thi công bằng máy, nguyên lý phun vữa giống như phun bê tông , tốc độ phun là 150 *m/s*.

Dùng vữa phun có nhiều ưu điểm hơn so với vữa trát tay :

- Lực dính kết với khối xây lớn hơn.
- Độ đặc lớn hơn → khả năng chống thấm tốt hơn, cường độ cao hơn.
- Có thể thi công đối với các cấu kiện có kích thước nhỏ và phức tạp.

## IV. VỮA TRANG HOÀNG

Vữa trang hoàng cũng là vữa trát nhưng có thể xi măng trắng, xi măng màu, cát trắng và cỡ hạt đều hơn để trang trí cho bề mặt công trình.

# CHƯƠNG VII

# CHẤT KẾT DÍNH HỮU CƠ

## §1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

### I. KHÁI NIỆM

Chất kết dính hữu cơ là chất kết dính có thành phần là những hợp chất hữu cơ (bitum và guđrông) có thể tồn tại ở 3 trạng thái rắn, lỏng và quánh. Ở trạng thái lỏng nó có thể trộn lẫn với các loại vật liệu khoáng tạo thành một hỗn hợp đồng nhất. Sau khi được lu lèn và để một thời gian cho ổn định nó tạo thành vật liệu đá nhân tạo có cường độ và độ ổn định.

Bitum và guđrông thu được trên cơ sở hóa luyện các chất hữu cơ như dầu mỏ, than đá, than bùn. Chúng có các tính chất xây dựng chủ yếu sau :

- Là chất kết dính nên có thể liên kết các vật liệu khoáng rời rạc với nhau
- Khó tan trong môi trường nước, có tính ngăn nước → làm vật liệu chống thấm
- Khó tan trong các axit vô cơ
- Dễ tan trong các dung môi hữu cơ như dầu hỏa, benzen
- Nhạy cảm với nhiệt độ

### II. PHÂN LOẠI

***1. Theo thành phần hóa học***

*Bitum* là hỗn hợp của các hyđrôcacbua dạng ankan, anken và loại mạch vòng ở dạng cao phân tử, và một số phi kim loại khác như O, N, S.

*Guđrông* là hỗn hợp của các hyđrôcacbua thơm và một số phi kim như O, N, S.

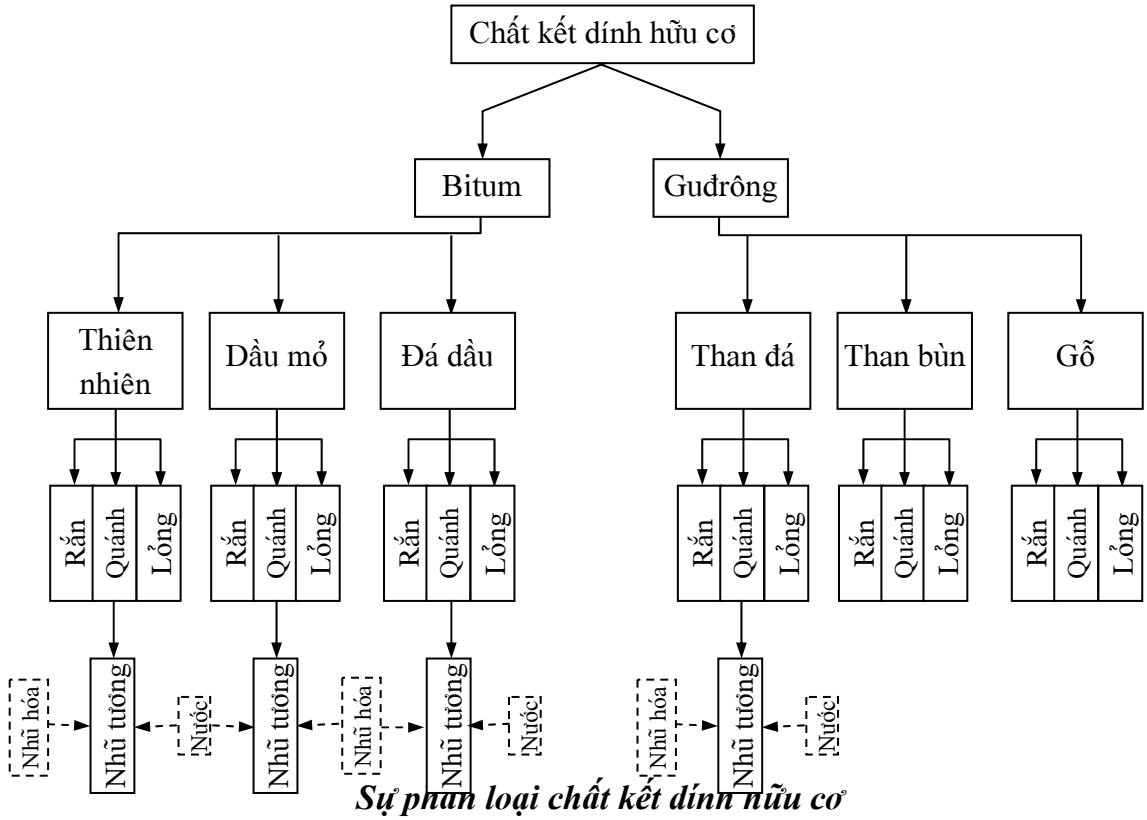
***2. Theo nguồn gốc***

- Bitum dầu mỏ : là sản phẩm cuối cùng của dầu mỏ
- Bitum đá dầu : là sản phẩm khi chưng dầu đá
- Bitum thiên nhiên : là loại bitum thường gặp trong thiên nhiên ở dạng tinh khiết hay lẫn trong các loại đá
- Guđrông than đá : là sản phẩm khi chưng khô than đá
- Guđrông than bùn : là sản phẩm khi chưng khô than bùn
- Guđrông gỗ : là sản phẩm khi chưng khô than gỗ

***3. Theo đặc tính xây dựng***

- Bitum và guđrông rắn : ở nhiệt độ 25 ÷ 30$^oC$ là một chất rắn, có tính dòn và đàn hồi; còn khi ở nhiệt độ 180 - 200$^oC$ thì chuyển sang dạng lỏng.
- Bitum và guđrông quánh : ở nhiệt độ 25 ÷ 30$^oC$ là một chất mềm, có tính dẻo cao và độ đàn hồi không lớn lắm; còn khi ở nhiệt độ 140 ÷ 170$^oC$ thì chuyển sang dạng lỏng.
- Bitum và guđrông lỏng : ở nhiệt độ 25 ÷ 30$^oC$ là một chất lỏng có nhóm chất dầu nhiều. Khi nhóm chất dầu bay hơi hết nó khôi phục lại trạng thái ban đầu (rắn, quánh).

- Nhũ tương bitum và guđrông : là một hệ thống keo bao gồm các hạt chất kết dính phân tán trong môi trường nước dưới tác dụng của chất nhũ hóa. Ở nhiệt độ thường nhũ tương có tính lỏng và dùng trong trạng thái nguội. Khi rải lên bề mặt vật liệu đá thành một lớp mỏng thì nhũ tương bị phân giải, nước bay hơi hết, chất kết dính tách ra và phục hồi lại trạng thái ban đầu của nó.




***Sự phân loại chất kết dính hữu cơ***

# §2. BITUM DẦU MỎ

## I. KHÁI NIỆM

Bitum dầu mỏ là chất kết dính hữu cơ có thành phần gồm các hyđrôcacbua dạng ankan, anken, các hyđrôcacbua mạch vòng của các phi kim O, N, S. Nó có màu đen, $\gamma_a \approx 1 g/cm^3$, ở dạng rắn, lỏng, quánh; hòa tan được trong bezen, cloruafooc ($CHCl_3$), đisunfua cacbon ($CS_2$) và một số dung môi hữu cơ khác.

Thành phần các nguyên tố hóa học của bitum thường dao động trong khoảng

C = 83 ÷ 88% ; S = 0,5 ÷ 3,5% ; N < 1% ;

H = 9 ÷ 12% ; O = 0,5 ÷ 1,5%

Các nguyên tố đó kết hợp với nhau tạo thành nhiều hợp chất rất phức tạp, do đó việc nghiên cứu các hợp chất riêng rẽ rất khó thực hiện. Vì vậy, dựa trên cơ sở giống nhau về thành phần hóa học và tính chất vật lý chia chúng ra làm nhiều nhóm khác nhau. Tính chất và thành phần của các nhóm này sẽ quyết định tính chất của bitum.

## II. THÀNH PHẦN PHÂN NHÓM

### *1. Nhóm chất dầu*

- Là những phân tử có phân tử lượng thấp nhất, vào khoảng 300 ÷ 500 *đvC*.
- Không màu, $\gamma_a$ = 0,91 ÷ 0,95$g/cm^3$, dễ bay hơi.
- Nhóm dầu làm cho bitum có tính dẻo.
- Hàm lượng của nhóm dầu tăng thì tính lỏng của bitum sẽ tăng lên còn tính quánh thì giảm xuống.

***2. Nhóm chất nhựa***

- Là những hợp chất cao phân tử hơn, M = 600 ÷ 800*đvC*.
- Màu nâu sẫm, $\gamma_a \approx 1 g/cm^3$, có thể hòa tan trong benzen, ét xăng, $CHCl_3$.
- Nhóm chất nhựa làm bitum có tính dẻo.
- Hàm lượng nhóm này tăng → tính dẻo tăng.

***3. Nhóm átphan (asphal)***

- Là những hợp chất có M = 1000 ÷ 6000*đvC* và cao hơn.
- Màu đen, rắn, dòn, $\gamma_a$ = 1,1 ÷ 1,15$g/cm^3$, không bị phân hủy khi đốt nóng mà chỉ khi ở nhiệt độ cao hơn 300$^oC$ mới bị phân giải thành khí và cốc, có thể hòa tan trong $CHCl_3$, têtraclorua cacbon ($CCl_4$) mà không hòa tan trong ête, dầu hỏa và axêtôn ($C_3H_5OH$).
- Nhóm átphan làm bitum có tính dẻo và có sự thay đổi theo nhiệt độ.
- Hàm lượng nhóm này tăng → tính quánh và nhiệt độ hóa mềm cũng tăng lên.

***4. Nhóm axit átphan và các anhyđrit của chúng***

- Là những chất nhựa hóa (nhựa axit), là thành phần mang cực tính (gồm những phân tử có chứa gốc cacbôxyn - COOH).
- Màu nâu sẫm, khối lượng riêng lớn hơn 1, dễ hòa tan trong rượu cồn, benzen, $CHCl_3$ và khó hòa tan trong ét xăng.
- Tạo được liên kết hóa học với các vật liệu khoáng dạng bazơ.
- Hàm lượng tăng → khả năng dính bám và cường độ liên kết của bitum với các vật liệu khoáng tăng (độ hoạt tính của bitum tăng).

***5. Nhóm cacben, cacboit***

- Gồm những phân tử có phân tử lượng rất lớn, màu đen sẫm, khối lượng riêng lớn hơn 1, rắn, dòn.
- Cacben có tính chất gần như átphan, chỉ khác là không hòa tan trong benzen, têtraclorua cacbon ($CCl_4$) mà chỉ tan trong $CS_2$.
- Cacboit là chất rắn ở dạng muội, không tan trong bất cứ dung môi hữu cơ nào.
- Các chất này làm cho bitum kém dẻo.

***6. Chất parafin***

- Là những phân tử có dạng ankan, ở dạng rắn, dòn.
- Nhạy cảm với nhiệt độ, $\gamma_a$ = 0,93$g/cm^3$.
- Làm giảm khả năng phân tán và hòa tan của átphan vào nhóm nhựa và nhóm dầu, làm giảm tính đồng nhất của bitum. Mặt khác nó còn làm nhiệt độ hóa mềm, tính dòn của

bitum tăng lên, đồng thời làm bitum hóa lỏng ở nhiệt độ thấp hơn bitum không chứa parafin.

* Đối với bitum dầu mỏ loại quánh, hàm lượng các nhóm chất như sau :

- Nhóm dầu : 45 ÷ 60%
- Nhóm nhựa : 15 ÷ 30%
- Nhóm átphan : 12 ÷ 38%
- Nhóm axit átphan :< 1%
- Nhóm cacben, cacboit : < 1,5%
- Chất parafin : < 5%

## II. CẤU TRÚC CỦA BITUM

Tất cả các nhóm trên đây của bitum sẽ tạo thành một hệ thống keo phức tạp. Trong đó những chất átphan, cacboit, cacben là pha phân tán, chất dầu là môi trường phân tán, chất nhựa là chất hoạt tính bề mặt (chất làm cho hệ thống ổn định).

Chính cấu trúc của hệ thống keo này sẽ quyết định các tính chất cơ học của vật liệu bitum như cường độ, độ đàn hồi, độ dẻo, ... cũng như tính ổn định nhiệt và các tính chất khác của bitum. Các loại dầu mỏ có thành phần tương đối giống nhau nhưng có cấu trúc khác nhau thì tính chất của nó cũng khác nhau rất lớn.

Bộ phận cơ bản của cấu trúc keo là mixen. Mixen là những hạt keo, bên trong có nhân là chất átphan, xung quanh hạt nhân được bao bọc bằng một lớp chất nhựa tạo nên một sự liên tục, không biểu hiện rõ ràng giới hạn phân chia giữa pha phân tán và môi trường phân tán. Những mixen của bitum sẽ tương tác lẫn nhau qua lớp môi trường phân tán là chất dầu, tạo nên một mạng lưới không gian có hình dạng nhất định. Mỗi một mixen của bitum là một nút của mạng.

Khi trong bitum chứa lượng chất nhựa đủ để bao bọc các nhân átphan và chứa lượng chất dầu ít, thì hệ thống keo sẽ xảy ra đông tụ và tạo cấu trúc đông tụ (cấu trúc dạng gel) bền vững và có tính đàn hồi. Cường độ của cấu trúc đông tụ phụ thuộc vào khoảng cách giữa các nút trong mạng và lựa hấp phụ giữa pha phân tán và môi trường phân tán. Cấu trúc này đặc trưng cho các loại bitum quánh khi ở nhiệt độ thường.

Khi trong bitum chứa lượng chất dầu và chất nhựa khá lớn thì các nút sẽ ở xa nhau nên chuyển động tự do trong môi trường lỏng, không thể tạo ra cấu trúc đông tụ và trở thành một chất lỏng thực sự (cấu trúc dạng sol). Cấu trúc này đặc trưng cho các loại bitum lỏng ở nhiệt độ thường và bitum quánh khi ở nhiệt độ cao.

Ngoài ra bitum còn thể có cấu trúc dạng trung gian là sol-gel. Cấu trúc này đặc trưng cho các loại bitum quánh khi ở nhiệt độ thường, có đồng thời tính nhớt và tính đàn hồi dẻo.

## III. CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA BITUM DẦU MỎ LOẠI QUÁNH

### *1. Tính quánh*

*a. Khái niệm*

Tính quánh là khả năng của bitum chống lại sự di chuyển của các hạt bitum dưới tác dụng của tải trọng, là nội ma sát phát sinh khi các tầng bitum di động.

Tính quánh của bitum có một giá trị lớn. Nó ảnh hưởng nhiều đến các tính chất cơ học của hỗn hợp vật liệu khoáng với chất kết dính, đồng thời quyết định đặc trưng công nghệ chế tạo và thi công loại vật liệu có dùng bitum.

*b. Cách xác định*

Dụng cụ : quánh nhớt kế, có cấu tạo tương tự như Vica với kim có đường kính 1*mm*, tổng khối lượng bộ phận di động là 100*g*.

Cách tiến hành :

- Chế bị mẫu
- Dưỡng hộ chén bitum ở nhiệt độ 25$^oC$
- Đặt chén bitum vào quánh nhớt kế, cho mũi kim vừa chạm mặt rồi thả cho bộ phận di động rơi tự do trong 5 giây, đo độ cắm sâu cách mặt của kim

Độ kim lún, ký hiệu P (100*g*, 5s, 25$^oC$) và đo bằng độ (1 độ bằng 0,1*mm*). Độ kim lún càng nhỏ, tính quánh càng cao.

*c. Các yếu tố ảnh hưởng*

- Thành phần phân nhóm : hàm lượng nhóm átphan tăng thì tính quánh tăng, hàm lượng nhóm dầu tăng thì tính quánh giảm.
- Nhiệt độ tăng nhóm nhựa sẽ bị chảy lỏng, do đó độ quánh của bitum giảm xuống.

***2. Tính dẻo***

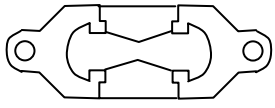
*a. Khái niệm*

Tính dẻo đặc trưng cho khả năng biến dạng của bitum khi chịu tác dụng của ngoại lực.

*b. Cách xác định*

Tính dẻo của bitum được đánh giá bằng độ kéo dài, ký hiệu L, đo bằng *cm* của mẫu số 8 và được xác định bằng máy kéo bitum có tốc độ 5*cm/phút*.

Cách tiến hành :



- Chế bị mẫu
- Dưỡng hộ chén bitum ở nhiệt độ 25$^oC$
- Đặt mẫu vào máy kéo với tốc độ 5*cm/phút* cho đến khi mẫu bị đứt, đo chiều dài mẫu khi đứt

Độ kéo dài càng lớn, tính dẻo càng cao.

*c. Các yếu tố ảnh hưởng*

- Thành phần phân nhóm : hàm lượng nhóm chất nhựa tăng thì tính dẻo tăng, hàm lượng nhóm parafin tăng thì tính dẻo giảm.
- Nhiệt độ tăng tính dẻo của bitum cũng tăng và ngược lại.

***3. Tính ổn định nhiệt độ***

*a. Khái niệm*

Khi nhiệt độ thay đổi thì tính quánh và tính dẻo của bitum đều thay đổi theo. Nếu như sự thay đổi này nhỏ, bitum có tính ổn định nhiệt càng cao.

Khi bitum chuyển đổi trạng thái từ rắn ↔ quánh ↔ lỏng nó phải mất một khoảng nhiệt độ là : $\Delta T = T_m - T_c$

trong đó : $T_m$ - nhiệt độ hóa mềm của bitum, là nhiệt độ tương ứng với lúc bitum từ trạng thái quánh chuyển sang trạng thái lỏng

$T_c$ - nhiệt độ hóa cứng của bitum, là nhiệt độ tương ứng với lúc bitum từ trạng thái lỏng chuyển sang trạng thái rắn

Người ta dùng khoảng nhiệt độ $\Delta T$ để đánh giá tính ổn định nhiệt độ của bitum. Đối với bitum làm nhựa đường yêu cầu $\Delta T = 70 \div 100^oC$.

*b. Cách xác định*

Nhiệt hóa mềm $T_m$ : dụng cụ là cái vòng (khuyên) và viên bi. - Chế bị mẫu ,dưỡng hộ mẫu bitum ở nhiệt độ $5^oC$ . Dùng ca 1*lít* thủy tinh, nắp ca có gắn một giá 2 tầng và có cắm nhiệt kế ở giữa, khoảng cách giữa 2 tầng là 2,54*cm*. Đặt mẫu vào tầng trên của giá, để ngập nước rồi đem đun nước với tốc độ tăng nhiệt là $5^oC/phút$. Dưới tác dụng của nhiệt độ bitum mềm ra và dưới tải trọng của viên bi nó bị kéo xuống. Nhiệt độ ứng với lúc viên bi chạm vào tầng dưới của giá là nhiệt hóa mềm của bitum.

Nhiệt hóa cứng $T_c$ : xác định bằng quánh nhớt kế. Dưỡng hộ chén đựng bitum ở các nhiệt độ khác nhau thấp dần và xác định độ quánh tương ứng. Nhiệt độ hóa cứng là nhiệt độ tương ứng với lúc độ cắm sâu của kim nhỏ hơn 1 độ (< 0,1*mm*).

*c. Các yếu tố ảnh hưởng*

Thành phần phân nhóm : hàm lượng nhóm átphan tăng thì tính ổn định nhiệt tăng, hàm lượng nhóm parafin tăng thì tính ổn định nhiệt giảm.

***4. Tính ổn định thời tiết***

*a. Khái niệm*

Tính ổn định thời tiết là khả năng của bitum chống lại tác dụng của môi trường xung quanh trong thời kỳ nó làm việc trong công trình. Do ảnh hưởng của thời tiết mà tính chất và thành phần của bitum bị thay đổi, độ quánh tăng, độ dẻo giảm. Sự thay đổi đó gọi là sự hóa già của bitum.

*b. Nguyên nhân*

Sự thay đổi thành phần phân nhóm : dưới tác dụng của thời tiết nhóm chất dầu sẽ bay hơi, nồng độ của nhóm chất nhựa và nhóm átphan tăng lên làm cho tính quánh của bitum tăng lên. Sau đó một bộ phận của nhóm chất nhựa chuyển thành nhóm átphan làm tính dẻo của bitum giảm.

Sự thay đổi cấu trúc phân tử tạo nên các hợp chất mới : trong bitum có một số hyđrôcacbua chưa no nên khi gặp ôxi của không khí sẽ tạo thành hợp chất mới có độ không bão hòa cao hơn. Sau đó các chất này được trùng hợp lại tạo thành các hợp chất phức tạp chứa nhiều cacbon.

$$C_nH_{2n} + [O] \rightarrow C_nH_{2n-2} + H_2O$$

$$m(C_nH_{2n-2}) \rightarrow (C_nH_{2n-2})_m$$

Các phân tử mới có phân tử lượng cao hơn nên rắn và dòn hơn. Quá trình này xảy ra càng mạnh khi có tác dụng của bức xạ mặt trời, ôxit nhôm, ôxit sắt , cũng như sự tác dụng của nhiệt độ cao.

***5. Khả năng liên kết của bitum với vật liệu khoáng***

*a. Khái niệm*

Bitum thường làm việc chung với vật liệu khoáng, khi nhào trộn bitum bọc quanh vật liệu khoáng và tạo thành lớp hấp phụ. Khi đó các phân tử của bitum ở trong lớp hấp phụ sẽ tương tác với các phân tử của vật liệu khoáng ở lớp bề mặt. Sự tương tác đó có thể là tương tác lý học hay hóa học.

Liên kết vật lý là do các màng bitum có sức căng bề mặt → lực tương hỗ lớn.

Liên kết hóa học là do thành phần hoạt tính trong bitum (axit átphan) tương tác với vật liệu khoáng dạng bazơ ($Ca^{2+}$). Lực liên kết hóa học lớn hơn rất nhiều so với lực liên kết vật lý, do đó khi bitum liên kết hóa học với vật liệu khoáng thì cường độ liên kết sẽ lớn nhất.

*b. Cách xác định*

Mức độ liên kết của bitum với bề mặt vật liệu đá có thể đánh giá theo độ bền của màng bitum trên mặt đá hoa khi nhúng trong nước sôi.

Để xác định độ dính bám của bitum với vật liệu khoáng thực tế thì ta thay vật liệu khoáng đó cho đá hoa.

*c. Các yếu tố ảnh hưởng*

Bitum : độ hoạt tính lớn (nhóm axit átphan tăng) hay sức căng bề mặt lớn (độ quánh tăng) thì khả năng dính bám với vật liệu khoáng tăng

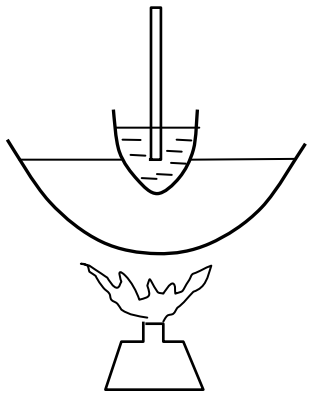
Vật liệu khoáng : bề mặt vật liệu sạch, nhám thì liên kết với bitum chắc chắn. Vật liệu dạng bazơ liên kết với bitum tốt hơn so với vật liệu khoáng axit.

***6. Nhiệt độ bắt lửa và nhiệt độ bốc cháy***

Khi gia công nhiệt cho bitum nhóm chất dầu sẽ bay hơi trộn lẫn với không khí tạo thành hỗn hợp dễ cháy. Do đó để đảm bảo an toàn khi thi công phải xác định được nhiệt độ bắt lửa và nhiệt độ bốc cháy.

Cách xác định :

- Đun bitum cách cát trong cốc mỏ hoặc cốc bạch kim, nhiệt kế cắm giữa chén bitum.
- Khi nhiệt độ lớn hơn $100^oC$, sau một khoảng thời gian đưa mồi lửa ngang trên mặt chén bitum.
- Nếu xuất hiện ngọn lửa xanh và tắt ngay thì nhiệt độ tương ứng gọi là nhiệt bắt lửa. Nếu xuất hiện ngọn lửa xanh và tồn tại trên 5 giây thì nhiệt độ tương ứng gọi là nhiệt bốc cháy.



***7. Tính ngăn nước***

Bitum là vật liệu ngăn nước tốt vì nó khó hòa tan trong nước và góc thấm ướt lớn hơn $90^o$. Do đó người ta sử dụng bitum làm vật liệu lợp, vật liệu chống thấm. Khi bitum làm việc chung với vật liệu khoáng, dưới tác dụng của nước áp lực nó sẽ bị thấm khuếch tán.

## IV. ỨNG DỤNG

Bitum được dùng để sản xuất bêtông átphan khi cho nó trộn lẫn với cốt liệu (đá dăm, cát, bột khoáng) hay sản xuất tấm lợp khi cho tác dụng với bột khoáng, cát mịn rồi cán trên giấy các tông.

# CHƯƠNG VIII

# VẬT LIỆU GỖ

## §1. KHÁI NIỆM

- Gỗ là vật liệu tự nhiên được sử dụng nhiều trong xây dựng

* Gỗ có các ưu điểm :
- Cường độ cao
- Nhẹ, hệ số phẩm chất lớn (lớn hơn bêtông)
- Đa dạng về chủng loại
- Nhiều loại có màu sắc đẹp
- Dễ gia công
- Cách âm, cách nhiệt tốt

* Tuy nhiên, gỗ vẫn có các nhược điểm sau :
- Có cấu tạo dị hướng nên tính chất cơ lý theo các hướng khác nhau là khác nhau
- Dễ hút ẩm và nhả ẩm dẫn đến thể tích thay đổi lớn khi độ ẩm môi trường thay đổi
- Dễ cháy
- Có nhiều khuyết tật
- Dễ bị sâu nấm, mối mọt → độ bền kém

* Các công dụng của gỗ :
- Các loại gỗ cứng, cường độ cao dùng làm kết cấu chịu lực
- Gỗ đẹp dùng làm vật liệu trang trí
- Gỗ dễ gia công dùng làm đồ gia dụng
- Gỗ yếu, mềm, chóng hỏng dùng làm ván cốp pha trong xây dựng

## §2. CẤU TẠO CỦA GỖ

### I. CẤU TẠO VĨ MÔ

Quan sát mặt cắt ngang của cây bằng mắt thường ta nhận thấy cây có các bộ phận sau:

*Tủy cây* nằm ở trung tâm, là bộ phận sinh ra vỏ đầu tiên, chạy dọc thân cây. Nó là bộ phận mềm yếu nhất, dễ mục nát.

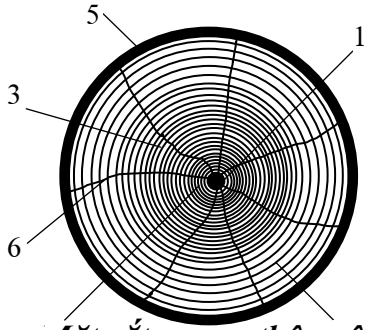
*Lớp gỗ lõi* gồm những tế bào chết, màu đậm và cứng hơn, chứa ít nước, cường độ cao và khó mục nát.

*Lớp gỗ giác* màu nhạt, chứa nhiều nước, dễ mục nát, mềm và có cường độ thấp.

*Lớp hình thành* gồm một lớp tế bào sống mỏng có khả năng sinh trưởng ra phía ngoài để sinh ra vỏ và vào phía trong để sinh ra gỗ. Những tế bào sinh gỗ vào mùa xuân có bản rộng thành tế bào mỏng, vào mùa hè và thu, đông thì hẹp hơn, có thành dày hơn đóng vai trò chịu lực.

*Vỏ* có chức năng bảo vệ gỗ khỏi bị tác dụng cơ học. Nó gồm có lớp ngoài (tế bào chết) và lớp libe ở bên trong. Libe là lớp tế bào mỏng của vỏ, có chức năng là truyền và dự trữ thức ăn để nuôi cây.

Ngoài ra nhìn kỹ mặt cắt ngang còn có thể phát hiện được những tia nhỏ li ti hướng vào tâm gọi là tia lõi.



***Mặt cắt ngang thân cây***

1. Tủy cây 2. Lớp gỗ lõi 3. Lớp gỗ giác 4. Lớp hình thành 5. Vỏ cây 6. Dây tủy

Nhìn toàn bộ mặt cắt ngang ta thấy phần gỗ được cấu tạo bởi các vòng tròn đồng tâm đó là các vòng tuổi. Hàng năm vào mùa xuân gỗ phát triển mạnh, lớp gỗ xuân dày, màu nhạt, chứa nhiều nước. Vào mùa hạ, thu, đông gỗ phát triển chậm, lớp gỗ mỏng, màu sẫm, ít nước và cứng. Hai lớp gỗ có màu sẫm nhạt nối tiếp nhau tạo ra một tuổi gỗ.

## II. CẤU TẠO VI MÔ

Qua kính hiển vi có thể nhìn thấy những tế bào sống và chết của gỗ có kích thước và hình dáng khác nhau. Tế bào của gỗ gồm có tế bào chịu lực, tế bào dẫn, tế bào tia lõi và tế bào dự trữ.

*Tế bào chịu lực* (tế bào thớ) có dạng hinh thoi dài 0,3 ÷ 2*mm*, dày 0,02 ÷ 0,05*mm*, thành tế bào dày, nối tiếp nhau theo chiều dọc thân cây, chiếm 76% thể tích của gỗ.

*Tế bào dẫn* hay còn gọi là mạch gỗ, gồm những tế bào lớn hình ống xếp chồng lên nhau tạo thành các ống thông suốt. Chúng có nhiệm vụ dẫn nhựa theo chiều dọc thân cây.

*Tế bào tia lõi* là những tế bào xếp nằm ngang thân cây. Giữa các tế bào này cũng có lỗ thông nhau.

*Tế bào dự trữ* nằm xung quanh mạch gỗ và có lỗ thông nhau. Chúng có nhiệm vụ chứa chất dinh dưỡng để nuôi cây.

Về cơ bản cấu trúc gỗ lá kim cũng như gỗ lá rộng, nhưng không có mạch gỗ mà chỉ có tia lõi và tế bào chịu lực. Tế bào chịu lực hình thoi,kiêm cả chức năng dẫn nhựa dọc thân cây.

Về cấu tạo mỗi tế bào sống đều có 3 phần : vỏ cứng, nguyên sinh chất và nhân tế bào.

*Vỏ tế bào* được tạo bởi xenlulô, lignhin và các hemixenlulô. Trong quá trình phát triển nguyên sinh chất hao dần tạo cho lớp vỏ tế bào ngày càng dày thêm. Đồng thời, một bộ phận của vỏ lại biến thành chất nhờn tan trong nước.

*Nguyên sinh chất* là chất abumi thực vật được cấu tạo từ các nguyên tố : C, H, O, N và S. Trong nguyên sinh chất, trên 70% là nước. Vì vậy khi gỗ khô tế bào trở nên rỗng ruột.

*Nhân tế bào* hình bầu dục, trong đó có một số hạt óng ánh và chất abumi dạng sợi. Cấu tạo hóa học gần giống nguyên sinh chất nhưng có thêm nguyên tố P.

# §3. CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA GỖ

## I. MÀU SẮC VÀ VÂN GỖ

Mỗi loại gỗ có một màu sắc và kiểu vân riêng. Căn cứ vào màu sắc có thể đánh giá sơ bộ phẩm chất và loại gỗ. Ví dụ : gỗ gụ, gỗ mun có màu sẫm và đen; gỗ sến, gỗ táu có màu hồng sẫm; gỗ thông, bồ đề có màu trắng. Màu sắc của gỗ còn thay đổi tùy theo tình trạng sâu nấm và mức độ ảnh hưởng của mưa gió. Vân gỗ cũng rất phong phú và đa dạng. Gỗ có vân đẹp được dùng làm đồ mĩ nghệ.

## II. ĐỘ ẨM VÀ TÍNH HÚT ẨM

### *1. Khái niệm*

Độ ẩm có ảnh hưởng lớn đến tính chất của gỗ. Nước nằm trong gỗ có 3 dạng:

- Nước tự do : nằm trong một tế bào, khoảng trống giữa các tế bào và bên trong các ống dẫn. Khi lượng nước này thay đổi các tính chất cơ lý của gỗ bị thay đổi nhưng không đáng kể.

- Nước hấp phụ (nước liên kết vật lý) nằm trong vỏ tế bào và khoảng trống giữa các tế bào. Khi lượng nước này thay đổi, vỏ tế bào bị biến dạng theo nên tính chất cơ lý của gỗ bị thay đổi đáng kể.

- Nước liên kết hóa học nằm trong thành phần hóa học của các chất tạo gỗ.

Khi sấy, nước từ từ tách ra khỏi mặt ngoài, nước từ lớp gỗ bên trong chuyển dần ra thay thế. Còn khi gỗ khô thì nó lại hút hơi nước từ trong không khí.

❖ Độ ẩm cân bằng $W_{cb}$ : khi gỗ đặt trong môi trường ẩm, gỗ sẽ hút ẩm cho đến khi áp lực nước trong gỗ cân bằng với áp lực hơi nước của môi trường. Độ ẩm tương ứng của gỗ lúc đó gọi là độ ẩm cân bằng.

Độ ẩm cân bằng phụ thuộc vào nhiệt độ, độ ẩm môi trường, cấu tạo gỗ. Độ ẩm cân bằng của gỗ khô trong phòng là 8 ÷ 12%, của gỗ khô trong không khí sau khi sấy lâu dài ở ngoài không khí là 15 ÷ 18%. Muốn xác định $W_{cb}$ tra biểu đồ Xulitki.

❖ Độ ẩm bão hòa thớ $W_{bht}$ : khi gỗ ẩm đặt trong môi trường khô, gỗ sẽ nhả ẩm cho đến khi hết nước tự do chỉ còn nước liên kết vật lý. Độ ẩm tương ứng của gỗ lúc đó gọi là độ ẩm bão hòa thớ.

Độ ẩm bão hòa thớ chỉ phụ thuộc cấu tạo của gỗ. Tùy từng loại gỗ $W_{bht}$ có thể dao động từ 23 đến 35%.

Khi độ ẩm thay đổi trong phạm vi nhỏ hơn $W_{bht}$ thì tính chất cơ lý của gỗ thay đổi đáng kể. Còn khi độ ẩm thay đổi trong phạm vi lớn hơn $W_{bht}$ thì tính chất cơ lý của gỗ thay đổi không đáng kể. Do đó, để xác định $W_{bht}$ người ta kiểm tra tính chất vật lý của gỗ ở các độ ẩm khác nhau.

❖ Độ ẩm thực tế : là độ ẩm đo được tại thời điểm thí nghiệm.

***2. Cách xác định***

Đặt gỗ trong hộp kim loại rồi sấy khô đến khối lượng không đổi.

$$W = \frac{G_{h+W} - G_{h+K}}{G_{h+K} - G_h} \times 100\%$$

trong đó : $G_{h+W}$ - khối lượng hộp chứa gỗ ẩm trước khi sấy

$G_{h+K}$ - khối lượng hộp chứa gỗ khô sau khi sấy

$G_h$ - khối lượng hộp

***3. Sự ảnh hưởng của độ ẩm đến các tính chất khác của gỗ***

*a. Độ ẩm ảnh hưởng đến sự co nở thể tích*

*Độ co ngót* là độ giảm khích thước và thể tích khi sấy khô. Nước mao quản bay hơi không làm cho gỗ co. Co chỉ xảy ra khi mất nước liên kết vật lý, khi đó chiều dày của vỏ tế bào giảm đi, các mixen xích lại gần nhau làm cho kích thước của gỗ giảm đi.

*Trương nở* là khả năng của gỗ tăng kích thước về thể tích khi hút nước vào thành tế bào. Gỗ bị trương nở thể tích khi hút nước giới hạn bão hòa thớ.

Nói chung, khi độ ẩm thay đổi trong phạm vi lớn hơn $W_{bht}$ thì sự co nở là không đáng kể. Khi độ ẩm thay đổi trong phạm vi nhỏ hơn $W_{bht}$ thì thể tích gỗ bị thay đổi đáng kể : độ ẩm tăng thì thể tích tăng và ngược lại.

Sự co nở của gỗ theo các phương khác nhau là khác nhau do gỗ có cấu tạo không đồng nhất. Mức độ co nở tăng dần theo thứ tự : phương dọc thớ, xuyên tâm và tiếp tuyến.

❖ Các đánh giá mức độ co nở của gỗ :

**<u>Cách 1 :</u>** Độ co tuyệt đối (*mm/1m dài*)

**<u>Cách 2 :</u>** Độ co tương đối (%)

$$\text{Độ co dài} = \frac{L_1 - L_2}{L_2} \times 100\%$$

trong đó : $L_1$ - kích thước của gỗ trước khi sấy khô

$L_2$ - kích thước của gỗ sau khi sấy đến trạng thái khô tuyệt đối

$$\text{Độ co thể tích} = \frac{V_1 - V_2}{V_2} \times 100\%$$

trong đó : $V_1$ - thể tích của gỗ trước khi sấy khô

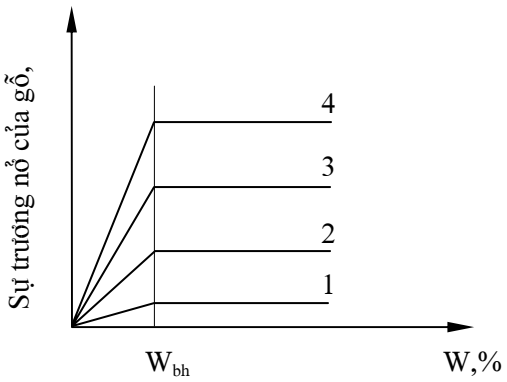
$V_2$ - thể tích của gỗ sau khi sấy đến trạng thái khô tuyệt đối

**Cách 3 :** Hệ số co thể tích $K_o$ : là độ co tương đối về thể tích khi độ ẩm giảm đi 1%.

$$K_o = \frac{\frac{V_1 - V_2}{V_2}(100\%)}{W(100\%)}$$

trong đó : W - độ ẩm của gỗ (%) không được vượt quá $W_{bht}$

Ảnh hưởng của độ ẩm đến độ trương nở của gỗ có thể thấy như đồ thị sau :




***Ảnh hưởng của độ ẩm đến độ trương nở***

1 - Dọc thớ 2 - Xuyên tâm 3 - Tiếp tuyến 4 - Thể tích

*b. Độ ẩm ảnh hưởng đến khối lượng thể tích*

Khối lượng thể tích của gỗ phụ thuộc độ rỗng và độ ẩm. Người ta chuyển khối lượng thể tích của gỗ ở độ ẩm bất kỳ (W) về khối lượng thể tích ở độ ẩm tiêu chuẩn (18%).

$$\gamma_o^{tc} = \gamma_o^{18\%} = \frac{G^{18\%}}{V_o^{18\%}} \quad ; \quad \gamma_o^W = \frac{G^W}{V_o^W}$$

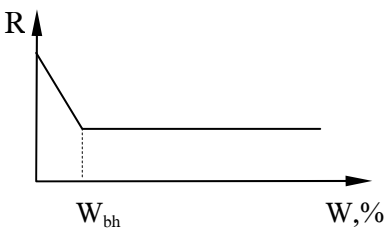
$$\gamma_o^{tc} = \gamma_o^W \left[1 + (1 - K_o)(18 - W)\right]$$

Dựa vào khối lượng thể tích, gỗ được chia thành 5 loại :

- Gỗ rất nhẹ : $\gamma_o < 400$ *kg/m*$^3$
- Gỗ nhẹ : $\gamma_o = 400 \div 500$ *kg/m*$^3$
- Gỗ nhẹ vừa : $\gamma_o = 500 \div 700$ *kg/m*$^3$
- Gỗ nặng : $\gamma_o = 700 \div 900$ *kg/m*$^3$
- Gỗ rất nặng : $\gamma_o > 900$ *kg/m*$^3$

*c. Độ ẩm ảnh hưởng đến cường độ*

Khi độ ẩm thay đổi trong phạm vi lớn hơn giới hạn bão hòa thớ thì cường độ của gỗ thay đổi không đáng kể, còn nhỏ hơn giới hạn bão hòa thớ thì cường độ của gỗ thay đổi đáng kể : độ ẩm tăng thì cường độ giảm và ngược lại.



Vì cường độ của gỗ phụ thuộc độ ẩm, nên cường độ thử ở độ ẩm nào đó (W) phải chuyển về cường độ ở độ ẩm tiêu chuẩn (18%) theo công thức :

$$R^{tc} = R^{18} = R^{W}\left[1+\alpha(W-18)\right]$$

trong đó :α - hệ số điều chỉnh độ ẩm, biểu thị phần trăm thay đổi cường độ của gỗ khi độ ẩm thay đổi 1%. Giá trị α thay đổi tùy theo loại cường độ và phương của thớ gỗ.

W - độ ẩm của gỗ (%), $W \le W_{bht}$

*d. Độ ẩm ảnh hưởng đến độ bền*

Gỗ ẩm ướt lâu sẽ bị mục nát, khi gỗ khô ẩm liên tục sẽ bị cong vênh, nứt nẻ → giảm độ bền của gỗ.

## III. CƯỜNG ĐỘ

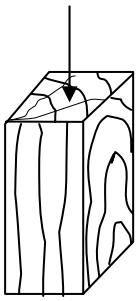
### *1. Khái niệm*

Gỗ có cấu tạo không đẳng hướng nên cường độ của nó không đều theo các phương khác nhau. Cường độ của gỗ phụ thuộc vào nhiều yếu tố như : độ ẩm, khối lượng thể tích, tỷ lệ phần trăm của lớp gỗ sớm và lớp gỗ muộn, tình trạng khuyết tật.

Cường độ tiêu chuẩn của gỗ là cường độ của gỗ ở độ ẩm 18%.

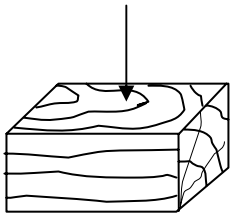
### *2. Cách xác định*

*a. Cường độ chịu nén*

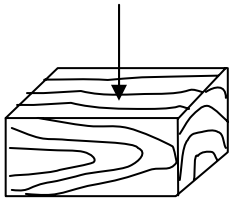


2 x 2 x 3*cm*

***Nén dọc thớ***

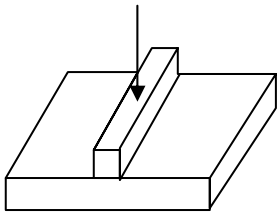


***Nén ngang thớ xuyên tâm***

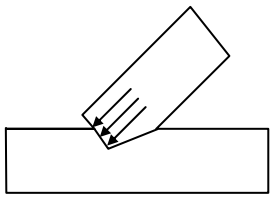


***Nén ngang thớ tiếp tuyến***

$$\sigma_n = \frac{P}{F}$$



***Nén cục bộ***

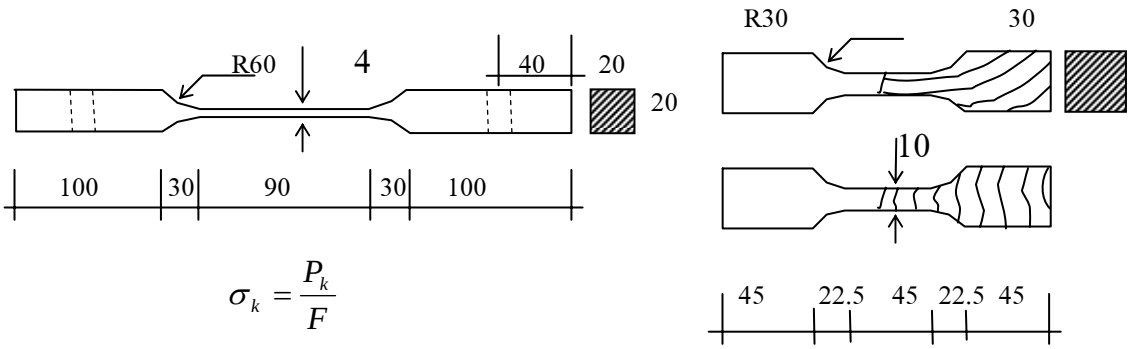


$$\vec{\sigma}_{nx} = \vec{\sigma}_{nd} + \vec{\sigma}_{nn}$$

***Nén xiên***

*b. Cường độ chịu kéo*

Mẫu làm việc chịu kéo được chia ra : kéo dọc, kéo ngang thớ tiếp tuyến và xuyên tâm.

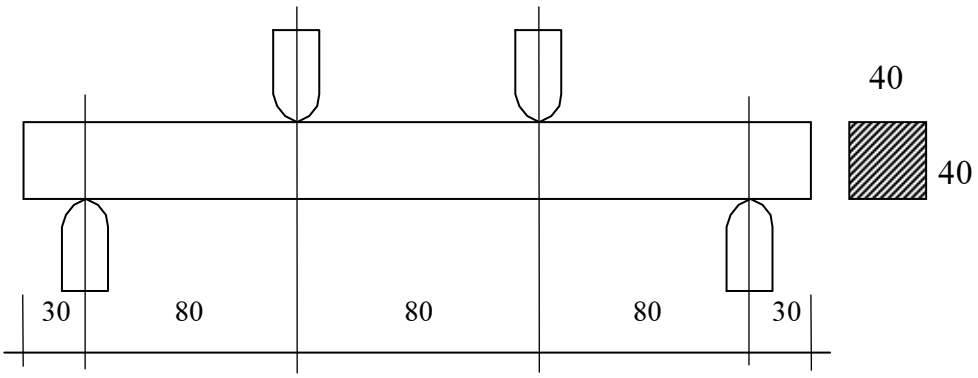



$$\sigma_k = \frac{P_k}{F}$$

Cường độ kéo dọc thớ lớn hơn cường độ nén dọc, vì khi kéo các thớ gỗ đều làm việc đến khi bị đứt còn khi nén dọc các thớ bị tách ra và gỗ bị phá hoại chủ yếu do uốn dọc cục bộ từng thớ.

*c. Cường độ chịu uốn*

Cường độ chịu uốn của gỗ khá cao (nhỏ hơn cường độ kéo dọc và lớn hơn cường độ nén dọc). Các kết cấu làm việc chịu uốn hay gặp là dầm, xà, vì kèo... Mẫu thí nghiệm uốn được mô tả như sau :




Cường độ chịu uốn được tính theo công thức :

$$\sigma_u = \frac{M}{W}$$

*d. Cường độ chịu trượt*

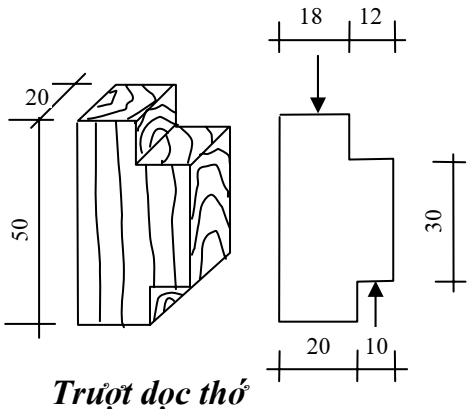
Cường độ chịu trượt được phân ra : trượt dọc thớ, trượt ngang thớ (tiếp tuyến và xuyên tâm) và cắt đứt thớ.

Khi trượt dọc phương của tải trọng trùng với phương của thớ gỗ. Khi tải trọng vượt quá giới hạn thì liên kết giữa các thớ sẽ bị phá hoại, các thớ sẽ trượt lên nhau. Trong trượt ngang thớ, tải trọng sẽ tiếp tuyến hoặc vuông góc với vòng tuổi. Công thức chung để xác định cường độ chịu trượt như sau :

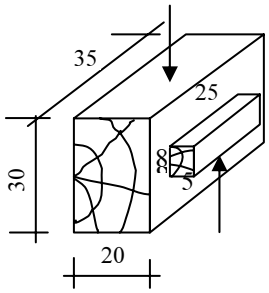
$$\sigma = \frac{P_{max}}{F}$$

trong đó : $P_{max}$ - tải trọng phá hoại, *daN*

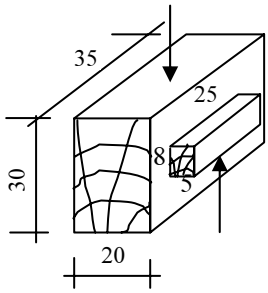
F - tiết diện chịu trượt, $cm^2$




***Trượt dọc thớ xuyên tâm***




***Trượt ngang thớ tiếp tuyến***

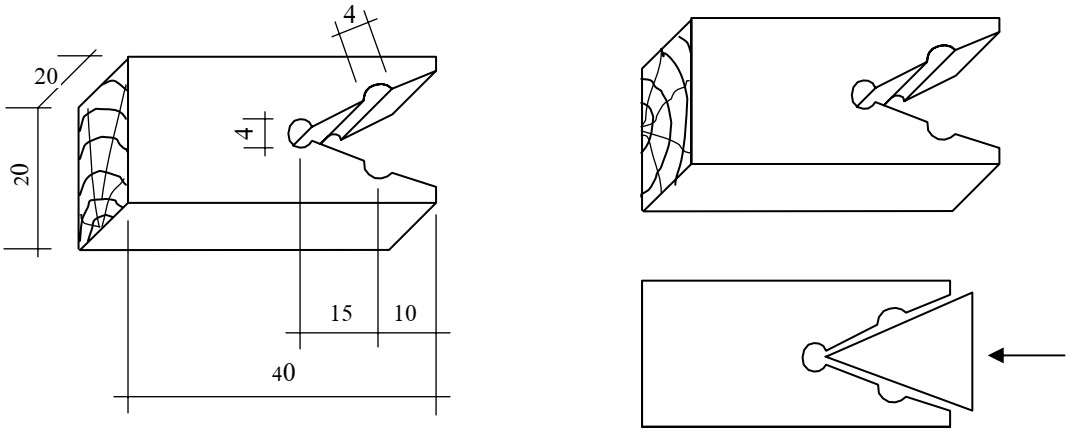



***Trượt ngang thớ***

*e. Cường độ chịu tách*

Gỗ chịu tách rất kém, vì khi tách liên kết giữa các thớ bị phá hoại không đồng thời. Nếu lực tách lớn nhất là $F_{max}$ và chiều rộng mặt chịu tách là a thì sức chịu tách $S_t$ sẽ được tính bằng công thức :

$$S_t = \frac{F_{max}}{a}$$




***Mẫu thí nghiệm chịu tách***

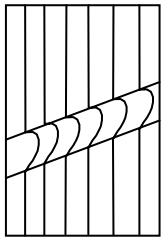
a. Tách dọc theo phương tiếp tuyến b. Tách dọc theo phương xuyên tâm

# §4. SÂU TẬT VÀ CÁC BIỆN PHÁP BẢO QUẢN GỖ

## I. CÁC KHUYẾT TẬT CỦA GỖ

Nguyên nhân sinh ra tật gỗ chủ yếu là do cấu tạo như mắt gỗ, u gỗ, lệch tâm, hai tâm, lệch và vặn thớ, lẫn vỏ, v.v... Cũng có khi do con người làm cho cây bị thương mà sinh ra.

***1. Mắt cây***

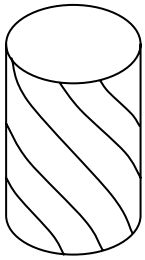


Mắt cây có 3 loại :

- Mắt sống : còn cứng, chắc, dính chặt vào thân gỗ.
- Mắt chết : có một phần hoặc toàn bộ rời khỏi thân gỗ, song vẫn còn cứng, chưa mục.
- Mắt mục : mắt gỗ đã mục nát.

Mắt là tật chính của gỗ, mắt làm cho thớ gỗ bị lượn vòng dẫn đến giảm khả năng chịu lực của gỗ nhất là khi chịu kéo, nén dọc thớ và khi chịu uốn. Mắt cây còn làm gỗ khó gia công, giảm hiệu quả sử dụng.

***2. Vặn thớ***



Gỗ bị vặn thớ làm giảm cường độ, thay đổi phương chịu lực của gỗ. Mặt khác, nó cũng làm cho gỗ khó gia công và khó sử dụng.

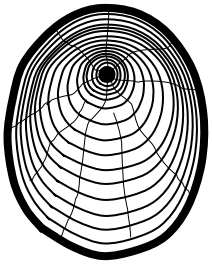
Những cây gỗ ở vùng có gió theo mùa thường bị vặn thớ.

***3. Lệch tâm, hai tâm***

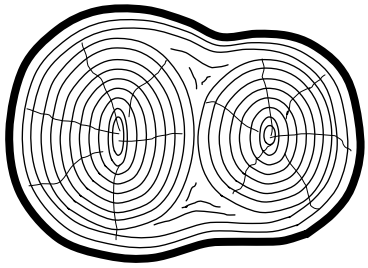
Lệch tâm gồm có lệch một phía và lệch cục bộ.

Hai tâm là hiện tượng trên tiết diện ngang của thân cây có hai lõi, thường gặp ở cây gỗ có hai ngọn.

Lệch tâm, hai tâm làm giảm hiệu quả sử dụng gỗ.

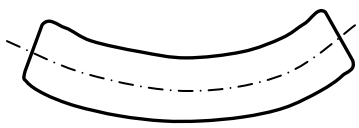


***Lệch tâm***



***Hai tâm***

***4. Cong queo***



Hiện tượng gỗ cong queo làm giảm cường độ dọc thớ của gỗ và gây lãng phí, khó sử dụng.

## II. SÂU, NẤM

*Nấm* là loại thực vật đơn giản nhất sống nhờ trong các tế bào gỗ và đôi khi gây ra các hiện tượng hóa lý khác. Nấm phát triển trong điều kiện có ôxi, độ ẩm và nhiệt độ thích hợp. Gỗ có độ ẩm nhỏ hơn 20%, cũng như gỗ ngâm ngập trong nước thì không bị nấm phá hoại.

Nấm có thể làm gỗ bị biến màu, bị mục và giảm tính chất cơ lý. Nấm có thể phá hoại ngay khi cây gỗ còn đang sống, cây gỗ đã chặt xuống hoặc tiếp tục phá hoại gỗ ngay trong các kết cấu của công trình.

*Sâu* là các loại côn trùng có thể đục gỗ hoặc dùng gỗ làm thức ăn. Dạng khuyết tật này xảy ra trong cây gỗ đang lớn và cây gỗ đã chặt xuống, còn tươi cũng như đã khô. Nó làm giảm tính chất cơ học và chất lượng của gỗ đến nỗi phải bỏ đi. Ngoài ra, gỗ tại các công trình biển còn bị phá hoại do các loại giun biển (hà).

## III. CÁC BIỆN PHÁP BẢO QUẢN GỖ

### *1. Phòng chống nấm và côn trùng*

Phòng chống nấm và côn trùng nhằm mục đích kéo dài tuổi thọ của gỗ bằng các biện pháp sau : loại trừ các điều kiện sinh sống của côn trùng, dùng hóa chất và sử dụng thuốc.

*a. Loại trừ các điều kiện sinh sống của côn trùng*

Nấm và côn trùng sinh sống nhờ vào không khí và thức ăn trong gỗ và phát triển ở nhiệt độ và độ ẩm thích hợp. Có thể loại trừ hai yếu tố trên bằng cách sấy gỗ ở $80 \div 100^oC$ trong thời gian lâu, hoặc ngâm dưới bùn để diệt sâu nấm và trứng sâu.

*b. Dùng hóa chất*

Hóa chất diệt nấm và côn trùng cần bảo đảm các tính chất sau đây :

- Có khả năng diệt nấm và côn trùng mạnh
- Ổn định đối với môi trường : có tác dụng lâu dài không bị nước cuốn đi
- Không độc đối với người và súc vật. Không ăn mòn gỗ và các chi tiết trong kết cấu gỗ như đinh, vít, ke...
- Dễ dàng ngấm sâu vào gỗ, không có mùi hắc

*c. Phương pháp sử dụng thuốc*

- Quét và phun ngoài mặt : quét hay phun 2 đến 3 lớp trên mặt, cách này đơn giản, dễ làm song thuốc ngấm không sâu, hao hụt nhiều.
- Ngâm gỗ vào dung dịch thuốc : thuốc ngấm có sâu hơn phun và quét.
- Tẩm chân không có áp : tạo chân không để hút nước và không khí trong gỗ, rồi ngâm vào dung dịch thuốc dưới áp suất 6*atm*. Phương pháp này rất tốt, thuốc ngấm sâu, song đắt tiền.
- Tẩm phân tán : lấy gỗ tươi bóc vỏ, quét keo thuốc 2 đến 3 lớp, rồi bọc kín gỗ bằng giấy dầu, ủ từ 3 đến 4 tháng, sau đó bóc giấy, phơi khô.
- Phương pháp thay thế nhựa : hút hết nhựa cây và bơm vào cây gỗ thuốc trừ sâu nấm

### *2. Phòng chống hà*

Để phòng chống hà người ta thường dùng các biện pháp sau :

- Dùng gỗ cứng (thiết mộc), gỗ dẻo quánh (tếch), gỗ có nhựa (bạch đàn) ... Những loại gỗ cứng, quánh làm hà khó đục, hoặc vì sợ nhựa hà không bám vào
- Để nguyên lớp vỏ cây
- Bọc ngoài gỗ một lớp vỏ kim loại
- Bọc kết cấu gỗ bằng ống ximăng amiăng, ống sành
- Dùng dầu crêozôt, $CuSO_4$, ...

Ở nước ta còn dùng phương pháp cổ truyền là thui cho gỗ cháy xém một lớp mỏng bên ngoài. Phương pháp này sau 3 năm phải thui lại.

***3. Bảo quản và phơi sấy gỗ***

Sấy gỗ là biện pháp làm giảm độ ẩm của gỗ, ngăn ngừa mục nát, tăng cường độ, hạn chế sự thay đổi kích thước và hình dáng trong quá trình sử dụng. Các biện pháp sấy gỗ được sử dụng là sấy tự nhiên, sấy phòng, sấy điện, sấy trong chất lỏng đun nóng. Trong đó sấy tự nhiên và sấy phòng là chủ yếu.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

# BÀI MỞ ĐẦU

## I . Tầm quan trọng của vật liệu

Trong công tác xây dựng bao giờ vật liệu cũng đóng vai trò chủ yếu. Vật liệu là một trong các yếu tố quyết định chất lượng, giá thành và thời gian thi công công trình.

Thông thường chi phí về vật liệu xây dựng chiếm một tỷ lệ tương đối lớn trong tổng giá thành xây dựng: 75 - 80% đối với các công trình dân dụng và công nghiệp, 70-75% đối với các công trình giao thông, 50 - 55% đối với các công trình thủy lợi.

## II . Sơ lược tình hình phát triển ngành sản xuất vật liệu xây dựng

Cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật nói chung, ngành vật liệu xây dựng cũng đã phát triển từ thô sơ đến hiện đại, từ giản đơn đến phức tạp, chất lượng vật liệu ngày càng được nâng cao.

Từ xưa loài người đã biết dùng những loại vật liệu đơn giản có trong thiên nhiên như đất, rơm rạ, đá, gỗ v.v... để xây dựng nhà cửa, cung điện, thành quách, cầu cống. Ở những nơi xa núi đá, người ta đã biết dùng gạch mộc, rồi dần về sau đã biết dùng gạch ngói bằng đất sét nung. Để gắn các viên đá, gạch rời rạc lại với nhau, từ xưa người ta đã biết dùng một số chất kết dính rắn trong không khí như vôi, thạch cao. Do nhu cầu xây dựng những công trình tiếp xúc với nước và nằm trong nước, người ta đã dần dần nghiên cứu tìm ra những chất kết dính mới, có khả năng rắn trong nước, đầu tiên là chất kết dính hỗn hợp gồm vôi rắn trong không khí với chất phụ gia hoạt tính, sau đó phát minh ra vôi thủy và đến đầu thế kỷ 19 thì phát minh ra xi măng pooc lăng. Đến thời kỳ này người ta cũng đã sản xuất và sử dụng nhiều loại vật liệu kim loại, bê tông cốt thép, bê tông ứng lực trước, gạch silicat, bê tông xỉ lò cao v.v...

Kỹ thuật sản xuất và sử dụng vật liệu trên thế giới vào những năm cuối cùng của thế kỷ 20 và đầu thế kỷ 21 đã đạt đến trình độ cao, nhiều phương pháp công nghệ tiên tiến được áp dụng như nung vật liệu gốm bằng lò tuy nen, nung xi măng bằng lò quay với nhiên liệu lỏng, sản xuất các cấu kiện bê tông dự ứng lực với kích thước lớn, sản xuất vật liệu ốp lát gốm granit bằng phương pháp ép bán khô v.v...

Ở Việt Nam từ xưa đã có những công trình bằng gỗ, gạch đá xây dựng rất công phu, ví dụ công trình đá thành nhà Hồ (Thanh Hóa), công trình đất Cổ Loa (Đông Anh - Hà Nội). Nhưng trong suốt thời kỳ phong kiến thực dân thống trị, kỹ thuật về vật liệu xây dựng không được đúc kết, đề cao và phát triển, sau chiến thắng thực dân Pháp (1954) và nhất là kể từ khi ngành xây dựng Việt Nam ra đời (29.4.1958) đến nay ngành công nghiệp vật liệu xây dựng đã phát triển nhanh chóng. Trong 45 năm, từ những vật liệu xây dựng truyền thống như gạch, ngói, đá, cát, xi măng, ngày nay ngành vật liệu xây dựng Việt Nam đã bao gồm hàng trăm chủng loại vật liệu khác nhau, từ vật liệu thông dụng nhất đến vật liệu cao cấp với chất lượng tốt, có đủ các mẫu mã, kích thước, màu sắc đáp ứng nhu cầu xây dựng trong nước và hướng ra xuất khẩu .

Nhờ có đường lối phát triển kinh tế đúng đắn của Đảng, ngành vật liệu xây dựng đã đi trước một bước, phát huy tiềm năng, nội lực sử dụng nguồn tài nguyên

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com
phong phú, đa dạng với sức lao động dồi dào, hợp tác, liên doanh, liên kết trong và ngoài nước, ứng dụng công nghệ tiên tiến, kỹ thuật hiện đại của thế giới vào hoàn cảnh cụ thể của nước ta, đầu tư, liên doanh với nước ngoài xây dựng nhiều nhà máy mới trên khắp ba miền như xi măng Bút Sơn (1,4 triệu tấn/năm), xi măng Chinfon - Hải Phòng (1,4 triệu tấn/năm), xi măng Sao Mai (1,76 triệu tấn/năm), xi măng Nghi Sơn (2,27 triệu tấn/năm). Về gốm sứ xây dựng có nhà máy ceramic Hữu Hưng, Thanh Thanh, Thạch Bàn, Việt Trì, Đà Nẵng, Đồng Tâm, Taicera ShiJar v.v... Năm 1992 chúng ta mới sản xuất được 160.000 $m^2$ loại Ceramic tráng men ốp tường 100 x 100 mm, thì năm 2002 đã cung cấp cho thị trường hơn 15 triệu $m^2$ loại: 300x300, 400x400, 500x500 mm.

Một thành tựu quan trọng của ngành gốm sứ xây dựng là sự phát triển đột biến của sứ vệ sinh. Hai nhà máy sứ Thiên Thanh và Thanh Trì đã nghiên cứu sản xuất sứ từ nguyên liệu trong nước, tự vay vốn đầu tư trang bị dây chuyền công nghệ tiên tiến, thiết bị hiện đại đưa sản lượng hai nhà máy lên 800000 sản phẩm/năm. Nếu kể cả sản lượng của các liên doanh thì năm 2002 đã sản xuất được 1405 triệu sản phẩm sứ vệ sinh có chất lượng cao.

Về kính xây dựng có nhà máy kính Đáp Cầu, với các sản phẩm kính phẳng dày 2 -5 mm, kính phản quang, kính màu, kính an toàn, gương soi đã đạt sản lượng 7,2 triệu $m^2$ trong năm 2002.

Ngoài các loại vật liệu cơ bản trên, các sản phẩm vật liệu trang trí hoàn thiện như đá ốp lát thiên nhiên sản xuất từ đá cẩm thạch, đá hoa cương, sơn silicat, vật liệu chống thấm, vật liệu làm trần, vật liệu lợp đã được phát triển với tốc độ cao, chất lượng ngày càng được cải thiện.

Tuy nhiên, bên cạnh các nhà máy vật liệu xây dựng được đầu tư với công nghệ tiên tiến, thiết bị hiện đại thì cũng còn nhiều nhà máy vẫn phải duy trì công nghệ lạc hậu, thiết bị quá cũ, chất lượng sản phẩm không ổn định.

Phương hướng phát triển ngành công nghệ vật liệu trong thời gian tới là phát huy nội lực về nguồn tài nguyên thiên nhiên phong phú, lực lượng lao động dồi dào, tích cực huy động vốn trong dân, tăng cường hợp tác trong nước, ngoài nước, đầu tư phát triển nhiều công nghệ tiên tiến, sản xuất các mặt hàng mới thay thế hàng nhập khẩu như vật liệu cao cấp, vật liệu cách âm, cách nhiệt, vật liệu trang trí nội thất, hoàn thiện để tạo lập một thị trường vật liệu đồng bộ phong phú, thỏa mãn nhu cầu của toàn xã hội với tiềm lực thị trường to lớn trong nước, đủ sức cạnh tranh, hội nhập thị trường khu vực và thế giới.

Mục tiêu đến năm 2010 là sản xuất 40-45 triệu tấn xi măng, 40-50 triệu $m^2$ gạch men lát nền, ốp tường, 4-5 triệu sản phẩm sứ vệ sinh với phụ kiện đồng bộ, 80-90 triệu $m^2$ kính xây dựng các loại, 18 -20 tỷ viên gạch, 30-35 triệu $m^2$ tấm lợp, 35- 40 triệu $m^3$ đá xây dựng, 2 triệu $m^2$ đá ốp lát, 50.000 tấm cách âm, cách nhiệt, bông, sợi thủy tinh, vật liệu mới, vật liệu tổng hợp.

## III. Phân loại vật liệu xây dựng

Vật liệu xây dựng được phân theo 2 cách chính:

### 1.Theo bản chất

Theo bản chất vật liệu xây dựng được phân ra 3 loại chính sau đây:

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com
(1) Vật liệu vô cơ bao gồm các loại vật liệu đá thiên nhiên, các loại vật liệu nung, các chất kết dính vô cơ, bê tông, vữa và các loại vật liệu đá nhân tạo không nung khác.

(2) Vật liệu hữu cơ: bao gồm các loại vật liệu gỗ, tre, các loại nhựa bitum và guđrông, các loại chất dẻo, sơn, vecni v.v...

(3) Vật liệu kim loại: bao gồm các loại vật liệu và sản phẩm bằng gang, thép, kim loại màu và hợp kim.

**2.Theo nguồn gốc**

Theo nguồn gốc vật liệu xây dựng được phân ra 2 nhóm chính: vật liệu đá nhân tạo và vật liệu đá thiên nhiên.

Theo tính toán, vật liệu sử dụng trong các công trình xây dựng có tới hơn 90% là vật liệu đá nhân tạo và gần 10% là vật liệu khác.

Vật liệu đá nhân tạo là một nhóm vật liệu rất phong phú và đa dạng, chúng được phân thành 2 nhóm phụ: vật liệu đá nhân tạo không nung và vật liệu đá nhân tạo nung.

Vật liệu đá nhân tạo không nung: nhóm vật liệu mà sự rắn chắc của chúng xảy ra ở nhiệt độ không cao lắm và sự hình thành cấu trúc là kết quả của sự biến đổi hóa học và hóa lý của chất kết dính, ở trạng thái dung dịch (phân tử, keo, lỏng và rắn, pha loãng và đậm đặc).

Vật liệu đá nhân tạo nung: nhóm vật liệu mà sự rắn chắc của nó xảy ra chủ yếu là quá trình làm nguội dung dịch nóng chảy. Dung dịch đó đóng vai trò là chất kết dính.

Đối với vật liệu đá nhân tạo khi thay đổi thành phần hạt của cốt liệu, thành phần khoáng hóa của chất kết dính, các phương pháp công nghệ và các loại phụ gia đặc biệt thì có thể làm thay đổi và điều chỉnh cấu trúc cũng như tính chất của vật liệu.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

# CHƯƠNG I
# CÁC TÍNH CHẤT CƠ BẢN CỦA VẬT LIỆU XÂY DỰNG

## 1.1. Khái niệm chung

### 1.1.1. Phân loại tính chất của vật liệu xây dựng (VLXD)

Quá trình làm việc trong kết cấu công trình, vật liệu phải chịu sự tác dụng của tải trọng bên ngoài và môi trường xung quanh. Tải trọng sẽ gây ra biến dạng và ứng suất trong vật liệu. Do đó, để kết cấu công trình làm việc an toàn thì trước tiên vật liệu phải có các tính chất cơ học theo yêu cầu. Ngoài ra, vật liệu còn phải có đủ độ bền vững chống lại các tác dụng vật lý và hóa học của môi trường. Trong một số trường hợp đối với vật liệu còn có một số yêu cầu riêng về nhiệt, âm, chống phóng xạ v.v... Như vậy, yêu cầu về tính chất của vật liệu rất đa dạng. Song để nghiên cứu và sử dụng vật liệu, có thể phân tính chất của nó thành những nhóm như: nhóm tính chất đặc trưng cho trạng thái và cấu trúc, nhóm tính chất vật lý, tính chất cơ học, tính chất hóa học và một số tính chất mang ý nghĩa tổng hợp khác như tính công tác, tính tuổi thọ v.v...

Các tham số đặc trưng cho trạng thái và cấu trúc của vật liệu là những tính chất đặc trưng cho quá trình công nghệ, thành phần pha, thành phần khoáng hóa, thí dụ khối lượng riêng, khối lượng thể tích, độ rỗng, độ đặc, độ mịn, v.v...

Những tính chất vật lý xác định mối quan hệ của vật liệu với môi trường như tính chất có liên quan đến nước, đến nhiệt, điện, âm, tính lưu biến của vật liệu nhớt, dẻo...

Những tính chất cơ học xác định quan hệ của vật liệu với biến dạng và sự phá hủy nó dưới tác dụng của tải trọng như cường độ, độ cứng, độ dẻo v.v...

Các tính chất hóa học có liên quan đến những biến đổi hóa học và độ bền vững của vật liệu đối với tác dụng của các nhân tố hóa học.

Để tránh những ảnh hưởng của các yếu tố khách quan trong quá trình thí nghiệm, các tính chất của vật liệu phải được xác định trong điều kiện và phương pháp chuẩn theo quy định của tiêu chuẩn nhà nước Việt Nam. Khi đó tính chất được xác định là những tính chất tiêu chuẩn. Ngoài các tiêu chuẩn nhà nước còn các tiêu chuẩn cấp ngành, cấp bộ.

Các tiêu chuẩn có thể được bổ sung và chỉnh lí tùy theo trình độ sản xuất và yêu cầu sử dụng vật liệu.

Hiện nay ở nước ta, đối với 1 số loại VLXD chưa có tiêu chuẩn và yêu cầu kỹ thuật quy định thì có thể dùng các tiêu chuẩn của nước ngoài.

### 1.1.2 Quan hệ giữa cấu trúc và tính chất

Cấu trúc của vật liệu được biểu thị ở 3 mức: cấu trúc vĩ mô (cấu trúc có thể quan sát bằng mắt thường), cấu trúc vi mô (chỉ quan sát bằng kính hiển vi) và cấu trúc trong hay cấu tạo chất (phải dùng những thiết bị hiện đại để quan sát và nghiên cứu như kính hiển vi điện tử, phân tích rơngen)

***Cấu trúc vĩ mô*** .Bằng mắt thường người ta thể phân biệt các dạng cấu trúc này như: đá nhân tạo đặc, cấu trúc tổ ong, cấu trúc dạng sợi, dạng lớp, dạng hạt rời...

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

*Vật liệu đá nhân tạo đặc* rất phổ biến trong xây dựng như bê tông nặng, gạch ốp lát, gạch silicat. Những loại vật liệu này thường có cường độ, khả năng chống thấm, chống ăn mòn tốt hơn các loại vật liệu rỗng cùng loại, nhưng nặng và tính cách âm, cách nhiệt kém hơn. Bằng mắt thường cũng có thể nhìn thấy những liên kết thô của nó, ví dụ: thấy được lớp đá xi măng liên kết với hạt cốt liệu, độ dày của lớp đá, độ lớn của hạt cốt liệu: phát hiện được những hạt, vết rạn nứt lớn, v.v...

*Vật liệu cấu tạo rỗng* có thể là những vật liệu có những lỗ rỗng lớn như bê tông khí, bê tông bọt, chất dẻo tổ ong hoặc những vật liệu có những lỗ rỗng bé (vật liệu dùng đủ nước, dùng phụ gia cháy). Loại vật liệu này có cường độ, độ chống ăn mòn kém hơn vật liệu đặc cùng loại, nhưng khả năng cách nhiệt, cách âm tốt hơn. Lượng lỗ rỗng, kích thước, hình dạng, đặc tính và sự phân bố của lỗ rỗng có ảnh hưởng lớn đến tính chất của vật liệu.

*Vật liệu có cấu tạo dạng sợi*, như gỗ, các sản phẩm có từ bông khoáng và bông thủy tinh, tấm sợi gỗ ép v.v... có cường độ, độ dẫn nhiệt và các tính chất khác rất khác nhau theo phương dọc và theo phương ngang thớ.

*Vật liệu có cấu trúc dạng lớp,* như đá phiến ma, diệp thạch sét v.v... là vật liệu có tính dị hướng (tính chất khác nhau theo các phương khác nhau).

*Vật liệu hạt rời* như cốt liệu cho bê tông, *vật liệu dạng bột* (xi măng, bột vôi sống) có các tính chất và công dụng khác nhau tùy theo thành phần độ lớn và trạng thái bề mặt hạt.

***Cấu trúc vi mô*** của vật liệu có thể là cấu tạo tinh thể hay vô định hình. Cấu tạo tinh thể và vô định hình chỉ là hai trạng thái khác nhau của cùng một chất. Ví dụ oxyt silic có thể tồn tại ở dạng tinh thể thạch anh hay dạng vô định hình (opan). Dạng tinh thể có độ bền và độ ổn định lớn hơn dạng vô định hình. $SiO_2$ tinh thể không tương tác với $Ca(OH)_2$ ở điều kiện thường, trong khi đó $SiO_2$ vô định hình lại có thể tương tác với $Ca(OH)_2$ ngay ở nhiệt độ thường.

***Cấu tạo bên trong*** của các chất là cấu tạo nguyên tử, phân tử, hình dạng kích thước của tinh thể, liên kết nội bộ giữa chúng. Cấu tạo bên trong của các chất quyết định cường độ, độ cứng, độ bền nhiệt và nhiều tính chất quan trọng khác.

Khi nghiên cứu các chất có cấu tạo tinh thể, người ta phải phân biệt chúng dựa vào đặc điểm của mối liên kết giữa các phần tử để tạo ra mạng lưới không gian. Tùy theo kiểu liên kết, mạng lưới này có thể được hình thành từ các nguyên tử trung hòa (kim cương, $SiO_2$) các ion ($CaCO_3$ , kim loại), phân tử (nước đá) .

*Liên kết cộng hóa trị* được hình thành từ những đôi điện tử dùng chung, trong những tinh thể của các chất đơn giản (kim cương, than chì) hay trong các tinh thể của hợp chất gồm hai nguyên tố (thạch anh). Nếu hai nguyên tử giống nhau thì cặp điện tử dùng chung thuộc cả hai nguyên tử đó. Nếu hai nguyên tử có tính chất khác nhau thì cặp điện tử bị lệch về phía nguyên tố có tính chất á kim mạnh hơn, tạo ra liên kết cộng hóa trị có cực ($H_2O$). Những vật liệu có liên kết dạng này có cường độ, độ cứng cao và rất khó chảy.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

*Liên kết ion* được hình thành trong các tinh thể vật liệu mà các nguyên tử khi tương tác với nhau nhường điện tử cho nhau hình thành các ion âm và ion dương. Các ion trái dấu hút nhau để tạo ra phân tử. Vật liệu xây dựng có liên kết loại này (thạch cao, anhiđrit) có cường độ và độ cứng thấp, không bền nước, trong những loại VLXD thường gặp như canxit, fenspat với những tinh thể phức tạp gồm những tinh thể gồm cả liên kết cộng hóa trị và liên kết ion. Bên trong ion phức tạp $CO_3^{2-}$ là liên kết cộng hóa trị. Nhưng chính nó liên kết với $Ca^{2+}$ bằng liên kết ion ($CaCO_3$) có cường độ khá cao.

*Liên kết phân tử* được hình thành chủ yếu trong những tinh thể của các chất có liên kết cộng hóa trị.

*Liên kết silicat* là liên kết phức tạp, được tạo thành từ khối 4 mặt $SiO_4$ liên kết với nhau bằng những đỉnh chung (những nguyên tử oxi chung) tạo thành mạng lưới không gian ba chiều với những tính chất đặc biệt cho VLXD. Điều đó cho phép coi chúng như là các polime vô cơ.

### 1.1.3. Quan hệ giữa thành phần và tính chất

Vật liệu xây dựng được đặc trưng bằng 3 thành phần: Hóa học, khoáng vật và thành phần pha.

***Thành phần hóa học*** được biểu thị bằng % hàm lượng các oxyt có trong vật liệu. Nó cho phép phán đoán hàng loạt các tính chất của VLXD: tính chất chịu lửa, bền sinh vật, các đặc trưng cơ học và các đặc tính kỹ thuật khác. Riêng đối với kim loại hoặc hợp kim thì thành phần hóa học được tính bằng % các nguyên tố hóa học

Thành phần hóa học được xác định bằng cách phân tích hóa học (kết quả phân tích được biểu diễn dưới dạng các oxyt)

Các oxyt trong vật liệu vô cơ liên kết với nhau thành các muối kép, được gọi là thành phần khoáng vật.

***Thành phần khoáng vật***

Thành phần khoáng vật quyết định các tính chất cơ bản của vật liệu. Khoáng $3CaO.SiO_2$ và $3CaO.Al_2O_3$ trong xi măng pooc lăng quyết định tính đóng rắn nhanh, chậm của xi măng, khoáng $3Al_2O_3$ $2SiO_2$ quyết định tính chất của vật liệu gốm.

Biết được thành phần khoáng vật ta có thể ta có thể phán đoán tương đối chính xác các tính chất của VLXD.

Việc xác định thành phần khoáng vật khá phức tạp, đặc biệt là về mặt định lượng. Vì vậy người ta phải dùng nhiều phương pháp để hỗ trợ cho nhau : phân tích nhiệt vi sai, phân tích phổ rơnghen, laze, kính hiển vi điện tử v.v...

***Thành phần pha***

Đa số vật liệu khi làm việc đều tồn tại ở pha rắn. Nhưng trong vật liệu luôn chứa một lượng lỗ rỗng, bên ngoài pha rắn nó còn chứa cả pha khí (khi khô) và pha lỏng (khi ẩm). Tỉ lệ của các pha này trong vật liệu có ảnh hưởng đến chất lượng của nó, đặc biệt là các tính chất về âm, nhiệt, tính chống ăn mòn, cường độ v.v...

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Thành phần các pha biến đổi trong quá trình công nghệ và dưới sự tác động của môi trường. Sự thay đổi pha làm cho tính chất của vật liệu cùng thay đổi. Ví dụ nước chứa nhiều trong các lỗ rỗng của vật liệu sẽ ảnh hưởng xấu đến tính chất nhiệt, âm và cường độ của vật liệu, làm cho vật liệu bị nở ra v.v...

Ngoài vật liệu rắn, trong xây dựng còn loại vật liệu phổ biến ở trạng thái nhớt dẻo. Các chất kết dính khi nhào trộn với dung môi (thường là nước), khi chưa rắn chắc có cấu trúc phức tạp và biến đổi theo thời gian: giai đoạn đầu ở trạng thái dung dịch, sau đó ở trạng thái keo. Trạng thái này quyết định các tính chất chủ yếu của hỗn hợp. Trong hệ keo, mỗi hạt keo gồm có nhân keo, lớp hấp thụ và ngoài cùng là lớp khuyếch tán. Chúng được liên kết với nhau bằng các lực phân tử, lực ma sát, lực mao dẫn, v.v... mỗi loại chất kết dính khi nhào trộn với dung môi thích hợp sẽ cho một hệ keo nhất định.

## 1.2. Tính chất vật lý

### 1.2.1. Các thông số trạng thái

***Khối lượng riêng***

Khối lượng riêng của vật liệu là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái hoàn toàn đặc (không có lỗ rỗng).

Khối lượng riêng được ký hiệu bằng $\rho$ và tính theo công thức :

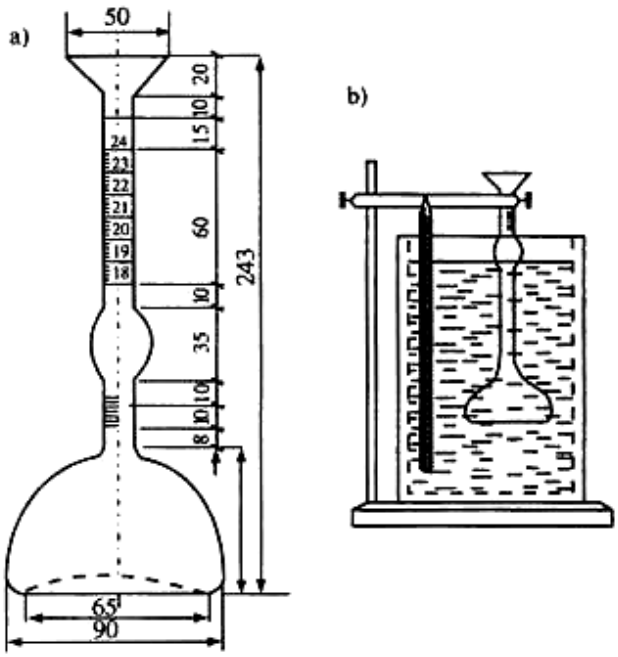
$$\rho = \frac{m}{V} \qquad g/cm^3; kg/l; kg/m^3$$

Trong đó :

m : Khối lượng của vật liệu ở trạng thái khô, g, kg

V : Thể tích hoàn toàn đặc của vật liệu, $cm^3$, l, $m^3$.

Tuỳ theo từng loại vật liệu mà có những phương pháp xác định khác nhau. Đối với vật liệu hoàn toàn đặc như kính, thép v.v..., $\rho$ được xác định bằng cách cân và đo mẫu thí nghiệm, đối những vật liệu rỗng thì phải nghiền đến cỡ hạt < 0,2 mm và những loại vật liệu rời có cỡ hạt bé (cát, xi măng...) thì $\rho$ được xác định bằng phương pháp bình tỉ trọng (hình 1.1).




**Hình 1-1:** *Bình tỉ trọng*

Khối lượng riêng của vật liệu phụ thuộc vào thành phần và cấu trúc vi mô của nó, đối với vật liệu rắn thì nó không phụ thuộc vào thành phần pha. Khối lượng riêng của vật liệu biến đổi trong một

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

phạm vi hẹp, đặc biệt là những loại vật liệu cùng loại sẽ có khối lượng riêng tương tự nhau. Người ta có thể dùng khối lượng riêng để phân biệt những loại vật liệu khác nhau, phán đoán một số tính chất của nó.

***Khối lượng thể tích***

Khối lượng thể tích của vật liệu là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái tự nhiên (kể cả lỗ rỗng).

Nếu khối lượng của mẫu vật liệu là m và thể tích tự nhiên của mẫu là $V_v$ thì: $\rho_V = \frac{m}{V_V}$ $(g/cm^3, kg/m^3, T/m^3)$

**Bảng 1-1**

| Tên VLXD | ρ, ($g/cm^3$) | $\rho_v$, ($g/cm^3$) | r, (%) | Hệ số dẫn nhiệt λ, (kCal/m°Ch) |
|---|---|---|---|---|
| Bê tông | | | | |
| -nặng | 2,6 | 2,4 | 10 | 1,00 |
| -nhẹ | 2,6 | 1,0 | 61,5 | 0,30 |
| -tổ ong | 2,6 | 0,5 | 81 | 0,17 |
| Gạch : | | | | |
| -thường | 2,65 | 1,8 | 3,2 | 0,69 |
| -rỗng ruột | 2,65 | 1,3 | 51 | 0,47 |
| -granit | 2,67 | 1,4 | 2,40 | |
| -túp núi lửa | 2,7 | 1,4 | 52 | 0,43 |
| Thuỷ tinh: | | | | |
| -kính cửa sổ | 2,65 | 2,65 | 0,0 | 0,50 |
| -thuỷ tinh bọt | 2,65 | 0,30 | 88 | 0,10 |
| Chất dẻo | | | | |
| -chất dẻo cốt thuỷ tinh | 2,0 | 2,0 | 0,0 | 0,43 |
| -mipo | 1,2 | 0,015 | 98 | 0,026 |
| Vật liệu gỗ : | | | | |
| -gỗ thông | 1,53 | 0,5 | 67 | 0,15 |
| -tấm sợi gỗ | 1,5 | 0,2 | 86 | 0,05 |

Từ số liệu ở bảng 1-1, ta thấy: $\rho_v$ của vật liệu xây dựng dao động trong một khoảng rộng. Đối với vật liệu cùng loại có cấu tạo khác nhau thì $\rho_v$ khác nhau, $\rho_v$ còn phụ thuộc vào độ ẩm của môi trường. Vì vậy, trong thực tế buộc phải xác định $\rho_v$ tiêu chuẩn. Việc xác định khối lượng mẫu được thực hiện bằng cách cân, còn $V_v$ thì tùy theo loại vật liệu mà dùng một trong ba cách sau : đối với mẫu vật liệu có kích thước hình học rõ ràng ta dùng cách đo trực tiếp; đối với mẫu vật liệu không có kích thước hình học rõ ràng thì dùng phương pháp chiếm chỗ trong chất lỏng; đối với vật liệu rời (xi măng, cát, sỏi) thì đổ vật liệu từ một chiều cao nhất định xuống một dụng cụ có thể tích biết trước.

Dựa vào khối lượng thể tích của vật liệu có thể phán đoán một số tính chất của nó, như cường độ, độ rỗng, lựa chọn phương tiện vận chuyển, tính toán trọng lượng bản thân kết cấu.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

### 1.2.2. Đặc trưng cấu trúc

Đặc trưng cấu trúc của vật liệu xây dựng là độ rỗng và độ đặc.

***Độ rỗng*** r (số thập phân, %) là thể tích rỗng chứa trong một đơn vị thể tích tự nhiên của vật liệu.

Nếu thể tích rỗng là $V_r$ và thể tích tự nhiên của vật liệu là $V_v$ thì : $r = \frac{V_r}{V_v}$

Trong đó : $V_r = V_v - V$

Do đó : $r = \frac{V_v - V}{V_r} = 1 - \frac{V}{V_v} = 1 - \frac{\rho_v}{\rho}$

Lỗ rỗng trong vật liệu gồm lỗ rỗng kín và lỗ rỗng hở. Lỗ rỗng hở là lỗ rỗng thông với môi trường bên ngoài.

Đối với vật liệu dạng hạt còn phân ra lỗ rỗng trong hạt và lỗ rỗng giữa các hạt.

*Độ rỗng hở* ($r_h$) là tỉ số giữa tổng lỗ rỗng chứa nước bão hòa và thể tích tự nhiên của vật liệu:

$$r_h = \frac{m_2 - m_1}{V_v} \times \frac{1}{\rho_n}$$

Trong đó: $m_1$ và $m_2$ là khối lượng của mẫu ở trạng thái khô và trạng thái bão hòa nước.

Lỗ rỗng hở có thể thông với nhau và với môi trường bên ngoài, nên chúng thường chứa nước ở điều kiện bão hòa bình thường như ngâm vật liệu trong nước. Lỗ rỗng hở làm tăng độ thấm nước và độ hút nước, giảm khả năng chịu lực. Tuy nhiên trong vật liệu và các sản phẩm hút âm thì lỗ rỗng hở và việc khoan lỗ lại cần thiết để hút năng lượng âm.

*Độ rỗng kín* ($r_k$): $r_k = r - r_h$

Vật liệu chứa nhiều lỗ rỗng kín thì cường độ cao, cách nhiệt tốt.

Độ rỗng trong vật liệu dao động trong một phạm vi rộng từ 0 đến 98%. Dựa vào độ rỗng có thể phán đoán một số tính chất của vật liệu: cường độ chịu lực, tính chống thấm, các tính chất có liên quan đến nhiệt và âm.

***Độ đặc*** (đ) là mức độ chứa đầy thể tích vật liệu bằng chất rắn: $đ = \frac{\rho_v}{\rho}$

Như vậy r + đ = 1 ( hay 100%), có nghĩa là vật liệu khô bao gồm bộ khung cứng để chịu lực và lỗ rỗng không khí.

***Độ mịn*** hay độ lớn của vật liệu dạng hạt, dạng bột là đại lượng đánh giá kích thước hạt của nó.

Độ mịn quyết định khả năng tương tác của vật liệu với môi trường (hoạt động hóa học, phân tán trong môi trường), đồng thời ảnh hưởng nhiều đến độ rỗng giữa các hạt. Vì vậy tuỳ theo từng loại vật liệu và mục đích sử dụng người ta tăng hay giảm độ mịn của chúng. Đối với vật liệu rời khi xác định độ mịn thường phải quan tâm đến từng nhóm hạt, hình dạng và tính chất bề mặt hạt, độ nhám, khả năng hấp thụ và liên kết với vật liệu khác.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Độ mịn thường được đánh giá bằng tỷ diện bề mặt ($cm^2/g$) hoặc lượng lọt sàng, lượng sót sàng tiêu chuẩn (%). Dụng cụ sàng tiêu chuẩn có kích thước của lỗ phụ thuộc vào từng loại vật liệu.

### 1.2.3. Những tính chất có liên quan đến môi trường nước

***Liên kết giữa nước và vật liệu***

Trong vật liệu luôn chứa một lượng nước nhất định. Tuỳ theo bản chất của vật liệu, thành phần, tính chất bề mặt và đặc tính lỗ rỗng của nó mà mức độ liên kết giữa nước với vật liệu có khác nhau. Dựa vào mức độ liên kết đó, nước trong vật liệu được chia thành 3 loại: Nước hoá học, nước hoá lý và nước cơ học.

*Nước hoá học* là nước tham gia vào thành phần của vật liệu, có liên kết bền với vật liệu. Nước hoá học chỉ bay hơi ở nhiệt độ cao (trên 500°C). Khi nước hoá học mất thì tính chất hóa học của vật liệu bị thay đổi lớn.

*Nước hoá lý* có liên kết khá bền với vật liệu, nó chỉ thay đổi dưới sự tác động của điều kiện môi trường như nhiệt độ, độ ẩm và khi bay hơi nó làm cho tính chất của vật liệu thay đổi ở một mức độ nhất định.

*Nước cơ học* (nước tự do), loại này gần như không có liên kết với vật liệu, dễ dàng thay đổi ngay trong điều kiện thường. Khi nước cơ học thay đổi, không làm thay đổi tính chất của vật liệu.

***Độ ẩm***

Độ ẩm W (%) là chỉ tiêu đánh giá lượng nước có thật $m_n$ trong vật liệu tại thời điểm thí nghiệm. Nếu khối lượng của vật liệu lúc ẩm là $m_a$ và khối lượng của vật liệu sau khi sấy khô là $m_k$ thì:

$$W = \frac{m_a - m_k}{m_k} \times 100(\%) \quad \text{hay} \quad W = \frac{m_n}{m_k} \times 100(\%) .$$

Trong không khí vật liệu có thể hút hơi nước của môi trường vào trong các lỗ rỗng và ngưng tụ thành pha lỏng. Đây là một quá trình có tính chất thuận nghịch. Trong cùng một điều kiện môi trường nếu vật liệu càng rỗng thì độ ẩm của nó càng cao. Đồng thời độ ẩm còn phụ thuộc vào bản chất của vật liệu, đặc tính của lỗ rỗng và vào môi trường. Ở môi trường không khí khi áp lực hơi nước tăng (độ ẩm tương đối của không khí tăng) thì độ ẩm của vật liệu tăng.

Độ ẩm của vật liệu tăng làm xấu đi tính tính chất nhiệt kỹ thuật, giảm cường độ và độ bền, làm tăng thể tích của một số loại vật liệu. Vì vậy tính chất của vật liệu xây dựng phải được xác định trong điều kiện độ ẩm nhất định.

***Độ hút nước***

Độ hút nước của vật liệu là khả năng hút và giữ nước của nó ở điều kiện thường và được xác định bằng cách ngâm mẫu vào trong nước có nhiệt độ $20 \pm 0{,}5^oC$. Trong điều kiện đó nước chỉ có thể chui vào trong lỗ rỗng hở, do đó mà độ hút nước luôn luôn nhỏ hơn độ rỗng của vật liệu. Thí dụ độ rỗng của bê tông nhẹ có thể là 50 ÷ 60%, nhưng độ hút nước của nó chỉ đến 20 ÷ 30% thể tích.

Độ hút nước được xác định theo khối lượng và theo thể tích.

*Độ hút nước theo khối lượng* là tỷ số giữa khối lượng nước mà vật liệu hút vào với khối lượng vật liệu khô.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Độ hút nước theo khối lượng ký hiệu là $H_P$ (%) và xác định theo công thức:

$$H_P = \frac{m_n}{m_k} \times 100\,(\%) = \frac{m_u - m_k}{m_k} \times 100\,(\%)$$

*Độ hút nước theo thể tích* là tỷ số giữa thể tích nước mà vật liệu hút vào với thể tích tự nhiên của vật liệu.

Độ hút nước theo thể tích được ký hiệu là $H_V$(%) và xác định theo công thức : $H_V = \frac{V_n}{V_v} \times 100\ (\%)$ hay $H_V = \frac{m_u - m_k}{V_v \times \rho_n} \times 100(\%)$

*Trong đó* : $m_n$, $V_n$ : Khối lượng và thể tích nước mà vật liệu đã hút .

$\rho_n$ : Khối lượng riêng của nước $\rho_n = 1 g/cm^3$

$m_u$, $m_k$: Khối lượng của vật liệu khi đã hút nước (ướt) và khi khô

$V_v$ : Thể tích tự nhiên của vật liệu .

Mỗi quan hệ giữa $H_V$ và $H_P$ như sau : $\frac{H_v}{H_p} = \frac{\rho_v}{\rho_n}$ hay $H_v = H_p \frac{\rho_v}{\rho_n}$

($\rho_V$: khối lượng thể tích tiêu chuẩn).

Để xác định độ hút nước của vật liệu, ta lấy mẫu vật liệu đã sấy khô đem cân rồi ngâm vào nước. Tùy từng loại vật liệu mà thời gian ngâm nước khác nhau. Sau khi vật liệu hút no nước được vớt ra đem cân rồi xác định độ hút nước theo khối lượng hoặc theo thể tích bằng các công thức trên.

Độ hút nước được tạo thành khi ngâm trực tiếp vật liệu vào nước, do đó với cùng một mẫu vật liệu đem thí nghiệm thì độ hút nước sẽ lớn hơn độ ẩm.

Độ hút nước của vật liệu phụ thuộc vào độ rỗng, đặc tính của lỗ rỗng và thành phần của vật liệu.

Ví dụ: Độ hút nước theo khối lượng của đá granit 0,02 ÷ 0,7% của bê tông nặng 2 ÷ 4% của gạch đất sét 8 ÷ 20%.

Khi độ hút nước tăng lên sẽ làm cho thể tích của một số vật liệu tăng và khả năng thu nhiệt tăng nhưng cường độ chịu lực và khả năng cách nhiệt giảm đi.

***Độ bão hòa nước***

Độ bão hòa nước là chỉ tiêu đánh giá khả năng hút nước lớn nhất của vật liệu trong điều kiện cưỡng bức bằng nhiệt độ hay áp suất.

Độ bão hòa nước cũng được xác định theo khối lượng và theo thể tích, tương tự như độ hút nước trong điều kiện thường.

*Độ bão hòa nước theo khối lượng*:

$$H_P^{bh} = \frac{m_N^{bh}}{m_k} \times 100\,(\%) \quad \text{hay} \quad H_P^{bh} = \frac{m_u^{bh} - m_k}{m_k} \times 100\,(\%)$$

*Độ bão hòa nước theo thể tích* :

$$H_V^{bh} = \frac{V_N^{bh}}{V_V} \times 100(\%) \quad \text{hay} \quad H_v^{bh} = \frac{m_u^{bh} - m_k}{V_V \boldsymbol{\rho}_N} \times 100\,(\%)$$

Trong các công thức trên :

$m_N^{bh}$, $V_N^{bh}$ : Khối lượng và thể tích nước mà vật liệu hút vào khi bão hòa.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

$m_u^{bh}, m_k$ : Khối lượng của mẫu vật liệu khi đã bão hòa nước và khi khô.

$V_V$ : Thể tích tự nhiên của vật liệu.

Để xác định độ bão hòa nước của vật liệu có thể thực hiện một trong 2 phương pháp sau:

*Phương pháp nhiệt độ*: Luộc mẫu vật liệu đã được lấy khô trong nước 4 giờ, để nguội rồi vớt mẫu ra cân và tính toán.

*Phương pháp chân không*: Ngâm mẫu vật liệu đã được sấy khô trong một bình kín đựng nước, hạ áp lực trong bình xuống còn 20 mmHg cho đến khi không còn bọt khí thoát ra thì trả lại áp lực bình thường và giữ thêm 2 giờ nữa rồi vớt mẫu ra cân và tính toán.

Độ bão hòa nước của vật liệu không những phụ thuộc vào thành phần của vật liệu và độ rỗng mà còn phụ thuộc vào tính chất của các lỗ rỗng, do đó độ bão hòa nước được đánh giá bằng hệ số bão hòa $C_{bh}$ thông qua độ bão hòa nước theo thể tích $H_V^{bh}$ và độ rỗng r : $C_{bh} = \frac{H_V^{bh}}{r}$

$C_{bh}$ thay đổi từ 0 đến 1. Khi hệ số bão hòa lớn tức là trong vật liệu có nhiều lỗ rỗng hở .

Khi vật liệu bị bão hòa nước sẽ làm cho thể tích vật liệu và khả năng dẫn nhiệt tăng, nhưng khả năng cách nhiệt và đặc biệt là cường độ chịu lực thì giảm đi. Do đó mức độ bền nước của vật liệu được đánh giá bằng hệ số mềm ($K_m$) thông qua cường độ của mẫu bão hòa nước $R^{bh}$ và cường độ của mẫu khô $R_k$ :

$$K_m = \frac{R^{bh}}{R_k}$$

Những vật liệu có $K_m > 0,75$ là vật liệu chịu nước có thể dùng cho các công trình thủy lợi.

***Tính thấm nước***

Tính thấm nước là tính chất để cho nước thấm qua từ phía có áp lực cao sang phía có áp lực thấp. Tính thấm nước được đặc trưng bằng hệ số thấm $K_{th}$ (m/h):

$$K_{th} = \frac{V_n.a}{S(p_1 - p_2)t}$$

Như vậy, $K_{th}$ là thể tích nước thấm qua $V_n$ ($m^3$) một tấm vật liệu có chiều dày a=1m, diện tích S = $1m^2$, sau thời gian t = 1 giờ, khi độ chênh lệch áp lực thuỷ tĩnh ở hai mặt là $p_1 - p_2$ = 1m cột nước.

Tùy thuộc từng loại vật liệu mà có cách đánh giá tính thấm nước khác nhau.

Ví dụ: Tính thấm nước của ngói lợp được đánh giá bằng thời gian xuyên nước qua viên ngói, tính thấm nước của bê tông được đánh giá bằng áp lực nước lớn nhất ứng với lúc xuất hiện nước qua bề mặt mẫu bê tông hình trụ có đường kính và chiều cao bằng 150 mm.

Mức độ thấm nước của vật liệu phụ thuộc vào bản chất của vật liệu, độ rỗng và tính chất của lỗ rỗng. Nếu vật liệu có nhiều lỗ rỗng lớn và thông nhau thì mức độ thấm nước sẽ lớn hơn khi vật liệu có lỗ rỗng nhỏ và cách nhau.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

***Biến dạng ẩm***

Khi độ ẩm thay đổi thì thể tích và kích thước của vật liệu rỗng hữu cơ hoặc vô cơ cũng thay đổi: bị co khi sấy khô và trương nở khi hút nước.

Trong thực tế ở điều kiện khô ẩm thay đổi thường xuyên, biến dạng co nở lặp đi lặp lại sẽ làm phát sinh vết nứt và dẫn đến phá hoại vật liệu.

Những loại vật liệu có độ rỗng cao (gỗ, bê tông nhẹ), sẽ có độ co lớn :

| Dạng vật liệu | Độ co, mm/m |
|---|---|
| Gỗ (ngang thớ) | 30-100 |
| Vữa xây dựng | 0,5-1 |
| Gạch đất sét | 0,03-0,1 |
| Bê tông nặng | 0,3-0,7 |
| Đá granit | 0,02-0,06 |

### 1.2.4. Các tính chất của vật liệu liên quan đến nhiệt

***Tính dẫn nhiệt***

Tính dẫn nhiệt của vật liệu là tính chất để cho nhiệt truyền qua từ phía có nhiệt độ cao sang phía có nhiệt độ thấp.

Khi chế độ truyền nhiệt ổn định và vật liệu có dạng tấm phẳng thì nhiệt lượng truyền qua tấm vật liệu được xác định theo công thức:

$$Q = \frac{\lambda \cdot F(t_1 - t_2)}{\delta}.\tau \quad ,\text{Kcal.}$$

*Trong đó* : F : Diện tích bề mặt của tấm vật liệu, $m^2$.

$\delta$ : Chiều dày của tấm vật liệu, m.

$t_1, t_2$ : Nhiệt độ ở hai bề mặt của tấm vật liệu, $^0$C.

$\tau$ : Thời gian nhiệt truyền qua, h.

$\lambda$ : Hệ số dẫn nhiệt , Kcal/m .$^0$C.h .

Khi F = 1$m^2$; $\delta$ = 1m; $t_1 - t_2 = 1^oC$; $\tau$ = 1h thì $\lambda = Q$ .

Vậy hệ số dẫn nhiệt là nhiệt lượng truyền qua một tấm vật liệu dày1m có diện tích 1$m^2$ trong một giờ khi độ chênh lệch nhiệt độ giữa hai mặt đối diện là 1$^o$C.

Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu phụ thuộc vào nhiều yếu tố : Loại vật liệu, độ rỗng và tính chất của lỗ rỗng, độ ẩm, nhiệt độ bình quân giữa hai bề mặt vật liệu.

Do độ dẫn nhiệt của không khí rất bé ($\lambda$ = 0,02 Kcal/m.°C.h) so với độ dẫn nhiệt của vật rắn vì vậy khi độ rỗng cao, lỗ rỗng kín và cách nhau thì hệ số dẫn nhiệt thấp hay khả năng cách nhiệt của vật liệu tốt. Khi khối lượng thể tích của vật liệu càng lớn thì dẫn nhiệt càng tốt. Trong điều kiện độ ẩm của vật liệu là 5÷7%, có thể dùng công thức của V.P.Necraxov để xác định hệ số dẫn nhiệt của vật liệu.

$$\lambda = \sqrt{0{,}0196 + 0{,}22\rho_v^2} - 0{,}14$$

Trong đó: $\rho_v$ là khối lượng thể tích của vật liệu, T/$m^3$.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Nếu độ ẩm của vật liệu tăng thì hệ số dẫn nhiệt tăng lên, khả năng cách nhiệt của vật liệu kém đi vì nước có $\lambda = 0,5$ Kcal/m.°C.h.

Khi nhiệt độ bình quân giữa 2 mặt tấm vật liệu tăng thì độ dẫn nhiệt cũng lớn, thể hiện bằng công thức của Vlaxov: $\lambda_t = \lambda_0 (1+0,002\ t)$

Trong đó :

$\lambda_0$- hệ số dẫn nhiệt ở 0°C;

$\lambda_t$ - hệ số dẫn nhiệt ở nhiệt độ bình quân t.

Nhiệt độ t thích hợp để áp dụng công thức trên là trong phạm vi dưới 100°C.

Trong thực tế, hệ số dẫn nhiệt được dùng để lựa chọn vật liệu cho các kết cấu bao che, tính toán kết cấu để bảo vệ các thiết bị nhiệt.

Giá trị hệ số dẫn nhiệt của một số loại vật liệu thông thường :

Bê tông nặng $\lambda = 1,0 - 1,3$ Kcal/m.$^0$C.h .

Bê tông nhẹ $\lambda = 0,20 - 0,3$ Kcal/m.$^0$C.h .

Gỗ $\lambda = 0,15 - 0,2$ Kcal/m.$^0$C.h .

Gạch đất sét đặc $\lambda = 0,5 - 0,7$ Kcal/m.$^0$C.h .

Gạch đất sét rỗng $\lambda = 0,3 - 0,4$ Kcal/m.$^0$C.h .

Thép xây dựng $\lambda = 50$ Kcal/m.$^0$C.h .

***Nhiệt dung và nhiệt dung riêng***

Nhiệt dung là nhiệt lượng mà vật liệu thu vào khi được đun nóng. Nhiệt lượng vật liệu thu vào được xác định theo công thức :

$$Q = C \cdot m. (t_2 - t_1) , \text{ Kcal.}$$

*Trong đó*:

m : Khối lượng của vật liệu, kg .

$t_1$ ,$t_2$ : Nhiệt độ của vật liệu trước và sau khi đun , $^0$C .

C : Hệ số thu nhiệt (còn gọi là nhiệt dung riêng hay tỷ nhiệt), Kcal/kg.$^0$C.

Khi m = 1kg; $t_2 - t_1 = 1^0$C; thì C = Q.

Vậy hệ số thu nhiệt là nhiệt lượng cần thiết để đun nóng 1kg vật liệu lên $1^0$C.

Khả năng thu nhiệt của vật liệu phụ thuộc vào loại vật liệu, thành phần của vật liệu và độ ẩm.

Mỗi loại vật liệu có giá trị hệ số thu nhiệt khác nhau. Vật liệu vô cơ thường có hệ số thu nhiệt từ 0,75 đến 0,92 Kcal/kg.$^0$C, của vật liệu gỗ là 0,7 Kcal/kg .$^0$C.

Nước có hệ số thu nhiệt lớn nhất: 1 Kcal/kg.$^0$C. Do đó khi độ ẩm của vật liệu tăng thì hệ số thu nhiệt cũng tăng:

$$C_W = \frac{C_K + 0,01W \cdot C_n}{1 + 0,01W}$$

*Trong đó* : $C_K$ , $C_w$ , $C_n$ : Hệ số thu nhiệt của vật liệu khô, vật liệu có độ ẩm W và của nước.

Khi vật liệu là hỗn hợp của nhiều vật liệu thành phần có hệ số thu nhiệt $C_1$, $C_2$ ... $C_n$ và khối lượng tương ứng là $m_1$, $m_2$ ... $m_n$ thì hệ số thu nhiệt của vật liệu hỗn hợp này sẽ được tính theo công thức :

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

$$C = \frac{C_1 m_1 + C_2 m_2 + \cdots + C_n m_n}{m_1 + m_2 + \cdots + m_n} .$$

Hệ số thu nhiệt được sử dụng để tính toán nhiệt lượng khi gia công nhiệt cho vật liệu xây dựng và lựa chọn vật liệu trong các trạm nhiệt .

***Tính chống cháy***

Là khả năng của vật liệu chịu được tác dụng của ngọn lửa trong một thời gian nhất định.

Dựa vào khả năng chống cháy, vật liệu được chia ra 3 nhóm:

*Vật liệu không cháy*: Là những vật liệu không cháy và không biến hình khi ở nhiệt độ cao như gạch, ngói, bê tông hoặc không cháy nhưng biến hình như thép, hoặc bị phân hủy ở nhiệt độ cao như: đá vôi, đá đôlômit.

*Vật liệu khó cháy:* Là những vật liệu mà bản thân thì cháy được nhưng nhờ có lớp bảo vệ nên khó cháy, như tấm vỏ bào ép có trát vữa xi măng ở ngoài.

*Vật liệu dễ cháy* : Là những vật liệu có thể cháy bùng lên dưới tác dụng của ngọn lửa hay nhiệt độ cao, như: tre, gỗ, vật liệu chất dẻo.

***Tính chịu lửa***

Là tính chất của vật liệu chịu được tác dụng lâu dài của nhiệt độ cao mà không bị chảy và biến hình. Dựa vào khả năng chịu lửa chia vật liệu thành 3 nhóm.

*Vật liệu chịu lửa* : Chịu được nhiệt độ $\geq 1580^0$C trong thời gian lâu dài.

*Vật liệu khó chảy* : Chịu được nhiệt độ từ 1350 - 1580 $^0$C trong thời gian lâu dài.

*Vật liệu dễ chảy* : Chịu được nhiệt độ $< 1350^0$C trong thời gian lâu dài.

## 1.3. Tính chất cơ học

### 1.3.1. Tính biến dạng của vật liệu

Tính biến dạng của vật liệu là tính chất của nó có thể thay đổi hình dáng, kích thước dưới sự tác dụng của tải trọng bên ngoài.

Dựa vào đặc tính biến dạng, người ta chia biến dạng ra 2 loại: Biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo.

***Biến dạng đàn hồi***

Là tính chất của vật liệu khi chịu tác dụng của ngoại lực thì bị biến dạng nhưng khi bỏ ngoại lực đi thì hình dạng cũ được phục hồi.

Biến dạng đàn hồi thường xảy ra khi tải trọng tác dụng bé và trong thời gian ngắn .

Biến dạng đàn hồi xảy ra khi ngoại lực tác dụng lên vật liệu chưa vượt quá lực tương tác giữa các chất điểm của nó.

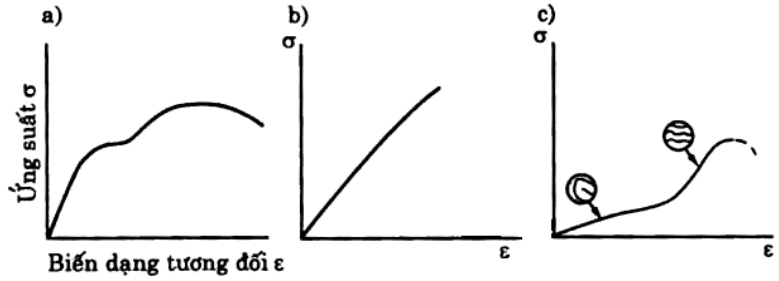
***Biến dạng dẻo***

Là biến dạng của vật liệu xảy ra khi chịu tác dụng của ngoại lực mà sau khi bỏ ngoại lực đi thì hình dạng cũ không được phục hồi.

Nguyên nhân của biến dạng dẻo là lực tác dụng đã vượt quá lực tương tác giữa các chất điểm, phá vỡ cấu trúc của vật liệu làm các chất điểm có chuyển dịch tương đối do đó biến dạng vẫn còn tồn tại khi loại bỏ ngoại lực.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Dựa vào quan hệ giữa ứng suất và biến dạng người ta chia vật liệu ra loại dẻo, loại giòn và loại đàn hồi (hình 1 - 2).




**Hình 1 - 2:** *Sơ đồ biến dạng:*
*a) Thép; b) Bêtông; c) Chất đàn hồi*

Vật liệu dẻo là vật liệu trước khi phá hoại có hiện tượng biến hình dẻo rõ rệt (thép), còn vật liệu giòn trước khi phá hoại không có hiện tượng biến hình dẻo rõ rệt (bê tông).

Tính dẻo và tính giòn của vật liệu biến đổi tuỳ thuộc vào nhiệt độ, lượng ngậm nước, tốc độ tăng lực v.v... Ví dụ: bitum khi tăng lực nén nhanh hay nén ở nhiệt độ thấp là vật liệu có tính giòn, khi tăng lực từ từ hay nén ở nhiệt độ cao là vật liệu dẻo. Đất sét khi khô là vật liệu giòn, khi ẩm là vật liệu dẻo.

***Tính giòn***

Là tính chất của vật liệu khi chịu tác dụng của ngoại lực tới mức nào đó thì bị phá hoại mà trước khi xảy ra sự phá hoại thì hầu như không có hiện tượng biến dạng dẻo. Ví dụ : Khi tác dụng 1 lực lớn vào khoảng giữa của viên ngói đặt trên 2 gối tựa thì viên ngói sẽ bị gãy mà không có hiện tượng cong trước khi gãy.

### 1.3.2. Cường độ chịu lực

***Khái niệm chung***

Cường độ là khả năng của vật liệu chống lại sự phá hoại của ứng suất xuất hiện trong vật liệu do ngoại lực hoặc điều kiện môi trường.

Cường độ của vật liệu phụ thuộc vào nhiều yếu tố: Thành phần cấu trúc, phương pháp thí nghiệm, điều kiện môi trường, hình dáng kích thước mẫu v.v... Do đó để so sánh khả năng chịu lực của vật liệu ta phải tiến hành thí nghiệm trong điều kiện tiêu chuẩn. Khi đó dựa vào cường độ giới hạn để định ra mác của vật liệu xây dựng.

Mác của vật liệu (theo cường độ) là giới hạn khả năng chịu lực của vật liệu được thí nghiệm trong điều kiện tiêu chuẩn như: kích thước mẫu, cách chế tạo mẫu, phương pháp và thời gian bảo dưỡng trước khi thử .

***Phương pháp xác định***

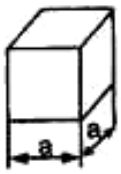
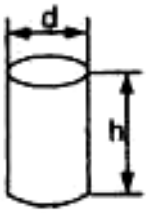
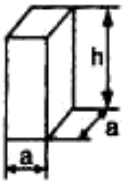
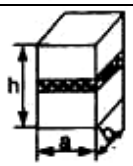
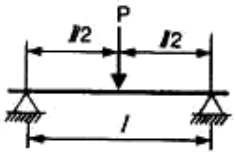
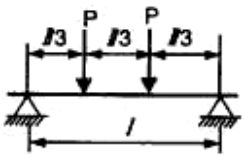
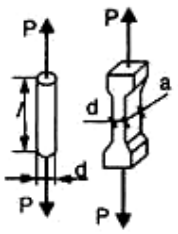
Có hai phương pháp xác định cường độ của vật liệu: Phương pháp phá hoại và phương pháp không phá hoại.

*Phương pháp phá hoại:* Cường độ của vật liệu được xác định bằng cách cho ngoại lực tác dụng vào mẫu có kích thước tiêu chuẩn (tùy thuộc vào từng loại vật liệu) cho đến khi mẫu bị phá hoại rồi tính theo công thức.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Hình dạng, kích thước mẫu và công thức tính khi xác định cường độ chịu lực của một số loại vật liệu được mô tả trong bảng 1-2.

**Bảng 1-2**

| Hình dạng mẫu | Công thức | Tiêu chuẩn | Kích thước mẫu (mm) |
|---|---|---|---|
| Cường độ nén | | | |
|  | $R_n = \frac{P}{a^2}$ | Bê tông TCVN 3118 : 1993 | a = 100, 150, 200, 300 |
| | | Vữa TCVN 3121 : 1979 | a = 70,7 |
| | | Đá thiên nhiên TCVN 1772 : 1987 | a = 40 ÷ 50 |
|  | $R_n = \frac{4P}{\pi d^2}$ | Bê tông TCVN 3118 : 1993 | d × h = 71,4 × 143 =100 × 200 = 150 × 300 = 200 × 400 |
| | | Đá thiên nhiên TCVN 1772 : 1987 | d × h = (40 ÷ 50) × (40 ÷ 110) |
|  | $R_n = \frac{R}{a^2}$ | Gỗ TCVN 363 : 1970 | a × h = 20 × 30 |
|  | $R_n = \frac{P}{a \times b}$ | Gạch TCVN 6355-1 : 1998 | |
| Cường độ uốn | | | |
|  | $R_u = \frac{3Pl}{2bh^2}$ | Xi măng TCVN 6016 : 1995 | 40 × 40 × 160 |
| | | Gạch đặc TCVN 6355-2 : 1998 | 220 × 105 × 60 |
|  | $R_u = \frac{Pl}{bh^2}$ | Bê tông TCVN 3119 : 1993 | 150 × 150 ×600 |
| | | Gỗ TCVN 365: 1970 | 20 × 20 × 300 |
| Cường độ kéo | | | |
|  | $R_K = \frac{p}{a \times b}$ | Gỗ TCVN 364 : 1970 | a × b = 4 × 20 l = 35 |
| | $R_K = \frac{4P}{\pi d^2}$ | Thép TCVN 197 : 1985 | |

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Vì vật liệu có cấu tạo không đồng nhất nên cường độ của nó được xác định bằng cường độ trung bình của một nhóm mẫu ( thường không ít hơn 3 mẫu) .

Hình dạng, kích thước, trạng thái bề mặt mẫu có ảnh hưởng lớn đến kết quả thí nghiệm, vì vậy các mẫu thí nghiệm phải được chế tạo và gia công đúng theo tiêu chuẩn qui định. Tốc độ tăng tải cũng có ảnh hưởng đến cường độ mẫu, nếu tốc độ tăng tải nhanh hơn tiêu chuẩn thì kết quả thí nghiệm sẽ tăng lên vì biến dạng dẻo không tăng kịp với sự tăng tải trọng.

*Phương pháp không phá hoại :* Là phương pháp cho ta xác định được cường độ của vật liệu mà không cần phải phá hoại mẫu. Phương pháp này rất tiện lợi cho việc xác định cường độ cấu kiện hoặc cường độ kết cấu trong công trình. Trong các phương pháp không phá hoại, phương pháp âm học được dùng rộng rãi nhất, cường độ vật liệu được đánh giá gián tiếp thông qua tốc độ truyền sóng siêu âm qua nó.

### 1.3.3. Độ cứng

Độ cứng của vật liệu là khả năng của vật liệu chống lại được sự xuyên đâm của vật liệu khác cứng hơn nó.

Độ cứng của vật liệu ảnh hưởng đến một số tính chất khác của vật liệu, vật liệu càng cứng thì khả năng chống cọ mòn tốt nhưng khó gia công và ngược lại. Độ cứng của vật liệu thường được xác định bằng 1 trong 2 phương pháp sau đây:

*Phương pháp Morh* Là phương pháp dùng để xác định độ cứng của các vật liệu dạng khoáng, trên cơ sở dựa vào bảng thang độ cứng Morh bao gồm 10 khoáng vật mẫu được sắp xếp theo mức độ cứng tăng dần (bảng 1-3).

**Bảng 1 - 3**

| Chỉ số độ cứng | Tên khoáng vật mẫu | Đặc điểm độ cứng |
|---|---|---|
| 1 | Tan ( phấn ) | - Rạch dễ dàng bằng móng tay |
| 2 | Thạch cao | - Rạch được bằng móng tay |
| 3 | Can xit | - Rạch dễ dàng bằng dao thép |
| 4 | Fluorit | - Rạch bằng dao thép khi ấn nhẹ |
| 5 | Apatit | - Rạch bằng dao thép khi ấn mạnh |
| 6<br>7 | Octocla<br>Thạch anh | - Làm xước kính |
| 8<br>9<br>10 | Tô pa<br>Corin đo<br>Kim cương | - Rạch được kính theo mức độ tăng dần |

Muốn tìm độ cứng của một loại vật liệu dạng khoáng nào đó ta đem những khoáng vật chuẩn rạch lên vật liệu cần thử. Độ cứng của vật liệu sẽ tương ứng với độ cứng của khoáng vật mà khoáng vật đứng ngay trước nó không rạch được vật liệu, còn khoáng vật đứng ngay sau nó lại dễ dàng rạch được vật liệu.

Độ cứng của các khoáng vật xếp trong bảng chỉ nêu ra chúng hơn kém nhau mà thôi, không có ý nghĩa định lượng chính xác.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

*Phương pháp Brinen* Là phương pháp dùng để xác định độ cứng của vật liệu kim loại, gỗ bê tông v.v... Người ta dùng hòn bi thép có đường kính là D mm đem ấn vào vật liệu định thử với một lực P (hình 1- 3) rồi dựa vào độ sâu của vết lõm trên vật liệu xác định độ cứng bằng công thức:

$$HB = \frac{P}{F} = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} kG/mm^2$$

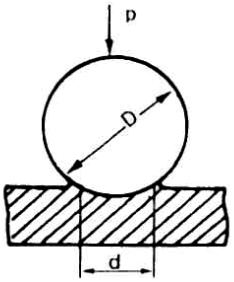
Trong đó :

P - Lực ép viên bi vào vật liệu thí nghiệm, kG.

F - Diện tích hình chỏm cầu của vết lõm, $mm^2$.

D - Đường kính viên bi thép, mm .

d - Đường kính vết lõm, mm .

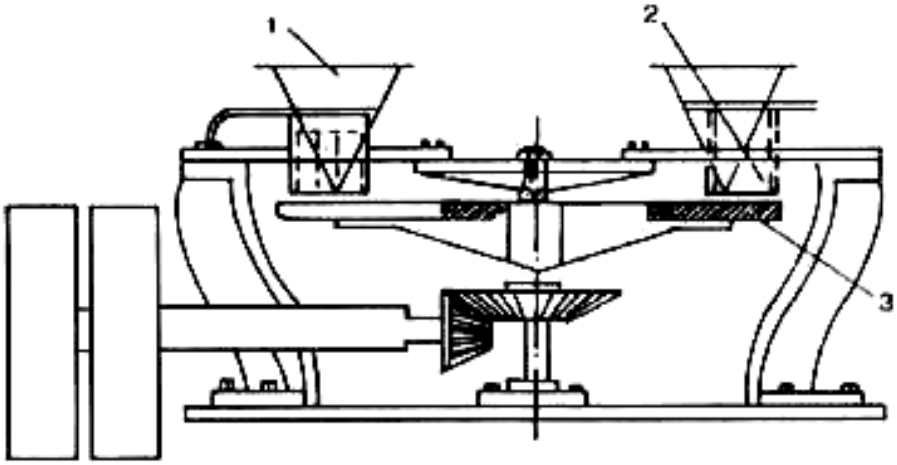



**Hình 1-3:** *Bi Brinen*

### 1.3.4. Độ mài mòn

Độ mài mòn ($M_n$) phụ thuộc vào độ cứng, cường độ và cấu tạo nội bộ của vật liệu. Nếu khối lượng của mẫu trước khi thí nghiệm là $m_1$, khối lượng của mẫu sau khi cho máy (hình 1-4) quay 1000 vòng trên mâm quay có rắc 2,5 lít cát cỡ hạt 0,3-0,6 mm là $m_2$ và diện tích tiết diện mài mòn là F thì:

$$M_n = \frac{m_1 - m_2}{F}, g/cm^2$$




**Hình 1-4:** *Máy mài mòn*

*1. Phễu cát thạch anh; 2. Bộ phận để kẹp mẫu; 3. Đĩa ngang*

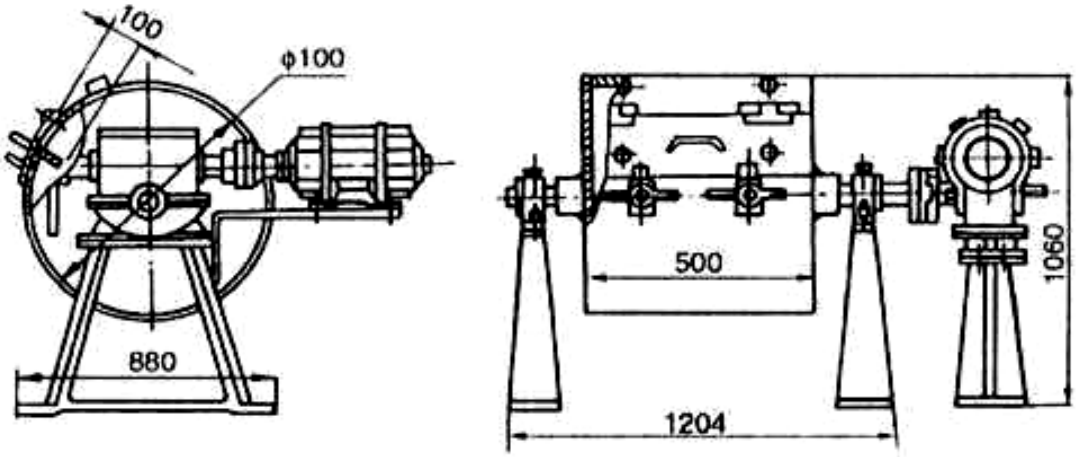
Tính chất này rất quan trọng đối với vật liệu làm đường, sàn, cầu thang.

### 1.3.5. Độ hao mòn

Độ hao mòn Q(%) đặc trưng cho độ hao hụt vật liêu vừa do cọ mòn vừa do va chạm. Độ hao mòn được thí nghiệm trên máy Đêvan (hình 1.5).

Nếu khối lượng của hỗn hợp vật liệu trước khi thí nghiệm là $m_1$ (5kg) và sau khi thí nghiệm (cho máy quay 10.000 vòng rồi sàng qua sàng 2mm) là $m_2$ thì: $Q = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100(\%)$

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com




**Hình 1-5:** *Thiết bị để xác định độ hao mòn của vật liệu:*

### 1.3.6. *Hệ số phẩm chất*

Hệ số phẩm chất $K_{PC}$ (kG/cm$^2$) hay còn gọi là hệ số chất lượng kết cấu của vật liệu là một đại lượng đặc trưng bằng tỷ số giữa cường độ tiêu chuẩn (kG/cm$^2$) và khối lượng thể tích tiêu chuẩn (T/m$^3$).

$K_{PC}$ là chỉ tiêu có tính chất tương đối tổng quát, vì đối với vật liệu bình thường khi cường độ cao thì $\rho_v$ phải lớn, do đó nặng nề, các tính chất về nhiệt và âm kém và $K_{PC}$ nhỏ. Còn vật liệu muốn có $K_{PC}$ lớn thì nó vừa phải có khả năng chịu lực tốt vừa phải nhẹ, các tính chất về âm và nhiệt tốt.

Đối với một số loại vật liệu xây dựng có $K_{PC}$ như sau: gỗ 100/0,5 = 200kG/cm$^2$; thép cường độ cao 10.000/7,85 = 1.270kG/cm$^2$; thép thường 3900/7,85= 497kG/cm$^2$.

Đối với vật liệu đá nhân tạo, giá trị $K_{PC}$ thường là: bê tông nặng 400/2,4 = 167kG/cm$^2$; bê tông nhẹ 100/0,8 = 125kG/cm$^2$; gạch 100/1,8 = 56kG/cm$^2$.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

# CHƯƠNG II
# VẬT LIỆU ĐÁ THIÊN NHIÊN

## 2.1. Khái niệm và phân loại

### 2.1.1. Khái niệm

Đá thiên nhiên có hầu hết ở khắp mọi nơi trong vỏ trái đất, đó là những khối khoáng chất chứa một hay nhiều khoáng vật khác nhau. Còn vật liệu đá thiên nhiên thì được chế tạo từ đá thiên nhiên bằng cách gia công cơ học, do đó tính chất cơ bản của vật liệu đá thiên nhiên giống tính chất của đá gốc.

Vật liệu đá thiên nhiên từ xa xưa đã được sử dụng phổ biến trong xây dựng, vì nó có cường độ chịu nén cao, khả năng trang trí tốt, bền vững trong môi trường, hơn nữa nó là vật liệu địa phương, hầu như ở đâu cũng có do đó giá thành tương đối thấp.

Bên cạnh những ưu điểm cơ bản trên, vật liệu đá thiên nhiên cũng có một số nhược điểm như: khối lượng thể tích lớn, việc vận chuyển và thi công khó khăn, ít nguyên khối và độ cứng cao nên quá trình gia công phức tạp.

### 2.1.2. Phân loại

Tính chất cơ lý chủ yếu cũng như phạm vi ứng dụng của vật liệu đá thiên nhiên được quyết định bởi điều kiện hình thành và thành phần khoáng vật của đá thiên nhiên.

Căn cứ vào điều kiện hình thành và tình trạng địa chất có thể chia đá tự nhiên làm ba nhóm: Đá mác ma, đá trầm tích và đá biến chất.

***Đá mác ma***

Đá mác ma là do các khối silicat nóng chảy từ lòng trái đất xâm nhập lên phần trên của vỏ hoặc phun ra ngoài mặt đất nguội đi tạo thành. Do vị trí và điều kiện nguội của các khối mác ma khác nhau nên cấu tạo và tính chất của chúng cũng khác nhau . Đá mác ma được phân ra hai loại xâm nhập và phún xuất.

*Đá xâm nhập* thì ở sâu hơn trong vỏ trái đất, chịu áp lực lớn hơn của các lớp trên và nguội dần đi mà thành. Do được tạo thành trong điều kiện như vậy nên đá mác ma có đặc tính chung là: cấu trúc tinh thể lớn, đặc chắc, cường độ cao, ít hút nước.

*Đá phún xuất* được tạo ra do mác ma phun lên trên mặt đất, do nguội nhanh trong điều kiện nhiệt độ và áp suất thấp, các khoáng không kịp kết tinh hoặc chỉ kết tinh được một bộ phận với kích thước tinh thể bé, chưa hoàn chỉnh, còn đa số tồn tại ở dạng vô định hình. Trong quá trình nguội lạnh các chất khí và hơi nước không kịp thoát ra, để lại nhiều lỗ rỗng làm cho đá nhẹ.

***Đá trầm tích***

Đá trầm tích được tạo thành trong điều kiện nhiệt động học của vỏ trái đất thay đổi. Các loại đất đá khác nhau do sự tác động của các yếu tố nhiệt độ, nước và các tác dụng hóa học mà bị phong hóa vỡ vụn. Sau đó chúng được gió và nước cuốn đi rồi lắng đọng lại thành từng lớp. Dưới áp lực và trải qua các thời kỳ địa chất chúng được gắn kết lại bằng các chất keo kết thiên nhiên tạo thành đá trầm tích.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Do điều kiện tạo thành như vậy nên đá trầm tích có các đặc tính chung là: Có tính phân lớp rõ rệt, chiều dày, màu sắc, thành phần, độ lớn của hạt, độ cứng của các lớp cũng khác nhau. Độ cứng, độ đặc và cường độ chịu lực của đá trầm tích thấp hơn đá mác ma nhưng độ hút nước lại cao hơn.

Căn cứ vào điều kiện tạo thành, đá trầm tích được chia làm 3 loại:

*Đá trầm tích cơ học*: Là sản phẩm phong hóa của nhiều loại đá có trước. Ví dụ như: cát, sỏi, đất sét v.v...

*Đá trầm tích hóa học*: Do khoáng vật hòa tan trong nước rồi lắng đọng tạo thành. Ví dụ: đá thạch cao, đôlômit, magiezit v.v...

*Đá trầm tích hữu cơ*: Do một số động vật trong xương chứa nhiều chất khoáng khác nhau, sau khi chết chúng được liên kết với nhau tạo thành đá trầm tích hữu cơ. Ví dụ: đá vôi, đá vôi sò, đá điatômit.

***Đá biến chất***

Đá biến chất được hình thành từ sự biến tính của đá mác ma, đá trầm tích do tác động của nhiệt độ cao hay áp lực lớn.

Nói chung đá biến chất thường cứng hơn đá trầm tích nhưng đá biến chất từ đá mác ma thì do cấu tạo dạng phiến nên về tính chất cơ học của nó kém đá mác ma. Đặc điểm nổi bật của phần lớn đá biến chất (trừ đá mác ma và đá quăczit) là quá nửa khoáng vật trong nó có cấu tạo dạng lớp song song nhau, dễ tách thành những phiến mỏng.

## 2.2. Thành phần, tính chất và công dụng của đá

### 2.2.1. Đá mác ma

***Thành phần khoáng vật***

Thành phần khoáng vật của đá mác ma rất phức tạp nhưng có một số khoáng vật quan trọng nhất, quyết định tính chất cơ bản của đá đó là thạch anh, fenspat và mica.

*Thạch anh*: Là $SiO_2$ ở dạng kết tinh trong suốt hoặc màu trắng và trắng sữa. Độ cứng 7Morh, khối lượng riêng 2,65 g/cm$^3$, cường độ chịu nén cao 10.000 kG/cm$^2$, chống mài mòn tốt, ổn định đối với axit (trừ một số axit mạnh). Ở nhiệt độ thường thạch anh không tác dụng với vôi nhưng ở trong môi trường hơi nước bão hòa và nhiệt độ $t^o$=175-200$^0$C có thể sinh ra phản ứng silicat, ở $t^0$ = 575$^0$C nở thể tích 15%, ở $t^0$ = 1710$^0$C sẽ bị chảy.

*Fenspat* : Bao gồm : fenspat kali : $K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ ( octocla ) .
fenspat natri : $Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ (plagiocla )
fenspat canxi : $CaO.Al_2O_3.2SiO_2$ .

Tính chất cơ bản của fenspat: Màu biến đổi từ màu trắng, trắng xám, vàng đến hồng và đỏ, khối lượng riêng 2,55-2,76 g/cm$^3$, độ cứng 6 - 6,5 Morh, cường độ 1200-1700 kG/cm$^2$, khả năng chống phong hóa kém, kém ổn định đối với nước và đặc biệt là nước có chứa $CO_2$.

*Mica*: Là những alumôsilicát ngậm nước rất dễ tách thành lớp mỏng. Mica có hai loại: mica trắng và mica đen.

Mica trắng trong suốt như thủy tinh, không có mầu, chống ăn mòn hóa học tốt, cách điện, cách nhiệt tốt.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Mica đen kém ổn định hóa học hơn mica trắng.

Mi ca có độ cứng từ 2 - 3 Morh, khối lượng riêng 2,76 - 2,72 g/cm$^3$.

Khi đá chứa nhiều Mica sẽ làm cho quá trình mài nhẵn, đánh bóng sản phẩm vật liệu đá khó hơn.

***Tính chất và công dụng của một số loại đá mác ma thường dùng***

*Đá granit (đá hoa cương)*: Thường có màu tro nhạt, vàng nhạt hoặc màu hồng, các màu này xen lẫn những chấm đen. Đây là loại đá rất đặc, khối lượng thể tích 2500 - 2600 kg/m$^3$, khối lượng riêng 2700 kg/m$^3$, cường độ chịu nén cao 1200 - 2500 kG/cm$^2$, độ hút nước thấp ($H_P$ < 1%), độ cứng 6 - 7 Morh, khả năng chống phong hóa rất cao, khả năng trang trí tốt nhưng khả năng chịu lửa kém.

Đá granit được sử dụng rộng rãi trong xây dựng với các loại sản phẩm như: tấm ốp, lát, đá khối xây móng, tường, trụ cho các công trình, đá dăm để chế tạo bê tông v.v...

*Đá gabrô* : Thường có màu xanh xám hoặc xanh đen, khối lượng thể tích 2000 - 3500 kg/m$^3$, đây là loại đá đặc, có khả năng chịu nén cao 2000 - 2800 kG/cm$^2$. Đá gabrô được sử dụng làm đá dăm, đá tấm để lát mặt đường và ốp các công trình.

*Đá bazan*: Là loại đá nặng nhất trong các loại đá mác ma, khối lượng thể tích 2900-3500 kg/m$^3$ cường độ nén 1000 - 5000 kG/cm$^2$, rất cứng, giòn, khả năng chống phong hóa cao, rất khó gia công. Trong xây dựng đá bazan được sử dụng làm đá dăm, đá tấm lát mặt đường hoặc tấm ốp.

Ngoài các loại đá đặc ở trên, trong xây dựng còn sử dụng tro núi lửa, cát núi lửa, đá bọt, túp dung nham, v.v...

*Tro núi lửa* thường dùng ở dạng bột màu xám, những hạt lớn hơn gọi là cát núi lửa.Thành phần của tro và cát núi lửa chứa nhiều $SiO_2$ ở trạng thái vô định hình, chúng có khả năng hoạt động hoá học cao. Tro núi lửa là nguyên liệu phụ gia dùng để chế tạo xi măng và một số chất kết dính vô cơ khác.

*Đá bọt* là loại đá rất rỗng được tạo thành khi dung nham nguội lạnh nhanh trong không khí. Các viên đá bọt có kích thước 5 - 30 mm, khối lượng thể tích trung bình 800 kg/m$^3$, đây là loại đá nhẹ, nhưng các lỗ rỗng lớn và kín nên độ hút nước thấp, hệ số dẫn nhiệt nhỏ (0,12 - 0,2 kcal/m.$^0$C.h).

Cát núi lửa và đá bọt thường được dùng làm cốt liệu cho bê tông nhẹ.

### 2.2.2. Đá trầm tích

***Thành phần khoáng vật***

*Nhóm oxyt Silic* bao gồm: Ôpan ($SiO_2$. $2H_2O$ ) không màu hoặc màu trắng sữa. Chan xedon ($SiO_2$) màu trắng xám, vàng sáng, tro, xanh.

*Nhóm cacbonat bao gồm* : canxit ($CaCO_3$) không màu hoặc màu trắng, xám vàng, hồng, xanh, khối lượng riêng 2,7 g/cm$^3$, độ cứng 3Morh, cường độ trung bình, dễ tan trong nước, nhất là nước chứa hàm lượng $CO_2$ lớn .

Đôlômít [$CaMg(CO_3)_2$] có màu hoặc màu trắng, khối lượng riêng 2,8g/cm$^3$, độ cứng 3-4 Morh, cường độ lớn hơn canxit.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Magiêzít ($MgCO_3$) là khoáng không màu hoặc màu trắng xám, vàng hoặc nâu, khối lượng riêng 3,0 g/cm$^3$, độ cứng 3,5 - 4,5 Morh, cường độ khá cao.

*Nhóm các khoáng sét* bao gồm:

Caolinit ($Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$) là khoáng màu trắng hoặc màu xám, xanh, khối lượng riêng 2,6 g/cm$^3$, độ cứng 1 Morh.

Montmorialonit ( $4SiO_2.Al_2O_3.nH_2O$) là khoáng chủ yếu của đất sét.

*Nhóm sunfat bao gồm :*

Thạch cao ($CaSO_4.2H_2O$) là khoáng màu trắng hoặc không màu, nếu lẫn tạp chất thì có màu xanh, vàng hoặc đỏ, độ cứng 2 Morh, khối lượng riêng 2,3 g/cm$^3$.

Anhyđrít ($CaSO_4$) là khoáng màu trắng hoặc màu xanh, độ cứng 3 - 3,5 Morh, khối lượng riêng 3,0 g/cm$^3$.

***Tính chất và công dụng của một số loại đá trầm tích thường dùng***

*Cát, sỏi*: Là loại đá trầm tích cơ học, được khai thác trong thiên nhiên sử dụng để chế tạo vữa, bê tông v.v...

*Đất sét*: Là loại đá trầm tích có độ dẻo cao khi nhào trộn với nước, là nguyên liệu để sản xuất gạch, ngói, xi măng.

*Thạch cao*: Được sử dụng để sản xuất chất kết dính bột thạch cao xây dựng.

*Đá vôi*: Bao gồm hai loại - Đá vôi rỗng và đá vôi đặc.

Đá vôi rỗng gồm có đá vôi vỏ sò, thạch nhũ, loại này có khối lượng thể tích 800- 1800 kg/m$^3$ cường độ nén 4 - 150 kG/cm$^2$. Các loại đá vôi rỗng thường dùng để sản xuất vôi hoặc làm cốt liệu cho bê tông nhẹ.

Đá vôi đặc bao gồm đá vôi canxit và đá vôi đôlômit.

Đá vôi can xít có màu trắng hoặc xanh, vàng, khối lượng thể tích 2200 - 2600 kg/m$^3$, cường độ nén 100-1000 KG/cm$^2$.

Đá vôi đặc thường dùng để chế tạo đá khối xây tường, xây móng, sản xuất đá dăm và là nguyên liệu quan trọng để sản xuất vôi, xi măng.

Đá vôi đôlômit là loại đá đặc, màu đẹp, được dùng để sản xuất tấm lát, ốp hoặc để chế tạo vật liệu chịu lửa, sản xuất đá dăm.

### 2.2.3. Đá biến chất

***Thành phần khoáng vật***

Các khoáng vật tạo đá biến chất chủ yếu là những khoáng vật nằm trong đá mác ma và đá trầm tích.

***Tính chất và công dụng của một số loại đá biến chất thường dùng***

*Đá gơnai (đá phiến ma)* : Được tạo thành do đá granit tái kết tinh và biến chất dưới tác dụng của áp lực cao. Loại đá này có cấu tạo phân lớp nên cường độ theo các phương cũng khác nhau, dễ bị phong hóa và tách lớp, được dùng chủ yếu làm tấm ốp lòng hồ, bờ kênh, lát vỉa hè.

*Đá hoa*: Được tạo thành do đá vôi hoặc đá đôlômít tái kết tinh và biến chất dưới tác dụng của nhiệt độ cao và áp suất lớn. Loại đá này có nhiều màu sắc như trắng, vàng, hồng, đỏ, đen xen kẽ những mạch nhỏ và vân hoa, cường độ nén

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

1200 - 3000 kG/cm$^2$, dễ gia công cơ học, được dùng để sản xuất đá ốp lát hoặc sản xuất đá dăm làm cốt liệu cho bê tông, đá xay nhỏ để chế tạo vữa granitô.

*Diệp thạch sét*: Được tạo thành do đất sét bị biến chất dưới tác dụng của áp lực cao. Đá màu xanh sẫm, ổn định đối với không khí, không bị nước phá hoại và dễ tách thành lớp mỏng. Được dùng để sản xuất tấm lợp.

### 2.3 . Sử dụng đá

#### 2.3.1. Các hình thức sử dụng đá

Trong xây dựng vật liệu đá thiên nhiên được sử dụng dưới nhiều hình thức khác nhau, có loại không cần gia công thêm, có loại phải qua quá trình gia công từ đơn giản đến phức tạp.

***Vật liệu đá dạng khối***

*Đá hộc*: Thu được bằng phương pháp nổ mìn, không gia công gọt đẽo, được dùng để xây móng, tường chắn, móng cầu, trụ cầu, nền đường ôtô và tàu hỏa hoặc làm cốt liệu cho bê tông đá hộc.

*Đá gia công thô*: Là loại đá hộc được gia công thô để cho mặt ngoài tương đối bằng phẳng, bề mặt ngoài phải có cạnh dài nhỏ nhất là 15 cm, mặt không được lõm và không có góc nhọn hơn $60^0$, được sử dụng để xây móng hoặc trụ cầu.

*Đá gia công vừa (đá chẻ)* : Loại đá này được gia công phẳng các mặt, có hình dạng đều đặn vuông vắn, thường có kích thước 10 x 10 x 10cm, 15 x 20 x 25 cm, 20 x 20 x 25cm. Đá chẻ được dùng để xây móng, xây tường.

*Đá gia công kỹ* : Là loại đá hộc được gia công kỹ mặt ngoài, chiều dày và chiều dài của đá nhỏ nhất là 15 cm và 30 cm, chiều rộng của lớp mặt phô ra ngoài ít nhất phải gấp rưỡi chiều dày và không nhỏ hơn 25 cm, các mặt đá phải bằng phẳng vuông vắn. Đá gia công kỹ được dùng để xây tường, vòm cuốn .

*Đá "Kiểu*: được chọn lọc cẩn thận và phải là loại đá có chất lượng tốt, không nứt nẻ, gân, hà , phong hóa, đạt yêu cầu thẩm mỹ cao.

***Vật liệu đá dạng tấm***

Vật liệu đá dạng tấm thường có chiều dầy bé hơn nhiều lần so với chiều dài và chiều rộng.

*Tấm ốp lát trang trí* có bề mặt chính hình vuông hay hình chữ nhật. Các tấm ốp trang trí được xẻ ra từ những khối đá đặc và có màu sắc đẹp, đánh bóng bề mặt rồi cắt thành tấm theo kích thước quy định. Tấm được dùng để ốp và lát các công trình xây dựng. Ngoài chức năng trang trí nó còn có tác dụng bảo vệ khối xây hay bảo vệ kết cấu.

Kích thước cơ bản của các tấm đá được TCVN 4732 :1989 quy định trong 5 nhóm (bảng 2.1).

*Nhóm tấm ốp công dụng đặc biệt*: những tấm ốp được sản xuất từ các loại đá đặc có khả năng chịu axit (như granit, siênit, điôrit, quăczit, bazan, điabaz, sa thạch, silic...) hay có những khả năng chịu kiềm (như đá hoa, đá vôi, đá magiezit...). Việc gia công loại tấm ốp này giống như gia công đá trang trí song kích thước các cạnh không vượt quá 300mm.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

**Bảng 2.1**

| Nhóm | Kích thước (mm) | | |
|---|---|---|---|
| | Chiều rộng | Chiều dài | Chiều dày |
| I | Lớn hơn 600 đến 800 | Từ 600 đến 1200 | Từ 20 đến 100 |
| II | Lớn hơn 400 đến 600 | Từ 400 đến 1200 | Từ 15 đến 100 |
| III | Lớn hơn 300 đến 400 | Từ 300 đến 600 | Từ 10, 15, 20, 25, 30 |
| IV | Lớn hơn 200 đến 300 | Từ 200 đến 400 | 5, 10, 15, 20 |
| V | Từ 100 đến 200 | Từ 100 đến 200 | 5, 10, 15, 20 |

Các tấm ốp công dụng đặc biệt được sử dụng để lát nền và ốp tường cho những nơi thường xuyên có tác dụng của axit, hay kiềm .

*Tấm lợp mái* được gia công từ đá diệp thạch sét bằng cách tách ra và cắt các phiến đá theo hình dạng kích thước quy định. Thông thường tấm lợp có kích thước hình chữ nhật 250 × 150 mm và 600 × 300 mm. Chiều dày tấm tuỳ thuộc chiều dày phiến đá có sẵn (4 -100mm). Đây là vật liệu bền và đẹp.

***Vật liệu dạng hạt rời***

Cát, sỏi thiên nhiên là loại đá trầm tích cơ học dạng hạt rời rạc thường nằm trong lòng suối, sông hay bãi biển. Chúng được khai thác bằng thủ công hay cơ giới.

*Cát thiên nhiên*: có cỡ hạt từ 0,14 - 5 mm, sau khi khai thác trong thiên nhiên được dùng để chế tạo vữa, bê tông, gạch silicat, kính v.v…

*Sỏi*: có cỡ hạt từ 5 - 70 mm, sau khi khai thác trong thiên nhiên được phân loại theo cỡ hạt, dùng để chế tạo bê tông.

*Đá dăm và cát nhân tạo*: được sản xuất bằng cách khai thác, nghiền và sàng phân loại thành các cỡ hạt, đá dăm có cỡ hạt từ 5 - 70 mm, cát có cỡ hạt 0,14-5 mm, cỡ hạt nhỏ hơn 0,14 mm gọi là bột đá. Tính chất của vật liệu đá dạng này phụ thuộc vào tính chất của đá gốc. Vật liệu đá dạng rời nhân tạo được dùng để chế tạo bê tông, vữa, đá granitô. Ngoài ra còn được dùng làm chất độn cho sơn và pôlyme.

### 2.3.2. Hiện tượng ăn mòn đá thiên nhiên và biện pháp bảo vệ

***Hiện tượng ăn mòn***

Đá dùng trong xây dựng ít bị phá hoại do tải trọng thiết kế mà thường bị phá hoại do ăn mòn. Sự phá hoại do một số nguyên nhân chính như sau :

*Môi trường nước chứa hàm lượng khí cacbonic lớn* (hơn 35mg/l) sẽ xảy ra phản ứng hóa học: $CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca(HCO_3)_2$

$Ca(HCO_3)_2$ là hợp chất dễ tan nên dần dần đá bị ăn mòn.

*Môi trường nước có chứa các loại axit* cũng xảy ra phản ứng hóa học:

$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2 + H_2O$ .

$CaCl_2$ là hợp chất dễ tan nên đá bị ăn mòn.

Các dạng ăn mòn trên thường xảy ra đối với các loại đá cacbonat.

*Đá có chứa nhiều thành phần khoáng vật khác nhau* thì đá cũng có thể bị phá hoại nhanh hơn do sự giãn nở nhiệt không đều.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

*Các loại bụi bẩn nguồn gốc vô cơ và hữu cơ* từ các chất thải công nghiệp hoặc đời sống tích tụ trên bề mặt hoặc trong các lỗ rỗng của đá là môi trường để cho vi khuẩn phát triển và phá hoại đá bằng chính axit của chúng tiết ra.

***Biện pháp bảo vệ***

Để bảo vệ vật liệu đá thiên nhiên cần phải ngăn cản nước và các dung dịch thấm sâu vào đá. Thông thường là florua hóa bề mặt đá vôi, làm tăng tính chống thấm của đá bằng các chất kết tủa mới sinh ra theo phản ứng:

$$2CaCO_3 + MgSiF_6 = 2CaF_2 + SiO_2 + MgF_2\downarrow + 2CO_2.$$

Các hợp chất $CaF_2$, $MgF_2$ và $SiO_2$ không tan trong nước sẽ bịt kín lỗ rỗng các khe nhỏ làm tăng độ đặc bề mặt đá.

Ngoài ra có thể dùng guđrông hay bi tum quét lên bề mặt đá, gia công thật nhẵn bề mặt vật liệu đá và thoát nước tốt cho công trình, các biện pháp này cũng góp phần giảm bớt sự ăn mòn cho vật liệu đá thiên nhiên.

Gần đây người ta còn dùng các dung dịch trong nước hay trong dung môi hữu cơ bay hơi của các hợp chất silic hữu cơ có tính kị nước như: hydrôxilôxan, mêtinsilicol-natri v.v... để làm đặc bề mặt vật liệu đá thiên nhiên.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

# CHƯƠNG III
# VẬT LIỆU GỐM XÂY DỰNG

## 3.1. Khái niệm và phân loại

### 3.1.1. Khái niệm

Vật liệu nung hay gốm xây dựng là loại vật liệu được sản xuất từ nguyên liệu chính là đất sét bằng cách tạo hình và nung ở nhiệt độ cao. Do quá trình thay đổi lý, hóa trong khi nung nên vật liệu gốm xây dựng có tính chất khác hẳn so với nguyên liệu ban đầu.

Trong xây dựng vật liệu gốm được dùng trong nhiều chi tiết kết cấu của công trình từ khối xây, lát nền, ốp tường đến cốt liệu rỗng (keramzit) cho loại bê tông nhẹ. Ngoài ra các sản phẩm sứ vệ sinh là những vật liệu không thể thiếu được trong xây dựng. Các sản phẩm gốm bền axít, bền nhiệt được dùng nhiều trong công nghiệp hóa học, luyện kim và các ngành công nghiệp khác.

Ưu điểm chính của vật liệu gốm là có độ bền và tuổi thọ cao, từ nguyên liệu địa phương có thể sản xuất ra các sản phẩm khác nhau thích hợp với các yêu cầu sử dụng, công nghệ sản xuất tương đối đơn giản, giá thành hạ. Song vật liệu gốm vẫn còn những hạn chế là giòn, dễ vỡ, tương đối nặng, khó cơ giới hóa trong xây dựng đặc biệt là với gạch xây và ngói lợp.

### 3.1.2. Phân loại

Sản phẩm gốm xây dựng rất đa dạng về chủng loại và tính chất. Để phân loại chúng người ta dựa vào những cơ sở sau :

***Theo công dụng*** vật liệu gốm được chia ra :

*Vật liệu xây* : Các loại gạch đặc, gạch 2 lỗ, gạch 4 lỗ.

*Vật liệu lợp* : Các loại ngói.

*Vật liệu lát* : Tấm lát nền . lát đường, lát vỉa hè.

*Vật liệu ốp* : Ốp tường nhà, ốp cầu thang, ốp trang trí.

*Sản phẩm kỹ thuật vệ sinh* : Chậu rửa, bồn tắm, bệ xí.

*Sản phẩm cách nhiệt, cách âm* : Các loại gốm xốp.

*Sản phẩm chịu lửa* : Gạch samốt, gạch đi nát.

***Theo cấu tạo*** vật liệu gốm được chia ra :

*Gốm đặc* : Có độ rỗng r ≤ 5% như gạch ốp, lát, ống thoát nước.

*Gốm rỗng* : Có độ rỗng r > 5% như gạch xây các loại, gạch lá nem.

***Theo phương pháp sản xuất*** vật liệu gốm được chia ra:

*Gốm tinh*: thường có cấu trúc hạt mịn, sản xuất phức tạp như gạch trang trí, sứ vệ sinh.

*Gốm thô*: thường có cấu trúc hạt lớn, sản xuất đơn giản như gạch ngói, tấm lát, ống nước.

## 3.2. Nguyên liệu và sơ lược quá trình chế tạo

### 3.2.1. Nguyên vật liệu

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Nguyên liệu chính để sản xuất vật liêu nung là đất sét. Ngoài ra tùy thuộc vào yêu cầu của sản phẩm và tính chất của đất sét mà có thể dùng thêm các loại phụ gia cho phù hợp.

***Đất sét***

*Thành phần* chính của đất sét là các khoáng alumôsilicát ngậm nước ($nAl_2O_3.mSiO_2.pH_2O$) chúng được tạo thành do fenspát bị phong hóa. Tùy theo điều kiện của từng môi trường mà các khoáng tạo ra có thành phần khác nhau, khoáng caolinit $2SiO_2.Al_2O_3.2H_2O$ và khoáng montmôrilonit $4SiO_2.Al_2O_3.nH_2O$ là hai khoáng quyết định những tính chất quan trọng của đất sét như độ dẻo, độ co, độ phân tán, khả năng chịu lửa v.v...

Ngoài ra trong đất sét còn chứa các tạp chất vô cơ và hữu cơ như thạch anh ($SiO_2$), cacbonat ($CaCO_3$, $MgCO_3$), các hợp chất sắt $Fe(OH)_3$, $FeS_2$, tạp chất hữu cơ ở dạng than bùn, bi tum v.v... các tạp chất đều ảnh hưởng đến tính chất của đất sét.

*Màu sắc* của đất sét là do tạp chất vô cơ và hữu cơ quyết định. Màu của đất sét chứa ít tạp chất thường là trắng, chứa nhiều tạp chất thì đất sét có màu xám xanh, nâu, xám đen.

Tính chất chủ yếu của đất sét bao gồm tính dẻo khi nhào trộn với nước, sự co thể tích dưới tác dụng của nhiệt và sự biến đổi lý hóa khi nung. Chính nhờ có sự thay đổi thành phần khoáng vật trong quá trình nung mà sản phẩm gốm có tính chất khác hẳn tính chất của nguyên liệu ban đầu. Sau khi nung, thành phần khoáng cơ bản của vật liệu gốm là mulit $3Al_2O_3.2SiO_2$ ($A_3S_2$) đây là khoáng làm cho sản phẩm có cường độ cao và bền nhiệt.

***Các vật liệu phụ***

Để cải thiện tính chất của đất sét cũng như tính chất của sản phẩm, trong quá trình sản xuất ta có thể sử dụng một số loại vật liệu phụ sau:

*Vật liệu gầy* pha vào đất sét nhằm giảm độ dẻo, giảm độ co khi sấy và nung, thường dùng là bột samốt, đất sét nung non, cát, tro nhiệt điện, xỉ hạt hóa.

*Phụ gia cháy* như mùn cưa, tro nhiệt diện, bã giấy. Các thành phần này có tác dụng làm tăng độ rỗng của sản phẩm gạch và giúp cho quá trình gia nhiệt đồng đều hơn.

*Phụ gia tăng dẻo* như các loại đất sét có độ dẻo cao như cao lanh đóng vai trò là chất tăng dẻo cho đất sét.

*Phụ gia hạ nhiệt độ nung* có tác dụng hạ thấp nhiệt độ kết khối làm tăng nhiệt độ và độ đặc của sản phẩm, phụ gia hạ nhiệt độ nung thường dùng là fenspát, pecmatit, canxit đôlomit.

*Men* là lớp thủy tinh lỏng phủ lên bề mặt của sản phẩm, bảo vệ sản phẩm, chống lại tác dụng của môi trường. Men dùng để sản xuất vật liệu gốm rất đa dạng, có màu và không màu, trắng và đục, bóng và không bóng, có loại dùng cho đồ sứ (men sứ) có loại dùng sản phẩm sành (men sành) và có loại men trang trí v.v...Vì vậy việc chế tạo men là rất phức tạp.

### 3.2.2. Sơ lược quá trình sản xuất một số loại sản phẩm thông dụng

***Sản xuất gạch***

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Gạch xây là loại vật liệu gốm phổ biến thông dụng nhất, có công nghệ sản xuất đơn giản. Công nghệ sản xuất gạch bao gồm 5 giai đoạn: Khai thác nguyên liệu, nhào trộn, tạo hình, phơi sấy, nung và làm nguội ra lò.

*Khai thác nguyên liệu*

Trước khi khai thác cần phải loại bỏ 0,3 - 0,4 m lớp đất trồng trọt ở bên trên. Việc khai thác có thể bằng thủ công hoặc dùng máy ủi, máy đào, máy cạp. Đất sét sau khi khai thác được ngâm ủ trong kho nhằm tăng tính dẻo và độ đồng đều của đất sét.

*Nhào trộn đất sét*

Quá trình nhào trộn sẽ làm tăng tính dẻo và độ đồng đều cho đất sét giúp cho việc tạo hình được dễ dàng. Thường dùng các loại máy cán thô, cán mịn, máy nhào trộn, máy một trục, 2 trục để nghiền đất.

*Tạo hình*

Để tạo hình gạch người ta thường dùng máy đùn ruột gà. Trong quá trình tạo hình còn dùng thiết bị có hút chân không để tăng độ đặc và cường độ của sản phẩm.

*Phơi sấy*

Khi mới được tạo hình gạch mộc có độ ẩm rất lớn, nếu đem nung ngay gạch sẽ bị nứt tách do mất nước đột ngột. Vì vậy phải phơi sấy để giảm độ ẩm, giúp cho sản phẩm mộc có độ cứng cần thiết, tránh biến dạng khi xếp vào lò nung.

Nếu phơi gạch tự nhiên trong nhà giàn hay ngoài sân thì thời gian phơi từ 8 đến 15 ngày.

Nếu sấy gạch bằng lò sấy tuy nen thì thời gian sấy từ 18 đến 24 giờ. Việc sấy gạch bằng lò sấy giúp cho quá trình sản xuất được chủ động không phụ thuộc vào thời tiết, năng suất cao, chất lượng sản phẩm tốt, điều kiện làm việc của công nhân được cải thiện, nhưng đòi hỏi phải có vốn đầu tư lớn, tốn nhiên liệu.

*Nung*

Đây là công đoạn quan trọng nhất quyết định chất lượng của gạch.

Quá trình nung gồm có ba giai đoạn.

*1.Đốt nóng* : Nhiệt độ đến 450$^0$C, gạch bị mất nước, tạp chất hữu cơ cháy.

*2.Nung* : Nhiệt độ đến 1000 - 1050$^0$C, đây là quá trình biến đổi của các thành phần khoáng tạo ra sản phẩm có cường độ cao, màu sắc đỏ hồng.

*3.Làm nguội* : Quá trình làm nguội phải từ từ tránh đột ngột để tránh nứt tách sản phẩm, khi ra lò nhiệt độ của gạch khoảng 50 - 55$^0$C.

Theo nguyên tắc hoạt động, lò nung gạch có hai loại: Lò gián đoạn và lò liên tục.

Trong lò nung gián đoạn gạch được nung thành mẻ, loại này có công suất nhỏ, chất lượng sản phẩm thấp.

Trong lò liên tục gạch được xếp vào, nung và ra lò liên tục trong cùng một thời gian, do đó năng suất cao mặt khác chế độ nhiệt ổn định nên chất lượng sản phẩm cao. Hai loại lò liên tục được dùng nhiều là lò vòng (lò hopman) và lò tuy nen.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

***Sản xuất ngói***

Kỹ thuật sản xuất ngói cũng gần giống như sản xuất gạch. Nhưng do ngói có hình dạng phức tạp, mỏng, yêu cầu chất lượng cao, không sứt mẻ, nứt vỡ, ít thấm...), nên kỹ thuật sản xuất ngói có một số yêu cầu khác gạch.

Nguyên liệu dùng loại đất sét có độ dẻo cao, dễ chảy. Đất không chứa tạp chất cacbonat. Trong sản xuất ngói có thể dùng 15 - 25% phụ gia cát, 10 - 20% phụ gia samốt.

Gia công nguyên liệu và chuẩn bị phối liệu được thực hiện chủ yếu theo phương pháp dẻo và cũng có thể theo phương pháp bán khô và cả phương pháp ướt (khi trong nguyên liệu có lẫn tạp chất). Gia công và chuẩn bị phối liệu kỹ hơn nhằm làm cho độ ẩm đồng đều hơn và phá vỡ tối đa cấu trúc của nguyên liệu đất sét bằng cách ngâm ủ dài ngày hơn.

Trước khi tạo hình phải tạo ra những viên galet trên máy ép lentô, rồi ủ để độ ẩm đồng đều sau đó mới tạo hình ngói từ những viên gạch galét.

Ngói được sấy trong các nhà sấy tự nhiên (các nhà kho sấy có giá phơi) hay sấy nhân tạo (trong các thiết bị sấy phòng, sấy tunen, sấy băng chuyền giá treo). Để tránh nứt nẻ cho sản phẩm, ngói được sấy theo chế độ sấy dịu. Khi nung ngói, nhiệt được nâng lên từ từ, nung lâu hơn, làm nguội chậm hơn.

***Sản xuất gạch gốm ốp lát***

Nguyên liệu chủ yếu trong sản xuất gạch gốm ốp lát là loại đất sét chất lượng cao, có nhiệt độ kết khối thấp, khả năng liên kết cao và có khoảng kết khối rộng (không nhỏ hơn 80-100$^{o}$C, có thể đến 200$^{o}$C). Về thành phần khoáng, đất sét tốt nhất là caolinit-thuỷ mica (hàm lượng mi ca lớn, thạch anh thấp), các loại đất sét caolinit-montmôrilonit (hàm lượng montmôrilonit tới 20%, hàm lượng thạch anh thấp không đáng kể) cũng là nguyên liệu để sản xuất sản phẩm sứ vệ sinh cao cấp và gạch gốm ốp lát (quy định trong tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6300 : 1997).

Ngoài đất sét, trường thạch cũng là nguyên liệu thiết yếu đóng vai trò là chất chảy. Khi nóng chảy trường thạch tạo ra pha thuỷ tinh hoà tan một phần thạch anh, bao bọc và gắn các tinh thể tạo nên độ bền cần thiết cho vật liệu. Khi làm nguội từ pha lỏng này, mulit thứ sinh hình kim sẽ kết dính tạo nên cốt cho vật liệu. Theo TCVN 6598 : 2000 trường thạch làm xương cần phải đảm bảo một số chỉ tiêu về hàm lượng silic đioxit, nhôm oxyt, kiềm oxyt và sắt oxyt.

Thạch anh là phụ gia gầy, có tác dụng làm giảm độ co sấy, co nung, làm tăng các mao mạch thúc đẩy quá trình sấy bán thành phẩm. Nó là thành phần tạo nên kết cấu của xương.

Tal là phụ gia trong xương gốm (hàm lượng nhỏ) có tác dụng hoá học với phối liệu chính trong quá trình nung và thúc đẩy quá trình tạo thành mulit, tăng độ bền uốn và độ bền va đập.

Ở nước ta, cho đến năm 2002, cả nước đã có trên 40 cơ sở sản xuất ceramic với tổng công suất hơn 80 tr.m$^2$/năm đều sử dụng đất sét trong nước như Hải Dương, Quảng Ninh, Hà Bắc, Phú Thọ, Lào Cai, Hà Tây, Thanh Hoá, Đồng Nai, Sông Bé... để sản suất gạch ốp lát nền bằng công nghệ tiên tiến (nung nhanh 1 lần) của Tây Ban Nha, Italia, CHLB Đức... Đặc điểm của công nghệ

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

này là tất cả các công đoạn đều được điều khiển tự động bằng điện tử hoặc Computer cho phép kiểm tra chính xác, linh hoạt các thông số công nghệ cài đặt.

Các công đoạn chính của quá trình công nghệ bao gồm: nghiền ướt, sấy phun, ép tạo hình, sấy, tráng men - in hoa, nung nhanh.

Phối liệu được chuẩn bị bằng phương pháp nghiền ướt trong máy nghiền bi. Công đoạn này đảm bảo tạo độ mịn cần thiết và sự đồng nhất phối liệu. Độ mịn sau khi nghiền cần đạt lượng lọt sàng 10.000 lỗ/$cm^2$ là /94%. Hồ xương có độ ẩm 33-34%.

Trong sấy phun, hồ được loại bỏ nước, độ ẩm của xương còn 5-6% và tạo bột ép với cỡ hạt thích hợp.

Gạch ốp lát được tạo hình theo phương pháp ép bán khô bằng máy ép thuỷ lực với cường độ ép 250-300 kG/$cm^2$. Viên gạch sau tạo hình có cường độ mộc 12-15 kG/$cm^2$.

Công đoạn sấy được thực hiện ngay sau khi tạo hình nhằm giảm độ ẩm của gạch mộc và tạo cho viên gạch có độ ẩm cần thiết để thực hiện các công đoạn tiếp theo. Quá trình này thường do máy sấy đứng, sấy băng chuyền, sấy bằng tuynen đảm nhiệm.

Trong công nghệ nung nhanh một lần, việc tráng men và in hoa trang trí được thực hiện bằng nhiều phương pháp khác nhau. Để thực hiện công đoạn này viên gạch mộc cần có đủ độ bền để chịu được các quá trình lặp đi lặp lại nhiều lần, men được tưới phun, in hay biến thành dạng bụi khô phủ lên bề mặt tấm lát đã sấy.

Nung nhanh là công đoạn chính trong sản xuất gạch ốp lát nền. Xương và men được nung nhanh đồng thời trong một khoảng thời gian ngắn (45-55 ph). Tại công đoạn này xảy ra các biến đổi hoá lý phức tạp, hình thành nên cấu trúc của sản phẩm. Các biến đổi hoá lý đó là: biến đổi thể tích kèm theo sự mất nước lý học, biến đổi thành phần khoáng, tạo các pha mới, kết khối.

### 3.3. Các loại sản phẩm gốm xây dựng

#### 3.3.1. Các loại gạch xây

***Gạch chỉ (gạch đặc tiêu chuẩn)*** Có kích thước 220 x 105 x 60 mm .

Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 1451-1998 gạch đặc phải đạt những yêu cầu sau:

Hình dáng vuông vắn, sai lệch về kích thước không lớn quá qui định, về chiều dài ±7mm về chiều rộng ± 5 mm, về chiều dày ±3 mm, gạch không sứt mẻ, cong vênh. Độ cong ở mặt đáy không quá 4 mm, ở mặt bên không quá 5 mm, trên mặt gạch không quá 5 đường nứt, mỗi đường dài không quá 15 mm và sâu không quá 1mm. Tiếng gõ phải trong thanh, màu nâu tươi đồng đều, bề mặt mịn không bám phấn. Khối lượng thể tích 1700 - 1900 kg/$m^3$, khối lượng riêng 2500-2700 kg/$m^3$, hệ số dẫn nhiệt $\lambda$ = 0,5 - 0,8 KCal /m.$^0$C.h, độ hút nước theo khối lượng 8-18%,

Giới hạn bền khi nén và uốn của 5 mác gạch đặc trên nêu trong bảng 3 - 1.

Ngoài ra còn có gạch đặc kích thước 190 x 90 x 45 mm và một số loại gạch không qui cách khác.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

**Bảng 3 - 1**

| Mác gạch đặc | Giới hạn bền ( kG/cm$^2$ ) không nhỏ hơn | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Khi nén | | Khi uốn | |
| | Trung bình của 5 mẫu | Nhỏ nhất cho 1 mẫu | Trung bình của 5 mẫu | Nhỏ nhất cho 1 mẫu |
| 200 | 200 | 150 | 34 | 17 |
| 150 | 150 | 125 | 28 | 14 |
| 125 | 125 | 100 | 25 | 12 |
| 100 | 100 | 75 | 22 | 11 |
| 75 | 75 | 50 | 18 | 9 |
| 50 | 50 | 35 | 16 | 8 |

Ký hiệu quy ước của các loại gạch đặc đất sét nung như sau: Ký hiệu kiểu gạch, chiều dày, mác gạch, ký hiệu và số hiệu tiêu chuẩn.

Ví dụ : Gạch đặc chiều dày 60, mác 100 theo TCVN 1451:1998 được ký hiệu như sau :

GĐ 60 - 100. TCVN 1451:1998

Gạch chỉ được sử dụng rộng rãi để xây tường, cột, móng, ống khói, lát nền.

***Gạch có lỗ rỗng tạo hình***

Các loại gạch này có khối lượng thể tích nhỏ hơn 1600 kg/m$^3$. Theo yêu cầu sử dụng, khi sản xuất có thể tạo 2, 4, 6, ... lỗ. Loại gạch này thường được dùng để xây tường ngăn, tường nhà khung chịu lực, sản xuất các tấm tường đúc sẵn.

Tiêu chuẩn TCVN 1450 : 1998 quy định kích thước cơ bản của gạch rỗng đất sét nung như sau (bảng 3-2).

**Bảng 3-2**

| Tên kiểu gạch | Dài | Rộng | Dày |
|---|---|---|---|
| Gạch rỗng 60 | 220 | 105 | 60 |
| Gạch rỗng 90 | 190 | 90 | 90 |
| Gạch rỗng105 | 220 | 105 | 105 |

Ngoài các loại kích thước cơ bản trên còn 1 số loại gạch có kích thước khác như 220 x 105 x 90, 220 x 105 x 200.

Gạch rỗng đất sét nung phải có hình hộp chữ nhật với các mặt bằng phẳng. Trên các mặt của gạch có thể có rãnh hoặc gợn khía. Sai số cho phép kích thước viên gạch rỗng đất sét nung không được vượt quá qui định như sau:

Theo chiều dài ± 7 mm; theo chiều rộng ± 5 mm; theo chiều dày ± 3 mm .

Độ hút nước theo khối lượng $H_P$ = 8 - 18% .

Theo TCVN 1450 :1998 gạch rỗng có các loại mác 35; 50; 75; 100; 125.

Độ bền nén và uốn của gạch rỗng đất sét nung quy định trong bảng 3 - 3.

Ký hiệu quy ước các loại gạch rỗng theo thứ tự sau : Tên kiểu gạch, chiều dày, số lỗ rỗng, đặc điểm lỗ, độ rỗng, mác gạch, ký hiệu và số hiệu của tiêu chuẩn.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Ví dụ : Ký hiệu quy ước của gạch rỗng dày 90, bốn lỗ vuông, độ rỗng 47%, mác 50 là : GR 90 - 4V 47 - M 50 . TCVN 1450 :1998.

**Bảng 3 - 3**

| Mác gạch rỗng | Giới hạn bền ( kG/cm$^2$ ) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Khi nén | | Khi uốn | |
| | Trung bình của 5 mẫu | Nhỏ nhất cho 1 mẫu | Trung bình của 5 mẫu | Nhỏ nhất cho 1 mẫu |
| 125 | 125 | 100 | 18 | 9 |
| 100 | 100 | 75 | 16 | 8 |
| 75 | 75 | 50 | 14 | 7 |
| 50 | 50 | 35 | 12 | 6 |

***Gạch nhẹ***

Gạch nhẹ là tên gọi chung cho các loại gạch có khối lượng thể tích thấp hơn gạch chỉ và gạch có lỗ rỗng tạo hình. Loại gạch này được chế tạo bằng cách thêm vào đất sét một số phụ gia dễ cháy như : mùn cưa, than bùn, than cám. Khi nung ở nhiệt độ cao, các chất hữu cơ này bị cháy để lại nhiều lỗ rỗng nhỏ trong viên gạch. Khối lượng thể tích của loại gạch này khoảng 1200-1300 kg/m$^3$, hệ số dẫn nhiệt $\lambda$ 0,3- 0,4 kCal/m$^0$C.h.

Loại gạch này có cường độ chịu lực thấp nên chỉ được sử dụng để xây tường ngăn, tường cách nhiệt, lớp chống nóng cho mái bê tông cốt thép.

***Gạch chịu lửa***

Gạch chịu lửa là loại sản phẩm gốm chịu được tác dụng lâu dài của các tác nhân cơ học và hóa lý ở nhiệt độ cao.

Theo TCVN 5441-1991 vật liệu chịu lửa chia ra làm 3 loại:

- Chịu lửa trung bình: có độ chịu lửa từ 1580 - 1770$^o$C.
- Chịu lửa cao: có độ chịu lửa từ 1770 - 2000$^o$C.
- Chịu lửa rất cao: có độ chịu lửa lớn hơn 2000$^o$C.

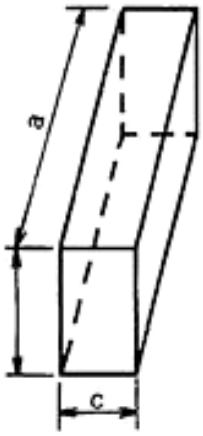
**Bảng 3 - 4**

| Kiểu gạch | Kích thước, mm | | | |
|---|---|---|---|---|
| | a | b | c | $c_1$ |
| Gạch chữ nhật | 230<br>230<br>230<br>230 | 113<br>113<br>113<br>113 | 20<br>30<br>40<br>65 | |
| Gạch vát dọc | 230<br>230<br>230<br>230 | 113<br>113<br>113<br>113 | 65<br>65<br>75<br>75 | 45<br>55<br>55<br>65 |
| Gạch vát ngang | 113<br>113<br>113<br>113<br>113 | 230<br>230<br>230<br>230<br>230 | 65<br>65<br>65<br>75<br>75 | 45<br>50<br>55<br>35<br>65 |

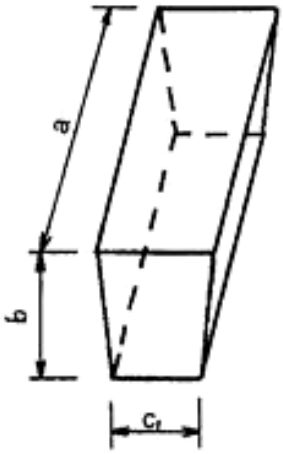
Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Gạch chịu lửa sản xuất từ đất sét phổ biến nhất là gạch samốt, loại gạch này thường có kiểu và kích thước cơ bản được qui định theo TCVN 4710 - 1989 như bảng 3-4 và hình 3-1, 3-2 và 3-3.

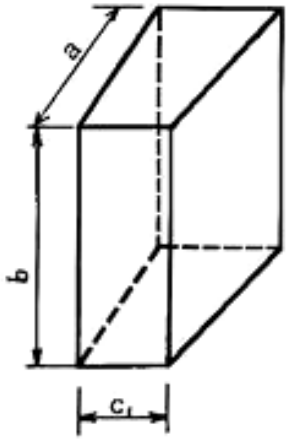
Gạch chịu lửa có nhiều loại và được sản xuất từ nhiều loại nguyên liệu khác nhau.




**Hình 3-1:** *Gạch chữ nhật*




**Hình 3-2:** *Gạch vát dọc*




**Hình 3-3:** ***G****ạch vát ngang*

### *3.3.2.* Gạch ốp lát

***Phân loại***

Gạch ốp lát bao gồm nhiều loại với các công dụng khác nhau có thể có men hoặc không có men.

Theo TCVN 7132:2002, gạch gốm ốp lát được phân thành các nhóm dựa theo phương pháp tạo hình và theo độ hút nước.

*Theo phương pháp tạo hình* có 3 nhóm gạch:

Nhóm A: Gạch tạo hình dẻo, là loại gạch được tạo hình bằng phương pháp dẻo qua máy đùn và được cắt theo kích thước nhất định.

Nhóm B: Gạch tạo hình ép bán khô, là gạch được tạo hình từ hỗn hợp bột mịn ép bán khô trong khuôn ở áp lực cao.

Nhóm C: gạch tạo hình bằng các phương pháp khác, là gạch được tạo hình không phải bằng phương pháp dẻo hoặc phương pháp ép bán khô.

*Theo độ hút nước* :( E hoặc $H_P$ ) : có 3 nhóm gạch:

Nhóm I: gạch có độ hút nước thấp. Với E ≤ 3 %. Đối với gạch ép bán khô, nhóm 1 được chia thành 2 nhóm nhỏ là BIa có E≤0,5% và BIb có 0,5%<E ≤3%.

Nhóm II: gạch có độ hút nước trung bình. Với 3% ≤ E ≤ 10%. Đối với gạch được sản xuất theo phương pháp dẻo, nhóm 1 được chia thành 2 nhóm nhỏ là AIIa có 3% ≤ E ≤ 6 % và AIIb có 6% < E ≤ 10%.

Nhóm III: gạch có độ hút nước cao. Với E>10%.

Dưới đây giới thiệu một số loại gạch thường dùng để lát hoặc ốp trong công trình xây dựng hiện nay.

***Gạch lá dừa*** *(hình 3-4)* : Là loại gạch được sản xuất từ đất sét có phụ gia hoặc không có phụ gia, tạo hình bằng phương pháp dẻo.Theo TCXD 85:1981

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

gạch có kích thước 200 x 100 x 35mm, sai lệch cho phép của kích thước không được vượt quá:

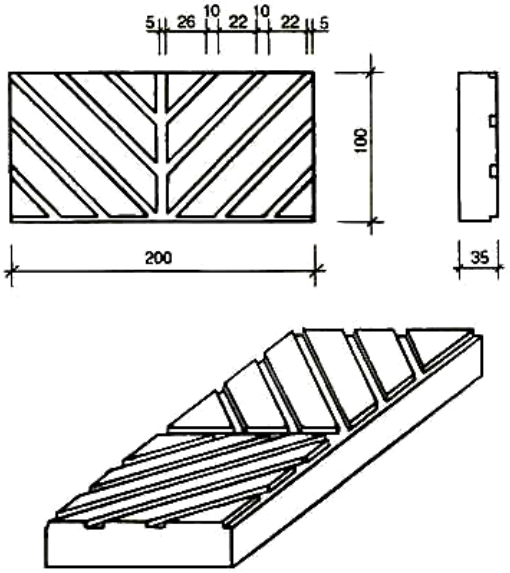
-Theo chiều dài: ± 4mm

-Theo chiều rộng: ± 3mm

-Theo chiều dày: ± 2mm

Gạch phải được nung chín đều, không phân lớp, không phồng rộp, màu sắc viên gạch trong cùng một lô phải đồng đều, không được có vết hoen ố ở mặt có rãnh, khi dùng búa gõ nhẹ, gạch phải có tiếng kêu trong và chắc.

Gạch lá dừa được chia ra 3 loại (bảng 3-5).




**Hình 3-4:** *Gạch lá dừa*

**Bảng 3 -5**

| Chỉ tiêu | Loại I | Loại II | Loại III |
|---|---|---|---|
| Độ hút nước ,% , không lớn hơn | 1 | 7 | 10 |
| Độ mài mòn, không lớn hơn, g/cm$^2$ | 0,1 | 0,2 | 0,4 |

Gạch lá dừa thường dùng để lát vỉa hè, lối đi các vườn hoa, lối ra vào sân bãi trong các công trình dân dụng.

***Gạch ốp lát có độ hút nước thấp***

Loại gạch này ký hiệu là BIb được sản xuất bằng phương pháp ép bán khô có độ hút nước thấp (nhóm I), theo tiêu chuẩn TCVN 6884 : 2001 loại gạch này phải đạt các yêu cầu theo bảng 3-6 và 3-7.

*Mức sai lệch giới hạn về kích thước, hình dạng và chất lượng bề mặt của gạch ốp lát có ký hiệu BIb được qui định như sau:*

**Bảng 3-6**

| Tên chỉ tiêu | Diện tích bề mặt của sản phẩm, S, cm$^2$ | | |
|---|---|---|---|
| | 90 < S ≤ 190 | 190 < S ≤ 410 | S >410 |
| Sai lệch kích thước, hình dáng so với kích thước danh nghĩa tương ứng,%, không lớn hơn | | | |
| 1. Kích thước cạnh bên (a, b) | ± 1,00 | ± 0,75 | ± 0,60 |
| 2. Chiều dày (d): | ± 10 | ± 5 | ± 5 |
| 3. Độ vuông góc: | ± 0,6 | ± 0,6 | ± 0,6 |
| Chất lượng bề mặt: Được tính bằng phần diện tích bề mặt quan sát không có khuyết tật trông thấy, %, không nhỏ hơn | 95 | | |

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

*Các chỉ tiêu cơ lý của gạch ốp lát có ký hiệu BIb*

**Bảng 3-7**

| Tên chỉ tiêu | Mức |
|---|---|
| 1. Độ hút nước, %, không lớn hơn<br>- Trung bình<br>- Của mẫu cao nhất | <br>0,5 < E ≤ 3<br>3,3 |
| 2. Độ bền uốn, N/mm$^2$, không nhỏ hơn<br>- Trung bình<br>- Của mẫu thấp nhất | <br>30<br>27 |
| 3. Độ cứng vạch bề mặt, tính theo thang Morh<br>- Loại không phủ men, không nhỏ hơn<br>- Loại có phủ men, lớn hơn | <br>6<br>5 |

*Mức sai lệch giới hạn về kích thước, hình dạng và chất lượng bề mặt của gạch ốp lát có ký hiệu BIIb*

**Bảng 3-8**

| Tên chỉ tiêu | Diện tích bề mặt của sản phẩm, S, cm$^2$ | | |
|---|---|---|---|
| | 90<S≤190 | 190<S≤410 | S>410 |
| Sai lệch kích thước, hình dáng so với kích thước danh nghĩa tương ứng,%, không lớn hơn | | | |
| 1. Kích thước cạnh bên (a, b): | ± 1,00 | ± 0,75 | ± 0,60 |
| 2. Chiều dày (d) | ± 10 | ± 5 | ± 5 |
| 3. Độ vuông góc | ± 0,6 | ± 0,6 | ± 0,6 |
| Chất lượng bề mặt:<br>Được tính bằng phần diện tích bề mặt quan sát không có khuyết tật trông thấy, %, không nhỏ hơn | 95 | | |

*Các chỉ tiêu cơ lý của gạch ốp lát có ký hiệu BIIb*

**Bảng 3-9**

| Tên chỉ tiêu | Mức |
|---|---|
| 1.Độ hút nước, %, không lớn hơn<br>- Trung bình<br>- Của mẫu cao nhất | <br>6 < E ≤ 10<br>11 |
| 2. Độ bền uốn, N/mm$^2$, không nhỏ hơn<br>- Trung bình<br>- Của mẫu thấp nhất | <br>18<br>16 |
| 3. Độ cứng vạch bề mặt men, tính theo thang Morh, không nhỏ hơn | 3 |

***Gạch gốm granit***

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Nguyên liệu chủ yếu để sản xuất gốm granite bao gồm đất sét, cao lanh, fenfpat, quarz (thạch anh). Hỗn hợp trên được nghiền kỹ dưới dạng hồ lỏng cho thật nhuyễn, tiếp theo hỗn hợp được sấy khô và dùng máy ép áp lực lớn (400kG/$cm^2$) để tạo hình sản phẩm. Sản phẩm được nung ở nhiệt độ 1220 - 1280$^0$C với thời gian của mỗi chu kỳ nung từ 60 - 70 phút. Granite là loại gạch đồng chất (từ đáy đến bề mặt viên gạch cùng chất liệu), độ bóng của gạch là do mài chứ không phải tráng men như gạch gốm sứ tráng men, vì vậy gạch rất bóng nhưng không trơn, kích thước chính xác giúp cho việc ốp lát được dễ dàng.

Theo tiêu chuẩn TCVN 6883 : 2001 loại gạch này phải đạt các yêu cầu theo bảng 3-10 và 3-11.

*Mức sai lệch giới hạn về kích thước, hình dạng và chất lượng bề mặt của gạch ốp lát granit:*

**Bảng 3-10**

| Tên chỉ tiêu | Diện tích bề mặt của sản phẩm , S, $cm^2$ | | |
|---|---|---|---|
| | 90 < S ≤ 190 | 190 < S ≤ 410 | S>410 |
| Sai lệch kích thước, hình dáng : | | | |
| 1. Kích thước cạnh bên (a, b): Sai lệch kích thước trung bình của mỗi viên mẫu so với kích thước danh nghĩa tương ứng, %, không lớn hơn | ± 1,00 | ± 0,75 | ± 0,60 |
| 2. Chiều dày (d): Sai lệch chiều dày trung bình của mỗi viên mẫu so với chiều dày danh nghĩa, %, không lớn hơn | ± 10 | ± 5 | ± 5 |
| 3. Độ vuông góc: Sai lệch lớn nhất của độ vuông góc so với kích thước làm việc tương ứng, (%), không lớn hơn | ± 0,6 | ± 0,6 | ± 0,6 |
| Chất lượng bề mặt:<br>Được tính bằng phần diện tích bề mặt quan sát không có khuyết tật trông thấy, %, không nhỏ hơn | 95 | | |

*Các chỉ tiêu cơ lý của gạch ốp lát granit*

**Bảng 3-11**

| Tên chỉ tiêu | Mức |
|---|---|
| 1. Độ hút nước, %, không lớn hơn<br>- Trung bình<br>- Của mẫu cao nhất | <br>0,5<br>0,6 |
| 2. Độ bền uốn, N/$mm^2$, không nhỏ hơn<br>- Trung bình<br>- Của mẫu thấp nhất | <br>35<br>32 |
| 3. Độ cứng vạch bề mặt, tính theo thang Morh<br>- Loại không phủ men, không nhỏ hơn<br>- Loại có phủ men, lớn hơn | <br>7<br>5 |

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

**Gạch lát đất sét nung**

Gạch lát đất sét nung cũng là loại gạch được sản xuất từ đất sét, tạo hình bằng phương pháp dẻo, không có phụ gia và được nung chín. Gạch này còn được gọi là gạch lá nem, thường dùng lát lớp trên của mái bê tông cốt thép hoặc lát nền nhà.

Theo TCXD 90 : 1982 gạch có kích thước 200 x 200 x 15mm, sai lệch cho phép của kích thước không được vượt quá:

-Theo chiều dài: ± 5 mm

-Theo chiều rộng: ± 5mm

-Theo chiều dày: ± 2mm

Gạch phải được nung chín đều, không phồng rộp, màu sắc, âm thanh của các viên gạch trong cùng một lô phải đồng đều, không được có vết hoen ố ở mặt.

Tùy theo các chỉ tiêu về độ hút nước và độ mài mòn khối lượng do ma sát, gạch lát được chia ra hai loại theo bảng 3 -12.

**Bảng 3 -12**

| Chỉ tiêu | Loại I | Loại II |
|---|---|---|
| Độ hút nước,% , không lớn hơn | 3 | 12 |
| Độ mài mòn khối lượng do ma sát, không lớn hơn, g/cm$^2$ | 0,2 | 0,4 |

**3.3.3. Ngói đất sét**

***Phân loại***

Ngói đất sét là loại vật liệu lợp phổ biến trong các công trình xây dựng. Thường có các loại ngói vẩy cá, ngói có gờ và ngói bò.

*Ngói vẩy cá* :

Có kích thước nhỏ, khi lợp viên nọ chồng lên viên kia 40 - 50 % diện tích bề mặt do đó khả năng cách nhiệt tốt nhưng mái sẽ nặng và tốn tre, gỗ.

*Ngói gờ và ngói úp* :

Loại ngói phổ biến hiện nay là ngói có gờ và ngói úp. Loại ngói gờ thường có 3 loại: 13 v/m$^2$ (420x260); 16 v/m$^2$ (420 x 205) và 22 v/m$^2$.

Kiểu và kích thước cơ bản của ngói 22v/m$^2$ và ngói úp nóc được quy định theo TCVN 1452:1995 ( hình 3 - 5 và bảng 3 -13 ).

**Bảng 3 -13**

| Kiểu ngói | Kích thước đủ , mm | Kích thước có ích , mm | | |
|---|---|---|---|---|
| | Chiều dài l | Chiều rộng b | Chiều dài L | Chiều rộng B |
| Ngói lợp | 340<br>335 | 205<br>210 | 250<br>260 | 180<br>170 |
| Ngói úp | 360<br>450 | -<br>- | 333<br>425 | 150<br>200 |

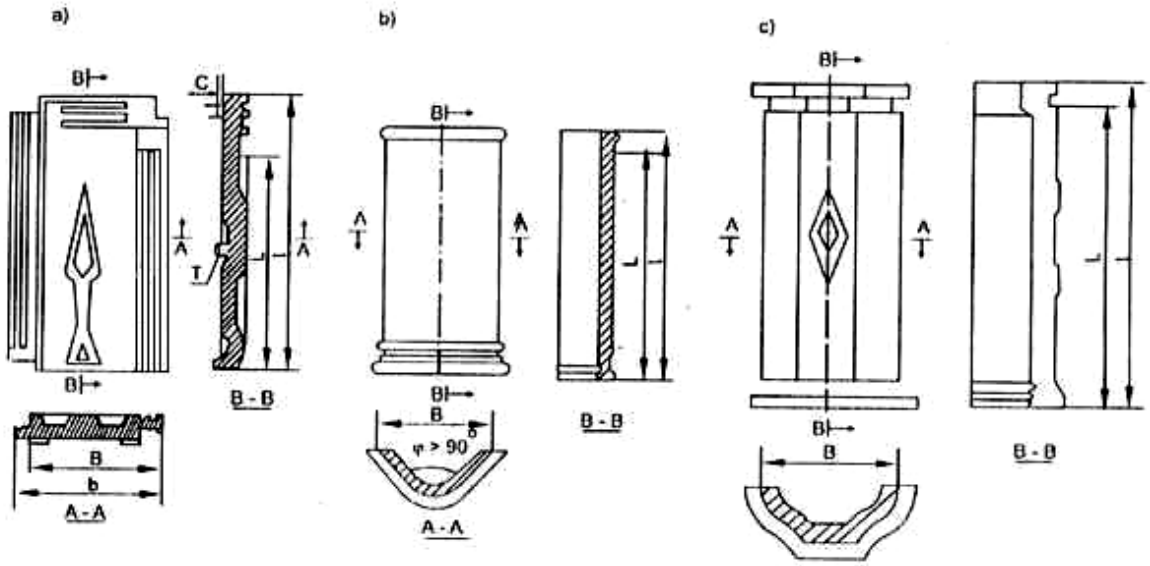
Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Sai số về kích thước quy định của viên ngói không lớn hơn ± 2%.

Ngói phải có lỗ xâu dây thép ở vị trí (T) với đường kính 1,5 ÷ 2,0 mm.

Chiều cao mấu đỏ (C) không nhỏ hơn 10 mm.

Chiều sâu các rãnh nối khớp (d) không nhỏ hơn 5 mm.




**Hình 3-5:** *Hình dạng và kích thước cơ bản của ngói*

***Yêu cầu kỹ thuật***

Ngói trong cùng một lô phải có màu sắc đồng đều, khi dùng búa kim loại gõ nhẹ có tiếng kêu trong và chắc.

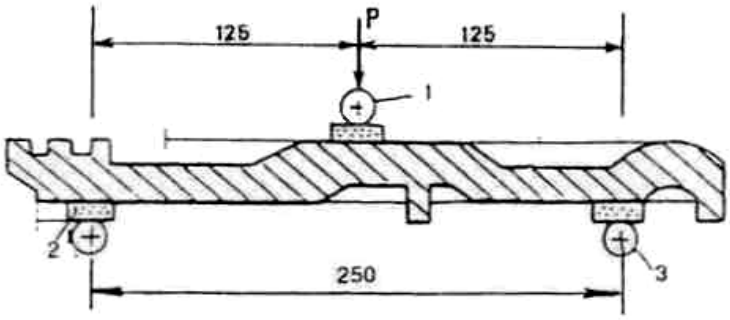
Các chỉ tiêu cơ lý của ngói phải phù hợp với quy định sau :

-Tải trọng uốn gãy theo chiều rộng viên ngói (hình 3-6) không nhỏ hơn 35N/cm.

- Độ hút nước không lớn hơn 16%.

- Thời gian xuyên nước, có vết ẩm nhưng không hình thành giọt nước ở dưới viên ngói không nhỏ hơn 2 giờ.

- Khối lượng 1m$^2$ ngói ở trạng thái bão hòa nước không lớn hơn 55kg.




**Hình 3-6:** *Mẫu ngói xác định tải trọng uốn gãy*

Các chỉ tiêu cơ lý của ngói được xác định theo TCVN 4313:1995

Khi lưu kho ngói phải được xếp ngay ngắn và nghiêng theo chiều dài thành từng chồng. Mỗi chồng ngói không được xếp quá 10 hàng. Khi vận chuyển ngói được xếp ngay ngắn sát vào nhau và được lèn chặt bằng vật liệu mềm .

### 3.3.4. Các loại sản phẩm khác

Ngoài những loại sản phẩm đã nêu ở trên, vật liệu nung còn nhiều loại sản phẩm khác được sử dụng trong xây dựng.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

***Sản phẩm sành dạng đá***

Đây là sản phẩm có cường độ cao, độ đặc lớn cấu trúc hạt bé, chống mài mòn tốt, chịu được tác dụng của axít, chúng được dùng khá rộng rãi trong xây dựng công nghiệp, hóa học và các công trình khác.

*Gạch clinke*: Có nhiều loại, loại vuông 50 x 50 x 10 mm; 100 x 100 x 10mm và 150x15 x13mm, loại chữ nhật 100 x 50 x 10 mm, 150 x 75 x 13 mm, loại lục giác và bát giác. Gạch này có khối lượng thể tích lớn hơn gạch thường (1900kg/$m^3$). Gạch clinke được dùng để lát đường, làm móng, cuốn vòm và tường chịu lực.

*Gạch chịu axít*: Được sản xuất theo 2 dạng: gạch khối và gạch tấm lát. Kích thước của gạch được qui định như sau:

Gạch khối: 230 x113 x 65 mm

Gạch tấm lát: 100 x100 x11 mm và 450 x 150 x11 mm

Gạch chịu axít được chia làm 3 loại: loại A dùng cho các công trình lâu dài, khó sửa chữa và luôn luôn tiếp xúc với hoá chất, loại B và C dùng cho các công trình dễ sửa chữa, làm việc có tính chất không liên tục.

Theo TCXD 86 : 1981 gạch chịu axít phải đạt các chỉ tiêu cơ lý sau (bảng 3-14).

**Bảng 3-14**

| Chỉ tiêu | Mức | | |
|---|---|---|---|
| | A | B | C |
| Độ chịu axít,%, không nhỏ hơn | | | |
| - Gạch khối | 96 | 94 | 92 |
| - Gạch tấm lát | 96 | 94 | 92 |
| Độ hút nước,%, không lớn hơn | | | |
| - Gạch khối | 7 | 9 | 12 |
| - Gạch tấm lát | 6 | 8 | 12 |
| Độ bền nén (daN/$cm^2$), không nhỏ hơn | | | |
| - Gạch khối | 400 | 300 | 300 |
| - Gạch tấm lát | 400 | 300 | 300 |

***Keramzit*** Keramzit gồm những hạt tròn hay bầu dục được sản xuất bằng cách nung phồng đất sét dễ chảy đồng nhất về thành phần và tính chất, có độ phân tán cao, có thành phần hoá học:$Al_2O_3$: 15-22%; $SiO_2$: 50-60%; $Fe_2O_3$:6-12%; MgO+CaO:3-6%.

Keramzit được dùng làm cốt liệu nhẹ cho bê tông nhẹ. Chúng có 2 loại: cát (cỡ hạt nhỏ hơn 5mm) và sỏi keramzit (các cỡ hạt 5÷10; 10÷20; 20÷30; 30÷40mm)

Mác của keramzit xác định theo khối lượng thể tích (kg/$m^3$) giới thiệu ở bảng 3-15

Đặc điểm cơ bản của keramzit là lỗ rỗng dạng kín. Mặc dù độ rỗng lớn ($\rho_v$ = 150-1200 kg/$m^3$) nhưng nó vẫn có cường độ cao, độ hút nước nhỏ và lượng nước nhào trộn bê tông keramzit tăng không đáng kể so với bê tông thường.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Gạch trang trí được dùng để xây các mảng tường có tính chất vách ngăn, thông gió, trang trí, không có tính chất chịu lực.

Gạch trang trí được bảo quản trong kho có mái che, nền nhà khô ráo.

**Bảng 3-15**

| Mác | Cường độ nén, kG/cm$^2$ | | Độ hút nước, % |
|---|---|---|---|
| | Loại A | Loại B | |
| 50 | 4 | 3 | - |
| 200 | 5 | 4 | 25 |
| 250 | 8 | 6 | 25 |
| 300 | 10 | 8 | 25 |
| 350 | 14 | 10 | 25 |
| 400 | 17 | 14 | 25 |
| 450 | 20 | 17 | 20 |
| 500 | 25 | 20 | 20 |
| 550 | 30 | 25 | 20 |
| 600 | 35 | 30 | 20 |
| 650 | 40 | 35 | 15 |
| 700 | 45 | 40 | 15 |

***Gạch trang trí đất sét nung***

Là loại gạch được sản xuất từ đất sét có phụ gia hay không có phụ gia, tạo hình bằng phương pháp dẻo hay phương pháp bán khô và được nung chín. Theo TCXD 111:1983, gạch phải đảm bảo các yêu cầu sau :

Mầu sắc của gạch trong cùng một lô phải đồng đều, bề mặt không được có vết bẩn hoặc hoen ố. Chiều dày thành ngoài của viên gạch không được nhỏ hơn 15mm. Chiều dày thành trong của viên gạch không được nhỏ hơn 10mm.

Độ hút nước của gạch trang trí không lớn hơn 15%.

Cường độ chịu nén của mỗi kiểu gạch trang trí được ghi theo hình 3-7.

Khi vận chuyển và bốc dỡ gạch trang trí phải nhẹ tay, cẩn thận tránh gây sứt, mẻ, đổ vỡ, giữa hai chồng gạch xếp cạnh nhau nên có lớp đệm lót.

***Sản phẩm sứ vệ sinh***

Theo chức năng sử dụng, sản phẩm sứ vệ sinh có 2 loại chính:

*Bệ xí*: gồm xí bệt có két nước liền hoặc không có két nước liền và xí xổm xi phông liền hoặc không có chân đỡ

*Chậu rửa* có chân đỡ hoặc không có chân đỡ.

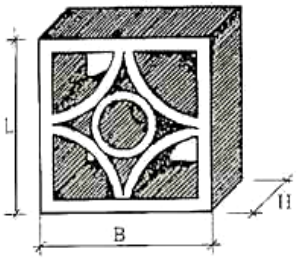
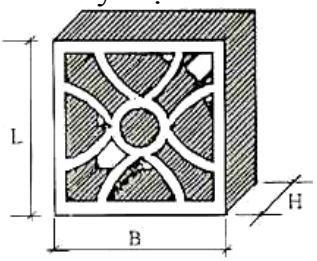
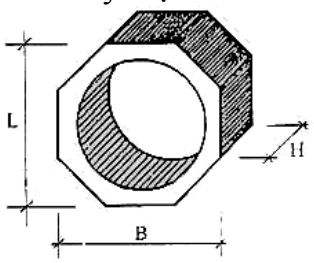
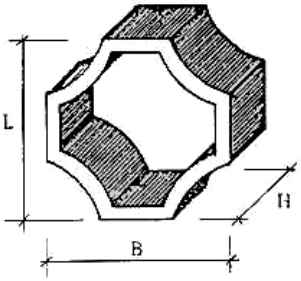
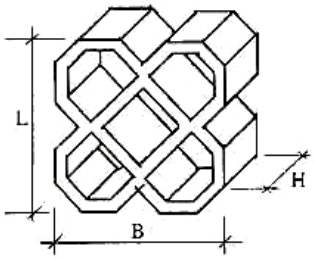
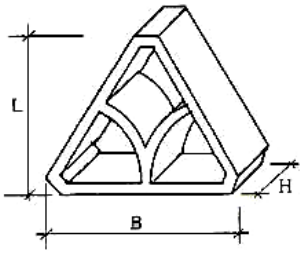
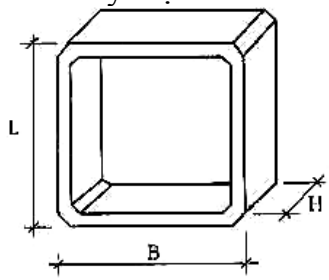
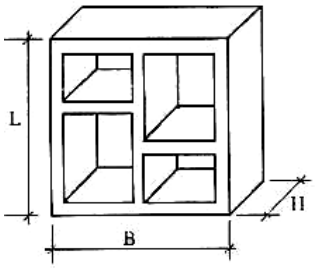
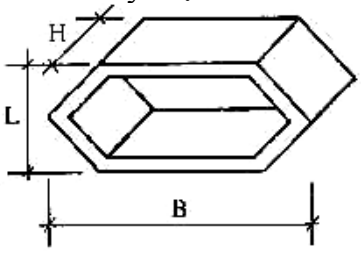
Ngoài các loại sản phẩm trên còn có nhiều loại sản phẩm khác như bồn tắm, âu tiểu, v.v...

Các sản phẩm sứ vệ sinh có men phải phủ đều khắp trên bề mặt chính, bề mặt làm việc của sản phẩm, men láng bóng, có màu trắng hoặc màu theo mẫu.

Những chỗ không phủ men theo bề mặt kín hoặc bề mặt lắp ráp quy định riêng theo từng dạng sản phẩm.

Kiểu, kích thước cơ bản và các yêu cầu kỹ thuật chủ yếu của sản phẩm sứ vệ sinh được quy định theo TCVN 6073:1995.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

| | | |
|---|---|---|
| GẠCH HẠ UY DI<br>ký hiệu 01<br>  <br><br>Kích thước L = B = 200mm<br>H = 60mm<br>Độ chịu nén /120daN/v<br>Tiêu thụ cho 1m$^2$ = 25v | GẠCH HOA THỊ<br>ký hiệu 02<br>  <br><br>Kích thước L = B = 200mm<br>H = 60mm<br>Độ chịu nén /120daN/v<br>Tiêu thụ cho 1m$^2$ = 25v | GẠCH 8 GÓC LỖ TRÒN<br>ký hiệu 03<br>  <br><br>Kích thước L = B = 200mm<br>H = 60mm<br>Độ chịu nén /105daN/v<br>Tiêu thụ cho 1m$^2$ = 36v |
| GẠCH HOA ĐÀO<br>ký hiệu 04<br>  <br><br>Kích thước L = B = 195mm<br>H = 60mm<br>Độ chịu nén /60daN/v<br>Tiêu thụ cho 1m$^2$ = 26v | GẠCH HOA MAI<br>ký hiệu 05<br>  <br><br>Kích thước L = B = 200mm<br>H = 60mm<br>Độ chịu nén /40daN/v<br>Tiêu thụ cho 1m$^2$ = 25v | GẠCH TAM GIÁC<br>ký hiệu 06<br>  <br><br>Kích thước L = B = 225mm<br>H = 60mm<br>Độ chịu nén /120daN/v<br>Tiêu thụ cho 1m$^2$ = 34v |
| GẠCH BÔNG VUÔNG<br>ký hiệu 07<br>  <br><br>Kích thước L = B = 180mm<br>H = 60mm<br>Độ chịu nén /105daN/v<br>Tiêu thụ cho 1m$^2$ = 30v | GẠCH TỨ KIẾT<br>ký hiệu 08<br>  <br><br>Kích thước L = B = 200mm<br>H = 60mm<br>Độ chịu nén /120daN/v<br>Tiêu thụ cho 1m$^2$ = 25v | GẠCH LỤC GIÁC<br>ký hiệu 09<br>  <br><br>Kích thước L = B = 90mm<br>H = 60mm<br>Độ chịu nén /200daN/v<br>Tiêu thụ cho 1m$^2$ = 50v |

**Hình 3-7:** *Một số loại gạch trang trí từ đất sét nung*

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

# CHƯƠNG IV
# CHẤT KẾT DÍNH VÔ CƠ

## 4.1. Khái niệm và phân loại

### 4.1.1. Khái niệm

Chất kết dính vô cơ là loại vật liệu thường ở dạng bột, khi nhào trộn với nước hoặc các dung môi khác thì tạo thành loại hồ dẻo, dưới tác dụng của quá trình hóa lý tự nó có thể rắn chắc và chuyển sang trạng thái đá. Do khả năng này của chất kết dính vô cơ mà người ta sử dụng chúng để gắn các loại vật liệu rời rạc (cát, đá, sỏi) thành một khối đồng nhất trong công nghệ chế tạo bê tông, vữa xây dựng, gạch silicat, các vật liệu đá nhân tạo không nung và các sản phẩm xi măng amiăng.

Có loại chất kết dính vô cơ không tồn tại ở dạng bột như vôi cục, thủy tinh lỏng. Có loại khi nhào trộn với nước thì quá trình rắn chắc xảy ra rất chậm như chất kết dính magie, nhưng nếu trộn với dung dịch $MgCl_2$ hoặc $MgSO_4$ thì quá trình rắn chắc xảy ra nhanh, cường độ chịu lực cao.

### 4.1.2. Phân loại

Căn cứ vào môi trường rắn chắc, chất kết dính vô cơ được chia làm 3 loại: chất kết dính rắn trong không khí, chất kết dính rắn trong nước và chất kết dính rắn trong Ôtôcla.

***Chất kết dính vô cơ rắn trong không khí***

Chất kết dính vô cơ rắn trong không khí là loại chất kết dính chỉ có thể rắn chắc và giữ được cường độ lâu dài trong môi trường không khí.

Ví dụ: Vôi không khí, thạch cao, thủy tinh lỏng, chất kết dính magie.

Theo thành phần hoá học chúng được chia thành 4 nhóm:

(1) Vôi rắn trong không khí (thành phần chủ yếu là CaO);

(2) Chất kết dính magie (thành phần chủ yếu là MgO);

(3) Chất kết dính thạch cao (thành phần chủ yếu là $CaSO_4$)

(4) Thuỷ tinh lỏng là các silicat natri hoặc kali ($Na_2O.nSiO_2$ hoặc $K_2O.mSiO_2$) ở dạng lỏng;

***Chất kết dính vô cơ rắn trong nước***

Chất kết dính vô cơ rắn trong nước là loại chất kết dính không những có khả năng rắn chắc và giữ được cường độ lâu dài trong môi trường không khí mà còn có khả năng rắn chắc và giữ được cường độ lâu dài trong môi trường nước.

Ví dụ: Vôi thủy, các loại xi măng.

Về thành phần hoá học chất kết dính rắn trong nước là một hệ thống phức tạp bao gồm chủ yếu là liên kết của 4 oxyt $CaO$-$SiO_2$-$Al_2O_3$-$Fe_2O_3$. Các liên kết đó hình thành ra 3 nhóm chất kết dính chủ yếu sau :

(1) Xi măng Silicat : các khoáng chủ yếu là Silicat canxi (đến 75%). Trong nhóm này gồm có xi măng pooc lăng và các chủng loại của nó (nhóm chất kết dính chủ yếu trong xây dựng)

(2) Xi măng alumin: Aluminat canxi là các khoáng chủ yếu của nó.

(3) Vôi thuỷ và xi măng La mã.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

***Chất kết dính rắn trong Ôtôcla***

Bao gồm những chất có khả năng trong môi trường hơi nước bão hoà có nhiệt độ 175÷200$^{o}$C và áp suất 8÷12 atm để hình thành ra "đá xi măng". Chất kết dính này có 2 thành phần chủ yếu là CaO và $SiO_2$. Ở điều kiện thường chỉ có CaO đóng vai trò kết dính nhưng trong điều kiện ôtôcla thì CaO tác dụng với $SiO_2$ tạo thành các khoáng mới có độ bền nước và khả năng chịu lực cao. Các chất kết dính thường gặp trong nhóm này là: chất kết dính vôi silic; vôi tro; vôi xỉ, ...

## 4.2. Vôi rắn trong không khí

### 4.2.1. Khái niệm

Vôi rắn trong không khí (gọi tắt là vôi) là chất kết dính vô cơ rắn trong không khí, dễ sử dụng, giá thành hạ, quá trình sản xuất đơn giản.

Nguyên liệu để sản xuất vôi là các loại đá giàu khoáng canxit cacbonat $CaCO_3$ như đá san hô, đá vôi, đá đôlômit với hàm lượng sét không lớn hơn 6%. Trong đó hay dùng nhất là đá vôi đặc.

Để nung vôi trước hết phải đập đá thành cục 10-20 cm, sau đó nung ở nhiệt độ 900 - 1100$^{0}$C, thực chất của quá trình nung vôi là thực hiện phản ứng:

$$CaCO_3 \leftrightarrows CaO + CO_2\uparrow - Q \ .$$

Phản ứng trên là phản ứng thuận nghịch vì vậy khi nung vôi phải thông thoáng lò để khí cacbonic bay ra, phản ứng theo chiều thuận sẽ mạnh hơn và chất lượng vôi sẽ tốt hơn.

Phản ứng nung vôi là phản ứng xảy ra từ ngoài vào trong nên các cục đá vôi đem nung phải đều nhau để đảm bảo chất lượng vôi, hạn chế hiện tượng vôi non lửa (vôi sống) và vôi già lửa (vôi cháy). Khi vôi non lửa thì bên trong các cục vôi sẽ còn một phần đá vôi ($CaCO_3$ ) chưa chuyển hóa thành vôi do đó sau này sẽ kém dẻo, nhiều hạn sạn đá. Nếu kích thước cục đá quá nhỏ hoặc nhiệt độ nung quá cao thì CaO sau khi sinh ra sẽ tác dụng với tạp chất sét tạo thành màng keo silicat canxi và aluminat canxi cứng bao bọc lấy hạt vôi làm vôi khó thủy hóa khi tôi, khi dùng trong kết cấu hạt vôi sẽ hút ẩm tăng thể tích làm kết cấu bị rỗ, nứt, các hạt vôi đó gọi là hạt già lửa.

### 4.2.2. Các hình thức sử dụng vôi trong xây dựng

Vôi được sử dụng ở hai dạng vôi chín và bột vôi sống.

***Vôi chín***

Là vôi được tôi trước khi dùng, khi cho vôi vào nước quá trình tôi sẽ xảy ra theo phản ứng : $CaO + H_2O = Ca(OH)_2 + Q$ .

Tùy thuộc vào lượng nước cho tác dụng với vôi sẽ có 3 dạng vôi chín thường gặp:

*Bột vôi chín*: Được tạo thành khi lượng nước vừa đủ để phản ứng với vôi. Tính theo phương trình phản ứng thì lượng nước đó là 32,14% so với lượng vôi, nhưng vì phản ứng tôi vôi là tỏa nhiệt nên nước bị bốc hơi do đó thực tế lượng nước này khoảng 70%. Vôi bột có khối lượng thể tích 400 - 450 kg/m$^3$.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

*Vôi nhuyễn*: Được tạo thành khi lượng nước tác dụng cho vào nhiều hơn đến mức sinh ra một loại vữa sệt chứa khoảng 50% là $Ca(OH)_2$ và 50% là nước tự do. Vôi nhuyễn có khối lượng thể tích 1200 - 1400 $kg/m^3$.

*Vôi sữa* : Được tạo thành khi lượng nước nhiều hơn so với vôi nhuyễn, có khoảng ít hơn 50% $Ca(OH)_2$ và hơn 50% là nước.

Trong xây dựng thường dùng chủ yếu là vôi nhuyễn và vôi sữa còn bột vôi chín hay dùng trong y học hay nông nghiệp. Sử dụng vôi chín trong xây dựng có ưu điểm là sử dụng và bảo quản đơn giản nhưng cường độ chịu lực thấp và khó hạn chế được tác hại của hạt sạn già lửa, khi sử dụng phải lọc kỹ các hạt sạn.

***Bột vôi sống***

Bột vôi sống được tạo thành khi đem vôi cục nghiền nhỏ, độ mịn của bột vôi sống khá cao biểu thị bằng lượng lọt qua sàng 4900 lỗ/$cm^2$ không nhỏ hơn 90%. Sau khi nghiền bột vôi sống được đóng thành từng bao bảo quản và sử dụng như xi măng.

Sử dụng bột vôi sống trong xây dựng có ưu điểm là rắn chắc nhanh và cho cường độ cao hơn vôi chín do tận dụng được lượng nhiệt tỏa ra khi tôi vôi để tạo ra phản ứng silicat, không bị ảnh hưởng của hạt sạn, không tốn thời gian tôi nhưng loại vôi này khó bảo quản vì dễ hút ẩm giảm chất lượng, mặt khác tốn thiết bị nghiền, khi sản xuất và sử dụng bụi vôi đều ảnh hưởng đến sức khỏe công nhân.

### 4.2.3. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng vôi

Chất lượng vôi càng tốt khi hàm lượng CaO càng cao và cấu trúc của nó càng tốt (dễ tác dụng với nước). Do đó để đánh giá chất lượng của vôi người ta dụng các chỉ tiêu sau :

***Độ hoạt tính của vôi***

Độ hoạt tính của vôi được đánh giá bằng chỉ tiêu tổng hàm lượng CaO và MgO, khi hàm lượng CaO và MgO càng lớn thì sản lượng vôi vữa càng nhiều và ngược lại.

***Nhiệt độ tôi và tốc độ tôi***

Khi vôi tác dụng với nước (tôi vôi) phát sinh phản ứng tỏa nhiệt, nhiệt lượng phát ra làm tăng nhiệt độ của vôi, vôi càng tinh khiết (nhiều CaO) thì phát nhiệt càng nhiều, nhiệt độ vôi càng cao và tốc độ tôi càng nhanh, sản lượng vôi vữa cũng càng lớn như vậy phẩm chất của vôi càng cao.

*Nhiệt độ tôi* : Là nhiệt độ cao nhất trong quá trình tôi.

*Tốc độ tôi (thời gian tôi)* : Là thời gian tính từ lúc vôi tác dụng với nước đến khi đạt được nhiệt độ cao nhất khi tôi.

***Sản lượng vôi***

Sản lượng vôi vữa là lượng vôi nhuyễn tính bằng lít do 1kg vôi sống sinh ra. sản lượng vôi vữa càng nhiều vôi càng tốt.

Sản lượng vôi vữa thường có liên quan đến lượng ngậm CaO, nhiệt độ tôi và tốc độ tôi của vôi. Vôi có hàm lượng CaO càng cao, nhiệt độ tôi và tốc độ tôi càng lớn thì sản lượng vôi vữa càng nhiều.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

***Lượng hạt sạn***

Hạt sạn là những hạt vôi chưa tôi được trong vôi vữa. Hạt sạn có thể là vôi già lửa, non lửa hoặc bã than v.v...

Lượng hạt sạn là tỷ số giữa khối lượng hạt sạn so với khối lượng vôi sống (các hạt còn lại trên sàng 124 lỗ /$cm^2$), tính bằng %.

Lượng hạt sạn liên quan đến nhiệt độ tôi và và sản lượng vôi vữa, khi lượng hạt sạn càng lớn thì phần vôi tác dụng với nước càng ít đi do đó nhiệt độ tôi và sản lượng vôi vữa càng nhỏ.

***Độ mịn của bột vôi sống***

Bột vôi sống càng mịn càng tốt vì nó sẽ thủy hóa với nước càng nhanh và càng triệt để, nhiệt độ tôi và tốc độ tôi càng lớp sản lượng vữa vôi càng nhiều.

Các chỉ tiêu cơ bản đánh giá chất lượng của vôi được quy định theo TCVN 2231 - 1989 bảng 4 - 1.

**Bảng 4 - 1**

| Tên chỉ tiêu | Vôi cục và vôi bột nghiền | | |
|---|---|---|---|
| | Loại I | Loại II | Loại III |
| 1 . Tốc độ tôi vôi, phút<br>a . Tôi nhanh, không lớn hơn<br>b . Tôi trung bình, không lớn hơn<br>c . Tôi chậm, lớn hơn | <br>10<br>20<br>20 | <br>10<br>20<br>20 | <br>10<br>20<br>20 |
| 2 .Hàm lượng MgO,%,không lớn hơn | 5 | 5 | 5 |
| 3. Tổng hàm lượng (CaO+MgO) hoạt tính, % , không nhỏ hơn | 88 | 80 | 70 |
| 4 . Độ nhuyễn của vôi tôi, l/kg, không nhỏ hơn | 2,4 | 2,0 | 1,6 |
| 5 . Hàm lượng hạt không tôi được của vôi cục, %, không lớn hơn | 5 | 7 | 10 |
| 6 . Độ mịn của vôi bột,%, không lớn hơn :<br>- Trên sàng 0,063<br>- Trên sàng 0,008 | <br>2<br>10 | <br>2<br>10 | <br>2<br>10 |

### 4.2.4. Quá trình rắn chắc của vôi

Vôi được sử dụng chủ yếu trong vữa. Trong không khí vữa vôi rắn chắc lại do ảnh hưởng đồng thời của hai quá trình chính: 1, sự mất nước của vữa làm $Ca(OH)_2$ chuyển dần từ trạng thái keo sang ngưng keo và kết tinh; 2, cacbonat hóa vôi dưới sự tác dụng của khí cacbonic trong không khí.

Quá trình rắn chắc của vôi không khí xảy ra chậm do đó khối xây bị ẩm ướt khá lâu. Nếu dùng biện pháp sấy sẽ tăng nhanh được quá trình rắn chắc.

### 4.2.5. Công dụng và bảo quản

***Công dụng***

Trong xây dựng vôi dùng để sản xuất vữa xây, vữa trát cho các bộ công trình ở trên khô, có yêu cầu chịu lực không cao lắm.

Ngoài ra vôi còn được dùng để sản xuất gạch silicat hoặc quét trần, quét tường, là lớp trang trí và bảo vệ vật liệu phía trong.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

***Bảo quản***

Tùy từng hình thức sử dụng mà có cách bảo quản thích hợp.

Với vội cục nên tôi ngay hoặc nghiền mịn đưa vào bao, không nên dự trữ vôi cục lâu.

Vôi nhuyễn phải được ngâm trong hố có lớp cát hoặc nước phủ bên trên dày 10 - 20 cm để ngăn cản sự tiếp xúc của vôi với khí $CO_2$ trong không khí theo phản ứng:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O .$$

Khi vôi bị hóa đá ($CaCO_3$), chất lượng vôi sẽ giảm, vôi ít dẻo khả năng liên kết kém.

### 4.3. Thạch cao xây dựng

#### 4.3.1. Khái niệm

Thạch cao xây dựng là một chất kết dính cứng rắn được trong không khí, chế tạo bằng cách nung thạch cao hai phân tử nước ($CaSO_4.2H_2O$) ở nhiệt độ 140-170$^0$C đến khi biến thành thạch cao nửa phân tử nước ($CaSO_4.0,5H_2O$) rồi nghiền thành bột nhỏ. Cũng có thể nghiền thạch cao hai nước trước rồi mới nung thành thạch cao nửa nước. Trong một số sơ đồ công nghệ việc nghiền và nung được tiến hành cùng trong một thiết bị:

$$CaSO_4.2H_2O \xrightarrow{140-170^0C} CaSO_4.0,5H_2O + 1,5H_2O$$

Khi nung thạch cao xây dựng được tạo thành theo phản ứng :

Nếu nhiệt độ nung cao 600 - 700$^0$C thì đá thạch cao hai nước biến thành thạch cao cứng $CaSO_4$, loại này có tốc độ cứng rắn chậm hơn so với thạch cao xây dựng.

#### 4.3.2. Quá trình rắn chắc

Khi nhào trộn thạch cao với nước sẽ sinh ra một loại vữa dẻo có tính linh động tốt rồi dần dần sau một quá trình biến đổi lý, hóa, tính dẻo mất dần, quá trình đó gọi là quá trình đông kết, sau đó thạch cao trở thành cứng rắn, độ chịu lực tăng dần, đây là quá trình rắn chắc. Cả hai quá trình này được gọi chung là quá trình rắn chắc của thạch cao.

Thạch cao tác dụng với nước theo phương trình phản ứng sau :

$$CaSO_4.0,5H_2O + 1,5\ H_2O = CaSO_4.\ 2H_2O .$$

Quá trình rắn chắc của thạch cao chia làm 3 thời kỳ :

Thời kỳ hòa tan.

Thời kỳ hóa keo.

Thời kỳ kết tinh.

Hai thời kỳ đầu gọi là thời kỳ đông kết, thời kỳ thứ 3 gọi là thời kỳ rắn chắc và thạch cao có khả năng chịu lực.

Ba thời kỳ của quá trình rắn chắc không phân chia tách biệt và xảy ra xen kẽ với nhau.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

### 4.3.3. Các tính chất cơ bản

***Độ mịn***

Thạch cao nung xong được nghiền thành bột mịn, thạch cao càng mịn thì quá trình thủy hóa càng nhanh, cứng rắn càng sớm và cường độ càng cao.

Độ mịn của thạch cao phải đạt chỉ tiêu lượng sót trên sàng 918 lỗ/$cm^2$ đối với thạch cao loại I không lớn hơn 25% đối với loại II không lớn hơn 35%

***Khối lượng riêng và khối lượng thể tích***

Khối lượng riêng : $\rho = 2600 - 2700$ kg/$m^3$.

Khối lượng thể tích : $\rho_v = 800 - 1000$ kg/$m^3$.

***Lượng nước tiêu chuẩn***

Khi nhào trộn thạch cao với nước để tạo ra vữa, nếu trộn ít nước quá thì vữa sẽ khô khó thi công, nếu lượng nước trộn nhiều quá thì vữa sẽ nhão dễ thi công nhưng nước thừa nhiều khi bay hơi đi để lại nhiều lỗ rỗng làm cho cường độ chịu lực của vữa giảm. Vì vậy phải nhào trộn với một lượng nước thích hợp nhằm đảm bảo hai yêu cầu vừa dễ thi công vừa đạt được cường độ chịu lực cao.

Lượng nước đảm bảo cho vữa thạch cao đạt được hai yêu cầu trên gọi là lượng nước tiêu chuẩn. Lượng nước đó đảm bảo cho hồ thạch cao có độ đặc tiêu chuẩn và được biểu thị bằng tỷ lệ % nước so với khối lượng của thạch cao:

$$\frac{N}{X} = 0,5 \div 0,7$$

Lượng nước tiêu chuẩn của thạch cao được xác định như sau :

Dùng dụng cụ Xuttard gồm một ống làm bằng đồng, đường kính trong bằng 5,0 cm; cao 10 cm và một tấm kính vuông có cạnh bằng 20 cm. Trên tấm kính hoặc trên miếng giấy dán dưới tấm kính vẽ một loạt các vòng tròn đồng tâm có đường kính dưới 14cm, các vòng tròn cách nhau 1cm, các vòng tròn to hơn vẽ cách nhau 2cm.

Cân 300g thạch cao trộn với 50 - 70% nước, cho thạch cao vào nước và trộn nhanh (trong 30 giây) từ dưới lên trên cho đến khi hỗn hợp đồng đều rồi để yên trong một phút. Sau đó trộn mạnh 2 cái rồi đổ nhanh hồ thạch cao vào ống trụ đặt trên tấm kính nằm ngang, dùng dao gạt bằng mặt thạch cao ngang mép hình trụ. Tất cả các động tác này làm không quá 30 giây, rút ống trụ lên theo phương thẳng đứng, khi đó hồ thạch cao chảy xuống tấm kính thành hình nón cụt. Nếu đường kính đáy nón cụt bằng 12 cm thì hồ đã đạt độ đặc tiêu chuẩn, lượng nước đã nhào trộn gọi là lượng nước tiêu chuẩn. Nếu đường kính đáy nón cụt lớn hơn hoặc nhỏ hơn 12 cm, phải trộn hồ thạch cao khác với lượng nước ít hơn hoặc nhiều hơn và tiếp tục thí nghiệm như trên để tìm được lượng nước tính bằng % so với khối lượng của thạch cao ứng với hồ có độ đặc tiêu chuẩn.

***Thời gian đông kết***

Sau khi trộn thạch cao với nước hồ thạch cao dần dần đông đặc lại .

Thời gian từ khi bắt đầu nhào trộn thạch cao với nước cho tới khi hồ thạch cao mất dẻo và bắt đầu có khả năng chịu lực gọi là thời gian đông kết.

Thời gian đông kết của thạch cao bao gồm hai giai đoạn:

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

*Thời gian bắt đầu đông kết*: Là khoảng thời gian từ khi bắt đầu nhào trộn thạch cao với nước đến khi hồ mất tính dẻo. Ứng với lúc kim vika có đường kính 1,1mm lần đầu tiên cắm sâu cách tấm kính ≤ 0,5 mm.

*Thời gian kết thúc đông kết* : Là khoảng thời gian từ khi bắt đầu nhào trộn thạch cao với nước đến khi hồ có cường độ nhất định, ứng với lúc kim vika có đường kính 1,1 mm lần đầu tiên cắm sâu vào hồ ≤ 0,5 mm.

*Ý nghĩa của thời gian đông kết của hồ thạch cao*

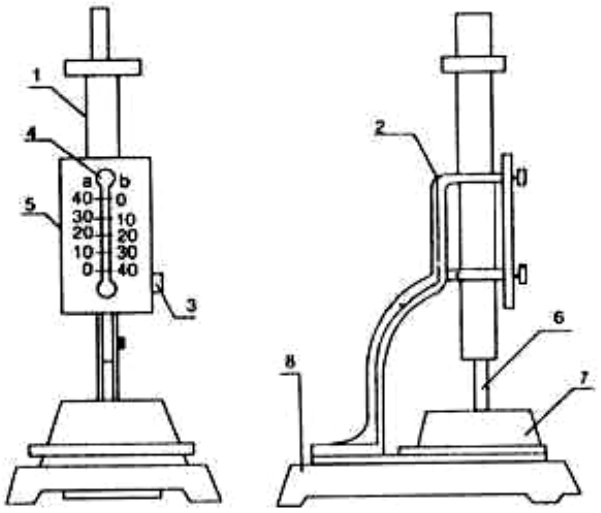
Sau khi đã bắt đầu đông kết hồ, vữa và bê tông thạch cao không được đổ vào khuôn hoặc dùng để trát bề mặt, đặc biệt sau khi thạch cao đã kết thúc đông kết, vì khi đó các thao tác của quá trình thi công sẽ phá vỡ cấu trúc mới được hình thành của hồ thạch cao làm cho cường độ chịu lực giảm đi nhiều. Chính vì vậy phải thi công vữa và bê tông thạch cao trong khoảng thời gian từ lúc trộn đến lúc bắt đầu đông kết.

Các loại thạch cao có thời gian đông kết khác nhau. Nếu đông kết sớm quá thì việc thi công phải hết sức khẩn trương, có khi thi công không kịp nhưng cường độ lúc đầu cao và ngược lại.

Với ý nghĩa như trên nên thời gian đông kết của hồ thạch cao được quy định Thời gian bắt đầu đông kết / 6 phút. Thời gian kết thúc đông kết ≤ 30 phút. Để có chế độ thi công hợp lý và đảm bảo chất lượng công trình thời gian đông kết của thạch cao cần phải được xác định cụ thể bằng cách sau :

*Dụng cụ thử:* Là máy cắm kim vika (hình 4-1) gồm bộ phận chính là thanh chạy có gắn kim chỉ thị di chuyển theo phương thẳng đứng bên cạnh thước khắc độ từ 0 đến 40 mm gắn trên giá. Ở đầu dưới thanh chạy gắn một cái kim thép đường kính 1,1mm, chiều dài 50 mm, khối lượng của thanh và kim bằng 120 g.

Ngoài ra còn có một khâu hình côn làm bằng nhựa ebonit hoặc bằng đồng thau cao 40mm, đường kính trên 65mm, đường kính dưới 75 mm và một tấm kính vuông có kích thước 10 x 10 mm.




**Hình 4 - 1 :** *Dụng cụ vi ka*
*1. Thanh chạy; 2. Lỗ trượt; 3. Vít điều chỉnh;*
*4. Kim chỉ vạch; 5. Thước chia độ; 6. Kim vika;*
*7. Khâu vika; 8. Bàn để dụng cụ vika*

*Cách xác định*: Thời gian bắt đầu đông kết và thời gian kết thúc đông kết được xác định như sau :

Đổ một lượng nước tương ứng với độ đặc tiêu chuẩn của hồ thạch cao vào một chậu bằng kim loại hoặc bằng sứ; Sau đó đổ vào chậu 200g thạch cao, bắt đầu tính thời gian rồi trộn đều bằng tay. Phải đổ từ từ trong 30 giây cho hồ thạch cao vào khâu của máy đặt trên tấm kính, cắt hồ thừa bằng dao và miết bằng mặt.

Sau đó đặt khâu dưới kim của máy cho đầu kim xuống sát mặt hồ, mở ốc hãm thanh chạy và kim tự do rơi xuống cắm vào hồ thạch cao. Cứ 30 giây cho

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

kim rơi một lần, cắm ở các vị trí khác nhau, trước khi cho kim rơi phải lau sạch kim. Dùng đồng hồ theo dõi thời gian trong suốt quá trình trộn và thả kim rơi.

Thời gian bắt đầu đông kết là khoảng thời gian từ lúc bắt đầu trộn thạch cao với nước cho đến khi lần đầu tiên kim cắm cách tấm kính đáy ≤ 0,5 mm.

Thời gian kết thúc đông kết là khoảng thời gian từ lúc bắt đầu trộn thạch cao với nước cho đến khi lần đầu tiên kim cắm sâu vào hồ thạch cao ≤ 0,5 mm.

Có thể dùng chất làm tăng nhanh hoặc làm chậm đông kết, pha vào hồ thạch cao với liều lượng bằng 0,5 - 2% khối lượng thạch cao để thay đổi thời gian đông kết của thạch cao. Chất làm chậm đông kết là vôi và chất làm nhanh đông kết là natri sunfat ($Na_2SO_4$).

***Cường độ chịu lực***

Khi sử dụng trong công trình, đá thạch cao có thể chịu nén hoặc chịu kéo, v.v... Tuy nhiên cường độ chịu nén vẫn là chủ yếu và nó đặc trưng cho cường độ của thạch cao, cường độ nén là một chỉ tiêu để đánh giá phẩm chất của thạch cao. Do đó quy định cường độ nén sau 1,5 giờ đối với thạch cao loại 1 không nhỏ hơn 45 kG/cm$^2$ và đối với thạch cao loại 2 không nhỏ hơn 35 kG/cm$^2$.

Để đánh giá cường độ nén của thạch cao người ta đúc 3 mẫu hình lập phương cạnh 7,07 cm và đem nén sau 1,5 giờ bảo dưỡng. Cách tiến hành như sau :

Trộn thạch cao với một lượng nước tương ứng với độ đặc tiêu chuẩn của hồ thạch cao cho tới khi đồng nhất sau đó đổ ngay vào các khuôn. Sau khi đổ đầy khuôn miết phẳng mặt, sau 1 giờ tính từ lúc bắt đầu trộn thạch cao với nước thì tháo mẫu ra khỏi khuôn, sau 1,5 giờ đem thí nghiệm nén các mẫu.

Giới hạn cường độ chịu nén của thạch cao bằng trị số trung bình cộng của các kết quả thí nghiệm trên 3 mẫu.

### 4.3.4. Công dụng và bảo quản

***Công dụng***

Thạch cao là chất kết dính chỉ rắn và giữ được độ bền trong không khí, nhưng có độ bóng, mịn, đẹp do đó được dùng để chế tạo vữa trát ở nơi khô ráo, làm mô hình hay vữa trang trí.

***Bảo quản***

Thạch cao ở dạng bột mịn do đó nếu dự trữ lâu và bảo quản không tốt thạch cao sẽ hút ẩm làm giảm cường độ chịu lực. Để chống ẩm cho thạch cao ta phải bảo quản bằng cách chứa bột thạch cao trong các bao kín có lớp cách nước và để trong kho nơi khô ráo.

## 4.4. Một số loại chất kết dính vô cơ khác rắn trong không khí

### 4.4.1. Chất kết dính magie

***Khái niệm***

Chất kết dính magie thường ở dạng bột mịn có thành phần chủ yếu là oxyt magie (MgO), được sản xuất bằng cách nung đá magiezit $MgCO_3$ hoặc đá đôlômit ($CaCO_3.MgCO_3$) ở nhiệt độ 750 - 850 $^0$C.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

$$MgCO_3 \xrightarrow{750-850^{O}C} MgO + CO_2$$

***Tính chất***

Khi nhào trộn chất kết dính magie với nước thì quá trình rắn chắc xảy ra rất chậm, nhưng nếu nhào trộn với dung dịch clorua magie hoặc các loại muối magie khác thì quá trình cứng rắn xảy ra nhanh hơn và làm tăng đáng kể cường độ của chất kết dính, vì sản phẩm thủy hóa ngoài $Mg(OH)_2$ còn có cả loại muối kép ngậm nước $3MgO.MgCl_2.6H_2O$.

Cường độ chịu lực của chất kết dính magie tương đối cao, tùy thuộc vào thành phần khoáng của nó mà cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày đạt 100 - 600 $kG/cm^2$.

Chất kết dính magie chỉ rắn chắc trong môi trường không khí với độ ẩm không lớn hơn 60%.

***Công dụng***

Chất kết dính magie được dùng để sản xuất các tấm cách nhiệt, tấm lát, tấm ốp bên trong nhà.

### 4.4.2. Thủy tinh lỏng

***Khái niệm***

Thủy tinh lỏng là chất kết dính vô cơ rắn trong không khí có thành phần là $Na_2O.nSiO_2$ hoặc $K_2O.mSiO_2$ .

*Trong đó* : n; m là môđun silicat; n = 2,5 - 3 , m = 3 - 4 .

Thủy tinh lỏng natri rẻ hơn nên trong thực tế nó được dùng rộng rãi hơn. Thủy tinh lỏng natri được sản xuất bằng cách nung cát thạch anh $SiO_2$ với $Na_2CO_3$ (hoặc $Na_2SO_4 + C$ ) ở nhiệt độ 1300 - $1400^0C$.

$$nSiO_2 + Na_2CO_3 \rightarrow Na_2O.SiO_2 + CO_2 .$$

hoặc $$nSiO_2 + Na_2SO_4 + C \rightarrow Na_2O.nSiO_2 + CO + SO_2$$

Sau đó hỗn hợp được cho vào thiết bị chứa hơi nước ở áp suất 3 - 8 atm để tạo thành thủy tinh lỏng.

***Tính chất***

Thủy tinh lỏng có khối lượng riêng 1,3 - 1,5 $g/cm^3$, tồn tại ở dạng keo trong suốt không màu.

Thủy tinh lỏng không cháy, không mục nát , bền với tác dụng của axít.

***Công dụng***

Thủy tinh lỏng dùng để sản xuất vữa hay bê tông chịu axít, xây dựng các bộ phận của công trình trực tiếp tiếp xúc với axít.

Để thúc đẩy quá trình rắn chắc của thủy tinh lỏng có thể cho thêm $Na_2SiF_6$. Phụ gia $Na_2SiF_6$ còn làm tăng độ bền nước và bền axít của thủy tinh lỏng.

### 4.4.3. Chất kết dính hỗn hợp

***Khái niệm***

Chất kết dính hỗn hợp rất đa dạng. Trong xây dựng chất kết dính hỗn hợp được sử dụng ở dạng hỗn hợp của vôi và phụ gia vô cơ hoạt tính nghiền mịn,

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

chúng được sản xuất bằng cách nghiền chung vôi sống với phụ gia hoạt tính hoặc trộn lẫn vôi nhuyễn với phụ gia nghiền mịn.

Phụ gia vô cơ hoạt tính có hai nhóm chính.

*Phụ gia vô cơ hoạt tính thiên nhiên*: điatômit, Trepen, túp núi lửa, tro núi lửa.

*Phụ gia hoạt tính nhân tạo*: Tro xỉ trong công nghiệp nhiệt điện hoặc luyện kim.

Nói chung phụ gia vô cơ hoạt tính là những loại vật liệu chứa nhiều $SiO_2$ vô định hình. Độ hoạt tính của chúng được đánh giá thông qua độ hút vôi.

Tỷ lệ phối hợp của chất kết dính hỗn hợp là vôi sống 15 - 30 %, phụ gia vô cơ hoạt tính 70 - 80% (có thể thêm cả thạch cao).

***Tính chất***

Chất kết dính hỗn hợp có cường độ tương đối cao nhờ có phản ứng tạo ra silicat canxi ngậm nước ở ngay nhiệt độ thường

$$Ca(OH)_2 + SiO_2 + H_2O \rightarrow nCaO.mSiO_2.pH_2O$$

Khoáng $nCaO.mSiO_2.pH_2O$ (viết tắt CSH) là khoáng bền nước hơn các sản phẩm tạo thành khi vôi rắn chắc trong không khí.

***Công dụng***

Chất kết dính hỗn hợp có khả năng bền nước tốt hơn vôi không khí, do đó phạm vi sử dụng của nó rộng rãi hơn. Có thể dùng chúng để chế tạo bê tông mác thấp, vữa xây dựng trong môi trường không khí và cả môi trường ẩm ướt.

## 4.5. Vôi thủy

### 4.5.1. Khái niệm

Vôi thủy là chất kết dính vô cơ không những có khả năng rắn chắc trong không khí mà còn có khả năng rắn chắc trong nước, nhưng mức độ rắn chắc trong nước yếu hơn nhiều so với xi măng pooc lăng.

Vôi thủy được sản xuất bằng cách nung đá mácnơ (chứa nhiều sét 6-20%) ở nhiệt độ 900 - $1100^0$C.

Ở nhiệt độ $900^0$C đầu tiên đá vôi bị phân hủy tạo ra CaO, sau đó CaO tác dụng với $SiO_2$, $Al_2O_3$ , $Fe_2O_3$ có trong sét để tạo ra khoáng mới theo phản ứng :

$$2CaO + SiO_2 = 2CaO.SiO_2 .$$
$$2CaO + Fe_2O_3 = 2CaO.Fe_2O_3 .$$
$$CaO + Al_2O_3 = CaO.\ Al_2O_3 .$$
$$CaO + Fe_2O_3 = CaO.\ Fe_2O_3 .$$

Nếu trong đá vôi có lẫn tạp chất $MgCO_3$ thì trong thành phần của vôi thủy còn có MgO.

Như vậy sau khi nung trong thành phần của vôi thủy gồm có:

- $2CaO.SiO_2$ ($C_2S$);
- $2CaO.\ Fe_2O_3$ ($C_2F$);
- $CaO.Al_2O_3$ (CA);
- $CaO.Fe_2O_3$ (CF);
- CaO và MgO .

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Nhờ có khoáng $C_2S$, $C_2F$, CA và CF mà vôi thủy rắn chắc được trong môi trường ẩm ướt và trong nước.

Thành phần CaO và MgO không rắn chắc được trong môi trường nước nhưng nó làm cho vôi thủy dễ tôi hơn.

### 4.5.2. Tính chất

***Khối lượng riêng , khối lượng thể tích***

Khối lượng riêng : $\rho$ = 2200 - 3000 kg/$m^3$ .

Khối lượng thể tích : $\rho_v$ = 500 - 800 kg/$m^3$ .

***Độ mịn***

Khi độ mịn càng cao thì quá trình cứng rắn xảy ra càng nhanh, triệt để, cường độ chịu lực tốt. Do đó độ mịn của vôi thủy phải đảm bảo chỉ tiêu lượng lọt qua sàng 4900 lỗ /$cm^2$ ≥ 85% (tương đương như xi măng pooc lăng). Bột vôi thủy có màu hồng nhạt.

***Khả năng rắn chắc trong nước***

Khả năng rắn chắc trong nước của vôi thủy yếu hơn xi măng và phụ thuộc vào hàm lượng các khoáng $C_2S$; $C_2F$ ; CA ; CF, các khoáng này càng nhiều thì khả năng rắn chắc trong nước càng mạnh.

***Cường độ chịu lực***

Khả năng chịu lực của vôi thủy cao hơn vôi không khí nhưng thấp hơn xi măng pooc lăng và được đánh giá thông qua cường độ chịu nén.

Cường độ chịu nén của vôi thủy thường từ 20 - 50 kG/$cm^2$.

Giới hạn cường độ nén của vôi thủy là cường độ nén trung bình của các mẫu thí nghiệm hình lập phương có cạnh 7,07 cm được chế tạo bằng vữa vôi thủy: cát, tỷ lệ 1:3 (theo khối lượng) ở tuổi 28 ngày.

Cách xác định cường độ nén của vôi thủy như sau:

Trộn 900g bột vôi thủy với 2700g cát thông thường và 360 g nước. Cho hỗn hợp vữa vào 3 khuôn mẫu hình lập phương cạnh 7,07cm thành 2 lớp, đầm chặt, gạt bằng và miết phẳng bề mặt các mẫu. Để các khuôn mẫu trong thùng dưỡng hộ ẩm 24 ± 2 giờ, sau đó tháo khuôn và dưỡng hộ ẩm 6 ngày, ngâm tiếp trong nước thêm 21 ngày nữa.

Sau 28 ngày kể từ ngày đúc mẫu được vớt lên lau khô bằng vải rồi đem thí nghiệm xác định cường độ chịu nén.

### 4.5.3. Công dụng và bảo quản

***Công dụng***

Vôi thủy được dùng để sản xuất vữa xây, vữa trát, sản xuất bê tông mác thấp.

Trước khi cho vữa vôi thủy tiếp xúc với môi trường nước phải để trong môi trường không khí 2- 5 ngày (nếu là vôi thủy mạnh), 2 - 3 tuần (nếu là vôi thủy yếu) sau đó mới cho tiếp xúc với nước để thành phần CaO rắn chắc theo cách cacbonat hóa.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

***Bảo quản***

Do có độ mịn cao nên nếu bảo quản không tốt vôi thủy sẽ hút ẩm đóng cục, giảm cường độ chịu lực. Để bảo quản vôi thủy phải được đóng thành bao kín, để nơi khô ráo, không dự trữ lâu phương pháp bảo quản giống như xi măng.

## 4.6. Xi măng pooc lăng

### 4.6.1. Khái niệm

Xi măng pooc lăng là chất kết dính rắn trong nước, chứa khoảng 70 - 80% silicat canxi nên còn có tên gọi là xi măng silicat. Nó là sản phẩm nghiền mịn của clinke với phụ gia đá thạch cao (3 - 5%).

Đá thạch cao có tác dụng điều chỉnh tốc độ đông kết của xi măng để phù hợp với thời gian thi công.

***Clinke***

Clinke thường ở dạng hạt có đường kính 10 - 40 mm được sản xuất bằng cách nung hỗn hợp đá vôi, đất sét và quặng sắt đã nghiền mịn đến nhiệt độ kết khối (khoảng 1450$^{o}$C).

Chất lượng clinke phụ thuộc vào thành phần khoáng vật, hóa học và công nghệ sản xuất. Tính chất của xi măng do chất lượng clinke quyết định.

***Thành phần hóa học***

Thành phần hóa học của clinke biểu thị bằng hàm lượng (%) các oxyt có trong clinke, giao động trong giới hạn sau:

CaO: 63 - 66%; $Al_2O_3$: 4 - 8%; $SiO_2$: 21 - 24%; $Fe_2O_3$: 2 - 4%.

Ngoài ra còn có một số oxyt khác như MgO; $SO_3$; $K_2O$; $Na_2O$; $TiO_2$; $Cr_2O_3$; $P_2O_5$,... Chúng chiếm một tỷ lệ không lớn nhưng ít nhiều đều có hại cho xi măng.

Thành phần hóa học của clinke thay đổi thì tính chất của xi măng cũng thay đổi. Ví dụ: Tăng CaO thì xi măng thường rắn nhanh nhưng kém bền nước, tăng $SiO_2$ thì ngược lại.

***Thành phần khoáng vật***

Trong quá trình nung đến nhiệt độ kết khối các oxyt chủ yếu kết hợp lại tạo thành các khoáng vật silicat canxi, aluminat canxi, alumôferit canxi ở dạng cấu trúc tinh thể hoặc vô định hình.

Clinke có 4 khoáng vật chính như sau :

*Alit* : silicat canxi : $3CaO.SiO_2$ ( viết tắt là $C_3S$).

Chiếm hàm lượng 45 - 60% trong clinke.

Alit là khoáng quan trọng nhất của clinke, nó quyết định cường độ và các tính chất khác của xi măng.

Đặc điểm: Tốc độ rắn chắc nhanh, cường độ cao, tỏa nhiều nhiệt, dễ bị ăn mòn.

*Bêlit* : silicat canxi $2CaO.SiO_2$ (viết tắt là $C_2S$).

Chiếm hàm lượng 20 - 30% trong clinke.

Bêlit là khoáng quan trọng thứ hai của clinke.

Đặc điểm: Rắn chắc chậm nhưng đạt cường độ cao ở tuổi muộn, tỏa nhiệt ít, ít bị ăn mòn.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

*Aluminat canxi* : $3CaO.Al_2O_3$ (viết tắt là $C_3A$ ).

Chiếm hàm lượng 4 - 12 % trong clinke.

Đặc điểm: Rắn chắc rất nhanh nhưng cường độ rất thấp, tỏa nhiệt rất nhiều và rất dễ bị ăn mòn.

*Feroaluminat canxi* : $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$ ( viết tắt là $C_4AF$ ).

Chiếm hàm lượng 10 - 12% trong clinke.

Đặc điểm: Tốc độ rắn chắc, cường độ chịu lực, nhiệt lượng tỏa ra và khả năng chống ăn mòn đều trung bình.

Ngoài các khoáng vật chính trên trong clinke còn có một số thành phần khác như CaO; $Al_2O_3$; $Fe_2O_3$; MgO; $K_2O$ và $Na_2O$, tổng hàm lượng các thành phần này khoảng 5-15% và có ảnh hưởng xấu đến tính chất của xi măng làm cho xi măng kém bền nước.

Khi hàm lượng các khoáng thay đổi thì tính chất của xi măng cũng thay đổi theo.

Ví dụ: Khi hàm lượng $C_3S$ nhiều lên thì xi măng rắn càng nhanh, cường độ càng cao. Nhưng nếu hàm lượng $C_3A$ tăng thì xi măng rắn rất nhanh và dễ gây nứt cho công trình.

### 4.6.2. Sơ lược quá trình sản xuất

***Nguyên liệu sản xuất***

Nguyên liệu sản xuất clinke là đá vôi có hàm lượng canxi lớn như đá vôi đặc, đá phấn, đá macnơ và đất sét. Trung bình để sản xuất 1 tấn xi măng cần khoảng 1,5 tấn nguyên liệu. Tỷ lệ giữa thành phần đá vôi và đất sét vào khoảng 3 : 1 .

Ngoài hai thành phần chính là đá vôi và đất sét người ta có thể cho thêm vào thành phần phối liệu các nguyên liệu phụ để điều chỉnh thành phần hóa học, nhiệt độ kết khối và kết tinh của các khoáng.

Ví dụ: Cho trepen để tăng hàm lượng $SiO_2$ , cho quặng sắt để tăng $Fe_2O_3$,...

Nhiên liệu chủ yếu và hiệu quả nhất trong sản xuất xi măng ở nhiều nước là khí thiên nhiên có nhiệt trị cao. Ở nước ta nhiên liệu được dùng phổ biến nhất là than và dầu.

***Các giai đoạn của quá trình sản xuất***

Quá trình sản xuất xi măng gồm các công đoạn chuẩn bị phối liệu, nung và nghiền. Sơ dồ công nghệ sản xuất xi măng pooc lăng được tóm tắt trên hình 4-2

**Chuẩn bị phối liệu**

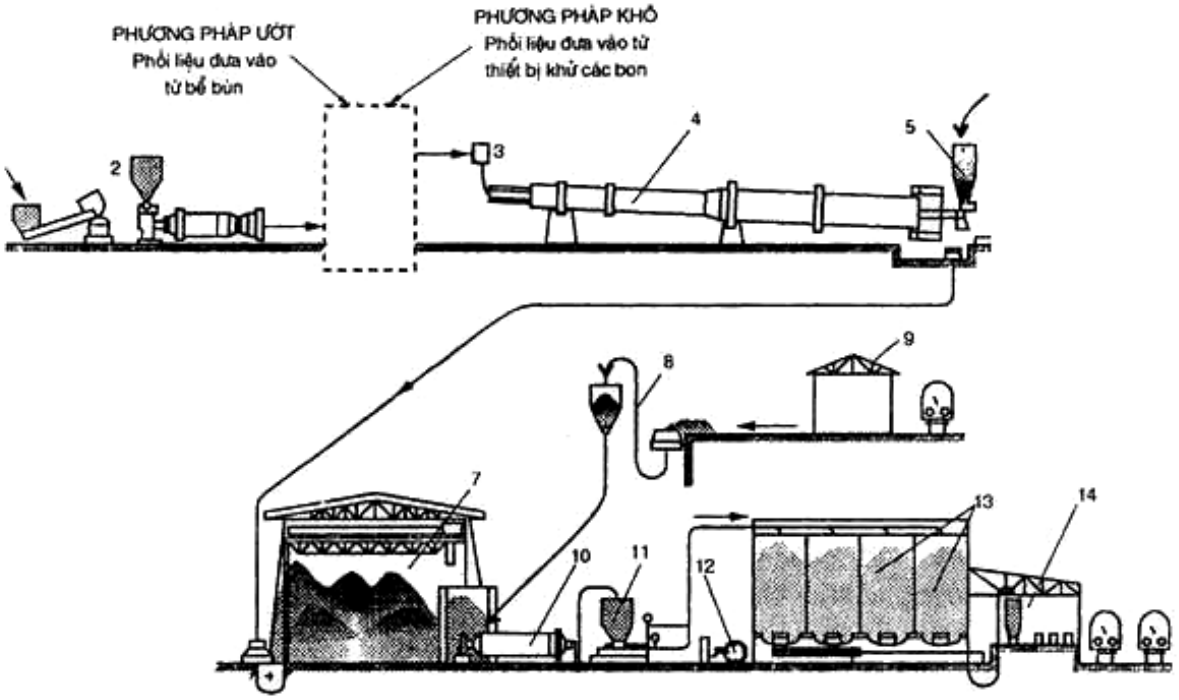
Gồm có khâu nghiền mịn, nhào trộn hỗn hợp với tỷ lệ yêu cầu để đảm bảo cho các phản ứng hóa học được xảy ra và clinke có chất lượng đồng nhất.

Thông thường có hai phương pháp chuẩn bị phối liệu: Khô và ướt.

*Phương pháp khô:* Khâu nghiền và trộn đều thực hiện ở trạng thái khô hoặc đã sấy trước. Đá vôi và đất sét được nghiền và sấy đồng thời cho đến độ ẩm 1-2% trong máy nghiền bi. Sau khi nghiền, bột phối liệu được đưa vào xi lô để kiểm tra hiệu chỉnh lại thành phần và để dự trữ đảm bảo cho lò nung làm việc liên tục.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Khi chuẩn bị phối liệu bằng phương pháp khô thì quá trình nung tốn ít nhiệt, mặt bằng sản xuất gọn nhưng thành phần hỗn hợp khó đồng đều ảnh hưởng tới chất lượng xi măng. Phương pháp này thích hợp khi đá vôi và đất sét có độ ẩm thấp (10 - 15%).




**Hình 4-2:** *Sơ đồ sản xuất ximăng pooclängt bằng phương pháp ướt*
*1. Đất sét, đá vôi từ mỏ về; 2. Chuẩn bị phối liệu; 3. Định lượng; 4. Lò quay;*
*5. Truyền nhiên liệu; 6. Chuyển Clinke; 7. Kho Clinke;*

*Phương pháp ướt:* Đất sét được máy khuấy tạo huyền phù sét, đá vôi được đập nhỏ rồi cho vào nghiền chung với đất sét ở trạng thái lỏng (lượng nước chiếm 35-45%) trong máy nghiền bi cho đến khi độ mịn đạt yêu cầu. Từ máy nghiền hỗn hợp được bơm vào bể bùn để kiểm tra và điều chỉnh thành phần trước khi cho vào lò nung.

Khi chuẩn bị phối liệu bằng phương pháp ướt thì thành phần của hỗn hợp đồng đều, chất lượng xi măng tốt nhưng quá trình nung tốn nhiều nhiệt. Phương pháp này thích hợp khi đá vôi và đất sét có độ ẩm lớn.

***Nung***

Quá trình nung phối liệu được thực hiện chủ yếu trong lò quay. Nếu nguyên liệu chuẩn bị theo phương pháp khô có thể nung trong lò đứng. Lò quay là ống trụ bằng thép đặt nghiêng 3-4$^o$, trong lót bằng vật liệu chịu lửa (hình 4 - 3).

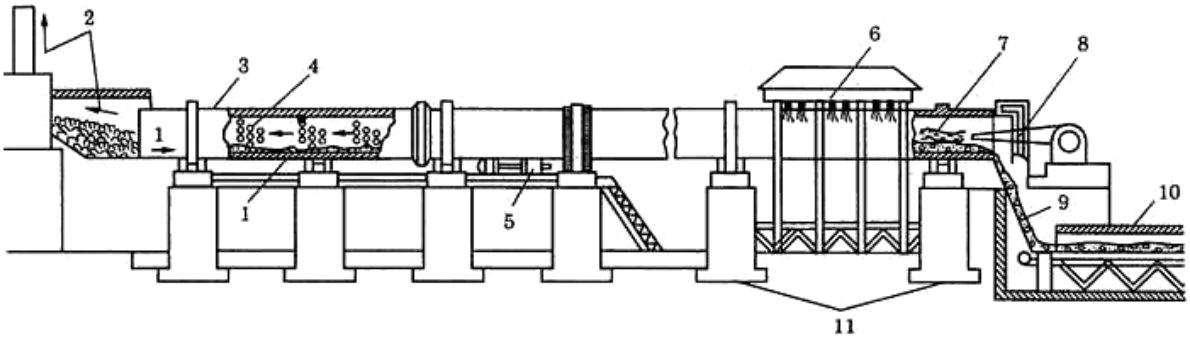
Chiều dài lò 95-185m, đường kính 5-7m.

Lò quay làm việc theo nguyên tắc ngược chiều. Hỗn hợp nguyên liệu được đưa vào đầu cao, khí nóng được phun lên từ đầu thấp.

Khi lò quay, phối liệu được chuyển dần xuống và tiếp xúc với các vùng có nhiệt độ khác nhau, tạo ra những quá trình hóa lý phù hợp để cuối cùng hình thành clinke. Tốc độ quay của lò 1 - 2 vòng/phút.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Clinke khi ra khỏi lò ở dạng màu sẫm hoặc vàng xám được làm nguội từ $1000^0$C xuống đến 100 - $200^0$C trong các thiết bị làm nguội bằng không khí rồi giữ trong kho 1- 2 tuần.

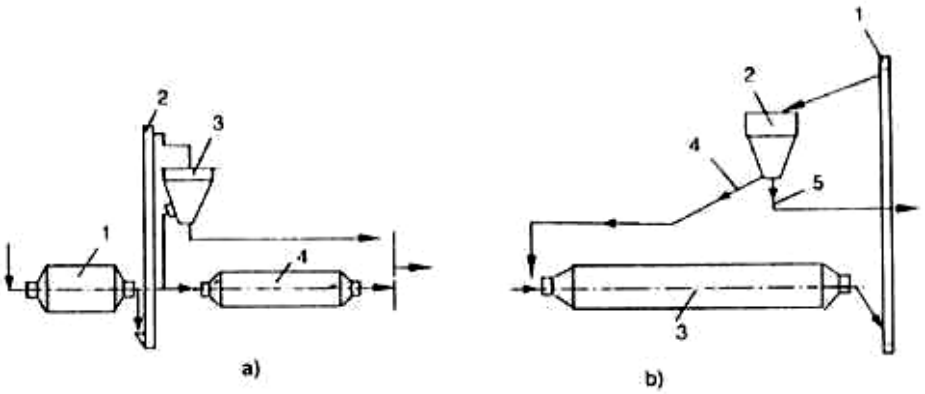



**Hình 4 - 3 :** *Sơ đồ lò quay sản xuất xi măng theo phương pháp ướt*
*1 -Hỗn hợp phối liệu; 2 - Khí nóng; 3- Lò quay; 4-Xích treo;5 - Truyền động;*
*6-Nước làm nguội vùng kết khối của lò ; 7-Ngọn lử ; 8 - Truyền nhiên liệu ;*
*9 – Clinke; 10 - Làm nguội; 11- Gối đỡ .*

### *Nghiền*

Việc nghiền clinke thành bột mịn được thực hiện trong máy nghiền bi làm việc theo chu trình hở hoặc chu trình kín. Máy nghiền bi là ống hình trụ bằng thép bên trong có những vách ngăn thép để chia máy ra nhiều buồng. Máy nghiền loại lớn có kích thước 3,95 x 11 m (năng suất 100T/giờ) và 4,6 x 16,4 m (năng suất 135t/giờ).

Sơ đồ nghiền clinke được thể hiện trên hình 4-4.




**Hình 4-4:** *Sơ đồ nghiền clinke theo chu trình kín*
*a) Với hai máy nghiền: 1. Máy nghiền thô; 2. Gầu nâng;*
*3. Thiết bị phân loại li tâm; 4. Máy nghiền mịn;*
*b) Với một máy nghiền: 1. Gầu nâng; 2. Thiết bị phân loại;*
*3. Máy nghiền; 4. Hạt thô; 5. Ximăng*

Clinke được nghiền dưới tác dụng của bi thép hình cầu (nghiền thô) và bi thép hình trụ (nghiền mịn). Khi máy quay bi thép được nâng lên đến một độ cao nhất định rồi rơi xuống va đập và trà sát làm vụn hạt vật liệu (clinke, thạch cao và phụ gia).

Xi măng sau khi nghiền có nhiệt độ 80 - $120^0$C được hệ thống vận chuyển bằng khí nén đưa lên xilô. Xilô là bể chứa bằng bê tông cốt thép đường kính 8 - 15 m, cao 25 - 30m, những xi lô lớn có thể chứa được 4000 - 10000 tấn xi măng.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

### 4.6.3. Lý thuyết về sự rắn chắc của xi măng.

***Phản ứng thuỷ hoá***

Khi nhào trộn xi măng với nước, ở giai đoạn đầu xảy ra quá trình tác dụng nhanh của khoáng alit với nước tạo ra hyđrosilicat canxi và hyđroxit canxi.

$$2(3CaO.SiO_2) + 6H_2O = 3CaO.2SiO_2.3H_2O + 3Ca(OH)_2.$$

Vì đã có hyđroxit canxi tách ra từ khoáng alit nên khoáng belit thuỷ hoá chậm hơn alit và tách ra ít $Ca(OH)_2$ hơn. :

$$2(2CaO.SiO_2) + 4H_2O = 3CaO.2SiO_2.3H_2O + Ca(OH)_2.$$

Hyđrosilicat canxi hình thành khi thuỷ hoá hoàn toàn đơn khoáng silicat tricanxi ở trạng thái cân bằng với dung dịch bão hoà hyđroxit canxi. Tỷ lệ $CaO/SiO_2$ trong các hyđrosilicat trong hồ xi măng có thể thay đổi phụ thuộc vào thành phần vật liệu, điều kiện rắn chắc và các yếu tố khác. Pha chứa alumô chủ yếu trong xi măng là aluminat tricanxi $3CaO.Al_2O_3$, đây là pha hoạt động nhất. Ngay sau khi trộn với nước, trên bề mặt các hạt xi măng đã có lớp sản phẩm xốp, không bền có tinh thể dạng tấm mỏng lục giác của $4CaO.Al_2O_3.9H_2O$ và $2.CaO.Al_2O_3.8H_2O$. Cấu trúc dạng tơi xốp này làm giảm độ bền nước của xi măng. Dạng ổn định của nó là hyđroaluminat 6 nước có tinh thể hình lập phương được tạo thành từ phản ứng:

$$3CaO.Al_2O_3 + 6H_2O = 3CaO.Al_2O_3.6H_2O$$

Để làm chậm quá trình đông kết khi nghiền clinke cần cho thêm một lượng đá thạch cao (3% ÷ 5% so với khối lượng xi măng). Sunfat canxi sẽ đóng vai trò là chất hoạt động hoá học của xi măng, tác dụng với aluminat tricanxi ngay từ đầu để tạo thành sunfoaluminat canxi ngậm nước (khoáng etringit) :

$$3CaO.Al_2O_3 + 3\ (CaSO_4.2H_2O) + 26H_2O = 3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O$$

Trong dung dịch bão hoà $Ca(OH)_2$, ngay từ đầu etringit sẽ tách ra ở dạng keo phân tán mịn đọng lại trên bề mặt $3CaO.Al_2O_3$ làm chậm sự thuỷ hoá của nó và kéo dài thời gian đông kết của xi măng. Sự kết tinh của $Ca(OH)_2$ từ dung dịch quá bão hoà sẽ làm giảm nồng độ hyđroxit canxi trong dung dịch và etringit chuyển sang tinh thể dạng sợi, tạo ra cường độ ban đầu cho xi măng. Etringit có thể tích lớn gấp 2 lần so với thể tích các chất tham gia phản ứng, có tác dụng chèn lấp lỗ rỗng của đá xi măng, làm cường độ và độ ổn định của đá xi măng tăng lên. Cấu trúc của đá xi măng cũng sẽ tốt hơn do hạn chế được những chỗ yếu của hyđroaluminat canxi. Sau đó etringit còn tác dụng với $3CaO.Al_2O_3$ còn lại sau khi đã tác dụng với đá thạch cao để tạo ra muối kép của sunfat :

$$2(3CaO.Al_2O_3)+3CaO.Al_2O_3.3Ca.SO_4.32H_2O+22H_2O = (3CaO.Al_2O_3.CaSO_4.18H_2O).$$

Feroaluminat tetracanxi tác dụng với nước tạo ra hyđroaluminat và hyđroferit canxi :

$$4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3 + mH_2O = 3CaO.Al_2O_3.6H_2O + CaO.Fe_2O_3.nH_2O.$$

Hyđroferit sẽ nằm lại trong thành phần của gen xi măng, còn hyđro-aluminat sẽ tác dụng với đá thạch cao như phản ứng trên.

***Tính chất và sự hình thành cấu trúc của hồ xi măng***

*Hồ xi măng* tạo thành sau khi nhào trộn xi măng với nước là loại huyền phù đặc của nước. Trước khi tạo hình hỗn hợp bê tông và bắt đầu đông kết, hồ xi

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

măng có cấu trúc ngưng tụ. Trong đó những hạt rắn hút nhau bằng lực Vanđecvan và liên kết với nhau bằng lớp vỏ hyđrat. Cấu trúc này sẽ bị phá huỷ khi có lực cơ học tác dụng (nhào, trộn, rung…) nó trở thành chất lỏng nhớt, dễ tạo hình. Việc chuyển hồ sang trạng thái chảy mang đặc trưng xúc biến, có nghĩa là khi loại bỏ tác dụng của lực cơ học thì liên kết cấu trúc trong hệ lại được phục hồi.

*Tính chất cơ học - cấu trúc* của hồ xi măng tăng theo mức độ thuỷ hoá xi măng. Thí dụ ứng suất trượt của hồ đo được sau khi nhào trộn là 0,1kG/cm$^2$, khi bắt đầu đông kết tăng lên 15 lần (1,5 kG/cm$^2$), còn khi kết thúc đông kết lên 50 lần (5kG/cm$^2$). Như vậy, hồ xi măng có khả năng thay đổi nhanh tính lưu biến trong khoảng 1 ÷ 2 giờ.

*Sự hình thành cấu trúc của hồ xi măng* và cường độ của nó xảy ra như sau : Những phân tố cấu trúc đầu tiên được hình thành sau khi nhào trộn xi măng với nước là etringit, hyđroxit canxi và các sợi gen CSH. Etringit dạng lăng trụ lục giác được tạo thành sau 2 phút, còn mầm tinh thể $Ca(OH)_2$ xuất hiện sau vài giờ. Phần gen của hyđrosilicat canxi đầu tiên ở dạng 'bó". Những lớp gen mỏng tạo thành xen giữa các tinh thể $Ca(OH)_2$ làn đặc chắc thêm hồ xi măng.

Đến cuối giai đoạn đông kết cấu trúc cơ bản của hồ xi măng được hình thành làm cho nó biến đổi thành đá xi măng.

***Giải thích quá trình rắn chắc của xi măng***

Khi xi măng rắn chắc, các quá trình vật lý và hoá lý phức tạp đi kèm theo các phản ứng hoá học có một ý nghĩa rất lớn và tạo ra sự biến đổi tổng hợp, khiến cho xi măng khi nhào trộn với nước, lúc đầu chỉ là hồ dẻo và sau biến thành đá cứng có cường độ. Tất cả các quá trình tác dụng tương hỗ của từng khoáng với nước để tạo ra những sản phẩm mới xảy ra đồng thời, xen kẽ và ảnh hưởng lẫn nhau. Các sản phẩm mới cũng có thể tác dụng tương hỗ với nhau và với các khoáng khác của clinke để hình thành những liên kết mới. Do đó hồ xi măng là một hệ rất phức tạp cả về cấu trúc thành phần cũng như sự biến đổi. Để giải thích quá trình rắn chắc người ta thường dùng thuyết của Baikov – Rebinder. Theo thuyết này, quá trình rắn chắc của xi măng được chia làm 3 giai đoạn:

*Giai đoạn hoà tan* : Khi nhào trộn xi măng với nước các thành phần khoáng của clinke sẽ tác dụng với nước ngay trên bề mặt hạt xi măng. Những sản phẩm mới tan được [$Ca(OH)_2$; $3CaO.Al_2O_3.6H_2O$] sẽ tan ra. Nhưng vì độ tan của nó không lớn và lượng nước có hạn nên dung dịch nhanh chóng trở nên quá bão hoà.

*Giai đoạn hoá keo* : Trong dung dịch quá bão hoà, các sản phẩm $Ca(OH)_2$; $3CaO.Al_2O_3.6H_2O$ mới tạo thành sẽ không tan nữa mà tồn tại ở trạng thái keo. Còn các sản phẩm etringit, CSH vốn không tan nên vẫn tồn tại ở thể keo phân tán. Nước vẫn tiếp tục mất đi (bay hơi, phản ứng với xi măng), các sản phẩm mới tiếp tục tạo thành, tỷ lệ rắn/lỏng ngày một tăng, hỗn hợp mất dần tính dẻo, các sản phẩm ở thể keo liên kết với nhau thành thể ngưng keo.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

*Giai đoạn kết tinh* : Nước ở thể ngưng keo vẫn tiếp tục mất đi , các sản phẩm mới ngày càng nhiều. Chúng kết tinh lại thành tinh thể rồi chuyển sang thể liên tinh làm cho cả hệ thống hoá cứng và cường độ tăng.

### 4.6.4. Tính chất của xi măng pooc lăng

***Khối lượng riêng khối lượng thể tích***

*Khối lượng riêng* của xi măng pooc lăng (không có phụ gia khoáng) $\rho_a$ = 3,05- 3.15 g/cm$^3$.

*Khối lượng thể tích* có giá trị dao động khá lớn tùy thuộc vào độ lèn chặt, đối với bột xi măng ở trạng thái xốp tự nhiên $\rho_v$ = 1100kg/m$^3$, lèn chặt trung bình $\rho_v$= 1300 kg/m$^3$, lèn chặt mạnh $\rho_v$= 1600kg/m$^3$.

**Độ *mịn***

Xi măng có độ mịn cao sẽ dễ tác dụng với nước, các phản ứng thủy hóa sẽ xảy ra triệt để, tốc độ rắn chắc nhanh, cường độ chịu lực cao. Như vậy độ mịn là một chỉ tiêu đánh giá phẩm chất của xi măng.

Độ mịn có thể xác định bằng cách sàng trên sàng 4900 lỗ/cm$^2$ và đo tỷ diện bề mặt của xi măng.

Theo TCVN 2682 - 1999, khi sàng bằng sàng 4900 lỗ/cm$^2$ thì độ mịn của xi măng thông thường PC30 và PC40 phải đạt chỉ tiêu lượng lọt qua sàng lớn hơn hoặc bằng 85% (lượng sót trên sàng ≤ 15%).

Tỷ diện bề mặt của xi măng là tổng diện tích của các hạt trong 1g xi măng. Xi măng càng mịn tỷ diện càng lớn do đó người ta dùng tỷ diện để biểu thị độ mịn của xi măng.

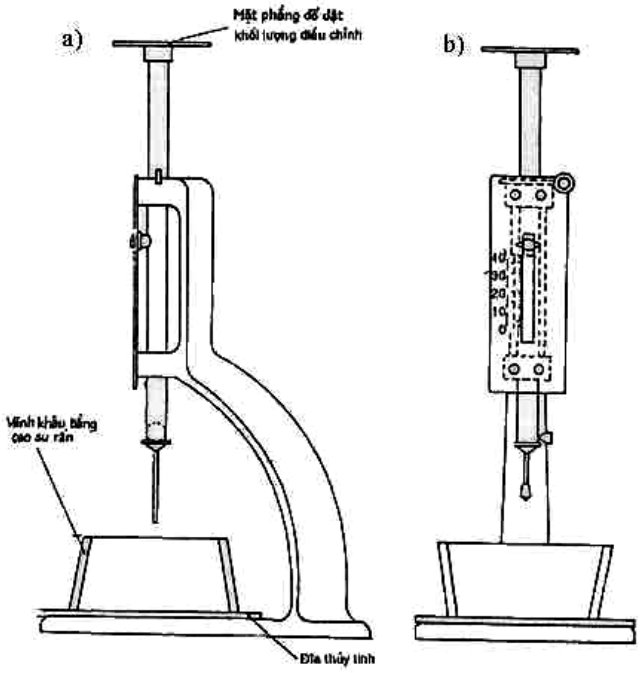
Cũng theo TCVN 2682-1999 tỷ diện bề mặt của xi măng PC30 và PC40 phải đạt ≥ 2700cm$^2$/g

***Lượng nước tiêu chuẩn***

Lượng nước tiêu chuẩn của xi măng là lượng nước tính bằng % so với khối lượng xi măng đảm bảo cho hồ xi măng đạt độ dẻo tiêu chuẩn.

Độ dẻo tiêu chuẩn được xác định bằng dụng cụ vi ka (hình 4 - 5), phương pháp xác định theo TCVN 6017:1995

Hồ xi măng đảm bảo độ cắm sâu của kim vi ka (đường kính kim 10 ± 0,05 mm) từ 33-35mm trong khuôn có đường kính trên 70 ± 5mm, đường kính dưới 80 ± 5mm và chiều cao 40 ± 0,2mm thì hồ đó có độ dẻo tiêu chuẩn và lượng đã




**Hình 4-5:** *Dụng cụ Vika để xác định độ dẻo tiêu chuẩn và thời gian đông kết của ximăng*

*a) Xác định độ dẻo tiêu chuẩn và thời gian bắt đầu đông kết.*

*b) Xác định thời gian kết thúc đông kết.*

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

nhào trộn là lượng nước tiêu chuẩn.

Lượng nước tiêu chuẩn của xi măng càng lớn thì lượng nước nhào trộn trong bê tông và vữa càng nhiều.

Mỗi loại xi măng có lượng nước tiêu chuẩn nhất định tùy thuộc vào thành phần khoáng vật, độ mịn, hàm lượng phụ gia, thời gian đã lưu kho và điều kiện bảo quản xi măng.

Xi măng để lâu bị vón cục thì lượng nước tiêu chuẩn sẽ giảm.

Lượng nước tiêu chuẩn của xi măng biểu thị bằng tỷ lệ: $\frac{N}{X} = 0.22 \div 0,32$ .

*Cách thực hiện*:

Trộn 500g xi măng với một lượng nước đã ước tính sơ bộ (trong khoảng $\frac{X}{N} = 0,22 \div 0,32$ ). Thời gian trộn kéo dài 5 phút kể từ lúc đổ nước vào xi măng.

Ngay sau khi trộn xong đặt khuôn lên tấm kính, dùng bay xúc hồ xi măng đổ đầy khuôn một lần rồi đập tấm kính lên mặt bàn 5 - 6 cái, dùng dao đã lau ẩm gạt cho hồ bằng miệng khuôn.

Đặt khuôn vào dụng cụ vika, hạ đầu kim (có đường kính 10 ± 0,05 mm và dài 50 ± 1 mm) xuống sát mặt hồ xi măng và vặn vít để giữ kim, sau đó mở vít cho kim tự do cắm vào hồ xi măng. Qua 30 giây vặn chặt vít và đọc trị số kim chỉ trên thước chia độ để biết độ cắm sâu của kim trong hồ xi măng.

Nếu kim cắm cách tấm đế 6±1mm thì hồ xi măng đạt độ dẻo tiêu chuẩn. Nếu kim căm nông hoặc sâu hơn thì phải trộn mẻ khác với lượng nước nhiều hơn hoặc ít hơn. Cứ thí nghiệm nhiều lần như vậy cho đến khi tìm được lượng nước ứng với độ dẻo tiêu chuẩn của hồ xi măng.

***Thời gian đông kết của xi măng***

Sau khi trộn xi măng với nước, hồ xi măng có tính dẻo cao nhưng sau đó tính dẻo mất dần. Thời gian tính từ lúc trộn xi măng với nước cho đến khi hồ xi măng mất dẻo và bắt đầu có khả năng chịu lực gọi là thời gian đông kết.

Thời gian đông kết của xi măng bao gồm 2 giai đoạn là thời gian bắt đầu đông kết và thời gian kết thúc đông kết.

*Thời gian bắt đầu đông kết:* Là khoảng thời gian tính từ lúc bắt đầu trộn xi măng với nước cho đến khi hồ xi măng mất tính dẻo, ứng với lúc kim vika nhỏ có đường kính 1,13 ± 0,05 mm lần đầu tiên cắm cách tấm kính 4 ± 1 mm.

*Thời gian kết thúc đông kết:* Là khoảng thời gian tính từ lúc bắt đầu trộn xi măng với nước cho đến khi trong hồ xi măng hình thành các tinh thể, hồ cứng lại và bắt đầu có khả năng chịu lực, ứng với lúc kim vika có đường kính 1,13 ± 0,05 mm lần đầu tiên cắm sâu vào hồ 0,5 mm.

Thời gian đông kết của xi măng phụ thuộc vào thành phần khoáng, độ mịn, hàm lượng phụ gia, thời gian lưu giữ trong kho và điều kiện bảo quản xi măng.

Các loại xi măng có thời gian đông kết khác nhau. Khi thi công bê tông và vữa cần phải biết thời gian bắt đầu đông kết và thời gian kết thúc đông kết của xi măng để định ra kế hoạch thi công hợp lý.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Khi xi măng bắt đầu đông kết nó mất tính dẻo nên tất cả các khâu vận chuyển, đổ khuôn và đầm chặt bê tông phải tiến hành xong trước khi xi măng bắt đầu đông kết, do đó thời gian bắt đầu đông kết phải đủ dài để kịp thi công.

Khi xi măng kết thúc đông kết là lúc xi măng đạt được cường độ nhất định, do đó thời gian kết thúc đông kết không nên quá dài vì xi măng cứng chậm, ảnh hưởng đến tiến độ thi công.

Từ những ý nghĩa trên mà TCVN 2682 - 1999 đã quy định :

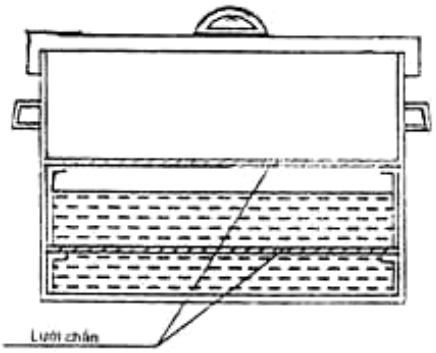
Thời gian bắt đầu đông kết không được sớm hơn 45 phút.

Thời gian kết thúc đông kết không quá 375 phút.

*Cách xác định:* Thời gian đông kết của hồ xi măng được thực hiện theo TCVN 6017: 1995 như sau:

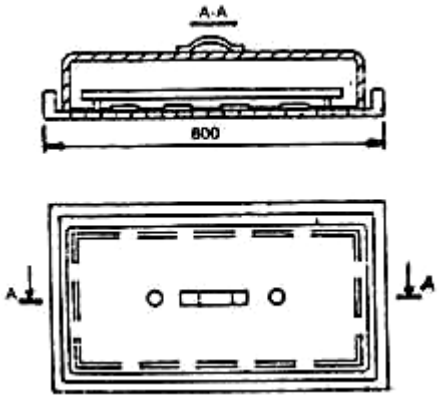
Dụng cụ thí nghiệm là dụng cụ vika (hình 4 - 5) đường kính của kim bằng 1,13 ±0,05 mm.

Trộn hồ xi măng với lượng nước tiêu chuẩn và đổ vào khuôn, giống như khi xác định độ dẻo của tiêu chuẩn của xi măng. Cần ghi lại thời điểm trộn xi măng với nước.




**Hình 4-6:** *Thùng giữ mẫu*

Sau khi cho hồ vào khuôn và đặt trên tấm kính của dụng cụ thì hạ kim xuống sát mặt hồ và vặn chặt vít hãm, sau đó mở vít cho kim tự do cắm vào hồ xi măng. Cứ 10 phút cho kim cắm một lần, khi kim cắm cách đáy 4 ± 1mm thì ghi lại thời điểm đó và tính được thời gian bắt đầu đông kết của hồ xi măng.




**Hình 4-7:** *Thùng chưng và luộc mẫu*

Sau đó thay kim nhỏ khác có lắp sẵn vòng nhỏ, đồng thời lật úp khuôn để tiến hành xác định thời gian kết thúc đông kết. Cứ 30 phút cho cắm kim một lần cho đến khi kim chỉ cắm vào hồ xi măng 0,5mm đó chính là thời điểm mà vòng gắn trên kim, lần đầu tiên không còn để lại dấu trên mẫu. Ghi lại thời điểm lúc đó và tính thời gian kết thúc đông kết của hồ xi măng.

***Tính ổn định thể tích***

Xi măng phải đảm bảo tính ổn định thể tích để không bị biến dạng và nứt nẻ, nguyên nhân gây nên hiện tượng không ổn định thể tích là hàm lượng CaO; MgO tự do và khoáng aluminat canxi lớn, các chất này khi khi cứng rắn thường nở thể tích. Mặt khác nếu lượng nước sử dụng nhiều quá cũng gây hiện tượng co cho đá xi măng cũng như bê tông và vữa.

Để xác định tính ổn định thể tích bằng phương pháp mẫu bánh đa theo TCVN 4031:1985 người ta trộn 300g xi măng với nước thành hồ dẻo tiêu chuẩn, chia hồ xi măng thành 4 phần bằng nhau, nặn mỗi phần thành một viên bi, đặt mỗi viên bi lên một tấm kính đã lau bằng dầu nhờn rồi rung tấm kính cho đến khi các viên tạo thành hình tròn dẹt như các bánh đa (bánh tráng) có đường kính 7-8cm, bề dày chỗ giữa chừng 1 cm.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Dùng dao ẩm miết từ cạnh vào giữa để mép mẫu mỏng và nhẵn mặt.

Đặt các mẫu đó vào thùng giữ mẫu (hình 4-6) rồi đậy nắp kín và giữ trong 24 ± 2 giờ kể từ lúc tạo mẫu. Sau đó lấy ra khỏi thùng và tách mẫu ra khỏi tấm kính. Đặt 2 mẫu trên lưới thép trên, 2 mẫu trên lưới thép dưới của thùng chưng và luộc mẫu (hình 4-7).

Sau khi xếp mẫu, đun sôi nước trong thùng 4 giờ liền, thời gian từ lúc đun đến lúc sôi không quá 30 - 40 phút. Để mẫu nguội trong thùng đến nhiệt độ trong phòng rồi lấy ra quan sát.

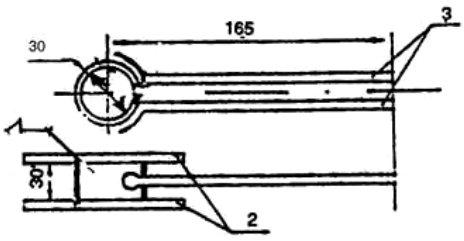
Khi quan sát nếu thấy mẫu thử bị cong vênh và có những vết nứt chạy xuyên tâm ra đến mép thì xi măng được coi không ổn định thể tích (hình 4 - 8).

Nếu các mẫu không bị cong vênh không có vết nứt hoặc chỉ có các chấm nhỏ và một vài vết nứt ở giữa mẫu không chạy ra đến mép, thì xi măng được coi là có tính ổn định thể tích (hình 4 - 9).

**Hình 4-8:** *Mẫu ximăng ổn định thể tích*

**Hình 4-9:** *Mẫu ximăng không ổn định thể tích*

Ngoài phương pháp xác định tính ổn định thể tích bằng mẫu bánh đa còn có thể đo độ ổn định thể tích bằng phương pháp Lơsatơlie theo TCVN 6016:1995. Dụng cụ Lơsatơlie (hình 4 -10) có khuôn bằng đồng đàn hồi có càng đo. Để xác định độ ổn định bằng phương pháp này cần chế tạo hồ xi măng có độ dẻo tiêu chuẩn rồi cho vào khuôn đã được lau dầu, gạt bằng mặt hồ rồi đậy khuôn bằng đĩa thuỷ tinh (cũng được quét dầu). Cho ngay khuôn vào buồng ẩm, giữ trong 24 ±0,5 giờ ở độ ẩm không nhỏ hơn 98% và nhiệt độ 27 ±1$^{o}$C rồi đo khoảng cách A giữa các đầu chóp của càng khuôn. Giữ khuôn ngập trong nước, đun dần đến sôi trong suốt 30 ± 5 phút và duy trì nhiệt độ sôi trong 3 giờ ± 5 phút. Để khuôn nguội đến 27 ± 2$^{o}$C rồi đo khoảng cách B giữa các đầu chóp của càng khuôn. Hiệu số B - A (mm) chính là độ ổn định thể tích.




**Hình 4-10:** *Dụng cụ Lơsatơlie*
*1. Khuôn đồng; 2. Tấm kính; 3.Càng khuôn*

***Sự tỏa nhiệt***

Khi nhào trộn với nước hồ xi măng tỏa ra một lượng nhiệt nhất định, lượng nhiệt đó phụ thuộc vào thành phần khoáng vật, độ mịn của xi măng và hàm lượng thạch cao.

Lượng nhiệt tỏa ra khi thủy hoá của xi măng có lợi trong trường hợp thi công các kết cấu bê tông mỏng, nhỏ vào mùa lạnh vì lượng nhiệt đó sẽ làm cho bê tông rắn nhanh, nhưng không có lợi khi thi công các kết cấu bê tông khối lớn

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

trong điều kiện nhiệt độ môi trường thấp, vì chúng dễ gây rạn nứt cho công trình do chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt và trong lòng khối bê tông. Vì vậy đối với những công trình bêtông khối lớn phải chú ý đến kỹ thuật thi công phân đoạn, mặt khác nếu cần thiết phải dùng loại xi măng có hàm lượng thành phần khoáng $C_3S$ và $C_3A$ thấp vì đây là 2 loại khoáng có lượng nhiệt tỏa ra nhiều nhất.

***Cường độ chịu lực và mác của xi măng***

*Khái niệm:* Xi măng thường dùng để chế tạo bê tông, vữa và nhiều loại vật liệu đá nhân tạo khác. Trong kết cấu bê tông, vữa và vật liệu đá nhân tạo sử dụng xi măng, chúng có thể chịu nén, chịu uốn. Cường độ chịu nén và chịu uốn của vữa xi măng càng cao thì cường độ nén và uốn của bê tông cũng càng lớn.

Giới hạn cường độ uốn và nén của vữa xi măng được dùng làm cơ sở để xác định mác xi măng và mác xi măng là chỉ tiêu cần thiết khi tính thành phần cấp phối bê tông và vữa.

Theo TCVN 6016-1995, mác của xi măng được xác định theo cường độ chịu uốn của các mẫu hình dầm kích thước 40 x 40 x 160 mm và cường độ chịu nén của các nửa mẫu hình dầm sau khi uốn, các mẫu thí nghiệm này được bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn (1 ngày trong khuôn ở môi trường nhiệt độ 27±1°C, độ ẩm không nhỏ hơn 90%, 27 ngày sau trong nước ở nhiệt độ 27±1°C).

Theo cường độ chịu lực, xi măng pooc lăng gồm các mác sau: PC30; PC40; PC50.

*Trong đó* : PC : Ký hiệu cho xi măng pooc lăng.

Các trị số 30; 40; 50 là giới hạn bền nén sau 28 ngày tính bằng $N/mm^2$, xác định theo TCVN 6016-1995.

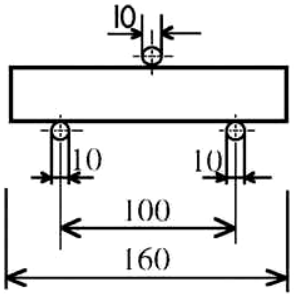
Trong quá trình vận chuyển và cất giữ, xi măng hút ẩm dần dần vón cục, cường độ giảm đi, do đó trước khi sử dụng xi măng nhất thiết phải thử lại cường độ và sử dụng xi măng theo kết quả kiểm tra chứ không dựa vào mác ghi trên bao.

*Phương pháp xác định* :

Mác xi măng được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 6016-1995 là phương pháp dẻo (phương pháp mềm).

Muốn xác định cường độ nén và uốn của xi măng phải đúc các mẫu thử hình lăng trụ tiêu chuẩn (dầm) 40 x 40 x 160 mm bằng vữa xi măng cát với tỷ lệ 1:3 theo khối lượng. Tỷ lệ nước/xi măng bằng 0,5.

Dùng các khuôn tiêu chuẩn bằng thép đúc 3 mẫu, gạt bằng và miết phẳng bề mặt các mẫu, đặt các khuôn mẫu đó vào thùng giữ ẩm sau 24 ± 2 giờ thì tháo khuôn lấy mẫu ra ngâm vào nước, thể tích nước chứa trong thùng phải bằng 4 lần thể tích các mẫu thử và mực nước phải cao hơn mặt mẫu tối thiểu 5cm, thỉnh thoảng thêm nước để mực nước không đổi, 27 ngày thì lấy mẫu ra khỏi thùng nước, lau khô mặt mẫu rồi thử cường độ ngay không để chậm quá 30 phút.



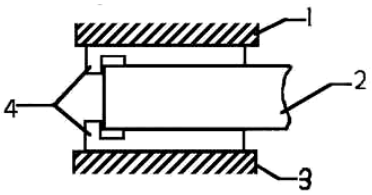

**Hình 4-11:** *Sơ đồ đặt mẫu uốn*

Xác định cường độ chịu uốn của mẫu thử như sau:

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Đặt mẫu trên 2 gối tựa của máy thí nghiệm uốn theo sơ đồ (hình 4-11).

Sau khi uốn gãy các mẫu, lấy các nửa mẫu đem thử cường độ nén như sơ đồ (hình 4-12).




**Hình 4-12:** *Sơ đồ đặt mẫu nén*

Cường độ chịu nén của mẫu tính bằng công thức:

$$R_n = \frac{P}{F} = \frac{P}{1600}, \frac{N}{mm^2}$$

Diện tích mặt chịu nén F là 16 $cm^2$.

Giới hạn cường độ chịu nén của vữa xi măng là trị số trung bình của 6 kết quả thí nghiệm .

Từ giới hạn cường độ chịu nén và uốn của vữa xi măng tìm được, xác định mác xi măng bằng cách so sánh cường độ với các loại mác xi măng quy định. Ví dụ cường độ nén trung bình của nhóm mẫu xi măng sau khi thí nghiệm là 34N/$mm^2$ vậy xi măng này thuộc loại PC 30.

Ngoài phương pháp dẻo để xác định mác của xi măng như trên còn có thể dùng phương pháp khô (cứng) với các mẫu hình lập phương cạnh 7,07 cm và phương pháp thử nhanh với các mẫu 2 x 2 x 2 cm.

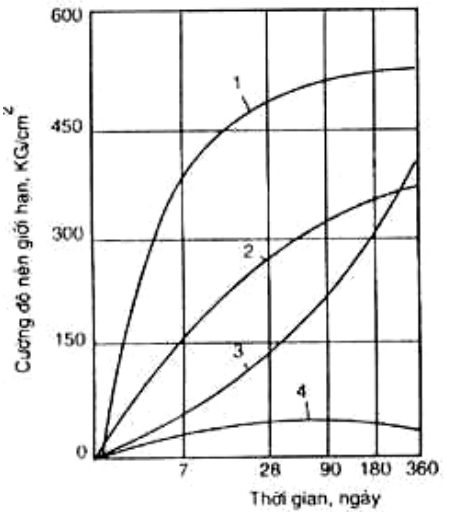
Nhưng hiện nay các loại xi măng của nước ta đều dùng phương pháp dẻo để xác định mác theo đúng tiêu chuẩn của nhà nước quy định.

*Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ chịu lực của xi măng* :

Cường độ chịu lực của xi măng phát triển không đều, trong 3 ngày đầu có thể đạt 40-50%; 7 ngày đạt 60-70%, những ngày sau tốc độ tăng cường độ chậm đi, đến 28 ngày đạt cường độ chuẩn. Tuy nhiên trong những điều kiện thuận lợi sự rắn chắc của nó có thể kéo dài vài tháng và thậm chí hàng năm, cường độ cuối cùng có thể vượt gấp 2 - 3 lần cường độ 28 ngày.

Cường độ của đá xi măng và tốc độ cứng rắn của nó phụ thuộc vào thành phần khoáng của clinke, độ mịn của xi măng, độ ẩm và nhiệt độ của môi trường, thời gian bảo quản xi măng.

*Thành phần khoáng*: Tốc độ phát triển cường độ của các khoáng rất khác nhau (hình 4 - 13) .




**Hình 4-13 :** *Sự tăng cường độ của các khoáng của Clinke 1-$C_3S$; 2-$C_4FA$; 3-$C_2S$; 4 - $C_3A$*

$C_3S$ có tốc độ nhanh nhất, sau 7 ngày nó đạt đến 70% cường độ 28 ngày, sau đó thì chậm lại. Trong thời kỳ đầu (đến tuổi 28 ngày) $C_2S$ có tốc độ phát triển cường độ chậm nhưng thời kỳ sau tốc độ này tăng lên và có thể vượt xa cường độ của $C_3S$.

Khoáng $C_3A$ là loại khoáng có cường độ thấp nhưng lại phát triển rất nhanh ở thời kỳ đầu.

*Độ mịn* tăng thì cường độ của đá xi măng cũng tăng vì mức độ thủy hóa của các hạt xi măng được tăng lên.

*Độ ẩm và nhiệt độ môi trường rắn chắc* có

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

ảnh hưởng đến quá trình rắn chắc của đá xi măng vì giai đoạn đầu của quá trình rắn chắc là thủy hóa, mặt khác quá trình thuỷ hoá cũng là quá trình xảy ra lâu dài.

Để tạo môi trường ẩm, trong thực tế đã dùng những phương pháp khác nhau như tưới nước, phủ kết cấu bêtông bằng mùn cưa, phoi bào hay cát ẩm, v.v...

*Thời gian bảo quản xi măng trong kho* càng dài thì cường độ của đá xi măng càng giảm đi dù có bảo quản trong điều kiện tốt nhất. Thông thường trong điều kiện khí hậu của nước ta sau 3 tháng cường độ giảm đi 15 - 20%, sau một năm giảm đi 30 - 40%.

Khi độ mịn của xi măng càng lớn thì cường độ của đá xi măng càng giảm nếu để dự trữ lâu. Vì độ mịn cao làm cho xi măng dễ hút ẩm hơn.

Các chỉ tiêu cơ lý chủ yếu của xi măng pooc lăng được quy định trong TCVN 2682-1999 (bảng 4 -2).

**Bảng 4 - 2**

| Tên chỉ tiêu | Mác | | |
|---|---|---|---|
| | PC 30 | PC 40 | PC 50 |
| 1 - Giới hạn bền nén, $N/mm^2$ , không nhỏ hơn | | | |
| - Sau 3 ngày | 16 | 21 | 31 |
| - Sau 28 ngày | 30 | 40 | 50 |
| 2 - Độ nghiền mịn | | | |
| - Phần còn lại trên sàng 0,08 mm, %, không lớn hơn | 15 | 15 | 12 |
| - Bề mặt riêng xác định theo phương pháp Blaine, $cm^2/g$, không nhỏ hơn. | 2700 | 2700 | 2800 |
| 3 - Thời gian đông kết | | | |
| - Bắt đầu, phút, không nhỏ hơn | 45 | 45 | 45 |
| - Kết thúc, phút, không lớn hơn | 375 | 375 | 375 |
| 4 - Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp lơsatơlie, mm, không lớn hơn | 10 | 10 | 10 |

***Khả năng chống ăn mòn của đá xi măng***

***Nguyên nhân***

Đá xi măng là loại vật liệu có cường độ chịu lực cao, khá bền vững trong môi trường, tuy nhiên sau một thời gian sử dụng đá xi măng thường bị ăn mòn làm giảm chất lượng của công trình.

Đá xi măng bị ăn mòn chủ yếu là do sự tác dụng của các chất khí và chất lỏng lên các bộ phận cấu thành xi măng đã rắn chắc (chủ yếu là $Ca(OH)_2$ và $3CaO.Al_2O_3.6H_2O$). Trong thực tế có tới hàng chục chất gây ra ăn mòn đá xi măng. Mặc dù các chất gây ăn mòn rất đa dạng, nhưng có thể phân ra 3 nguyên nhân cơ bản sau đây:

Sự phân rã các thành phần của đá xi măng, sự hòa tan và rửa trôi hyđroxit canxi.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Tạo thành các muối dễ tan do hyđroxit canxi và các thành phần khác của đá xi măng tác dụng với các chất xâm thực và sự rửa trôi các muối đó (ăn mòn axit, ăn mòn magiezit).

Sự hình thành những liên kết mới trong các lỗ rỗng có thể tích lớn hơn thể tích của các chất tham gia phản ứng tạo ra ứng suất gây nứt bê tông (ăn mòn sunpho-aluminat).

Các dạng ăn mòn cụ thể :

*Ăn mòn hòa tan* : Do sự tan của $Ca(OH)_2$ xảy ra nhanh mạnh dưới sự tác dụng của nước mềm (chứa ít các chất tan) như nước ngưng tụ, nước mưa, nước sông, nước đầm lầy. Sau 3 tháng rắn chắc hàm lượng $Ca(OH)_2$ vào khoảng 10 - 15 % (tính theo CaO). Nếu sau khi hòa tan và rửa trôi mà nồng độ $Ca(OH)_2$ giảm xuống thấp hơn 0,11% thì CSH và $C_3AH_6$ cũng bị phân hủy. Khi hàm lượng $Ca(OH)_2$ có trong đá xi măng tới15 - 30% thì cường độ của đá xi măng giảm đến 40 - 50%.

*Ăn mòn Cacbonic* : Xảy ra khi nước có chứa $CO_2$ (ở dạng axit yếu). Lượng $CO_2$ tăng hơn mức bình thường sẽ làm vỡ màng cacbonat để tạo thành bicacbonat axit canxi dễ tan theo phản ứng: $CaCO_3 + CO_2 + H_2O = Ca(HCO_3)_2$ .

*Ăn mòn axit:* Xảy ra trong dung dịch axit, có pH < 7. Axit tự do thường có trong nước thải công nghiệp và cũng có thể được tạo thành từ khí chứa lưu huỳnh trong các buồng đốt, trong không gian của các xí nghiệp công nghiệp, ngoài $SO_2$ còn có thể có các anhyđrit của các axit khác, còn có clo và các hợp chất chứa clo. Khi chúng hòa tan vào nước bám trên bề mặt kết cấu bê tông cốt thép sẽ tạo nên các axit, ví dụ như HCl; $H_2SO_4$ axit tác dụng với $Ca(OH)_2$ trong đá xi măng tạo ra những muối tan ($CaCl_2$) , muốn tăng thể tích ($CaSO_4.2H_2O$ ).

$$HCl + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + 2H_2O .$$

$$H_2SO_4 + Ca(OH)_2 = CaSO_4.2H_2O .$$

Ngoài ra axit có thể phá hủy cả silicat canxi.

*Ăn mòn magie:* Gây ra do các loại muối chứa magie trong nước biển, nước ngầm, nước chứa muối khoáng tác dụng với $Ca(OH)_2$ tạo ra các sản phẩm dễ tan ($CaCl_2$; $CaSO_4.2H_2O$) hoặc không có khả năng dính kết [$Mg(OH)_2$] :

$$MgCl_2 + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + Mg(OH)_2 .$$

$$MgSO_4 + Ca(OH)_2 = CaSO_4.2H_2O + Mg(OH)_2 .$$

*Ăn mòn phân khoáng:* Là do nitrat amôn phản ứng với $Ca(OH)_2$ có trong đá xi măng: $2NH_4NO_3 + Ca(OH)_2 + 2H_2O = Ca(NO_3)_2.4H_2O + 2NH_3$ .

Nitrat canxi tan rất nhiều trong nước nên dễ bị rửa trôi. Phân kali gây ra ăn mòn đá xi măng là do làm tăng độ hòa tan của $Ca(OH)_2$. Supephotphat là chất xâm thực mạnh do trong thành phần của nó có chứa $Ca(H_2PO_4)_2$, thạch cao và cả axit photphoric.

*Ăn mòn sunfat*: Xảy ra khi hàm lượng sunfat lớn hơn 250mg/l (tính theo $SO_4^{2-}$): $3CaO.Al_2O_3.6H_2O + 3CaSO_4 + 25H_2O = 3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.31H_2O$ .

Sự hình thành trong các lỗ rỗng đá xi măng loại sản phẩm ít tan etringit với thể tích lớn hơn hai lần sẽ gây áp lực tách lớp bê tông bảo vệ làm cốt thép bị ăn mòn. Ăn mòn sunfat luôn luôn xảy ra đối với công trình ven biển, công trình tiếp xúc với nước thải công nghiệp và nước ngầm.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Nếu trong nước có chứa $Na_2SO_4$ thì đầu tiên nó tác dụng với vôi sau đó mới tác dụng etringit: $Na_2SO_4 + Ca(OH)_2 \leftrightarrows CaSO_4 + 2NaOH$

*Ăn mòn của các chất hữu cơ:* Các loại axit hữu cơ cũng gây phá hủy các công trình bê tông xi măng. Các axit béo (olein, stearin, pannmitin) khi tác dụng với vôi gây ra rửa trôi. Dầu mỏ và các sản phẩm của nó (xăng, dầu hỏa, dầu mazut) sẽ không có hại cho bê tông xi măng nếu chúng không chứa các loại axit hữu cơ và các chất lưu huỳnh.

*Ăn mòn do kiềm* có trong đá xi măng xảy ra ngay trong lòng khối bê tông giữa các cấu tử với nhau. Bản thân clinke luôn chứa một lượng các chất kiềm. Trong khi đó trong cốt liệu bê tông, đặc biệt là trong cát, lại hay gặp hơn chất silic vô định hình (opan, chanxeđon, thủy tinh núi lửa). Chúng có thể tác dụng với kiềm của xi măng ở ngay ở nhiệt độ thường làm cho bề mặt hạt cốt liệu nở ra một hệ thống vết nứt, bạc màu. Sự phá hoại này thường xảy ra khi thi công xong từ 10 - 15 năm.

**Biện pháp hạn chế sự ăn mòn**

Để bảo vệ đá xi măng khỏi bị ăn mòn một cách có hiệu quả, phải tùy từng trường hợp cụ thể mà áp dụng những biện pháp thích hợp sau đây :

*Giảm các thành phần khoáng gây ăn mòn* (CaO tự do, $C_3A$; $C_3S$) bằng cách lựa chọn thành phần nguyên liệu và áp dụng các biện pháp gia công nhiệt phù hợp.

*Giảm thành phần gây ăn mòn* lớn nhất [$Ca(OH)_2$] bằng cách tiến hành cacbonat hóa trên bề mặt sản phẩm (cho tác dụng với $CO_2$ để tạo thành $CaCO_3$) hay silicat hóa (cho tác dụng với $SiO_2$ vô định hình) có trong các loại phụ gia.

*Sử dụng các biện pháp cấu trúc* để tăng cường độ đặc chắc cho vật liệu đá nhân tạo bằng công nghệ thi công kết hợp với lựa chọn thành phần vật liệu phù hợp.

*Làm cho bề mặt vật liệu* nhẵn phẳng.

Ngăn cách vật liệu với môi trường ăn mòn bằng cách ốp lớp vật liệu chống ăn mòn tốt bên ngoài.

*Thoát nước* cho công trình.

*Tùy thuộc vào tính chất* của môi trường ăn mòn mà lựa chọn sử dụng loại xi măng cho phù hợp.

### 4.6.5. Sử dụng và bảo quản

Xi măng poóclăng là chất kết dính vô cơ quan trọng nhất trong xây dựng, nó được sử dụng rộng rãi cho hầu hết các công trình vì có tốc độ rắn chắc nhanh, cường độ chịu lực cao, rắn chắc được cả trên khô và trong nước, có khả năng bám dính tốt với cốt thép, bảo vệ cho cốt thép không bị ăn mòn. Bên cạnh những ưu điểm trên, xi măng poóclăng có một số nhược điểm:

Dễ bị ăn mòn do nước mặn, nước thải công nghiệp.

Tỏa nhiều nhiệt.

Cường độ đá xi măng giảm đi khi thời gian để dự trữ xi măng kéo dài.

Với những đặc tính ưu nhược điểm như trên xi măng được sử dụng để xây dựng rất nhiều loại công trình. Tuy nhiên không nên dùng xi măng poóclăng

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

mác cao để xây dựng các công trình có thể tích bê tông lớn, các công trình xây dựng trong môi trường nước ăn mòn mạnh (nước biển, nước thải công nghiệp), công trình chịu axit, công trình chịu nhiệt. Với những loại công trình này cần phải sử dụng những loại xi măng đặc biệt.

Xi măng poocläng có độ mịn cao nên dễ hút hơi nước trong không khí làm cho xi măng bị ẩm đóng vón thành cục, cường độ của xi măng bị giảm, do đó xi măng phải được bảo quản tốt bằng cách:

Khi vận chuyển xi măng rời phải dùng xe chuyên dụng.

Kho chứa xi măng phải đảm bảo không dột, không hắt, xung quanh có rãnh thoát nước, sàn kho cách đất 0,5 m, cách tường ít nhất 20 cm.

Trong kho các bao xi măng không được xếp cao quá 10 bao và riêng theo từng lô.

Khi chứa ximăng rời bằng xi lô phải đảm bảo chứa riêng từng loại xi măng.

### 4.7. Xi măng poocläng hỗn hợp

#### 4.7.1. Khái niệm

Xi măng poocläng hỗn hợp là loại chất kết dính thủy, được chế tạo bằng cách nghiền mịn hỗn hợp clinke xi măng poocläng với các phụ gia khoáng và một lượng thạch cao cần thiết hoặc bằng cách trộn đều các phụ gia khoáng đã nghiền mịn với xi măng poocläng không chứa phụ gia.

Clinke xi măng poocläng dùng để sản xuất xi măng poocläng hỗn hợp có hàm lượng magie oxit (MgO) không lớn hơn 5%.

Phụ gia khoáng bao gồm phụ gia khoáng hoạt tính và phụ gia đầy. Phụ gia khoáng hoạt tính điển hình như puzolan, phụ gia đầy chủ yếu đóng vai trò cốt liệu mịn, làm tốt thành phần hạt và cấu trúc của đá xi măng poocläng hỗn hợp. Tổng hàm lượng các phụ gia khoáng (không kể thạch cao) không lớn hơn 40% tính theo khối lượng xi măng.

#### 4.7.2. Tính chất cơ bản

Theo cường độ chịu nén mác của xi măng poocläng hỗn hợp gồm PCB 30; PCB 40.

*Trong đó:* PCB là quy ước cho xi măng poocläng hỗn hợp.

Các trị số 30 và 40 là giới hạn cường độ nén của các mẫu vữa ximăng sau 28 ngày dưỡng hộ tính bằng $N/mm^2$, xác định theo TCVN 6016 -1995.

Các chỉ tiêu cơ lý chủ yếu của xi măng poocläng hỗn hợp được quy định trong TCVN 6260 - 1997 như bảng 4 - 3.

#### 4.7.3. Công dụng và bảo quản

*Công dụng* :

Xi măng poocläng hỗn hợp có khả năng chịu phèn, mặn do đó sử dụng rất thích hợp để xây dựng các công trình thoát lũ ra biển, các công trình ngăn mặn, v.v...

Ngoài ra xi măng poocläng hỗn hợp cũng được sử dụng để xây dựng các công trình bình thường khác giống như xi măng poocläng thường.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

*Bảo quản* :

Xi măng pooclăng hỗn hợp cũng cần được bảo quản tốt để tránh ẩm. Kho chứa xi măng phải đảm bảo khô, sạch, cao có tường bao và mái che chắn, trong kho các bao xi măng không được xếp cao quá 10 bao, cách tường ít nhất 20 cm và riêng theo từng lô.

**Bảng 4 -3**

| Các chỉ tiêu | Mức | |
|---|---|---|
| | PCB 30 | PCB 40 |
| 1 - Cường độ nén, N/mm$^2$, không nhỏ hơn | | |
| - 72 giờ ± 45 phút | 14 | 18 |
| - 28 ngày ± 2 giờ | 30 | 40 |
| 2 – Thời gian đông kết | | |
| - Bắt đầu, phút, không nhỏ hơn | 45 | 45 |
| - Kết thúc, giờ, không lớn hơn | 10 | 10 |
| 3 - Độ mịn | | |
| - Phần còn lại trên sàng 0,08mm; %, không lớn hơn | 12 | 12 |
| - Bề mặt riêng, xác định theo phương pháp Blaine, cm$^2$/g, không nhỏ hơn | 2700 | 2700 |
| 4 - Độ ổn định thể tích | | |
| - Xác định theo phương pháp lơsatơlie, mm;%, không lớn hơn | 10 | 10 |
| 5 – Hàm lượng anhyđric sunfuric ($SO_3$); %, không lớn hơn | 3,5 | 3,5 |

### 4.8. Các loại xi măng khác

#### 4.8.1. Xi măng pooclăng trắng

Clinke của xi măng pooclăng trắng được sản xuất từ đá vôi và đất sét trắng (hầu như không có các oxit tạo màu như oxit sắt và oxit mangan), nung bằng nhiên liệu có hàm lượng tro bụi ít (dầu và khí đốt), khi nghiền tránh không để lẫn bụi sắt, thường dùng bi sứ để nghiền.

Xi măng pooclăng trắng được chế tạo bằng cách nghiền mịn clinke của xi măng pooclăng trắng với lượng đá thạch cao cần thiết, có thể pha hoặc không pha phụ gia khác.

Theo độ bền nén, xi măng pooclăng trắng được chia làm 3 mác: PCW25, PCW30; PCW40. Trong đó PCW ký hiệu xi măng pooclăng trắng, các trị số 25; 30; 40 là giới hạn bền nén của các mẫu chuẩn sau 28 ngày đêm bảo dưỡng tính bằng N/mm$^2$, xác định theo TCVN 4032 - 1985.

Các chỉ tiêu cơ bản của xi măng pooclăng trắng theo TCVN 5691 - 2000 quy định như bảng 4 - 4.

Xi măng pooclăng trắng được dùng để chế tạo vữa trang trí, vữa granitô, sản xuất gạch hoa v.v...

Xi măng màu được chế tạo bằng cách nghiền chung các chất tạo màu vô cơ với clinke xi măng trắng.

Các tính chất cơ bản của xi măng màu cũng giống như tính chất của xi măng trắng.

Xi măng màu được dùng để chế tạo vữa và bê tông trang trí.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

**Bảng 4 - 4**

| Tên chỉ tiêu | Mức | | |
|---|---|---|---|
| | PCW 25 | PVW 30 | PCW 40 |
| 1. Giới hạn bền nén, $N/mm^2$, không nhỏ hơn | 25 | 30 | 40 |
| 2. Độ nghiền mịn<br>- Phần còn lại trên sàng 0,08mm; %, không lớn hơn<br>-Bề mặt riêng xác định theo phương pháp Blaine, $cm^2/g$, không nhỏ hơn | 12<br>2500 | 12<br>2500 | 12<br>2500 |
| 3. Thời gian đông kết<br>- Bắt đầu, phút, không sớm hơn<br>- Kết thúc, giờ, không muộn hơn | 45<br>10 | 45<br>10 | 45<br>10 |
| 4. Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp Lơsatơlie, mm, không lớn hơn | 10 | 10 | 10 |

### 4.8.2. Xi măng poocläng puzolan

**Khái niệm**

Xi măng poocläng puzolan được chế tạo bằng cách cùng nghiền mịn hỗn hợp clinke xi măng poocläng với phụ gia hoạt tính puzolan và một lượng thạch cao cần thiết hoặc bằng cách trộn đều puzolan đã nghiền mịn với xi măng poocläng. Tùy theo bản chất của phụ gia hoạt tính puzolan mà tỷ lệ pha vào clinke xi măng hoặc xi măng poocläng được quy định từ 15 - 40% tính theo khối lượng xi măng poocläng puzolan.

**Tính chất cơ bản**

Theo độ bền nén xi măng poocläng puzolan được phân làm 3 mác $PC_{PUZ}20$, $PC_{PUZ}30$; $PC_{PUZ}40$.

*Trong đó:* $PC_{PUZ}$: Là ký hiệu cho xi măng poocläng puzolan.

Các trị số 20 , 30 , 40 là giới hạn bền nén của mẫu chuẩn sau 28 ngày đêm dưỡng hộ và được tính bằng $N/mm^2$, xác định theo TCVN 4032 - 1985.

**Xi măng poocläng puzolan phải đảm bảo các yêu cầu theo TCVN 4033 - 1995 quy định như bảng 4 - 5.Tính chất cơ bản**

Theo độ bền nén xi măng poocläng puzolan được phân làm 3 mác $PC_{PUZ}20$, $PC_{PUZ}30$; $PC_{PUZ}40$.

*Trong đó:* $PC_{PUZ}$: Là ký hiệu cho xi măng poocläng puzolan.

Các trị số 20 , 30 , 40 là giới hạn bền nén của mẫu chuẩn sau 28 ngày đêm dưỡng hộ và được tính bằng $N/mm^2$, xác định theo TCVN 4032 - 1985.

Xi măng poocläng puzolan phải đảm bảo các yêu cầu theo TCVN 4033 - 1995 quy định như bảng 4 - 5.

Xi măng poocläng puzolan khi thủy hóa tỏa ra một lượng nhiệt ít hơn so với ximăng poocläng và khả năng chống ăn mòn cũng tốt hơn.

**Sử dụng và bảo quản**

*Sử dụng:* Do những tính chất trên nên xi măng poocläng puzolan được sử dụng cho các công trình trong nước như hải cảng, kênh mương, đập nước, ngoài ra còn dùng xi măng poocläng puzolan cho những công trình có kết cấu khối lượng lớn vì nó tỏa nhiệt ít.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

*Bảo quản*: Giống như xi măng poocläng thường, xi măng poocläng puzolan cũng được cần bảo quản tốt để chống ẩm, hạn chế mức độ giảm cường độ.

**Bảng 4 - 5**

| Tên chỉ tiêu | Mức | | |
|---|---|---|---|
| | $PC_{PUZ}$ 20 | $PC_{PUZ}$ 30 | $PC_{PUZ}$ 40 |
| 1 - Giới hạn bền nén, $N/mm^2$ không nhỏ hơn<br>- Sau 7 ngày đêm<br>- Sau 28 ngày | <br>13<br>20 | <br>18<br>30 | <br>25<br>40 |
| 2 - Độ nghiền mịn<br>- Phần còn lại trên sàng có kích thước lỗ 0,08mm;%, không lớn hơn<br>- Bề mặt riêng xác định theo phương pháp Blaine, $cm^2/g$, không nhỏ hơn | <br>15<br>2600 | <br>15<br>2600 | <br>15<br>2600 |
| 3 - Thời gian đông kết<br>- Bắt đầu, phút, không sớm hơm<br>- Kết thúc, giờ, không muộn hơn | <br>45<br>10 | <br>45<br>10 | <br>45<br>10 |
| 4 - Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp LơSatơlie, mm, không lớn hơn | 10 | 10 | 10 |

### 4.8.3. Xi măng poocläng bền sunfat

**Sản xuất**

Xi măng poocläng bền sunfat là sản phẩm được nghiền mịn từ clinke xi măng poocläng bền sunfat với thạch cao.

Clinke xi măng poocläng bền sunfat được sản xuất như clinke xi măng poocläng nhưng thành phần khoáng vật được quy định chặt chẽ hơn, đặc biệt là phải hạn chế thành phần $C_3A$ (bảng 4 - 6).

**Bảng 4 - 6**

| Tên chỉ tiêu | Mức , % | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Bền sunfat thường | | Bền sunfat cao | |
| | $PC_S$ 30 | $PC_S$ 40 | $PC_{HS}$ 30 | $PC_{HS}$ 40 |
| - Hàm lượng magie oxit (MgO), không lớn hơn | 5 | 5 | 5 | 5 |
| - Hàm lương sắt oxit ($Fe_2O_3$), không lớn hơn | 6 | 6 | - | - |
| - Hàm lượng silic ôxit ($SiO_2$), không nhỏ hơn | 20 | 20 | - | - |
| - Hàm lượng anhyđrit sunfuric ($SO_3$), không lớn hơn | 3 | 3 | 2,3 | 2,3 |
| - Hàm lượng tri canxi aluminat ($C_3A$), không lớn hơn | 8 | 8 | 5 | 5 |
| - Tổng hàm lượng khoáng ($C_4AF + 2C_3A$), không lớn hơn | - | - | 25 | 25 |
| - Tổng hàm lượng khoáng ($C_3S + C_3A$), không lớn hơn | 58 | 58 | - | - |

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

**Tính chất cơ bản**

Xi măng pooclăng bền sunfat gồm hai nhóm :

Xi măng pooclăng bền sunfat thường: $PC_S$ 30; $PC_S$ 40.

Xi măng pooclăng bền sunfat cao : $PC_{HS}$ 30; $PC_{HS}$ 40.

*Trong đó:* $PC_S$: Là ký hiệu xi măng pooclăng bền sunfat.

Các trị số 30, 40, là giới hạn bền nén của mẫu chuẩn sau 28 ngày dưỡng hộ, tính bằng $N/mm^2$ và xác định theo TCVN 4032-1985.

Chất lượng của ximăng pooclăng bền sunfat phải đảm bảo các yêu cầu theo TCVN 6067 - 1995 quy định như bảng 4 - 7.

**Bảng 4- 7**

| Tên chỉ tiêu | Mức , % | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Bền sunfat thường | | Bền sunfat cao | |
| | $PC_S$ 30 | $PC_S$ 40 | $PC_{HS}$ 30 | $PC_{HS}$ 40 |
| 1-Độ nở sunfat sau 14 ngày; %, không lớn hơn | - | - | 0,040 | 0,040 |
| 2-Giới hạn bền nén, $N/mm^2$, không nhỏ hơn | | | | |
| - Sau 3 ngày | 11 | 14 | 11 | 14 |
| - Sau 28 ngày | 30 | 40 | 30 | 40 |
| 3 - Độ nghiền mịn | | | | |
| - Phần còn lại trên sàng kích thước lỗ 0,08 mm; % không lớn hơn | 15 | 12 | 15 | 12 |
| - Bề mặt riêng xác định theo phương pháp Blaine, $cm^2$, không nhỏ hơn | 2500 | 2800 | 2500 | 2800 |
| 4 - Thời gian đông kết | | | | |
| - Bắt đầu, phút, không sớm hơn | 45 | 45 | 45 | 45 |
| - Kết thúc, phút, không muộn hơn | 375 | 375 | 375 | 375 |

Ximăng pooclăng bền sunfat tỏa nhiệt ít hơn và khả năng chống ăn mòn sunfat tốt hơn xi măng pooclăng thường.

***Sử dụng và bảo quản***

*Sử dụng:* Xi măng pooclăng bền sunfat được sử dụng tốt nhất cho các công trình xây dựng trong môi trường xâm thực sunfat, ngoài ra cũng có thể dùng để xây dựng các công trình trong môi trường khô, môi trường nước ngọt, v.v...

*Bảo quản:* Xi măng pooclăng bền sunfat phải được bảo quản giống như các loại xi măng pooclăng thường để chống ẩm.

### 4.8.4. Xi măng pooclăng ít tỏa nhiệt

**Khái niệm**

Xi măng pooclăng ít tỏa nhiệt là sản phẩm nghiền mịn từ clinke của xi măng pooclăng ít tỏa nhiệt với thạch cao.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

Clinke xi măng pooclăng ít tỏa nhiệt được sản xuất như clinke thường nhưng thành phần hóa, khoáng được quy định ở TCVN 6069-1995 (bảng 4 - 8).

**Bảng 4 - 8**

| Tên chỉ tiêu | Loại xi măng | | |
|---|---|---|---|
| | $PC_{LH}30A$ | $PC_{LH}30$ | $PC_{LH}40$ |
| 1-Hàm lượng anhyđric sunfuric ($SO_3$); %, không lớn hơn | 2,3 | - | - |
| 2-Hàm lượng khoáng $C_3S$; %, không lớn hơn | 35 | - | - |
| 3-Hàm lượng khoáng $C_2S$ ; %, không nhỏ hơn | 40 | - | - |
| 4-Hàm lượng khoáng $C_3A$ ; %, không lớn hơn | 7 | - | - |

**Tính chất cơ bản**

Xi măng ít tỏa nhiệt là tên gọi chung cho loại xi măng tỏa nhiệt ít và tỏa nhiệt vừa.

Tùy theo nhiệt thủy hóa và cường độ chịu nén, xi măng pooclăng ít tỏa nhiệt được phân ra làm ba loại: $PC_{LH}30A$, $PC_{LH}30$, $PC_{LH}40$.

*Trong đó:* - $PC_{LH}30A$ là ký hiệu của xi măng pooclăng tỏa nhiệt ít với giới hạn bền nén sau 28 ngày dưỡng hộ, không nhỏ hơn 30 $N/mm^2$.

- $PC_{LH}30$; $PC_{LH}40$ là ký hiệu của xi măng pooclăng tỏa nhiệt vừa với giới hạn bền nén sau 28 ngày dưỡng hộ, không nhỏ hơn 30 $N/mm^2$ và 40 $N/mm^2$.

Các chỉ tiêu cơ lý chủ yếu của xi măng pooclăng ít tỏa nhiệt được quy định ở TCVN 6069 - 1995 như bảng 4 - 9.

**Bảng 4 - 9**

| Tên chỉ tiêu | Loại xi măng | | |
|---|---|---|---|
| | $PC_{LH}30A$ | $PC_{LH}30$ | $PC_{LH}40$ |
| 1. Nhiệt thủy hóa, Cal/g, không lớn hơn | | | |
| - Sau 7 ngày | 60 | 70 | 70 |
| - Sau 28 ngày | 70 | 80 | 80 |
| 2. Giới hạn bền nén, $N/mm^2$ không nhỏ hơn | | | |
| - Sau 7 ngày | 18 | 21 | 28 |
| - Sau 28 ngày | 30 | 30 | 40 |
| 3. Độ mịn | | | |
| - Phần còn lại trên sàng 0,08mm; %, không lớn hơn | 15 | 15 | 15 |
| - Bề mặt riêng, xác định theo phương pháp Blaine, $cm^2/g$, không nhỏ hơn | 2500 | 2500 | 2500 |
| 4. Thời gian đông kết | | | |
| - Bắt đầu, phút, không sớm hơn | 45 | 45 | 45 |
| - Kết thúc, giờ, không muộn hơn | 10 | 10 | 10 |
| 5. Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp Lơsatơlie, mm, không lớn hơn | 10 | 10 | 10 |

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

**Sử dụng và bảo quản**

*Sử dụng:* Xi măng pooclăng ít tỏa nhiệt được sử dụng để thi công các công trình
xây dựng thủy điện, thủy lợi, giao thông, v.v... công trình có thể tích bê tông khối lớn.

*Bảo quản:* Xi măng pooclăng ít tỏa nhiệt phải bảo quản giống như các loại xi măng pooclăng thường để chống ẩm.

### 4.8.5. Xi măng pooclăng xỉ hạt lò cao

**Khái niệm**

*Xi măng pooclăng xỉ hạt lò cao* được sản xuất bằng cách cùng nghiền mịn hỗn hợp clinke xi măng pooclăng với xỉ hạt lò cao và một lượng thạch cao cần thiết hoặc bằng cách trộn thật đều xỉ hạt lò cao đã nghiền mịn với xi măng pooclăng. Hàm lượng sử dụng pha trộn bằng 20 - 60% khối lượng xi măng.

*Xỉ hạt lò cao* là loại xỉ thu được khi luyện gang và được làm lạnh nhanh tạo thành dạng hạt nhỏ, xỉ này chứa nhiều các ôxit như: $Al_2O_3$; $SiO_2$; CaO; MgO; $TiO_2$; v.v...

**Tính chất cơ bản**

Xi măng pooclăng xỉ hạt lò cao có hàm lượng CaO tự do thấp nên bền hơn xi măng pooclăng thường, lượng nhiệt tỏa ra khi rắn chắc cũng nhỏ hơn 2 - 2,5 lần.

Theo cường độ chịu nén xi măng pooclăng xỉ hạt lò cao được chia làm 5 mác : PC20; PC25; PC30; PC35; PC40.

Các chỉ tiêu cơ lý chủ yếu của xi măng pooclăng xỉ hạt lò cao được quy định trong TCVN 4316 - 1986 (bảng 4-10).

**Bảng 4 -10**

| Tên chỉ tiêu | Mác xi măng | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | PC 20 | PC 25 | PC 30 | PC 35 | PC 40 |
| 1.Giới hạn bền nén sau 28 ngày đêm, $N/mm^2$, không nhỏ hơn. | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| 2.Giới hạn bền uốn sau 28 ngày đêm, $N/mm^2$, không nhỏ hơn | 3,5 | 4,5 | 5,5 | 6,0 | 6,5 |
| 3.Thời gian đông kết<br>- Bắt đầu, phút, không sớm hơn<br>- Kết thúc, giờ, không muộn hơn | <br>45<br>10 | <br>45<br>10 | <br>45<br>10 | <br>45<br>10 | <br>45<br>10 |
| 4.Tính ổn định thể tích.<br>-Thử theo phương pháp mẫu bánh đa.<br>-Thử theo phương pháp Lơsatơle, mm, không lớn hơn. | <br>Tốt<br>10 | <br>Tốt<br>10 | <br>Tốt<br>10 | <br>Tốt<br>10 | <br>Tốt<br>10 |
| 5.Độ mịn<br>-Phần còn lại trên sàng 0,08mm,%, không lớn hơn. | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

**Công dụng và bảo quản**

Do lượng nhiệt tỏa ra ít nên xi măng pooclăng xỉ hạt lò cao được sử dụng để xây dựng các công trình có thể tích bê tông khối lớn. Ngoài ra xi măng này còn được sử dụng để xây dựng các loại công trình khác như xi măng pooclăng thường.

Xi măng pooclăng xỉ hạt lò cao cần được bảo quản tốt để tránh ẩm như các loại xi măng khác. Kho chứa xi măng phải đảm bảo khô, sạch, cao, có tường bao, có mái che chắn, trong kho xi măng các bao không được xếp cao quá 10 bao, cách tường ít nhất 20cm và riêng từng lô.

### 4.8.6. Xi măng aluminat

***Khái niệm***

Xi măng aluminat có đặc tính là cường độ cao và rắn chắc rất nhanh. Nó được sản xuất bằng cách nghiền clinke chứa aluminat canxi thấp kiềm $CaO.Al_2O_3$ là chất quyết định tính rắn nhanh và các tính chất khác của xi măng aluminat. Trong xi măng còn chứa tỷ lệ nhỏ các aluminat canxi khác như $CaO.2Al_2O_3$, $2CaO.Al_2O_3.SiO_2$ và một ít khoáng belit ($C_2S$).

Để sản xuất xi măng aluminat thường dùng đá vôi và đá vôi giàu nhôm ($Al_2O_3.nH_2O$) như quặng bauxit. Hỗn hợp nguyên liệu được nung đến nhiệt độ kết khối (1300$^oC$) hoặc nhiệt độ chảy (1400$^oC$). Clinke xi măng aluminat rất khó nghiền nên tốn năng lượng, bauxit lại hiếm, đắt nên giá thành xi măng khá cao. Để sản xuất có thể dùng phế liệu của công nghiệp sản xuất nhôm.

***Tính chất cơ bản***

Xi măng aluminat có cường độ cao chỉ khi nó rắn chắc trong điều kiện nhiệt độ ôn hoà (không lớn hơn 25$^oC$). Vì vậy xi măng không nên dùng cho bê tông khối lớn và không nên gia công nhiệt ẩm.

Ở nhiệt độ thường (< 25$^oC$), trong khi rắn chắc xi măng tạo ra chất có cường độ cao : $2(CaO.Al_2O_3) + 11H_2O = 2CaO.Al_2O_3.8H_2O + 2Al(OH)_3$.

Còn nếu ở nhiệt độ cao hơn (25 - 30$^oC$) nó lại tạo thành $3CaO.Al_2O_3.6H_2O$, phát sinh nội ứng suất làm cường độ của xi măng giảm đến 2 lần.

Mác của xi măng aluminat được xác định ở độ tuổi 3 ngày như sau: 400; 500 và 600 (xi măng poolăng thường phải sau 28 ngày mới đạt được mác như vậy).

Yêu cầu về thời gian bắt đầu đông kết : không nhỏ hơn 30 phút; đông kết xong : không muộn hơn 12 giờ. Lượng nhiệt phát ra khi rắn chắc lớn hơn xi măng pooclăng thường 1,5 lần.

Trong đá xi măng (nếu rắn chắc ở nhiệt độ thích hợp) thường không có $Ca(OH)_2$ và $C_3A.6H_2O$ nên nó bền hơn trong một số môi trường, nhưng không bền trong môi trường kiềm và môi trường axit. Vì vậy không nên dùng lẫn xi măng aluminat với xi măng pooc lăng thường và vôi.

***Công dụng***

Xi măng aluminat được sử dụng để chế tạo bê tông, vữa rắn nhanh và chịu nhiệt, chế tạo xi măng nở.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - http://www.simpopdf.com

### 4.8.7. Xi măng nở

Xi măng nở là loại chất kết dính tổ hợp của một số chất kết dính hoặc của nhiều loại ximăng. Có nhiều thành phần gây nở, nhưng hiệu quả nhất là $3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.31H_2O$.

***Xi măng nở chống thấm nước*** là chất kết dính rắn nhanh. Nó được sản xuất bằng cách trộn lẫn xi măng aluminat (70%), thạch cao (20%) và hyđroaluminat canxi cao kiềm (10%).

***Xi măng poocläng nở chống thấm nước*** cũng là chất kết dính trong nước, được chế tạo bằng cách nghiền chung clinke của xi măng poolăng (58 – 63%), xỉ hoặc clinke aluminat (5-7%), xỉ lò cao hoạt hóa hoặc các phụ gia hoạt tính khác (23 – 28%). Nó rắn nhanh trong điều kiện dưỡng hộ hơi ngắn, có độ đặc và tính chống thấm nước cao, có khả năng nở trong nước và trong không khí.

BÀI GIẢNG VẬT LIỆU XÂY DỰNG

# CHƯƠNG I - TÍNH CHẤT CHUNG

## §1.1. Tính chất vật lý

### I. KHỐI LƯỢNG RIÊNG $\gamma_a$

- Là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái hoàn toàn đặc (không có lỗ rỗng).

$$\gamma_a = \frac{G_K}{V_a}$$

$G_K$: Khối lượng vật liệu đã sấy khô (g, kg)

$V_a$: Thể tích vật liệu ở trạng thaI hoàn toàn đặc ($cm^3$, $dm^3$)

$\gamma_a$: Khối lượng riêng ($kg/dm^3$, $g/cm^3$)

VD: $H_2O$ => $\gamma = 1$ $g/cm^3$ Đất sét nung $\gamma = 2,6 \div 2,65$ $g/cm^3$

Đá => $\gamma = 2,2 \div 3,3$ $g/cm^3$ Xi măng $\gamma = 3,1$ $g/cm^3$

Thép => $\gamma = 7,25 \div 8,25$ $g/cm^3$ Gỗ $\gamma = 1,55$ $g/cm^3$

### II. KHỐI LƯỢNG ĐƠN VỊ $\gamma_0$

- Là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái tự nhiên.

$$\gamma_0 = \frac{G_K}{V_0}$$

$G_K$: Khối lượng mẫu vật liệu khô.

$V_0$: Thể tích mẫu vật liệu ở trạng thái tự nhiên.

***Chú ý:***

- Trạng thái khối lượng G và thể tích $V_0$ là phải phù hợp với nhau.

$\gamma_{0K} = \frac{G_{khô}}{V_{0K}}$: Khối lượng đơn vị khô

$\gamma_{0âm} = \frac{G_{âm}}{V_{0âm}}$: Khối lượng đơn vị ẩm

$\gamma_{0bão\ hoà} = \frac{G_{bão\ hoà}}{V_{0bão\ hoà}}$: Khối lượng đơn vị bão hoà

- Khi thể tích là một khối liền ta có: $\gamma_{0hạt}$

- Khi $V_0$ là một tập hợp của các hạt rời $\gamma_{0xôp}$

$$\gamma_{0xôp} = \frac{G}{V_{0xôp}}$$

NTTULIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

## III. ĐỘ RỖNG CỦA VẬT LIỆU (r%)

- Là tỷ số % giữa thể tích rỗng so với thể tích tự nhiên của vật liệu ở trạng thái khô.

$$r\% = \frac{V_r}{V_{0K}}.100\%$$

$$V_r = V_{0K} - V_a \Rightarrow r\% = \frac{V_{0K} - V_a}{V_{0K}}.100\% = (1 - \frac{V_a}{V_{0K}}).100\%$$

$$r\% = (1 - \frac{\gamma_{0K}}{\gamma_a}).100\%$$

- Vật liệu liền khối: $r\% = (1 - \frac{\gamma_{0K}}{\gamma_a}).100\%$

- Vật liệu rời (cát, sỏi) $r\% = (1 - \frac{\gamma_{0xèp}}{\gamma_a}).100\%$

## IV. ĐỘ ĐẶC: đ%

- Là tỷ số % giữa thể tích đặc so với thể tích tự nhiên của vật liệu ỏ trạng thái khô.

$$đ\% = \frac{V_a}{V_{0K}}.100\% = \frac{V_{0K} - V_r}{V_{0K}} = (1 - r).100\%$$

$$đ\% = \frac{\gamma_{0K}}{\gamma_a}$$

## V. NHỮNG TÍNH CHẤT VẬT LÝ LIÊN QUAN ĐẾN NƯỚC.

### 1. Các dạng nước có trong vật liệu

*a. Nước kết tinh (nước liên kết hoá học).*

- Là nước liên kết hoá học mà các phần tử sắp xếp có quy luật và tồn tại ổn định. Khi nhiệt độ cao thì nước kết tinh mới thoát ra ngoài lúc này bản chất vật liệu thay đổi.

+ Thạch cao: $CaSO_4.2H_2O \xrightarrow{200^0C} CaSO4 + 2H_2O$

+ Đất sét: $Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O \xrightarrow{700\div800^0C} Al_2O_3.2SiO_2 + 2H_2O$

*b. Nước hấp phụ*

- Là màng nước rất mỏng (khoảng $10^{-4}\div10^{-6}$mm) bám mặt ngoài của VL.

- Nguyên nhân: Do mặt ngoài của vật liệu có suất căng mặt ngoài và các phần tử nước có cực tính.

- Do nước bao gồm các phần tử $H_2O$ bị phân cực. Các phần tử $H_2O$ bám vào màng hấp phụ tạo màng hấp phụ có tác dụng giảm sức căng mặt ngoài của vật liệu.

- Độ dầy của màng nước hấp phụ lớn dần lên cho đến khi các phần tử nước ngoài cũng có thể tách ra một cách dễ dàng đó là giới hạn mạng lưới hấp phụ.

NTULIB


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

*c. Nước tự do*

- Màng nước hấp phụ tồn tại trong môi trường ẩm ướt độ dầy của nước được tăng lên đến một lúc nào đó phần ngoài chuyển thành nước tự do.

- Nước tự do tuân theo các quy luật về thuỷ lực học. Loại nước này chiếm một tỷ lệ rất lớn trong ba loại nước ở trên. Nó ảnh hưởng rất lớn đến các tính chất cơ lý của vật liệu.

**2. Hiện tượng thấm nước của vật liệu.**

*a. Vật liệu ưa nước và vật liệu ngăn nước*

- Vật liệu ưa nước (hay ngăn nước) được đặc trưng bởi góc ướt: θ

+ Đối với vật liệu ưa nước $\theta < 90^0$ ($0^0 \le \theta \le 90^0$).

+ $\theta^0 = 0^0$ vật liệu bị ướt hoàn toàn.

- Trường hợp vật liệu ưa nước:

+ Lực hút giữa thành rắn lên chất lỏng.

+ Lực hút phân tử của thành chất rắn đối với các phân tử nước lớn hơn lực hút nội bộ giữa các phân tử nước.

*b. Hiện tượng thấm nước mao quản:*

Xét một phân tố trên chu vi (giao tuyến mặt chất lỏng với thành ống) dl chịu một lực hút của thành ống df.

$df = dl.\ \sigma.\cos\theta \Rightarrow f=\sigma.\cos\theta.\ \oint dl$

$f=\sigma.\cos\theta.2\pi.R$

- Áp suất phụ dưới mặt cong chất lỏng

$$P = \frac{f}{S} = \frac{2\pi.R.\sigma.\cos\theta}{2\pi^2} = \frac{2.\sigma.\cos\theta}{R}$$

R: Bán kính ống mao quản

S: Diện tích mặt cắt ngang mao quản.

$P = \gamma_n.h \qquad (1)$

$$h = \frac{2.\sigma.\cos\phi}{R.\gamma_n}$$

σ: Hệ số suất căng mặt ngoài của chất lỏng

+ h: phụ thuộc vào σ; σ phụ thuộc vào $t^0$

- $t_{lớn} \rightarrow \sigma_{nhỏ} \rightarrow h_{nhỏ}$

- $t_{nhỏ} \rightarrow \sigma_{lớn} \rightarrow h_{lớn}$

+ θ: vật liệu ưa nước: $\theta < 90^0 \Rightarrow h > 0$

Vật liệu ngăn nước $\theta > 90^0 \rightarrow h < 0$

NTTULIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

+ R: $R_{bé} \rightarrow h_{cao}$

Chú ý: Khi ống mao quản nằm ngang thì cột nước luôn chuyển động về phía có $t^0$ thấp.

**3. Một số chỉ tiêu vật lý đối với vật liệu ưa nước**

*a. Độ ẩm W%*

- Khi vật liệu tiếp xúc với môi trường ẩm ướt nó có khả năng hút và giữ nước và lúc đó gọi là vật liệu bị ẩm ướt. Mức độ ẩm ướt được biểu thị bằng chỉ tiêu độ ẩm.

- Độ ẩm là tỷ số % giữa khối lượng nước có trong vật liệu ở trạng thái tự nhiên so với khối lượng của vật liệu khô.

$$W\% = \frac{G_{\text{nước có trong vật liệu}}}{G_{\text{khô}}} = \frac{G_{am} - G_{\text{khô}}}{G_{\text{khô}}}.100\%$$

*b. Hệ số báo hoà nước: B%*

- Bão hoà nước: Khi vật liệu hút nước và giữ nước đến mức tối đa thì người ta gọi đó là vật liệu bão hoà với nước. Mức độ bão hoà nước được đánh giá bằng hệ số bão hoà nước.

Định nghĩa: Hệ số bão hoà nước (B) là tỷ số giữa thể tích nước có trong vật liệu đã được bão hoà nước so với toàn bộ thể tích lỗ rỗng của vật liệu.

$$B = \frac{V^n_{baohoa}}{V_r} \qquad 0 \le B \le 1$$

+ B < 1: Vật liệu bão hoà nước không hoàn toàn có nghĩa là vật liệu vẫn còn lỗ rỗng không chứa nước.

+ B = 1: Vật liệu bão hoà nước hoàn toàn. $V^n_{\text{bão hoà}} = Vr$

Trạng thái bão hoà nước còn phụ thuộc vào phương pháp thí nghiệm bão hoà.

*c. Mức hút nước theo khối lượng Hp%*

Định nghĩa: Là tỷ số % giữa khối lượng nước có trong vật liệu khi bão hoà nước so với khối lượng của vật liệu ở trạng thái khô.

$$Hp\% = \frac{G_{nuoc\ bao\ hoa}}{G_{kho}}.100\% = \frac{G_{bh} - G_k}{G_k}.100\%$$

*d. Mức hút nước theo thể tích: Hv%*

Định nghĩa: Là tỷ số % giữa thể tích nước có trong vật liệu khi bão hoà nước so với thể tích của vật liệu ở trạng thái khô.

$$Hv\% = \frac{V_{nuoc\ bao\ hoa}}{V_{0K}}.100\%$$

NTTULIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

$$\frac{Hv}{Hp} = \frac{G_{bh} - G_k}{\gamma_n . V_{0K}} \cdot \frac{G_k}{G_{bh} - G_k} = \frac{G_k}{\gamma_n . V_{0K}} = \frac{\gamma_{0K}}{\gamma_{nước}}$$

$H_V.\gamma_{nước} = H_p.\ \gamma_{0K}$

$$W = \frac{G_{am} - G_{khô}}{G_{khô}} \Rightarrow G_{âm} = G_{khô}\ (1+W)$$

$$\Rightarrow G_{khô} = \frac{G_{am}}{1+W}$$

*e. Hệ số thấm nước*

- Biểu thị thấm nước của các loại vật liệu khác nhau: đất, bê tông, gạch, vữa...

Định nghĩa: Hệ số thấm nước được biểu thị nước thấm qua một đơn vị của vật liệu có chiều dầy xác định trong một đơn vị thời gian dưới tác dụng của một đơn vị áp suất cột nước

$$K = \frac{Q.d}{S.t.H}(m/s)$$

- Q : Lượng nước thấm qua vật liệu ($m^3$)
- d : Ciều dầy của vật liệu nước thấm qua (m)
- S : Diện tích nước thấm (diện tích vuông góc với dòng nước) ($m^2$)
- t : Thời gian thấm (s)
- H : áp suất cột nước (m)

NTTULIB

## PHẦN BÀI TẬP CHƯƠNG I

Ví dụ 1:

Một vật ở trạng thaI ẩm 20% có khối lượng đơn vị 1,8 kg/$dm^3$, ở trạng thaI bão hoà nức có khối lượng đơn vị là 2,0 kg/$dm^3$, cho biết khối lượng riêng của vật là 3kg/$dm^3$, $\gamma_n$ = 1kg/$dm^3$. Biết thể tích không đổi khi độ ẩm thay đổi. Tính hệ số bão hoà của vật ?

$$G_K = \frac{G_{âm}}{1+W} = \frac{\gamma_{âm}.V_{0âm}}{1+W} = \gamma_{0K}.V_{0K}$$

$\gamma_{ok} = \gamma_{0âm}.V_{0âm}/V_{0K}(1+W) = 1,8/(1+0.2) = 1,5$ kg/$dm^3$

$$B = \frac{V_{nuoc}}{V_r} = \frac{G_{nuoc}}{\gamma_n.r.V_0} = \frac{\gamma_{obh}.V_{obh} - \gamma_{oK}.V_{oK}}{\gamma_n.r.V_0}$$

$r = (V_{0K} - V_a)/V_{oK} = 1 - V_a/V_{oK} = 1 - 1,5/3 = 0,5$

Suy ra B=(2-1,5)/0,5*100=100%



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

Ví dụ 2:

Một vật ở trạng thái ẩm 10% có khối lượng đơn vị 2,2 kg/dm$^3$, ở trạng thái bão hoà nước hoàn toàn có khối lượng đơn vị là 2,3 kg/dm$^3$. Biết vật có thể tích không đổi khi độ ẩm thay đổi. Tính khối lượng riêng của vật.

Ta có: $G_K = \frac{G_{âm}}{1+W} = \frac{\gamma_{âm}.V_{0âm}}{1+W} = \gamma_{0K}.V_{0K}$

$\gamma_{ok} = \gamma_{0ẩm}.V_{0ẩm}/V_{0K}(1+W) = 2,2/(1+0.1) = 2,0$ kg/dm$^3$

$B = \frac{V_{nuoc}}{V_r} = \frac{G_{nuoc}}{\gamma_n.r.V_0} = \frac{\gamma_{obh}.V_{obh} - \gamma_{oK}.V_{oK}}{\gamma_n.r.V_0}$

$r = (\gamma_{0bh} - \gamma_{0K})/B.\ \gamma_{on} = 2,3-2/1 = 0,3$

$\gamma_a = \gamma_{0K}/(1-r) = 2/(1-0,3) = 2,86$ kg/dm$^3$

## §1.2. Tính chất cơ học

### I. TÍNH BIẾN HÌNH

- Vật liệu khi chịu tác dụng của ngoại lực -> hình dạng thay đổi -> biến hình.
- Có hai loại hình xảy ra:

**1. Biến hình đàn hồi.**

- Sẽ được triệt tiêu khi bỏ ngoại lực tác dụng.

Tất cả các loại vật liệu đều có tính biến hình đàn hồi kể cả vật liệu dòn như BT, gạch, ngói... khi TK công trình chúng ta chỉ được phép TK ngoại lực tín toán sao cho vật liệu chỉ làm việc trong giới hạn đàn hồi.

**2. Biến dạng dư (biến dạng dẻo).**

Đây là loại biến hình kế tiếp hình đàn hồi. Nó là dấu hiệu ban đầu của sự phá hoại các kết cấu xây dựng. Cho nên trong TK không được TK ngoại lực để cho vật liệu xuất hiện biến hình dẻo.

**3. Biến dạng từ biến.**

Ngoài hai loại biến dạng trên, ở vật liệu còn có hiện tượng từ biến là hiện tượng biến dạng tăng theo thời gian khi ngoại lực không đổi, tác dụng lâu dài lên vật liệu. ở nhiệt độ cao kim loại thể hiện tính từ biến rất rõ.

### II. CƯỜNG ĐỘ.

Định nghĩa: Cường độ là khả năng chống lại sự phá hoại của ứng suất dưới tác dụng của ngoại lực.

**1. Phân loại cường độ**: Tuỳ theo hình thức chọn lọc mà các kết cấu vật liệu chịu các loại cường độ sau:

NTTULIB


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

*a. Cường độ chịu nén: Rn*

$$R_n = \frac{P}{F}(kg/cm^2)$$

P: Lực tác dụng vào cấu kiện làm cho cấu kiện bị phá hoại (kg).

F: Diện tích tiết diện ($cm^2$)

*b. Cường độ chịu kéo: $R_K$*

$$R_K = -\frac{P}{F}(kg/cm^2)$$

*c. Cường độ chịu uốn.*

$R_n = M_{max}/W_{uốn}$

$$R_n = \frac{3}{2}.\frac{Pl}{bh^2}$$

*d. Cường độ chịu xoắn*

*e. Cường độ chịu cắt.*

Chú ý:

* Trong vật liệu xây dựng phân ra vật liệu giòn và vật liệu dẻo:

- VL dẻo khả năng chịu kéo, nén khác nhau. Chỉ quan tâm đến cường độ kéo.

- VL giòn chịu nén tốt, chỉ quan tâm đến cường độ chịu nén.

* Cường độ chịu nén ($R_{nén}$) → Mác

**Định nghĩa**: Mác vật liệu là cường độ chịu nén của bình quân ít nhất 3 mẫu thí nghiệm được chế tạo với kích thước tiêu chuẩn (bảo dưỡng ở điều kiện tiêu chuẩn) sau 28 ngày dưỡng hộ (dùng với XM & BT) .

$$\overline{R}_{nen} = \frac{\sum_i^n R_i}{n} \qquad (n \geq 3)$$

$$R_i = \frac{P_i}{F}$$

- Loại bỏ những Ri có kết quả sai  khác 20%.

- Mỗi loại vật liệu có mẫu khác nhau

- Hình lập phương a = 10;15; 20: Bê tông; 7,07: Vữa XD, XM

- Hình trụ: (d, H) H = 2d

(10, 20), (15, 30); (20, 40)

- BT phải bảo dưỡng trong những phòng có nhiệt độ (20 ± $5^0$C, độ ẩm ω > 90%) bảo dưỡng sau 28 ngày.

NTTULIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

$$R_b^{28} = \sum_{i=1}^{n} R_{bi}^{28} /n$$

n: Số mẫu làm thí nghiệm, n>=3

**2. Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ vật liệu**

*a. Cấu trúc vật liệu*

- Độ đặc: Nếu cùng là một loại vật liệu thì độ đặc càng lớn thì giá trị cường độ càng cao. Một số vật liệu ?? xi măng, BT, gạch..., khi độ đặc tăng gấp rưỡi thì cường độ tăng gấp 8 lần.

- Hướng chịu lực: Cường độ theo phương dọc thì sẽ nhỏ hơn cường độ theo phương ngang thì của vật liệu gỗ.

+ Đồng nhất theo mật độ

+ Đồng nhất theo phương.

*b. Nhiệt độ và độ ẩm.*

- Nhiệt độ và độ ẩm lớn thì cường độ giảm và ngược lại.

*c. Thời gian chịu tải*

Thời gian chịu tải tăng thì R↓

**3. Phương pháp xác định cường độ**

*a. Gia công mẫu thí nghiệm*

- Hình dạng: Lập phương, trụ, thanh, dây...

- Kích thước:

* Bê tông: + Hình trụ: (h, d); (20, 20); (15,30)

+ Lập phương: 7,07 x 7,07; 7,07; 15 x 15 x 15

10 x 10 x 10; 20 x 20 x 20

* Xi măng: 4 x 4 x 16cm

* Đá: 5 x 5 x 5cm

*b. Thí nghiệm trên máy vạn năng: Kéo, nén*

Đọc số: áp lực, kéo, uốn

Khi mẫu bị phá hoại

**4. Các yếu tố ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm chịu nén.**

*a. Chiều cao mẫu thí nghiệm*

$$R = \frac{P}{F} \Rightarrow R_1 < R_2$$

Giải thích:

NTTULIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

Tại mặt tiếp xúc giữa mẫu vật liệu và tấm ép khi tăng tải trọng thì xuất hiện lực ma sát (lực ma sát có tác dụng ngăn cản sự chuyển dịch của vật liệu theo phương ngang).

Ảnh hưởng của lực ma sát lớn nhất tại mặt tiếp xúc bé nhất tại vùng giữa của vật liệu → h càng lớn ảnh hưởng ma sát càng ít → mẫu dễ bị phá hoại.

- Tiêu chuẩn của mẫu BT: 20 x 20 x 20cm, còn lạI phảI có hệ số đIều chỉnh (bảng 1-10 trang 35)

| Kích thước mẫu TN | Mác Bê tông ($Kg/cm^2$) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 140 | 200 | 300 | 400 |
| 30 x 30 x 30 | 1,06 | 1,05 | 1,05 | 1,04 |
| 20 x 20 x 20 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 15 x 15 x 15 | 0,96 | 0,94 | 0,92 | 0,9 |
| 10 x 10 x 10 | 0,87 | 0,85 | 0,83 | 0,81 |
| 7,07 x 7,07 x 7,07 | 0,91 | 0,88 | 0,86 | 0,84 |

*b. Tốc độ tăng tải trọng*

Phải có quy định về tốc độ gia tải. Tốc độ càng lớn → kết quả thấp.

## III. HỆ SỐ PHẨM CHẤT: PC

$$PC = \frac{R}{\gamma_0}$$

Vật liệu nhẹ → tốt } ⇒ HS PC cao

VL cường độ cao nhất

Suy ra PC = 1,61 Gỗ lim PC = 0,7

Thép CT3 PC = 0,51 BT PC = 0,083

## IV. HỆ SỐ MỀM HOÁ: MH

$$MH = \frac{R_{\text{bão hoà nước}}}{R_{\text{khô}}} > 0,85 \text{ (VL dùng XDCTTL)}$$

NTTULIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

# CHƯƠNG II. VẬT LIỆU KẾT DÍNH VÔ CƠ

## Đ2.1. Khái niệm

**1. Định nghĩa:**

- Là một loại vật liệu ở dạng bột, khi trộn với nước tạo thành vữa dẻo, qua quá trình biến đổi lý hoá vữa đó trở lên rắn chắc như đá.

- Dựa vào tính chất này người ta sử dụng rộng rãi vật liệu dính kết vô cơ để chế tạo vữa, bê tông, các sản phẩm và vật liệu đã nhân tạo không nung dùng trong xây dựng.

**2. Phân loại:**

Tuỳ theo khả năng và điều kiện rắn chắc, người ta chia vật liệu dính kết vô cơ ra hai loại.

*a. Vật liệu vô cơ rắn trong không khí:*

Quá trình biến đổi lý hoá diễn ra khi rắn chắc chỉ có được trong môi trường không khí, như: Thạch cao, xây dựng, các chất kết dính manhê, thuỷ tinh nước và vôi không khí...

b. Vật liệu vô cơ rắn trong nước.

Quá trình biến đổi hoá lý diễn ra khi rắn chắc không chỉ trong môi trường không khí, mà cả trong môi trường nước, như: vôi thuỷ, xi măng, chất kết dính hỗn hợp

NTTULIB

## Đ2.2. Vôi không khí

### I. THÀNH PHẦN HOÁ HỌC VÀ PHÂN LOẠI VÔI

TP: CaO, MgO, $Al_2O_3$, $SiO_2$, $Fe_2O_3$

Ngoài ra còn $CaOAl_3$, $CaOSiO_2$, $CaOFe_2O_3$ vôi già lửa, dựa vào tỷ lệ MgO để phân loại:

- Vôi canxit (có chất lượng cao) MgO ≤ 5%
- Vôi manhêzit (chất lượng TB) MgO = 5 ÷ 20%
- Vôi đôlômit (chất lượng xấu) MgO = 20 ÷ 40%

### II. QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT VÔI KHÔNG KHÍ

**1. Nguyên liệu**

Đá vôi: $CaCO_3$, $MgCO_3$

**2. Nhiên liệu:**

- Than


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

- Củi, gỗ

- Khí đốt.

**3. Lò nung: 2 loại**

- Lò nung gián đoạn

- Lò nung liên hoàn: Quá trình nung được tiến hành liên tục, chia 3 khu vực:

+ Khu vực sấy: Nằm giá trên $t^0 = 105 \div 110^0C$

+ Khu nung: t = cao nhất t = $1100^0C$

+ Khu làm nguội: t giảm dần

Đáy lò được tháo ra lấy vôi sống 2 ÷ 3h lấy 1 lần trên đỉnh lò là vật liệu được bổ sung vào liên tục như vậy. Quá trình diễn biến lý hoá khi nung.

- $T^0 = 105 \div 110^0C$ nước tự do bay hơi, tạp chất hữu cơ cháy.

- $T^0 = 600 \div 650^0C$

$AlO_3.2SiO_2.2H_2O \rightarrow AlO_3.2SiO_2 + 2H_2O\uparrow$

- $700 \div 800^0C$: $AlO_3.2.SiO_2 \rightarrow Al_2O_3 + 2SiO_3$

- $MgCO_3$ ---> $MgO+CO_2$

- $900^0C$: Bắt đầu $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2\uparrow$

- $1000 \div 1100^0C$: quá trình phân giải trên toàn bộ CaO tạo thành, kết thúc phụ thuộc vào áp suất $CO_2$ trong lò nung.

- $T^0 > 1100^0C$ có các phản ứng kết hợp.

$nCaO + SiO2 \rightarrow nCaO.SiO2$

$mCaO.Al_2O_3 \rightarrow mCaO.Al_2O_3$

$p.CaO.Fe_2O_3 \rightarrow p.CaO.Fe_2O_3$

Khoáng vật vôi già lửa

Vôi già lửa có hại: Trong quá trình tôi thì vôi già lửa không tôi ngay. Sau một thời gian vôi già lửa mới tôi và gây rạn nứt khối xây, trát.

## III. TÔI VÔI:

Vôi không khí tiếp xúc với nước xẩy ra phản ứng tôi vôi:

$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + Q$ (nhanh)

$MgO + H_2O \rightarrow Mg(OH)_2$ (chậm)

$Ca(OH)_2$: Vôi tôi là những hạt nhỏ và thô

Nước tự do vẫn nhiều: $Ca(OH)_2 + nH_2O$ (tự do), vôi nhuyễn

NTTULIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

Cấu trúc của vôi nhuyễn: Hệ keo, chất phân tán là các hạt Ca(OH)2 môi trường phân tán là nước. Hạt Ca(OH)2 trong môi trường phân tán phát sinh lực hút và lực đẩy.

Khi mới tôi mật độ các hạt $Ca(OH)_2$ không đồng đều, sau đó do lực hút, đẩy giữa các hạt nên trong hệ keo có sự phân bố lại ngày càng đồng đều cho đến một lúc nào đó hệ keo cân bằng nội lực. Chính lúc đó vôi nhuyễn đạt được độ dẻo tốt nhất. Vì vậy thực tế sau khi tôi vôi không nên sử dụng ngay:

- Để có thời gian nhiệt lượng toả ra hết.
- Để tăng độ dẻo của vôi nhuyễn
- Để ít nhất 30 ngày mới mang ra dùng.

Chú ý:

- Khi tôi vôi cần thiết cho vôi vào nước tránh đổ nước vào vôi.
- Thể tích hố vôi đủ lớn mới tôi hết vôi vì khi tôi thể tích vôi nở ra khoảng 2 lần so với vôi sống.
- Bố trí hố vôi trên mặt bằng thi công công trình hợp lý.
- Tôi xong chưa dùng thì nên đổ cát hoặc đất lên trên.

## IV. RẮN CHẮC VÔI KHÔNG KHÍ

*Chia làm hai giai đoạn:*

- Vôi nhuyễn được kết tinh do hiện tượng bay hơi

$Ca(OH)_2 + nH_2O \rightarrow$ Kết tinh tạo nên độ cứng.

- Cacbonat hoá:

$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$ (cường độ cao)

Diễn ra chậm, muốn nhanh cung cấp đủ $CO_2$, cung cấp nhiệt lượng.

Vôi + cát → vữa vôi cát tăng độ cứng của vữa vôi, tạo mao quản, $CO_2$ dễ xâm nhập, hơi nước dễ thoát, tránh hiện tượng co nứt.

## V. VÔI SỐNG BỘT.

Nghiền vôi sống trong máy nghiền

Ưu điểm: Tận dụng nhiệt lượng trong khi tôi để thúc đẩy quá trình cứng hoá nhanh.

Vì: $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + Q$

$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O\uparrow$

Biến vôi già lửa $mCaOAl_2O_3$, $nCaO.SiO_2$, $pCaOFe_2O_3$ là những thành phần có lợi thành phẩm có cường độ cao trong quá trình rắn chắc.

Nước pha trộn ít hơn so với dùng vôi nhuyễn → R↑.

NTTULIB


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

Nhược điểm:

- Giá thành cao, thiết bị điện để nghiền
- Thi công khó, ảnh hưởng đến sức khoẻ người sử dụng.
- Rất khó bảo quản.

## VI. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG VÔI

### 1. Kiểm tra mặt ngoài

*a. Màu sắc:*

Màu trắng ngà: Vôi tốt

Mầu hồng, hơi nâu, hơi xanh,... chứa nhiều tạp chất.

*b. Độ cứng:*

Dễ vạch (mềm) vôi chín vừa

Khó vạch (cứng) non lửa (đá), vôi già lửa.

*c. Âm thanh*

- Tiếng đục: vôi tốt
- Tiếng có âm vang: già lửa hoặc chưa chín.

### 2. Các chỉ tiêu có tính chất định lượng.

*a. Độ hoạt tính của vôi*

$$X\% = \frac{G(CaO + MgO)}{G_{vôi\ sống}}.100\%$$

$$X\% = \frac{2,8.V.n}{G_{vs}}$$

Trong đó: - V: Thể tích axit clohidric dùng để trung hoà hết bazơ

- n: Nồng độ axit dùng để trung hoà bazơ

Cho vôi sống tác dụng với axit HCl

$CaO + 2HCl = CaCl_2 + H_2O$

$$56 \qquad 2 \times 36,5 \rightarrow X = \frac{56.n.36,5.V}{1000.2.36,5}$$

$$X(g) = \frac{n.36,5.V}{1000}$$

$$X = 0,028.n.V$$

$$X\% = \frac{x(g)}{Gvs}.100\% = \frac{0,028.n.V.100\%}{Gvs}$$

$$X\% = \frac{2,8.n.V}{Gvs}\%$$

NTTULIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

- MgO coi như CaO

$X\% = \frac{2,8n.V}{Gvs}$ Thí nghiệm

$Ca(OH)2 \rightarrow CaO + H2O$

x(g) y(g)

$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$

56 74

y x

$y = \frac{56}{74}.x$ (g)

*b. Nhiệt độ tôi và tốc độ tôi*

- Nhiệt độ tôi là nhiệt độ cao nhất xảy ra trong quá trình tôi vôi.

- Lấy 10g vôi sống cho vào một bình đựng 20ml. Bình tiêu chuẩn được ủ bằng bông Amiăng.

- Bỏ vôi vào nước bấm đồng hồ $t_1$. Cắm thuỷ ngân để cho nhiệt độ. Theo dõi cột thuỷ ngân dừng lại $t_2$ sau đó tụt xuống.

- Tốc độ tôi: Là khoảng thời gian kể từ khi cho nước vào vôi đến khi đạt nhiệt độ cao nhất.

$t_2 - t_1 = \Delta t$

Vôi tôi nhanh: <=20 phút

Vôi tôi trung bình 10 ÷ 30 phút

Vôi tôi chậm > 30 phút

$T^0 > 70^0C$: Vôi phát nhiều nhiệt

$T^0 < 70^0C$: Vôi phát ít nhiệt.

*c. Sản lượng vôi vữa*

- Là thể tích vôi nhuyễn thu được khi tôi 1 kg vôi sống.

SLVV = 1,6 ÷ 2,4l/1kg VS

Vôi tốt: SLVV > 2, vôi xấu: SLVV < 2

*d. Hàm lượng hạt sượng*

- Là tỷ lệ của các thành phần không tôi được so với khối lượng của vôi sống.

- Vôi sống = Thành phần hoạt tính (CaO + MgO).

+ Thành phần không tôi được

TN: Cân 200g vôi sống được vôi nhuyễn. Sàng lấy thành phần không tôi được.

NTTULIB



http://elib.ntt.edu.vn

## VII. SỬ DỤNG VÔI KHÔNG KHÍ

- Vữa xây, vữa trát

Vôi + cát

Vôi + Cát + Xi măng

- Dùng làm vật liệu hỗn hợp hoạt tính.

Vôi bột + Bột poocläng
+ Bột xi măng } Tính kết dính hỗn hợp

- Dùng vôi trộn với tro lò: $SiO_2$, $Al_2O_3$

Đóng gạch:

$SiO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaO.SiO_2 + H_2O$

$Al_2O_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaOAl_2O_3 + H_2O$

### Đ2.2. Vôi thuỷ

Là một loại chất kết dính vô cơ có khả năng rắn chắc trong môi trường không khí và môi trường nước.

## I. THÀNH PHẦN HOÁ HỌC VÀ THÀNH PHẦN KHOÁNG VẬT

- Thành phần hoá học: CaO, MgO, $SiO_2$, $Al_2O_3$, $Fe_2O_3$, CaO là chủ yếu chiếm > 60%.

- Thành phần khoáng vật:

$2CaO + SiO_2 \rightarrow 2CaO.SiO_2$

$2CaO + Fe_2O_3 \rightarrow 2CaO.Fe_2O_3$ } Vôi nhuyễn

$CaO + Al_2O_3 \rightarrow CaO.Al_2O_3$

## II. CHẾ TẠO VÔI THỦY.

### 1. Nung vôi thuỷ

*a. Nguyên liệu, nhiên liệu*

Đá vôi với hàm lượng sét 8 ÷ 20% → rất hiếm

Đất sét trộn vôi sống hoặc vôi tôi → hỗn hợp sét vôi

Chất đốt: Than, chỉ, gỗ, than cám.

*b. Lò nung*

* Dùng lò nung gián đoạn, không dùng là nung liên tục dễ bị tắc lò.

*c. Chế tạo hỗn hợp sét vôi*

Tỷ lệ: 1sét (vữa) + 3 vôi (nhuyễn)

Vữa đất sét đánh đều với vôi nhuyễn thành một hỗn hợp đồng nhất.

NTTULIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

Đúc thànhcác viên giống viên gạch phơi khô sau đó xếp vào lò nung cùng với các viên than.

*d. Các diễn biến hoá lý trong quá trình nung*

$T^0 = 105 \div 110^0C$. Nước tự do bay hơi

$T^0 = 547^0C$, $Ca(OH)_2 \rightarrow CaO + H_2O$

$T^0 = 600 \div 650^0C$. $Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O \rightarrow Al_2O_3.2SiO_2 + 2H_2O$

$T^0 = 700 \div 8500C$, $Al_2O_3.2SiO_2 \rightarrow Al_2O_3 + 2SiO_2$

$2CaO + SiO_2 \rightarrow 2CaO + SiO_2$

$T^0 = 1100 \div 1200^0C$

$2CaO + Fe_2O_3 \rightarrow 2CaO.Fe_2O_3$

$CaO + Al_2O_3 \rightarrow CaO.Al_2O_3$

**2. Tả vôi thuỷ**

- Vôi thuỷ + Nước (vừa phải) → thành bột
- Có 2 phương pháp tả vôi

*a. Phương pháp tự nhiên*

Xếp thành lớp mỏng trên nền ẩm ướt sau 2 tuần tự tả thành bột, còn lại những cục rắn phải nghiền bằng cơ học.

*b. Phun nước*

Dùng 10 ÷ 15% nước phun vào vôi. Sau 2 ngày tả thành bột, cục rắn còn lại ít hơn.

Bột vôi thuỷ đóng bao, thùng cách ẩm.

NTTULIB

## III. TÍNH CHẤT VÔI THUỶ.

**1. Độ mịn**

- Sàng qua sàng 4900 lỗ / $cm^2$.
- Lượng sót trên sàng < 15%.

**2. Nguyên lý rắn chắc của vôi thuỷ**

- Phần vôi không khí: $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$
- Phần khoáng vật:

$CaO.Al_2O_3 + nH_2O \rightarrow CaO.Al_2O_3nH_2O$ (kết tinh rắn chắc)

$2CaOSiO_2 + mH_2O \rightarrow 2CaO.SiO_2mH_2O$

$2CaO.Fe_2O_3 + pH_2O \rightarrow 2CaOFe_2O_3.pH_2O$

- Công trình có sử dụng vôi thuỷ phải để trong không khí trong thời gian 3 ÷ 4 tuần. Sau đó mới cho vào nước để tăng nhanh các phản ứng thuỷ hoá của khoáng vật.


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

**3. Hệ số cứng hoá trong nước**

$$I = \frac{\%CaO}{(Al_2O_3 + SiO_2 + Fe_2O_3)\%} = 1,7 \div 9$$

I = 1,7 ÷ 4,5: Vôi thuỷ mạnh, khả năng ưa nước tốt.

I = 4,5 ÷ 9: Vôi thuỷ yếu, khả năng ưa nước kém

I < 1,7: Xi măng

I > 9 : Vô không khí

**4. Cường độ trung bình.**

$R_{min}$ = 18kg/cm$^2$, $R_{max}$ = 34kg/cm$^2$

Vôi không khí: R = 20kg/cm$^2$

Xi măng: $R_{TB}$ = 400kg/cm$^2$

## IV. BẢO QUẢN VÀ SỬ DỤNG.

+ Bảo quản: Tránh ẩm, tránh $CO_2$

Đóng bao cách ẩm: các thùng

+ Sử dụng: Cho các công trình tiểu thuỷ nông, các mương máng nhỏ phục vụ dân sinh.

NTTU LIB

### Đ 2.3. Xi măng Poocläng

## I. THÀNH PHẦN HOÁ HỌC CỦA KHOÁNG VẬT.

* Thành phần hoá học:

- CaO chiếm 60 ÷ 65%
- $SiO_2$ chiếm 19 ÷ 24%
- $Al_2O_3$ chiếm 4 ÷ 7%
- $Fe_2O_3$ chiếm 2 ÷ 6%
- MgO chiếm > 4,5%
- $CaOSO_3$ chiếm 4 ÷ 6% ($SO_3$ > 3%)

## II. SẢN XUẤT XI MĂNG POOCLĂNG.

**1. Khai thác vật liệu**: Nguyên liệu đá vôi $CaCO_3$ ngoài ra còn $MgCO_3$. Đập nhỏ cục đá dài dùng đá dăm.

- Đất sét: $Al_2O_3.SiO_2.2H_2O$ Caolinit
- Quặng sắt: $Fe_2O_3$ Thái nguyên
- Thạch cao: $CaSO_4.2H_2O$ (Nhập từ các nước Lào)

**2. Chế tạo vật liệu (Đưa vào lò nung)**


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

- Đá vôi + quặng sắt nghiền nhỏ với nước: Lượng sắt trên sàng 4900 lỗ/$cm^2$ > 15%.

- Đất sét: Đánh trộn với nước thành bùn sau đó người ta phối hợp hỗn hợp: Đá vôi + Quặng sắt + bùn đất sét theo tỷ lệ xác định sao cho từ 75 ÷ 78% $CaCO_3$ và từ 22 ÷ 25% ($SiO_2$ + $Al_2O_3$ + $Fe_2O_3$). Vật liệu sống hỗn hợp bùn - quặng bơm vào lỗ chứa dung tích lớn: 5000$m^3$, 2000$m^3$, 1000$m^3$, 500$m^3$.

**3. Nung xi măng**

*a. Lò nung xi măng*

- Lò có đường kính D = 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 6m
- Lò có chiều dài D = 50, 80, 100, 120, 150, 180m
- Lò nung được chia thành 3 khu vực.

+ Khu xây ở phía trên của lò

+ Khu nung ở phía giữa củi lò.

+ Khu vực làm nguội phía dưới của lò.

*b. Than*

- Than già: Nhiệt lượng Q lớn chất bốc ngọn lửa ngắn
- Than non: Nhiệt lượng Q nhỏ chất bốc ngọn lửa rất ngắn
- Than mỏ: Nhiệt lượng Q cao chất bốc ngọn lửa dài.

Than nghiền thành bột.

*c. Quá trình diễn biến lý hoá khi nung xi măng*

+ $T^0$ = 100 ÷ 105$^0$C: Nước tự do bay hơi

+ $T^0$ = 600 ÷ 650$^0$C

$Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O \rightarrow Al_2O_3.2SiO_2 + 2H_2O$

+ $T^0$ = 700 ÷ 850$^0$C.

$Al_2O_3.2SiO_2 \rightarrow Al_2O_3 + 2SiO_2$

$MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2\uparrow$

+ $T^0$ = 900 ÷ 1100$^0$C

$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2\uparrow$

+ $T^0$ = 1100 ÷ 1200$^0$C (Pha rắn)

$2CaO + SiO_2 \rightarrow 2CaO.SiO_2$ (1 phần)

$CaO + Al_2O_3 \rightarrow CaOAl_2O_3$

$2CaO + Fe_2O_3 \rightarrow 2CaO.Fe_2O_3$

+ $T^0$ = 1200 ÷ 1300$^0$C (Pha lỏng)

NTTULIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

$2CaO + SiO_2 \rightarrow 2CaO.SiO_2$ ($C_2S$) (toàn bộ)

$CaO.Al_2O_3 + 2CaO \rightarrow 3CaO.Al_2O_3$ ($C_3A$)

$3CaO.Al_2O_3 + CaO.Fe_2O_3 \rightarrow 4CaOAl_2O_3.Fe_2O_3$ ($C_4AF$)

$+ T^0 = 1200 \div 1300^0C$

Vật liệu chảy lỏng và thực hiện phản ứng pha lỏng:

$CaO + 2CaO.SiO_2 \rightarrow 3CaO.SiO_2$ ($C_3S$)

Nghiền với phụ gia và thạch cao (5 ÷ 7%) tạo thành bột cho vào kho → Đóng bao.

## III. THÀNH PHẦN KHOÁNG VẬT CỦA XI MĂNG.

| | |
|---|---|
| $C_3S$ | 37 ÷ 60% (50%) |
| $C_2S$ | 15 ÷ 37% |
| $C_4AF$ | 10 ÷ 18% |
| $C_3A$ | 7 ÷ 15% |

- Các tỷ lệ khoáng vật thay đổi thì được xi măng thay đổi vì mỗi thành phần khoáng vật có tính chất riêng.

### 1. Tính chất của khoáng vật

*a. Tốc độ thuỷ hoá và thuỷ phân*

Thể hiện khả năng tác dụng với nước của xi măng nhanh hay chậm.

Tốc độ phản ứng với nước nhanh: Nghĩa là đông cứng của khoáng vật nhanh và ngược lại.

*b. Nhiệt thuỷ hoá*

Là lượng nhiệt toả ra khi các khoáng vật thuỷ hoá và thuỷ phân với nước.

- $C_3A$ là 256 cal/g
- $C_3S$ là 160 cal/g
- $C_4AF$ là 136 cal/g
- $C_2S$ là 80 cal/g

*c. Khả năng phát triển cường độ*

Phụ thuộc vào từng loại khoáng vật của XM.

### 2. Các hệ số của xi măng

*a. Hệ số silich*

$$n = \frac{SiO_2\%}{(Al_2O_3 + Fe_2O_3)\%} \qquad (1,7 \div 3,5)$$

Nếu n lớn → hàm lượng % $SiO_2$ lớn → ($C_3S + C_2S$) ↑ xi măng có R cao.

NTTULIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

Nhược điểm: Khó nung (phải tạo $T^0$ cao). Không đạt được nhiệt độ cao → xi măng rất xấu, quá nhiều CaO tự do, mất ổn định thể tích và R thấp. Chọn n vừa phải, phù hợp với điều kiện nung luyện nhà máy và yêu cầu cường độ của khách hàng.

*b. Hệ số nhôm:*

$$p = \frac{\%Al_2O_3}{\%Fe_2O_3} \qquad (1 \div 3)$$

- Gọi n là số phân tử $Al_2O_3$ của xi măng
- Gọi n' là số phân tử $Fe_2O_3$ của xi măng
- Nếu $n > n' \Rightarrow p = \frac{n.MAl_2O_3}{n'.MFe_2O_3} > 64\%$ (4TPKV)
- Nếu $n = n' \Rightarrow p = 0,64$ (3 TPKV: Klinker), $C_3S$, $C_2S$, $C_4AF$
- Nếu $n < n'$. Trong cimen có 4 TPKV: $C_3S$, $C_2S$, $C_4AF$, $C_2F$

} Không phải xi măng

- P > 0,64: Toả nhiều nhiệt, cường độ thấp, đông kết nhanh.
- Trong khi nung sẽ có hiện tượng tắc lò do vật liệu chảy quá nhiều dính lò làm cho vật liệu không chuyển động được ⇒ không nung chảy được.

*c. Hệ số bão hoà vôi*

3. $CaO.SiO_2$ $SiO_2$ đã được bão hoà vôi

2.$CaO.SiO_2$ $SiO_2$ chưa được bão hoà vôi

$SiO_2$ bão hoà càng nhiều thì thành phần $C_3S$ càng cao ⇒ xi măng càng tốt.

- Tìm cách nâng tỷ lệ $SiO_2$ bão hoà vôi càng nhiều càng tốt. Điều đó được thể hiện bằng hệ số bão hoà vôi $K_H$.
- Thành lập công thức tính hệ số $K_H$.

$C_3A$ CF Thạch cao $C_3S + C_2S$

$\sum\%CaO = \%\ CaO + \%\ CaO + \%\ CaO + \%\ CaO$

- Tính % CaO có trong $C_3A$.

$3CaO + Al_2O_3 \rightarrow C_3A$

168 102

$\%CaO^{C3A}$ % $Al_2O_3$

} $\%\ CaO^{C_3A} = \frac{168}{102}\%Al_2O_3 = 1,65.\%Al_2O_3$

- Tính % CaO trong CF

$CaO + Fe_2O_3 \rightarrow CF$

56 160

$\%CaO^{CF}$ $\%Fe_2O_3$

} $\%\ CaO^{CF} = \frac{56}{160}\%Fe_2O_3 = 0,35\%Fe_2O_3$

- Tính % CaO trong thạch cao


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

$CaO^{TC}$ $SO_3$ $= CaSO_4$

56 80

% $CaO^{TC}$ %CaO

$\Big\}$ % $CaO^{TC} = \frac{56}{80}\%SO_3 = 0{,}7\%\ SO_3$

- Tính % CaO

Giả thiết toàn bộ $SO_2$ ở trong xi măng bão hoà vôi hết chỉ có $C_3S$ và $C_2S$.

- Tính % CaO trong trường hợp chỉ có $C_3S$

$3CaO + SiO_2 \rightarrow 3CaO.SiO_2$

168 60

$\%CaO^{C3S}$ $\%SiO_2$

$\Big\}$ % $CaO^{C_3S} = \frac{168}{60}\%SO_2$

Thực tế trong xi măng vừa có $C_3S$ và $C_2S$.

% $CaO^{C3S + C2S} < 2{,}8\%\ SiO_2 = K_H.2{,}8\%.SiO_2$

$\sum\%CaO = 1{,}65\%Al_2O_3 + 0{,}35\%Fe_2O_3 + 0{,}7.SO_3 + K_H.2{,}8\%SiO_2$

$$\Rightarrow K_H = \frac{\sum\%CaO - (1{,}65\%Al_2O_3 + 0{,}35\%Fe_2O_3 + 0{,}7\%SO_3)}{2{,}8\%SiO_2}$$

$\Rightarrow$ Mức độ bão hoà vôi

- $K_H \rightarrow 1$ thực tế không bằng 1 tại vì trong xi măng bao giờ cũng tồn tại $C_2S$.

- $K_H = 0{,}85 \div 0{,}95$

$K_H = 0{,}95$ tương đương Mác 1000 (P1000)

$K_H = 0{,}88$ tương đương với Mác 500 ÷ 600

$K_H = 0{,}87$ tương đương với Mác 400 (P400)

$K_H = 0{,}85$ tương đương với Mác 100 (P100)

NTTULIB

## IV. NGƯNG KẾT VÀ RẮN CHẮC CỦA XI MĂNG POOCLĂNG.

Là 1 quá trình hoá lý, diễn biến phức tạp và từ trước tới nay có nhiều giả thiết khác nhau.

Theo thuyết Baicốp được viện sĩ Rêbinđe bổ sung là đúng và hợp lý hơn.

Sự ngưng kết và cứng hoá của xi măng có 3 thời kỳ: hoà tan, hoá keo, kết tinh:

+ Thời kỳ hoà tan: Khi hạt xi măng tiếp xúc với nước thì lớp ngoài của hạt xi măng tác dụng với nước theo các phản ứng thuỷ hoá và thuỷ phân sau:

Thuỷ hoá
$$\begin{cases} 3CaO.SiO_2 + (n+1)H_2O \rightarrow 2CaO.SiO_2\ nH_2O + Ca(OH)_2 \\ 2CaO.SiO_2 + nH_2O \rightarrow 2CaO.SiO_2.nH_2O \end{cases}$$

Thuỷ phân
$$\begin{cases} 3CaO.Al_2O_3 + 6H_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.6H_2O \\ 4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3 + mH_2O \rightarrow \\ \qquad 3CaO.Al_2O_3.6H_2O + CaO.Fe_2O_3(m-6).H_2O \end{cases}$$



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

Các sản phẩm thuỷ hoá và thuỷ phân hoà tan với nước mạnh nhất là $Ca(OH)_2$, $3CaOAl_2O_3.6H_2O$ tan cho đến khi dung dịch được bão hoà vôi.

+ Thời kỳ hoá keo

Trong dung dịch đã bão hoà vôi các sản phẩm thuỷ hoá và thuỷ phân không tan nữa mà tách ra khỏi dung dịch tạo thành các hạt lơ lửng hoặc kết tủa. Mật độ các hạt này ngày càng dầy, đồng thời với nước tự do bị bay hơi dung dịch trở thành hệ keo lúc này nhiệt thuỷ hoá của ximăng rất lớn vữa xi măng mất dần tính dẻo, tuy nhiên chưa có cường độ.

+ Thời kỳ kết tinh

Trong thể keo của vữa xi măng xuất hiện các mầm kết tinh. Trước hết là của Hyđroxit canxi và Aluminat canxi. Sau đó đến các thành phần khác. Các mầm kết tinh phát triển thànhcác tinh thể có dạng hình kim, các tinh thể ngày càng dày đặcvà đan chéo vào nhau tạo thành các khuy cứng của vữa xi măng. Lúc này vữa xi măng có khả năng chịu lực. Cường độ phát triển nhanh từ 1 ÷ 3 ngày rồi đến 7 ngày. Từ 14 ngày chậm dần đến 28 ngày, chậm một cách rõ rệt sau 28 ngày cường độ vẫn tăng nhưng không đáng kể tuy nhiên có nhiều thí nghiệm chứng tỏ rằng sau 1 ÷ 2 năm cường độ vẫn tăng nhưng rất chậm.

Từ trước đến nay quy ước lấy cường độ xi măng ở tuổi 28 ngày làm mác ximăng.

## V. TÍNH CHẤT CỦA XI MĂNG POOCLĂNG.

### 1. Độ mịn.

Yêu cầu: - Lượng còn lại trên sàng (4900 lỗ/$cm^2$) không được > 15%.

- Tỷ diện tính: 2500 ÷ 3000$cm^2$/g

Độ mịn càng tăng thì sự ngưng kết và cứng hoá càng tăng $\Rightarrow$ Rx$\uparrow$

### 2. $\gamma_a$, $\gamma_o$

+ $\gamma_a$: là khối lượng riêng của xi măng: (3,05 ÷ 3,2) g/$cm^3$. γa phụ thuộc vào khoáng vật ($C_3S$, $C_2S$, $C_3A$, $C_2AF$).

+ $\gamma_o$: Là khối lượng đơn vị (ở dạng xốp bình thường = 1,3 g/$cm^3$, ở trạng thái lèn trặt =1,7 g/$cm^3$) phụ thuộc vào các khoáng vật của xi măng, đặc biệt là độ mịn của xi măng.

Nếu độ mịn càng tăng thì $\gamma_o \downarrow$.

### 3. Tính tiết nước.

XM + $H_2O \rightarrow$ Vữa xi măng có độ dẻo nhất định.

- Nếu hạt xi măng có tính giữ nước tốt $\rightarrow$ độ dẻo của hạt vữa xi măng tăng và ngược lại.


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

- Nếu hạt xi măng mất nước thì hạt xi măng mất tính dẻo.

- Xi măng có tính giữ nước tốt → tăng được liên kết dính bê tông trong khối bê tông.

**4. Lượng nước tiêu chuẩn.**

Khoảng 25-30% lượng XM; được xác định bằng thí nghiệm dùng kim vica.

Lấy 400g XM cho vào chảo, dùng lượng nước bằng 25-30% lượng XM đảo đều với XM ở trên sau đó cho vữa XM vào khẩu hình côn, lấy dao gạt bằng mặt, đặt khẩu hình côn vào đế kim vica điều chỉnh kim sát với mặt vữa (kim có đường kính 10mm).

**5. Thời gian ninh kết.**

* Thời gian tinh kết ban đầu: Là thời gian kể từ khi xi măng với nước (NTC) cho đến khi vữa xi măng bắt đầu ninh kết, trạng thái bắt  đầu ninhkết được xác định bằn kim vica:

- Cân 400g xi măng cho vào chao lấy một lượng nước khoảng 25 ÷ 30% lượng xi măng cho vào chảo dùng bay đảo đều.

- Ngay sau khi trộn xong dùng bay xúc vào đây khâu hình côn kim loại mặt trong bôi dầu, đã được đặt trên một tấm kính. Dằn tấm kính xuống mặt bàn 5 ÷ 6 cái, rồi dùng dao gạt vữa thừa vào miết bằng mặt.

- Đặt khâu hình côn vào đế kim vica. Điều chỉnh kim (1mm) xuống sát mặt vữa. Cứ 5 phút cho kim loại rơi 1 lần vào vữa cho đến khi kim cách dáy từ 5 ÷ 7mm, ta ghi lại thời gian. Đó chính là thời gian ninh kết ban đầu.

* Thời gian ninh kết cuối cùng: Là khoảng thời gian kể từ khi trộn nước vào xi măng cho đến khi vữa xi măng kết thúc quá trình ngưng kết và chuyển sang kết tinh. Được xác định bằn kim vica.

- Cứ 15 phút chokim cắm 1 lần đến khi kim chỉ cắm vào mặt vữa 5 ÷ 7mm ta ghi lại thời gian. Thời gian kể từ khi cho xi măng vào nước đến khi kim cắm vào mặt vữa từ 5 ÷ 7mm đó là thời gian ninh kết cuối cùng.

Δt càng lớn xi măng càng xấu.

Tiêu chuẩn quốc tế.

TGNIBD < 45 phút

TGNKCC > 10h

XMVN (Hải Phòng) TGNKBĐ: 1h30’ ÷ 2h30’

TGNKCC: 3h30’ ÷ 4h30’

**6. Tính ổn định thể tích.**

Tính chất giữ cho vữa xi măng không thay đổi trong quá trình đông kết và rắn chắc của vữa xi măng.


http://www.ebook.edu.vn

NTTU_LIB

http://elib.ntt.edu.vn

Trong quá trình đông rắn vữa xi măng thường bị nở ra gây nên các vết nứt làm giảm cường độ xi măng.

Nguyên nhân hiện tượng mất ổn định.

- Do CaO tự do + $H_2O \rightarrow$ Ca(OH)2 nở

- Do $CaSO_4$ quá nhiều

$3CaSO_4 + 3Ca.Al_2O_3.6H_2O + 25H_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.{}_3H_2O$

Vữa 2,5 lần

Để tránh mất ổn định thể tích xi măng

- Loại trừ CaO tự do

- Không cho quá nhiều thạch cao.

**7. Nhiệt thủy hoá.**

Trong quá trình đông rắn của vữa xi măng, nhiệt độ toả ra rất lớn do phản ứng thuỷ hoá và thuỷ phân của xi măng tốt: mùa đông ở xứ lạnh cần cung cấp Q đủ tốc độ Pn.

Xấu: Mùa hè xứ nóng cần giảm nhiệt độ để tránh ứng suất nhiệt trong các công trình bê tông khối lớn.

**8. Hiện tượng co khô của vữa xi măng**

Trong quá trình đông rắn lượng nước thuỷ hoá, thuỷ phân thường chiếm 20% so với xi măng, lượng nước pha trộn vào BT thường 50 ÷ 60% so với xi măng, còn khoảng 40% nước tự do sẽ bay hơi.

Bảo dưỡng công trình bằng cách duy trì độ ẩm cao ở ngoài công trình.

**9. Cường độ xi măng:**

Rx: Phụ thuộc thành phần khoáng vật: $C_3S$ cao $\rightarrow$ Rx cao

- Độ mịn: Độ mịn cao $\rightarrow$ Rx cao

- Độ đặc của đá xi măng: $\frac{N}{X}$ thấp Rx cao

- Môi trường có độ ẩm lớn $\rightarrow$ Rx cao, $T^0$ cao $\rightarrow$ Rx$\uparrow$

Định nghĩa: Cường độ xi măng là trị số cường độ chịu nén của bình quân ít nhất 3 mẫu thí nghiệm được chế tạo tiêu chuẩn và được dưỡng hộ sau 28 ngày ở điều kiện tiêu chuẩn: Nhiệt độ 20 ± $50^0$C, độ ẩm > 90%.

## VI. XÂM THỰC XI MĂNG POOCLĂNG VÀ BIỆN PHÁP PHÒNG NGỪA

Đặc trưng của bê tông thuỷ công là thường xuyên tiếp xúc với nước.

**1. Nguyên nhân của hiện tượng xâm thực xi măng.**

- Do hiện tượng hoà tan các thành phần khoáng vật chủ yếu là $Ca(OH)_2$ bị tan vào nước làm cho kết cấu bê tông rỗng dẫn đến R$\downarrow$.

NTTULIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

- Do hợp chất hoá học trong nước hoá hợp với khoáng vật trong đó xi măng tạo nên những hợp chất mới có thể bị hoà tan hoặc không tan (xốp không có khả năng kết dính hoặc kết tinh nở thể tích dẫn đến rạn nứt).

**2. Các dạng xâm thực của xi măng Poocläng**

*a. Xâm thực hoà tan (xâm thực nước ngọt)*

- Nguyên nhân: Do trong thành phần khoáng vật chủ yếu là $Ca(OH)_2$; $3CaOAl_2O_3.6H_2O$ tan trong $H_2O$ trong quá trình tan tiếp diễn cho đến lúc đạt được nồng độ bão hoà vôi thì dừng lại.

- Có 2 dạng môi trường:

+ Môi trường nước chuyển động: Không bao giờ nước đạt được bão hoà vôi do đó mà không dừng lại, hoà tan liên tục, tạo nên nguy cơ phá hoại công trình.

+ Môi trường nước yên tĩnh:

Hoà tan trong một thời gian sau đó nồng độ nước bão hoà, vôi dùng hoà tan → không có nguy cơ cho công trình.

*b. Xâm thực $CO_2$*

Trong nước tự nhiên thường có lượng $CO_2$ nhất định gọi là $CO_2$ cân bằng.

$CO_2 + CaCO_3 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$ (*)

Nếu $CO_2$ nhiều thì tác dụng $Ca(OH)_2$ trong đá xi măng.

$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$

$CaCO_3$ bị hoà tan do $CO_2$ theo phản ứng (*)

Kết thúc là: $Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 + H_2O$

$Ca(HCO_3)$ mức độ hoà tan lớn gấp nhiều lần so với Ca(OH)2.

*c. Xâm thực sulfat*: $SO_4^{-2} + Ca^{+} \rightarrow CaSO_4$

**3. Biện pháp phòng ngừa.**

**??????????????????????**

NTTULIB

## Đ2.4. Phụ gia khoáng vật

Định nghĩa: Phụ gia khoáng vật là các khoáng vật những đất, đá, cát, ở dạng tự nhiên hoặc đã được nghiền nhỏ dùng để trộn với xi măng hoặc vôi nhằm mục đích cải thiện một số tính chất của chúng hoặc tăng sản lượng tính kết dính.

### I. PHỤ GIA KHOÁNG VẬT TRƠ.

- Khi trộn chất kết dính trong quá trình đông kết rắn chắc nó không tham gia phản ứng có tác dụng như chất độn.

- Mục đích tăng sản lượng chất kết dính đồng thời giảm max xi măng trong trường hợp không dùng mac cao.

- Nguyên tắc pha trộn phụ gia khoáng vật tư:


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

$R_x^{P_0}.X^{P_0} = const = R_X^{hh}.X^{hh} = R_x^{hh}(X^{P_0} + Tr\%.X^{P_0})$

$X^{hh} = X^{P_0} + Tr.$

$R_x^{P_0}$ cường độ xi măng poocläng.

VD : Tr = 0,2T = 20% $XMP_0$. Tính 0,2T Tr + 1 tấn $X^{P0}$

$$R_x^{hh} = \frac{R_x^{P_0}}{1+Tr\%} \rightarrow Tr\% = \frac{R_x^{P_0} - R_y^{hh}}{R_x^{hh}}$$

$R_x^{P_0} = 500kg/cm^2$

Tr = 25%

$$R_x^{hh} = \frac{500}{1+0,25} = 400kg/cm^2$$

Mác xi măng R100

M100

## II. PHỤ GIA KHOÁNG VẬT HOẠT TÍNH.

Định nghĩa : là khi pha trộn với xi măng trong quá trình đông kết và rắn chắc nó tham gia phản ứng với khoáng vật cua xi măng tạo nên sản phẩm có thể đông kết và rắn chắc trong môi trường nước và không khí ẩm.

Thông thường có hai loại : xỉ lò cao dạng hạt và puzilam.

### 1. Phụ gia khoáng vật hoạt tính xỉ lò cao dạng hạt.

*a. Nguồn gốc và thành phần.*

Xỉ lò cao dạng hạt là phế loại của công cụ gang thép. Khi luyện trong lò cao, phần gang có khối lượng riêng lớn chìm xuống, phần xỉ khối lượng riêng nhỏ nổi lên trên cần phải vứt bỏ. Người ta vận dụng phế liệu này qua xử lý nguội nhanh có kết cấu dạng hạt nên gọi là xỉ lò cao dạng hát. Xỉ lò cao dạng hạt nếu nghiền thành bột mịn và trộn với nước sẽ có khả năng ngưng kết vì rắn chắc như xi măng. Tuy nhiên quá trình tự rắn chắc xảy ra chậm và rất yếu nên trong thực tế chỉ dùng làm phụ gia trộn với xi măng poolăng hoặc trộn với vôi làm chất kết dính.

*Xử lý xỉ lò cao:

- Phương pháp khô: cho luồng không khí lạnh t/x xỉ đun nóng.
- Phương pháp ướt: cho xỉ dung nóng chẩy vào bể đựng nước.
- Kết hợp phương pháp khô và phương pháp ướt

*Thành phần MgO, CaO, Al2O3, SiO2, Fe), CuS, MgS, FeS...

Hàm lượng các oxits chiếm > 90%

Còn lại CaS, MgS, FeS < 10%.

*b. Các tính chất*

NTTULIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

- Hệ số kiềm $M_0 = \frac{\%(CaO + MgO)}{\%(Al_2O_3 + SiO_2)}$

$M_0 > 1$ xỉ lò cao có tính kiềm

$M_0 < 1$ xỉ lò cao có tính axit

- Hệ số hoạt tính $M_A = \frac{\%Al_2O_3}{\%SiO_2}$

MA, M0 càng lớn thì xỉ có chất lượng càng cao.

Các phương pháp xác dịnh độ hoạt tính của xỉ quặng.

+ Dựa vào kết quả phân tích thành phần hoá học của $M_0$, $M_A$.

+ Dùng kính hiển vi quan sát cấu trúc, xác định tỷ lệ phần cấu trúc vô định hình và phần cấu trúc kết tinh. Nếu cấu trúc vô định hình là tốt.

+ Dùng bột xi (có pha thêm 3 ÷ 5% thạch cao) đúc mẫu để thí nghiệm cường độ. Dựa vào kết quả độ hoạt tính

+ Thí nghiệm mức độ hút $CuSO_4$.

Nếu xỉ hoạt tính cao sẽ hút được 200mg/20g xỉ.

Nếu xỉ hoạt tính trung bình sẽ hút được ÷ 200g/20g xỉ.

Nếu xỉ hoạt tính thấp sẽ hút được < 100g/20g xỉ.

**2. Puzolan**

Là khoáng vật hoạt tính không có khả năng tự rắn chắc mà phải trộn vào với vôi hoặc xi măng Poolăng nó mới có thể rắn chắc được.

*a. Thành phần và phân loại.*

- Thành phần Si02 và SiO2nH20 vô định hình.

Phân loại:

+ Loại thiên nhiên:

- Có nguồn gốc từ đá tiềm tích phong hoá như đất, dá điatômi, trêpen, apôka..

Loại có nguồn gốc từ sản phẩm từ sản phẩm núi lửa, như ??, tup núi lửa, trút núi lửa... Thành phần chủ yếu $S_iO_2$ và định hình, ngoài ra còn có $Al_2O_3$.

Loại nhân tạo: Gồm đất sét nung non, bã than, tro .

Thành phần hoá học của Puzolan Sơn Tây

| Lượng mất khi nung | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | CaO | MgO | $SO_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 69,8% | 6,75% | 0,8% | 0,8% | 0,5% | 0,034% |

Hoạt tính của Puzoolan

$xCa(OH)_2 + SiO_2.nH_2O \rightarrow xCaOSiO_2\ (n+1)H_2O$

X: trị số phụ thuộc vào độ hoạt tính của phụ gia và nhiệt độ của môi trường diễn ra phản ứng.

NTU LIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

Để đánh giá hoạt tính của Puzôlan người ta thường dùng phương pháp thí nghiệm độ hút vôi của Pyzôlan trong dung dịch.

## Đ2.5. Xi măng Poolăng - Puzôlan

Định nghĩa: Xi măng Poolăng - Puzôlan là hỗn hợp gồm xi măng Poolăng với 20 ÷ 40% puzôlan (so với khối lượng xi măng poolăng). Ngoài ra còn khoảng 5% thạch cao sống. $CaSO_4 2H_2O$.

### I. QUÁ TRÌNH ĐÔNG KẾT VÀ RẮN CHẮC CỦA XI MĂNG

Gồm 2 quá trình

- Thủy phân, thuỷ khoáng vật Clonker.

$3CaOSiO_2 + nH_2O \rightarrow 2CaOSiO_2\ (n - 1)_2 + Ca(OH)_2$.

$2CaOSiO_2 + mH_2O \rightarrow 2CaOSiO_2.mH2O$

$3CaOAl_2O_3 + 6H_2O \rightarrow 3CaOAl_2O_36H_2O$

$4.CaOAl_2O_3.Fe_2O_3 + pH_2O \rightarrow 3CaOAl_2O_3.6H_2O + CaOFe_2O_3\ (p-6).H_2O$.

$3.CaSO_4 + 3CaO.Al_2O_3.6H_2O + 25H_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4 - 31H_2O$

Quá trình hút vôi của thành phần hoạt tính

$SiO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaO.SiO_2.H_2O$

$Al_2O_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaO.Al_2O_3.H_2O$

} Thực hiện khá chậm

+ Thạch cao:

Tác dụng: Làm cho xi măng Po kéo dài thời gian đông kết, làm cho xi măng Pooclăng Puzoolan tăng nhanh quá trình đông rắn. Thời kỳ hoá keo, hạt keo có nhân Silic.

Các hạt keo có điện tích (-) đẩy nhau làm chậm quá trình đông kết.

Trong xi măng Pooclăng $3CaOAl_2O_3.6H_2O$ hoà tan phân ly các $Al^{3+}$. Trung hoà điện tích hạt keo → hiện tượng hoá keo nhanh (làm nhanh quá trình đông kết).

Nếu kéo dài quá trình đông kết vữa xi măng, phủ khử $Al^{3+}$ cho thạch cao:

$CaSO_4 + 3.CaO.Al_2O_3.6H_2O + 25H_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.31H_2O$

Xi măng Pooclăng - Puzolem tăng nhanh quá trình đông rắn → kéo dài thời gian đông kết xi măng Pooclăng. Phản ứng thuỷ phân C3S được nhiều → Ca(OH)2 tạo thành nhiều.

$Ca(OH)_2 + SiO_2 + nH_2O \rightarrow CaOSiO_2.\ (n + 1)H_2O$

$Ca(OH)_2 + Al_2O_3 + mH_2O \rightarrow CaOAl_2O_3\ (m + 1).H_2O$

### II. TÍNH CHẤT CỦA XI MĂNG POOCLĂNG - PUZÔLEM

**1. Độ mịn**

NTTU LIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

Puzôlem mềm và xốp nên dễ nghiền nhỏ hơn xi măng Pooclăng. Nên nói chung là xi măng Pooclăng - Puzôlem mịn hơn. Nhưng theo quy đinịh thì vẫn yêu cầu lượng sót trên sàng 4900lỗ/$m^2$ không vượt quá 15%.

Tỷ diện tích: 2500 ÷ 3000$cm^2$/g

**2. Khối lượng riêng và khối lượng đơn vị**

$\gamma_a$ = 2,8 ÷ 2,95kg/$m^3$, $\gamma_o$ = 0,9 ÷ 1,1 kg/$dm^3$.

**3. Lượng nước tiêu chuẩn**

- Do xi măng Pooclăng Puzôlan hạt mịn và các hạt Puzôlan xốp dễ hút nước và giữ nước cho nên xi măng Pooclăng Puzôlan có lượng nước tiêu chuẩn lớn hơn xi măng Pooclăng thường khoảng 30 ÷ 40%.

**4. Ổn định thể tích**

Xi măng Pooclăng: Thường 1 số không ổn định thể tích vì có CaO tự do > 1%.

$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$

$CaO + SiO_2.Al_2O_3 + H_2O \rightarrow CaOSiO_2.H_2O + 25H_2O.CaOAl_2O_3.H_2O$

$CaSO_4 + 3CaO.Al_2O_3.6H_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4 - 31H_2O$

Nở 2,5 lần thể tích.

**5. Nhiệt thuỷ hoá**

Thấp hơn xi măng Pooclăng. Dùng xi măng Pooclăng - Puzôlem đổ làm các công trình bê tông khối lớn.

**6. Thời gian ninh kết**

Kéo dài hơn xi măng Pooclăng: Đông kết, rắn chắc gồm 2 quá trình. Chậm hơn 1 ÷ 2h so với xi măng Pooclăng.

**7. Xâm thực**

Xi măng Pooclăng - Puzôlem có tính chống xâm thực tốt hơn xi măng Pooclăng.

Xi măng Pooclăng - Puzôlem có lượng $Ca(OH)_2$ thấp.

$3CaOAl_2O_3.6H_2O$

**8. Co nở thể tích do hút ẩm**

- Do lượng nước tiêu chuẩn dùng nhiều hơn xi măng Pooclăng nên lượng nước bay hơi lớn để lại các lỗ rỗng dẫn đến co nở thể tích lớn hơn xi măng Pooclăng.

- Không nên dùng xi măng Pooclăng Puzôlem và những công trình có mực nước thay đổi liên tục.

**9. Cường độ của xi măng Pooclăng - Puzôlam**

NTTULIB


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

- R của xi măng Pooclăng - Puzôlem chậm hơn R của Pooclăng do quá trình đông rắn dài do phản ứng hút vôi xẩy ra chậm.

$Ca(OH)_2 + SiO_2 + nH_2O \rightarrow CaO.SiO_2.(n + 1).H_2O$

Nếu $t^0 > 80^0C$ thì phản ứng nhanh.

## III. SỬ DỤNG VÀ BẢO QUẢN XI MĂNG POOCLĂNG - PUZÔLAM.

### 1. Sử dụng:

- Chỉ sử dụng xi măng Pooclăng - Puzôlam ở môi trường nước hoặc môi trường có độ ẩm lớn. Nếu dùng ở những nơi khô ráo thì không tốt bằng xi măng Pooclăng.

- Không nên dùng ở những nơi có nước thay đổi.

- Dùng cho những công trình khối lớn do nhiệt thuỷ hoá thấp.

- Không nên dùng những nơi có nước chảy qua liên tục, nơi có các lực ma sát lớn vì khả năng chống mài mòn của xi măng Pooclăng - Puzôlem là kém.

### 2. Bảo quản:

Việc bảo quản xi măng Pooclăng - Puzôlam giống như bảo quản xi măng Pooclăng.

NTTULIB


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

# CHƯƠNG III - BÊ TÔNG

## Đ3.1. Khái niệm.

## I. HỖN HỢP BÊ TÔNG:

Được tạo bởi X, C, D, N, phụ gia

Lượng xi măng chiếm khoảng 8 ÷ 15% cát, đá (cốt liệu), chiếm khoảng 80 ÷ 85% khối lượng bê tông.

- Xi măng là thành phần hoạt tính của bê tông (chất kết dính) còn cốt liệu (cát, đá) là bộ phận xương, cốt.

- Xi măng trên với nước tạo thành vữa xi măng, vữa này bao bọc các hạt cát và đá, lấp đầy các lỗ rỗng và làm cho hỗn hợp bê tông có độ nhạy nhất định. Vữa xi măng cứng rắn lại gắn kết các hạt cốt liệu với nhau và làm cho bê tông cứng như đá, vì vậy người ta thường gọi bê tông là nhân tạo.

- Để điều chỉnh các tính chất của bê tông và hỗn hợp bê tông người ta trộn thêm vào bê tông các phụ gia hoá học khác nhau. Các phụ gia này làm cho bê tông cứng nhanh hay cứng chậm, tăng độ dẻo, cường độ, tính chống thấm của bê tông.

- Bê tông được dùng phổ biến trong các ngành xây dựng nói chung và xây dựng thuỷ lợi nói riêng vì các lý do sau:

+ Cường độ cao

+ Giá thành hợp lý

+ Dễ chế tạo.

+ Hình dáng bất kỳ

NTTULIB

## II. PHÂN LOẠI.

### 1. Phân loại theo khối lượng đơn vị của hỗn hợp

- Bê tông đặc biệt nặng $\gamma_0 \geq 2,7 kg/dm^3$

Cốt hiện dùng là đá rất tốt, cát thạch anh thành phần hạt tốt. Dùng để làm móng các công trình quan trọng để đảm bảo ổn định và độ chắc của móng.

- Bê tông nặng $\gamma_0 = 2,4 \div 2,6 kg/dm^3$ (bê tông phổ thông)

Cốt liệu đá trầm tính, đã hoàn chất, đá vôi, đá sienit,... dùng cho các công trình kiến trúc, xây dựng, thuỷ lợi.

- Bê tông nhẹ $\gamma_0 = 1,8 \div 2 kg/dm^3$.

Cốt liệu: đã có độ rỗng lớn, hạt gốm. Dùng vào công trình kiến trúc chọn lọc là chính có thêm yêu cầu vô cách âm, cách nhiệt và tải trọng.

- Bê tông đặc biệt nhẹ: $\gamma_0 < 1,8 kg/dm3$


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

Cốt liệu: Đá có độ rỗng lớn, polime. Dùng vào những công trình cách nhiệt, cách âm, giảm tải chịu lực là phụ.

**2. Phân loại theo độ lưu động của hỗn hợp bê tông.**

- Bê tông rất khô (rất ít nước pha trộn). Dùng đầm rung công suất lớn. Phần lớn dùng cho các công trình giao thông.

- Bê tông khô (ít nước pha trộn). Kết cấu chịu lực lớn cường độ cao. Dùng cho giao thông, thuỷ lợi.

- Bê tông dẻo (lực nước pha trộn vừa phải). Dùng phổ thông cả thi công cơ giới lẫn thi công thủ công đều được.

- Bê tông chảy (lượng nước nhiều). Dùng cho những công trình có kết cấu phức tạp, thi công cơ giới.

- Bê tông rất chảy (lượng nước rất nhiều) hoặc có pha trộn thêm phụ gia. Dùng để thi công trong những môi trường đặc biệt. Có thể vận chuyển bằng các đường ống lớn.

**3. Phân loại theo yêu cầu sử dụng bê tông.**

- Bê tông nhiệt
- Bê tông ít toả nhiệt (khối lớn) tránh ứng suất nhiệt.
- Bê tông chọn axit
- Bê tông cường độ cao.

* Bê tông thuỷ công: Ngoài các yêu cầu về chịu lực như các bê tông khác, còn có 3 yêu cầu sau:

- Chống thấm
- Chống xâm thực
- Chống bào mòn.

NTTULIB

## Đ3.2. Vật liệu chế tạo bê tông

**A. Xi măng**

- Chọn loại xi măng (môi trường nước). Tra bảng xâm thực trang 270 (sách cũ), trang 296 và 297 (sách mới).

- Chọn mác xi măng. Tham khảo $R_{BT} > 250 \rightarrow Rx = 1{,}5R_{BT}$

$R_{BT} < 250 \rightarrow Rx = (1{,}5 \div 2{,}5)R_{BT}$

**B. Cát: Cốt liệu nhỏ**

**I. NGUỒN GỐC, THÀNH PHẦN VÀ PHÂN LOẠI CÁT (PHONG HOÁ CỦA ĐÁ TRẦM TÍCH).**


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

Thành phần: SiO2 kết tinh (thạch anh, tạp chất đá khác, khoáng vật khác).

**1. Cát núi:** Tạo thành nguy cơ tại nơi phong hoá (hoặc gần nơi phong hoá). Hạt to, sắc cạnh.

Nhược điểm: Rất bẩn vì có chất hữu cơ, nhiều sét và bụi, cần xử lý, sản lượng ít, phân tán không tập trung.

**2. Cát sông**: Từ cát núi (khe suối) chuyển ra sông: hạt đều, ít hạt to, sạch, ít tạp chất, tập trung bãi lớn.

**3. Cát biển:** Thường lẫn nhiều vỏ sò, nhiều khoáng vật muối và các khoáng vật có hại khác. Không được dùng. Ở một số vùng biển nước ta như: Quảng Bình, Nha Trang, Cam Ranh... có loại cát trắng, lượng ngậm SiO2 rất cao (> 90%) cát này rất quý dùng để thí nghiệm xi măng và chế tạo thuỷ tinh.

## II. TẠP CHẤT CÓ HẠI TRONG CÁT.

### 1. Bụi, bùn, sét.

d = 0,1 ÷ 0,01mm bụi

d = 0,01 ÷ 0,005 bùn

d < 0,005 sét

Tác hại: Làm giảm sự gắn kết giữa xi măng và cốt liệu.

Quy định, quy phạm: Bụi, bùn, sét > 5% bê tông thường.

> 3% bê tông thuỷ công.

Sét > 1% các loại bê tông.

Xác định bụi, bùn, sét bằng phương pháp rửa.

### 2. Muối sunfat

Có hại đối với các tính chất của bê tông, đặc biệt đối với bê tông cứng rắn ở nhiệt đọo và độ ẩm cao và đối với bê tông làm việc trong điều kiện ẩm thay đổi. %SO3 > 1% xác định bằng phương pháp hoá học.

### 3. Mica

Các mảnh mica mỏng, nhẵn mặt nên dính kết với mi măng không tốt làm giảm cường độ của bê tông, mặt khác mica đen dễ bị phong hoá, ảnh hưởng xấu đến độ bền của bê tông. Hàm lượng mica trong cát được xác định bằng phương pháp gạt bằng tay cho bám lên giấy hoặc bằng máy hút từ.

### 4. Tạp chất hữu cơ

Xác chết của động thực vật giảm cường độ và độ bền của bê tông xác định bằng phương pháp so màu.

- Mầu đen: quá bẩn
- Mầu vàng: Tương đối sạch

NTTULIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

- Mầu nâu đen: Bẩn
- Mầu vàng nhạt: Rất sạch
- Mầu nâu: ít bẩn hơn
- Mầu nâu vàng: bình thường

## III. THÀNH PHẦN HẠT VÀ ĐỘ LỚN CỦA CÁT.

**1. Thành phần hạt**: Các hạt có đường kính 0,14mm ÷ 5mm phân thành 5 cấp hạt.

5 ÷ 2,5mm
2,5 ÷ 1,5mm
1,25 ÷ 0,63mm
0,63 ÷ 0,315mm
0,315 ÷ 0,14mm

Phân cấp bằng phương pháp sàng. Dùng bộ sàng.

Lấy 1kg cát cho vào chồng sàng tiêu chuẩn được xắp xếp theo thứ tự 2,5 ÷ 0,14 lắp vào máy sàng khoảng 5 ÷ 7 phút. Sau đó bỏ chồng sàng ra ta cân được lượng xót riêng biệt ở từng mắt sàng, tiếp theo tính lượng xót tích luỹ theo %, và cuối cùng vẽ biểu đồ cấp phối lên biểu đồ cấp phối tiêu chuẩn.

| ĐK mắt sàng (mm) | Lượng xót Riêng biệt | | Lượng sót tích luỹ | Tiêu chuẩn |
|---|---|---|---|---|
| | (g) | % | | |
| 2,5 | 100g | 10% | 10% | 0 ÷ 20 |
| 1,25 | 200g | 20% | 30% | 15 ÷ 40 |
| 0,63 | 200g | 20% | 50% | 35 ÷ 70% |
| 0,315 | 300g | 30% | 80% | 70 ÷ 90 |
| 0,14 | 150g | 15% | 95% | 90 ÷ 100 |

NTTULIB

Lượng sót riêng biệt:

**2. Độ lớn cát là chỉ tiêu đánh giá mức độ to nhỏ của cát**

$$Mđl = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + .....A_{0,14}}{100}$$

Trong đó: $A_{2,5...\ A0,14}$: Lượng sót tích lũy trên sàng có đường kính mắt sàng lần lượt bằng 2,5.... 0,14mm.

Bảng 5 - 5 (trang 162)

| Loại cát | Môđun độ lớn | Tỷ diện | Phần lọt qua sàng 0,14 (% theo khối lượng) |
|---|---|---|---|
| Cát to | > 2,5 | - | Nhỏ hơn 10 |


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

| | | | |
|---|---|---|---|
| Trung bình | 2 ÷ 2,5 | - | < 10 |
| Cát nhỏ | 1,5 ÷ 2,0 | 100 ÷ 200 | < 15 |
| Rất nhỏ | 1,0 ÷ 1,5 | 200 ÷ 300 | |

## IV. CÁC TÍNH CHẤT CỦA CÁT.

### 1. Khối lượng riêng $\gamma_a$

- Dùng để xác định mức hổng của cát và tính thành phần cấp phối của bê tông. Khối lượng riêng của cát thường bằng 2,6 ÷ 2,7g/cm$^3$.

### 2. Khối lượng đơn vị $\gamma_0$ (ở trạng thái xốp, khô)

- $\gamma_0$ càng lớn mức hổng càng nhỏ và cấp phối càng tốt.

- Nói chung khối lượng thể tích của cát thường nằm trong phạm vi 1,35 ÷ 1,65 kg/dm$^3$. Nếu đầm chặt $\gamma_0$ có thể đạt tới 1,6 ÷ 1,7kg/dm$^3$.

### 3. Mức hổng của cát (r%)

- $r\% = (1 - \frac{\gamma_0}{\gamma_a}).100\%$

$\Delta V = f(W)$

$W = \frac{G_{am} - G_K}{G_K}$

NTTULIB

## C. Đá

Đường kính bằng 5 ÷ 70mm

### 1. Phân loại đá

*a. Đá dăm*

Chế tạo từ đá trầm tích, đá vôi, bazan... các loại sau: 0,5 ÷ 1cm; 1 ÷ 2cm; 2 ÷ 4cm; 4 ÷ 7cm.

Đặc điểm: Mặt đá xù xì, gắn kết với xi măng tốt. Lắm góc cạnh, độ lưu động bê tông kém → khó thi công. Cường độ của nó đồng nhất.

*b. Sỏi*: Do đá trầm tích phong hoá tạo thành.

Đặc điểm: Nhẵn → độ lưu động của bê tông cao, lực gắn kết kém không đồng nhất về cường độ → giảm cường độ của bê tông.

### 2. Tạp chất có trong đá

*a. Bụi, bùn, sét*: Được xác định bằng phương pháp rửa

*b. Muối sunfat*

} Tiêu chuẩn giống cát


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

*c. Hữu cơ*

**3. Thành phần hạt: 5 ÷ 70mm**

Chia thành 5 cấp hạt: 5 ÷ 10mm
10 ÷ 20mm
20 ÷ 40mm
40 ÷ 70mm
70 ÷ 150mm
} Xác định thành phần hạt

Thành phần hạt: tỷ lệ theo khối lượng của hạt cấp hạt chứa trong hỗn hợp.

Đường kính mắt sàng: 5; 10; 20; 40; 70mm

Trình tự làm thí nghiệm:

Cân 5kg đá cho vào chồng sàng tiêu chuẩn; sàng khoảng 5 ÷ 7 phút, sau đó cân lượng sót riêng biệt trên các sàng.

Tính lượng sót tích luỹ trên các sàng. Tìm $D_{max}$, $D_{min}$.

$D_{max}$: Coi là đường kính lỗ sàng nào có lượng sót tích luỹ nhỏ hơn và gần 5% nhất.

$D_{min}$: Coi là đường kính lỗ sàng nào có lượng sót tích luỹ lớn hơn và gần 95% nhất.

Từ kết quả chọn $D_{max}$, $D_{min}$ ta vẽ biểu đồ cấp phối hạt lượng sót tích luỹ trên sàng cho phép

| Đường kính lỗ sàng | LSTL (%) |
|---|---|
| 1,25 $D_{max}$ | 0 |
| $D_{max}$ | 0 ÷ 10 |
| $D_{max}$ + $D_{min}$ | 40 ÷ 70 |
| $D_{min}$ | 95 ÷ 100 |

Ví dụ:

Lượng sót trên các mắt sàng như sau:

70mm = 0%

40mm = 4%

20mm = 50%

10mm = 80%

5mm = 98%

$\Rightarrow D_{max}$ = 40mm

$D_{min}$ = 5mm


http://www.ebook.edu.vn

NTULIB

http://elib.ntt.edu.vn

$$\frac{D_{max} + D_{min}}{2} = 22{,}5mm \approx \frac{D_{min}}{2} = 20$$

**4. Tính chất của đá**

*a. Cường độ:* $R_Á \rightarrow R_{đá}$

$R_Á \leq 150 \rightarrow$ Rđá $\geq 1{,}2R_Á$

$R_Á > 150 \rightarrow R_{đá} \geq 1{,}5R_Á$

Xác định $R_{đá}$:

+ Phương pháp trực tiếp:

Gia công mẫu đá hình lập phương có kích thước 5x5x5cm hoặc hình trụ đường kính 5cm, chiều cao 5cm sau đó ép được kết quả.

Cho mẫu đá dăm (sỏi) vào hình trụ dày, cho vào máy ép đá bị vỡ ra sau đó cho vào sàng có kích thước quy định sàng. Cân lượng sót qua sàng, từ đó biết được tỷ lệ vỡ của đá là bao nhiêu tra quy phạm biết được cường độ của đá.

+ Phương pháp gián tiếp:

Cho Sỏi, đá, xi măng, nước đúc mẫu bê tông (xi măng mác cao, cát tốt) đem mẫu nén xác định cường độ. Nếu đá, sỏi không bị vỡ kết luận cường độ của đá, sỏi.

*b. Lượng hòn dòn:*

Cách xác định: Sỏi được phân làm 3 cấp; 5÷10mm, 10÷20mm, >20mm

- Sỏi có đường kính 5÷10mm: dùng lực ép tĩnh là 15kg hòn nào vỡ nhặt riêng.
- Sỏi có đường kính 10÷20mm: dùng lực ép tĩnh là 25kg hòn nào vỡ nhặt riêng.
- Sỏi có đường kính >20mm: dùng lực ép tĩnh là 35kg hòn nào vỡ nhặt riêng.

Cân lượng hòn vỡ, tính tỷ lệ hòn dòn theo công thức:

$$\text{Ty le hon don}\% = \frac{Luonghonvo}{SoiTN}100\% <= 15\%$$

*c. Lượng hòn thỏi (hòn dẹt).*

- Kích thước cạnh dài > 2 lần cạnh ngắn (hòn dài).
- Kích thước cạnh ngắn < 2 lần cạnh dài (hòn dẹt).

$$\text{Luong hon T, D}\% = \frac{LuonghonT,D}{SoiTN}100\% <= 15\%$$

*d. Mức hút nước $H_P$%.*

$$H_P\% = \frac{G_{baohoanuoc} - G_K}{G_K}100\%$$

Đối với Bê tông thường: $H_P$ không được lớn hơn 10%.

Đối với Bê tông thuỷ công: $H_P$ không được lớn hơn 5%.

NTTU LIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

Đối với Bê tông cốt thép: $H_P$ không được lớn hơn 3%.

*e. Khối lượng riêng và khối lượng đơn vị.*

$\gamma_a^{đá}$ phải lớn hơn 2,3 kg/dm$^3$ mới được dùng cho bê tông chịu lực.

Thường thì $\gamma_a^{đá}$=2,6÷2,7kg/dm$^3$

$\gamma_0^{đá}$=2,0÷2,7kg/dm$^3$ ảnh hưởng rất lớn đến cường độ của đá:

$\gamma_0^{đá}$=2,0kg/dm$^3$ → $R_{đá}$ =200 kg/cm$^2$

$\gamma_0^{đá}$=2,5kg/dm$^3$ → $R_{đá}$ =800 kg/cm$^2$

$\gamma_0^{đá}$=2,7kg/dm$^3$ → $R_{đá}$ =2000 kg/cm$^2$

**D. Nước dùng cho bê tông**

Loại nước uống được đều có thể dùng để sản xuất bê tông.

Các loại nước sau đây không thể dùng để trộn bê tông:

- Nước ở đầm ao, cống, rãnh.
- Nước chứa các chất có hại như axit, muối, đường, mỡ . . .
- Nước có nồng độ pH<4.
- Nước biển.
- Nước sông có nhiều phù sa.

**E. Xử lý cốt liệu không đạt yêu cầu về độ bẩn và cấp phối.**

- Khi cát đá bẩn quá giới hạn quy định thì phải rửa.
- Khi gặp các loại cát mà cấp phối không đạt yêu cầu thì có thể trộn 2 hoặc 3 loại cát với nhau để ra một loại cát hỗn hợp đảm bảo cấp phối.

Phối hợp 2 loại cát:

+ Phương pháp dùng khối lượng thể tích ($\gamma_0$) lớn nhất: Lấy 2 loại cát trộn với nhau theo nhiều tỷ lệ khác nhau xác định khối lượng thể tích của hỗn hợp. Vẽ biểu đồ quan hệ giữa $\gamma_0$ và tỷ lệ giữa 2 loại cát. Qua biểu đồ tìm được $\gamma_{0max}$ ứng với $\gamma_{0max}$ tìm được tỷ lệ phối hợp tốt nhất.

+ Phương pháp toạ độ chữ nhật:

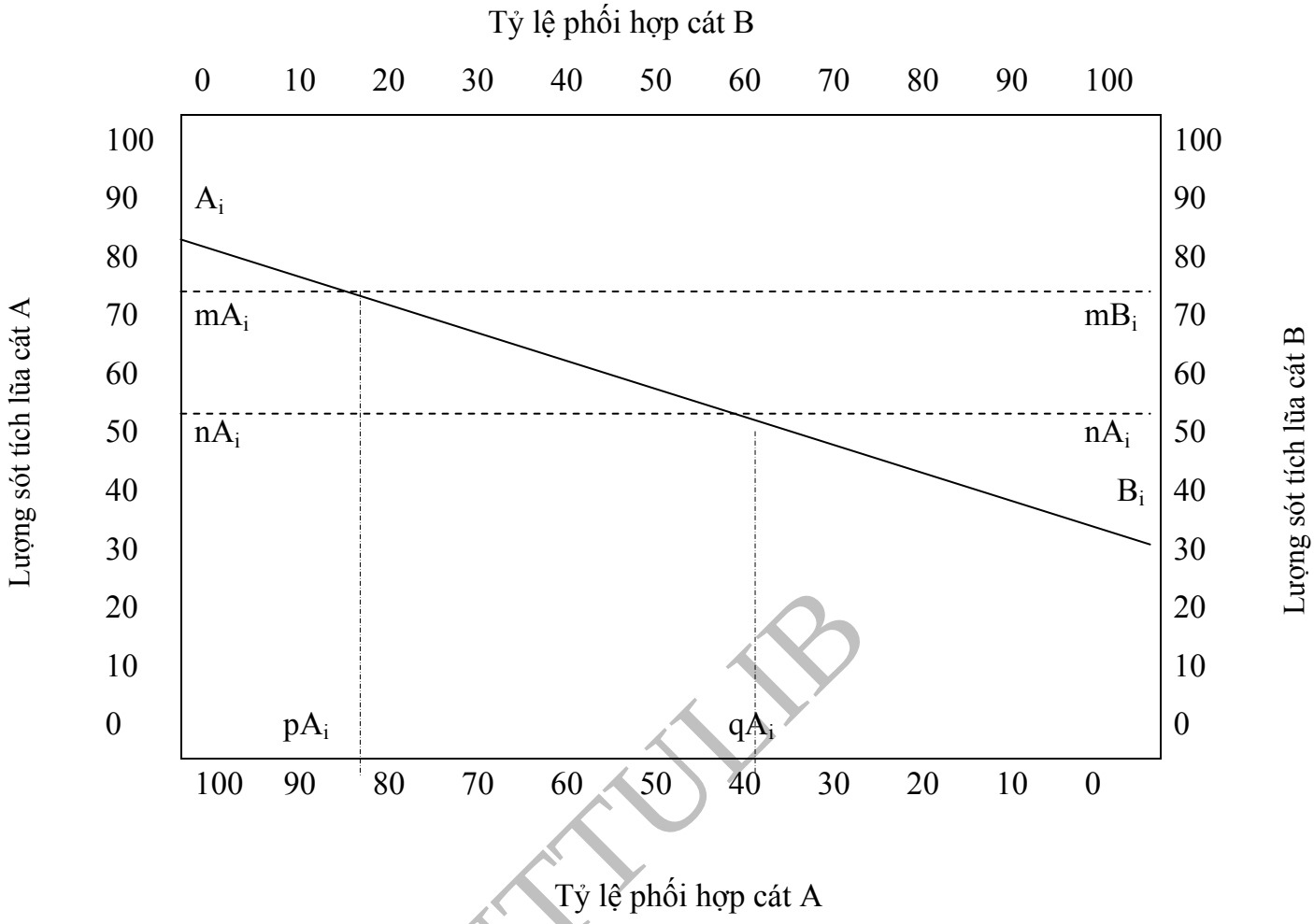
Sau khi sàng 2 loại cát A, B xác định được lượng sót tích luỹ qua sàng thứ i (0,14; ...; 2,5) của cốt liệu A, B là $A_i$% và $B_i$%, ghi vị trí $A_i$, $B_i$ lên trục tung, nối hai điểm $A_i$và $B_i$ với nhau thành 1 đường thẳng.

Tương ứng với mắt sàng thứ i có phạm vi cấp phối tiêu chuẩn của cát A, B tương ứng là $mA_i$, $nA_i$ và $mB_i$, $nB_i$ , sau đó nối $mA_i$với $mB_i$ và $nA_i$, $nB_i$ được 2 đường thẳng song song với trục hoành cắt đường AiBi tại 2 điểm, dóng 2 điểm này cắt trục hoành tại hai điểm $pA_i$, $qA_i$ đó là phạm vi cho phép của tỷ lệ phối hợp cát A, B ứng với mắt sàng thứ i. Làm lần lượt với 5 mắt sàng thì được 5 phạm vi cho phép, lấy


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

khoảng hợp của 5 phạm vi cho phép này được phạm vi cho phép phối hợp của cát A và cát B.




NTTULIB

**Đ3.3. Cường độ bê tông**

## I. CƯỜNG ĐỘ BÊ TÔNG (CHỊU NÉN).

$R^{N}_{BT} = (> \div 15)\ R^{K}_{BT}$

**1. Cường độ chịu nén của bê tông**

* Mác bê tông: Cường độ của bê tông được làm tròn bội số của 50

- Mác thấp: 50, 100
- Mác trung bình: 150, 200
- Mác cao: 300, 350, 400 chịu lực lớn

* Xác định cường độ bê tông

- Căn cứ vào $(R_Á)_{TK}$, tính vào $\frac{N}{X}, \frac{C}{X}, \frac{Đ}{X}$ với vật liệu đã xác định: C, D, X, N.


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

- Dựa vào tỷ lệ tính toán trên và vật liệu đã có sẵn ta đúc mẫu TN để xác định $(R_{BT})_{TN}$ và so sánh

$$0 \le \frac{(R_b)_{TNo} - (R_b)_{TK}}{(R_b)_{TK}} \le 5\%$$

- Nếu không đạt yêu cầu trên thì ta phải điều chỉnh lại lượng xi măng và đúc mẫu TN lại.

**2. Các yếu tố ảnh hưởng đến $R_b$**

*a. Lượng nước pha trộn:* $R_x$ , $\frac{N}{X}$

Bê tông bị phá hoại do 3 nguyên nhân:

- Vữa XM bị vỡ
- Lực gắn kết bị bung ra
- Bản thân cốt liệu bị vỡ

} Thường xảy ra

$$Rx\uparrow \rightarrow Rb\uparrow,\ \frac{N}{X}\uparrow \rightarrow Rb\downarrow$$

Độ rỗng bê tông do nước thừa sinh ra

$$r\% = \frac{N - \omega.X}{1000}.100\%$$

Trong đó: N, X: Lượng nước, xi măng dùng trong $1m^3$ bê tông. Lượng nước liên kết hoá học tính theo khối lượng xi măng.

$$r\% = \frac{(\frac{N}{X} - \omega).X}{1000}.100\%$$

Như vậy cường độ bê tông phụ thuộc vào Rx, $\frac{N}{X}$

$$R_b = f(Rx, \frac{N}{X})$$

Từ trước đến nay nhiều nhà khoa học đã nghiên cứu cường độ bê tông và đưa ra các công thức thực nghiệm dạng hàm số trên:

*b. Ảnh hưởng của cốt liệu*

Khả năng chịu lực của các thành phần đá xi măng, cốt liệu và lực dính kết của đá xi măng và cốt liệu không đồng nhất nên khi chịu lực bê tông có thể bị vỡ ở phần đá xi măng, ở cốt liệu hoặc ở mặt tiếp giáp giữa chúng hoặc nứt vỡ ở nhiều bộ phận cùng một lúc.

NTTULIB


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

Cường độ cốt liệu chỉ ảnh hưởng đến cường độ bê tông trong trường hợp $R_{CL} \leq R_{VXM}$.

Trường hợp bê tông nặng, dùng cốt liệu đặc chắc thì thông thường cường độ cốt liệu lớn hơn cường độ vữa xi măng. Vì vậy trường hợp này cường độ của cốt liệu không ảnh hưởng đến cường độ của bê tông.

*c. Ảnh hưởng của cấu tạo bê tông*

Cường độ bê tông không những chỉ phụ thuộc vào cường độ xi măng, chất lượng cốt liệu mà còn phụ thuộc vào độ đặc chắc của bê tông, nghĩa là phụ thuộc vào việc lựa chọn thành phần và chất lượng thi công bê tông. Nếu như trong bê tông có lỗ rỗng thì nước không những làm giảm diện tích chịu lực mà còn tạo ra ứng suất tập trung ở hai bê lỗ rỗng. Ứng suất này làm giảm khả năng chịu lực của bê tông khi có ngoại lực tác dụng.

## II, CÁC CÔNG THỨC THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ BÊ TÔNG.

### 1, Công thức Bêlaiép.

$$R_6^{28} = \frac{R_x^{28}}{K(\frac{N}{X})^{1,5}}$$

K: Hệ số kinh nghiệm

K = 3,5 đá dăm

K = 4 đá sỏi

Tỷ lệ $\frac{N}{X} = 0,4 \div 0,8$

Nếu giảm nữa $R_b \downarrow$ đột ngột.

Nhận xét:

- Tỷ lệ Rb = f($\frac{N}{X}$) quan hệ hypecbon
- BT dẻo: tỷ lệ $\frac{N}{X} = 0,4 \div 0,8$
- Cốt liệu: Đá, sỏi có thành phần hạt tốt
- Hệ số kinh nghiệm mới đề cấp đến 2 yếu tố còn thiếu nhiều yếu tố.
- Công thức này có sai số

### 2, Công thức Bôlômây:

$$R_6^{28} = K.Rx.(\frac{X}{N} - 0,5)$$

NTTULIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

K: Hệ số kinh nghiệm, K = 0,5 sỏi

K = 0,55 đá

Nhận xét:

- Quan hệ: $R_b = f(\frac{N}{X})$ đường thẳng

- BT dẻo: $\frac{X}{N} > 1,4 \div 2,5$

- Cốt liệu: Đá, sỏi có thành phần hạt tốt, sạch.

- Hệ số kinh nghiệm K chưa đề cập đầy đủ đến các yếu tố ảnh hưởng.

**3, Công thức Bôlômây - Xkrămtacv**

- Bê tông dẻo ($\frac{N}{X} = 0,4 \div 0,7$), $R_b = K_1.Rx(\frac{X}{N} + 0,5)$

- Bê tông khô ($\frac{N}{X} < 0,4$), $R_b = K_2.Rx(\frac{X}{N} - 0,5)$

| Loại vật liệu | $K_1$ | | $K_2$ | |
|---|---|---|---|---|
| Tốt | 0,5 | 0,65 | 0,33 | 0,43 |
| Trung bình | 0,45 | 0,6 | 0,3 | 0,4 |
| Xấu | 0,4 | 0,55 | 0,27 | 0,37 |

**3. Tính biến hình của bê tông khi chịu tải**

Trong quá trình đông kết và rắn chắc thể tích của bê tông có thể bị biến dạng (biến hình) có hai loại biến hình sau:

*a. Biến hình do co ngót*

Nguyên liệu: Trong quá trình đông rắn nước tự do sẽ dần dần bay hơi làm cho thể tích bê tông co lại mặt ngoài khối bê tông co nhanh hơn phía trong → do đó gây nên rạn nứt mặt ngoài làm giảm $R_b$ và độ bền của bê tông.

Khắc phục: Trong quá trình đông rắn hạn chế sự bay hơi của khối bê tông.

*b. Biến hình do từ biến*

Sau 28 ngày trở lên tác dụng lực tập trung P làm cho cột lún xuống Δ1. Biến dạng tức thời ngay sau khi P tác dụng. Nếu duy trì P một thời gian dài thì cột bê tông tiếp xúc biếtn dạng Δ2 sau đó thôi. Δ2 từ biến.

- Nguyên nhân:

Trong đá có: 2CaOSiO2 (n-1)H2O là sản phẩm của quá trình thuỷ hoá và thuỷ phân xi măng tồn tại thể keo, khi chịu tác dụng của lực sẽ bị các thành phần kết tinh dồn ép và nó chuyển dịch vào các lỗ rỗng trong bê tông do đó nó gây nên từ biến. Hiện

NTTULIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

tượng này có lợi tạo nên độ đặc của bê tông. Phân bố lại ứng suất trong đá bê tông làm cho bê tông đồng nhất về cường độ.

### Đ3.4. Phụ gia cho bê tông

**I. PHỤ GIA ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐÔNG RẮN CỦA BÊ TÔNG.**

Thực chất là tăng nhanh quá trình đông rắn của bê tông.

Nguyên lý: Muốn quá trình đông rắn nhanh hay chậm thì ta phải điều chỉnh Hydrocanxit trong dung dịch vữa xi măng.

NTTULIB

## CHƯƠNG IV - VỮA XÂY DỰNG

Chất dính + nước + cát + (vôi)

**I. Vật liệu chế tạo vữa**

1. Xi măng: - Loại XM, tra bảng xâm thực chọn XM
- XM căn cứ vào vữa chọn → Rx

Rv = 25 kg/cm2 → Rx = 200 #
= 50 → Rx = 200 ÷ 300
= 75 → Rx = 300 ÷ 350
= 100, 150, 200 → Rx = 400, 500

2. Cát: thành phần hạt

| ĐK lỗ sang (mm) | 5 | 1,25 | 0,315 | 0,14 |
|---|---|---|---|---|
| LSTL (%) | 0 ÷ 55 | 0 ÷55 | 30 ÷95 | 75 ÷100 |

Độ bẩn cho phép (tối đa )

Rv ≤ 10 kr/cm$^2$ → Độ bẩn tối đa ≤ 20%

Rv = 25 ÷ 50kg/m$^2$ → ≤ 10%

Rv = 100 kg/m$^2$ → ≤ 5%


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

3. Vôi: Vôi tôi lây khoảng cách 20 ÷ 30 ngày. Công trình to dùng vôi sống nghiền nhỏ thi công khó hơn.

## II. CÁC TÍNH CHẤT CỦA VỮA XÂY DỰNG

1. Tính lưu động: vữa yêu cầu có tính chất lưu động lớn các để thi công dễ dàng. Dùng thí nghiệm độ cắm chuỳ để xác định lưu đọng của vữa.

ĐC (cm) ĐC càng lớn vữa càng tốt. Su cao để thi công cần thiết chọn độ lưu động theo loại khối xây.

| Loại khối xây | Trời nóng VL kém dạc | ẩm ướt, lạnh, đặc chắc |
|---|---|---|
| gạch | DC = 8 ÷ 10mm | DC = 6 ÷ 8mm |
| Đá hộc | 6 ÷ 7 | 4 ÷ 5 |
| Đá hốc dùng máy di động | 2 ÷ 3 | 1 ÷ 2 |

2. Tính giữ nước:

Vữa sau khi trộn phải có khả năng giữ nước tức không để nước chảy ra ngoài làm ảnh hưởng quá trình thuỷ hoá, thuỷ phân xi măng. Đồng thời giảm tính nhiễm dều vữa - tính công trình kém. Trong thí nghiệm dùng độ cân bằng để đánh giá tính giữ nước của vữa. Có 2 phương pháp để điều trị phân tầng.

a. Phương pháp để lắng, dùng 2 cốc kim loại hình óng vữa sau khi trộn xong cốc cao đo độ căm dày sau đó để im 30 phút có thể hạt cát to lắng xuống vữa XM. Nóc ổi lên tren làm mặt dộ vữa in cốc không đồng đều.

Lấy bỏ $\frac{2}{3}$ phía trên cốc còn 1/3 dưới đáy cốc đem trộn lại chođều và cho vào cốc thứ hai và tiến hành đo độ lưu động ĐCr và phân tàng: Pt = ĐC1 - ĐC2.

b. Phương pháp chấn động: Ta có 3 hình trụ kim loại ghép vào nhau cho vữa mới trộn và hình trụ ghép đầy mặt lấy hay gạt bằng cho ống hình trụ ghép có vữa lên máy chấn động cho máy chạy 30 giây cho bảng a ∈ Đ sang trái (mũi tên ) và bảng b CĐ sang phải (mũi tên) nó sẽ chia vữa t hành 3 phần khác nhau trong 3 hình trụ 1, 2, 3.

Chúng ta đo độ cắm dùng ĐC1 (ống 1) ĐC3 (ống 3).

Phân tầng: PT = ĐC1 - ĐC2 (cm)

## III. Cường độ của vữa:

1. Cường độ chiu nén

- Trường hợp VL xây dựng đặc trắc (đá) $Rv = 0,25.Rx\left(\frac{X}{N} - 0,4\right)$ (kg/m$^2$)


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

- Trường hợp VL hút nước (gạch, đá xốp)

$Rv = K.Rx\ (X - 0,05) + 4$ $(kg/m^2)$

Rv - cường độ vữa tuổi 28 ngày

Rx - Mác XM tuổi 28 ngày

$\frac{X}{N}$ - Tỷ lệ xi măng trên nước dùng để trộn đối VL xây chắc

X - Lượng xi măng tính theo "tấn" dùng với $1m^3$ cát (đồng nghĩa với dùng $1m^3$ vữa)

K - Hệ số kinh nghiệm

Rx được xác định theo phương pháp khô TOCT 310 ÷ 41

Cát lớn $M_K > 2,5 \rightarrow k = 1$

Cát vừa $M_K = 2 \div 2,5 \rightarrow K = 0,8$

Cát nhỏ $M_K = 1,5 \div 2 \rightarrow K = 0,5 \div 0,7$

Rx xác định theo phương pháp ướt TOCT 310 ÷ 60

Cát lớn $\rightarrow K = 2,2$

Cát vừa $\rightarrow K = 1,8$

Cát nhỏ $\rightarrow K = 1,4$

Đối VL xốp gạch đá xốp $X = \frac{Rv}{K.Rx}.1000$ (kg) (1)

X: Lượng dùng XM với 1m3 cát vàng có $M_k = 2 \div 2,5$ và cát có $W = 1 \div 2\%$.

Nếu MK = 1,5 ÷ 2 và W = 0 thì tăng 10 ÷ 15 % xi măng trong trường hợp pha vôi (vữa ba ta) (X + V + N + C)

Vôi nhuyễn $V = 170 ( 1 - 0,002X) \gamma cv$ (kg)

X tính theo CT (1)

2. Cường độ dính kết:

- Cường độ chống kéo

$$R_v^H = \frac{1,8}{14 + R_v}.R_v$$

- Cường độ chống cắt:

$$R_v^C = \frac{3}{14 + R_v}.R_v$$

$R_V$: cường độ chịu nén của vữa

NTTULIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

**IV. Xác định T/P của vữa:**

1. Phương pháp tính toán kết hợp thực nghiệm chỉ cần biết xi măng, cát, nước cho vào để thi công là được.

NTTULIB


http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

Cho biết: $R_{vua}^{TK}$ và có các vật liệu sẵn x, c

a. Tính toán: áp dụng công thức kinh nghiệm tính ra cho 1m3 bê tông

$R_V = K.Rx\ (X - ox5) + 4$ (VL kém đặc)

$$X = \frac{R_V}{K.R_x}.1000\ (kg)$$

Tính ra lượng xi măng dùng với 1m3 cát nghĩa cho ta 1m3 vữa. Đo $\gamma_{ox}$ và $\gamma_{oc}$.

Biểu thị thép khối lượng: $X = \gamma_{oc}$ ((kg) (kg/$m^3$)

$$1: \frac{\gamma_{oc}}{X}$$

Cứ 1 đơn vị XM trộn với $\frac{\gamma_{oc}}{X}$ đơn vị của cát.

- Theo thể tích $\frac{X}{\gamma_{ox}}:1$ $\qquad 1: \frac{\gamma_{ox}}{X}$

- Cứ 1 đv thể tích XM trộn với $\frac{\gamma_{ox}}{X}$ đơn vị của cát.

* Đối với ba ta: tính ra theo CT kinh nghiệm lượng vôi dùng cho 1$m^3$ vữa biểu thị theo khối lượng $X : V : \gamma_{oc} \Leftrightarrow 1 : \frac{V}{X} : \frac{\gamma_{oc}}{X}$

Biểu thị theo thể tích $\frac{X}{\gamma_{ox}} : \frac{V}{\gamma_{ov}} :1 \Leftrightarrow 1 : \frac{V}{\gamma_{ov}} : \frac{\gamma_{oc}}{X} : \frac{\gamma_{oc}}{X}$

b. Kiểm tra bằng thực nghiệm: sau khi tính toán xong trộn màu vữa theo tỷ lệ tính toán với lượng nước thích hợp cho độ lưu động phù hợp với thi công và đúc mẫu để xác định cường độ và cuối cùng ta được $R_v^{TN}$

Yêu cầu $15\% > \frac{R_v^{TN} - R_v^{TT}}{R_v^{TK}} > 0$

Nếu chỉ số < 0 và lớn > 15% điều chỉnh T/p của vữa

2. Phương pháp thực nghiệm hoàn toàn, xây dựng nên các quan hệ thực nghiệm từ VL sẵn có của công trường.

Đấn vấn đề: cho biết toàn bộ các nguyên vật liệu (các tính chất, chỉ tiêu cơ số) cho biết $R_V^{TK}$ ĐC $^{y/cầu}$ (độ chảy yêu cầu)

NTTULIB



http://www.ebook.edu.vn

http://elib.ntt.edu.vn

# KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

## ( THEO TIÊU CHUẨN 22TCN272-05)

## Mục lục

1 KHÁI NIỆM CHUNG VỀ KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP ..... 4
1.1 ĐẶC ĐIỂM CHUNG CỦA KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP ..... 4
1.1.1 Bê tông cốt thép ..... 4
1.1.2 Bê tông cốt thép dự ứng lực (DƯL) ..... 5
1.2 ĐẶC ĐIỂM CHUNG VỀ CẤU TẠO VÀ CHẾ TẠO KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP 6
1.2.1 Đặc điểm cấu tạo : ..... 6
1.2.2 Đặc điểm chế tạo: ..... 8
2 VẬT LIỆU DÙNG TRONG BÊ TÔNG CỐT THÉP ..... 13
2.1 BÊ TÔNG ..... 13
2.1.1. Phân loại bê tông ..... 13
2.1.2. Các thuộc tính ngắn hạn của bê tông cứng ..... 14
2.1.3. Các thuộc tính dài hạn của bê tông cứng ..... 21
2.2 CỐT THÉP ..... 28
2.2.1. Cốt thép thường ..... 28
2.2.2. Cốt thép dự ứng lực ..... 30
2.3 BÊ TÔNG CỐT THÉP ..... 35
2.3.1. Khái niệm về dính bám giữa bê tông và cốt thép ..... 35
2.3.2. Chiều dài phát triển lực ..... 36
2.3.3. Các dạng phá hoại và hư hỏng của bê tông cốt thép ..... 37
3 NGUYÊN LÝ THIẾT KẾ THEO TIÊU CHUẨN 22TCN272-05 ..... 38
3.1 QUAN ĐIỂM CHUNG VỀ THIẾT KẾ ..... 38
3.2 SỰ PHÁT TRIỂN CỦA QUÁ TRÌNH THIẾT KẾ ..... 38
3.2.1. Thiết kế theo ứng suất cho phép (ASD)-Allowable Stress Design ..... 38
3.2.2. Thiết kế theo hệ số tải trọng và sức kháng (LRFD-Load and Resistance Factors Design) 39
3.3 NGUYÊN TẮC CƠ BẢN CỦA TIÊU CHUẨN 22TCN 272-05 ..... 40
3.3.1. Tổng quát ..... 40
3.3.2. Khái niệm về tính dẻo, tính dư và tầm quan trọng trong khai thác ..... 41
3.3.3. Các trạng thái giới hạn ..... 42
3.4 TẢI TRỌNG VÀ HỆ SỐ TẢI TRONG THEO 22TCN 272-01 ..... 44
4.4.1. Tải trọng và tên tải trọng- Các tổ hợp tải trọng ..... 45
4 CẤU KIỆN CHỊU UỐN ..... 49
4.1 ĐẶC ĐIỂM CẤU TẠO ..... 49

4.1.1 Cấu tạo của bản và dầm....49
4.1.2 Tiêu chuẩn lựa chọn tỷ lệ chiều dài – chiều cao nhịp....52
4.1.3 Chiều dày lớp bê tông bảo vệ....52
4.1.4 Cự li cốt thép....53
4.1.5 Triển khai cốt thép chịu uốn....55
4.2 ĐẶC ĐIỂM CHỊU LỰC , CÁC GIẢ THIẾT CƠ BẢN....55
4.2.1 Đặc điểm làm việc....55
4.2.2 Các giả thiết cơ bản....59
4.2.3 Giả thiết phân bố ứng suất khối chữ nhật....60
4.3 TÍNH TOÁN TIẾT DIỆN BTCT THƯỜNG THEO TTGH CƯỜNG ĐỘ....60
4.3.1 Tính toán tiết diện chữ nhật cốt thép đơn....60
4.3.2 Tính toán tiết diện chữ nhật cốt thép kép:....66
4.3.3 Tính toán tiết diện chữ T....71
4.4 TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CHỊU CẮT....78
4.4.1 Mô hình chống và giằng ( Strut And Tie Models)....78
4.4.1.1 Nguyên lý chung và phạm vi áp dụng :....78
4.4.1.2 Phân chia kết cấu thành các vùng B và D:....80
4.4.1.3 Một số mô hình tiêu biểu.....83
4.4.2 Các bộ phận của mô hình chống và giằng :....87
4.4.3 Các phương pháp thiết kế, các yêu cầu chung....89
4.4.3.1 Các phương pháp thiết kế....89
4.4.3.2 Các yêu cầu chung....89
4.4.4 Mô hình thiết kế mặt cắt....92
4.4.4.1 Sức kháng cắt danh định....92
4.4.4.2 Thiết kế chịu lực cắt cấu kiện BTCT thường....93
4.5 TÍNH TOÁN KẾT CẤU BTCT THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG VÀ TRẠNG THÁI GIỚI HẠN MỎI....99
4.5.1 Trạng thái giới hạn sử dụng....99
4.5.1.1 Nứt và Quá trình hình thành và mở rộng vết nứt....99
4.5.1.2 Kiểm soát nứt của dầm BTCT thường chịu uốn (A5.7.3.4)....100
4.5.1.3 Khống chế biến dạng (A5.7.3.6)....102
4.5.1.4 Phân tích ứng suất trong BT, CT của dầm BTCT thường chịu uốn....103
5 CẤU KIỆN CHỊU LỰC DỌC TRỤC....111
5.1 ĐẶC ĐIỂM CẤU TẠO....111
5.1.1 Hình dạng mặt cắt:....111
5.1.2 Vật liệu:....111
5.2 ĐẶC ĐIỂM CHỊU LỰC VÀ GIẢ THIẾT TÍNH TOÁN....115
5.2.1 Phân loại cột- theo tính chất chịu lực:....115
5.2.2 Các giả thiết tính toán:....118
5.3 TÍNH TOÁN CÁC LOẠI CỘT....119
5.3.1 Khả năng chịu lực của cột ngắn:....119

5.3.2 Tính toán cột mảnh....130
5.3.3 Tính toán cột chịu nén lệch tâm theo hai phương....133
6 KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC....140
( BÊ TÔNG ỨNG SUẤT TRƯỚC)....140
6.1 KHÁI NIỆM CHUNG....140
6.1.1 Giới thiệu....140
6.1.2 Trạng thái ứng suất dầm bê tông dự ứng lực....140
6.2 PHÂN LOẠI BÊ TÔNG CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC....141
6.2.1 Theo vị trí của lực căng....141
6.2.2 Theo thời điểm căng....142
6.2.3 Theo hình dạng cáp dự ứng lực....143
6.2.4 Theo mức độ hạn chế ứng suất kéo trong trong bê tông....143
6.2.5 Theo mức độ dính bám của thép dự ứng lực và bê tông....143
6.3 CÁC CHỈ DẪN VỀ CẤU TẠO....143
6.3.1 Thiết bị cho cấu kiện BTCT DƯL....143
6.3.2 Vật liệu dùng trong BTCT DƯL....146
6.3.3 Bố trí cốt thép....147
6.4 CÁC CHỈ DẪN VỀ TÍNH TOÁN....148
6.4.1 Trị số ứng suất trước trong cốt thép và bê tông....148
6.4.2 Mất mát ứng suất trước trong cốt thép....148
6.4.2.1 Tổng mất mát ứng suất trước....148
6.4.2.2 Các mất mát ứng suất tức thời....149
6.4.2.3 Các mất mát ứng suất theo thời gian....151
6.4.3 Chỉ dẫn tính toán theo trạng thái giới hạn sử dụng....153
6.4.3.1 Giới hạn ứng suất đối với bê tông tại thời điểm truyền lực căng - các cấu kiện dự ứng lực toàn phần....154
6.4.3.2 Giới hạn ứng suất đối với bê tông ở giai đoạn sử dụng - các cấu kiện dự ứng lực toàn phần 155
6.4.3.3 Các giới hạn ứng suất đối với cốt thép dự ứng lực....156
6.4.4 Chỉ dẫn tính toán chịu uốn theo trạng thái giới hạn cường độ....157
6.4.4.1 Chiều cao trục trung hoà của dầm có cốt thép dính bám....157
6.4.4.2 Vị trí trục trung hoà đối với dầm có cốt thép không dính bámh....160
6.4.4.3 Sức kháng uốn....163
6.4.4.4 Các giới hạn về cốt thép....163
6.4.5 Thiết kế chịu lực cắt cấu kiện BTCT Dự ứng lực....168
TÀI LIỆU THAM KHẢO....172

# 1 KHÁI NIỆM CHUNG VỀ KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

## 1.1 ĐẶC ĐIỂM CHUNG CỦA KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

### 1.1.1 Bê tông cốt thép

Bê tông cốt thép là một loại vật liệu xây dựng hỗn hợp do hai vật liệu thành phần có tính chất cơ học khác nhau là bê tông và thép cùng cộng tác chịu lực với nhau một cách hợp lý và kinh tế.

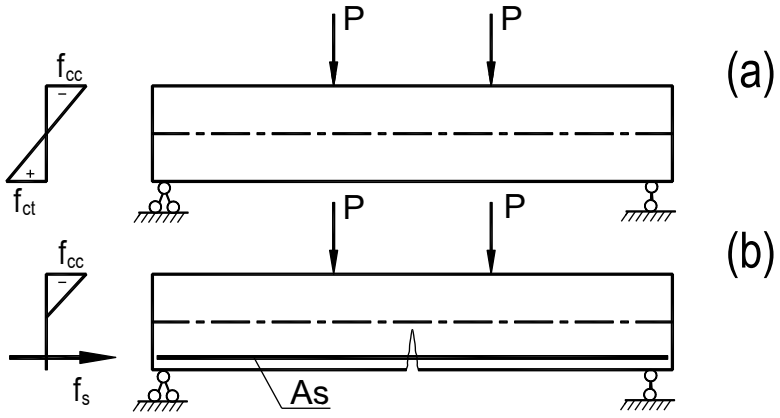
Bê tông là một loại đá nhân tạo thành phần bao gồm cốt liệu (cát, đá ) và chất kết dính ( xi măng, nước...). Bê tông có khả năng chịu nén tốt, khả năng chịu kéo rất kém .

Thép là vật liệu chịu kéo hoặc chịu nén đều tốt. Do vậy người ta thường đặt cốt thép vào trong bê tông để tăng cường khả năng chịu lực cho kết cấu từ đó sản sinh ra bê tông cốt thép.

Để thấy được sự cộng tác chịu lực giữa bê tông và cốt thép ta xem các thí nghiệm sau:

Uốn một dầm bê tông như trên hình 1.1a, trên dầm chia thành hai vùng rõ rệt là vùng kéo và vùng nén. Khi ứng suất kéo trong bê tông $f_{ct}$ vượt quá cường độ chịu kéo của bê tông thì vết nứt sẽ xuất hiện, vết nứt di nhanh lên phía trên và dầm bị gãy đột ngột, khi ứng suất trong bê tông vùng nén còn khá nhỏ so với cường độ chịu nén của bê tông. Dầm bê tông chưa khai thác hết được khả năng chịu nén tốt của bê tông, khả năng chịu mô men của dầm nhỏ.

Với một dầm như trên được đặt một lượng cốt thép hợp lý vào vùng bê tông chịu kéo hình 1.1b, khi ứng suất kéo $f_{ct}$ vượt quá cường độ chịu kéo của bê tông thì vết nứt cũng sẽ xuất hiện. Nhưng lúc này dầm chưa bị phá hoại, tại tiết diện có vết nứt lực kéo hoàn toàn do cốt thép chịu, chính vì vậy ta có thể tăng tải trọng cho tới khi ứng suất trong cốt thép đạt tới giới hạn chảy hoặc bê tông vùng nén bị nén vỡ.




Hình 1.1 Dầm bê tông và bê tông cốt thép

Dầm BTCT khai thác hết khả năng chịu nén tốt của bê tông và khả năng chịu kéo tốt của thép. Nhờ vậy khả năng chịu mô men hay sức kháng uốn lớn hơn hàng chục lần so với dầm bê tông có cùng kích thước.

Cốt thép chịu chịu kéo và nén đều tốt nên nó còn được đặt vào trong các cấu kiện chịu kéo, chịu nén, cấu kiện chịu uốn xoắn để tăng khả năng chịu lực giảm kích thước tiết diện và chịu lực kéo xuất hiện do ngẫu nhiên.

Bê tông và thép có thể cùng cộng tác chịu lực là do:

- Trên bề mặt tiếp xúc giữa bê tông và thép có Lực dính bám khá lớn nên lực có thể truyền từ bê tông sang thép và ngược lại. Lực dính bấm có tầm rất quan trọng đối với BTCT. Nhờ có lực dính bám mà cường độ của cốt thép mới được khai thác, bề rộng vết nứt trong vùng kéo mới được hạn chế. Do vậy người ta phảo tìm mọi cách để tăng cường lực dính bám giữa bê tông và cốt thép.
- Giữa bê tông và cốt thép không xảy ra phản ứng hoá học, bê tông còn bảo vệ cho cốt thép chống lại tác dụng ăn mòn của môi trường.
- Hệ số giãn nở dài vì nhiệt của bê tông và cốt thép là xấp xỉ bằng nhau ( bê tông $\alpha_c$=10,8.10-6/oC , thép $\alpha_s$=12.10-6/oC ). Do đó khi nghiệt độ thay đổi trong phạm vi thông thường (dưới 100oC) nội ứng suất xuất hiện không đáng kể, không làm phá hoại lực dính bám giữa bê tông và cốt thép.

Ưu nhược điểm của bê tông cốt thép:

Ưu điểm:

- Có khả năng sử dụng các vật liệu địa phương .
- Có khả năng chịu lực lớn hơn so với kết cấu gạch đá và gỗ .BTCT chịu các tải trọng động tốt ,kể cả tải trọng động đất. BTCT chịu lửa tốt.
- Giá thành hạ hơn, chi phí duy tu bảo dưỡng ít.
- Có thể đúc thành hình dạng kết cấu khác nhau để dáp ứng các yêu cầu cấu tạo, kiến trúc và yêu cầu sử dụng.

Khuyết điểm:

- Có trọng lượng bản thân lớn.
- Kiểm tra chất lượng khó khăn, tốn thời gian thi công. Sửa chữa thay thế khó khăn.
- Thường hay xuất hiện khe nứt ảnh hưởng đến chất lượng sử dụng và tuổi thọ của kết cấu.

### 1.1.2 Bê tông cốt thép dự ứng lực (DƯL)

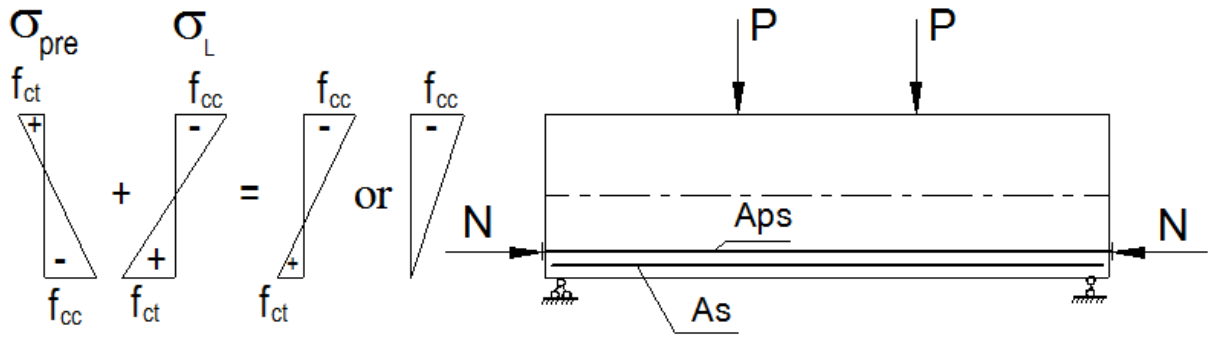
Khi sử dụng BTCT người ta thấy xuất hiện các nhược điểm:

- Nứt sớm giới hạn chống nứt thấp
- Không cho phép sử dụng hợp lý cốt thép cường độ cao. Khi ứng suất trong cốt thép chịu *kéo* $f_s$=20-30 MPa các khe nứt đầu tiên trong bê tông sẽ xuất hiện. Khi dùng thép cường độ cao ứng suất trong cốt thép chịu kéo có thể đạt 1000-1200 MPa hoặc lớn hơn điều đó làm xuất hiện các khe nứt rất lớn vượt quá trị số giới hạn cho phép.

Để khắc phục hai nhược điểm trên người ta đưa ra kết cấu BTCT dự ứng lực (BTCTDƯL). Hai nhược điểm trên đều xuất phát từ khả năng chịu kéo kém của bê tông. Trước khi chịu lực như hình 1.1b người ta tạo ra trong cấu kiện một trạng thái ứng suất ban đầu ngược với trạng thái ứng suất khi chịu tải, ta sẽ có biểu đồ ứng suất như hình 1.2 và sẽ được kết cấu nứt nhỏ ( $f_{ct}$ nhỏ ) hoặc không nứt ( $f_{ct}$=0).

Khái niệm *kết cấu dự ứng lực*: kêt cấu dự ứng lực là loại kết cấu mà khi chế tạo chúng người ta tạo ra một trạng thái ứng suất ban đầu ngược với trạng thái ứng suất do tải trọng khi sử dụng,

nhằm mục đích hạn chế các yếu tố có hại đến tình hình chịu lực của kết cấu do tính chất chịu lực kém của vật liệu.




**Hình 1.2 Ứng suất trong cấu kiện BTCT dự ứng lực**

Với bê tông cốt thép, chủ yếu người ta tạo ra ứng suất nén trước cho những vùng của tiết diện mà sau này dưới tác dụng của tải trọng khi sử dụng sẽ phát sinh ứng suất kéo. Ứng suất nén trước này có tác dụng làm giảm hoặc triệt tiêu ứng suất kéo do tải trọng sử dụng sinh ra. Nhờ vậy mà cấu kiện nứt có thể nhỏ hoặc không nứt.

Ta có thể tạo ra các trạng thái ứng suất ban đầu khác nhau bằng hai cách: Thay đổi vị trí lực nén trước, thay đổi trị số lực nén trước. Như vậy có thể tạo ra các kết cấu tối ưu về mặt chịu lực cũng như giá thành.

Ưu điểm của kết cấu BTCTDƯL so với BTCT hay tác dụng chính của dự ứng lực:

- Nâng cao giới hạn chống nứt do đó có tính chống thấm cao.
- Cho phép sử dụng hợp lý cốt thép cường độ cao, bê tông cường độ cao
- Độ cứng tăng lên nên độ võng giảm ,vượt được nhịp lớn hơn so với BTCT thường.
- Chịu tải đổi dấu tốt hơn nên sức kháng mỏi tốt.
- Nhờ có ứng suất trước mà phạm vi sử dụng của kết cấu bê tông cốt thép lắp ghép, phân đoạn mở rộng ra nhiều. Người ta có thể sử dụng biện pháp ứng lực để nối các cấu kiện đúc sẵn lại với nhau thành một kết cấu.

Nhược điểm của kết cấu BTCTDƯL so với BTCT thường:

- Ứng lực trước không những gây ra ứng suất nén mà còn có thể gây ra ứng suất kéo ở phía đối diện làm cho bê tông có thể bị nứt.
- Chế tạo phức tạp hơn yêu cầu kiểm soát chặt chẽ về kỹ thuật để có thể đạt chất lượng như thiết kế đề ra.

## 1.2 ĐẶC ĐIỂM CHUNG VỀ CẤU TẠO VÀ CHẾ TẠO KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

### 1.2.1 Đặc điểm cấu tạo :

Trong bê tông cốt thép vấn đề giải quyết cấu tạo sao cho hợp lý là rất quan trọng. Hợp lý về mặt chon vật liệu (Mác bê tông hay cấp bê tông, nhóm thép hay loại thép ), hợp lý về chon dạng tiết diện và kích thước tiết diện, hợp lý về việc bố trí cốt thép. Giải quyết các liên kết giữa các bộ phận, chọn giải pháp bảo vệ kết cấu chống xâm thực … ,tính có thể thi công được ( tính khả thi).

Dạng tiết diện và sơ đồ bố trí cốt thép phụ thuộc vào trạng thái ứng suất trên tiết diện. Trong cấu kiện chịu uốn trạng thái ứng suất trên tiết diện có vùng kéo có vùng nén thì tiết diện thường được mở rộng ở vùng nén( như chữ T). Với cấu kiện chỉ chịu lực dọc trục trên tiết diện ứng suất gần như phân bố đều dạng tiết diện thường được chon là đối xứng như vuông, tròn, chữ nhật.

***a/-Bê tông cốt thép thường:***

Cốt thép được đặt vào trong cấu kiện bê tông cốt thép để: chịu ứng suất kéo, chịu ứng suất nén, để định vị các cốt thép khác. Số lượng do tính toán định ra nhưng cũng phải thoả mãn các yêu cầu cấu tạo.

Cốt thép chịu ứng suất kéo do nhiều nguyên nhân gây ra: Mô men uốn, lực cắt, lực dọc trục, mô men xoắn, tải cục bộ.

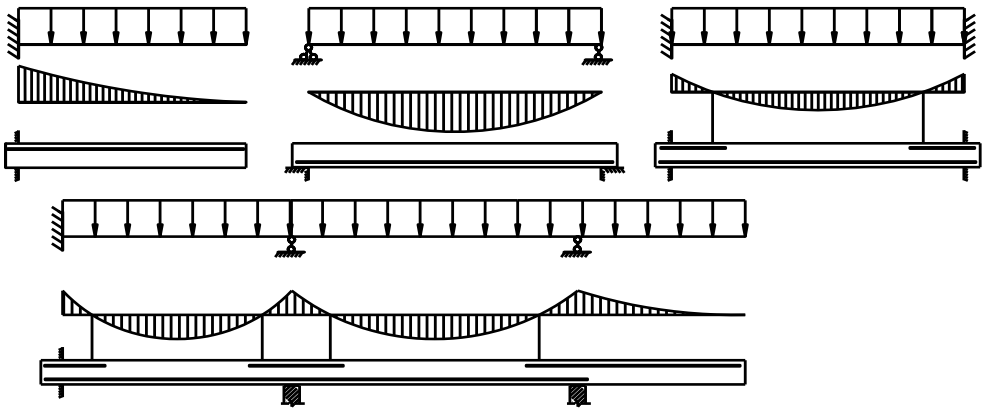
Cốt thép chịu kéo mômen uốn gây ra đó là các cốt thép dọc chủ đặt ở vùng chịu kéo của cấu kiện, đặt theo sự xuất hiện của biểu đồ mô men hình 1.3, đặt càng xa trục trung hoà càng tốt.

Cốt thép chịu kéo do lực cắt gây ra dố là các cốt thép đai (cốt ngang ) được đặt theo sự xuất hiện của biểu đồ lực cắt hình 1.4

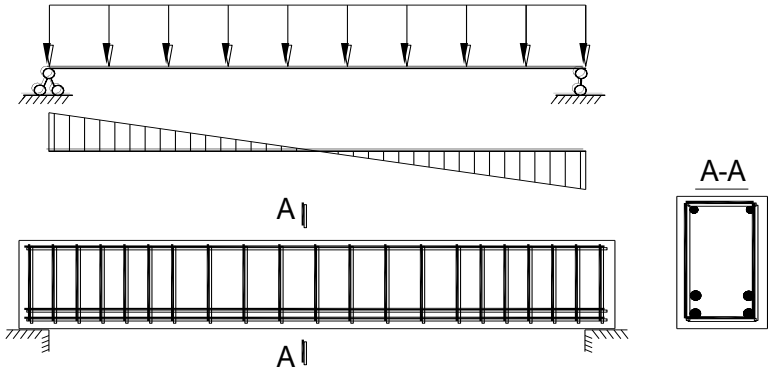
Cốt thép chịu ứng suất nén: Đó là các cốt dọc chịu nén trong dầm, cột, các cốt thép này cùng tham gia chịu nén với bê tông.

Cốt thép định vị các cốt thép khác trong thi công.

Cốt thép kiểm soát nứt bề mặt phân bố gần bề mặt cấu kiện làm nhiệm vụ chịu ứng suất dó co ngót , thay đổi nhiệt độ, các cốt dọc và cốt thép ngang là một phần của cốt thép kiểm soát nứt bề mặt.



*Hình 1.3 Biểu đồ mô men và cách đặt cốt thép*




*Hình 1.4 Biểu đồ lực cắt và bố trí cốt đai*

Trong cấu kiện chịu uốn khi chỉ có cốt dọc chịu kéo thì được gọi là tiết diện đặt cốt thép đơn, còn khi có cả cốt thép dọc chịu kéo và cốt dọc chịu nén thì được gọi là tiết diện đặt cốt kép.

Sơ đồ bố trí cốt thép trong cấu kiện chịu nén lệch tâm lớn, chịu kéo lệch tâm lớn gần giống như trong cấu kiện chịu uốn.

Trong cấu kiện chỉ chịu lực dọc trục trên tiết diện các cốt thép dọc thường được bốt trí đối xứng.

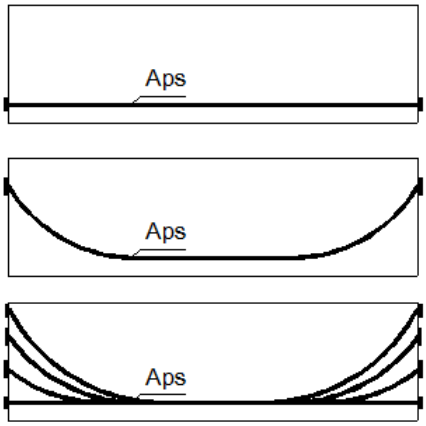
Kích thước tiết diện do tính toán định ra nhưng phải thoả mãn các yêu cầu cấu tạo, kiến trúc, khả năng bố trí cốt thép và kỹ thuật thi công.

Ngoài ra cần phải chú ý đến quy định về bề dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép, khoảng cách trống giữa các cốt thép. Các quy định này được quy định trong các tiêu chuẩn ngành.

***b-Bê tông cốt thép dự ứng lực .***

Trong cấu kiện BTCTDUL gồm hai loại cốt thép: Cốt thép thường ( hay cốt thép không kéo căng) và cốt thép Dự ứng lực ( cốt thép kéo căng ). Cốt thép thường làm nhiệm vụ và được bố trí giống như cấu kiện bê tông cốt thép thường.

Cốt thép DUL có nhiệm vụ tạo ra ứng suất nén trước trong bê tông. Cốt thép dự ứng lực có thể đặt theo đường thẳng hoặc đường cong hoặc thẳng và cong, hình 1.5.




*Hình 1.5 Sơ đồ bố trí cốt thép DUL*

Tại chỗ uốn cong thường có nội lực tiếp tuyến lớn nên cần gia cường cho bê tông tại đó bằng các lưới cốt thép gia cường.

Tại đầu neo liên kết sẽ xuất hiên lực tập trung lớn cũng cần phải gia cường cho bê tông tại các vị trí này bằng các cốt thép gia cường hoặc bản phân bố.

### 1.2.2 Đặc điểm chế tạo:

***a-Phân loại theo phương pháp thi công : 3 loại***

- Đổ tại chỗ ( kết cấu toàn khối )
- Lắp ghép
- Bán lắp ghép

***b-Phân loại theo trạng thái ứng suất khi chế tạo và sử dụng :***

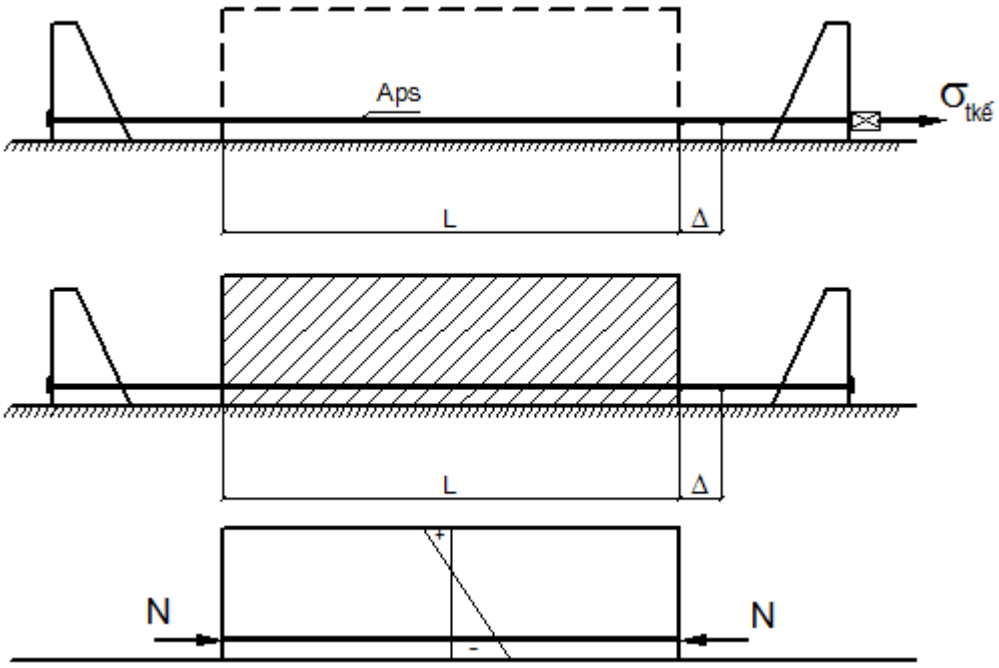
- Bê tông cốt thép thường

- Bê tông cốt thép dự ứng lực ( bê tông ứng suất trước )

***c-Phân loại BTCTDƯL theo phương pháp tạo dự ứng lực :***

❖ **Cấu kiện thi công kéo trước ( phương pháp căng cốt thép trên bệ) : Hình 1.5**

Cốt thép dự ứng lực được neo một đầu cố định vào bệ còn đầu kia được kéo ra với lực kéo N. Dưới tác dụng của lực kéo N cốt thép được kéo trong giới hạn đàn hồi sẽ giãn dài ra một đoạn Δl tương ứng với ứng suất kéo thiết kế xuất hiện trong cốt thép. Sau đó người ta cố định đầu này của cốt thép vào bệ. Tiếp theo ta đặt cốt thép thường và đổ bê tông cấu kiện. Khi bê tông cấu kiện đủ cường độ cần thiết, người ta tiến hành buông cốt thép. Lúc này cốt thép dự ứng lực có xu hướng co lại khôi phục chiều dài ban đầu và sinh ra nén bê tông .




**Hình 1.5 Sơ đồ phương pháp thi công kéo trước**

Để tăng thêm dính bám giữa bê tông và cốt thép DƯL người ta thường dùng cốt thép DƯL là cốt thép có gờ, hoặc cốt thép trơn được xoắn lại, hoặc tạo mấu neo đặc biệt ở hai đầu .

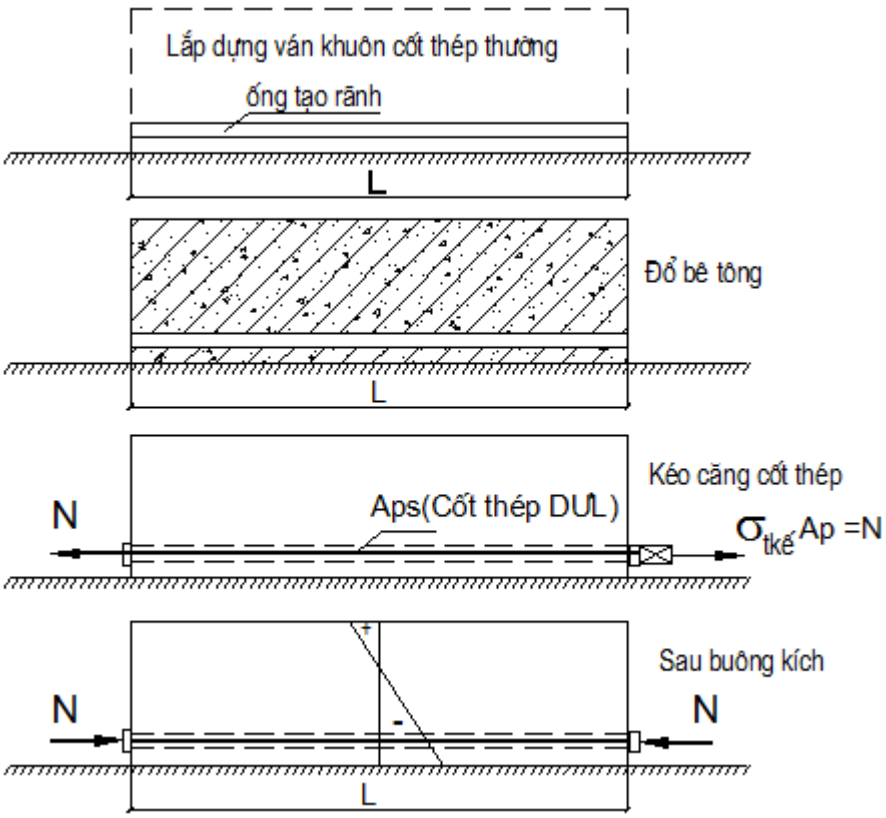
Phạm vi áp dụng: Dùng cho các cấu kiện thẳng có nhịp ngắn và vừa, đặc biệt hiệu quả với các cấu kiện sản xuất hàng loạt ở xưởng.

❖ **Cấu kiện thi công kéo sau: Hình 1.6**

Trước tiên người ta lắp dựng ván khuôn, cốt thép thường và đặt các ống tạo rãnh (trong đó có thể đặt trước cốt thép DƯL hoặc luồn sau) bằng tôn , kẽm hoặc vật liệu khác .Sau đó đổ bê tông cấu kiện, khi bê tông cấu kiện đủ cường độ ta tiến hành luồn cốt thép và kéo căng đến ứng suất thiết kế. Sau khi căng xong cốt thép DƯL được neo chặt vào đầu cấu kiện.Thông qua các neo cấu kiện sẽ bị nén bằng lực kéo căng trong cốt thép. Tiếp đó người ta bơm vữa xi măng vào trong ống rãnh để bảo vệ cốt thép khỏi bị ăn mòn và tạo ra lực dính bám giữa bê tông với cốt thép. Nhưng cũng có trường hợp cốt thép được bảo vệ trong ống rãnh bằng mỡ chống gỉ, trường hợp này được gọi là cấu kiện DƯL không dính bám.

Phương pháp này luôn phải có neo, khi kéo từ một đầu thì đầu kia là neo chết ( neo săn một đầu như : neo móc câu, neo kiểu  múi bưởi, kiểu thòng lọng ).

Phạm vi áp dụng của phương pháp này: dùng để kéo căng các bó sợi hoặc dây cáp đặt theo đường thẳng hoặc cong, dùng cho các cấu kiện chịu lực lớn như kết cấu cầu. Phương pháp này thường đúoc thực hiện tại công trường.




*Hình 1.6 Sơ đồ phương pháp thi công kéo sau*

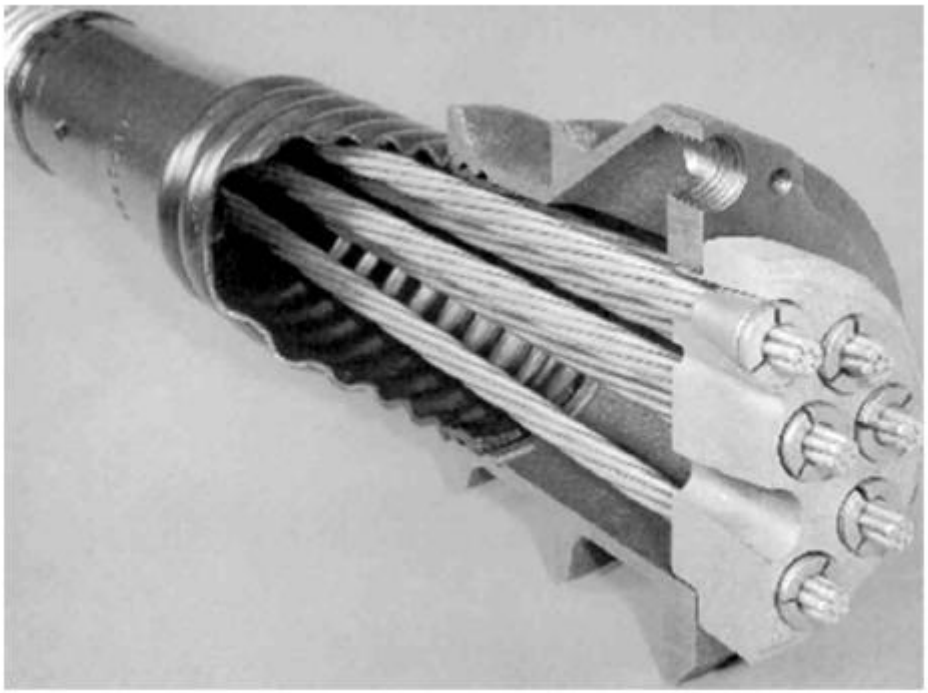


*Figure 1.1: Anchorages provide for the safe introduction of post-tensioning forces into the concrete.*

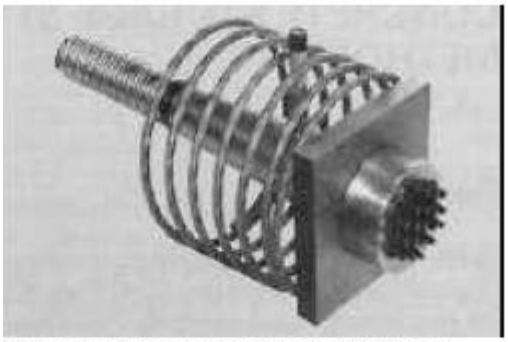


**Figure 3: Stressing anchorage VSLtype E**

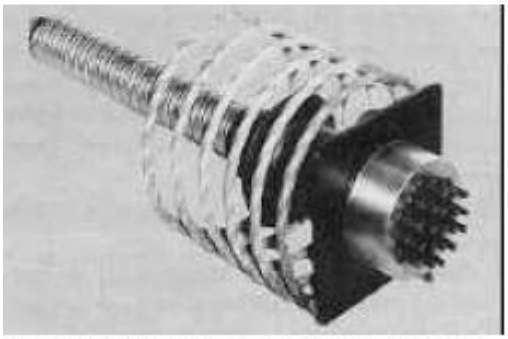


**Figure 4: Stressing anchorage VSL type EC**

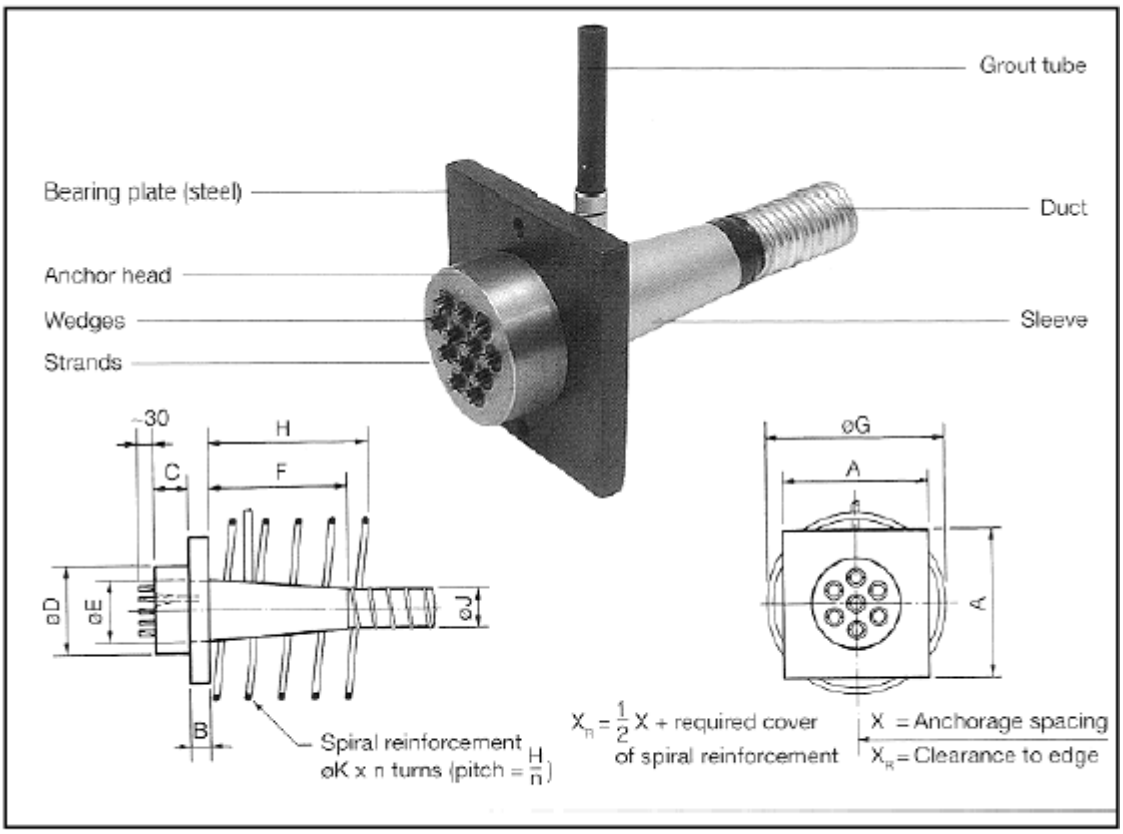



*Figure 3.1: The VSL Type E anchorage is a versatile anchorage.*

# 2 VẬT LIỆU DÙNG TRONG BÊ TÔNG CỐT THÉP

## 2.1 BÊ TÔNG

### 2.1.1. Phân loại bê tông

**1. Theo thành phần của bê tông tươi (hỗn hợp bê tông)**

Bê tông là một loại đá nhân tạo được tạo thành từ các vật liệu thành phần, bao gồm: đá dăm, sỏi (cốt liệu lớn); cát (cốt liệu nhỏ); xi măng (chất kết dính), nước và phụ gia (nếu có). Các vật liệu này sau khi nhào trộn đều với nhau sẽ đông cứng và có hình dạng theo khuôn đúc. Tỷ lệ của các vật liệu thành phần trong hỗn hợp sẽ có ảnh hưởng đến thuộc tính của bê tông sau khi đông cứng (bê tông). Trong phần lớn các trường hợp, người kỹ sư cầu sẽ chọn cấp bê tông cụ thể từ một loạt hỗn hợp thiết kế thử, trên cơ sở cường độ chịu nén mong muốn ở tuổi 28 ngày $\left(f_c^{'}\right)$. Đặc trưng tiêu biểu đối với các cấp bê tông khác nhau được cho trong bảng 2.1 như sau:

*Bảng 2.1 - Các đặc trưng trộn của bê tông theo cấp*

| Cấp bê tông | Lượng xi măng tối thiểu kg/m3 | Tỉ lệ nước/xi măng lớn nhất kg/kg | Độ chứa khí % | Kích thước cốt liệu theo AASHTO M43 Kích thước lỗ vuông sàng (mm) | Kích thước cốt liệu theo AASHTO M43 MPa |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 362 | 0.49 | - | 25 đến 4.75 | 28 |
| A (AE) | 362 | 0.45 | 6.0 ± 1.5 | 25 đến 4.75 | 28 |
| B | 307 | 0.58 | 5.0 ± 1.5 | 50 đến 4.75 | 17 |
| B (AE) | 307 | 0.55 | - | 50 đến 4.75 | 17 |
| C | 390 | 0.49 | 7.0 ± 1.5 | 12.5 đến 4.75 | 28 |
| C (AE) | 390 | 0.45 | - | 12.5 đến 4.75 | 28 |
| P | 334 | 0.49 | Như quy định ở chỗ khác | 25 đến 4.75 hoặc 19 đến 4.75 | Như quy định ở chỗ khác |
| S | 390 | 0.58 | | 25 đến 4.75 | |
| Tỉ trọng thấp | 334 | Như quy định trong hồ sơ hợp đồng | | | |

- Cấp bê tông A nói chung được sử dụng đối với tất cả các cấu kiện của kết cấu và đặc biệt đối với bê tông làm việc trong môi trường nước mặn.
- Cấp bê tông B được sử dụng trong móng, bệ móng, thân trụ và tường chịu lực.
- Cấp bê tông C được sử dụng trong các chi tiết có bề dày dưới 100 mm như tay vịn cầu thang và các bản sàn đặt lưới thép.
- Cấp bê tông P được sử dụng khi cường độ được yêu cầu lớn hơn 28 MPa. Đối với bê tông dự ứng lực, phải chú ý rằng, kích thước cốt liệu không được lớn hơn 20 mm.
- Bê tông loại S được dùng cho bê tông đổ dưới nước bịt đáy chống thấm nước trong các khung vây.

Tỉ lệ nước/xi măng (W/C) theo trọng lượng là thông số quan trọng nhất ảnh hưởng đến cường độ bê tông. Tỉ lệ W/C càng gần mức tối thiểu thì cường độ càng lớn. Hiển nhiên là, đối với một lượng nước đã cho trong hỗn hợp, việc tăng hàm lượng xi măng sẽ làm tăng cường độ bê tông.

Đối với mỗi cấp bê tông đều có quy định rõ lượng xi măng tối thiểu tính bằng kG/m3. Khi tăng lượng xi măng trên mức tối thiểu này, có thể tăng lượng nước và vẫn giữ nguyên tỉ lệ W/C. Sự tăng lượng nước có thể không tốt vì lượng nước thừa, không cần thiết cho phản ứng hoá học với xi măng và và làm ướt bề mặt cốt liệu, khi bốc hơi sẽ gây ra hiện tượng co ngót, làm bê tông kém đặc chắc. Do vậy, Tiêu chuẩn quy định lượng xi măng tối đa là 475 kG/m3 để hạn chế lượng nước của hỗn hợp.

Bê tông AE (bê tông bọt) phát huy được độ bền lâu dài khi làm việc trong các môi trường lạnh. Bê tông bọt được chế tạo bằng cách thêm vào hỗn hợp một phụ gia dẻo để tạo ra sự phân bố đều các lỗ rỗng rất nhỏ. Sự phân bố đều các lỗ rông nhỏ này trong bê tông tránh hình thành các lỗ rỗng lớn và cắt đứt đường mao dẫn từ mặt ngoài vào cốt thép.

Để đạt được chất lượng của bê tông là độ bền lâu dài và chịu lực tốt, cần phải hạn chế hàm lượng nước. Nhưng nước làm tăng độ lưu động của hỗn hợp bê tông, đặc biệt làm cho bê tông đễ đức trong khuôn. Để cải thiện tính công tác của hỗn hợp bê tông mà không phải tăng lượng nước, người ta đưa vào các phụ gia hoá học. Các phụ gia này được gọi là phụ gia giảm nước mạnh (phụ gia siêu dẻo), rất có hiệu quả trong việc cải thiện thuộc tính của cả bê tông ướt và bê tông đã đông rắn. Các phụ gia này phải được sử dụng rất thận trọng và nhất thiết phải có chỉ dẫn của nhà sản xuất vì chúng có thể có những ảnh hưởng không mong muốn như làm rút ngắn thời gian đông kết. Vì vậy trước khi sử dụng cần làm các thí nghiệm để xác minh chất lượng của cả bê tông ướt lẫn bê tông cứng.

Trong vài năm gần đây, người ta đã chế tạo được bê tông có cường độ rất cao, cường độ chịu nén có thể tới 200MPa. Mấu chốt của việc đạt cường độ này cũng như độ chắc chắn là đảm bảo cấp phối tốt nhất, sao cho tất cả các lỗ rỗng đều được lấp đầy bằng các hạt mịn cho đến khi không còn lỗ rỗng nữa. Trước đây người ta chỉ chú ý tới cấp phối tốt nhất của cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ là đá và cát. Việc lấp đầy các khe hở giữa các hạt nhỏ có thể là các hạt xi măng Poóc lăng, mà sau này phản ứng với nước sẽ tạo lực dính và gắn kết thành khối. Trong bê tông CĐC và rất cao, người ta còn tiến thêm một bước nữa là chèn thêm vào khe hở giữa các hạt xi măng Poóc lăng. Các loại vật liệu mịn để chèn này có thể là đất Puzolan hạt nhỏ, tro bay, muội silíc,... Chúng có thể thay thế một phần cho XM và vẫn giữ nguyên lượng XM tối thiểu và tỉ lệ W/C.

**2. Theo tỷ trọng của bê tông:**

Theo tỷ trọng, bê tông được phân thành

- Bê tông tỷ trọng thường: Là BT có tỷ trọng trong khoảng 2150 ÷ 2500kG/m3.
- Bê tông tỷ trọng thấp: Là BT có chứa cấp phối nhẹ và có tỷ trọng khi khô không vượt quá 1925kG/m3.

### 2.1.2. Các thuộc tính ngắn hạn của bê tông cứng

Các thuộc tính của bê tông được xác định từ một chương trình thí nghiệm phản ánh sự làm việc chịu lực ngắn hạn vì các thí nghiệm này thường được thực hiện trong vòng vài phút, trong khi thời gian tải trọng tác dụng lên bê tông trong kết cấu là nhiều tháng, thậm chí nhiều năm. Các thuộc tính ngắn hạn này rất hữu dụng trong đánh giá chất lượng của bê tông và sự làm việc chịu lực ngắn hạn như dưới hoạt tải xe cộ. Tuy nhiên, những thuộc tính này phải được điều chỉnh khi

chúng được sử dụng để đánh giá sự làm việc dưới tải trọng tác dụng lâu dài như trọng lượng bản thân của dầm, của bản và lan can.

**1/Cường độ chịu nén**

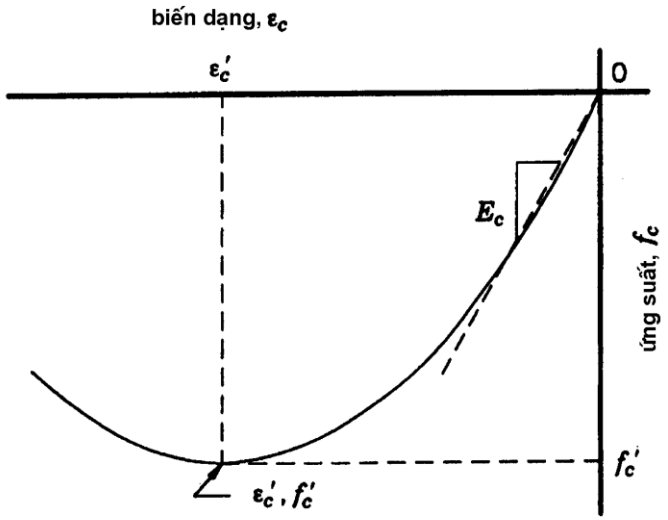
Cường độ chịu nén của bê tông $\left(f_c^{'}\right)$ ở tuổi 28 ngày thường được xác định bằng thí nghiệm phá hoại mẫu thử hình trụ đường kính 150 mm, chiều cao 300 mm dưới tác dụng của lực dọc trục.

$$f_c = \frac{P_{\max}}{A} = \frac{P_{\max}}{\pi d^2/4}$$

Hình 2.1 biểu diễn đường cong ứng suất-biến dạng điển hình của mẫu thử hình trụ khi chịu nén dọc trục không có kiềm chế (không có cản trở biến dạng ngang). Biến dạng tại đỉnh ứng suất nén $\left(f_c^{'}\right)$ xấp xỉ bằng 0,002 và biến dạng có thể lớn nhất vào khoảng 0,003. Một quan hệ đơn giản đối với bê tông có cường độ nhỏ hơn 40 MPa được đưa ra dưới một hàm bậc hai như sau:

$$f_c = f_c^{'}\left[2\left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c^{'}}\right) - \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c^{'}}\right)^2\right] \qquad (2.1)$$

trong đó $\left(f_c^{'}\right)$ là cường độ chịu nén tương ứng với độ biến dạng $\left(\varepsilon_c^{'}\right)$, $\left(f_c^{'}\right)$ là đỉnh ứng suất từ thí nghiệm khối trụ và $\left(\varepsilon_c^{'}\right)$ là độ biến dạng ứng với ứng suất $\left(f_c^{'}\right)$. Quy ước dấu ở đây là ứng suất nén và biến dạng nén mang giá trị âm.




Hình 2.1 Đường cong ứng suất-biến dạng parabol điển hình đối với bê tông chịu nén không có kiềm chế

**Mô đun đàn hồi ($E_c$):**

Mô đun đàn hồi được cho đối với bê tông trong AASHTO được đánh giá bằng độ dốc của đường thẳng đi từ gốc toạ độ qua điểm của đường cong có ứng suất bằng $0{,}4\,f_c^{'}$. Mô đun cát tuyến $E_c$ (tính bằng MPa) này được biểu diễn trên hình 2.1 và được tính bởi hàm số mũ sau:

$$E_c = 0{,}043.(\gamma_c)^{1,5}\sqrt{f_c^{'}} \qquad (2.2)$$

trong đó $\gamma_c$ là khối lượng riêng của bê tông tính bằng kg/m$^3$ và $f_c^{'}$ là giá trị tuyệt đối của cường độ chịu nén danh định của bê tông tính bằng MPa. Đối với $\gamma_c$ = 2300 kg/m3 và $f_c^{'} = 28MPa$

$$E_c = 0,043.(2300)^{1,5}.\sqrt{f_c^{'}} = 4800.\sqrt{f_c^{'}} = 4800.\sqrt{28} = 25GPa$$

Trong AASHTO, cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày tối thiểu là 16 MPa được khuyến cáo đối với tất cả các bộ phận của kết cấu và cường độ chịu nén tối đa được quy định là 70 MPa, trừ khi có những thí nghiệm bổ sung. Các bản trong cầu phải có cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày tối thiểu là 28 MPa để đạt được độ bền thích hợp.

***Giá trị trung bình và giá trị đặc trưng của cường độ:***

Tiến hành thí nghiệm n mẫu thử của cùng một loại bê tông, ta thu được các giá trị cường độ của các mẫu thử là: $f_{c1}^{'}, f_{c2}^{'}, \ldots, f_{cn}^{'}$ . Các giá trị cường độ của các mẫu thử thu được là một đại lượng ngẫu nhiên phân bố chuẩn. Giá trị trung bình cường độ của các mẫu thử kí hiệu là $f_{cm}^{'}$ hay còn gọi là cường độ trung bình ( giá trị trung bình của phân bố) được tính như sau:

$$f_{cm}^{'} = \frac{\sum_{i=1}^{n} f_{ci}^{'}}{n} \qquad (2.3)$$

*Độ lệch tiêu chuẩn của cường độ kí hiệu là* $\sigma$ *( khi n≥30):*tính theo công thức (2.4)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum\left(f_{ci}^{'} - f_{cm}^{'}\right)^2}{n-1}} \text{ (MPa)} \qquad (2.4)$$

Đối với cùng một giá trị trung bình $f_{cm}^{'}$ giá trị $\sigma$ càng nhỏ thì kiểm soát chất lượng của bê tông càng tốt (hình 2.1a).

*Hệ số biến động của cường độ kí hiệu là v :* tính theo công thức (2.5)

$$v = \frac{\sigma}{f_{cm}^{'}}100\% \qquad (2.5)$$

*Giá trị đặc trưng của cường độ ( hay còn gọi là cường độ dặc trưng) kí hiệu* $f_c^{'}$*:* tính theo công thức (2.6)

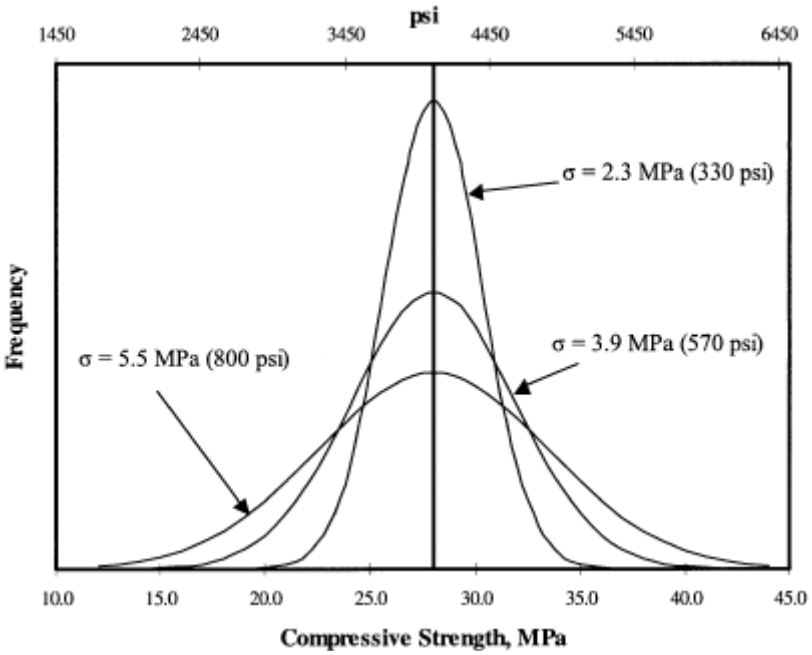
$$f_c^{'} = f_{cm}^{'} - k\sigma \qquad (2.6)$$

Trong đó k là xác xuất đảm bảo, khi xác suất đảm bảo 95% thì k=1,64, các giá trị khác của k tham khảo bảng của ACI 214R-02 như sau:

**Table 3.4—Expected percentages of individual tests lower than $f_c'$***

| Average strength μ | Expected percentage of low tests | Average strength μ | Expected percentage of low tests |
|---|---|---|---|
| $f_c' + 0.10\sigma$ | 46.0 | $f_c' + 1.6\sigma$ | 5.5 |
| $f_c' + 0.20\sigma$ | 42.1 | $f_c' + 1.7\sigma$ | 4.5 |
| $f_c' + 0.30\sigma$ | 38.2 | $f_c' + 1.8\sigma$ | 3.6 |
| $f_c' + 0.40\sigma$ | 34.5 | $f_c' + 1.9\sigma$ | 2.9 |
| $f_c' + 0.50\sigma$ | 30.9 | $f_c' + 2.0\sigma$ | 2.3 |
| $f_c' + 0.60\sigma$ | 27.4 | $f_c' + 2.1\sigma$ | 1.8 |
| $f_c' + 0.70\sigma$ | 24.2 | $f_c' + 2.2\sigma$ | 1.4 |
| $f_c' + 0.80\sigma$ | 21.2 | $f_c' + 2.3\sigma$ | 1.1 |
| $f_c' + 0.90\sigma$ | 18.4 | $f_c' + 2.4\sigma$ | 0.8 |
| $f_c' + 1.00\sigma$ | 15.9 | $f_c' + 2.5\sigma$ | 0.6 |
| $f_c' + 1.10\sigma$ | 13.6 | $f_c' + 2.6\sigma$ | 0.45 |
| $f_c' + 1.20\sigma$ | 11.5 | $f_c' + 2.7\sigma$ | 0.35 |
| $f_c' + 1.30\sigma$ | 9.7 | $f_c' + 2.8\sigma$ | 0.25 |
| $f_c' + 1.40\sigma$ | 8.1 | $f_c' + 2.9\sigma$ | 0.19 |
| $f_c' + 1.50\sigma$ | 6.7 | $f_c' + 3.0\sigma$ | 0.13 |

*where μ exceeds $f_c'$ by amount shown.




*Hình 2.1a Các đường cong tuần suất chuẩn đối với 3 phân phối khác nhau có giá trị trung bình giống nhau nhưng biến thiên khác nhau.*

Cường độ chịu nén trung bình yêu cầu nhỏ nhất ký hiệu là $f_{cr}^{'}$ được tính theo công thức (2.7) như sau:

$$f_{cr}^{'} = f_{c}^{'} + k\sigma \qquad (2.7)$$

Theo ACI-318R-08, cường độ nén trung bình yêu cầu được sử dụng làm cơ sở lựa chọn của các tỷ lệ pha trộn bê tông được xác định từ bảng 2.2 và 2.3.

*Bảng 2.2: Cường độ trung bình yêu cầu khi có đủ các dữ liệu thí nghiệm để xác định $\sigma$*

| **Cường độ chịu nén đặc trưng (MPa)** | **Cường độ chịu nén trung bình yêu cầu (MPa)** |
|---|---|
| $f_c^{'} \le 35MPa$ | $f_{cr}^{'} = \max\left\{f_c^{'} + 1{,}34\sigma \ ; \ f_c^{'} + 2{,}33\sigma - 3{,}5\right\}$ |
| $f_c^{'} > 35MPa$ | $f_{cr}^{'} = \max\left\{f_c^{'} + 1{,}34\sigma \ ; 0{,}9\, f_c^{'} + 2{,}33\sigma\right\}$ |

*Bảng 2.3: Giá trị cường độ trung bình yêu cầu nhỏ nhất khi không đủ các dữ liệu thống kê*

| **Cường độ chịu nén đặc trưng (MPa)** | **Cường độ chịu nén trung bình yêu cầu (MPa)** |
|---|---|
| $f_c^{'} < 21MPa$ | $f_{cr}^{'} = f_c^{'} + 6{,}9 \ MPa$ |
| $21MPa \le f_c^{'} \le 35MPa$ | $f_{cr}^{'} = f_c^{'} + 8{,}3 \ MPa$ |
| $f_c^{'} > 35MPa$ | $f_{cr}^{'} = 1{,}1 f_c^{'} + 4{,}8 \ MPa$ |

Theo ACI-318R-08 hệ số điều chỉnh độ lệch tiêu chuẩn $\sigma$ khi số mẫu thử nhỏ hơn 30 như sau:

| *Số mẫu thử* | *Hệ số điều chỉnh $\sigma$* |
|---|---|
| *<15* | *Theo bản 2.3* |
| *15* | *1.16* |
| *20* | *1.08* |
| *25* | *1.03* |
| *≥30* | *1.00* |

**2/ Cường độ chịu kéo**

Cường độ chịu kéo của bê tông có thể được đo trực tiếp hoặc gián tiếp. Thí nghiệm kéo trực tiếp [hình 2.2(a)] được sử dụng để xác định cường độ nứt của bê tông, đòi hỏi phải có thiết bị đặc biệt (chuyên dụng). Thông thường, người ta tiến hành các thí nghiệm gián tiếp như thí nghiệm phá hoại dầm và thí nghiệm chẻ khối trụ. Các thí nghiệm này được mô tả trên hình 2.2.

Thí nghiệm phá hoại dầm [hình 2.2(b)] đo cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông với một dầm bê tông giản đơn chịu lực như trên hình vẽ. Ứng suất kéo uốn này được ký hiệu là $f_r$. Đối với bê tông có tỷ trọng thông thường, AASHTO đưa ra biểu thức sau đối với $f_r$ (MPa):

$$f_r = 0{,}6.\sqrt{f_c^{'}} \qquad (2.8)$$

trong đó, $f_c^{'}$ là giá trị tuyệt đối của cường độ chịu nén khối trụ của bê tông (Mpa).

Trong thí nghiệm chẻ khối trụ [hình 2.2(c)], khối trụ tiêu chuẩn được đặt nằm và chịu tải trọng đường phân bố đều. Ứng suất kéo gần như đều xuất hiện vuông góc với ứng suất nén sinh ra bởi

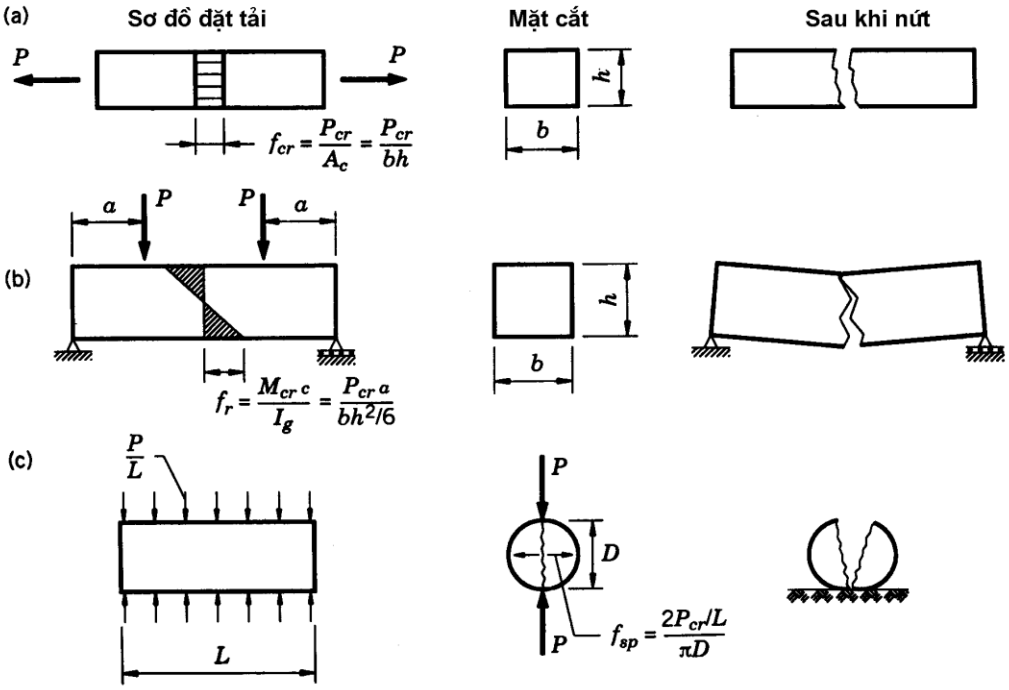
tải trọng đường. Khi các ứng suất kéo này đạt tới giới hạn cường độ, khối trụ bị chẻ làm đôi dọc theo mặt chịu tải. Theo một lý thuyết về sự làm việc đàn hồi (Timoshenko và Goodier, 1951), công thức tính ứng suất kéo chẻ $f_{sp}$ được đưa ra như sau:

$$f_{sp} = \frac{2.P_{cr} / L}{\pi D} \qquad (2.9)$$

trong đó $P_{cr}$ là toàn bộ tải trọng gây chẻ khối trụ, L là chiều dài của khối trụ và D là đường kính của khối trụ.

Cả hai giá trị ứng suất kéo uốn $(f_r)$ và ứng suất kéo chẻ $(f_{sp})$ đều được xác định lớn hơn so với ứng suất kéo dọc trục $(f_{cr})$ được xác định trong thí nghiệm kéo trực tiếp [hình 2.2(a)]. Các tác giả Collins và Mitchell (1991) và Hsu (1993) đưa ra công thức xác định cường độ chịu kéo trực tiếp $f_{cr}$ như sau:

$$f_{cr} = 0{,}33.\sqrt{f_c'} \qquad (2.10)$$




*Hình 2.2 Thí nghiệm kéo bê tông trực tiếp và gián tiếp*

*a)Thí nghiệm kéo trực tiếp*

*b)Thí nghiệm phá hoại dầm*

*c)Thí nghiệm chẻ khối trụ*

Đường cong ứng suất biến dạng kéo trực tiếp ( hình 2.3)giả thuyết tuyến tính cho đến ứng suất fcr có cùng độ dốc $E_c$ như trong phương trình (2.2).Sau khi nứt , nếu có cốt thép , ứng suất kéo giảm nhưng không về không, nội liên kết gữa các hạt còn tồn tại và có thể truyền lực kéo qua vết nứt. Hiện tượng này rất quan trọng khi dự tính ứng suất kéo trong cốt thép và sức kháng cắt của dầm BTCT.

Collins và Mitchell (1991) đã cho biểu thức sau đây về đường cong ứng suất biến dạng kéo trục tiếp trên hình 2.3

**Nhánh đi lên:** ( $\varepsilon_1 \leq \varepsilon_{cr} = f_{cr}/E_c$)

$$f_1 = E_c \varepsilon_1$$

Trong đó $f_1$ là ứng suất kéo trung bình và $\varepsilon_1$ là biến dạng kéo trung bình của bê tông .

***Nhánh xuống :*** ($\varepsilon_1 > \varepsilon_{cr}$)

$$f_1 = \frac{\alpha_1 \alpha_2 f_{cr}}{1 + \sqrt{500\varepsilon_1}}$$

Trong đó : $\alpha_1$ Là hệ số xét đến đặc trung dính kết của cốt thép :

$\alpha_1$=1,0 cho cốt thép có gờ

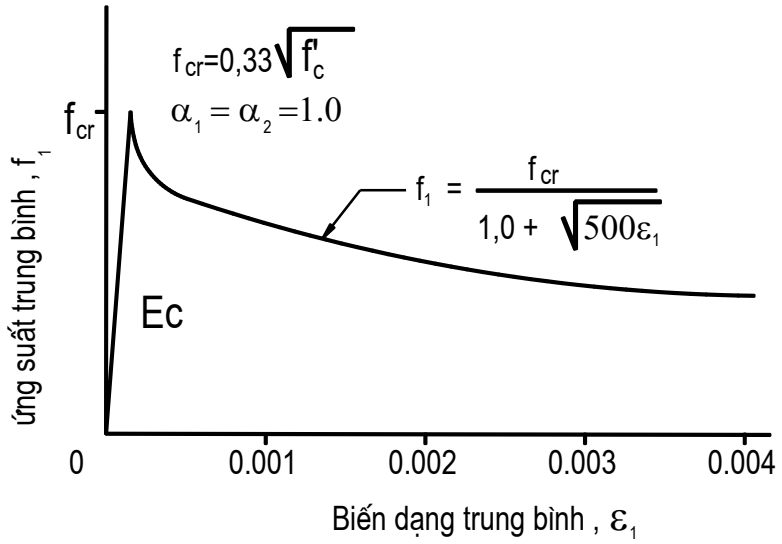
$\alpha_1$=0,70 cho cốt thép tròn trơn , sợi và tao thép có dính bám

$\alpha_1$=0 cho cốt thép không dính bám

$\alpha_2$ -Hệ số xét đến tải trọng thường xuyên hay lặp

$\alpha_2$ =1,0 đối với tải ngắn hạn

$\alpha_2$ =0,70 với tải thường xuyên hoặc tải trọng lặp.




*Hình 2.3 : Ứng suất trung bình theo biến dạng trung bình của bê tông chịu kéo*

Nếu không có cốt thép sẽ không có nhánh xuống , và ứng suất kéo của bê tông sau nứt bằng không . Tuy nhiên nếu bê tông có dính bám với cốt thép , ứng suất kéo của bê tông còn tồn tại .Một lần nữa cho thấy rõ tính chất của BTCT khác bê tông .

Mô đun đàn hồi của bê tông khi chịu kéo có thể được lấy như khi chịu nén.

**3. Hệ số giãn nở nhiệt**

Hệ số giãn nở nhiệt nên xác định bằng thí nghiệm trong phòng theo loại bê tông có cấp phối được đem dùng.

Trong trường hợp thiếu các số liệu chính xác, hệ số giãn nở nhiệt có thể lấy như sau :

- Bê tông có tỉ trọng thông thường: 10,8 x 10-6/ $^oC$ , và
- Bê tông có tỉ trọng thấp : 9,0 x 10-6/ $^oC$

**4. Hệ số Poisson**

Trừ trường hợp có xác định bằng thí nghiệm vật lý, hệ số Poisson có thể lấy bằng 0.2. Đối với cấu kiện cho phép xuất hiện nứt, có thể không xét đến hiệu ứng Poisson .

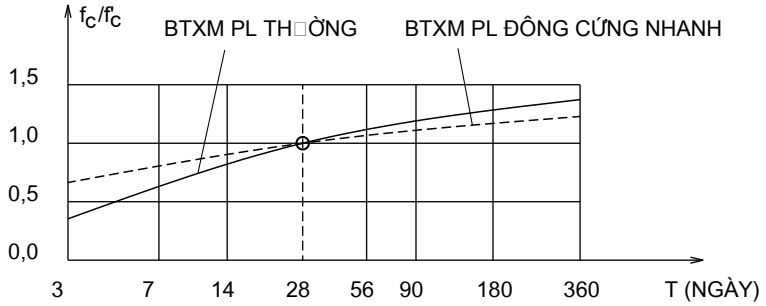
### 2.1.3. Các thuộc tính dài hạn của bê tông cứng

**1/Cường độ chịu nén của bê tông theo thời gian**

Nói chung, cường độ chịu nén của bê tông tăng theo tuổi của nó. Có các phương pháp không phá huỷ để xác định cường độ chịu nén, thường bằng con đường gián tiếp thông qua việc xác định trước hết mô đun đàn hồi rồi tính ngược trở lại để tìm cường độ chịu nén. Theo một phương pháp khác, người ta đo độ nảy lên của một viên bi bằng thép, viên bi này đã được định kích thước dựa vào độ nảy trên bê tông đã biết cường độ chịu nén.Đây chính là nguyên lý chế tạo súng bắn bê tông để xác định cường độ.

Tính chất của BT được đặc trưng bởi cường độ chịu nén đặc trưng ở tuổi 28 ngày $\left(f_c^{'}\right)$. Tuy nhiên trong một số trường hợp, như đối với BTCT DUL thì ta cần phải biết cường độ chịu nén $\left(f_{ci}^{'}\right)$ và $E_{ci}$ của bê tông ở thời điểm căng cốt thép DUL, cũng như ở các thời điểm khác trong lịch sử chịu tải của kết cấu.

Thông thường, cường độ chịu nén của BT có xu hướng tăng theo thời gian và phụ thuộc vào nhiều tham số như loại XM, điều kiện bảo dưỡng,... Có các phương pháp không phá huỷ để xác định cường độ chịu nén, thường bằng con đường gián tiếp thông qua việc xác định trước hết mô đun đàn hồi rồi tính ngược trở lại để tìm cường độ chịu nén. Theo một phương pháp khác, người ta đo độ nảy lên của một viên bi bằng thép, viên bi này đã được định kích thước dựa vào độ nảy trên bê tông đã biết cường độ chịu nén. Hiệp hội quốc tế BTCT DUL (FIP) kiến nghị xác định cường độ chịu nén của BT theo thời gian theo biểu đồ có dạng như sau:




+ Theo Branson (1977) thì biểu thức xác định cường độ chịu nén của BT theo thời gian có dạng như sau:

$$f_{ci} = \frac{t}{\alpha + \beta.t} . f_c^{'}$$

Trong đó:

t = thời gian tính theo ngày;

α, β = là hệ số phụ thuộc vào loại XM và điều kiện bảo dưỡng. Đối với XM loại I, điều kiện bảo dưỡng ẩm thì α = 4,0; β = 0,85. Khi đó:

$$f_{ci} = \frac{t}{4{,}0 + 0{,}85.t} . f_c^{'}$$

Tiêu chuẩn ASTM (C150) quy định có 5 lọai XM cơ bản được sản xuất như sau:

XM loại I: Là loại chuẩn, được sử dụng trong các công trình bình thường, nơi không cần phải có các thuộc tính đặc biệt.

Loại II: Là loại đã được biến đổi, nhiệt thủy hóa thấp hơn laọi I, loại này thường được sử dụng ở nơi chịu ảnh hưởng vừa phải của sự ăn mòn do sunfat hoặc ở nơi mong muốn có nhiệt thủy hóa vừa phải.

Loại III: Là loại có CĐC sớm, được sử dụng khi mong muốn BT đạt CĐC sớm, nhiệt thủy hóa cao hơn nhiều so với laọi I.

loại IV: Là loại tỏa nhiệt thấp, được sử dụng trong các đập BT khối lớn và các kết cấu khác mà nhiệt thủy hóa giảm chậm.

Loại V: là loại chịu được sunfat, thường được sử dụng trong các đế móng, tường hầm, cống rãnh,..., nơi tiếp xúc với đất chứa sunfat.

**2/Co ngót của bê tông**

Co ngót của bê tông là sự giảm thể tích dưới nhiệt độ không đổi do mất độ ẩm sau khi bê tông đã đông cứng.

Co ngót có đặc điểm là đây là loại biến dạng thể tích, biến dạng theo mọi phương.

Các yếu tố ảnh hưởng đến co ngót:

- Lượng xi măng và độ hoạt tính của xi măng ảnh hưởng tới co ngót, dùng nhiều xi măng co ngót sẽ lớn
- Co ngót phụ thuộc vào tỷ lệ nước trên xi măng (W/C), với W/C lớn thì co ngót lớn.
- Co ngót phụ thuộc vào độ ẩm của môi trường (H), H cao thì co ngót $(\varepsilon_{sh})$ sẽ nhỏ
- Co ngót phụ thuộc vào tỷ số thể tích trên diện tích bề mặt của cấu kiện (V/A)

Ảnh hưởng của co ngót đến sự làm việc của kết cấu:

- Co ngót gây ra các biến dạng trong kết cấu, có thể sinh ra các vết nứt do co ngót không đều.
- Trong cấu kiện BTCTDUL co ngót sinh ra hiện tượng mất mát ứng suất trước trong cốt thép kéo căng, do đó làm giảm ứng suất nén trước trong bê tông.

Biện pháp làm giảm co ngót và khắc phục tác hại:

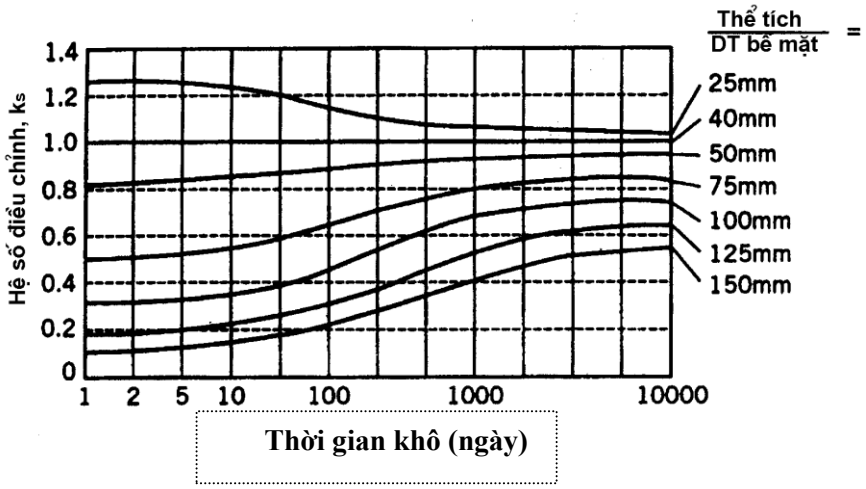
- Chọn thành phần cấp phối bê tông thích hợp, hạn chế lượng nước trộn, đầm chặt bê tông và giữ cho bê tông thường xuyên ẩm ướt trong giai đoạn đầu.
- Để khắc phục tác hại của co ngót ta có thể dùng các biện pháp cấu tạo như làm khe co trong kết cấu, đặt cốt thép ở những nôi cần thiết.

Trong AASHTO, một biểu thức thực nghiệm được xây dựng bởi Collins và Mitchell (1991) được sử dụng để đánh giá biến dạng co ngót εsh dựa trên thời gian khô, độ ẩm tương đối và tỉ số giữa thể tích và diện tích bề mặt. (shrinkage)

$$\varepsilon_{sh} = -k_s.k_h.\left(\frac{t}{35+t}\right).0{,}51.10^{-3} \qquad (2.11)$$

Trong đó t là thời gian khô tính bằng ngày, $k_s$ là một hệ số kích thước được tra từ hình 2.4 hoặc tính theo công thức 2.12 và $k_h$ là hệ số độ ẩm được lấy theo bảng 2.2.

$$k_s = \left[\frac{t}{\frac{26e^{0.0142(V/S)}+t}{\frac{t}{45+t}}}\right]\left[\frac{1064-3.70(V/S)}{923}\right] \qquad (2.12)$$




*Hình 2.4* *Hệ số $k_s$ đối với tỉ số thể tích/diện tích bề mặt*

*Bảng 2.4* *Hệ số $k_h$ đối với độ ẩm tương đối H*

| Độ ẩm tương đối trung bình của môi trường H (%) | $k_h$ |
|---|---|
| 40 | 1,43 |
| 50 | 1,29 |
| 60 | 1,14 |
| 70 | 1,00 |
| 80 | 0,86 |
| 90 | 0,43 |
| 100 | 0,00 |

**Ví dụ 2.1**

Hãy xác định biến dạng co ngót trong một bản bê tông cầu dày 200 mm với mặt trên và mặt dưới được làm khô trong không khí có độ ẩm tương đối 70%. Tỉ số giữa thể tích và diện tích bề mặt đối với 1 mm2 diện tích bản là

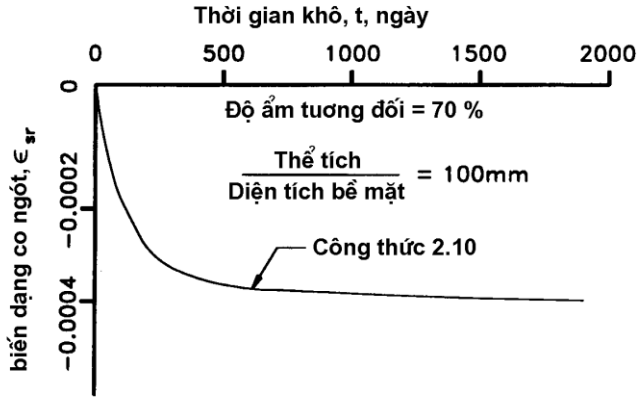
$$\frac{\text{thể tích}}{\text{diện tích bề mặt}} = \frac{200(1)(1)}{2(1)(1)} = 100 \text{ mm}$$

Từ hình 2.4 đối với thời gian t = 5 năm (≈ 2000 ngày), $k_s$ = 0,73, và từ bảng 2.2 đối với H = 70% ta có $k_h$ = 1,0. Từ đó, biểu thức 2.11 được viết như sau:

$$\varepsilon_{sh} = -(0,73).(1,0).\left(\frac{2000}{35+2000}\right).0,51.10^{-3} = -0,00037$$

trong đó, dấu âm biểu thị sự co ngắn lại.

Sự phụ thuộc của biến dạng co ngót vào thời gian khô đối với các điều kiện này được biểu diễn trên hình 2.5. Vì công thức thực nghiệm này không bao gồm tất cả các yếu tố ảnh hưởng đến co ngót, AASHTO chú thích rằng, các kết quả có thể tăng giảm khoảng 50% và độ co ngót thực tế có thể lớn hơn -0,0008. Ngay cả khi các giá trị này không chính xác thì khuynh hướng tốc độ co ngót giảm khi thời gian khô tăng lên vẫn đúng. Khi không có các thông số đặc trưng về bê tông và các điều kiện nơi khai thác, AASHTO khuyến cáo sử dụng các giá trị biến dạng co ngót là – 0,0002 sau 28 ngày và – 0,0005 sau 1 năm đông cứng.




*Hình 2.5 Biến dạng co ngót theo thời gian. Ví dụ 2.1.*

**3/Từ biến của bê tông**

Dưới tác dụng của tải trọng dài hạn biến dạng của bê tông tăng theo thời gian. Từ biến là hiện tượng biến dạng tăng theo thời gian trong khi ứng suất không đổi.

Từ biến trong bê tông được gắn với sự thay đổi biến dạng theo thời gian tại những vùng của dầm và cột chịu ứng suất nén thường xuyên.

Các yếu tố ảnh hưởng đến từ biến:

- Từ biến phụ thuộc vào trị số của ứng suất và thời gian tác dụng của ứng suất.
- Từ biến phụ thuộc vào tỷ lệ nước trên xi măng (W/C), với W/C lớn thì biến dạng do từ biến lớn.
- Từ biến phụ thuộc vào độ ẩm của môi trường (H), H cao thì $(\varepsilon_{cR})$ sẽ nhỏ
- Từ biến phụ thuộc vào cường độ của bê tông, $(f_c^{'})$ cao thì $\varepsilon_{cR}$ sẽ nhỏ
- Từ biến phụ thuộc vào tỷ số thể tích trên diện tích bề mặt của cấu kiện (V/A)

Ảnh hưởng của từ biến đến sự làm việc của kết cấu:

- Từ biến là cho độ võng dần tăng và vết nứt ngày một mở rộng.
- Với các cáu kiện chịu nén lệch tâm có độ mảnh lớn, từ biến làm tăng uốn dọc.

- Trong cấu kiện BTCTDUL từ biến sinh ra hiện tượng mất mát ứng suất trước trong cốt thép kéo căng, do đó làm giảm ứng suất nén trước trong bê tông.
- Trong các kết cấu siêu tĩnh, từ biến làm phân phối lại nội lực.

Biến dạng từ biến $\varepsilon_{cR}$ được tính bằng tích số của biến dạng nén đàn hồi tức thời do tải trọng thường xuyên $\varepsilon_{ci}$ và hệ số từ biến ψ:

$$\varepsilon_{CR(t,t_i)} = \psi_{(t,t_i)}.\varepsilon_{ci} \qquad (2.13)$$

trong đó t là tuổi của bê tông tính bằng ngày kể từ thời điểm đổ bê tông và ti là tuổi của bê tông tính bằng ngày kể từ khi tải trọng thường xuyên tác dụng. AASHTO sử dụng một công thức thực nghiệm để xác định hệ số từ biến, được xây dựng bởi Collins và Mitchell (1991), như sau:

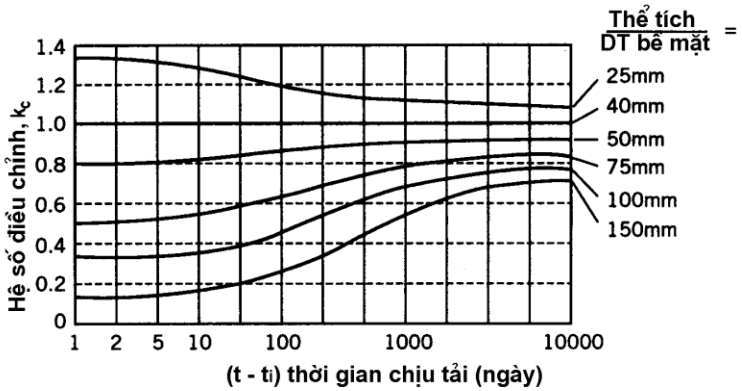
$$\psi_{(t,t_i)} = 3{,}5.k_c.k_f\left(1{,}58 - \frac{H}{120}\right)t^{-0{,}118}\left[\frac{(t-t_i)^{0{,}6}}{10+(t-t_i)^{0{,}6}}\right] \qquad (2.14)$$

Trong đó H là độ ẩm tương đối (%), kc là một hệ số điều chỉnh đối với ảnh hưởng của tỉ số giữa thể tích và diện tích bề mặt, được lấy theo hình 2.6 hoặc tính theo biểu thức 2.15 và

$$k_f = \frac{62}{42 + f_c'} \qquad (2.15)$$

ở đây, f'c là giá trị tuyệt đối của cường độ chịu nén đặc trưng ở tuổi 28 ngày của bê tông (MPa).

$$k_c = \left[\frac{t}{\frac{26e^{0.0142(V/S)}+t}{t}}\right]\left[\frac{1.80+1.77e^{-0.0213(V/S)}}{2.587}\right] \qquad (2.16)$$




*Hình 2.6- Hệ số kc đối với tỉ số thể tích/diện tích bề mặt*

**Ví dụ 2.2**

Hãy xác định biến dạng từ biến trong bản bê tông cầu ở ví dụ 2.1 sau một năm nếu ứng suất nén do tải trọng dài hạn là 10 MPa, cường độ chịu nén đặc trưng ở tuổi 28 ngày là 31 MPa và ti = 15 ngày. Mô đun đàn hồi theo công thức 2.2 là

$$E_c = 0{,}043(2300)^{1{,}5}\sqrt{31} = 26{,}4 \text{ GPa}$$

và biến dạng nén tức thời được tính như sau

$$\varepsilon_{ci} = \frac{f_{cu}}{E_c} = \frac{-10}{26400} = -0,00038$$

Đối với một tỉ số thể tích/ diện tích bề mặt bằng 100 mm và (t - ti) = (365 - 15) = 350 ngày, hình 2.6 cho một hệ số điều chỉnh $k_c$ = 0,68. Hệ số cường độ của bê tông kf được tính theo biểu thức 2.15 như sau:

$$k_f = \frac{62+42}{31} = 0,85$$

Hệ số từ biến trong một môi trường có độ ẩm H = 70% được tính theo biểu thức 2.14:

$$\Psi(365;15) = 3,5(0,68)(0,85)\left(1,58 - \frac{70}{120}\right)15^{-0,118}\frac{350^{0,6}}{10+350^{0,6}} = 1,13$$

Từ đó, biến dạng từ biến sau một năm được xác định theo biểu thức 2.13 như sau:

$$\varepsilon_{CR}(365;15) = 1,13(-0,00038) = -0,00043$$

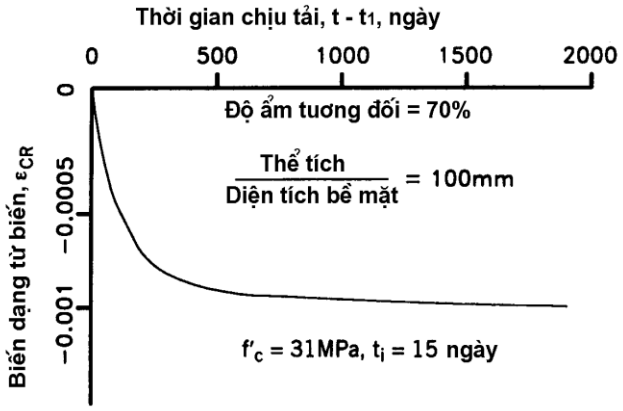
Biến dạng này cũng có độ lớn tương đương so với biến dạng co ngót. Ở đây, việc xác định này cũng có thể sai lệch tới ±50%. Đối với cùng các điều kiện như ở ví dụ này, sự thay đổi của tổng biến dạng nén theo thời gian sau khi đặt tải trọng dài hạn được biểu diễn trên hình 2.7. Biến dạng nén toàn phần $\varepsilon_{c(t,ti)}$ là tổng của biến dạng đàn hồi tức thời và biến dạng từ biến, đồng thời mức độ tăng biến dạng giảm dần theo thời gian. Biến dạng tổng cộng có thể được tính như sau:

$$\varepsilon_{c(t,t_i)} = \varepsilon_{ci} + \varepsilon_{CR(t,t_i)} = (1+\psi_{(t,t_i)})\varepsilon_{ci} \qquad (2.17)$$

Đối với ví dụ này, biến dạng nén tổng cộng sau một năm là

$$\varepsilon_c(365;15) = (1+1,13)(-0,00038) = -0,00081$$

bằng hai lần so với biến dạng đàn hồi.




*Hình 2.7 - Biến dạng từ biến theo thời gian. Ví dụ 2.2.*

Cũng có thể làm giảm biến dạng từ biến bằng các biện pháp như làm giảm co ngót, tức là giảm thành phần nước trong hỗn hợp bê tông và giữ cho nhiệt độ tương đối thấp. Biến dạng từ biến cũng có thể được giảm bớt nhờ việc bố trí cốt thép ở vùng chịu nén vì phần nội lực nén mà cốt thép chịu không liên quan đến từ biến. Trường hợp tải trọng dài hạn tác dụng ở tuổi bê tông lớn, biến dạng từ biến sẽ giảm đi do bê tông trở nên khô hơn và biến dạng ít hơn. Điều này được phản ánh trong biểu thức 2.9, ở đây giá trị lớn hơn ti đối với tuổi bê tông đã cho t làm giảm hệ số từ biến $\psi_{(t,ti)}$.

Cuối cùng, không phải tất cả các ảnh hưởng của biến dạng từ biến đều là có hại. Khi có sự lún khác nhau xảy ra trong một cầu BTCT, đặc tính từ biến của bê tông làm cho ứng suất trong các cấu kiện giảm rõ rệt so với giá trị dự đoán bằng phân tích đàn hồi.

**4/Mô đun đàn hồi đối với tải trọng dài hạn**

Để tính toán đối với sự tăng biến dạng do từ biến dưới tải trọng dài hạn, một mô đun đàn hồi dài hạn được chiết giảm $E_{c,LT}$ có thể được định nghĩa như sau:

$$E_{c,LT} = \frac{f_{ci}}{\left[1+\Psi\left(t,t_i\right)\right]\varepsilon_i} = \frac{E_{ci}}{1+\Psi\left(t,t_i\right)}$$

trong đó, $E_{ci}$ là mô đun đàn hồi tại thời điểm ti. Giả thiết rằng $E_{ci}$ có thể được biểu diễn bằng mô đun đàn hồi $E_c$ từ biểu thức 2 .2 thì ta có:

$$E_{c,LT} = \frac{E_c}{1+\psi_{(t,t_i)}} \qquad (2.18)$$

Khi tính đổi các đặc trưng mặt cắt của thép thành các đặc trưng tương đương của bê tông đối với các TTGH sử dụng, người ta dùng tỉ số mô đun n, được định nghĩa như sau:

$$n = \frac{E_s}{E_c} \qquad (2.19)$$

Tỉ số mô đun dài hạn $n_{LT}$ đối với tải trọng thường xuyên có thể được định nghĩa tương tự, giả thiết rằng cốt thép không có từ biến:

$$n_{LT} = \frac{E_S}{E_{c,LT}} = n\left(1+\psi_{(t,t_i)}\right) \qquad (2.20)$$

Ví dụ 2.3

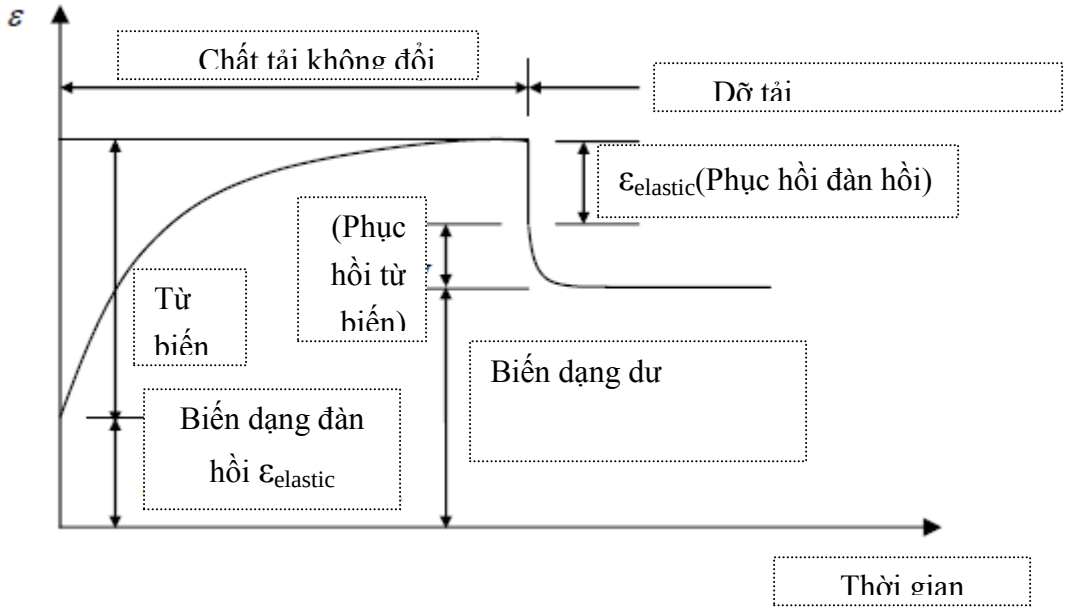
Đối với các dữ kiện của ví dụ 2.2, hãy xác định hệ số mô đun dài hạn $n_{LT}$ với t = 5 năm.

Từ hình 2.6, đối với $(t - t_i) = 5.(365) – 15 = 1810$ ngày, ta có kc = 0,75. Từ đó:

$$\Psi\left(1825;15\right) = 3,5\left(0,75\right)\left(0,85\right)\left(1,58-\frac{70}{120}\right)15^{-0,118}\frac{1810^{0,6}}{10+1810^{0,6}} = 1,45$$

và

$$n_{LT} = 2,45n$$




**Biến dạng của bê tông theo thời gian dưới ứng suất nén không đổi:**

## 2.2 CỐT THÉP

Cốt thép được đặt trong cấu kiện ở những nơi có thể phát huy tác dụng lớn nhất. Cốt thép thường được tính đến để chịu lực kéo, tuy nhiên nó cũng được bố trí để chịu lực nén. Ở TTGH về cắt trong dầm, phải bố trí cốt thép dọc và cốt thép ngang để chịu ứng suất kéo xiên.

Sự làm việc của cốt thép không dự ứng lực thường được đặc trưng bởi quan hệ ứng suất – biến dạng đối với các thanh cốt thép trần. Sự làm việc của cốt thép dự ứng lực là khác nhau đối với bó cáp có dính bám và không có dính bám, điều này khiến chúng ta phải xem xét lại sự làm việc của cốt thép không dự ứng lực được bao bọc bởi bê tông.

### 2.2.1. Cốt thép thường

Theo ASTM A615 và A706 Cốt thép thường phân thành 3 loại chính: Grade 40 (cấp 40); Grade 60 (cấp 60) ; Grade 75 (cấp 75)

Các đường cong ứng suất – biến dạng điển hình đối với cốt thép trần được biểu diễn trên hình 2.8 đối với cấp cốt thép 280, 420 và 520. Sự làm việc của cốt thép trần có thể được chia thành ba giai đoạn, đàn hồi, dẻo và cứng hoá biến dạng. Đoạn đàn hồi AB của biểu đồ gần giống như một đoạn thẳng với mô đun đàn hồi không đổi $E_s$ = 200 000 MPa cho tới giới hạn biến dạng đàn hồi $\varepsilon_y = \dfrac{f}{E_s}$. Đoạn chảy BC được đặc trưng bởi thềm chảy tại ứng suất không đổi $f_y$ cho tới lúc bắt đầu cứng hoá. Độ dài của thềm chảy là thước đo tính dẻo và được phân biệt với các cấp thép khác nhau. Đoạn cứng hoá biến dạng CDE bắt đầu ở biến dạng $\varepsilon_h$ và đạt tới ứng suất lớn nhất $f_u$ tại biến dạng $\varepsilon_u$ trước khi giảm nhẹ ở biến dạng phá hoại $\varepsilon_b$. Ba đoạn của đường cong ứng suất - biến dạng đối với cốt thép trần có thể được mô tả đặc trưng bằng những quan hệ sau

Đoạn đàn hồi AB

$$f_s = \varepsilon_s \,.\, E_s \qquad 0 \le \varepsilon_s \le \varepsilon_y \qquad (2.21)$$

Đoạn chảy BC

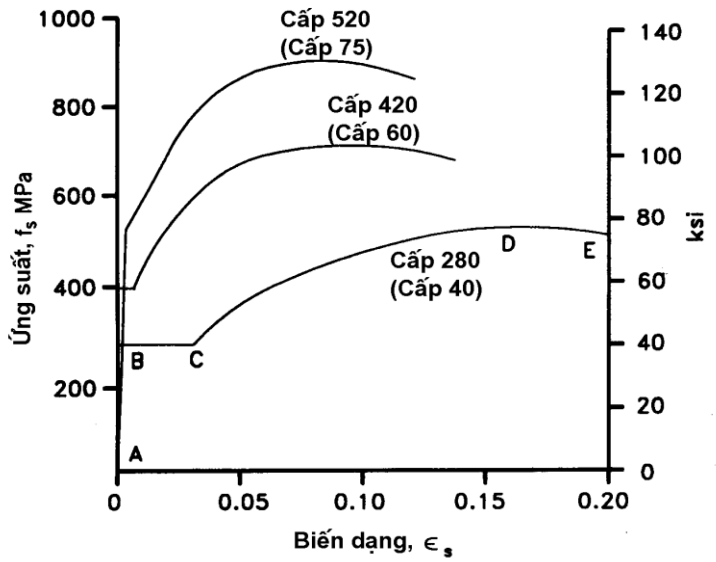
$$f_s = f_y \qquad \varepsilon_y \le \varepsilon_s \le \varepsilon_h \qquad (2.22)$$

Đoạn cứng hoá biến dạng CDE

$$f_s = f_y \left[ 1 + \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_h}{\varepsilon_u - \varepsilon_h} \left( \frac{f_u}{f_y} - 1 \right) \exp\left( 1 - \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_h}{\varepsilon_u - \varepsilon_h} \right) \right] \qquad \varepsilon_h \le \varepsilon_s \le \varepsilon_b \qquad (2.23)$$

*Bảng 2.5 Các giá trị giới hạn danh định đối với các đường cong ứng suất-biến dạng của cốt thép thanh*

| Cấp thép | $Fy_{min}$ (MPa) | fu (MPa) | $\varepsilon_y$ | $\varepsilon_h$ | $\varepsilon_u$ | $\varepsilon_b$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cấp 40 | 280 | 550 | 0,00138 | 0,0230 | 0,140 | 0,200 |
| Cấp 60 | 420 | 730 | 0,00207 | 0,0060 | 0,087 | 0,136 |
| Cấp 75 | 520 | 900 | 0,00259 | 0,0027 | 0,073 | 0,115 |



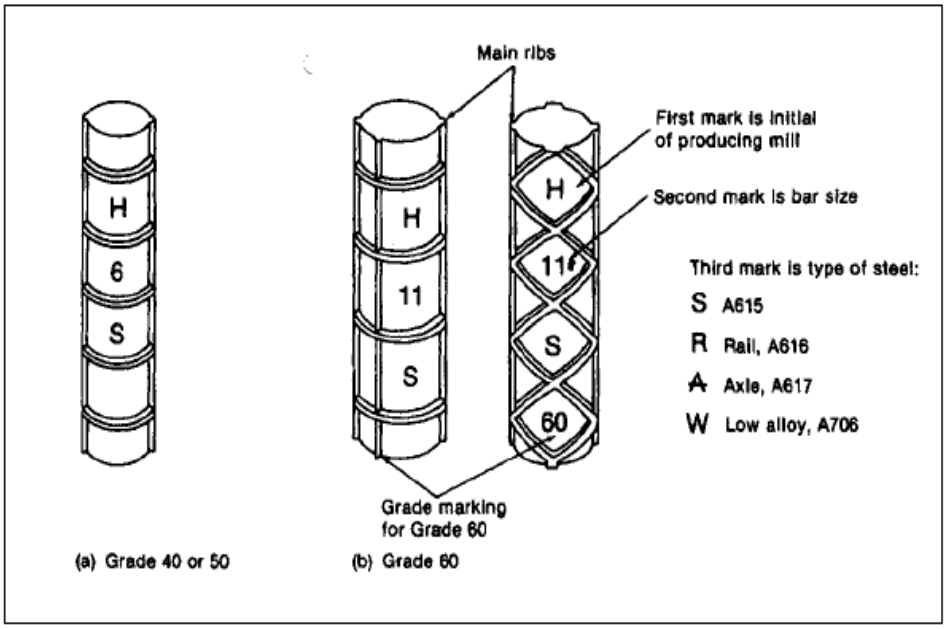

*Hình 2.8- Các đường cong ứng suất-biến dạng của cốt thép trần dạng thanh*

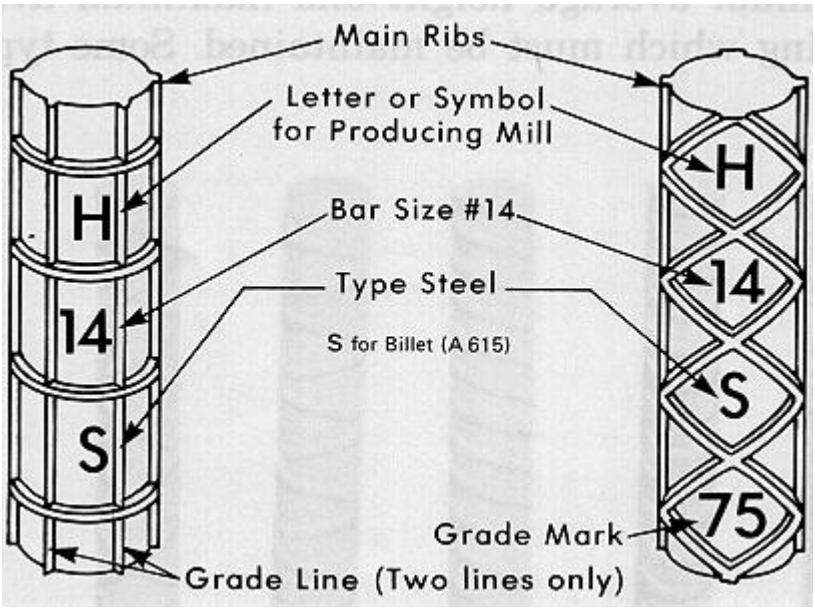
Khi các thanh cốt thép được đặt trong bê tông, sự làm việc của chúng khác với các thanh cốt thép trần. Sự khác biệt này là do bê tông có một cường độ chịu kéo nhất định dù khá nhỏ. Điều này được thừa nhận sớm, ngay từ khi phát triển cơ học BTCT như trong ý kiến sau đây của Morsch (1908):

Do lực ma sát đối với cốt thép và do cường độ chịu kéo của bê tông tồn tại trong những đoạn cấu kiện nằm giữa các vết nứt, bê tông ngay cả khi đã nứt vẫn làm giảm một phần độ giãn của cốt thép.

Phần bê tông dính bám với cốt thép và không bị nứt làm giảm biến dạng kéo trong cốt thép.Hiện tượng này gọi l à " tăng cứng kéo ".

Hiệu ứng tăng cứng kéo này xuất hiện khi ứng suất trung bình của thép tương đối nhỏ . Với biến dạng lớn hơn , sự tham gia của bê tông chịu kéo giảm và ứng xử của cốt thép chôn trong bê tông theo đoạn hoá cứng của đường cong US-BD của thép trần .




## 2.2.2. Cốt thép dự ứng lực

Thép dự ứng lực có thể dưới dạng sợi , tao và thanh .Tao gồm một số sợi xoắn lại với nhau gọi là tao cáp .Theo AASHTO thường dùng ba loại thép cường độ cao :

Thép sợi không bọc khử ứng suất dư hoặc tự chùng thấp ;

Tao cáp không bọc khử ứng suất dư hoặc chùng thấp ;

Thép thanh cường độ cao không bọc ;

Thép dự ứng lực thông thường nhất là tao thép bảy sợi, loại này được khử ứng suất và có độ chùng thấp. Khi chế tạo các tao thép, thanh thép các-bon cao được kéo liên tục qua các khuôn kéo sợi có đường kính nhỏ liên tục nhằm sắp xếp các phân tử thép theo một hướng và làm tăng cường độ của sợi thép tới trên 1700 MPa. Rồi 6 sợi được đặt bao quanh một sợi ở giữa theo kiểu xoắn ốc. Sự kéo nguội và xoắn các sợi tạo ra ứng suất dư trong tao thép. Các ứng suất dư này là

nguyên nhân khiến cho biểu đồ ứng suất – biến dạng tròn hơn và giới hạn chảy thấp hơn. Giới hạn chảy này có thể được nâng cao bằng cách làm nóng các tao thép tới 350$^o$C và để chúng nguội dần. Biện pháp cải thiện hơn nữa đối với sự chùng của thép được thực hiện bằng cách kéo các tao thép trong chu trình nóng, lạnh. Quá trình này được gọi là sự tôi thép và đưa ra sản phẩm là các tao thép có độ chùng thấp. Hình 2.9 so sánh quan hệ ứng suất – biến dạng của tao thép 7 sợi được sản xuất theo các quá trình khác nhau.

Các thanh cốt thép dẻo cường độ cao cũng được sử dụng làm cốt thép dự ứng lực. Cường độ chịu kéo lớn nhất của các thanh cốt thép này vào khoảng 1000 MPa.

Đặc trưng tiêu biểu đối với các thuộc tính của các tao cáp và thanh thép dự ứng lực được cho trong bảng 2.4. Các giá trị khuyến cáo đối với mô đun đàn hồi của thép dự ứng lực, $E_p$, là 197 000 MPa đối với tao cáp và 207 000 MPa đối với thanh thép.

Biến dạng trong cốt thép dự ứng lực εps có thể được xác định ở một mức tải trọng nào đó từ biến dạng trong bê tông bao quanh εcp như sau

$$\varepsilon_{ps} = \varepsilon_{cp} + \Delta\varepsilon_{pe} \qquad (2.24)$$

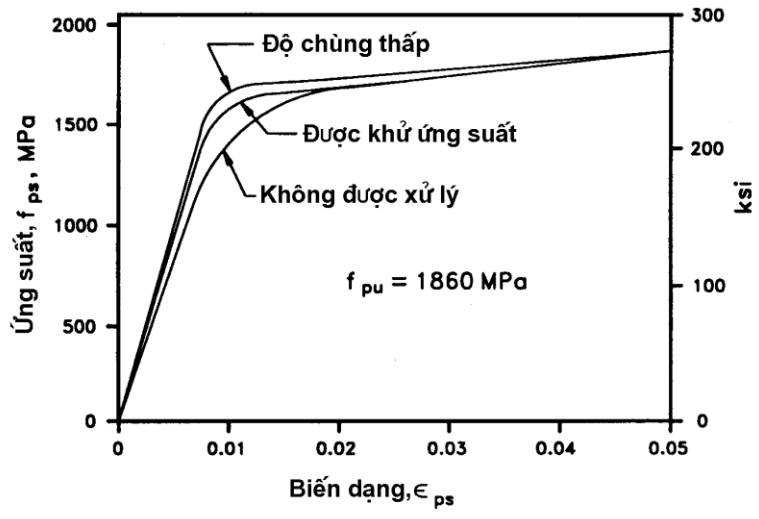
trong đó εcp là biến dạng của bê tông ở cùng một vị trí với cốt thép dự ứng lực và Δεpe thường được tính gần đúng như sau:

$$\Delta\varepsilon_{pe} \approx f_{pe} / E_p$$

Trong trường hợp cốt thép không dính bám, sự trượt xảy ra giữa cốt thép và bê tông xung quanh và biến dạng trong cốt thép trở nên đều đặn trong đoạn nằm giữa các điểm neo. Biến dạng dài tổng cộng của cốt thép lúc này phải bằng biến dạng dài tổng cộng của bê tông trong đoạn nói trên, tức là

$$\varepsilon_{ps} = \overline{\varepsilon_{cp}} + \Delta\varepsilon_{pe} \qquad (2.25)$$

ở đây, $\overline{\varepsilon_{cp}}$ là biến dạng trung bình của bê tông tại vị trí cốt thép dự ứng lực, được tính trung bình trong khoảng cách giữa các neo của cốt thép không có dính bám.




*Hình 2.9 Quan hệ ứng suất-biến dạng của tao thép 7 sợi được sản xuất theo các quá trình khác nhau*

*Bảng 2.6 Các thuộc tính của tao thép và thanh thép dự ứng lực*

| Vật liệu | Cấp hoặc kiểu | Đường kính (mm) | Cường độ chịu kéo $f_{pu}$ (MPa) | Giới hạn chảy $f_{py}$ (MPa) |
|---|---|---|---|---|
| Tao cáp | 1725 MPa (cấp 250)<br>1860 MPa (cấp 270) | 6,35-15,24<br>10,53-15,24 | 1725<br>1860 | 80% của $f_{pu}$ hay 90% của $f_{pu}$ đối với tao thép ít chùng |
| Thép thanh | Kiểu 1, trơn<br>Kiểu 2, có gờ | 19-25<br>15-36 | 1035<br>1035 | 85% của $f_{pu}$<br>80% của $f_{pu}$ |

Các đường cong ứng suất-biến dạng điển hình đối với thép dự ứng lực được cho trên hình 2.10. Các đường cong này có thể được tính gần đúng bằng các công thức sau:

Đối với cấp 250:

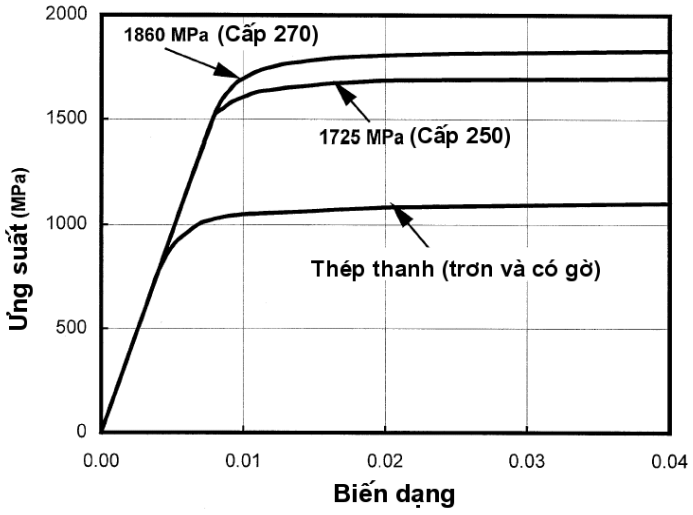
$$f_{ps} = \begin{cases} 197000\,\varepsilon_{ps} & \text{đối với } \varepsilon_{ps} \le 0{,}008 \\ 1710 - \dfrac{0{,}4}{\varepsilon_{ps} - 0{,}006} < 0{,}98 f_{pu} & \text{đối với } \varepsilon_{ps} > 0{,}008 \end{cases} \qquad (2.26)$$

Đối với cấp 270:

$$f_{ps} = \begin{cases} 197000\,\varepsilon_{ps} & \text{đối với } \varepsilon_{ps} \le 0{,}008 \\ 1848 - \dfrac{0{,}517}{\varepsilon_{ps} - 0{,}0065} < 0{,}98 f_{pu} & \text{đối với } \varepsilon_{ps} > 0{,}008 \end{cases} \qquad (2.27)$$

Đối với thép thanh

$$f_{ps} = \begin{cases} 207000\,\varepsilon_{ps} & \text{đối với } \varepsilon_{ps} \le 0{,}004 \\ 1020 - \dfrac{0{,}192}{\varepsilon_{ps} - 0{,}003} < 0{,}98 f_{pu} & \text{đối với } \varepsilon_{ps} > 0{,}004 \end{cases} \qquad (2.28)$$




*Hình 2.10 Các đường cong ứng suất-biến dạng điển hình đối với thép dự ứng lực*

Các loại tao cáp dự ứng lực, 7 sợi không sơn phủ, được khử ứng suất, hoặc có độ tự chùng thấp, hoặc các thanh thép không sơn phủ cường độ cao, trơn hay có gờ, phải phù hợp với tiêu chuẩn vật liệu quy định trong Tiêu chuẩn thi công cầu:

AASHTO M203M (ASTM A416M) - Tao thép 7 sợi dự ứng lực không sơn phủ, có khử ứng suất cho bê tông dự ứng lực hoặc

AASHTO M275M (ASTM A722) - Thép thanh cường độ cao không sơn phủ dùng cho bê tông dự ứng lực.

Nếu trong hồ sơ thầu có các chi tiết về dự ứng lực thì phải chỉ rõ kích thước và mác hoặc loại thép. Nếu trong hồ sơ chỉ quy định lực kéo dự ứng lực và vị trí đặt thì việc chọn kích cỡ thép và loại thép do nhà thầu lựa chọn và kỹ sư giám sát duyệt.

**1/ Mô đun đàn hồi**

Nếu không có các số liệu chính xác hơn, mô đun đàn hồi của thép dự ứng lực, dựa trên diện tích mặt cắt ngang danh định của thép, có thể lấy như sau :

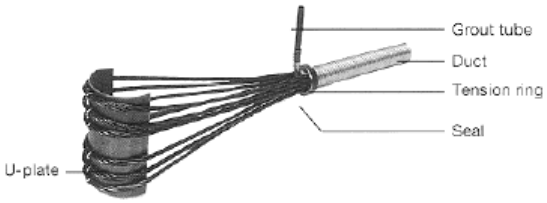
Đối với tao thép : $E_p$ = 197 000 MPa và

Đối với thanh : $E_p$ = 207 000 MPa

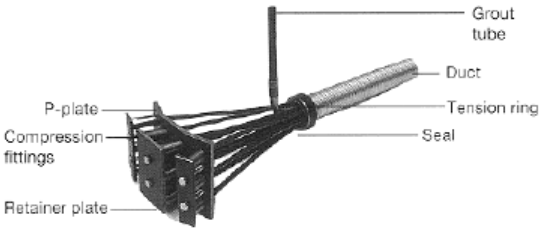
**2/Neo dự ứng lực kéo sau và nối cáp**

Neo và mối nối cáp phải được cấu tạo theo các yêu cầu của các Tiêu chuẩn tương ứng.

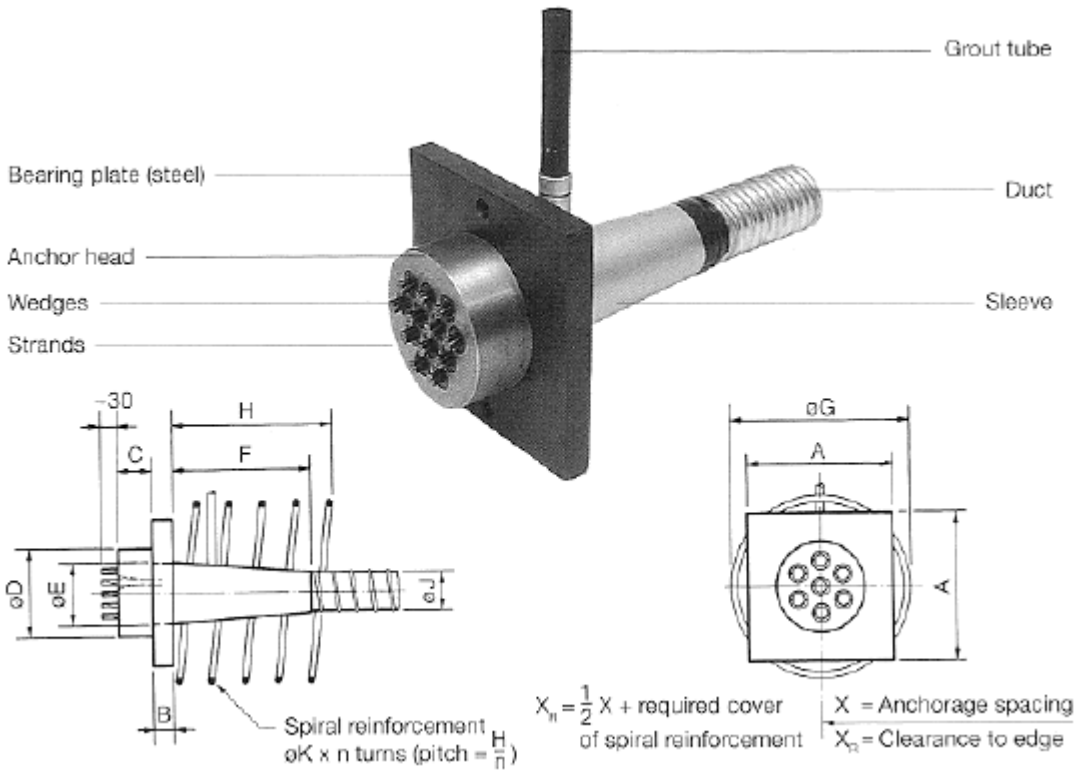
Phải tiến hành bảo vệ chống gỉ cho cáp, neo, các đầu neo và các mối nối cáp.




b) VSL Type U dead end anchorage.




a) VSL Type P dead end anchorage.




**3/ ống bọc cáp**

Ống bọc cho cáp phải là loại cứng hoặc loại nửa cứng bằng thép mạ kẽm hoặc bằng nhựa hoặc tạo lỗ trong bê tông bằng lõi lấy ra được.

Bán kính cong của ống bọc không được nhỏ hơn 6000 mm, trừ ở vùng neo có thể cho phép nhỏ tới 3600 mm.

Không được dùng ống bọc bằng nhựa khi bán kính cong nhỏ hơn 9000 mm.

Khi dùng ống bọc bằng nhựa cho loại cáp có dính bám thì phải xem xét đặc tính dính bám của ống nhựa với bê tông và vữa.

Hiệu quả áp lực của vữa lên ống bọc và vùng bê tông xung quanh phải được kiểm tra.

Cự ly lớn nhất giữa các điểm kê cố định ống bọc trong khi thi công phải được quy định trong hồ sơ thầu.

**4/Kích thước của ống bọc cáp**

Đường kính trong của ống bọc ít nhất phải lớn hơn đường kính của thanh thép dự ứng lực đơn hay bó cáp dự ứng lực 6 mm. Đối với loại thép dự ứng lực nhiều thanh và bó cáp dự ứng lực thì diện tích mặt cắt của ống bọc ít nhất phải lớn hơn 2 lần diện tích tịnh của mặt cắt bó thép dự ứng lực, khi lắp đặt bó cáp bằng phương pháp kéo sau thì diện tích mặt cắt của ống bọc phải gấp 2,5 lần diện tích mặt cắt của bó cáp.

Kích thước của ống bọc không được vượt quá 0,4 lần bề dày bê tông nguyên nhỏ nhất tại vị trí đặt ống bọc.

Ống bọc tại vị trí neo chuyển hướng

Ống bọc ở vị trí chuyển hướng phải là ống thép mạ phù hợp với tiêu chuẩn của ASTM A53, loại E, cấp B. Độ dày danh định của thành ống không được nhỏ hơn 3 mm.

# 2.3 BÊ TÔNG CỐT THÉP

## 2.3.1. Khái niệm về dính bám giữa bê tông và cốt thép

### 2.3.1.1. Khái niệm

Lực dính bám giữa bê tông và cốt thép là yếu tố cơ bản đảm bảo sự làm việc chung của hai loại vật liệu, làm cho bê tông và cốt thép có cùng biến dạng với nhau và có sự truyền lực qua lại giữa chúng.

### 2.3.1.2. Thí nghiệm xác định lực dính bám

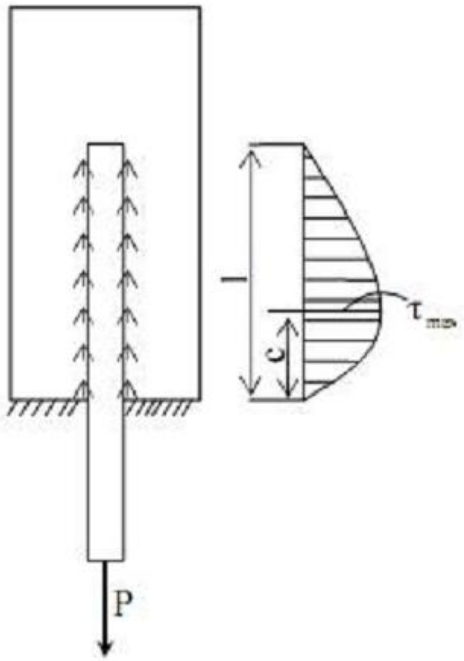
Chế tạo mẫu bằng cách đổ bê tông ôm lấy đoạn cốt thép. Thí nghiệm bằng cách kéo hoặc nén cho cho cốt thép tụt khỏi bê tông (hình 2.10). Cường độ trung bình của lực dính τ được xác định theo công thức:

$$\tau = \frac{P}{\pi \phi l} \quad (2\text{-}24)$$

Trong đó: P – Lực kéo (hoặc nén) làm cốt thép tụt khỏi bê tông

ϕ - Đường kính cốt thép

l – Chiều dài đoạn cốt thép chon trong bê tông




*Hình 2.10: Thí nghiệm xác định lực dính*

Để thí nghiệm làm cốt thép tụt khỏi bê tông thì chiều dài đoạn l phải được hạn chế trong một phạm vi nào đó. Nếu l quá lớn thì khi thí nghiệm cốt thép có thể bị kéo hoặc nén quá giới hạn chảy (thậm chí có thể bị kéo đứt) mà không bị tụt. Kết quả thí nghiệm cho thấy sự phân bố lực dính dọc theo đoạn cốt thép là không đều, nó bằng không tại hai đầu mút và đạt giá trị $\tau_{max}$ ở nơi cách tiết diện đầu tiên một khoảng C

$$C = \left(\frac{1}{4} \div \frac{1}{3}\right) l \text{ và } \tau = \omega \tau_{max} \text{ hoặc } \tau_{max} = \frac{P}{\omega \pi \phi l} \quad (2\text{-}25)$$

Trong đó: ω - hệ số hoàn chỉnh biểu đồ lực dính, ω < 1

**2.3.1.2. Các yếu tố tạo nên lực dính bám**

Lực dính bám được tạo ra nhờ các yếu tố chính sau :

- Sự dính bám hoá học,
- Ma sát,
- Sự tương tác cơ học giữa cốt thép và bê tông.

Ở các thanh cốt thép tròn trơn, hai yếu tố đầu tiên đóng vai trò quan trọng nhất trong việc tạo ra lực dính bám. Trong khi đó, ở cốt thép có gờ thì sự tương tác cài khoá giữa bê tông với các gờ cốt thép lại đóng vai trò quyết định. Vì vậy, các yếu tố chính có ảnh hưởng đến sự dính bám giữa cốt thép và bê tông là :

- Diện tích gờ tính đổi của cốt thép,
- Cường độ và thành phần của bê tông,
- Bề dày lớp bê tông bảo vệ,
- Đường kính cốt thép,
- Vị trí cốt thép khi đổ bê tông.

## 2.3.2. Chiều dài phát triển lực

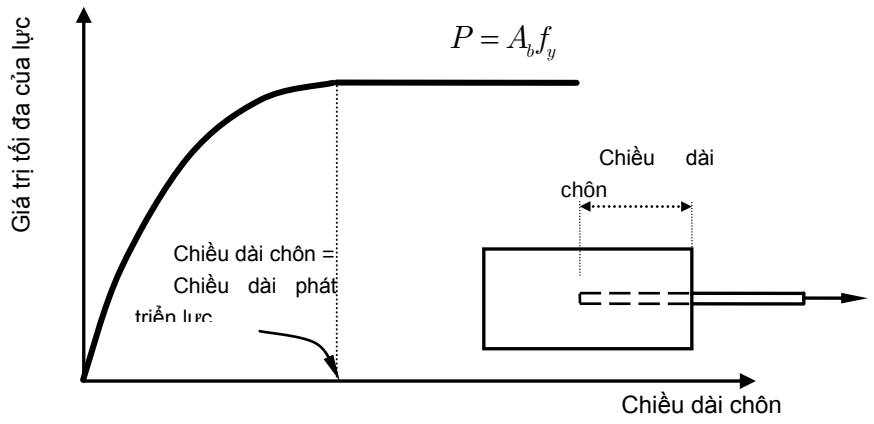
Lực cần thiết để kéo một thanh cốt thép ra khỏi một khối bê tông sẽ tăng lên khi chiều dài chôn của thanh này tăng lên (Hình 2.11). Khi chiều dài chôn trở nên đủ lớn, thanh thép sẽ bị chảy dẻo trước khi bị kéo ra khỏi khối bê tông. Chiều dài chôn tối thiểu cần thiết để phát triển lực chảy dẻo của thanh cốt thép được gọi là chiều dài phát triển lực. Chiều dài phát triển lực $l_d$, được sử dụng như là một giá trị chỉ thị về đặc trưng dính bám của các thanh cốt thép.

Tiêu chuẩn ACI giả thiết rằng, chiều dài phát triển lực cơ sở cần thiết để phòng ngừa sự vỡ chẻ (split), $\ell_{db,sp}$, là hàm của diện tích thanh cốt thép trong khi chiều dài cần thiết phòng ngừa sự kéo tuột (pull out) $\ell_{db,po}$ là hàm của đường kính thanh thép. Công thức để tính chiều dài phát triển lực cơ sở này như sau: đối với thanh số hiệu 35 và các thanh nhỏ hơn:

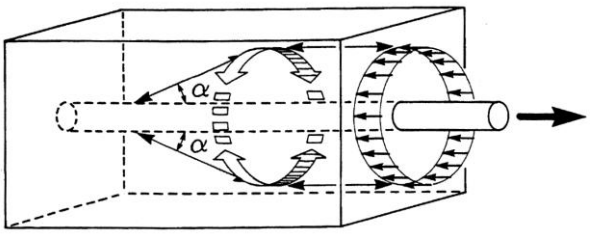
$$\ell_{db,sp} = 0,02 A_b f_y \Big/ \sqrt{f_c'} \text{ mm, MPa} \qquad (2.29)$$

$$\ell_{db,sp} = 0,375 d_b f_y \Big/ \sqrt{f_c'} \text{ mm, MPa} \qquad (2.30)$$

Các công thức (2.29) và (2.30) chỉ ra rằng, khi cường độ của bê tông tăng, chiều dài phát triển lực sẽ nhỏ đi. Tuy nhiên, không cho phép chiều dài phát triển lực giảm hơn nữa khi cường độ bê tông lớn hơn 70 MPa và vì vậy, thành phần $\sqrt{f_c'}$ không được lấy lớn hơn 8,37 MPa.



*Hình 2.11 Khái niệm về chiều dài phát triển lực*




*Hình 2.12Vòng ứng suất kéo trong bê tông cân bằng với thành phần ly tâm của lực nén nghiêng*

## 2.3.3. Các dạng phá hoại và hư hỏng của bê tông cốt thép

### 2.3.3.1. Phá hoại do chịu lực

Bê tông và cốt thép làm việc với nhau cho đến khi bị phá hoại. Với thanh chịu kéo, sau kho bê tông bị nứt cốt thép chịu toán bộ lực kéo và nó bị xem là bắt đầu phá hoại khi ứng suất trong cốt thép đạt đến giới hạn chảy. Với cột chịu nén sự phá hoại bắt đầu khi ứng suất nén trong bê tông đạt đến giới hạn cường độ chịu nén, bê tông bị nén vỡ. Sự phá hoại của cấu kiện chịu uốn có thể bắt đầu từ vùng chịu kéo hoặc chịu nén. Khi cốt thép chịu kéo là vừa phải thì sự phá hoại là bắt đầu từ vùng chịu kéo với việc cốt thép đạt đến giới hạn chảy, có biến dạng lớn, vết nứt mở rộng. Khi cốt thép khá nhiều thì sự phá hoại bắt đầu từ vùng nén với việc ứng suất trong bê tông đạt đến giới hạn cường độ, vùng nén bị nén vỡ.

### 2.3.3.2. Phá hoại do biến dạng cưỡng bức

Biến dạng cưỡng bức gây ra do chuyển vị của các liên kết, do thay đổi nhiệt độ, do co ngót của bê tông…Trong kết cấu tĩnh định biến dạng cưỡng bức không gây ra nội lực. Trong kết cấu siêu tĩnh biến dạng cưỡng bức thường bị ngăn cản, làm phát sinh nội lực và có thể làm kết cấu bị hư hỏng hoặc phá hoại. Sự hư hỏng thể hiện ở chỗ bê tông bị nứt, vỡ. Sự phá hoại xảy ra giống như khi phá hoại do chịu lực.

### 2.3.3.2. Hư hỏng do tác dụng của môi trường

Dưới tác động của môi trường bê tông cốt thép có thể bị hư hỏng do tác dụng cơ, lý, hóa, sinh vật.

Về cơ học và vật lý, bê tông có thể bị bào mòn do mưa, dòng chảy, bị hun nóng do mặt trời hoặc các nguồn nhiệt. Đối với các công trình chịu lạnh, đóng và tan băng có thể gây hư hỏng cấu trúc của bê tông.

Về hóa học, bê tông bị xâm thực do các chất hóa học (axit, bazơ, muối) có trong môi trường. Các chất này có phản ứng hóa học với các thành phần của đá xi măng tạo ra các chất hòa tan hoặc làm giảm cường độ, phá hỏng sự liên kết (bê tông bị mủn).

Cốt thép có thể bị xâm thực do tác dụng hóa học và điện phân của môi trường. Khi cốt thép bị gỉ thể tích lớp gỉ tăng lên nhiều lần so với thể tích kim loại ban đầu chèn ép vào bê tông làm cho lớp bê tông bên ngoài bị nứt, vỡ. Sự mở rộng vết nứt trong bê tông làm cho cốt thép dễ bị gỉ hơn. Trong môi trường có hơi nước mặn, môi trường có nhiệt độ và độ ẩm cao cốt thép bị

gỉ nhiều hơn. Ứng suất trong cốt thép càng cao và sự gia công nguội cốt thép cũng làm cho cốt thép dễ bị gỉ hơn.

Về sinh vật, các loại rong rêu, hà, những vi khuẩn ở sông biển cũng gây tác dụng làm hư hỏng bề mặt bê tông do tác dụng của những chất hóa học chúng tiết ra.

Về tác dụng thời gian, trong vài năm đầu bê tông có tăng cường độ (trong môi trường thuận lợi). Tuy vậy sau vài chục năm bê tông sẽ bị già lão và cường độ có thể bị giảm dần.

# 3 NGUYÊN LÝ THIẾT KẾ THEO TIÊU CHUẨN 22TCN272-05

## 3.1 QUAN ĐIỂM CHUNG VỀ THIẾT KẾ

Trong thiết kế các kỹ sư phải kiểm tra độ an toàn và ổn định của phương án khả thi đã được chọn .Công tác thiết kế bao gồm việc tính toán nhằm chứng minh cho những người có trách nhiệm thấy rằng mọi tiêu chuẩn tính toán và cấu tạo đều được thoả mãn .

Điều kiện để đảm bảo độ an toàn của một công trình là :

Sức kháng của vật liệu ≥ Hiệu ứng của tải trọng

$$R \geq Q \qquad (3.1)$$

Điều kiện trên phải được xét trên tất cả các bộ phận của kết cấu .

Khi nói về sức kháng của vật liệu ta xét khả năng làm việc tối đa của vật liệu mà ta gọi là trạng thái giới hạn(TTGH).

Một trạng thái giới hạn là một trạng thái mà vượt qua nó thì kết cấu hay một bộ phận nào đó không hoàn thành mục tiêu thiết kế đề ra .

Mục tiêu là không vượt quá TTGH, tuy nhiên đó không phải là mục tiêu duy nhất , mà cần xét đến các mục đích quan trọng khác , như chức năng , mỹ quan , tác động đến môi trường và yếu tố kinh tế.Sẽ là không kinh tế nếu thiết kế một cầu mà chẳng có bộ phận nào, chẳng bao giờ bị hư hỏng.Do đó càn phải xác định đâu là giới hạn chấp nhận được trong rủi ro của xác suất phá huỷ . Việc xác định một miền an toàn chấp nhận được ( cường độ lớn hơn bao nhiêu so với hiệu ứng của tải trọng )không dựa trên ý kiến chủ quan của một cá nhân nào mà dựa trên kinh nghiệm của một tập thể.Tiêu chuẩn 22TCN272-05 có thể đáp ứng được .

## 3.2 SỰ PHÁT TRIỂN CỦA QUÁ TRÌNH THIẾT KẾ

### 3.2.1. Thiết kế theo ứng suất cho phép (ASD)-Allowable Stress Design

Độ an toàn được xác định bằng cách cho rằng hiệu ứng của tải trọng sẽ gây ra ứng suất chỉ bằng một phần của ứng suất gây phá hoại (Ứng suất phá hoại là cường độ giới hạn của bê tông hoặc giới hạn chảy của thép) ,

Hệ số an toàn (F)= Cường độ của vật liệu(R) / hiệu ứng tải trọng(Q)

$$F = \frac{\text{sức kháng, } R}{\text{hiệu ứng tải trọng, } Q} = \frac{f_y}{0,5 f_y} = 2$$

Vì phương pháp thiết kế này đặt ra giới hạn về ứng suất nên được biết đến với tên gọi thiết kế theo ứng suất cho phép (Allowable Stress Design, ASD).

Phương pháp này có nhiều nhược điểm như :

- Quan điểm về độ bền dựa trên sự làm việc đàn hồi của vật liệu đẳng hướng,đồng nhất .
- Không biểu hiện được một cách hợp lý về cường độ giới hạn là chỉ tiêu cơ bản về khả năng chịu lực hơn là ứng suất cho phép
- Hệ số an toàn chỉ áp dụng riêng cho cường độ , chưa xét đến sự biến đổi của tải trọng
- Việc chọn hệ số an toàn dựa trên ý kiến chủ quan và không có cơ sở tin cậy về xác suất hư hỏng.

Để khắc phục thiếu sót này cần một phương pháp thiết kế có thể :

- Dựa trên cơ sở cường độ giới hạn của vật liệu
- Xét đến sự thay đổi tính chất cơ học của vật liệu và sự biến đổi của tải trọng
- Đánh giá độ an toàn liên quan đến xác suất phá hoại .

Phương pháp khắc phục các thiếu sót trên đó là AASHTO-LRFD 1998 và nó được chọn làm cơ sở biên soạn tiêu chuẩn thiết kế cầu 22TCN272-05.

### 3.2.2. Thiết kế theo hệ số tải trọng và sức kháng (LRFD-Load and Resistance Factors Design)

Để xét đến sự thay đổi ở cả hai phía của bất đẳng thức trong phương trình 3.1 .Phía sức kháng được nhân với một hệ số sức kháng $\Phi$ dựa trên cơ sở thống kê ($\Phi<=1$).Phía tải trọng được nhân lên với hệ số tải trọng $\gamma$ dựa trên cơ sở thống kê tải trọng, $\gamma$ thường lớn hơn 1.Vì hiệu ứng tải trong trạng thái giới hạn bao gồm một tổ hợp của nhiều loại tải trọng ($Q_i$) ở nhiều mức độ khác nhau của sự dự tính nên phía tải trọng được biểu hiện là tổng của các giá trị $\gamma_i Q_i$ .Nếu sức kháng danh định là $R_n$ , tiêu chuẩn an toàn sẽ là :

$$\Phi R_n \geq \text{Hiệu ứng của } \Sigma \gamma_i Q_i \qquad (3.2)$$

Vì phương trình 3.2 chứa cả hệ số tải trọng và hệ số sức kháng nên phương pháp thiết kế được gọi là thiết kế theo hệ số tải trọng và sức kháng ( LRFD).

Hệ số sức kháng $\Phi$ cho trạng thái giới hạn cần xét tới tính phân tán của :

- Tính chất vật liệu
- Phương trình dự tính cường độ
- Tay nghề công nhân
- Kiểm soát chất lượng
- Tình huống hư hỏng

Hệ số tải trọng $\gamma_i$ dùng cho các tải trọng cần xét tới độ phân tán của :

- Độ lớn của tải trọng
- Sự sắp xếp của tải trọng
- Tổ hợp tải trọng có thể xảy ra

Ưu điểm của LRFD:

- Có xét đến sư biến đổi cả về sức kháng và tải trọng
- Đạt được mức độ an toàn đồng đều cho các TTGH khác nhau và các loại cầu mà không cần phân tích xác suất và thống kê phức tạp.

- Phương pháp thiết kế thích hợp

Nhược điểm của LRFD:

- Yêu cầu thay đổi tư duy thiết kế ( so với tiêu chuẩn cũ )
- Yêu cầu hiểu biết cơ bản về lý thuyết xác suất và thống kê
- Yêu cầu có các số liệu đầy đủ về thống kê và thuật toán tính xác suất để chỉnh lý hệ số sức kháng trong trường hợp đặc biệt.

## 3.3 NGUYÊN TẮC CƠ BẢN CỦA TIÊU CHUẨN 22TCN 272-05

Bản Tiêu chuẩn thiết kế cầu mới 22 TCN 272-05 (lúc ra đời, năm 2001, mang ký hiệu 22 TCN 272-01) đã được biên soạn như một phần công việc của dự án của Bộ giao thông vận tải mang tên "Dự án phát triển các Tiêu chuẩn cầu và đường bộ ".

Kết quả của việc nghiên cứu tham khảo đã đưa đến kết luận rằng, hệ thống Tiêu chuẩn AASHTO của Hiệp hội cầu đường Mỹ là thích hợp nhất để được chấp thuận áp dụng ở Việt nam. Đó là một hệ thống Tiêu chuẩn hoàn thiện và thống nhất, có thể được cải biên để phù hợp với các điều kiện thực tế ở nước ta. Ngôn ngữ của tài liệu này cũng như các tài liệu tham chiếu của nó đều là tiếng Anh, là ngôn ngữ kỹ thuật thông dụng nhất trên thế giới và cũng là ngôn ngữ thứ hai phổ biến nhất ở Việt nam. Hơn nữa, hệ thống Tiêu chuẩn AASHTO có ảnh hưởng rất lớn trong các nước thuộc khối ASEAN mà Việt nam là một thành viên.

Tiêu chuẩn thiết kế cầu mới được dựa trên Tiêu chuẩn thiết kế cầu AASHTO LRFD, lần xuất bản thứ hai (1998), theo hệ đơn vị đo quốc tế SI. Tiêu chuẩn LRFD ra đời năm 1994, được sửa đổi và xuất bản lần thứ hai năm 1998. Tiêu chuẩn này đã được soạn thảo dựa trên những kiến thức phong phú tích lũy từ nhiều nguồn khác nhau trên khắp thế giới nên có thể được coi là đại diện cho trình độ hiện đại trong hầu hết các lĩnh vực thiết kế cầu vào thời điểm hiện nay.

Các tài liệu Việt nam được liệt kê dưới đây đã được tham khảo hoặc là nguồn gốc của các dữ liệu thể hiện các điều kiện thực tế ở Việt nam:

- Tiêu chuẩn về thiết kế cầu 22 TCN 18–1979
- Tiêu chuẩn về tải trọng gió TCVN 2737 – 1995
- Tiêu chuẩn về tải trọng do nhiệt TCVN 4088 – 1985
- Tiêu chuẩn về thiết kế chống động đất 22 TCN 221 – 1995
- Tiêu chuẩn về giao thông đường thủy TCVN 5664 – 1992

Các quy định của bộ Tiêu chuẩn thiết kế cầu mới này nhằm sử dụng cho các công tác thiết kế, đánh giá và khôi phục các cầu cố định và cầu di động trên tuyến đường bộ. Các điều khoản sẽ không liên quan đến cầu đường sắt, xe điện hoặc các phương tiện công cộng khác. Các yêu cầu thiết kế đối với cầu đường sắt dự kiến sẽ được ban hành như một phụ bản trong tương lai.

### 3.3.1. Tổng quát

Cầu phải được thiết kế để đạt được các mục tiêu: thi công được, an toàn và sử dụng được, có xét đến các yếu tố: khả năng dễ kiểm tra, tính kinh tế, mỹ quan. Khi thiết kế cầu, để đạt được những mục tiêu này, cần phải thỏa mãn các trạng thái giới hạn. Kết cấu thiết kế phải có đủ độ dẻo, phải có nhiều đường truyền lực (có tính dư) và tầm quan trọng của nó trong khai thác phải được xét đến.

Mỗi cấu kiện và liên kết phải thỏa mãn phương trình 3.3 đối với tất cả trạng thái giới hạn.

$$\sum \eta_i \gamma_i Q_i \le \phi R_n = R_r \qquad (3.3)$$

Trong đó:

$Q_i$ Hiệu ứng tải trọng (nội lực do tải hoặc các tác động bên ngoài sinh ra)

$\gamma_i$ hệ số tải trọng: hệ số nhân dựa trên thống kê dùng cho các lực

$R_n$ sức kháng danh định

$\Phi$ hệ số sức kháng: hệ số nhân dựa trên thống kê dùng cho sức kháng danh định

Đối với các trạng thái giới hạn sử dụng và trạng thái giới hạn đặc biệt, hệ số sức kháng được lấy bằng 1,0

$R_r$ sức kháng tính toán, $R_r = \Phi . R_n$

$\eta_i$ hệ số điều chỉnh tải trọng, xét đến tính dẻo, tính dư và tầm quan trọng trong khai thác

$\eta_i = \eta_D \eta_R \eta_I > 0,95$ đối với tải trọng dùng giá trị $\gamma_{max}$

$\eta_i = \dfrac{1}{\eta_R \eta_D \eta_I} \le 1,0$ đối với tải trọng dùng giá trị $\gamma_{min}$

$\eta_D$ = hệ số liên quan đến tính dẻo

$\eta_R$ = hệ số liên quan đến tính dư

$\eta_I$ = hệ số liên quan đến tầm quan trọng trong khai thác

Hai hệ số đầu có liên quan đến cường độ của cầu, hệ số thứ ba xét đến sự làm việc của cầu ở trạng thái sử dụng.

Trừ trạng thái giới hạn cường độ , đối với tất cả các TTGH khác , $\eta_D = \eta_R = 1,0$.

### 3.3.2. Khái niệm về tính dẻo, tính dư và tầm quan trọng trong khai thác

***1/ Hệ số xét đến tính dẻo $\eta_D$***

Tính dẻo là một yếu tố quan trọng đối với sự an toàn của cầu. Nhờ tính dẻo, các bộ phận chịu lực lớn của kết cấu có thể phân phối lại tải trọng sang những bộ phận khác có dự trữ về cường độ. Sự phân phối lại này phụ thuộc vào khả năng biến dạng của bộ phận chịu lực lớn và liên quan đến sự phát triển biến dạng dẻo mà không xảy ra phá hoại.

Hệ kết cấu của cầu phải được định kích thước và cấu tạo để đảm bảo sự phát triển đáng kể và có thể nhìn thấy được của các biến dạng không đàn hồi ở trạng thái giới hạn cường độ và trạng thái giới hạn đặc biệt trước khi phá hoại.

Nếu một cấu kiện của cầu được thiết kế sao cho biến dạng dẻo có thể xuất hiện thì sẽ có dự báo khi cấu kiện bị quá tải. Nếu là kết cấu BTCT thì vết nứt sẽ phát triển và cấu kiện được xem là ở vào tình trạng nguy hiểm. Phải tránh sự làm việc giòn vì nó dẫn đến sự mất khả năng chịu lực đột ngột khi vượt quá giới hạn đàn hồi. Các cấu kiện và liên kết trong BTCT có thể làm việc dẻo khi hạn chế hàm lượng cốt thép chịu uốn và khi bố trí cốt đai để kiềm chế biến dạng. Cốt thép có thể được bố trí đối xứng để chịu uốn, điều này cho phép xảy ra sự làm việc dẻo. Nói tóm lại, nếu trong thiết kế, các quy định của Tiêu chuẩn được tuân theo thì thực nghiệm cho thấy rằng, các cấu kiện sẽ có đủ tính dẻo cần thiết.

Đối với trạng thái giới hạn cường độ, hệ số liên quan đến tính dẻo được quy định như sau:

$\eta_D \ge 1,05$ đối với các cấu kiện và liên kết không dẻo

$\eta_D = 1,0$ đối với các thiết kế thông thường và các chi tiết theo đúng Tiêu chuẩn này

$\eta_D \geq 0,95$ đối với các cấu kiện và liên kết có các biện pháp tăng thêm tính dẻo vượt quá những yêu cầu của Tiêu chuẩn này

***2/ Hệ số xét đến tính dư $\eta_R$***

Tính dư có tầm quan trọng đặc biệt to lớn đối với khoảng an toàn của kết cấu cầu. Một kết cấu siêu tĩnh là dư vì nó có nhiều liên kết hơn số liên kết cần thiết để đảm bảo không biến dạng hình học. Ví dụ, một dầm cầu liên tục ba nhịp là kết cấu siêu tĩnh bậc hai. Một tổ hợp hai liên kết đơn, hoặc hai liên kết chống quay, hoặc một liên kết đơn và một liên kết chống quay có thể bị mất đi mà không dẫn tới hình thành khớp dẻo ngay lập tức vì tải trọng tác dụng có thể tìm được các con đường khác để truyền xuống đất. Khái niệm nhiều đường truyền lực là tương đương với tính dư. Các đường truyền lực đơn hay các kết cấu cầu không dư được khuyến cáo không nên sử dụng.

Tính dư trong kết cấu cầu làm tăng khoảng an toàn của chúng và điều này được phản ánh ở trạng thái giới hạn cường độ qua hệ số xét đến tính dư $\eta_R$, được quy định trong Tiêu chuẩn 22 TCN 272-05 như sau:

$\eta_R \geq 1,05$ đối với các cấu kiện không dư

$\eta_R = 1,0$ đối với các cấu kiện có mức dư thông thường

$\eta_R \geq 0,95$ đối với các cấu kiện có mức dư đặc biệt

***3/ Hệ số xét đến tầm quan trọng trong khai thác $\eta_I$***

Các cầu có thể được xem là có tầm quan trọng trong khai thác nếu chúng nằm trên con đường nối giữa các khu dân cư và bệnh viện hoặc trường học, hay là con đường dành cho lực lượng công an, cứu hỏa và các phương tiện giải cứu đối với nhà ở, cơ quan và các khu công nghiệp. Cầu cũng có thể được coi là quan trọng nếu chúng giúp giải quyết tình trạng đi vòng do tắc đường, giúp tiết kiệm thời gian và xăng dầu cho người lao động khi đi làm và trở về nhà. Nói tóm lại, khó có thể tìm thấy tình huống mà cầu không được coi là quan trọng trong khai thác. Một ví dụ về cầu không quan trọng là cầu trên đường phụ dẫn tới một vùng hẻo lánh được sử dụng không phải quanh năm.

Khi có sự cố động đất, điều quan trọng là tất cả các con đường huyết mạch, như các công trình cầu, vẫn phải thông. Vì vậy, các yêu cầu sau đây được đặt ra đối với trạng thái giới hạn đặc biệt cũng như đối với trạng thái giới hạn cường độ:

$\eta_I \geq 1,05$ đối với các cầu quan trọng

$\eta_I = 1,0$ đối với các cầu điển hình

$\eta_I \geq 0,95$ đối với các cầu ít quan trọng

Đối với các trạng thái giới hạn khác:

$\eta_I = 1,0$

## 3.3.3. Các trạng thái giới hạn

### 1 .Trạng thái giới hạn sử dụng

Trạng thái giới hạn sử dụng phải xét đến như một biện pháp nhằm hạn chế đối với ứng suất, biến dạng và vết nứt dưới điều kiện sử dụng bình thường.

**2. Trạng thái giới hạn mỏi và phá hoại giòn**

Trạng thái giới hạn mỏi phải được xét đến trong tính toán như một biện pháp nhằm hạn chế về biên độ ứng suất do một xe tải thiết kế gây ra với số chu kỳ biên độ ứng suất dự kiến.

Trạng thái giới hạn phá hoại giòn phải được xét đến như một số yêu cầu về tính bền của vật liệu theo Tiêu chuẩn vật liệu.

**3. Trạng thái giới hạn cường độ**

Trạng thái giới hạn cường độ phải được xét đến để đảm bảo cường độ và sự ổn định cục bộ và ổn định tổng thể được dự phòng để chịu được các tổ hợp tải trọng quan trọng theo thống kê được định ra để cầu chịu được trong phạm vi tuổi thọ thiết kế của nó.

Trạng thái giới hạn cường độ I: Tổ hợp tải trọng cơ bản liên quan đến việc sử dụng cho xe tiêu chuẩn của cầu không xét đến gió

Trạng thái giới hạn cường độ II: Tổ hợp tải trọng liên quan đến cầu chịu gió với vận tốc vượt quá 25m/s

Trạng thái giới hạn cường độ III: Tổ hợp tải trọng liên quan đến việc sử dụng xe tiêu chuẩn của cầu với gió có vận tốc 25m/s

TTGH cường độ là một TTGH được quyết định bởi cường độ tĩnh của vật liệu tại một mặt cắt có vết nứt đã cho. Có 3 tổ hợp tải trọng cường độ khác nhau được quy định trong bảng 1.1. Đối với một bộ phận riêng biệt của kết cấu cầu, chỉ một hoặc có thể hai trong số các tổ hợp tải trọng này cần được xét đến. Sự khác biệt trong các tổ hợp tải trọng cường độ chủ yếu liên quan đến các hệ số tải trọng được quy định đối với hoạt tải. Tổ hợp tải trọng sinh ra hiệu ứng lực lớn nhất được so sánh với cường độ hoặc sức kháng của mặt cắt ngang của cấu kiện.

Trong tính toán sức kháng đối với hiệu ứng tải trọng đã nhân hệ số như lực dọc trục, lực uốn, lực cắt hoặc xoắn, sự không chắc chắn được biểu thị qua hệ số giảm cường độ hay hệ số sức kháng ϕ.. Hệ số ϕ là hệ số nhân của sức kháng danh định $R_n$ và điều kiện an toàn là thoả mãn phương trình tổng quát 3.3.

Trong các cấu kiện BTCT, có những yếu tố không đảm bảo được chính xác như chất lượng vật liệu, kích thước mặt cắt ngang, việc đặt cốt thép và những công thức được dùng để tính sức kháng.

Một số mô hình phá hoại có thể được đưa ra với độ chính xác cao hơn các mô hình khác và hậu quả do sự cố của chúng là ít nguy hiểm. Chẳng hạn, dầm chịu uốn thường được thiết kế tương đối ít cốt thép, do đó phá hoại xảy ra do sự chảy từ từ của cốt thép chịu kéo, trong khi các cột chịu nén thường bị phá hoại đột ngột không có báo trước. Mô hình phá hoại do cắt thường ít được hiểu biết và nó là sự kết hợp của mô hình phá hoại do kéo và do nén. Do vậy, hệ số ϕ trong trường hợp này phải nằm trong khoảng giữa hệ số ϕ của dầm chịu uốn và của cột chịu nén. Hậu quả sự phá hoại của cột là nghiêm trọng hơn của dầm vì một cột bị phá hoại sẽ kéo theo sự sụp đổ của một số dầm, do đó, dự trữ trong thiết kế cột cần phải lớn hơn. Tất cả các lý do trên cũng như các nguyên nhân khác được phản ánh trong hệ số sức kháng, được quy định bởi AASHTO và được giới thiệu trong bảng sau

Đối với trường hợp uốn và nén kết hợp, hệ số ϕ trong trường hợp nén có thể được lấy tăng lên tuyến tính từ giá trị 0,75 ở lực dọc trục nhỏ cho tới hệ số ϕ đối với uốn thuần tuý ở lực dọc bằng

không. Một lực dọc nhỏ được định nghĩa là $0{,}10.f'_c.A_g$ với $f'_c$ là cường độ chịu nén 28 ngày của bê tông và $A_g$ là diện tích mặt cắt ngang nguyên của cấu kiện chịu nén.

Đối với các dầm chịu kéo hoặc không chịu kéo được đặt cốt thép thường và cốt thép dự ứng lực hỗn hợp, hệ số ϕ phụ thuộc vào tỉ lệ dự ứng lực bộ phận (*PPR*) và được tính bằng công thức sau:

$$\phi = 0{,}90 + 0{,}10.(PPR)$$

trong đó:

$$(PPR) = \frac{A_{ps}f_{py}}{A_{ps}f_{py} + A_s f_y}$$

với

$A_{ps}$ = diện tích cốt thép dự ứng lực,

$f_{py}$ = giới hạn chảy của cốt thép dự ứng lực,

$A_s$ = diện tích cốt thép thường,

$f_y$ = giới hạn chảy của cốt thép thường.

*Bảng 3.1-Hệ số sức kháng đối với các kết cấu thông thường*

| Trạng thái giới hạn cường độ | Hệ số ϕ |
|---|---|
| Đối với uốn và kéo<br>Bê tông cốt thép<br>Bê tông cốt thép dự ứng lực | <br>0,90<br>1,00 |
| Đối với cắt và xoắn<br>Bê tông có trọng lượng trung bình<br>Bê tông nhẹ | <br>0,90<br>0,70 |
| Đối với nén dọc trục có cốt thép xoắn, trừ trường hợp động đất vùng 3 và 4 | 0,75 |
| Đối với bộ phận đỡ tựa trên bê tông | 0,70 |
| Đối với nén trong mô hình chống và giằng | 0,70 |
| Đối với nén tại vùng neo<br>Bê tông có trọng lượng trung bình<br>Bê tông nhẹ | <br>0,80<br>0,65 |
| Đối với kéo trong cốt thép tại vùng neo | 1,00 |

**4. Trạng thái giới hạn đặc biệt**

Trạng thái giới hạn đặc biệt phải được xét đến để đảm bảo sự tồn tại của cầu khi động đất hoặc lũ lớn hoặc khi bị tầu thuỷ, xe cộ va, có thể cả trong điều kiện bị xói lở.

*Trong tiêu chuẩn châu Âu và tiêu chuẩn Việt nam TCXDVN356-2005 người ta xếp thành 2 nhóm trạng thái giới hạn là trạng thái giới hạn sử dụng (SLS) và trạng thái giới hạn cực hạn (ULS)*

## 3.4 TẢI TRỌNG VÀ HỆ SỐ TẢI TRONG THEO 22TCN 272-01

Tải trọng được phân loại theo nhiều cách. Theo tính chất của tải người ta chia ra thành hai loại:

Tải trọng thường xuyên (Tĩnh tải): là tải trọng không thay đổi phương chiều, trị số trong suốt quá trình sử dụng như trọng lượng bản thân kết cấu, trọng lượng lớp phủ mặt đường…

Tải trọng tạm thời ( Hoạt tải): là tải trọng thay đổi phương chiều trị số trong quá trình sử dụng như hoạt tải xe cộ, hoạt tải người đi bộ, hoạt tải gió …

### 4.4.1. Tải trọng và tên tải trọng- Các tổ hợp tải trọng

**Tải trọng thường xuyên**

DD = tải trọng kéo xuống (xét hiện tượng ma sát âm)
DC = tải trọng bản thân của các bộ phận kết cấu và thiết bị phụ phi kết cấu
DW = tải trọng bản thân của lớp phủ mặt và các tiện ích công cộng
EH = tải trọng áp lực đất nằm ngang
EL = các hiệu ứng bị hãm tích luỹ do phương pháp thi công.
ES = tải trọng đất chất thêm
EV = áp lực thẳng đứng do tự trọng đất đắp.

***Tải trọng tạm thời***

BR = lực hãm xe
CE = lực ly tâm
CR = từ biến
CT = lực va xe
CV =lực va tầu
EQ = động đất
FR = ma sát
IM = lực xung kích (lực động ) của xe
LL = hoạt tải xe
LS = hoạt tải chất thêm
PL = tải trọng người đi
SE = lún
SH = co ngót
TG = gradien nhiệt
TU = nhiệt độ đều
WA = tải trọng nước và áp lực dòng chảy
WL = gió trên hoạt tải
WS = tải trọng gió trên kết cấu

Tiêu chuẩn AASHTO LRFD quy định xét 11 tổ hợp tải trọng.

Trong Tiêu chuẩn 22TCN 272-05, việc tổ hợp tải trọng được đơn giản hóa phù hợp với điều kiện Việt nam. Có 6 tổ hợp tải trọng được quy định như trong bảng 3.2.

*Bảng 3.2 Các tổ hợp tải trọng theo Tiêu chuẩn 22TCN 272-05*

| **Tổ hợp tải trọng Trạng thái giới hạn** | **DC DD DW EH EV ES** | **LL IM CE BR PL LS EL** | **WA** | **WS** | **WL** | **FR** | **TU CR SH** | **TG** | **SE** | **Cùng một lúc chỉ dùng một trong các tải trọng** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | **EQ** | **CT** | **CV** |
| Cường độ I | $\gamma_p$ | 1,75 | 1,00 | - | - | 1,00 | 0,5/1.20 | $\gamma_{TG}$ | $\gamma_{SE}$ | - | - | - |
| Cường độ II | $\gamma_p$ | - | 1,00 | 1,40 | - | 1,00 | 0,5/1.20 | $\gamma_{TG}$ | $\gamma_{SE}$ | - | - | - |
| Cường độ III | $\gamma_p$ | 1,35 | 1,00 | 0.4 | 1,00 | 1,00 | 0,5/1.20 | $\gamma_{TG}$ | $\gamma_{SE}$ | - | - | - |
| Đặc biệt | $\gamma_p$ | 0,50 | 1,00 | - | - | 1,00 | - | - | - | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Sử dụng | 1.0 | 1,00 | 1,00 | 0,30 | 1,00 | 1,00 | 1,0/1,20 | $\gamma_{TG}$ | $\gamma_{SE}$ | - | - | - |
| Mỏi chỉ có LL, IM & CE | - | 0,75 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

1. Khi phải kiểm tra cầu dùng cho xe đặc biệt do Chủ đầu tư quy định hoặc xe có giấy phép thông qua cầu thì hệ số tải trọng của hoạt tải trong tổ hợp cường độ I có thể giảm xuống còn 1,35.
2. Các cầu có tỷ lệ tĩnh tải trên hoạt tải rất cao (tức là cầu nhịp lớn) cần kiểm tra tổ hợp không có hoạt tải, nhưng với hệ số tải trọng bằng 1,50 cho tất cả các kiện chịu tải trọng thường xuyên.
3. Đối với cầu vượt sông ở các trạng thái giới hạn cường độ và trạng thái sử dụng phải xét đến hậu quả của những thay đổi về móng do lũ thiết kế xói cầu.
4. Đối với các cầu vượt sông, khi kiểm tra các hiệu ứng tải EQ, CT và CV ở trạng thái giới hạn đặc biệt thì tải trọng nước (WA) và chiều sâu xói có thể dựa trên lũ trung bình hàng năm. Tuy nhiên kết cấu phải được kiểm tra về về những hậu quả do các thay đổi do lũ, phải kiểm tra xói ở những trạng thái giới hạn đặc biệt với tải trọng nước tương ứng (WA) nhưng không có các tải trọng EQ, CT hoặc CV tác dụng.
5. Để kiểm tra chiều rộng vết nứt trong kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực ở trạng thái giới hạn sử dụng, có thể giảm hệ số tải trọng của hoạt tải xuống 0,08.
6. Để kiểm tra kết cấu thép ở trạng thái giới hạn sử dụng thì hệ số tải trọng của hoạt tải phải tăng lên 1,30.

Hệ số tải trọng tính cho gradien nhiệt $\gamma_{TG}$ và lún $\gamma_{SE}$ cần được xác định trên cơ sở một đồ án cụ thể riêng. Nếu không có thông tin riêng có thể lấy $\gamma_{TG}$ bằng:

0,0 ở các trạng thái giới hạn cường độ và đặc biệt

1,0 ở trạng thái giới hạn sử dụng khi không xét hoạt tải, và

0,50 ở trạng thái giới hạn sử dụng khi xét hoạt tải

*Bảng 3.3 Hệ số tải trọng dùng cho tải trọng thường xuyên, $\gamma_p$*

| **Loại tải trọng** | Hệ số tải trọng | |
|---|---|---|
| | Lớn nhất | Nhỏ nhất |
| DC: Cấu kiện và các thiết bị phụ | 1,25 | 0,90 |
| DW: Lớp phủ mặt cầu và các tiện ích | 1,50 | 0,65 |

## 2/ Hoạt tải xe thiết kế

### a/ Số làn xe thiết kế

Bề rộng làn xe được lấy bằng 3500 mm để phù hợp với quy định của "Tiêu chuẩn thiết kế đường ô tô". Số làn xe thiết kế được xác định bởi phần nguyên của tỉ số *w*/3500, trong đó *w* là bề rộng khoảng trống của lòng đường giữa hai đá vỉa hoặc hai rào chắn, tính bằng mm.

### b/ Hệ số làn xe

Hệ số làn xe được quy định trong bảng 3.4

*Bảng 3.4 Hệ số làn xe m*

| Số làn chất tải | Hệ số làn |
|---|---|
| 1 | 1,20 |
| 2 | 1,00 |
| 3 | 0,85 |
| >3 | 0,65 |

**c/ Hoạt tải xe ô tô thiết kế**

Hoạt tải xe ô tô trên mặt cầu hay các kết cấu phụ trợ có ký hiệu là HL-93, là một tổ hợp của xe tải thiết kế hoặc xe hai trục thiết kế và tải trọng làn thiết kế (hình 1.2).

- Xe tải thiết kế

Trọng lượng, khoảng cách các trục và khoảng cách các bánh xe của xe tải thiết kế được cho trên hình 1.1. Lực xung kích được lấy theo bảng 1.4.

Cự ly giữa hai trục sau của xe phải được thay đổi giữa 4300 mm và 9000 mm để gây ra ứng lực lớn nhất.

Đối với các cầu trên các tuyến đường cấp IV và thấp hơn, chủ đầu tư có thể xác định tải trọng trục thấp hơn tải trọng cho trên hình 1.1 bởi các hệ số chiết giảm 0,50 hoặc 0,65.

- Xe hai trục thiết kế

Xe hai trục gồm một cặp trục 110.000 N cách nhau 1200 mm. Khoảng cách theo chiều ngang của các bánh xe bằng 1800 mm.

Lực xung kích được lấy theo bảng 1.4.

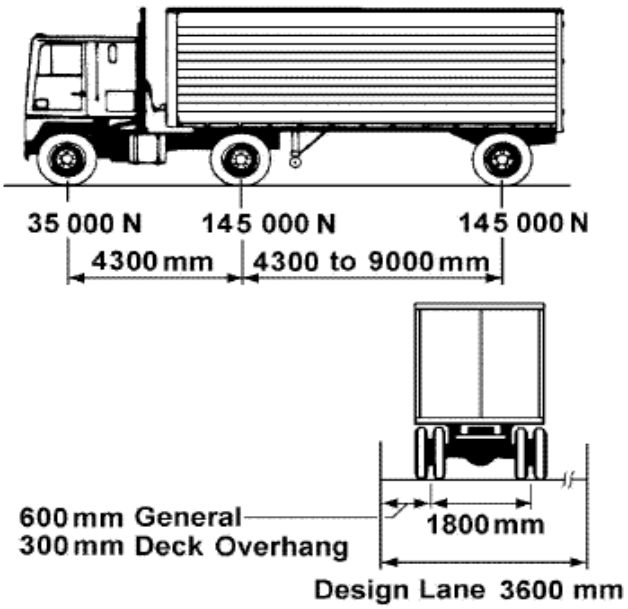
Đối với các cầu trên các tuyến đường cấp IV và thấp hơn, chủ đầu tư có thể xác định tải trọng hai trục thấp hơn tải trọng nói trên bởi các hệ số chiết giảm 0,50 hoặc 0,65.

- Tải trọng làn thiết kế

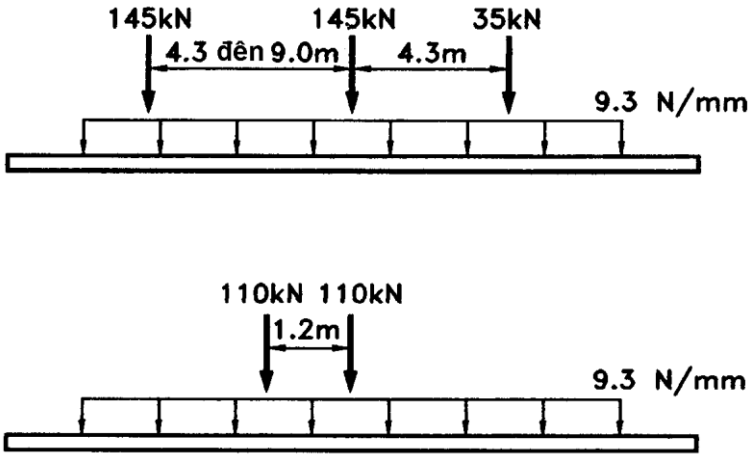
Tải trọng làn thiết kế là tải trọng có cường độ 9,3 N/mm phân bố đều theo chiều dọc cầu. Theo chiều ngang cầu, tải trọng được giả thiết là phân bố đều trên bề rộng 3000 mm. Khi tính nội lực do tải trọng làn thiết kế, không xét tác động xung kích. Đồng thời, khi giảm tải trọng thiết kế cho các tuyến đường cấp IV và thấp hơn, tải trọng làn vẫn giữ nguyên giá trị 9,3 N/mm, không nhân với các hệ số (0,50 hay 0,65).

- Lực xung kích

Tác động tĩnh học của xe tải thiết kế hoặc xe hai trục thiết kế phải được lấy tăng thêm một tỉ lệ phần trăm cho tác động xung kích *IM*, được quy định trong bảng 3.5.




*Hình 3.1 Đặc trưng của xe tải thiết kế*

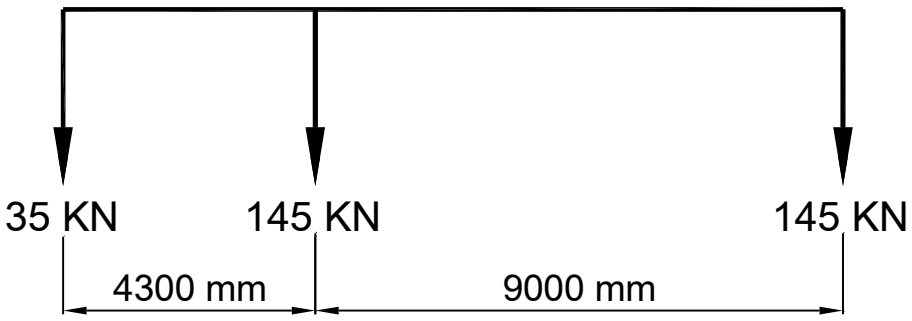



*Hình 3.2 Hoạt tải thiết kế theo Tiêu chuẩn 22 TCN 272-05 và AASHTO LRFD (1998)*

*Bảng 3.5 Lực xung kích IM*

| Cấu kiện | *IM* |
|---|---|
| Mối nối bản mặt cầu, đối với tất cả các trạng thái giới hạn | 75% |
| Tất cả các cấu kiện khác<br>• Trạng thái giới hạn mỏi<br>• Các trạng thái giới hạn khác | <br>15%<br>25% |

*3/ Tải trọng mỏi*




*Hình 3.2a Xe t ải thiết kế mỏi*

Lực xung kích là 15% và hệ số tải trọng là 0,75.

Vì sức kháng mỏi phụ thuộc vào chu kỳ ứng suất , do vậy cần biết chu kỳ của tải trọng mỏi .

# 4 CẤU KIỆN CHỊU UỐN

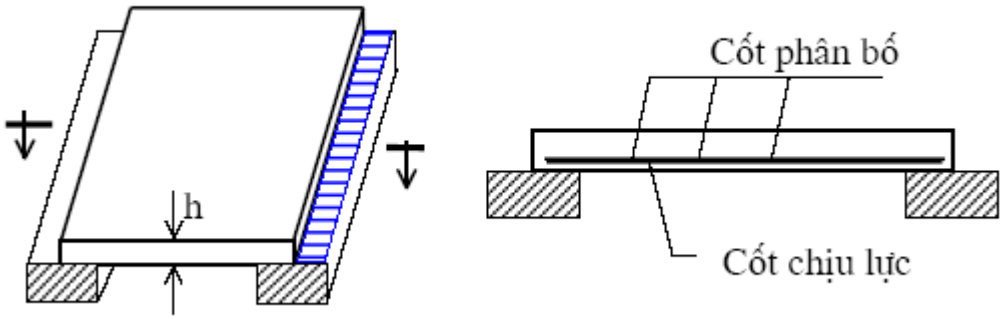
## 4.1 ĐẶC ĐIỂM CẤU TẠO

### 4.1.1 Cấu tạo của bản và dầm

**1/ Cấu tạo của bản**

Bản là một kết cấu phẳng có chiều dày khá nhỏ so với chiều dài và chiều rộng. Chiều dày của bản thường từ 60-200 mm tuỳ theo loại kết cấu. Với bản mặt cầu yêu cầu bê tông có $f'_c \geq 28MPa$.

Cốt thép trong bản gồm cốt thép chịu lực và cốt thép phân bố .Cốt thép chịu lực được đặt trong vùng chịu kéo do mô men gây ra. Số lượng cốt thép chịu lực do tính toán định ra. Cốt thép phân bố đặt thẳng góc với cốt thép chịu lực và gần trục trung hoà hơn so với cốt thép chịu lực.




*Hình 4.1 Cấu tạo của bản*

Theo sơ đồ làm việc của bản có các loại bản : Bản kiểu dầm ( kê trên hai cạnh song song ) , bản kê bốn cạnh, bản hẫng, bản kiểu dầm hai đầu ngàm, bản 4 cạnh ngàm .

Theo 22TCN272-05: Cốt thép phải đặt càng gần các mặt ngoài càng tốt nhưng phải thoả mãn các đòi hỏi về lớp bảo vệ cho phép. Cốt thép phải được đặt trong mỗi mặt của bản với lớp ngoài cùng đặt theo phương của chiều dài hữu hiệu. Số lượng cốt thép tối thiểu bằng 0,570 mm2/mm thép cho mỗi lớp đáy và 0,380 mm2/mm thép cho mỗi lớp đỉnh. Cự ly cốt thép không được vượt quá 450 mm. Cốt thép cấp 400 hoặc hơn. Toàn bộ cốt thép là các thanh thẳng, trừ các móc ở các chỗ có yêu cầu. Chỉ được dùng mối nối chập đầu.

Cốt thép phải được bố trí ở hướng phụ dưới đáy bản bằng tỷ lệ phần trăm của cốt thép ở hướng chính chịu mô men dương dưới đây:

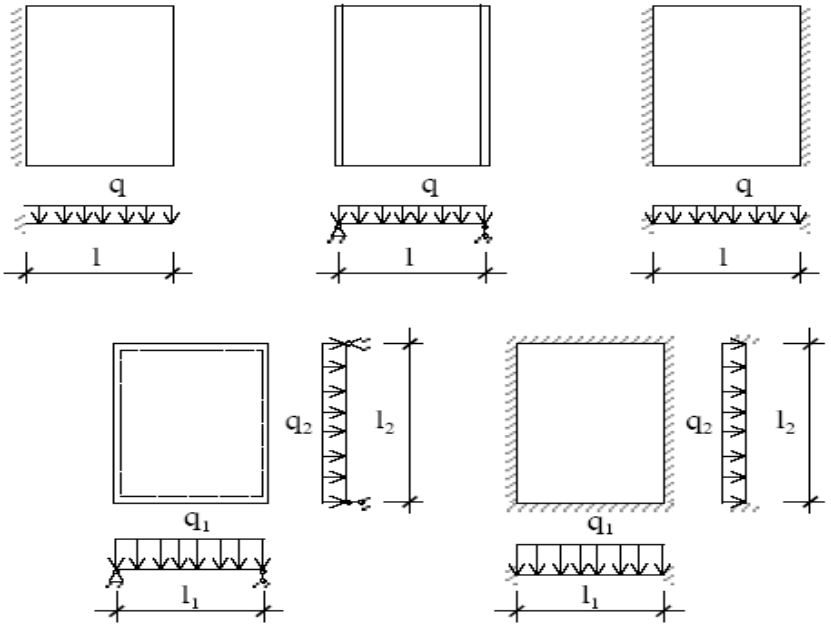
cho cốt thép hướng chính song song với làn xe: $1750/\sqrt{S} \leq 50\%$

cho cốt thép chính vuông góc với làn xe: $3840\sqrt{S} \leq 67\%$

ở đây:

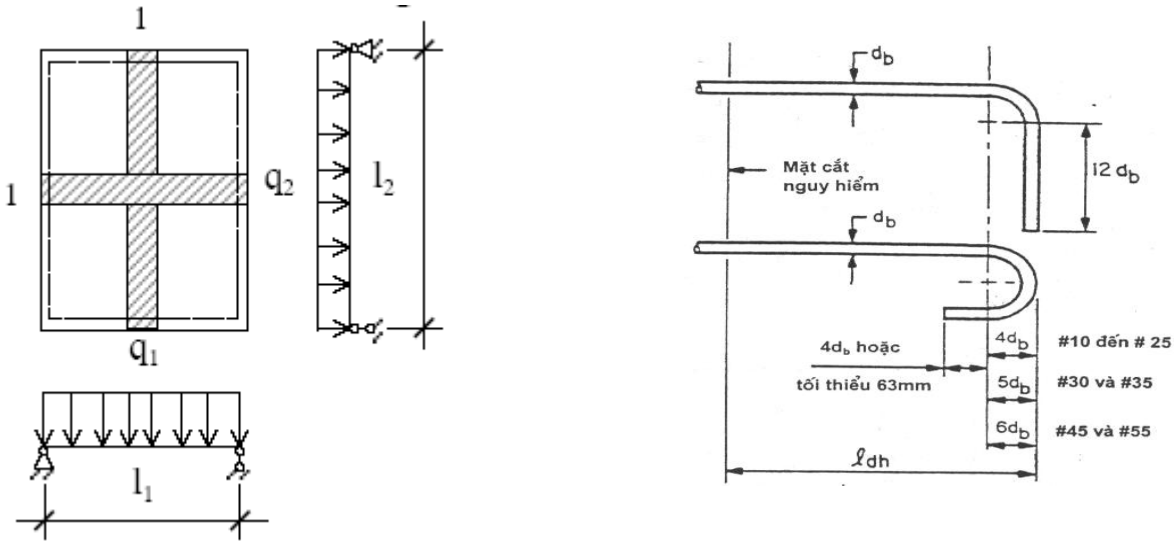
S = chiều dài nhịp hữu hiệu lấy bằng chiều dài hữu hiệu ở Điều 9.7.2.3 (mm)

Kích thước tiết diện phụ thuộc vào tính toán , tỷ số chiều cao với chiều rộng của tiết diện ( h/b) thường từ 2-4.




*Hình 4.2: Các loại bản*

*(Bản côngxxon; bản kê hai cạnh; bản ngàm hai cạnh; bản kê 4 cạnh; bản ngàm 4 cạnh)*




*Hình 4.3: Sơ đồ tính và neo cốt thép*

Tính toán bản có thể theo mô hình đàn hồi hoặc mô hình đường chảy dẻo ( Theo 4.4 của 22TCN272-05 – Các phương pháp phân tích kết cấu được chấp nhận).

Tính toán bản mặt cầu khi sử dụng các phương pháp phân tích gần đúng cần tuân thủ điều 4.6.2.1 của 22TCN272-05. Tính toán bản theo tiết diện chữ nhật.

**2/ Cấu tạo của dầm**

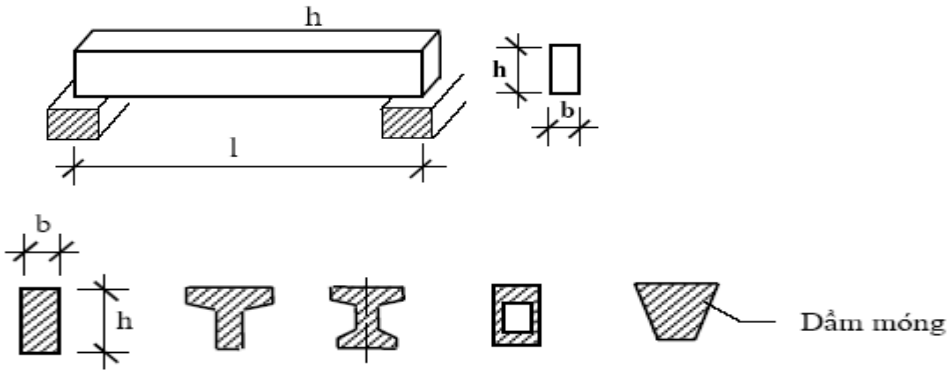
Dạng tiết diện :

Chữ nhật , chữ T, chữ I , hình thang , hộp .Hay gặp nhất với dầm nhịp giản đơn là tiết diện chữ T, I .Trong các cầu nhịp liên tục , kết cấu cầu khung tiết diện thường có dạng hộp.

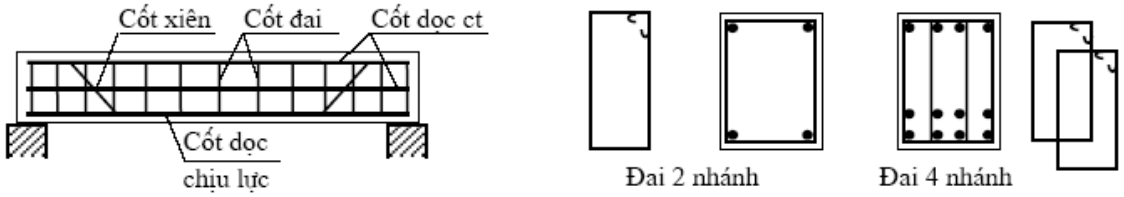
Kích thước tiết diện :

Chiều cao h thường được chọn trong khoảng 1/8 đến 1/20 chiều dài nhịp dầm.

Khi chọn kích thước tiết diện cần phải xem xét đến yêu cầu kiến trúc và việc định hình hoá ván khuôn.




*Hình 4.4: Các loại mặt cắt dầm*




*Hình 4.5: Các loại cốt thép trong dầm*

Cốt thép trong dầm :

Cốt thép chủ yếu trong dầm gồm cốt thép dọc chịu lực, cốt dọc phân bố, cốt thép đai và cốt thép xiên.

Cốt thép dọc chịu lực đặt ở vùng chịu kéo của dầm, số lượng do tính toán định ra. Cốt thép đặt càng xa trục trung hoà càng tốt. Cốt dọc chịu lực có thể đặt rời, đặt chồng, hoặc bó, cần phải tuân thủ yêu cầu cấu tạo của quy trình về cự li, chiều dày lớp bê tông bảo vệ.

Cốt thép dọc phân bố (hay cốt dọc cấu tạo) định vị trí cốt đai, cùng với các cốt thép khác tạo nên khung cứng trong khi thi công .Nó có nhiệm vụ chịu các ứng suất do co ngót, và thay đổi nhiệt. Nó cũng là bộ phận của cốt thép chịu xoắn .

Cốt thép đai: Bao cốt thép dọc để định vị cốt thép dọc tạo nên khung cứng trong thi công .Cốt đai cùng với bê tông vùng sườnvà cốt thép xiên làm nhiệm vụ chịu lực cắt V. Cốt đai kín và đặt thẳng góc với trục dầm cùng với các cốt dọc phân bố có tác dụng kháng xoắn.

Cốt thép xiên: thường do cốt thép dọc uốn lên, góc uốn thường là $45^o$ để phù hợp với phương của ứng suất kéo chính. Trong dầm thấp và bản góc nghiêng có thể bằng $30^o$, dầm cao góc nghiêng có thể là $60^o$.

Đối với dầm BTCTDƯL kéo sau để định vị các ống tạo rãnh cần có các lưới cốt thép định vị.

### 4.1.2 Tiêu chuẩn lựa chọn tỷ lệ chiều dài – chiều cao nhịp

Nếu chủ đầu tư yêu cầu kiểm tra tỷ lệ chiều dài - chiều cao nhịp, có thể xem xét dùng các giới hạn ở Bảng 1 khi thiếu các tiêu chuẩn khác, trong đó S là chiều dài của bản và L là chiều dài của nhịp, đơn vị đều là mm. Nếu dùng, các giới hạn trong Bảng 1 phải tính cho toàn chiều cao, trừ khi có ghi chú.

*Bảng 4-1 - Chiều cao tối thiểu thông thường dùng cho các kết cấu phần trên có chiều cao không đổi*

| Kết cấu phần trên | | Chiều cao tối thiểu (gồm cả mặt cầu)<br>(khi dùng các cấu kiện có chiều cao thay đổi thì phải hiệu chỉnh các giá trị có tính đến những thay đổi về độ cứng tương đối của các mặt cắt mô men dương và âm) | |
|---|---|---|---|
| Vật liệu | Loại hình | Dầm giản đơn | Dầm liên tục |
| Bê tông cốt thép | Bản có cốt thép chủ song song với phương xe chạy | 1.2 (S + 3000)<br>30 | S + 3000 ≥ 165 mm<br>30 |
| | Dầm T | 0,070L | 0,065L |
| | Dầm hộp | 0,060L | 0,055L |
| | Dầm kết cấu cho người đi bộ | 0,035L | 0,033L |
| Bê tông dự ứng lực | Bản | 0,030L≥165mm | 0,027L ≥165mm |
| | Dầm hộp đúc tại chỗ | 0,045L | 0,04L |
| | Dầm I đúc sẵn | 0.045L | 0,04L |
| | Dầm kết cấu cho người đi bộ | 0,033L | 0,030L |
| | Dầm hộp liền kề | 0,030L | 0,025L |

### 4.1.3 Chiều dày lớp bê tông bảo vệ

Chiều dày lớp bê tông bảo vệ có ý nghĩa quan trọng trong tạo nên dính bám và ảnh hưởng tới tuổi thọ sử dụng của kết cấu bê tông cốt thép nên cần cân nhắc hợp lý.

Lớp bảo vệ đới với cốt thép dự ứng lực và cốt thép thường không bọc không được nhỏ hơn các quy định trong bàng 4.2 và được điều chỉnh theo tỷ lệ N/X.

Lớp bê tông bảo vệ đối với ống bọc kim loại của bó cáp DUL không được nhỏ hơn :

- Quy định đối với thép chủ
- 1/2 đường kính ống bọc
- Quy định trong bảng 4..2

Các hệ số điều chỉnh theo tỉ lệ N/X lấy như sau :

- Với N/X ≤0,40 lấy bằng 0,8
- Với N/X ≥0,50 lấy bằng 1,2

Đối với mặt cầu bê tông trần chịu mài mòn lốp xe hoặc bánh xích phải có lớp phủ chống hao mòn dày 10mm.

Lớp bảo vệ nhỏ nhất cho các thanh chính , bao gồm cả các thanh được bọc êpôxy khong nhỏ hơn 25mm

Lớp bê tông bảo vệ cho các thanh giằng , cốt đai có thể nhỏ hơn 12mm so với quy định trong bảng 4.2 nhưng không nhỏ hơn 25mm.

*Bảng 4.2: Lớp bê tông bảo vệ*

| **Trạng thái** | **Lớp BT bảo vệ** (mm) |
|---|---|
| Lộ trực tiếp trong nước muối | 100 |
| Đúc áp vào đất | 75 |
| Vùng bờ biển | 75 |
| Bề mặt cầu chịu vấu lốp xe hoặc xích mài mòn | 60 |
| Mặt ngoài khác các điều ở trên | 50 |
| Lộ bên trong, khác các điều trên<br>• Với thanh tới $N_o36$<br>• Thanh $N_o43$ và $N_o57$ | <br>40<br>50 |
| Đáy bản đúc tại chỗ<br>• thanh tới $N_o36$<br>• các thanh $N_o43$ và $N_o57$ | <br>25<br>50 |
| Đáy ván khuôn panen đúc sẵn | 20 |
| Cọc bê tông cốt thép đúc sẵn<br>• Môi trường không ăn mòn<br>• Môi trường ăn mòn | <br>50<br>75 |
| Cọc dự ứng lực đúc sẵn | 50 |
| Cọc đúc tại chỗ<br>• Môi trường không ăn mòn<br>• Môi trường ăn mòn<br>- Chung<br>- Được bảo vệ<br>• Giếng đứng<br>• Đúc trong lỗ khoan bằng ống đổ bê tông trong nước hoặc vữa sét | <br>50<br><br>75<br>75<br>50<br>75 |

### 4.1.4 Cự li cốt thép

*1. Bê tông đúc tại chỗ*

Đối với bê tông đúc tại chỗ, cự ly tịnh giữa các thanh song song trong một lớp không được nhỏ hơn :

- 1,5 lần đường kính danh định của thanh,
- 1,5 lần kích thước tối đa của cấp phối thô, hoặc
- 38 mm

*2. Bê tông đúc sẵn*

Đối với bê tông đúc sẵn được sản xuất trong điều kiện khống chế của nhà máy, cự ly tịnh giữa các thanh song song trong một lớp không được nhỏ hơn:

- Đường kính danh định của thanh,
- 1,33 lần kích thước tối đa của cấp phối thô, hoặc
- 25 mm.

*3. Nhiều lớp cốt thép*

Trừ trong các bản mặt cầu, có cốt thép song song được đặt thành hai hoặc nhiều lớp, với cự ly tịnh giữa các lớp không vượt quá 150mm, các thanh ở các lớp trên phải được đặt trực tiếp trên những thanh ở lớp dưới, và cự ly giữa các lớp không được nhỏ hơn hoặc 25 mm hoặc đường kinh danh định của thanh.

**4. Cự ly tối thiểu của các bó cáp thép và ống bọc cáp dự ứng lực**

*a/ Tao thép dự ứng lực kéo trước*

Khoảng trống giữa các tao thép dự ứng lực kéo trước. bao gồm cả các bó có ống bọc, ở đầu cấu kiện và trong phạm vi chiều dài khai triển, được quy định trong Điều 5.11.4.2, không được lấy nhỏ hơn 1,33 lần kích cỡ lớn nhất của cốt liệu cấp phối và cũng không được nhỏ hơn cự ly tim đến tim được quy định trong Bảng 4.3.

*Bảng 4.3: Cự li từ tim đến tim*

| Kích cỡ tao thép (mm) | Cự ly (mm |
|---|---|
| 15,24<br>14,29 Đặc biệt<br>14,29<br>12,70 Đặc biệt | 51 |
| 12,70<br>11,11 | 44 |
| 9,53 | 38 |

Khoảng trống tối thiểu giữa các nhóm bó không được nhỏ hơn hoặc 1,33 lần kích thước tối đa của cấp phối hoặc 25mm.

Các bó thép kéo trước có thể đặt thành chùm, miễn là cự ly giữa các bó quy định ở đây được duy trì. Quy định này áp dụng cho cả bó có bọc hoặc không bọc.

Các nhóm tám tao đường kính 15,24 mm hoặc nhỏ hơn có thể bó lại để chồng lên nhau trong mặt phẳng đứng. Số lượng các tao được bó lại bằng bất kỳ cách nào khác không được vượt quá bốn.

*b/. Các ống bọc kéo sau không cong trong mặt phẳng nằm ngang*

Khoảng trống giữa các ống bọc thẳng kéo sau không được nhỏ hơn 38 mm hoặc 1,33 lần kích thước lớn nhất của cấp phối thô.

Các ống bọc có thể được bó lại trong các nhóm không vượt quá ba, miễn là cự ly được quy định giữa các ống riêng rẽ được duy trì giữa mỗi ống nội trong vùng 900 mm của neo.

Với các nhóm bó ống bọc thi công không phải là phân đoạn, khoảng trống ngang giữa các bó liền kề không được nhỏ hơn 100 mm. Với các nhóm ống được đặt trong hai hoặc nhiều hơn mặt phẳng ngang, mỗi bó không được nhiều hơn hai ống trong cùng mặt phẳng ngang.

Khoảng trống đứng tối thiểu giữa các bó không được nhỏ hơn 38 mm hoặc 1,33 lần kích thước lớn nhất của cấp phối thô.

Với thi công đúc trước, khoảng trống ngang tối thiểu giữa các nhóm ống có thể giảm xuống 75 mm.

### 4.1.5 Triển khai cốt thép chịu uốn

***1. Tổng quát***

Các mặt cắt nguy hiểm đối với việc triển khai cốt thép chịu uốn trong các cấu kiện chịu uốn phải được lấy tại các điểm có ứng suất lớn nhất và tại các điểm nằm bên trong khẩu độ mà ở đó cốt thép kề bên kết thúc hoặc được uốn lên.

Ngoại trừ tại các điểm gối của các nhịp đơn giản và tại các nút đầu dầm hẫng, cốt thép phải được kéo dài ra xa điểm mà tại đó không có yêu cầu cốt thép dài hơn để chống lại sự uốn, với một chiều dài không nhỏ hơn :

- Chiều cao hữu hiệu của cấu kiện
- 15 lần đường kính thanh danh định, hoặc
- 1/20 lần nhịp tịnh.

Cốt thép phải tiếp tục kéo dài một chiều dài không nhỏ hơn chiều dài triển khai, $\ell_d$, được quy định trong Điều 5.11.2, ra xa điểm mà ở đó cốt thép chịu uốn được uốn lên hoặc kết thúc do không cần thiết dài hơn nữa để chịu uốn.

Không được kết thúc nhiều hơn 50% số cốt thép tại bất kỳ mặt cắt nào, và các thanh kề nhau không được kết thúc trong cùng mặt cắt.

Cốt thép chịu kéo cũng có thể khai triển bằng cách uốn qua thân dầm mà trong đó cốt thép nằm và kết thúc trong vùng chịu nén bằng bố trí chiều dài triển khai $\ell_d$ tới mặt cắt thiết kế, hoặc bằng cách làm nó liên tục với cốt thép trên mặt đối diện của cấu kiện.

***2. Cốt thép chịu mô men dương***

Ít nhất một phần ba cốt thép chịu mômen dương trong các thành phần nhịp giản đơn và 1/4 cốt thép chịu mômen dương trong các bộ phận liên tục phải kéo dài dọc theo cùng một mặt của bộ phận qua đường tim gối. Ở các dầm, cốt thép này phải kéo dài xa gối ít nhất 150 mm.

***3. Cốt thép chịu mômen âm***

ít nhất 1/3 tổng cốt thép chịu kéo được bố trí để chịu mômen âm tại gối phải có chiều dài ngàm cách xa điểm uốn không nhỏ hơn :

- Chiều cao hữu hiệu của cấu kiện
- 12 lần đường kính thanh danh định, và
- 0,0625 lần chiều dài nhịp tịnh.

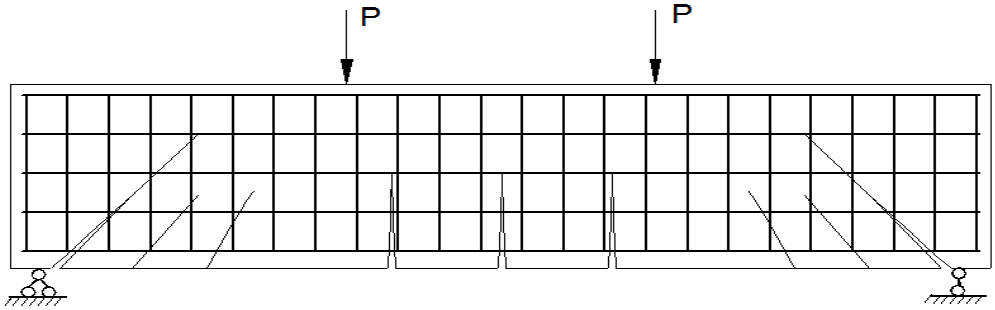
## 4.2 ĐẶC ĐIỂM CHỊU LỰC , CÁC GIẢ THIẾT CƠ BẢN

### 4.2.1 Đặc điểm làm việc

Làm thí nghiệm uốn một dầm BTCT mặt cắt chữ nhật chịu hai tải trọng tập trung đối xứng ( hình 4.6), đo biến dạng dài để tính độ cong tương ứng và vẽ biểu đồ mô men- độ cong.

Khi P còn nhỏ dầm còn nguyên vẹn, khi P lớn lên xuất hiện hai loại vết nứt, vết nứt thẳng góc với trục dầm tại vị trí mô men nội lực lớn, và vết nứt nghiêng tại vị trí lực cắt lớn.

Khảo sát tiết diện nằm giữa hai lực P, là các tiết diện chịu uốn thuần túy. Vẽ biểu đồ quan hệ mô men và độ cong ta có được như hình 4.8.

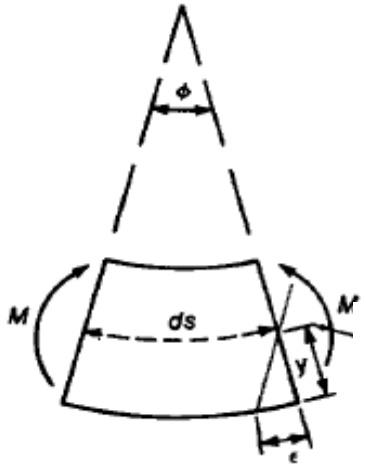



*Hình 4.6 : Thí nghiệm uốn dầm BTCT*

Độ cong ψ được định nghĩa là sự thay đổi góc trên một chiều dài đã biết như trên hình 4.7

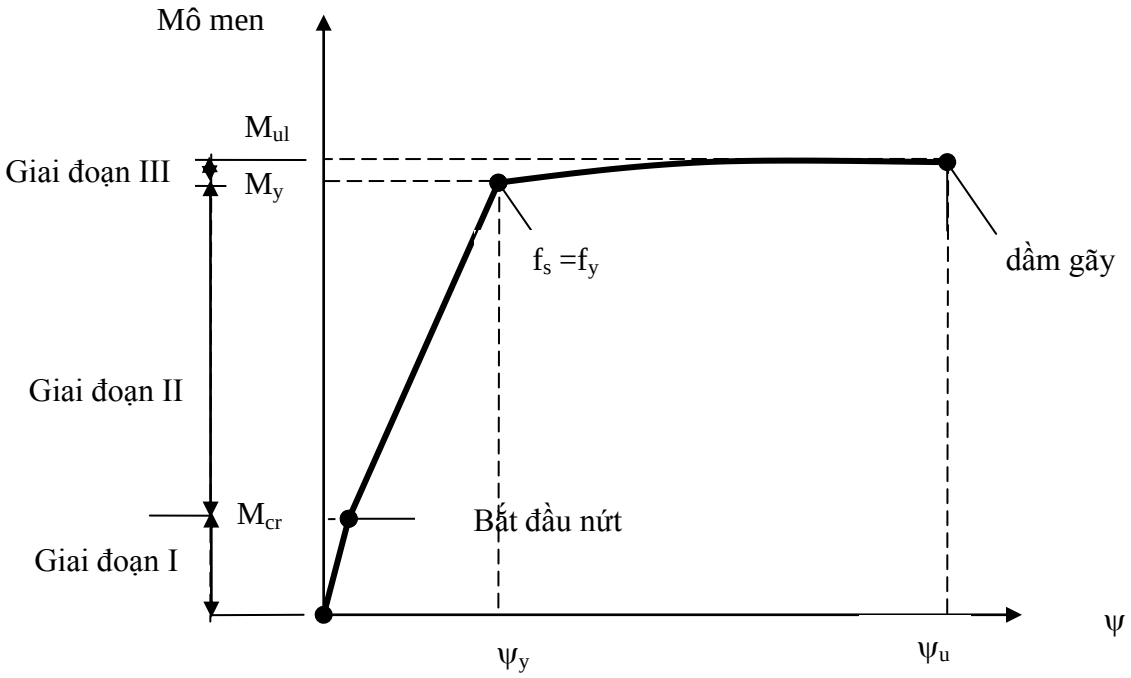
$$\psi = \frac{\varepsilon}{y} \qquad (4.1)$$

ψ là độ cong , ε là biến dạng tại khoảng cách *y* từ trục trung hoà




Trục trung hoà

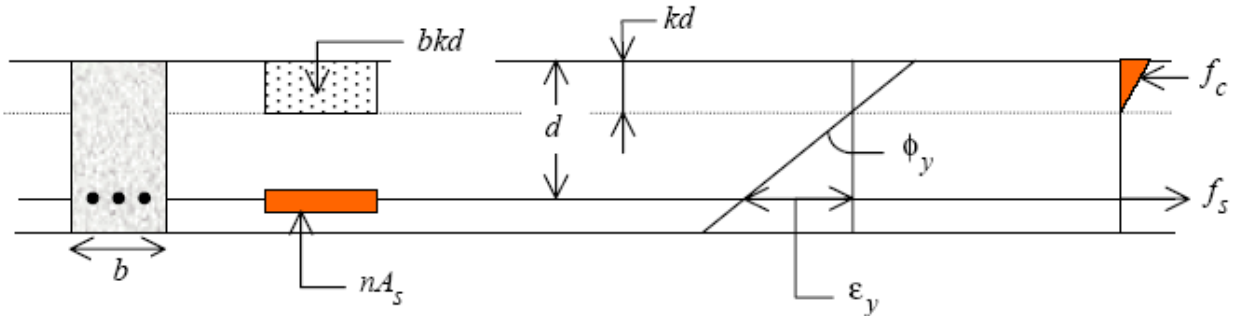
*Hình 4.7- Độ cong của dầm*




*Hình 4.8 : biểu đồ môment - độ cong*

Khi bắt đầu nút mô men trên tiết diện nứt là $M_{cr}$ ; khi cốt thép chịu kéo trên tiết diện bắt đầu đạt tới giới hạn chảy mô mem trên tiết diện là $M_y$; khi dầm gãy biến dạng nén trong bê tông đạt giá trị cực hạn mô men tại tiết diện ngay trước phá hoại là $M_{ul}$. Mô men nứt $M_{cr}$ cho bởi công thức

$$M_{cr} = f_r \frac{I_g}{y_t} \qquad (4.2)$$




*Hình 4.9 : Sơ đồ tính $M_y$; $k = \sqrt{2\rho n + (\rho n)^2} - \rho n$ ; $n = \frac{E_s}{E_c}$ ; $\rho = \frac{A_s}{A_c}$ ; $f_s = f_y$.*

$M_{ul}$ sẽ được tính trong phần tiếp (bằng sức kháng uốn của tiết diện ở trạng thái giới hạn).

***Tính dẻo ký hiệu là u và được định nghĩa như sau:***

$$u = \frac{\psi_u}{\psi_y} \qquad (4.3)$$

$\psi_y, \psi_u$ là độ cong của dầm khi cốt thép chịu kéo bắt đầu chảy ($M_y$) và khi dầm gãy ($M_{ul}$)

Tính dẻo là rất quan trọng đối với kết cấu bê tông cốt thép theo tiêu chuẩn 22TCN272-05 thì *u* phải lớn hơn 1

***Trạng thái ứng suất biến dạng trên tiết diện thẳng góc của dầm :***

Theo sự phát triển của ứng suất và biến dạng trên tiết diện thẳng góc của dầm trong quá trình thí nghiệm, kể từ khi bắt đầu chịu lực cho tới khi phá hoại người ta chia nó thành các giai đoạn :

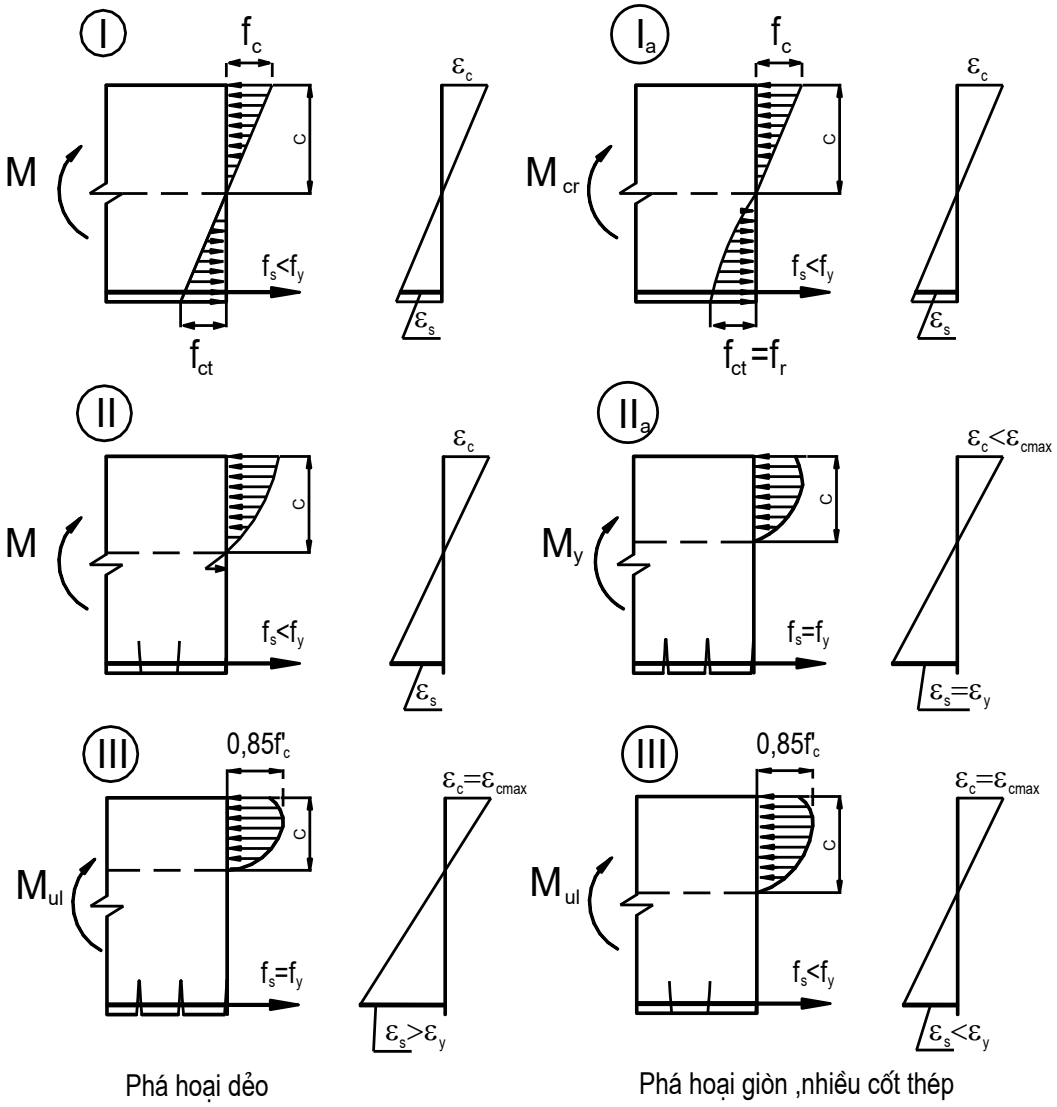
***Giai đoạn I***: Đặc trưng của giai đoạn này là chưa xuất hiện vết nứt trong vùng bê tông chịu kéo .Khi mô men còn nhỏ ( $M<M_{cr}$) có thể xem BTCT như vật liệu đàn hồi , quan hệ ứng suất biến dạng là tuyến tính sơ đồ ứng suất pháp theo hình 4.10, phía dưới trục trung hoà cả bê tông và thép đều tham gia chịu kéo và chưa có vật liệu nào đạt đến cường độ giới hạn .Khi mô men tăng lên, biến dạng không đàn hồi trong bê tông vùng kéo phát triển mạnh làm sơ đồ ứng suất trong bê tông vùng kéo bị cong đi .Khi ứng suất thớ bê tông chịu kéo ngoài cùng xấp xỉ cường độ chịu kéo của bê tông ($f_r$) ,tiết diện sắp sửa nứt mô men trên tiết diện là $M_{cr}$ ,ta gọi trạng thái ứng suất biến dạng này là trạng thái $I_a$. Để dầm không nứt thì ứng suất pháp trên tiết diện không vượt quá trạng thái $I_a$, hay ($M<M_{cr}$) .

***Giai đoạn II***: Đặc trưng là đã nứt tại tiết diện có vết nứt lực kéo hoàn toàn do cốt thép chịu . Khi mô men dần tăng lên , khe nứt phát triển dần lên phía trên . Trong vùng nén người ta vẫn xem quan hệ ứng suất biến dạng là tuyến tính. Nếu lượng cốt thép không quá nhiều thì khi mô men tăng lên tới giá trị $M_y$, ứng suất trong cốt thép đạt đến giới hạn chảy $f_y$, ta gọi trạng thái này là trạng thái $II_a$.Giai đoạn II dùng để tính toán BTCT theo trạng thái giới hạn sử dụng.

***Giai đoạn III*** :Giai đoạn phá hoại .Khi mô men tiếp tục tăng lên , khe nứt tiếp tục phát triển lên phía trên , vùng bê tông chịu nén bị thu hẹp lại , ứng suất trong vùng bê tông chịu nén tăng lên trong khi ứng suất trong cốt thép không tăng nữa ( vì cốt thép đã chảy ) . Khi ứng suất trong bê tông vùng nén đạt trị số cường độ chịu nén giới hạn , bê tông chịu nén bị nén vỡ và dầm bị phá hoại( $M=M_{ul}$) .Người ta gọi trường hợp phá hoại này là phá hoại dẻo , sự phá hoại có thể bắt đầu từ trong cốt thép chịu kéo hoặc đồng thời từ trong cốt thép chịu kéo và bê tông chịu nén . Khi thiết kế cấu tạo nên sao cho tiết diện ở vào phá hoại dẻo vì như thế đã tận dụng hết sự chịu lực của bê tông và thép , sự phá hoại từ từ với biến dạng lớn điều này là rất có ý nghĩa .

Nếu lượng cốt thép chịu kéo quá nhiều ứng suất trong cốt thép chưa đạt đến giới hạn chảy mà bê tông vùng nén đã bị nén vỡ thì dầm cũng bị phá hoại . Sự phá hoại bắt đầu từ vùng bê tông chịu nén ,khi đó không xảy ra trạng thái $II_a$. Đây là sự phá hoại giòn , phá hoại đột ngột với vết nứt chưa thật rộng ( do cốt thép chưa chảy ), độ võng không lớn . Ta xem trường hợp phá hoại này là nguy hiểm , khi thiết kế cần tránh cho tiết diện rơi vào trường hợp phá hoại này .

Giai đoạn III dùng để tính toán kết cấu BTCT theo trạng thái giới hạn cường độ.




*Hình 4.10- Các giai đoạn của trạng thái ứng suất biến dạng trên tiết diện thẳng góc*

### 4.2.2 Các giả thiết cơ bản

Sức kháng tính toán của các cấu kiện BTCT được xác định dựa trên các điều kiện cân bằng về nội lực, tương thích về biến dạng và quy định về hệ số sức kháng theo quy trình . Đối với trạng thái giới hạn cường độ của cấu kiện chịu uốn, các giả thiết cơ bản được đưa ra như sau:

Đối với các cấu kiện có cốt thép dính bám, ứng biến tại một thớ trên mặt cắt ngang tỉ lệ thuận với khoảng cách từ thớ đó tới trục trung hòa.

Đối với các cấu kiện có các bó tao cáp dự ứng lựckhông dính bám hoàn toàn hay không dính bám một phần nghĩa là các tao thép trong ống bọc hay mất dính bám, sự chênh lệch về ứng biến giữa bó thép và mặt cắt bê tông cũng như ảnh hưởng của độ võng đối với yếu tố hình học của bó thép phải đưa vào tính toán ứng suất trong bó thép.

Nếu bê tông không bị kiềm chế, ứng biến lớn nhất có thể đạt được ở thớ chịu nén ngoài cùng là 0,003.

Nếu bê tông bị kiềm chế, có thể sử dụng giá trị ứng biến lớn hơn 0,003 nếu có sự chứng minh.

Không xét đến sức kháng kéo của bê tông.

Giả thiết biểu đồ ứng suất - ứng biến của bê tông chịu nén là hình chữ nhật, parabôn hay bất cứ hình dạng nào khác đều phải dẫn đến sự dự tính về sức kháng vật liệu phù hợp về cơ bản với các kết quả thí nghiệm.

### 4.2.3 Giả thiết phân bố ứng suất khối chữ nhật

Quan hệ giữa ứng suất và ứng biến của bê tông chịu nén trong cấu kiện chịu uốn có thể được coi là một khối chữ nhật với tung độ bằng $0{,}85f'_c$ và chiều cao phân bố bằng $a$, với $f'_c$ là cường độ chịu nén của bê tông và a được tính bằng:

$a = \beta_1.c$

trong đó:

$c$ Khoảng cách từ thớ chịu nén ngoài cùng tới trục trung hòa

$\beta_1$ hệ số phụ thuộc vào cấp của bê tông, được lấy như sau

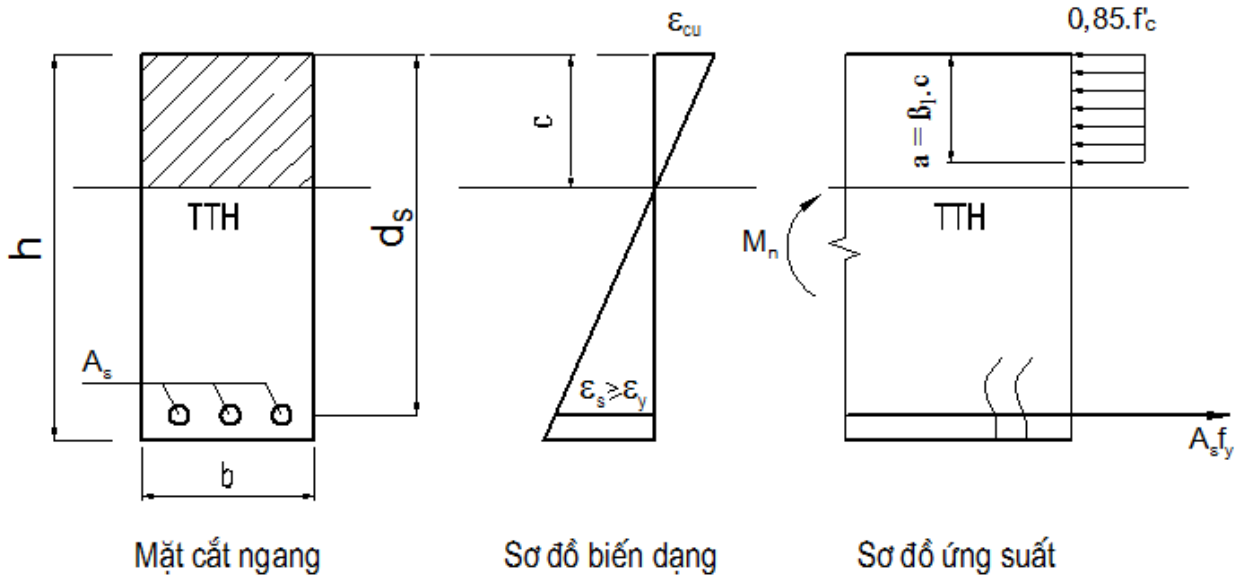
$$\left.\begin{array}{ll} \beta_1 = 0{,}85 & \text{đối với } f'_c \le 28 \text{ MPa} \\ \beta_1 = 0{,}65 & \text{đối với } f'_c \ge 56 \text{ MPa} \\ \beta_1 = 0{,}85 - 0{,}05\dfrac{(f'_c - 28)}{7} & \text{đối với } 28 \text{ MPa} \le f'_c \le 56 \text{ MPa} \end{array}\right\} \quad (4.4)$$

Cần lưu ý rằng, các giả thiết nói trên chỉ áp dụng cho các cấu kiện có mặt cắt đặc.

## 4.3 TÍNH TOÁN TIẾT DIỆN BTCT THƯỜNG THEO TTGH CƯỜNG ĐỘ

### 4.3.1 Tính toán tiết diện chữ nhật cốt thép đơn

**1-Sơ đồ ứng suất, sơ đồ biến dạng**




*Hình 4.11- MCN, sơ đồ biến dạng, sơ đồ ứng suất của tiết diện chữ nhật đặt cốt thép đơn*

**2-Phương trình cơ bản**

Phương trình cân bằng nội lực phương trục dầm:

$$0.85 f'_c ba = A_s f_y \quad (4.5)$$

Phương trình cân bằng mômen lấy với trục đi qua trọng tâm cốt thép chịu kéo:

$$M_n = 0.85 f_c' ba(d_s - \frac{a}{2}) \quad (4.6)$$

Trong đó :

$M_n$: Sức kháng uốn danh định.

$f_c$' : cường độ chịu nén đặc trưng của bêtông.

$f_y$ : cường độ chịu kéo của cốt thép.

c : chiều cao vùng nén.

a : chiều cao vùng nén tương đương.

**3-Điều kiện hạn chế:**

Để có hai phương trình cân bằng trên, ta đã xem như tiết diện rơi vào phá hoại dẻo, khi đó hàm lượng cốt thép chịu kéo không được quá lớn, và theo 22TCN272-05 thì:

$$\frac{c}{d_s} \le 0,42 \quad (4.7)$$

Để tránh phá hoại đột ngột xảy ra, ta yêu cầu cần phải cung cấp một lượng cốt thép tối thiểu nhằm có sức kháng uốn không nhỏ hơn mô men nứt ($M_{cr}$). Theo 22TCN272-05:

$$\rho = \frac{A_s}{bd_s} \ge \rho_{min} = 0,03\frac{f_c'}{f_y} \quad (4.8)$$

❖ **Các giới hạn về cốt thép**

**a/ Tính dẻo và lượng cốt thép tối đa**

Tính dẻo trong dầm BTCT là một yếu tố quan trọng trong thiết kế vì nó cho phép dầm biến dạng và xoay mà không bị phá hoại. Tính dẻo cũng cho phép phân phối lại tải trọng và mô men uốn trong các kết cấu bản nhiều nhịp và trong các dầm liên tục. Đây cũng là yếu tố quan trọng trong thiết kế động đất đối với sự tiêu hao năng lượng dưới tải trọng mạnh.

Sự phá hoại dẻo trong dầm BTCT được đảm bảo bởi việc hạn chế hàm lượng cốt thép chịu kéo. Tuy nhiên, việc sử dụng trực tiếp hàm lượng cốt thép để kiểm tra phá hoại giòn của vùng nén bất lợi ở chỗ chúng phải luôn luôn được điều chỉnh để phù hợp với sự thay đổi của nội lực nén do các nguyên nhân khác nhau như sự có mặt của cánh nén, cốt thép chịu nén và sự phối hợp chịu lực của cốt thép chịu kéo thường và dự ứng lực. Một cách tiếp cận tốt hơn là kiểm tra nội lực nén của bê tông bằng cách giới hạn khoảng cách *c* từ thớ chịu nén lớn nhất tới trục trung hoà.

Đối với dầm BTCT dự ứng lực:

$$\frac{c}{d_e} \le 0,42 \quad (4.9)$$

Trong đó, $d_e$ là chiều cao hữu hiệu của mặt cắt, được tính bằng công thức sau

$$d_e = \frac{A_{ps}f_{ps}d_p + A_s f_y d_s}{A_{ps}f_{ps} + A_s f_y} \quad (4.10)$$

trong đó, $f_{ps}$ được tính theo các công thức chương 6, hoặc trong thiết kế sơ bộ có thể giả thiết bằng $f_{py}$.

**b/ Lượng cốt thép tối thiểu**

Cốt thép chịu kéo tối thiểu được yêu cầu nhằm đảm bảo cho cốt thép không bị phá hoại đột ngột. Sự phá hoại đột ngột của cốt thép chịu kéo có thể xảy ra nếu khả năng chịu mô men (sức kháng uốn) được quyết định bởi cốt thép chịu kéo nhỏ hơn so với mô men nứt (sức kháng nứt) của mặt cắt bê tông nguyên. Để tính toán thiên về an toàn, sức kháng uốn $M_n$ được quyết định bởi cốt thép thường và dự ứng lực có thể lấy giảm đi, trong khi đó, sức kháng nứt $M_{cr}$ được tính dựa trên cường độ chịu kéo của bê tông có thể được lấy tăng lên, AASHTO đưa ra điều kiện sau:

$$\phi M_n \geq 1{,}2M_{cr} \qquad (4.11)$$

với

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t} \qquad (4.12)$$

trong đó

$f_r$ = cường độ chịu kéo khi uốn bê tông,

$I_g$ = mô men quán tính nguyên của mặt cắt ngang,

$y_t$ = khoảng cách từ trục trung hoà tới thớ chịu kéo lớn nhất.

Hệ số sức kháng Φ.

Xét một dầm chữ nhật có bề rộng *b* và chiều cao toàn bộ *h*, chỉ đặt cốt thép chịu kéo thường $A_s$. Nếu giả thiết cánh tay đòn nội lực *jd* bằng 0,9*h* thì sức kháng uốn có hệ số được tính như sau:

$$\phi M_n = \phi A_s f_y(jd) = 0{,}9A_s f_y(0{,}9h) = 0{,}8A_s f_y h$$

Với giả thiết $f_r = 0{,}12\, f'_c$ thì sức kháng nứt có thể được xác định:

$$M_{cr} = \frac{1}{6} f_r b h^2 = 0{,}02 f'_c b h^2$$

Khi thay các biểu thức này vào công thức 4.11, sẽ rút ra được diện tích cốt thép chịu kéo tối thiểu:

$$A_s \geq 0{,}03 bh \frac{f'_c}{f_y} \qquad (4.13)$$

Hay ta rút ra được công thức 4.8 như ở trên

$$\rho_{\min} \geq 0{,}03 \frac{f'_c}{f_y}$$

với $f'_c$ là cường độ chịu nén đặc trưng của bê tông ở tuổi 28 ngày và $f_y$ là giới hạn chảy của cốt thép chịu kéo. Biểu thức 4.13 có thể được sử dụng để xác định cốt thép chịu kéo tối thiểu đối với dầm chữ nhật không có cốt thép dự ứng lực. Ở đây, AASHTO cho phép sử dụng biểu thức 4.8 đối với các mặt cắt BTCT thường không phải là chữ nhật khi thay giá trị *bh* bằng diện tích nguyên của mặt cắt thực tế.

*22TCN272-05 quy đ inh:*

Trừ khi có các quy định khác, còn ở bất kỳ một mặt cắt nào đó của cấu kiện chịu uốn, lượng cốt thép thường và cốt thép dự ứng lực chịu kéo phải đủ để phát triển sức kháng uốn tính toán, $M_r$, ít nhất bằng 1 trong 2 giá trị sau, lấy giá trị nhỏ hơn:

1,2 lần sức kháng nứt được xác định trên cơ sở phân bố ứng suất đàn hồi và cường độ chịu kéo khi uốn, $f_r$, của bê tông theo quy định .

1,33 lần mômen tính toán cần thiết dưới tổ hợp tải trọng - cường độ thích hợp quy định .

Đối với các cấu kiện không có thép dự ứng lực thì lượng cốt thép tối thiểu quy định ở đây có thể coi là thoả mãn nếu:

$$\rho_{min} \geq 0,03\frac{f'_c}{f_y}$$

trong đó:

$\rho_{min}$ = tỷ lệ giữa thép chịu kéo và diện tích nguyên

$f'_c$ = cường độ chịu nén đặc trưng của bê tông (MPa)

$f_y$ = cường độ chảy dẻo của thép chịu kéo (MPa)

Đối với các dầm chữ T có bản bụng dầm chịu kéo, việc xác định tỷ lệ cốt thép thường thực tế, ρ, để so sánh với yêu cầu của Phương trình 4.8, phải căn cứ vào chiều rộng của bản bụng dầm.

**4-Điều kiện Cường độ :**

Để tiết diện không bị phá hoại thì :

$$M_u \leq M_r = \phi_f M_n$$

$M_u$ Mô mên uốn tính toán ( mô mên uốn có hệ số)

$M_r$ Sức kháng uốn tính toán

$\Phi_f$ Hệ số sức kháng uốn

**5-Các bài toán :**

***a/ Bài toán tính duyệt***

Biết kích thước tiết diện b,h, cấp bê tông, loại cốt thép, diện tích cốt thép $A_s$, cách bố trí, mô men $M_u$. Yêu cầu tính duyệt cường độ tiết diện, các yêu cầu cốt thép hợp lý hay không?.

Biết: b,h,f'c,$f_y$, $A_s$,$d_s$, ,$M_u$.

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

Từ đó kiểm tra điều kiện:

$$\frac{\mathbf{c}}{\mathbf{d}_s} \leq 0,42$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd_s} \geq \rho_{min} = 0,03\frac{f'_c}{f_y}$$

Kiểm tra điều kiện cường độ: $M_u \leq M_r = \phi_f M_n = \phi_f 0,85 f'_c ba(d_s - \frac{a}{2})$

***b/Bài toán thiết kế:***

*Dang 1:* Biết: b,h,f'c,$f_y$ ,$M_u$. Yêu cầu tính $A_s$ và bố trí

Ta biến đổi phương trình 4.5 và 4.6 bằng cách đặt $\xi = \frac{a}{\mathbf{d}_s}; \alpha_m = \xi(1-0,5\xi)$ ta được

$A_s f_y = \xi 0,85 f_c^{'} b d_s$

$M_n = \alpha_m 0,85 f_c^{'} b d_s^2$

Điều kiện hạn chế : $\xi \le \xi_{gh} = 0,42\beta_1; \alpha_m \le \alpha_{gh} = \xi_{gh}(1-0,5\xi_{gh})$

$$\rho = \frac{A_s}{bd_s} \ge \rho_{min} = 0,03\frac{f_c^{'}}{f_y}$$

Điều kiện cường độ : $M_u \le M_r = \phi_f M_n$

Lời giải như sau:

Giả định $d_s$=(0,85-0,9)h

Tính $\alpha_m = \dfrac{M_u}{\phi_f 0,85 f_c^{'} b d_s^2}$

Sẽ có thể xảy ra 2 trường hợp :

+ Nếu $\alpha_m \le \alpha_{gh}$, ta sẽ đi tra bảng hoặc tính được $\xi = 1-\sqrt{1-2\alpha_m}$, từ đó tính được:

$A_s = \dfrac{\xi 0,85 f_c^{'} b d_s}{f_y}$ từ đây đi chọn thép, bố trí, tính lại $d_s$, kiểm tra lại tiết diện vừa thiết kế theo bài toán tính duyệt.

+ Nếu $\alpha_m > \alpha_{gh}$ ta phải gia cường vùng nén bằng một trong ba cách sau: Tăng kích thước tiết diện, tăng cường độ bê tông, đặt cốt thép vào vùng bê tông chịu nén.

*Dạng 2*: Biết: $f'_c, f_y$ , nhịp tính toán L, $M_u$. Yêu cầu xác định kích thước tiết diện b,h, tính $A_s$ và bố trí.

Trước tiện ta chọn h: $h = (\frac{1}{10} - \frac{1}{20})L$ , h cần thỏa mãn các yêu cầu cấu tạo, kiến trúc.

Chọn b: Dựa vào kinh nghiệm, cấu tạo , yêu cầu kiến trúc( thông thường b=160,180,200,220,250 mm)

Sau khi có *b* và *h* bài toán quay về dạng 1.

**Ví dụ 4.1:** Xác định kích thước mặt cắt, tính toán và bố trí cốt thép dọc chịu lực trên mặt cắt chữ nhật của dầm BTCT thường, biết:

+ Dầm giản đơn, chiều dài nhịp L = 5 (m)

+ Vật liệu $f'_c$= 32 MPa; $f_y$ = 420 MPa

+ Momen tính toán ở trạng thái giới hạn cường độ: $M_u$ = 105 kNm

Bài giải:

Ta có:

+ Chiều cao của dầm: $h = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{20}\right) l$

Chọn h = 400 (mm)

+ Bề rộng b = 0.5h = 200 (mm)

+ $\beta_1 = 0.85 - \dfrac{0.05*\left(f_c^{'} - 28\right)}{7} = 0.85 - \dfrac{0.05*(32-28)}{7} = 0.82$

+ Giả thiết $d_s$ = 350 (mm)

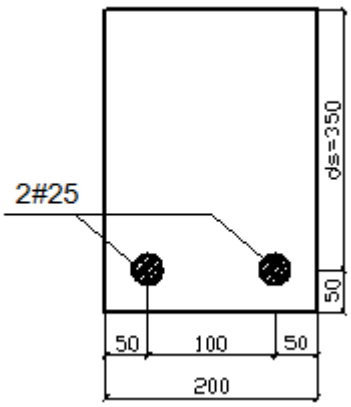
$$\alpha_m = \frac{105*10^6}{0,9*0,85*32*200*350^2} = 0,175 \le \alpha_{gh} = 0,285$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1-2\alpha_m} = 0,194$$

$$A_s^{yc} = \frac{0,194*0,85*32*200*350}{420} = 879 mm^2$$

Chọn $A_s$ = 2 # 25 = 1020 ($mm^2$)

Bố trí như sau:




Tính duyệt:

*Hình 4.12 -Bố trí cốt thép của ví dụ 4.1*

+ Tính lại a:

$$a = \frac{1020*420}{0,85*32*200} = 78,75(mm)$$

$$\Rightarrow c = \; c = \frac{a}{\beta_1} = 92,65(mm)$$

$$\Rightarrow \frac{c}{d_s} = \frac{92,65}{350} = 0,265 < 0,42$$ Đạt (lượng cốt thép không quá nhiều)

$$+ \; \rho = \frac{A_s}{b*d_s} = \frac{1020}{200*350} = 0.0146$$

$$+ \; \rho_{min} = 0.03*\frac{f_c^{'}}{f_y} = 0.03*\frac{32}{420} = 2.286*10^{-3}$$

Vậy $\rho > \rho_{min}$ => Lượng cốt thép đảm bảo không quá ít

Vậy:

$M_r$ = 0.9*0.85*$f_c^{'}$*a*b*($d_s$-a/2)= 0,9*0,85*32*78,75*200*(350- 0,5*78,75)=119.764.575 (Nmm) = 119,76 (kN.m)>$M_u$=105 (kN.m)

Tiết diện đảm bảo cường độ.

### 4.3.2 Tính toán tiết diện chữ nhật cốt thép kép:

Lý do đặt cốt kép: + Trong bài toán tính cốt thép đơn $\alpha_m = \dfrac{M_u}{\phi_f 0,85 f_c^{'} b d_s^2} > \alpha_{gh}$ ta có thể phải đi đặt cốt thép vào vùng bê tông chịu nén.

+ Cốt thép $A_s^{'}$ đã có sẵn trên tiết diện, ta cần tận dụng nó vào khả năng chịu lực của tiết diện.

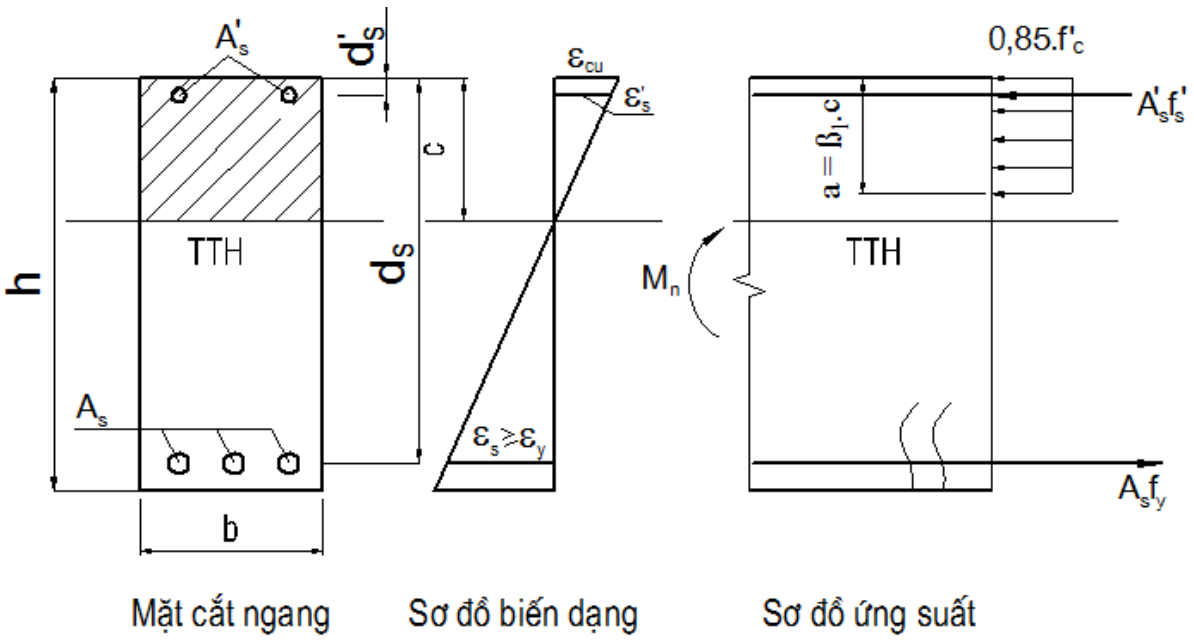
**1-Sơ đồ ứng suất, sơ đồ biến dạng**

$f_s^{'} = \varepsilon_s^{'} E_s$ và $\left|f_s^{'}\right| \le \left|f_y^{'}\right|$ (4.14)

Từ sơ đồ biến dạng ta có:

$$\left|\varepsilon_s^{'}\right| = \varepsilon_{cu} \frac{c - d'^{'}_s}{c} = 0,003 \frac{c - d_s^{'}}{c} \quad (4.15)$$

Khi $\left|\varepsilon_s^{'}\right| \ge \left|\varepsilon_y^{'}\right| = \dfrac{f_y^{'}}{E_s}$ thì cốt thép chịu nén đã ***chảy*** khi đó $f_s^{'} = f_y^{'}$




*Hình 4.13- MCN, sơ đồ biến dạng, sơ đồ ứng suất của tiết diện chữ nhật đặt cốt thép kép*

**2-Phương trình cơ bản.**

Phương trình cân bằng lực dọc :

$$A_s f_y = 0,85 f_c^{'} b a + A_s^{'} f_s^{'} \quad (4.16)$$

Phương trình cân bằng mômen lấy với trục đi qua trọng tâm cốt thép chịu kéo:

$$M_n = 0.85 f_c^{'} b a (d_s - 0,5a) + A_s^{'} f_s^{'} (d_s - d_s^{'}) \quad (4.17)$$

Trường hợp cốt thép chịu nén đã chảy ta thay $f_s^{'} = f_y^{'}$ vào các phương trình trên.

**3-Điều kiện hạn chế:**

Để có hai phương trình cân bằng trên, ta đã xem như tiết diện rơi vào phá hoại dẻo, khi đó hàm lượng cốt thép chịu kéo không được quá lớn, và theo 22TCN272-05 thì:

$$\frac{c}{d_s} \le 0,42$$

Để tránh phá hoại đột ngột xảy ra, ta yêu cầu cần phải cung cấp một lượng cốt thép tối thiểu nhằm có sức kháng uốn không nhỏ hơn mô men nứt ($M_{cr}$). Theo 22TCN272-05:

$$\rho = \frac{A_s}{bd_s} \ge \rho_{min} = 0,03\frac{f_c^{'}}{f_y}$$

**4-Điều kiện Cường độ :**

Để tiết diện không bị phá hoại thì :

$M_u \le M_r = \phi_f M_n$

$M_u$ Mô mên uốn tính toán ( mô mên uốn có hệ số)

$M_r$ Sức kháng uốn tính toán

$\Phi_f$ Hệ số sức kháng uốn

**5-Các bài toán :**

***a/ Bài toán 1:*** Bài tính duyệt

Biết kích thước tiết diện b,h, cấp bê tông, loại cốt thép, diện tích cốt thép , cách bố trí, mô men $M_u$. Yêu cầu tính duyệt cường độ tiết diện, các yêu cầu cốt thép hợp lý hay không?.

Tóm tắt: Biết: $b,h, f_c^{'}, f_y, f_y^{'}, E_s, A_s, A_s^{'}, d_s, d_s^{'}, M_u$ yêu cầu duyệt tiết diện

Bài giải:

Giả sử cốt thép chịu nén đã chảy, ta có

$a = \frac{A_s f_y - A_s^{'} f_y^{'}}{0,85 f_c^{'} b}$ từ đây tính được $c = \frac{a}{\beta_1}$ suy ra $\left|\varepsilon_s^{'}\right| = 0,003\frac{c - d_s^{'}}{c}$ so sánh với $\left|\varepsilon_y^{'}\right| = \frac{f_y^{'}}{E_s}$

+Nếu $\left|\varepsilon_s^{'}\right| \ge \left|\varepsilon_y^{'}\right|$ thì giả sử đúng thì *a* và c tính được là đúng

Ta kiểm tra điều kiện:

$\frac{\mathbf{c}}{\mathbf{d}_s} \le 0,42$ đạt

$\rho = \frac{A_s}{bd_s} \ge \rho_{min} = 0,03\frac{f_c^{'}}{f_y}$ đạt

Điều kiện cường độ: $M_r = \phi M_n = \phi\left\{0.85 f_c^{'} ba(d_s - 0,5a) + A_s^{'} f_y^{'}(d_s - d_s^{'})\right\} \ge M_u$ đạt

+Nếu $\left|\varepsilon_s^{'}\right| < \left|\varepsilon_y^{'}\right|$ thì giả sử cốt thép chịu nén là sai, ta có hai cách giải quyết trong trường hợp này.

Cách 1: Giải chính xác ra *c:*

Ta thay $a = \beta_1 c$ và $f_s^{'} = E_s\varepsilon_s^{'} = E_s * 0,003\frac{c - d_s^{'}}{c}$ vào phương trình 5.6

$$A_s f_y = 0,85 f_c^{'} b\beta_1 c + A_s^{'} E_s 0,003\frac{c - d_s^{'}}{c}$$

Giải phương trình bậc hai với ẩn là *c*,sau khi có *c* ta tính được $a, \varepsilon_s^{'}, f_s^{'}$ từ đó đi kiểm tra hàm lượng cốt thép và kiểm tra cường độ.

$M_r = \phi M_n = \phi\{0.85 f_c' ba(d_s - 0{,}5a) + A_s' f_s'(d_s - d_s')\} \geq M_u$ đạt

Cách 2: Tính đơn giản bằng cách bỏ qua cốt thép chịu nén tính như cốt đơn

***b/ Bài toán 2:*** Tính và bố trí cốt thép

Biết kích thước tiết diện b,h, cấp bê tông, loại cốt thép, mô men $M_u$. Yêu cầu tính và bố trí cốt thép dọc.

Tóm tắt: Biết: $b, h, f_c', f_y, f_y', E_s, M_u$ yêu cầu tính $A_s, A_s'$ và bố trí

Bài giải:

Giả định $d_s$=(0,85-0,90)h

Kiểm tra xem có phải đặt cốt thép kép hay không?

Nếu $\alpha_m = \dfrac{M_u}{\phi 0{,}85 f_c' b d_s^2} > \alpha_{gh}$ thì phải đặt cốt thép kép

Khi có yêu cầu đặt cốt thép kép ta giả sử cốt thép chịu nén đã chảy và biến đổi phương trình 4.16 và 4.17 bằng cách đặt $\xi = \dfrac{a}{d_s}; \alpha_m = \xi(1 - 0{,}5\xi)$ và khi A'$_s$ đã chảy ta được:

$A_s f_y = \xi 0{,}85 f_c' b d_s + A_s' f_y'$

$M_n = \alpha_m 0.85 f_c' b d_s^2 + A_s' f_y'(d_s - d_s')$

Nhận xét : khi tận dụng hết chiều cao vùng bê tông chịu nén ta có phương án bố trí cốt thép kinh tế nhất. Vậy khi $\xi = \xi_{gh}$ và $\alpha_m = \alpha_{gh}$ ta có $A_s + A_s' = \min$

Ta đi giả định $d_s'$ thường từ 35-45mm và tính được $A_s'$ và $A_s$

$$A_s' = \frac{\dfrac{M_u}{\phi} - \alpha_{gh} 0.85 f_c' b d_s^2}{f_y'(d_s - d_s')}$$

$$A_s = \frac{\xi_{gh} 0{,}85 f_c' b d_s + A_s' f_y'}{f_y}$$

Từ đây chọn thép, bố trí và kiểm tra lại theo bài toán tính duyệt.

Nhưng trong thực hành, sau khi tính được $A_s'$ ta đi chon thép $A_{schon}'$ khác với $A_s'$ tính được do vậy sẽ ảnh hưởng tới diện tích cốt thép chịu kéo $A_s$ và ta có bài toán dưới đây

***b/ Bài toán 3***: Tính và bố trí cốt thép $A_s$ khi đã biết $A_s'$

Biết kích thước tiết diện b,h, cấp bê tông, loại cốt thép, cốt thép chịu nén, mô men $M_u$. Yêu cầu tính và bố trí cốt thép dọc.

Tóm tắt: Biết: $b, h, f_c', f_y, f_y', E_s, A_s', d_s', M_u$ yêu cầu tính $A_s$ và bố trí

Bài giải:

Giả định $d_s$=(0,85-0,90)h

Giả sử cốt thép chịu nén đã chảy;

Ta tính $\alpha_m = \dfrac{\dfrac{M_u}{\phi} - A_s' f_y'(d_s - d_s')}{0.85 f_c' b d_s^2}$

Ta có hai trường hợp của $\alpha_m$ nhưu sau

+ Trường hợp $\alpha_m \le \alpha_{gh}$ ta tra bảng hoặc tính được $\xi = 1 - \sqrt{1-2\alpha_m}$ và sẽ có:

$$A_s = \frac{\xi 0{,}85 f_c^{'} b d_s + A_s^{'} f_y^{'}}{f_y}$$

Đi chọn thép, bố trí và tính duyệt lại.

+ Trường hợp $\alpha_m > \alpha_{gh}$ ta kết luận lượng cốt thép chịu nén đã biết là quá ít, cần xem như chưa biết tính lại theo bài toán 2

**Ví dụ 4.2:** Xác định kích thước mặt cắt, tính toán và bố trí cốt thép dọc chịu kéo trên mặt dầm BTCT thường, biết:

+ Dầm giản đơn, tiết diện chữ nhật: nhịp l = 5m; $f_c^{'}$ = 28 MPa; $f_y = f_y^{'}$ = 420 MPa; $A_s^{'}$ = 2 # 13; $d_s^{'}$ = 40 mm

+ $M_u$ = 120 KNm.

Bài giải:

- Xác định kích thước mặt cắt:

+ Chọn: h=400 mm ; h thường lấy trong $h = (\frac{1}{10} - \frac{1}{20})l = 500 - 250(mm)$

+ chọn b = 220 (mm)

- Tính toán và bố trí cốt thép dọc chịu kéo:

+ $f_c^{'}$ = 28 MPa => $\beta_1$ = 0.85

+ Giả thiết $d_s$ = 350 (mm); $A_s^{'}$ = 2 # 13 = 258 ($mm^2$)

+ Giả thiết cốt thép chịu nén đã chảy:

Từ phương trình:

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \alpha_m 0{,}85 f_c^{'} b d_s^2 + A_s^{'} f_y^{'} (d_s - d_s^{'})$$

$$\frac{120 * 10^6}{0{,}90} = \alpha_m 0.85 * 28 * 220 * 350^2 + 258 * 420(350 - 40)$$

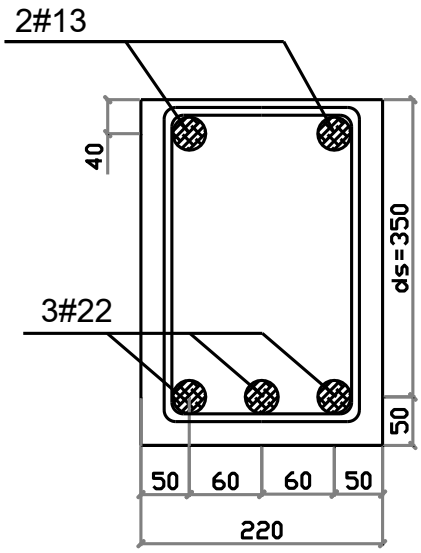
$$\alpha_m = 0{,}155 \le \alpha_{gh} = 0{,}293$$

$\xi = 1 - \sqrt{1-2\alpha_m} = 0{,}17$ vậy ta có $a = 0{,}17 * 350 = 59{,}48mm$

$$A_s^{ct} = \frac{0.85 * f_c^{'} * b * a + f_y^{'} * A_s^{'}}{f_y} = \frac{0.85 * 28 * 220 * 59{,}48 + 420 * 258}{420} = 999{,}52(mm^{2)}$$

Chọn $A_s$ = 3 # 22 = 1161 ($mm^2$)

Bố trí:




*Hình 4.14 -Bố trí cốt thép của ví dụ 4.2*

+ Tính duyệt lại tiết diện vừa thiết kế:

Giả sử cốt thép chịu nén đã chảy:

Ta có $a = \dfrac{A_s f_y - A_s^{'} f_y^{'}}{0{,}85 f_c^{'} b} = \dfrac{1161 * 420 - 258 * 420}{0{,}85 * 28 * 220} = 72{,}43mm$

=> $c = \dfrac{a}{\beta_1} = \dfrac{72{,}43}{0{,}85} = 85{,}22mm$

- Kiểm giả sử cốt thép chịu nén chảy đúng hay không?

$$\left|\varepsilon_y^{'}\right| = \frac{f_y^{'}}{E_s} = \frac{420}{2 * 10^5} = 2.1 * 10^{-3}$$

$$\left|\varepsilon_s^{'}\right| = 0{,}003 * \frac{c - d_s^{'}}{c} = 0{,}003 * \frac{85{,}22 - 40}{85{,}22} = 1{,}59 * 10^{-3}$$

Ta thấy: $\left|\varepsilon_y^{'}\right| > \left|\varepsilon_s^{'}\right|$ => Cốt thép chịu nén không chảy dẻo.Giả thiết sai

Tính c chính xác:

Từ phương trình cân bằng lực dọc:

$$A_s f_y = 0{,}85 f_c^{'} b \beta_1 c + A_s^{'} E_s 0{,}003 \frac{c - d_s^{'}}{c}$$

$$1161 * 420 = 0{,}85 * 28 * 220 * 0{,}85c + 258 * 2 * 10^5 * 0{,}003 \frac{c - 40}{c}$$

Giải ra ta có: c = 90,20mm

và c = -15,42 (loại)

Vậy: $a = 76{,}67mm;\ \varepsilon_s^{'} = 0{,}00167$ và $f_s^{'} = 333{,}94MPa$

$$M_n = 0.85 f_c^{'} ba(d_s - 0{,}5a) + A_s^{'} f_s^{'}(d_s - d_s^{'}) = 151{,}83 * 10^6\, Nmm = 151{,}83kNm$$

=> $M_r = \phi * M_n = 0.9 * 151{,}83 = 133{,}65$ (KNm)

Ta thấy $M_r$ = 136,65 (KNm) > $M_u$ = 120 (KNm) => Đạt.

- Kiểm tra lượng cốt thép tối đa:

$$\frac{c}{d_s}=\frac{90,20}{350}=0,2577<0.42 \Rightarrow \text{Đạt.}$$

- Kiểm tra lượng cốt thép tối thiểu:

+ $\rho=\frac{1161}{220*350}=0,015=15*10^{-3}$

+ $\rho_{\min}=0.03*\frac{f_c^{'}}{f_y}=0.03*\frac{28}{420}=2*10^{-3}$

Vậy $\rho>\rho_{\min}$ => Lượng cốt thép đảm bảo.

Khi tính đơn giản bằng cách bỏ qua cốt thép chịu nén tính như cốt đơn ta được $M_r$=133,165kNm

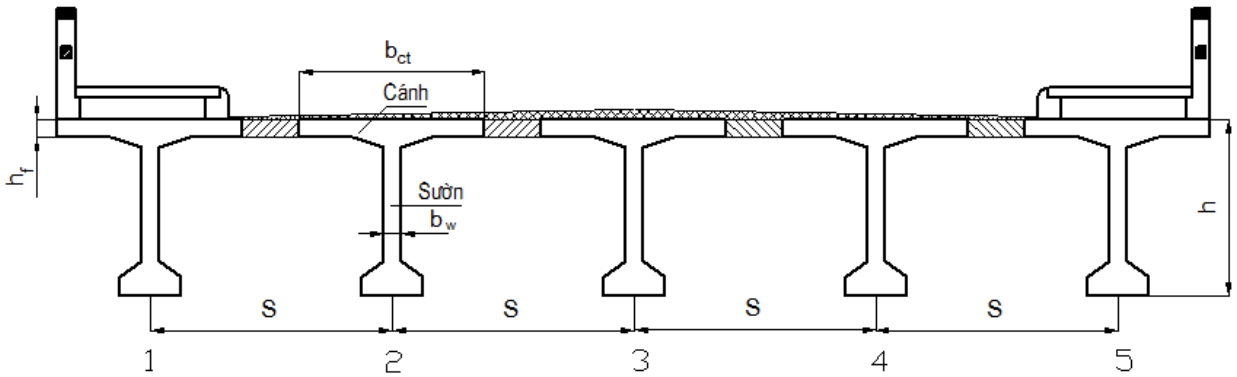
### 4.3.3 Tính toán tiết diện chữ T

**1. Đặc điểm cấu tạo và tính toán**

Tiết diện chữ T bao gồm có cánh và sườn. Cánh có thể nằm trong vùng chịu nén hoặc vùng chịu kéo. Khi cánh nằm trong vùng nén diện tích vùng bê tông chịu nén được mở rộng. Khi cánh nằm trong vùng kéo, do không xét tới sức kháng kéo của bê tông nên tiết diện chỉ có giá trị như tiết diện chữ nhật có kích thước $b_w$ x h. Việc bố trí cánh trong vùng nén là do yêu cầu cấu tạo như bố trí cốt thép hoặc kiến trúc.

Khi cánh nằm trong vùng nén ta cần xem xét hai trường hợp vị trí của trục trung hòa. Khi trục trung hòa đi qua cánh ($c\le h_f$ ) thì tiết diện chữ T được tính như tiết diện chữ nhật có kích thước b x h. Khi trục trung hòa đi qua sườn ($c>h_f$) tiết diện chữ T sẽ có vùng nén nằm trong cánh và vùng nén nằm trong sườn, ở đây ta chỉ xem xét trường hợp này.

Để biết trục trung hòa qua cánh hay qua sườn ta có hai cách: 1) Giả sử trục trung hòa qua cánh hoặc sườn tính toán và kiểm tra lại xem giả sử đúng hay không. 2) Tính mô men với trường hợp ranh giới là khi trục trung hòa qua mép dưới cánh ($c=h_f$) thường ký hiệu là $M_f$ và so sánh với mô men Mu.




*Hình 4.15 –Mặt cắt ngang cầu dầm nhịp giản đơn*

*Quy định về việc đưa bề rộng cánh vào tính toán:*

Trong các cầu và công trình có nhiều dầm chủ (hình 4.15) ta có các dầm biên (dầm 1 và 5) và các dầm trong hay dầm giữa ( dầm 2,3,4).

Cánh có thể chịu nén được là nhờ có ứng suất cắt truyền lực nén từ sườn ra cánh**.** Phần cánh ở cách xa sườn thì ứng suất dọc trong cánh đã khá nhỏ.Vì thế, các ứng suất dọc không phân bố đều. Bề rộng cánh dầm có ích là bề rộng đã được giảm đi và các ứng suất dọc được giả thiết là phân bố đều từ cùng một lực như sự phân bố ứng suất không đồng đều có được bằng cách lấy tích phân trên toàn bề rộng.

Khi không đủ điều kiện phân tích chính xác hơn có thể lấy như quy định của tiêu chuẩn 22TCN272-05( điều 4.6.2.6)

Bề rộng cánh tính toán $b_e$ của dầm giữa không lấy quá trị số nhỏ nhất trong ba trị số sau:

- $\frac{1}{4}L$ với L là chiều dài nhịp
- Khoảng cách tim giữa hai dầm
- $12h_f + b_w$

Bề rộng cánh tính toán của dầm biên lấy bằng 1/2 bề rộng hữu hiệu của dầm trong kề bên, cộng thêm trị số nhỏ nhất của:

- 1/8 lần chiều dài nhịp hữu hiệu
- $6h_f + \frac{1}{2}b_w$
- Bề rộng của phần hẫng

Khi tính bề rộng bản cánh dầm hữu hiệu, chiều dài nhịp hữu hiệu có thể lấy bằng nhịp thực tế đối với các nhịp giản đơn và bằng khoảng cách giữa các điểm thay đổi mômen uốn (điểm uốn của biểu đồ mômen) của tải trọng thường xuyên đối với các nhịp liên tục, thích hợp cả mômen âm và dương.

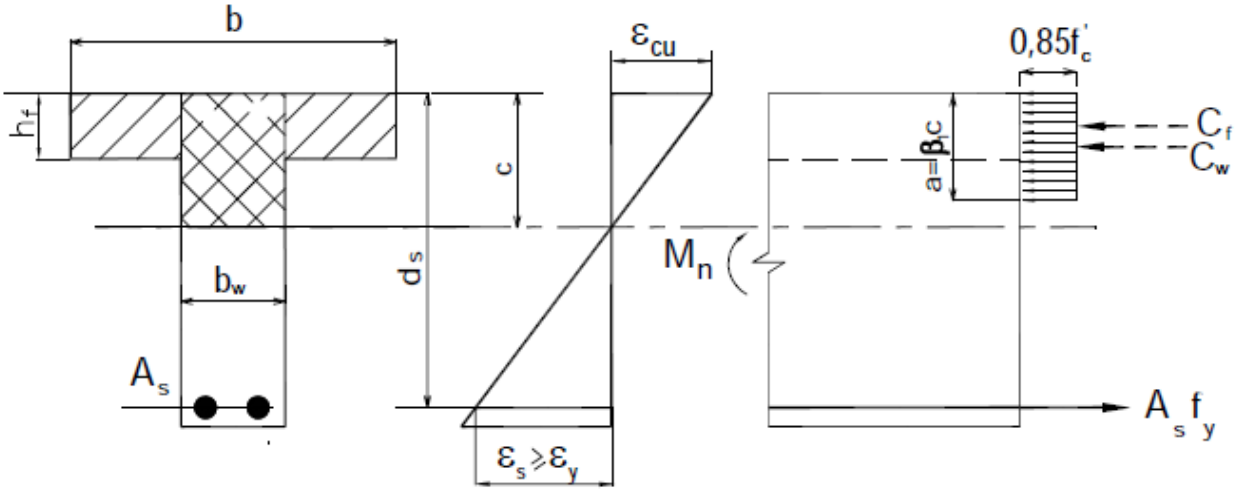
**2. Tính toán tiết diện chữ T đặt cốt thép đơn.**

***a-Sơ đồ ứng suất ( khi trục trung hòa qua sườn)***

Các trường hợp tính toán tiết diện chữ T:

Khi $c<h_f$ thì TTH qua cánh, tính như tiết diện chữ nhật.

Khi $c \geq h_f$ thì TTH qua sườn, tính theo bài toán tiết diện chữ T.




*Hình 4.16- MCN, sơ đồ biến dạng, sơ đồ ứng suất của tiết diện chữ T đặt cốt thép đơn*

$C_w = 0{,}85 f'_c b_w a$

$C_f = 0{,}85\beta_1 f_c^{'}(b - b_w)h_f$

***b-Phương trình cơ bản ( khi c>$h_f$ hay TTH qua sườn)***

Phương trình hình chiếu của nội lực nên phương trục dầm:

$$A_s f_y = 0{,}85 f_c^{'} b_w a + 0{,}85\beta_1 (b - b_w)h_f f_c^{'} \quad (4.18)$$

Phương trình cân bằng mômen:

$$M_n = 0{,}85 f_c^{'} b_w a\left(d_s - \frac{a}{2}\right) + 0{,}85\beta_1 f_c^{'}(b - b_w)h_f\left(d_s - \frac{h_f}{2}\right) \quad (4.19)$$

Ta biến đổi phương trình 4.18 và 4.19 bằng cách đặt $\xi = \frac{a}{d_s}; \alpha_m = \xi(1 - 0{,}5\xi)$ ta được:

$$A_s f_y = \xi 0{,}85 f_c^{'} b_w d_s + 0{,}85\beta_1 f_c^{'}(b - b_w)h_f$$

$$M_n = \alpha_m 0{,}85 f_c^{'} b_w d_s^2 + 0{,}85\beta_1 f_c^{'}(b - b_w)h_f\left(d_s - \frac{h_f}{2}\right)$$

trong đó :

$M_n$ : sức kháng danh định (N.mm)

$A_s$ : diện tích cốt thép chịu kéo ($mm^2$).

$f_y$ : giới hạn chảy quy định của cốt thép chịu kéo (MPa).

$f'_c$ : cường độ chịu nén đặc trưng của bê tông ở tuổi 28 ngày (MPa)

b : bề rộng của mặt chịu nén của cấu kiện (mm)

$b_w$ : chiều dày của bản bản bụng hoặc đường kính của mặt cắt tròn (mm)

β1 : hệ số chuyển đổi biểu đồ ứng suất quy định

$h_f$ : chiều dày bản cánh chịu nén của cấu kiện dầm I hoặc T (mm)

$a = \beta_1 c$ ; Chiều dày của khối ứng suất tương đương (mm)

***c-Điều kiện hạn chế:***

Điều kiện hạn chế : $\frac{\mathbf{c}}{\mathbf{d}} \le 0{,}42$ và $\rho \ge 0{,}03\frac{f'_c}{f_y}$ với $\rho = \frac{A_s}{b_w d}$

***d-Điều kiện cường độ:***

Để tiết diện không bị phá hoại thì :

$M_u \le M_r = \phi_f M_n$

**Ví dụ 4.3:** Tính toán và bố trí cốt thép dọc chịu lực trên mặt cắt chữ T của dầm BTCT thường, biết:

+ Kích thước mc: b = 800 mm; $b_w$ = 220 mm; $h_f$ = 120 mm; h = 550 mm.

+ Vật liệu: $f'_c$ = 28 MPa; $f_y$ = 420 Mpa

+ Momen tính toán ở trạng thái giới hạn cường độ: $M_u$ = 150 KNm.

Bài giải:

Theo bài ra ta có: f'$_c$ = 28 MPa

=> $\beta_1$ = 0.85

- Giả định $d_s$ = 500 (mm)

- Giả thiết trục trung hoà đi qua cánh và mặt cắt đặt cốt thép đơn:

$$\alpha_m = \frac{M_u}{\phi_f 0{,}85 f_c' b d_s^2} = \frac{150*10^6}{0{,}9*0{,}85*28*800*500^2} = 0{,}035$$

$$\alpha_m = 0{,}035 \le \alpha_{gh} = 0{,}293$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1-2\alpha_m} = 0{,}0356 \text{ vậy ta có } a = 0{,}0356*500 = 17{,}82mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{17{,}82}{0.85} = 20{,}97mm \le h_f = 120mm$$

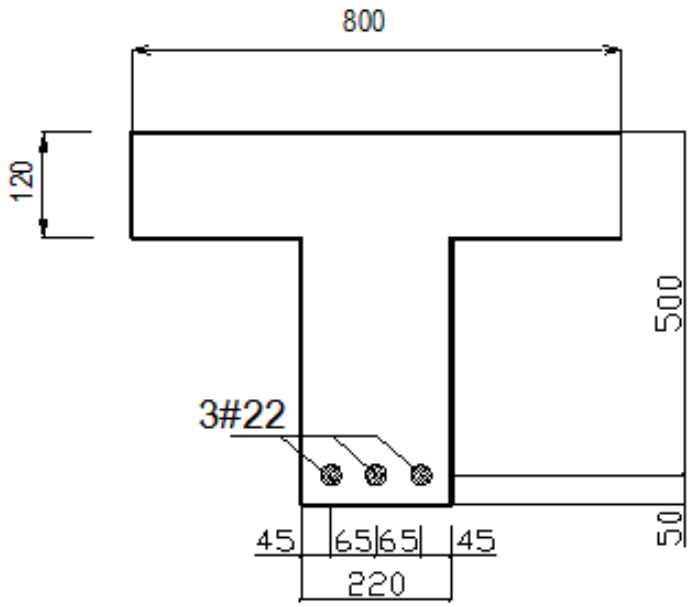
=> Giả sử trục trung hòa qua cánh là đúng

=> Giả thiết đúng => Tính như mặt cắt chữ nhật đặt cốt đơn.

+ $A_s^{ct} = \frac{0{,}85 * f_c' * a * b}{f_y} = \frac{0{,}85*28*17{,}82*800}{420} = 808{,}067(mm^{2)}$

Chọn $A_s$ = 3 # 22 = 1161 ( mm$^2$)

Bố trí:




*Hình 4.17- Bố trí cốt thép ví dụ 4.3*

+ Tính duyệt lại tiết diện vừa thiết kế :

Tính a:

$$a = \frac{A_s * f_y}{0{,}85 * f_c' * b_f} = \frac{1161*420}{0{,}85*28*800} = 25{,}61(mm)$$

$$\Rightarrow c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{25.61}{0.85} = 30.129 < h_f = 120$$

$$\Rightarrow \frac{c}{d_s} = \frac{30.129}{500} = 0.060258 < 0.42 \text{ -> OK}$$

Vậy:

$M_r = \phi * M_n = 0.9*0.85*f'_c*a*b_f*(d_s - a/2) = 0.9*0.85*28*25.61*800*(500 - 25.61/2)$

$= 213.806$ (KNm)

$\Rightarrow M_r = 213.806$ (KNm) > $M_u = 150$ (KNm)

=> Đạt.

- Kiểm tra lượng cốt thép tối thiểu:

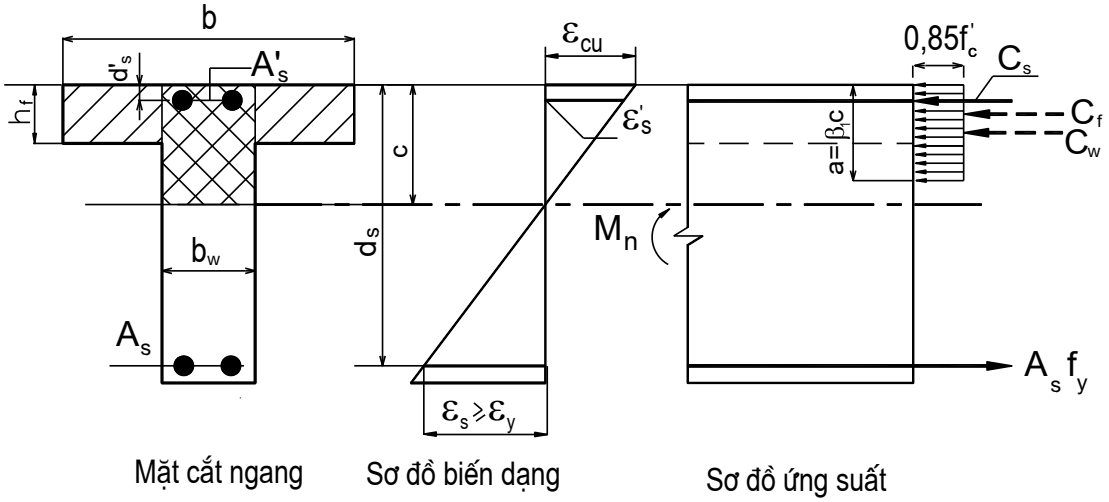
$$+ \ \rho = \frac{A_s}{b*d_s} = \frac{1161}{220*500} = 1{,}05*10^{-2}$$

$$+ \ \rho_{\min} = 0.03*\frac{f'_c}{f_y} = 0.03*\frac{28}{420} = 2*10^{-3}$$

Vậy $\rho > \rho_{\min}$ => Lượng cốt thép đảm bảo

**3. Tính toán tiết diện chữ T đặt cốt thép kép.**

**a-Sơ đồ ứng suất , sơ đồ biến dạng( khi trục trung hòa qua sườn)**




*Hình 4.18- MCN, sơ đồ biến dạng, sơ đồ ứng suất của tiết diện chữ T đặt cốt thép kép*

$f'_s = \varepsilon'_s E_s$ và $\left|f'_s\right| \le \left|f'_y\right|$

Từ sơ đồ biến dạng ta có:

$$\left|\varepsilon'_s\right| = \varepsilon_{cu}\frac{c - d'_s}{c} = 0{,}003\frac{c - d'_s}{c}$$

Khi $\left|\varepsilon'_s\right| \ge \left|\varepsilon'_y\right| = \frac{f'_y}{E_s}$ thì cốt thép chịu nén đã ***chảy*** khi đó $f'_s = f'_y$

Các hợp lực nén:

$C_s = A'_s.f'_s$

$C_w = 0{,}85.f'_c.b_w\ a$

$C_f = 0{,}85.\beta_1.f'_c.(b - b_w).\ h_f$

**b-Phương trình cơ bản và tính toán**

Phương trình hình chiếu của nội lực nên phương trục dầm:

$$A_s f_y = 0{,}85 f_c' b_w a + 0{,}85\beta_1 f_c'(b - b_w)h_f + A_s' f_s' \qquad (4.20)$$

Phương trình cân bằng mômen:

$$M_n = 0{,}85 f_c' b_w a\left(d_s - \frac{a}{2}\right) + 0{,}85\beta_1 f_c'(b - b_w)h_f\left(d_s - \frac{h_f}{2}\right) + A_s' f_s'(d_s - d_s') \qquad (4.21)$$

trong đó : Các ký hiệu đã giải thích ở phần trên.

Chú ý : Khi cốt thép chịu nén ($A'_s$) đã chảy ta thay $f'_s = f'_y$.

Ta biến đổi phương trình 4.20 và 4.21 bằng cách đặt $\xi = \frac{a}{d_s}; \alpha_m = \xi(1 - 0{,}5\xi)$ và khi $A_s'$ đã chảy ta được:

$$A_s f_y = \xi 0{,}85 f_c' b_w d_s + 0{,}85\beta_1 f_c'(b - b_w)h_f + A_s' f_y'$$

$$M_n = \alpha_m 0{,}85 f_c' b_w d_s^2 + 0{,}85\beta_1 f_c'(b - b_w)h_f\left(d_s - \frac{h_f}{2}\right) + A_s' f_y'(d_s - d_s')$$

**c-Điều kiện hạn chế:**

Điều kiện hạn chế : $\frac{\mathbf{c}}{\mathbf{d}} \le 0{,}42$ và $\rho \ge 0{,}03\ \frac{f'_c}{f_y}$ với $\rho = \frac{A_s}{b_w d}$

**d-Điều kiện cường độ:**

Để tiết diện không bị phá hoại thì :

$$M_r = \phi_f M_n \ge M_u$$

**Ví dụ 4.4:** Tính toán và bố trí cốt thép dọc chịu lực trên mặt cắt chữ T của dầm BTCT thường, biết:

+ Kích thước tiết diện: b = 800 mm; $b_w$ = 220 mm; $h_f$ = 120 mm; h = 550 mm.
+ Vật liệu: $f'_c$ = 28 MPa; $f_y$ = 420 MPa = $f'_y$
+ Cốt thép chịu nén: $A'_s$ = 2 # 16; $d'_s$ = 40mm.
+ Momen tính toán ở trạng thái giới hạn cường độ: $M_u$ = 180 KNm.

Bài giải:

+ $\beta_1 = 0.85$
+ Giả định $d_s$ = 500 (mm).
+ Giả sử trục trung hoà đi qua cánh.
+ Giả sử cốt thép chịu nén chảy dẻo.

Với $A'_s$ = 2 # 16 = 398 ($mm^2$)

Ta có:

$$\alpha_m = \frac{\frac{M_u}{\phi} - A_s^{'} * f_y^{'} * (d_s - d_s^{'})}{0.85 * f_c^{'} * b_f d_s^2} = \frac{\frac{180 * 10^6}{0.9} - 398 * 420 * (500 - 35)}{0.85 * 28 * 800 * 500^2} = 0{,}0259$$

$\alpha_m = 0{,}0259 \le \alpha_{gh} = 0{,}293$ ta có $\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 0{,}0262$

$a = \xi d_s = 0{,}0262 * 500 = 13{,}1mm$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{13{,}1}{0{,}85} = 15{,}4mm < h_f = 120mm$$

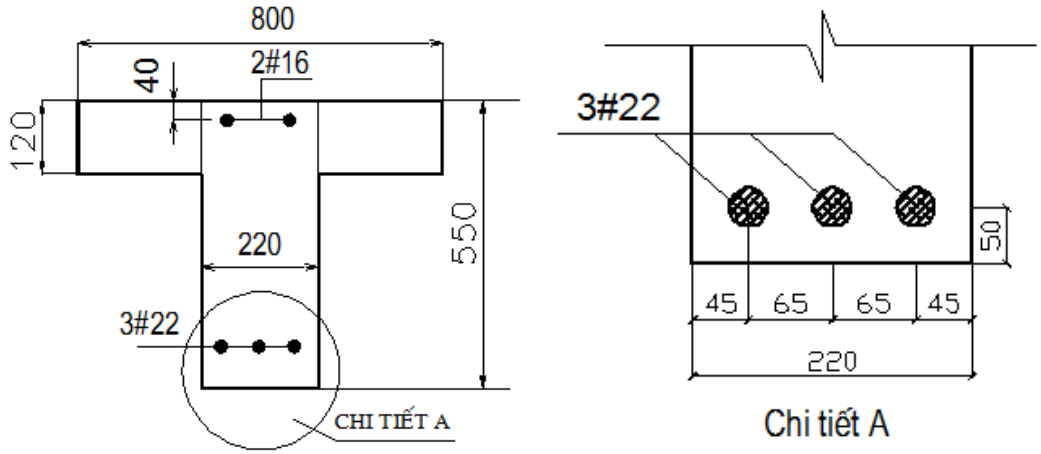
=> Giả thiết trục trung hòa qua cánh đúng.

+

$$A_s^{ct} = \frac{0.85 * f_c^{'} * a * b_f + f_y^{'} * A_s^{'}}{f_y} = \frac{0.85 * 28 * 13{,}1 * 800 + 420 * 398}{420} = 992(mm^2)$$

Chọn $A_s$ = 3 # 22 = 1161 ($mm^2$)

Bố trí:




*Hình 4.19- Bố trí cốt thép cho ví dụ 4.4*

+ Tính duyệt:

Giả sử trục trung hòa qua cánh và giả sử cốt thép chịu nén đã chảy ta có :

$$a = \frac{A_s f_y - A_s^{'} f_y^{'}}{0{,}85 f_c^{'} b} = \frac{1161 * 420 - 398 * 420}{0{,}85 * 28 * 800} = 16{,}83mm$$

$$\Rightarrow c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{16{,}83}{0{,}85} = 19{,}8mm < h_f = 120mm$$

Vậy trục trung hòa qua cánh là đúng.Ta cũng nhận thấy $c = 19{,}8mm < d_s^{'} = 40mm$ vậy cốt thép chịu nén nằm trong vùng kéo ta bỏ qua cốt thép chịu nén này tính như cốt đơn:

$$a = \frac{A_s f_y}{0{,}85 f_c^{'} b} = \frac{1161 * 420}{0{,}85 * 28 * 800} = 25{,}6mm$$

$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{25,6}{0,85} = 30,13mm < h_f = 120mm$ vậy trục trung hòa qua cánh là vẫn đúng

- Kiểm tra tính dẻo , hàm lượng cốt thép tối đa:

$\frac{c}{d_s} = \frac{25,6}{500} = 0,06 \le 0,42$ vậy đạt yêu cầu.

- Kiểm tra lượng cốt thép tối thiểu:

+ $\rho = \frac{A_s}{b_w * d_s} = \frac{1161}{220 * 500} = 0,0106 = 1,06 * 10^{-2}$

+ $\rho_{\min} = 0.03 * \frac{f_c^{'}}{f_y} = 2 * 10^{-3}$

Vậy $\rho > \rho_{\min}$ => Lượng cốt thép đảm bảo.

- Kiểm tra cường độ tiết diện:

$$M_n = 0,85 f_c^{'} ba\left(d_s - \frac{a}{2}\right) = 0,85 * 28 * 800 * (500 - 0,5 * 25,6) = 237,566 * 10^6 Nmm$$

$M_n$=237,566 kNm

$M_r = \phi_f M_n = 0,9 * 237,566 = 213,81kNm \ge M_u = 180kNm$

Vậy điều kiện cường độ được đảm bảo không phá hoại.

## 4.4 TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CHỊU CẮT

### 4.4.1 Mô hình chống và giằng ( Strut And Tie Models)

Thiết kế và cấu tạo chi tiết KCBTCT có nhiệm vụ là tính toán nội lực , hiệu ứng của tải trọng và tác động để đưa ra được: cách bố trí cốt thép, các đặc trưng mặt cắt, vật liệu .Tuy nhiên nhiệm vụ của công việc thiết kế và cấu tạo chi tiết không chỉ là giải quyết cho một số mặt cắt nhất định (những mặt cắt đã thực sự được tính toán và phân tích ) mà nó phải bao gồm toàn bộ kết cấu .

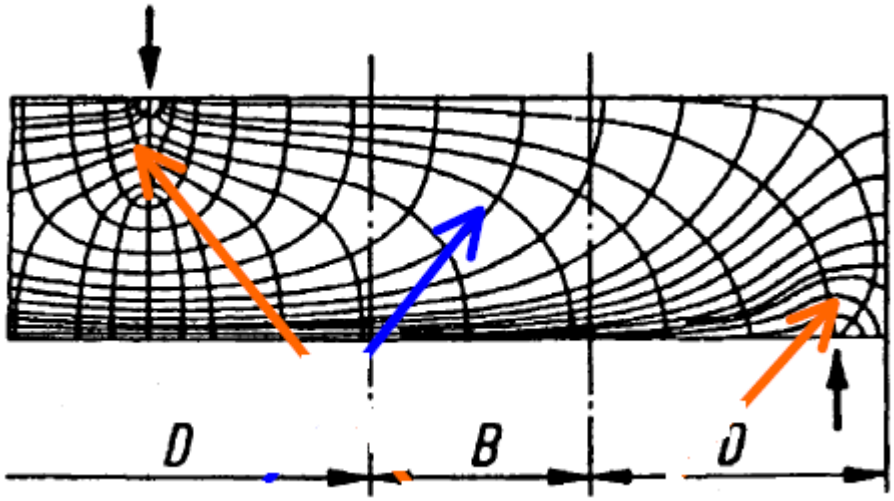
Như chúng ta đã biết trong số các hư hỏng nó thường xảy ra ở những vùng không liên tục về tĩnh học và hình học như nơi có tải trọng tập trung ,vị trí thay đổi đột ngột của mặt cắt ,trong các khu vực này biến dạng phân bố phi tuyến ,ở đây chúng ta không thể áp dụng các phương pháp thiết kế thông thường ,chúng ta thường thiết kế và cấu tạo những vùng này chỉ theo kinh nghiệm mà không đưa ra được các kiểm tra với các tiêu chuẩn về cường độ .Nếu chúng ta xem tầm quan trọng của các vùng này cũng là hạn định về an toàn của toàn bộ kết cấu,chúng ta không thể đối xử với chúng nhiều hơn hay ít hơn vùng liên tục.

Để giải thích các kinh nghiệm cấu tạo và tránh các sai sót trong thiết kế đối với các vùng đã nói ở trên chúng ta nên sử dụng mô hình hệ thanh .

#### 4.4.1.1 Nguyên lý chung và phạm vi áp dụng :

Các ứng suất và nội lực trong kết cấu có thể được vẽ hay hình ảnh hoá dưới dạng các quỹ đạo. Những sơ đồ quỹ đạo đó gần giống các đường dòng, do vậy chúngta có thể gọi là dòng nội

lực trong kết cấu . Khái niệm và các dạng quỹ đạo lực chạy từ biên chịu tải qua kết cấu tới các gối thực sự là các công cụ hữu hiệu để hiểu đúng quá trình chịu tải của kết cấu và là sự trợ giúp tiện ích cho người thiết kế.




*Hình 4.20 : Quỹ đạo ứng suất trong vùng B và D*

Tuy vậy các mẫu quỹ đạo tổng quát là khá phức tạp và chỉ có thể xác định đúng nhất đối với vật liệu làm việc đàn hồi tuyến tính, hơn nữa trong BTCT các đường chịu kéo chạy dọc theo cốt thép và có thể gây ra nứt và biến dạng dẻo, do vậy tốt hơn hết là trong các bài toán thực tế, cần đơn giản hoá hình đồ quỹ đạo và làm cho phù hợp với những đặc điểm, tính chất riêng biệt của kết cấu bê tông.

Vào đầu năm 1899, W.Rictter đưa ra mô hình dàn thanh đơn để hình ảnh hoá nội lực trong các dầm chịu nứt. Từ đó E.Morsch đã sử dụng làm cơ sở thiết kế dầm bê tông. Trong những nhiên cứu gần đây Cook và Collins đều sử dụng phương pháp đó để tìm ra nội lực trong kết cấu.

Việc tổng quát hoá mô hình dàn thành mô hình Strut-and-Tie tạo ra khả năng ứng dụng thực sự của nó đối với các cấu kiện BTCT và của toàn bộ kết cấu.

Để đạt được mục đích này, các quỹ đạo ứng suất của các trường ứng suất riêng biệt trong kết cấu và các lực tương tác từ cốt thép chúng được xem xét và độ cong của chúng được lý tưởng hoá theo dạng của các phần tử kéo hoặc nén trong một mô hình hệ thanh thẳng. Dòng của các nội lực có thể được phác hoạ và được định rõ bởi phương pháp đường tải trọng và được lý tưởng hoá trong mô hình hệ thanh thích hợp. Bởi vậy các thanh chống và các thanh kéo ( hoặc chính xác là các trường ứng suất bê tông và cốt thép ) được định kích thước bởi các nội lực của mô hình như đã thiết lập, với sự cân nhắc thích đáng của sự lệch và neo của các lực, đang được lý tưởng hoá theo dạng của các nút.

Nhiều khi chỉ có sự phát triển của một mô hình hệ thanh sẽ là đủ để nhận biết những điểm yếu trong một kết cấu và thực chất là cung cấp thiết kế chi tiết , bằng cách minh hoạ để nhận biết yêu cầu cốt thép tại điểm đưa ra của kết cấu.

Phương pháp đã được đưa vào quy trình CEB/FIP-Model code 90 và Euro code 2, ACI,AASHTO.

Với mục đích đơn giản như một qui luật chung, các kết cấu là được phân tích riêng trong một vài mặt trực giao. Vì vậy chúng ta hầu hết dành quan tâm với mô hình hệ thanh phẳng. Nhờ đó

quan hệ giữa các mô hình trong các mặt khác nhau sẽ được tính toán bằng các lực tương tác hoặc các ứng suất.

Đôi khi nó trở nên cần thiết để đưa ra một cái nhìn tỷ mỉ tại những vùng nào đó của kết cấu bằng những mô hình hệ thanh cục bộ. Điều này cho phép chúng ta sẽ sử dụng các mô hình hệ thanh trở nên tinh tế hơn của những vùng đặc biệt quan tâm với những điều kiện biên nhận được từ một mô hình tổng thể.

#### 4.4.1.2 Phân chia kết cấu thành các vùng B và D:

Về mặt phương pháp thấy rằng rất hợp lý và thuận tiện khi phân chia mỗi mặt phẳng kết cấu cần quan tâm thành hai loại vùng khác nhau mà sẽ được giải quyết khác nhau gọi là vùng B có thể dùng giả thuyết Becnuli hay giả thuyết uốn ,và vùng D là vùng không liên tục .Chính xác hơn với các vùng B phải thoả mãn giả thuyết Becnuli về mặt cắt ngang vẫn phẳng sau khi uốn ,do vậy khi thiết kế vẫn có thể áp dụng các phương pháp thiết kế thông thường.Ngược lại, các vùng D là những vùng của kết cấu mà không thể áp dụng các phương pháp tính toán thông thường và do vậy cần phải tìm hiểu kỹ hơn.

**1/ Vùng B**

Các vùng B được thấy trong các dầm và bản có chiều cao hay bề dày không đổi ( hoặc ít thay đổi ) trên toàn kết cấu và tải trọng là phân bố đều. Trạng thái ứng suất tại một mặt cắt bất kỳ dễ dàng tính toán từ các tác động tại mặt cắt ( mô men uốn, Mxoắn ,lực cắt, lực dọc trục ) bằng các phương pháp thông thường.

Với các điều kiện là vùng này không bị nứt và thoả mãn định luật Húc, các ứng suất sẽ được tính toán theo lý thuyết uốn sử dụng các đặc trưng mặt cắt ( như là diện tích mặt cắt, mô men quán tính...).

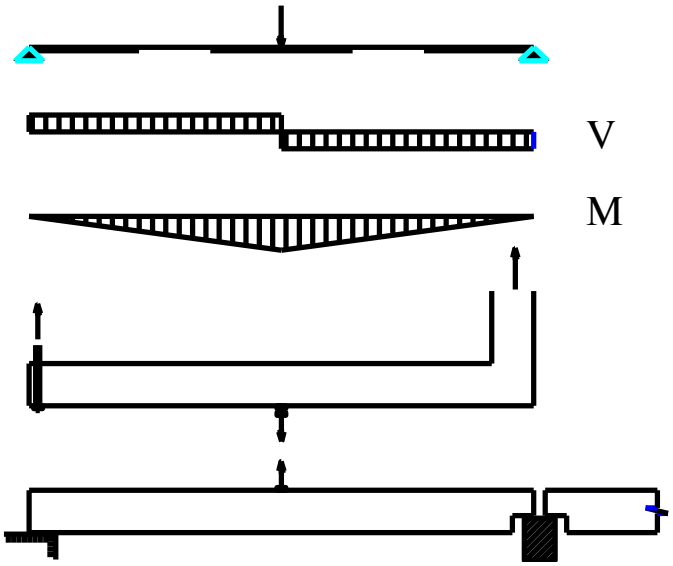
Khi ứng suất kéo vượt quá cường độ chịu kéo của bê tông , mô hình dàn hoặc một trong những phương pháp tính toán thiết kế kết cấu bê tông cốt thép được xây dựng cho vùng B sẽ được áp dụng thay cho lý thuyết uốn .

**2/ Vùng D**

Các phương pháp chuẩn trên không thể áp dụng cho các vùng mà phân bố biến dạng phi tuyến, đó là các miền có sự thay đổi đột ngột về hình học ( gián đoạn hình học ) hoặc có các lực tập trung ( gián đoạn tĩnh học ). Gián đoạn hình học gặp ở các dạng hốc ( chỗ lõm, lồi ) các góc khung, những đoạn cong và những khe hoặc lỗ .

Gián đoạn tĩnh học phát sinh từ các lực tập trung hoặc các phản lực gối và các neo cốt thép dự ứng lực. Các kết cấu có phân bố biến dạng phi tuyến trên toàn bộ các mặt cắt của kết cấu như trường hợp các dầm cao, được xem là toàn bộ vùng D.

Không giống như vùng B trạng thái ứng suất của vùng D không thể xác định được từ nội lực của mặt cắt bởi vì không biết được sự phân bố của biến dạng. Để giải thích điều này hãy xem hình 6.2 , hình này cho thấy rằng mặc dù xác định được sự phân bố nội lực trong những dầm khác nhau nhưng trạng thái ứng suất tại gối tựa của các dầm đó không thể phân tích được khi thiếu sự giải thích của các kiểu đặt tải .




*Hình 4.21: Các kết cấu có cùng kiểu phân bố nội lực nhưng các vùng D gần gối sẽ khác nhau nhiều.*

Các nội lực mặt cắt của vùng B và các phản lực gối của kết cấu là cơ sở cho việc thiết kế các vùng B và D . Do đó bước đầu tiên sẽ là phân tích một hệ thống tĩnh học thích hợp theo như thực hành chung.Đương nhiên điều này chỉ áp dụng với các kết cấu gồm các vùng B. Với các kết cấu chỉ có toàn vùng D như các dầm cao việc phân tích nội lực mặt cắt có thể bỏ qua nhưng phản lực gối tựa là thường xuyên cần thiết .

**3/ Xác định đường biên của vùng D**

Trong vùng B quỹ đạo ứng suất ít thay đổi ,ngược lại trong vùng D nó thay đổi hỗn loạn .Cường độ ứng suất giảm nhanh theo khoảng cách tính từ nơi gốc tập trung ứng suất .Đặc điểm này cho phép phân biệt vùng B và D trong một kết cấu.

Với mục đích tìm phác thảo đường phân chia giữa vùng B và D ,Trình tự đuợc đề xuất dựa trên cơ sở sự làm việc đàn hồi và được giải thích bởi ví dụ hình 1.2 như sau:

Nguyên lý chung là chia nhỏ trạng thái ứng suất thực của kết cấu (a) theo trạng thái của ứng suất (b) làm thoả mãn giả thuyết Béc nu li và trạng thái bù của ứng suất(c).

Áp dụng nguyên lý Saint Venant, nó được xem rằng ứng suất phi tuyến ở xa là không đáng kể ,như tại khoảng cách đủ xa như xấp xỉ với khoảng cách lớn nhất giữa bản thân của các lực cân bằng. Khoảng cách này định phạm vi của vùng D minh hoạ như ví dụ hình 6.3. Nên chú ý rằng mọi trường hợp của các dầm khoảng cách này bằng chiều cao của mặt cắt tại vị trí đó. Nó cũng đề cập rằng các bộ phận bê tông đã nứt có những khó khăn khác nhau trong những phương diện khác nhau. Điều này có thể ảnh hưởng đến phạm vi của vùng D nhưng không cần thảo luận hơn từ nguyên Saint Venant. Bản thân các đường phân chia vùng B và D mục đích ở đây chỉ phục vụ giống như sự giúp đỡ về mặt định tính trong phát triển mô hình hệ thanh.

Không chỉ là sự phân chia của kết cấu thành những vùng B và D để hiểu biết nội lực trong kết cấu mà nó còn giải thích rằng quy luật đơn giản l/h để phân biệt các loại dầm như là dầm cao, cánh tay đòn ngắn, dài.

**4/ Phát triển mô hình hệ thanh**

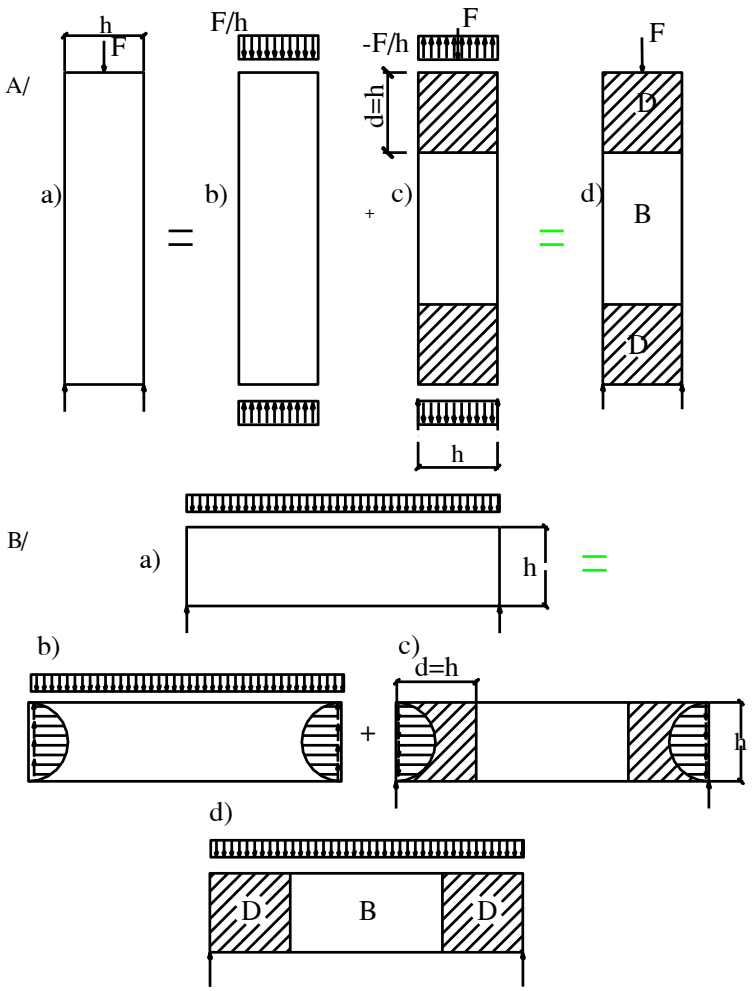
Trái lại yêu cầu thiết kế cho những vùng B có thể dễ dàng thoả mãn bởi một vài mô hình tiêu chuẩn , các vùng D thường xuyên yêu cầu một mô hình hệ thanh riêng để phát triển phù hợp với điều kiện đặc trưng của vùng đang xem xét.

Những trình tự sau đây có ý định đưa ra vài hướng dẫn để phát triển mô hình hệ thanh như thế nào cho phù hợp những yêu cầu đặc trưng của bất kỳ một trường hợp nào, nó phản ánh một bức tranh đúng của các dòng nội lực với mục đích :mô hình sẽ đáp ứng giống như kết cấu thực. Phát triển mô hình hệ thanh là có thể so sánh được với nhiệm vụ của việc chọn một hệ tiêu biểu trên cả hai điều kiện hiểu biết và kinh nghiệm đều được yêu cầu.

***Các bước chung***

Đầu tiên những điều kiện biên của những vùng được mô hình hoá phải được định rõ đầy đủ. Để đạt được kết quả này chúng ta có thể làm như sau :

1. Định rõ kích thước hình học, tải, những điều kiện gối tựa của toàn bộ kết cấu. Chú ý rằng điều này có thể yêu cầu giả thiết một vài lượng chưa biết như các kích thước yêu cầu mà sẽ được kiểm tra thêm nếu cần thiết thì hiệu chỉnh.
2. Chia 3 kích thước kết cấu bởi những mặt khác nhau để dễ dàng phân tích riêng bởi mặt trung bình của hệ thanh. Trong phần lớn các trường hợp kết cấu sẽ được chia theo các mặt trực giao ( vuông góc ) hoặc có thể song song với nhau. Một dầm T làm ví dụ yêu cầu cánh dầm và sườn dầm được mô hình hoá riêng rẽ. Những điều kiện biên được định rõ từ giao nhau của các mặt, mà với dầm T là chỗ tiếp giáp cánh và sườn.
3. Xác định phản lực gối tựa bằng các hệ thống tĩnh học lý tưởng ( như khung, dầm liên tục ). Với những kết cấu siêu tĩnh giả thiết sự làm việc là đàn hồi tuyến tính. Chú ý rằng sự phân bố lại mô men do nứt, biến dạng dẻo và từ biến có thể được cân nhắc.
4. Chia kết cấu thành những vùng B và D
5. Xác đinh nội ứng suất của những vùng B và xác định kích thước vùng B bằng những mô hình hệ thanh hoặc sử dụng những phương pháp tiêu chuẩn từ quy trình.
6. Đinh rõ những lực tác dụng trên riêng vùng D để phục vụ như là đường đi của chúng.Ngoài tải trọng ra điều này còn bao gồmnhững ứng suất biên trong những mặt cắt phân chia “D” và “B”, chúng được lấy từ thiết kế vùng “B” như chúng là kết quả của các giả định và mô hình của B
7. Kiểm tra những vùng D riêng rẽ theo sự cân bằng.




*Hình 4.22: A)Cột với tải trọng tập trung*

*B) Dầm giản đơn tải phân bố đều gối trực tiếp*

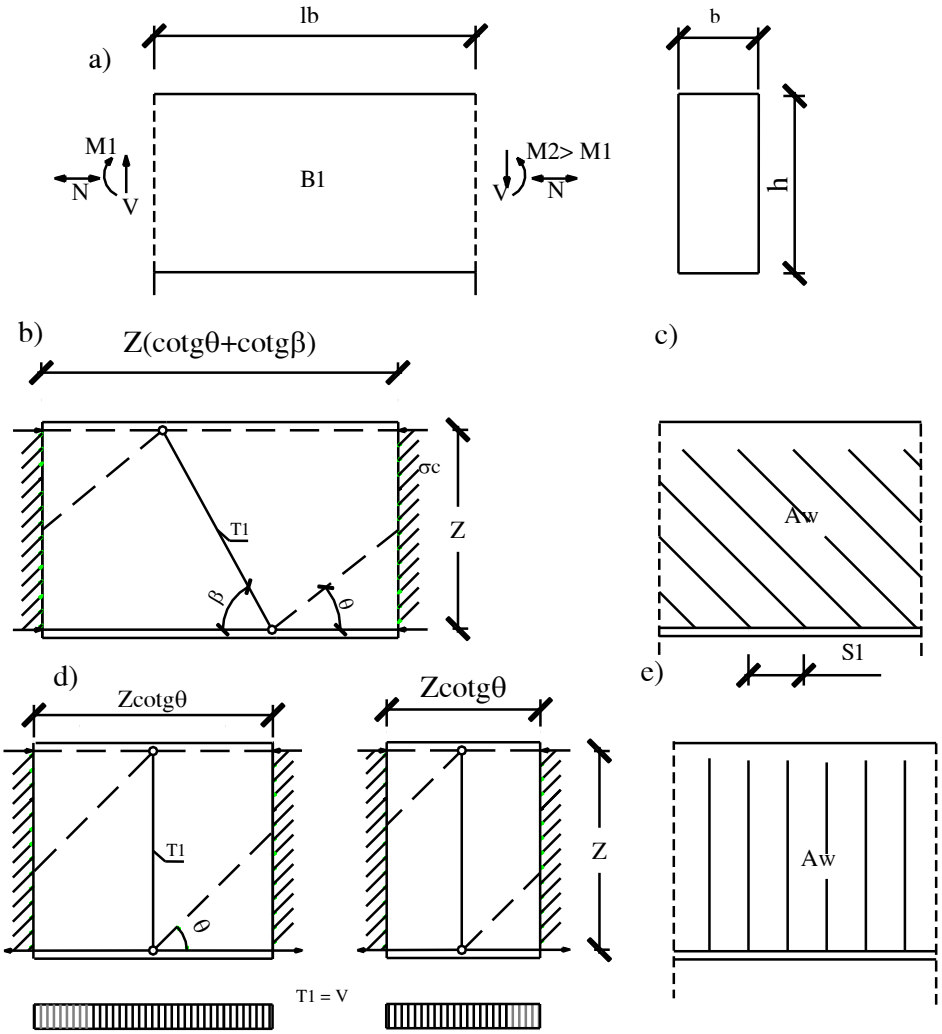
### 4.4.1.3 Một số mô hình tiêu biểu.

Các mô hình tiêu biểu sau đây đều dựa trên cơ sở ứng suất không đổi theo bề dày của kết cấu ( phương thẳng góc với mặt phẳng uốn )

Các cốt thép thu được từ mô hình hệ thanh thường thường phải thêm vào các cốt thép phân bố trên bề mặt để kiểm soát nứt và chịu các ứng suất phụ do co ngót và thay đổi nhiệt .

**1 Mô hình tiêu biểucủa vùng B.**

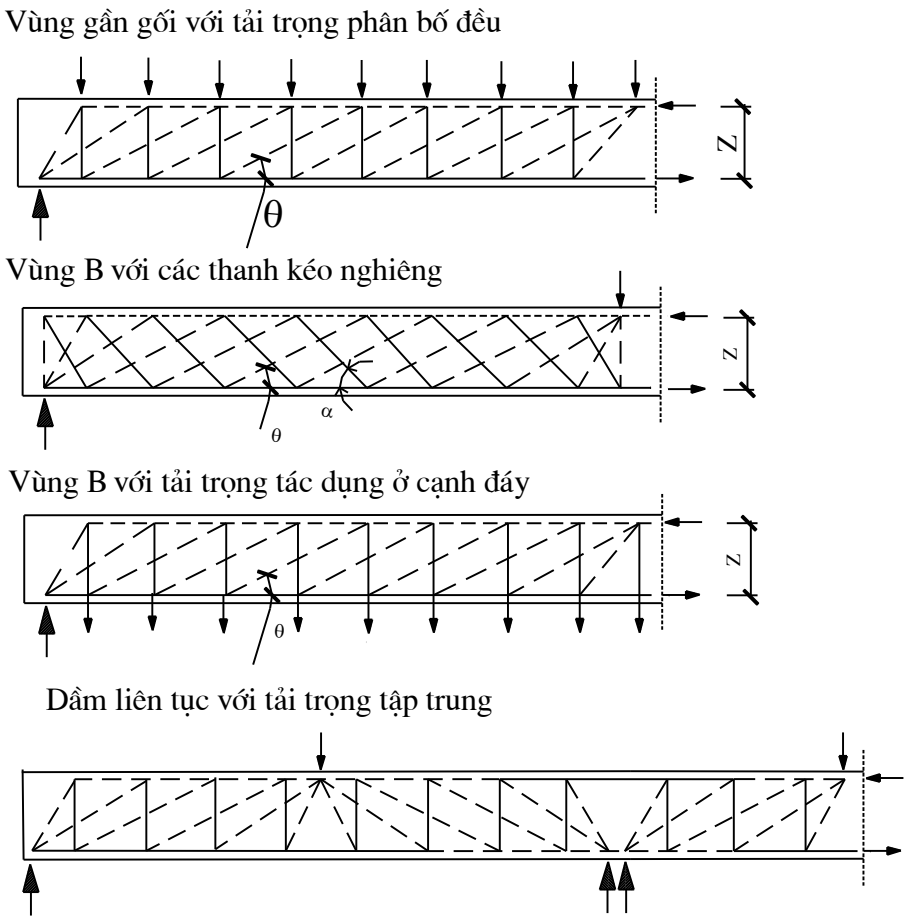
Mô hình dàn chuẩn sau thích hợp cho các vùng B đã bị nứt chịu M,N,Q . Trong trường hợp này các thanh nén đại diện cho hợp của các trường ứng suất nén xiên ,các thanh kéo đại diện cho các lực phân bố trên chiều dài Z.cotgθ .Từ sơ đồ hình học của mô hình ta thu được các lực trong thanh nén ,thanh kéo và các dữ liệu liên quan đối với trường hợp lực cắt Q không đổi như bảng sau :




*Hình 4.23- Mô hình tiêu biểu vùng B1: a) Vùng B và các nội lực ;b) Mô hình dàn chuẩn với các thanh kéo nghiêng ; c)Cốt thép tương ứng ; d) Mô hình dàn chuẩn với các thanh kéo thẳng đứng và mô hình vùng B ngắn ; e) cốt thép tương ứng*

Bảng 4.4 : Lực trong các thanh và các dữ liệu nhận được từ mô hình dàn với vùng B có lực cắt không đổi và không có lực dọc trục

| | $45^o<=\beta<=90^o$ | $\beta=90^o$ |
|---|---|---|
| Khoảng cách các thanh kéo $a_T$ | $Z(cotg\beta+cotg\theta.)sin\beta$ | $Z.cotg\theta$ |
| Khoảng cách các thanh nén $a_c$ | $Z(cotg\theta+cotg\beta).sin\theta$ | $Z.cos\theta$ |
| Lực trong thanh nén | $C=M/Z-V*(cotg\theta-cotg\beta)/2$ | $C=M/Z-V(cotg\theta)/2$ |
| Lực trong thanh kéo | $T=M/Z+V*(cotg\theta-cotg\beta)/2$ | $T=M/Z+V(cotg\theta)/2$ |
| $\sigma_{cc}$ | $V/[bZ(cos\theta+cotg\beta)sin^2\theta]$ | $V/[bZsin\theta\ cos\theta]$ |
| $n_{swd}=q_đ$ | $V/Z[(cotg\theta+cotg\beta)sin^2\beta]$ | $V/(Zcotg\theta)$ |




*Hình 4.24 Các mô hình vùng B*

**6.1.3.2 Mô hình tiêu biểucủa vùng D.**

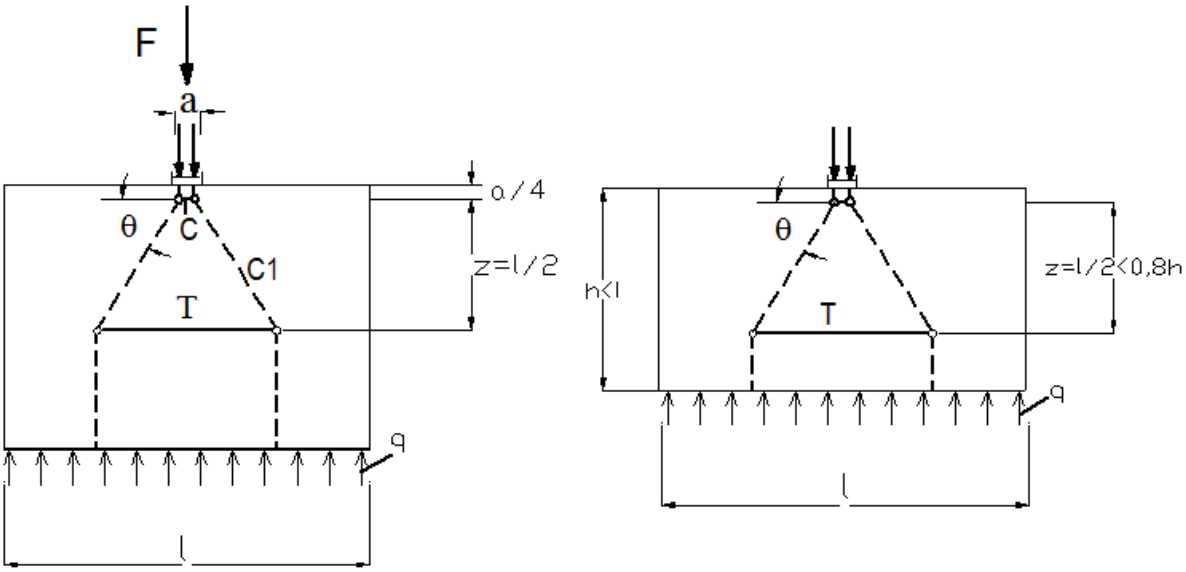
***Vùng D1***

Áp dụng với dải bản chiều rộng b chịu một lực tập trung F ở gữa bề rộng bản. hình 4.25

Sự phân bố a lực thực tế xảy ra trong phạm vi một vùng D1 chiều sâu của nó xấp xỉ bằng bề rộng b. Sự lệch hướng của quỹ đạo ứng suất nén sinh ra các ứng suất kéo ngang , thường gọi là các ứng suất kéo tách . Độ lớn của các ứng suất kéo này phụ thuộc vào a/b ( a là bề rộng của lực F ). Toàn bộ lực kéo ngang T được xác định như sau:

$$T=0,25F(1- a/b) \qquad (2.22)$$

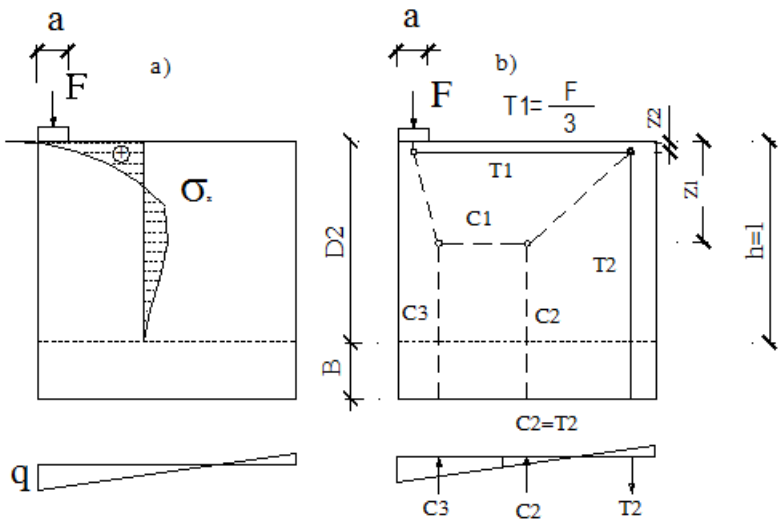
Ngay bên dưới vị trí tải trọng tác dụng xuất hiện ứng suất nén ngang ,toàn bộ lực nén C này bằng với lực kéo T




*Hình 4.25 : Mô hình vùng D1*

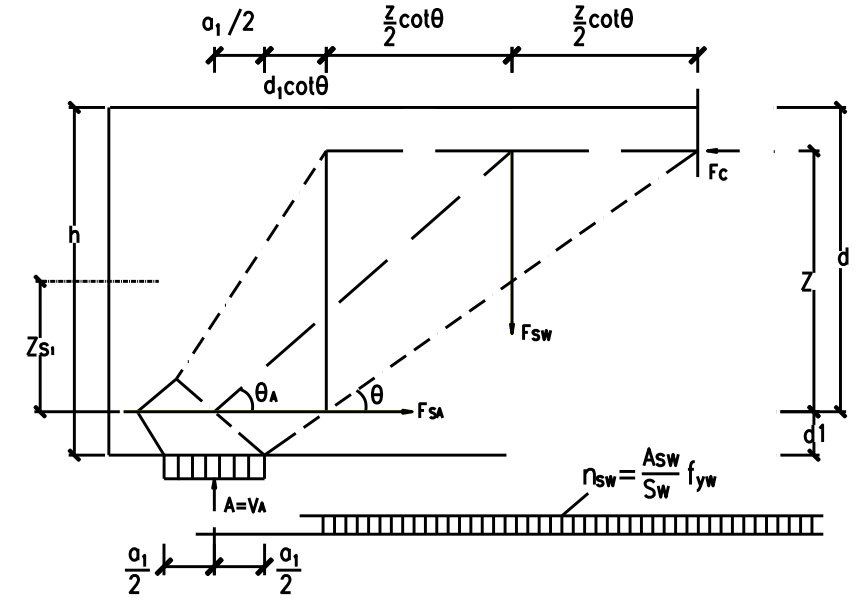
***Vùng D2***

Khi lực F di chuyển từ gữa ra góc tấm thì lực kéo ngang T ngay dưới tải giảm độ lớn . Cùng lúc đó lực kéo ngang T1 hình thành trong cạnh chịu tải liền kề điểm tải tác dụng. Khi lực F tác dụng ở góc tấm (vùng D2) thì lực kéo này có thể đạt tới độ lớn T1=F/3,với một chiều rộng rất hạn chế như ứng suất cực đại ở góc tấm .Chúng thường lớn hơn cường độ chịu kéo của bê tông và là nguyên nhân gây nứt góc.




*Hình 4.26: Mô hình vùng D2*

*a) Biểu đồ ứng suất ; b) Mô hình hệ thanh*

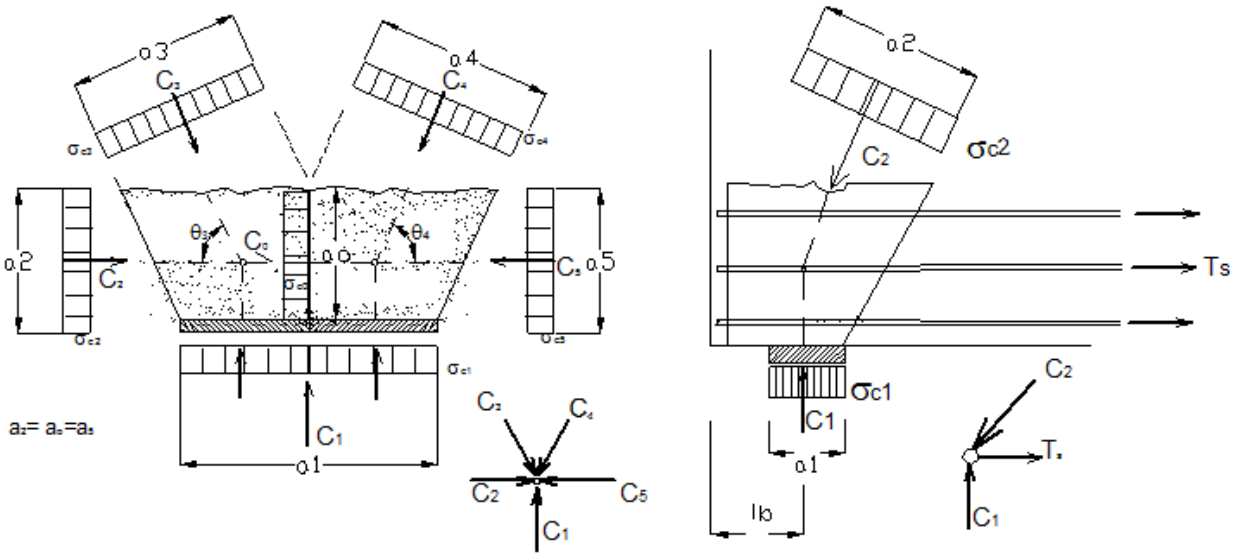



$$nsw,d= A_{sw}f_{ywd} /s_w = \frac{V_A - q[0.5a_1+(d_1+z)\cot g\theta]}{z\cot g\theta}$$

*Hình 4.27 Mô hình hệ thanh cho vùng gối gần đầu dầm*

### 4.4.2 Các bộ phận của mô hình chống và giằng :

- Thanh nén bê tông hoặc bê tông có cốt thép chịu nén.
- Thanh giằng kéo thường là đại diện cho cốt thép chịu kéo.
- Nút giàn, vì các vùng D thường xuyên bao gồm 2 nút: nút đơn và nút mờ. Nút đơn thường nguy hiểm cần kiểm tra, còn nút mờ có thể không cần kiểm tra. Tuy nhiên nếu một nút kéo nén mờ là được giả định vẫn chưa nứt, thì phải kiểm tra ứng suất kéo của bê tông .




*Hình 4.28 Mô hình ví dụ nút*

### 6.1.5 Định kích thước và tính duyệt các thanh và nút

Sức kháng tính toán, $P_r$, của các thanh chịu kéo và nén sẽ được coi như các cấu kiện chịu lực dọc trục :

$$P_r = \varphi P_n \quad (4.23)$$

trong đó :

$P_n$ = cường độ danh định của thanh chống nén hoặc giằng kéo (N)

$\varphi$ = hệ số sức kháng cho trường hợp chịu kéo hoặc nén được quy định trong Điều **5.5.4.2 được lấy một cách tương ứng.**

**1/ Định kích thước của thanh chống chịu nén**

*a) Cường độ của thanh chịu nén không cốt thép*

Sức kháng danh định của thanh chịu nén không cốt thép lấy như sau :

$P_n = f_{cu} A_{cs}$

trong đó :

$P_n$ = sức kháng danh định của thanh chịu nén (N).

$f_{cu}$ = ứng suất chịu nén giới hạn như quy định trong Điều 5.6.3.3.3 (MPa)

$A_{cs}$ = diện tích mặt cắt ngang hữu hiệu của thanh chịu nén ($mm^2$)

b) ứng suất nén giới hạn trong thanh chống. ứng suất chịu nén giới hạn $f_{cu}$ phải lấy như sau :

$$f_{cu} = \frac{f'_c}{0{,}8 + 170 \in_1} \le 0{,}85 f'_c \quad (4.24)$$

trong đó:

$\varepsilon_1 = (\varepsilon_s + 0.002)\ \mathrm{cotg}^2\alpha_s$

ở đây :

$\alpha_s$ = góc nhỏ nhất giữa thanh chịu nén và thanh chịu kéo liền kề (độ)

$\varepsilon_s$ = biến dạng kéo trong bê tông theo hướng của giằng chịu kéo (mm/mm)

$f'_c$ = cường độ chịu nén quy định (MPa)

*c) Thanh chống có cốt thép*

Nếu thanh nén có cốt thép bố trí song song với trục thanh và được cấu tạo để chịu nén tới giới hạn chảy thì sức kháng danh định của thanh nén được tính như sau :

$$P_n = f_{cu}A_{cs} + f_y A_{ss} \quad (4.25)$$

trong đó :

$A_{ss}$ = diện tích mặt cắt cốt thép trong thanh chống ($mm^2$)

**2/ Định kích thước thanh giằng chịu kéo**

*a). Cường độ của thanh giằng*

Cốt thép kéo phải được neo vào vùng nút với chiều dài neo quy định bởi những móc neo hoặc các neo cơ học. Lực kéo phải được phát triển ở mặt trong của vùng nút.

Sức kháng danh định của thanh giằng chịu kéo phải lấy bằng :

$$P_n = f_y A_{st} + A_{ps} [f_{pe} + f_{y]} \quad (4.26)$$

ở đây:

$A_{st}$ = tổng diện tích của cốt thép dọc thường trong thanh giằng ($mm^2$).

$A_{ps}$ = diện tích thép dự ứng lực($mm^2$)

$f_y$ = cường độ chảy của cốt thép dọc thường (MPa)

$f_{pe}$ = ứng suất trong thép dự ứng lực do tạo dự ứng lực, đã xét mất mát (MPa)

**3/. Định kích thước vùng nút**

Trừ khi có bố trí cốt thép đai và tác dụng của nó được chúng minh qua tính toán hay thực nghiệm, ứng suất nén trong bê tông ở vùng nút không được vượt quá trị số sau :

Đối với vùng nút bao bởi thanh chịu nén và mặt gối : $0,85 \varphi f'_c$

Đối với vùng nút neo thanh chịu kéo một hướng : $0,75 \varphi f'_c$

Đối với vùng nút neo thanh chịu kéo nhiều hướng : $0,65 \varphi f'_c$

trong đó :

$\varphi$ = hệ số sức kháng chịu lực ép mặt trên bê tông như quy định ở Điều 5.5.4.2.

## 4.4.3 Các phương pháp thiết kế, các yêu cầu chung

### 4.4.3.1 Các phương pháp thiết kế

*1/ Các vùng chịu uốn*

Các vùng của một cấu kiện, có thể phù hợp với giả thiết mặt cắt vẫn phẳng sau khi đặt tải, phải được thiết kế chịu lực cắt và xoắn hoặc là theo mô hình mặt cắt thông thường hoặc là theo mô hình chống và giằng .

Các cấu kiện mà trong đó khoảng cách từ điểm lực cắt bằng không đến mặt gối nhỏ hơn 2h, hoặc là các cấu kiện trong đó tải trọng gây ra lớn hơn 1/2 lực cắt ở gối gần hơn 2h tính từ mặt gối thì có thể coi chúng là loại dầm cao và được thiết kế theo mô hình chông và giằng .

*2/ Các vùng gần vị trí thay đổi kích thước đột ngột*

Tại các vùng mà giả thiết mặt cắt phẳng của lý thuyết uốn không thích hợp thì khi thiết kế chống cắt và xoắn phải dùng mô hình chống-và-giằng (mô hình giàn ảo) .

### 4.4.3.2 Các yêu cầu chung

*1/ Tiêu chuẩn thiết kế chung*

Sức kháng cắt tính toán $V_r$ được xác định :

$$V_r = \phi V_n \quad (4.27)$$

Φ hệ số sức kháng cắt ( BT tỷ trọng bình thường Φ=0,9 ; BT tỷ trọng thấp Φ=0,70)

$V_n$ Sức kháng cắt danh định (N)

Sức kháng xoắn tính toán $T_r$ được xác định :

$$T_r = \phi T_n \qquad (4.28)$$

Φ hệ số sức kháng ( BT tỷ trọng bình thường Φ=0,9 ; BT tỷ trọng thấp Φ=0,70)

$T_n$ Sức kháng xoắn danh định (N.mm)

Với bê tông có tỷ trọng thông thường hiệu ứng xoắn phải được xem xét khi :

$$T_u > 0{,}25\ \Phi\ T_{cr} \qquad (4.29)$$

trong đó :

$$T_{cr} = 0{,}328\sqrt{f'_c}\frac{A_{cp}^2}{p_c}\sqrt{1+\frac{f_{pc}}{0{,}328\sqrt{f'_c}}} \qquad (4.30)$$

ở đây :

$T_u$ = mô men xoắn tính toán (N.mm)

$T_{cr}$ = mô men nứt do xoắn (N.mm)

$A_{cp}$ = toàn bộ diện tích bao bọc bởi chu vi ngoài của mặt cắt bê tông ($mm^2$)

$p_c$ = chiều dài chu vi ngoài của mặt cắt bê tông (mm)

$f_{pc}$ = ứng suất nén trong bê tông sau khi các tổn thất dự ứng lựcđã xảy ra hoặc ở trọng tâm của mặt cắt chịu các tải trọng nhất thời hoặc ở chỗ nối giữa bản bụng và bản cánh dầm khi trọng tâm nằm ở bản cánh dầm (MPa).

Φ = hệ số sức kháng quy định

*2/ Vùng đòi hỏi cốt thép đai*

Cốt thép đai phải được đặt khi :

$$V_u > 0{,}5\phi(V_c + V_p) \qquad (4.31)$$

Hoặc khi hiệu ứng xoăn phải được xem xét : $T_u > 0{,}25\ \Phi\ T_{cr}$

trong đó :

$V_u$ = lực cắt tính toán (N)

$V_c$ = sức kháng cắt danh định của bê tông (N)

$V_p$ = thành phần lực dự ứng lựctrong hướng của lực cắt (N)

Φ = hệ số sức kháng quy định .

Cốt thép ngang có thể bao gồm :

- Cốt đai hợp thành một góc không nhỏ hơn $45^o$ với cốt thép dọc chịu kéo.
- Cốt theo chịu xoắn phải bao gồm cả hai loại cốt thép đai và dọc. Cốt thép đai phải là các cốt đai kín vuông góc với trục dọc của cấu kiện.

*3/ Cốt thép đai tối thiểu*

Yêu cầu một lượng cốt thép ngang tối thiểu để chịu sự tăng lên của nứt chéo và để tăng tính dẻo của mặt cắt. Yêu cầu một lượng lớn hơn cốt thép ngang để khống chế nứt khi cường độ bê tông được tăng lên.

Tại những chỗ yêu cầu có cốt thép đai, như quy định, diện tích cốt thép không được ít hơn

$$A_v = 0{,}083\sqrt{f'_c}\,\frac{b_v s}{f_y} \qquad (4.32)$$

ở đây :

$A_v$ = diện tích cốt thép đai trong cự ly s ($mm^2$)

$b_v$ = chiều rộng bản bụng được xác định để đặt ống bọc như quy định trong Điều 5.8.2.7 (mm)

s = cự ly giữa các cốt thép đai (mm)

$f_y$ = giới hạn chảy quy định của cốt thép đai (MPa)

*4/ Cự ly tối đa của cốt thép ngang*

Những mặt cắt chịu cắt cao cần đặt cốt thép dày hơn để khống chế nứt.

Những lần xuất bản trước của tiêu chuẩn này cho phép $d_v$ đối với các cấu kiện ứng suất trước được lấy bằng 0,8h. Hệ số 0,72 bằng 0,9 × 0.8.

ống bọc kéo sau tác động như một điểm gián đoạn do đó nó giảm cường độ chịu nén của bản bụng bê tông. Quy định này áp dụng cho cả mặt cắt ngang chỉ có một ống bọc. Việc giảm bụng áp dụng cho cả chiều cao $d_v$.

Cự ly cốt thép đai không được vượt quá trị số sau :

Nếu $V_u < 0{,}1\, f'_c\, b_v d_v$ thì : $s \le 0{,}8\, d_v \le 600mm$ (4.33)

Nếu $V_u \ge 0{,}1\, f'_c\, b_v d_v$ thì : $s \le 0{,}4\, d_v \le 300$ mm (4.34)

ở đây :

$b_v$ = bề rộng bản bụng hữu hiệu được lấy bằng bề rộng bản bụng nhỏ nhất trong phạm vi chiều cao $d_v$, được điều chỉnh bởi sự có mặt của ống bọc khi thích hợp.

$d_v$ = chiều cao chịu cắt hữu hiệu, được lấy bằng cự ly đo thẳng góc với trục trung hoà giữa hợp lực kéo và lực nén do uốn, nhưng không cần lấy ít hơn trị số lớn hơn của 0,9 $d_e$ hoặc 0.72h (mm)

s = cự ly cốt thép đai (mm)

Khi xác định $b_v$ ở một độ cao cụ thể, bề rộng bản bụng phải trừ bớt một đường kính ống bọc không ép vữa hoặc một nửa đường kính ống bọc ép vữa ở độ cao đó.

*5/ Các yêu cầu thiết kế và cấu tạo*

Cốt thép ngang phải được neo ở hai đầu. Đối với các cấu kiện liên hợp chịu uốn, có thể xét đến việc kéo dài cốt thép chịu cắt của dầm vào trong bản mặt cầu .

Giới hạn chảy thiết kế của cốt thép ngang không dự ứng lực không được vượt quá 420 MPa. Giới hạn chảy thiết kế của cốt thép ngang dự ứng lựcphải lấy bằng ứng suất hữu hiệu sau khi đã tính mọi mất mát ứng suất cộng thêm 420 MPa, nhưng không lớn hơn $f_{py}$.

### 4.4.4 Mô hình thiết kế mặt cắt

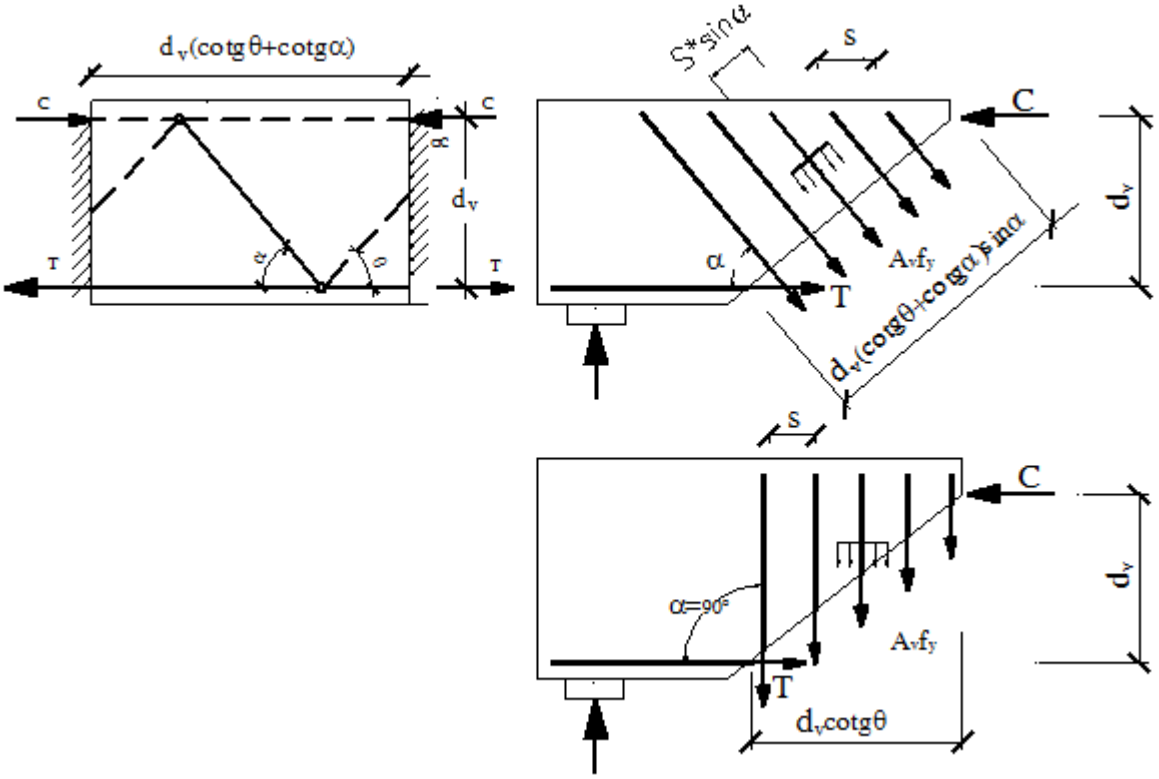
Sức kháng của các cấu kiện chịu cắt hoặc chịu cắt kết hợp với xoắn được xác định trên cơ sở thoả mãn các điều kiện cân bằng và tương thích về biến dạng và bằng cách sử dụng quan hệ ứng suất - ứng biến đã được kiểm nghiệm bằng thí nghiệm đối với cốt thép và bê tông bị nứt chéo.

Phương pháp này áp dụng cho các vùng của một cấu kiện, có thể phù hợp với giả thiết mặt cắt vẫn phẳng sau khi đặt tải.

Tải trọng gần gối được truyền trực tiếp vào gối thông qua tác dụng vòm chịu nén mà không gây ra các ứng suất phụ trong các cốt đai.

Khi phản lực trên hướng lực cắt tác dụng gây nên lực nén ở vùng đầu cấu kiện, vị trí mặt cắt nguy hiểm do cắt phải lấy lớn hơn 0,5 $d_v$ cotgθ hoặc $d_v$ tính từ mặt trong của gối.

#### 4.4.4.1 Sức kháng cắt danh định




*Hình 4.29 Mô hình xác định Vs*

Sức kháng cắt danh định, $V_n$, phải được xác định bằng trị số nhỏ hơn của :

$$V_n = V_c + V_s + V_p \qquad (4.35)$$

$$V_n = 0{,}25\, f'_c\, b_v\, d_v + V_p \qquad (4.36)$$

trong đó :

$$V_c = 0{,}083\,\beta\sqrt{f'_c}\;\; b_v\, d_v \qquad (4.37)$$

$$V_s = \frac{A_v f_y d_v (\cot g\theta + \cot g\alpha)\sin\alpha}{s} \qquad (4.38)$$

ở đây :

$b_v$ = bề rộng bản bụng hữu hiệu lấy bằng bề rộng bản bụng nhỏ nhất trong chiều cao $d_v$ được xác định trong Điều 5.8.2.7 (mm)

$d_v$ = chiều cao chịu cắt hữu hiệu được xác định trong Điều 5.8.2.7 (mm)

s = cự ly cốt thép đai (mm)

$\beta$ = hệ số chỉ khả năng của bê tông bị nứt chéo truyền lực kéo được quy định trong Điều 5.8.3.4.

$\theta$ = góc nghiêng của ứng suất nén chéo được xác định trong Điều 5.8.3.4 (độ)

$\alpha$ = góc nghiêng của cốt thép ngang đối với trục dọc (độ)

$A_v$ = diện tích cốt thép chịu cắt trong cự ly s (mm2).

$V_p$ = thành phần lực dự ứng lực hữu hiệu trên hướng lực cắt tác dụng, là dương nếu ngược chiều lực cắt (N)

### 4.4.4.2 Thiết kế chịu lực cắt cấu kiện BTCT thường

**Bước 1 :** Xác định biểu đồ bao lực cắt $V_u$ và biểu đồ bao mô men $M_u$ do tổ hợp tải trọng cường độ I gây ra ( thường xác định các giá trị ở 10 điểm mỗi nhịp ). Tính toán chiều cao chịu cắt hữu hiệu $d_v$:

Chiều cao chịu cắt hữu hiệu được tính là khoảng cách giữa các hợp lực kéo và hợp lực nén do uốn. Giá trị này cần được lấy không nhỏ hơn $0{,}9d_e$ và $0{,}72h$, với $d_e$ là chiều cao hữu hiệu tính từ mép chịu nén lớn nhất tới trọng tâm cốt thép chịu kéo và $h$ là chiều cao toàn bộ của mặt cắt cấu kiện.

**Bước 2**

- Tính toán ứng suất cắt

$$v = \frac{V_u}{\varphi b_v d_v} \qquad (4.39)$$

trong đó $b_v$ là bề rộng sườn dầm tương đương và $V_u$ là nội lực cắt có nhân hệ số ở trạng thái giới hạn cường độ.

- Tính $v/f'_c$, nếu tỉ số này lớn hơn 0,25 thì cần sử dụng mặt cắt có sườn dầm lớn hơn.

**Bước 3**

Giả định góc nghiêng của ứng suất nén xiên, $\theta$, và tính biến dạng trong cốt thép chịu kéo uốn:

$$\varepsilon_x = \frac{\frac{M_u}{d_v} + 0,5V_u \cot\theta}{E_s A_s} \le 0,002 \qquad (4.40)$$

Trong đó $M_u$ là mô men tính toán có nhân hệ số. Thông thường, $M_u$ được tính từ trạng thái giới hạn cường độ xảy ra tại mặt cắt đó hơn là mô men tương ứng với $V_u$.

**Bước 4**

Sử dụng các giá trị $v/f'_c$ và $\varepsilon_x$ đã tính được để xác định $\theta$ từ hình 4.30 và so sánh nó với giá trị giả định. Lặp lại quá trình trên cho tới khi $\theta$ giả định xấp xỉ với giá trị tra từ hình 4.30. Sau đó, xác định giá trị $\beta$, là hệ số biểu thị khả năng truyền lực kéo của bê tông đã bị nứt nghiêng.

**Bước 5**

Tính toán sức kháng cắt cần thiết của các cốt thép ngang ở sườn dầm, $V_s$:

$$V_s = \frac{V_u}{\varphi} - V_c = \frac{V_u}{\varphi} - 0,083\beta\sqrt{f'_c}\, b_v d_v \qquad (4.41)$$

với $V_c$ là sức kháng cắt danh định của bê tông.

**Bước 6**

◆ Tính toán khoảng cách cần thiết giữa các cốt thép ngang ở sườn dầm

$$s \le \frac{A_v f_y d_v \cot\theta}{V_s} \qquad (4.42)$$

với $A_v$ là diện tích cốt thép ngang sườn dầm trong phạm vi khoảng cách $s$.

◆ Kiểm tra đối với yêu cầu về lượng cốt thép ngang tối thiểu ở sườn dầm

$$A_v \ge 0,083\sqrt{f'_c}\frac{b_v s}{f_y} \quad \text{hay} \quad s \le \frac{A_v f_y}{0,083\sqrt{f'_c}\, b_v} \qquad (4.43)$$

◆ Kiểm tra đối với yêu cầu về khoảng cách tối đa giữa các cốt thép ngang ở sườn dầm

Nếu $V_u < 0,1 f'_c b_v d_v$, thì $s \le 0,8 d_v; \le 600$ mm

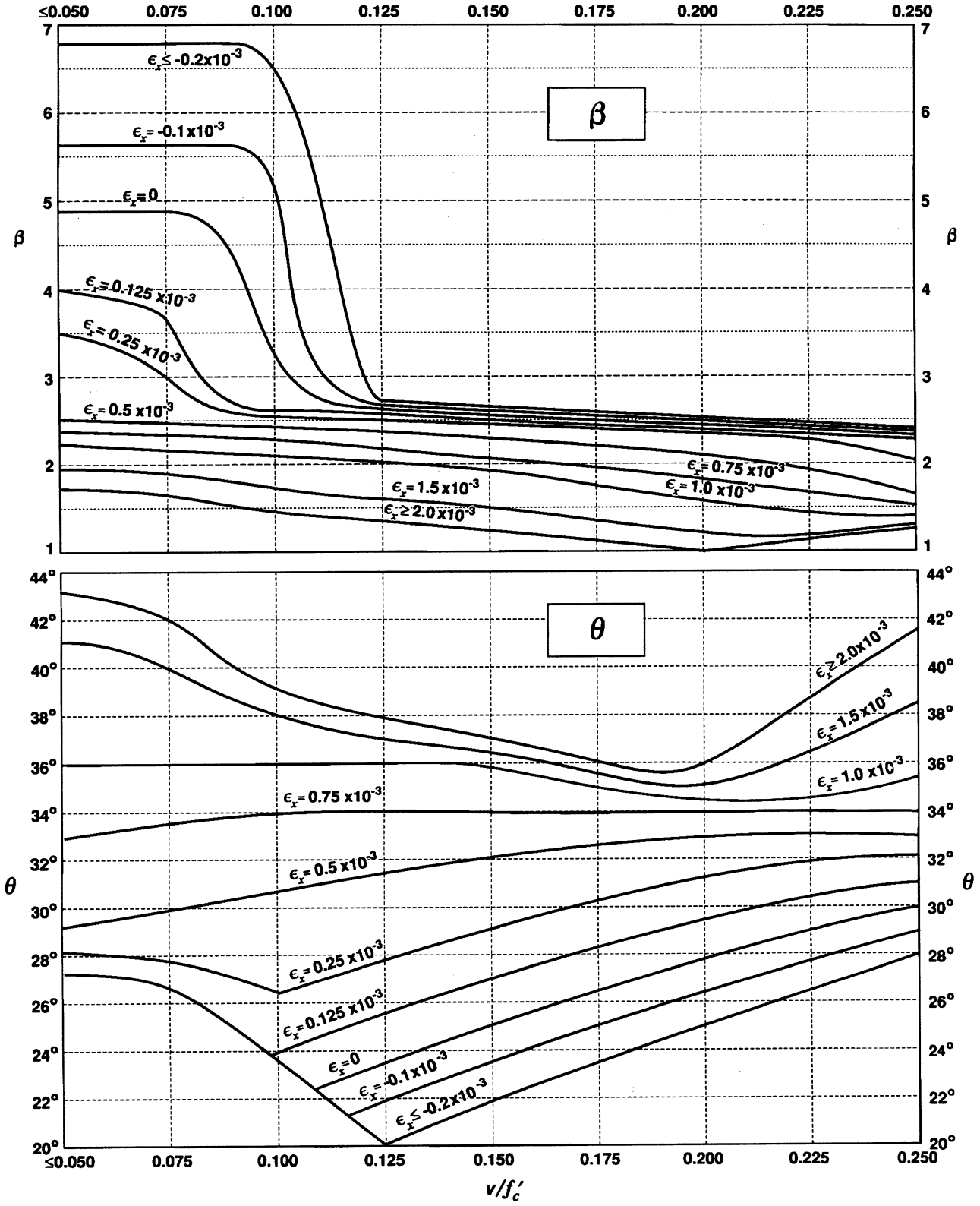
Nếu $V_u \ge 0,1 f'_c b_v d_v$, thì $s \le 0,4 d_v; \le 300$ mm

**Bước 7**

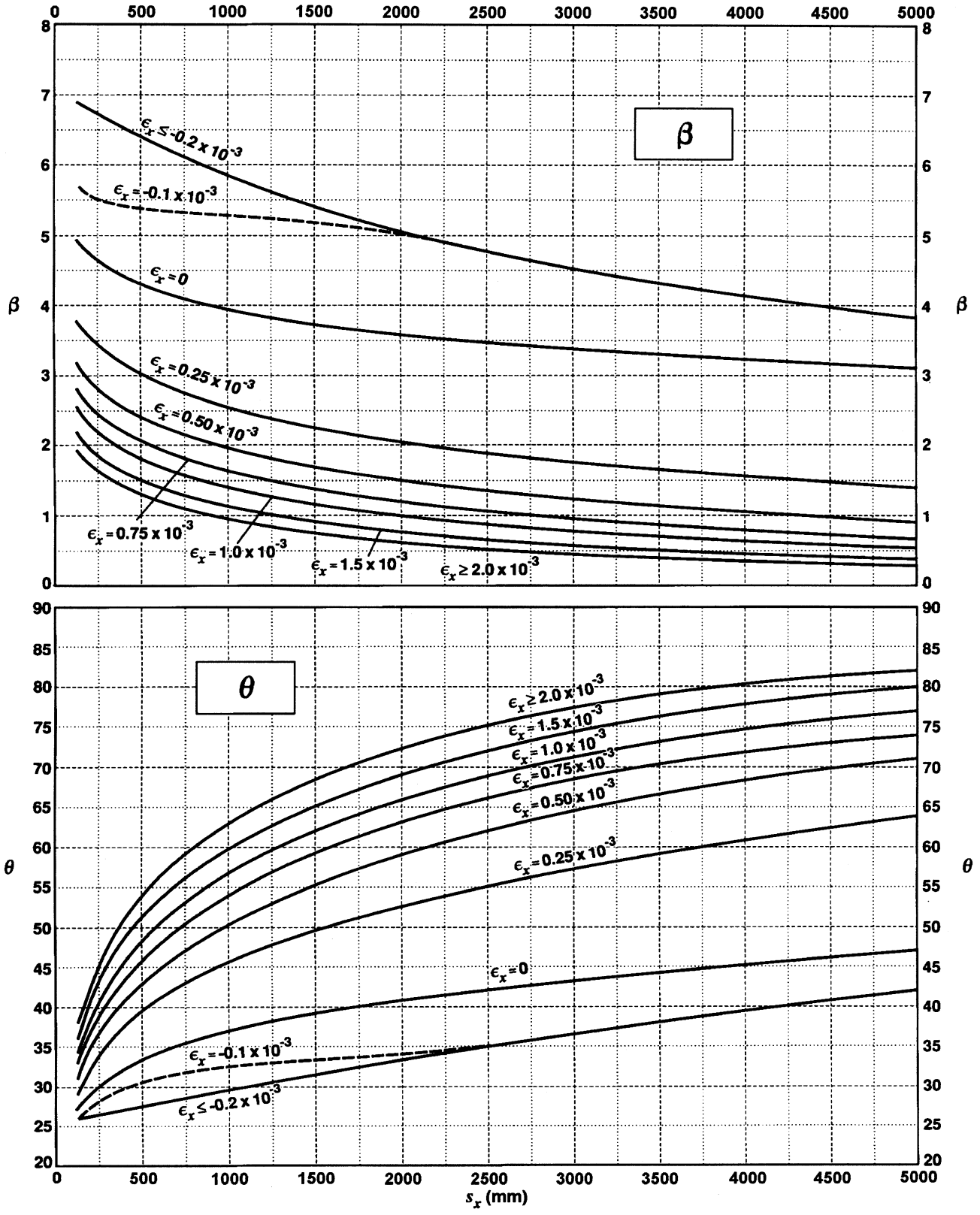
Kiểm tra điều kiện đảm bảo cho cốt thép dọc không bị chảy dưới tác dụng tổ hợp của mô men, lực dọc trục và lực cắt.

$$A_s f_y \ge \frac{M_u}{d_v \varphi} + \left(\frac{V_u}{\varphi} - 0,5V_s\right)\cot\theta \qquad (4.44)$$

Nếu biểu thức trên không được đảm bảo, cần tăng thêm hoặc cốt thép dọc chủ hoặc tổng diện tích cốt thép ngang sườn dầm.




*Hình 4.30 : Các giá trị θ của β và đối với các mặt cắt có cốt thép ngang*




*Hình 4.31 :Các giá trị θ của β và đối với các mặt cắt không có cốt thép ngang*

**Ví dụ 4.5**

Xác định khoảng cách cần thiết đối với các cốt thép đai No. 10 đối với dầm T bê tông cốt thép thường trên hình 4.32 tại một mặt cắt chịu mô men dương với $V_u$ = 700 kN và $M_u$ = 300 kNm. Sử dụng $f'_c$ = 30 MPa và $f_y$= 400 MPa.

**Bước 1**

Đã biết $V_u$ = 700 kN và $M_u$ = 300 kNm

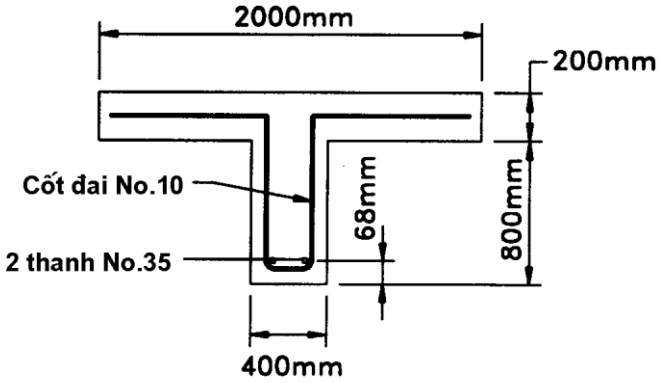
$A_s$ = 2000 mm$^2$ $b_v$ = 400 mm $b$ = 2000 mm

Giả sử trục trung hòa đi qua cánh dầm

$$a = \frac{A_s f_y}{0{,}85 f_c' b} = \frac{2000(400)}{0{,}85(30)(2000)} = 16 \text{ mm} < h_f = 200 \text{ mm}$$ , thoả mãn

$$d_v = \max \begin{cases} d_e - a/2 = (1000 - 68) - 16/2 = \underline{924 \text{ mm}} \\ 0{,}9 d_e = 0{,}9(932) = 839 \text{ mm} \\ 0{,}72h = 0{,}72(1000) = 720 \text{ mm} \end{cases}$$

Giá trị quyết định là $d_v$ = 924 mm




*Hình 4.32: Hình cho ví dụ 4.5. Xác định bước cốt đai*

**Bước 2**

Tính $\frac{v}{f_c'}$ $\varphi_v$ = 0,9

$$v = \frac{V_u}{\varphi_v b_v d_v} = \frac{700\,000}{0{,}9(400)(924)} = 2{,}10 \text{ N/mm}^2 = 2{,}10 \text{ MPa}$$

$$\frac{v}{f_c'} = \frac{2{,}10}{30} = 0{,}070 < 0{,}25$$

**Bước 3**

Tính $\varepsilon_x$

Giả định $\theta = 40^o$ $\cot\theta = 1{,}192$

$$\varepsilon_x = \frac{M_u / dv + 0,5V_u \cot\theta}{E_s A_s} = \frac{300\times10^6 / 924 + 0,5(700\times10^3)1,192}{200\times10^3(2000)}$$

$$\varepsilon_x = 1,85\times10^{-3}$$

**Bước 4**

Xác định $\theta$ và $\beta$ từ hình 4.30: $\theta \approx 41,5^o$; cot $\theta$ = 1,130

$$\varepsilon_x = \frac{300\times10^6 / 924 + 0,5(700\times10^3)1,130}{200\times10^3(2000)}$$

$$\varepsilon_x = 1,80\times10^{-3}$$

Sử dụng $\theta = 41,5^o$ và $\beta = 1,75$

**Bước 5**

Tính $V_s$

$$V_s = \frac{V_u}{\varphi_v} - 0,083\beta\sqrt{f_c'}b_v d_v$$
$$= 700\times10^3 / 0,9 - 0,083(1,75)\sqrt{30}(400)924$$
$$= 778\,000 - 294\,000 = 484\,000 \text{ N}$$

**Bước 6**

Tính khoảng cách yêu cầu giữa các cốt đai , khi sử dụng $A_v$ = 200 mm$^2$

$$s \le \frac{A_v f_y d_v \cot\theta}{V_s} = \frac{200(400)(924)}{484\,000}(1,130) = 173 \text{ mm}$$

$$s \le \frac{A_v f_y}{0,083\sqrt{f_c'}\, b_v} = \frac{200(400)}{0,083\sqrt{30}\,(400)} = 440 \text{ mm}$$

$$V_u < 0,1 f_c' b_v d_v = 0,1(30)(400)(924) = 1,109\times10^6 \text{ N}$$

$$s \le 0,8 d_v = 0,8(924) = 739 \text{ hoặc } 600 \text{ mm}$$

Bước cốt đai $s$ = 173 mm là quyết định.

**Bước 7**

Kiểm tra điều kiện đảm bảo cho cốt thép dọc không bị chảy do cắt:

$$A_s f_y \ge \frac{M_u}{d_v \varphi_f} + \left(\frac{V_u}{\varphi_v} - 0,5V_s\right)\cot\theta$$

$$2000(400) ? \frac{300\times10^6}{924(0,9)} + \left(\frac{700\times10^3}{0,9} - \frac{484\,000}{2}_{s}\right)1,130$$

$800\,000 < 361\,000 + (778\,000 - 242\,000)1,130 = 967\,000$ N, không đảm bảo

Tăng $V_s$ để thoả mãn bất đẳng thức

$$V_s \geq 2\left[\frac{V_u}{\varphi_v} - \left(A_s f_y - \frac{M_u}{d_v \varphi_f}\right)\tan\theta\right]$$

$$V_s \geq 2\left[778\,000 - (800\,000 - 361\,000)\tan 41{,}5^o\right] = 779\,000 \text{ N}$$

Yêu cầu về khoảng cách cốt đai là:

$$s \leq \frac{200(400)924}{779000}(1{,}130) = 107 \text{ mm}$$

Giá trị này có lẽ không kinh tế. Tốt hơn là tăng $A_s$ để thoả mãn bất đẳng thức, tức là:

$$A_s \geq \frac{967\,000}{f_y} = \frac{967\,000}{400} = 2418 \text{ mm}^2$$

Dùng hai thanh No.35 và một thanh No.25 với $A_s$ = 2500 mm$^2$ và cốt đai No. 10 với bước 170 mm.

## 4.5 TÍNH TOÁN KẾT CẤU BTCT THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG VÀ TRẠNG THÁI GIỚI HẠN MỎI

### 4.5.1 Trạng thái giới hạn sử dụng

Các nội dung được xem xét ở TTGH sử dụng là sự khống chế nứt, biến dạng và ứng suất trong bê tông và trong cốt thép dự ứng lực dưới các điều kiện sử dụng bình thường. Vì dự trữ đối với các TTGH sử dụng không có nguồn gốc thống kê mà chủ yếu dựa trên kinh nghiệm và sự đánh giá về kỹ thuật, các hệ số sức kháng và hệ số tải trọng thường được lấy bằng đơn vị.

#### 4.5.1.1 Nứt và Quá trình hình thành và mở rộng vết nứt

Nói chung về lý thuyết cơ chế gây nứt trong bê tông là khi ứng suất kéo trong bê tông lớn hơn cường độ chịu kéo của nó $f_{ct} > f_r$. Nứt của kết cấu bê tông cốt thép do nhiều nguyên nhân gây ra: Do tải trọng, do lún móng, do biến dạng ván khuôn, do co ngót, do thay đổi nhiệt độ, do ăn mòn cốt thép…

Vết nứt gây ra các tác hại:

- Làm tăng tốc độ ăn mòn cốt thép, giảm độ bền và tuổi thọ của kết cấu.
- Làm giảm mỹ quan công trình
- Ảnh hưởng tới tâm lý người sử dụng

Do các tác hại này nên trong tất cả các tiêu chuẩn đều đưa ra giới hạn bề rộng vết nứt không được quá lớn.

Dưới tác dụng của tải trọng vết nứt hình thành và phát triển theo 3 giai đoạn:

Giai đoạn 1: Vết nứt mới hình thành mắt thường chưa nhìn thấy được. Trong đoạn cấu kiện không có sự thay đổi nội lực và tiết diện,vết nứt đầu tiên được hình thành tại vị trí chất lượng bê tông là kém nhất. Khi này bề rộng vết nứt còn nhỏ.

Giai đoạn 2: Vết nứt mở rộng mắt thường nhìn thấy được.

Giai đoạn 3: Vết nứt mở rộng tới trị số tới hạn, lức này các vết nứt có xu hướng phân bố đều trên các đoạn cấu kiện.

Để khống chế nứt bên cạnh việc tính toán, cấu tạo hợp lý cũng rất cần thiết phải chú trọng trong khâu kiểm soát chất lượng thi công như lựa chon cấp phối trộn, trộn, đổ, dầm và bảo dưỡng bê tông.

#### 4.5.1.2 Kiểm soát nứt của dầm BTCT thường chịu uốn (A5.7.3.4)

Từ cơ sở lý luận tính bề rộng vết nứt là: Tổng độ giãn dài của bê tông vùng chịu kéo trong phạm vi giữa hai vết nứt cộng với bề rộng vết nứt bằng độ giãn dài của cốt thép chịu kéo giưa hai vết nứt. Hay:

$$\varepsilon_{ct} L_{crack} + w_{crack} = \varepsilon_s L_{crack}$$

$\varepsilon_{ct}; \varepsilon_s$ là biến dạng trung bình trong bê tông vùng kéo và trong cốt thép chịu kéo trong phạm vi giữa hai vết nứt liền kề.

$w_{crack}$ - Bề rộng vết nứt

$L_{crack}$ - Khoảng cách giữa hai vết nứt liền kề

Độ giãn trong bê tông chịu kéo là khá nhỏ nên có thể bỏ qua và $\varepsilon_s = \frac{f_s}{E_s}$ nên bề rộng vết nứt phụ thuộc nhiều vào ứng suất kéo trong cốt thép.

$$w_{crack} = \frac{f_s}{E_s} L_{crack}$$

Để hạn chế bề rộng vết nứt trong dầm BTCT thường chịu uốn, ta bố trí cốt théo dọc chịu kéo vào vùng bê tông chịu kéo lớn nhất của dầm. Chiều rộng vết nứt phụ thuộc vào ứng suất kéo trong cốt thép và cách bố trí cốt thép trong vùng bê tông chịu kéo.

Tiêu chuẩn quy định, ứng suất kéo trong cốt thép thường chịu kéo ở TTGHSD, $f_s$ dựa trên sự phân tích tiết diện đã nứt, phải thỏa mãn biểu thức sau:

$$f_s \le f_{sa} = \frac{Z}{(d_c.A)^{1/3}} \le 0{,}6.f_y$$

hay

$$f_s \le f_{sa} = \min\left(\frac{Z}{(d_c.A)^{1/3}}; 0{,}6 f_y\right) \qquad (4.45)$$

Trong đó:

$f_y$ : cường độ chảy của cốt thép thường chịu kéo (MPa).

$Z$ : thông số bề rộng vết nứt (N/mm), nó gián tiếp giới hạn chiều rộng vết nứt như sau:

$d_c$ : bề dày lớp bê tông bảo vệ, được tính từ thớ chịu kéo ngoài cùng tới tim hàng cốt thép chịu kéo gần nhất (mm). Nhằm mục đích tính toán, ta không được lấy lớn hơn 50 mm;

A : diện tích của vùng bê tông chịu kéo có cùng trọng tâm với đám cốt thép dọc chủ chịu kéo, chia cho số lượng của các thanh hoặc các sợi thép chịu kéo ($mm^2$). Diện tích vùng bê tông chịu kéo có cùng trọng tâm với đám cốt théo dọc chủ chịu kéo là diện tích vùng bê tông được bao

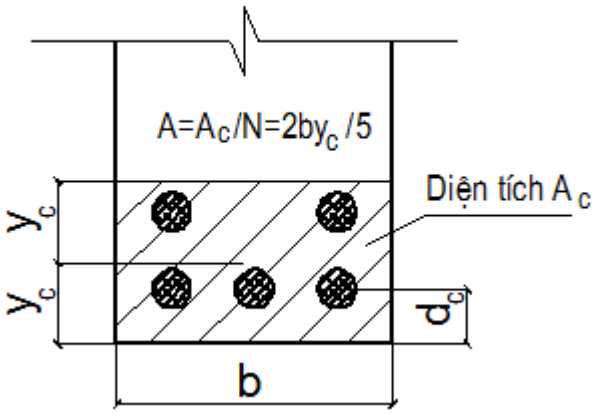
bởi các đường bao của tiết diện và đường thẳng song song với trục trung hòa. Nhằm mục đích tính toán, ta phải lấy $d_c \leq 50$mm.

*Bảng 4.5 - Thông số bề rộng vết nứt Z*

| Điều kiện môi trường | *Z* (N/mm) | Giới hạn bề rộng vết nứt tương ứng (mm) |
|---|---|---|
| Bình thường, ôn hòa | 30000 | 0,41 |
| Khắc nghiệt | 23000 | 0,30 |
| Kết cấu vùi dưới đất | 17500 | 0,23 |

Tại sao ta phải khống chế $d_c \leq 50$mm? Vì từ biểu thức (4.45) ta thấy, nếu $d_c$ lớn thì $f_{sa}$ nhỏ, tức là giới hạn chống nứt thấp. Tuy nhiên, độ mở rộng vết nứt lớn hơn do $d_c$ lớn hơn không có ảnh hưởng bất lợi cho việc bảo vệ cốt thép chống gỉ. Do vậy, khi áp dụng biểu thức (4.45) thì ta lấy $d_c \leq 50$mm. Lớp bê tông bảo hộ dày thêm được coi là bảo vệ phụ thêm.

Ta thấy, biểu thức (4.45) khuyến khích việc sử dụng nhiều thanh cốt thép đường kính nhỏ, bố trí với khoảng cách vừa phải hơn là dùng ít thanh đường kính lớn với một diện tích tương đương. Điều này cho phép phân bố đều cốt thép trong vùng bê tông chịu kéo lớn nhất và cải thiện tình trạng nứt.




*Hình 4.33 - Sơ đồ xác định trị số A*

Để đảm bảo khoảng cách giữa các cốt thép không quá lớn khi cánh của dầm chữ T và dầm hình hộp ở vào vùng chịu kéo (chịu mô men âm), cốt thép chịu kéo uốn phải được bố trí trong một khoảng nhỏ hơn bề rộng cánh tham gia chịu lực cũng như nhỏ hơn 1/10 chiều dài nhịp (chiều dài trung bình của các nhịp lân cận). Nếu bề rộng cánh hữu hiệu lớn hơn 1/10 chiều dài nhịp thì phải bố trí cốt thép dọc bổ sung với diện tích không nhỏ hơn 0,4% diện tích phần bản dư ra trên diện tích này.

Đối với các cấu kiện chịu uốn có chiều cao lớn, cốt thép cũng phải được bố trí trên các mặt thẳng đứng để điều khiển vết nứt trên sườn dầm. Nếu chiều dày hữu hiệu của dầm $d_e \geq 900$ mm, phải bố trí cốt thép dọc bề mặt trong một khoảng d/2 gần cốt thép chịu kéo uốn nhất. Diện tích cốt thép bề mặt $A_{sk}$ (tính bằng $mm^2/mm$) theo chiều cao yêu cầu đối với mỗi mặt được xác định như sau:

$$A_{sk} \geq 0{,}001.(d_e - 760) \leq \frac{A_s + A_{ps}}{1200} \qquad (4.46)$$

Trong đó:

$d_e$ : khoảng cách từ thớ chịu nén lớn nhất tới trọng tâm cốt thép chịu kéo (mm),

$A_s$ : diện tích cốt thép thường chịu kéo ($mm^2$);

$A_{ps}$ : diện tích cốt thép dự ứng lực chịu kéo ($mm^2$).

Khoảng cách tối đa giữa các cốt thép bề mặt không được lớn hơn d/6 và 300 mm.

#### 4.5.1.3 Khống chế biến dạng (A5.7.3.6)

Biến dạng do tải trọng ở TTGHSD (tải trọng ở điều kiện khai thác bình thường) có thể gây ra sự hư hỏng trên bề mặt và vết nứt cục bộ trong bản bê tông mặt cầu. Độ võng thẳng đứng và độ rung do chuyển động của các phương tiện giao thông có thể ảnh hưởng xấu tới tâm lý người sử dụng, gây cảm giác không an toàn cho lái xe. Để hạn chế những ảnh hưởng này, tiêu chuẩn quy định độ võng giới hạn không bắt buộc như sau:

Đối với dầm và bản giản đơn: $\Delta_{cp} = L/800$

Đối với dầm hẫng: $\Delta_{cp} = L/300$

Khi tính toán độ võng do hoạt tải, độ võng phải được lấy trị số lớn hơn của kết quả tính toán với riêng xe tải thiết kế hoặc của kết quả tính toán với 25% xe tải thiết kế cùng với tải trọng làn thiết kế. Tất cả các làn thiết kế phải được đặt tải và tất cả các dầm được giả thiết là chịu lực như nhau. Điều này tương đương với việc hệ số phân bố biến dạng được tính bằng số làn chia cho số dầm.

Độ võng của cầu có thể xác định theo hai giai đoạn: (1) độ võng tức thời xảy ra tại thời điểm đặt tải và (2) độ võng dài hạn là độ võng có xét tới từ biến của bê tông khi tải trọng tác dụng dài hạn.

Độ võng tức thời có thể được tính toán khi sử dụng các công thức của lý thuyết đàn hồi với các thông số tính toán được lấy như sau:

Mô đun đàn hồi của bê tông $E_c$;

Mô men quán tính của mặt cắt có thể được lấy bằng mô men quán tính nguyên ($I_g$) đối với các cấu kiện không nứt hoặc bằng mô men quán tính hữu hiệu ($I_e$) đối với các cấu kiện đã nứt. Mô men quán tính hữu hiệu có thể được tính bằng công thức sau ( Branson đề nghị 1977 và được ACI đưa vào quy trình năm 1989 ):

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr} \le I_g \qquad (4.47)$$

và

$$M_{cr} = f_r \frac{I_g}{y_t} \qquad (4.48)$$

Trong đó:

$M_{cr}$ : mô men nứt;

$f_r$ : cường độ chịu kéo uốn của bê tông;

$y_t$ : khoảng cách từ trục trung hòa tới thớ chịu kéo ngoài cùng của tiết diện nguyên;

$I_{cr}$ : mô men quán tính tính đổi của mặt cắt đã nứt

$M_a$ : mô men lớn nhất trong cấu kiện ở giai đoạn tính biến dạng;

Nếu không tính được chính xác thì độ võng dài hạn có thể được tính bằng độ võng tức thời nhân với hệ số, được quy định như sau:

Nếu độ võng tức thời được tính theo $I_g$: 4,0

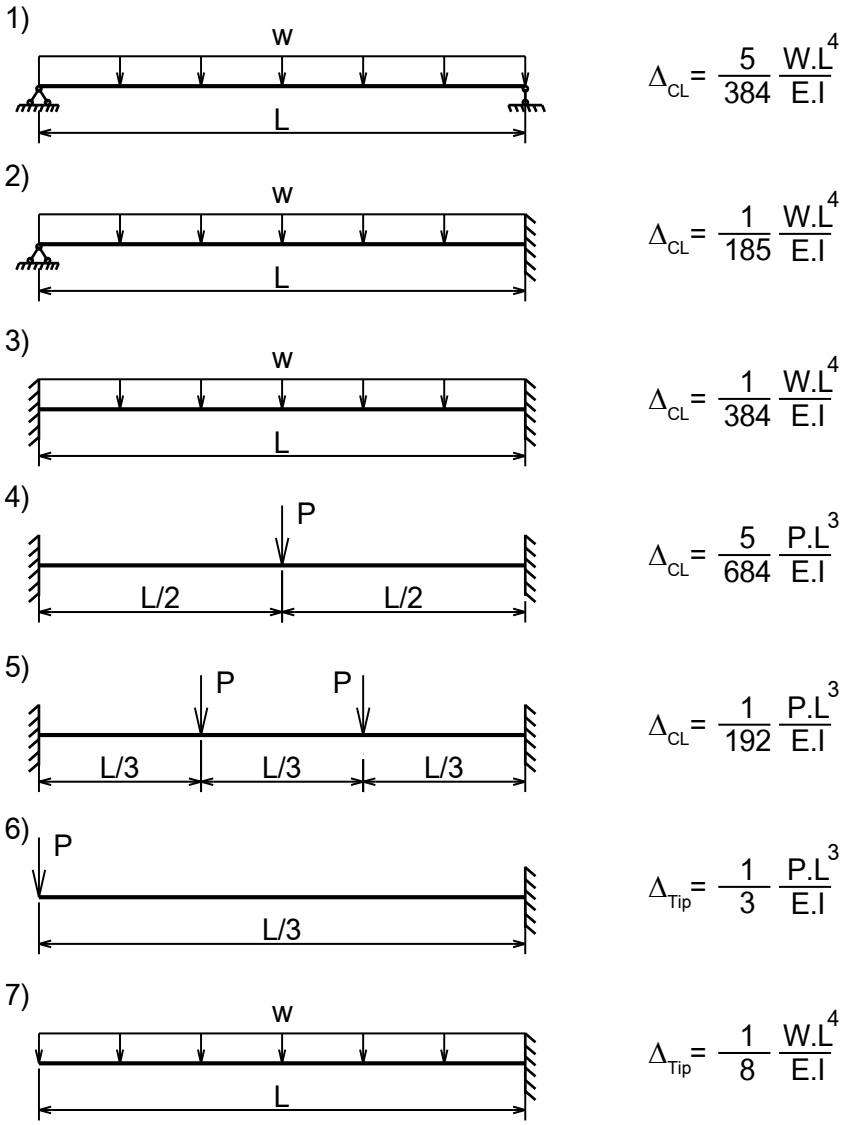
Nếu độ võng tức thời được tính theo $I_e$: $3,0 - 1,2.\left(A_s^{'} / A_s\right) \geq 1,6$

Trong đó:

$A_s'$ : là diện tích cốt thép thường chịu nén;

$A_s$ : là diện tích cốt thép thường chịu kéo.

Công thức tính độ võng đàn hồi của một số kết cấu cơ bản:




*Hình 4.34 - Sơ đồ tính độ võng đàn hồi của một số kết cấu cơ bản*

### 4.5.1.4 Phân tích ứng suất trong BT, CT của dầm BTCT thường chịu uốn

#### *4.5.1.4.1 Trường hợp mặt cắt chưa nứt*

Khi tải trọng tác dụng ở TTGHSD nhỏ, ứng suất tại thớ bê tông chịu kéo ngoài cùng của mặt cắt nhỏ hơn 80% cường độ chịu kéo uốn của bê tông ($f_{ct} \leq 0,8\, f_r$), thì mặt cắt được coi là chưa nứt (A5.7.3.4). Để xác định ứng suất trong BT, CT của mặt cắt chưa nứt, ta thừa nhận một số gỉa thiết như sau:

Mặt cắt của dầm vẫn phẳng trước và sau khi biến dạng (giả thiết Becnuli);

Vật liệu vẫn làm việc trong giai đoạn đàn hồi, biến dạng và ứng suất tuân theo định luật Húc như sau: f = ε.E

*a) Sơ đồ us-bd và mặt cắt tính đổi*

Để áp dụng các công thức của lý thuyết đàn hồi cho mặt cắt đồng nhất, thì ta phải quy đổi mặt cắt BTCT về cùng một loại vật liệu đồng nhất là bê tông hoặc thép.

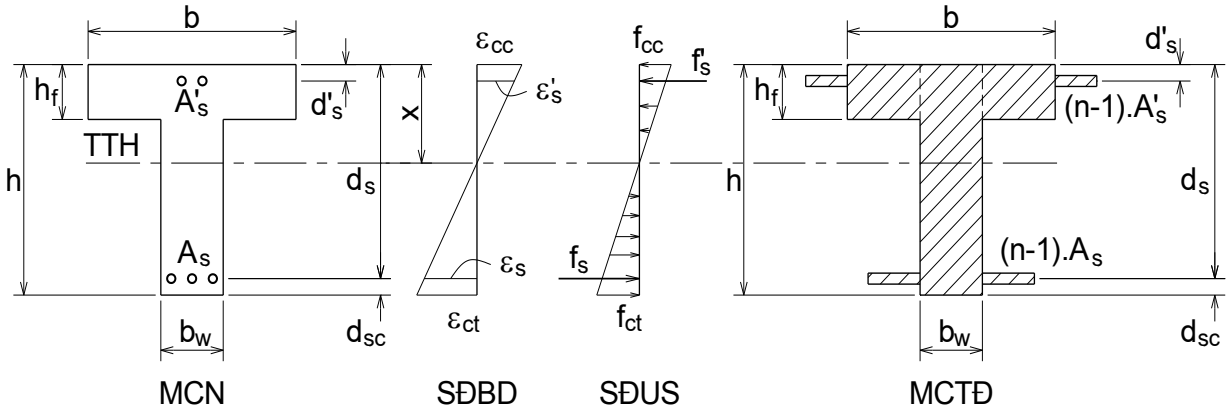
Từ điều kiện tương thích biến dạng, ta có:

$$\varepsilon_s = \varepsilon_c \Rightarrow \frac{f_s}{E_s} = \frac{f_c}{E_c} \Leftrightarrow f_s = \frac{E_s}{E_c}.f_c = n.f_c \qquad (4.49)$$

Trong đó:

$n = \frac{E_s}{E_c}$ = tỷ số mô đun đàn hồi của thép và bê tông. ⇒ diện tích cốt thép khi quy đổi ra bê tông sẽ được nhân thêm hệ số bằng n.

Từ những phân tích trên, ta có sơ đồ us-bd và mặt cắt tính đổi của mặt cắt chữ T chưa nứt như sau:




*Hình 4.35 - Sơ đồ us-bd và mặt cắt tính đổi của mặt cắt chưa nứt*

*b) Tính toán các đặc trưng hình học của mặt cắt tính đổi*

Xác định TTH từ điều kiện: Tổng mô men tĩnh các phần tiết diện đối với TTH bằng không

$$\sum A_i.\overline{y_i} = 0 \qquad (4.50)$$

Trong đó:

$A_i$ = diện tích phần tiết diện thứ i;

$\overline{y_i}$ = khoảng cách từ trọng tâm phần tiết diện thứ i tới TTH.

Đối với mặt cắt chưa nứt, ta có thể xác định được vị trí TTH theo công thức sau:

$$x = \frac{\sum A_i.y_i}{\sum A_i} \qquad (4.51)$$

Trong đó:

$y_i$ = khoảng cách từ trọng tâm tiết diện thứ i đến đỉnh dầm;

Do đó, ta xác định được x như sau:

$$x = \frac{\left(b_w.h.\frac{h}{2} + (b-b_w).h_f.\frac{h_f}{2} + (n-1).A_s'.d_s' + (n-1).A_s.d_s\right)}{\left(b_w.h + (b-b_w).h_f + (n-1).A_s' + (n-1).A_s\right)} \qquad (4.52)$$

Mô men quán tính của mặt cắt tính đổi đối với TTH:

$$I_{cg} = \frac{b_w.h^3}{12} + b_w.h.\left(x - \frac{h}{2}\right)^2 + \frac{(b-b_w).h_f^3}{12} + (b-b_w).h_f.\left(x - \frac{h_f}{2}\right)^2 \quad (4.53)$$
$$+ (n-1).A_s^{'}.(x-d_s^{'})^2 + (n-1).A_s.(x-d_s)^2$$

*c) Tính toán ứng suất trong BT, CT*

Theo các công thức của lý thuyết đàn hồi, ta xác định được:

$$\begin{aligned} f_{cc} &= \frac{M_a}{I_{cg}}.x \\ f_{ct} &= \frac{M_a}{I_{cg}}.(h-x) \\ f_s^{'} &= n.\frac{M_a}{I_{cg}}.(x-d_s^{'}) \\ f_s &= n.\frac{M_a}{I_{cg}}.(d_s-x) \end{aligned} \quad (4.54)$$

Chú ý: Trường hợp với mặt cắt hình chữ nhật có kích thước (bxh) hoặc khi $x < h_f$, thì các công thức ở trên vẫn được áp dụng khi thay $b_w$ bởi b.

***4.5.1.4.2 Trường hợp mặt cắt đã nứt***

Khi tải trọng tác dụng ở TTGHSD lớn, ứng suất tại thớ bê tông chịu kéo ngoài cùng của mặt cắt lớn hơn 80% cường độ chịu kéo uốn của bê tông ($f_{ct} > 0,8\ f_r$), thì mặt cắt được coi là đã nứt (A5.7.3.4). Để xác định ứng suất trong BT, CT của mặt cắt đã nứt, ta thừa nhận một số gỉa thiết như sau:

Mặt cắt của dầm vẫn phẳng trước và sau khi biến dạng (giả thiết Becnuli);

Vật liệu vẫn làm việc trong giai đoạn đàn hồi $\Rightarrow$ biến dạng và ứng suất tuân theo định luật Hooke như sau: f = ε.E

Bỏ qua cường độ chịu kéo của bê tông hay coi vết nứt ở vùng bê tông chịu kéo mở rộng đến trục trung hòa.

*a) Sơ đồ us-bd và mặt cắt tính đổi*

Để áp dụng các công thức của lý thuyết đàn hồi cho mặt cắt đồng nhất, thì ta phải quy đổi mặt cắt BTCT về cùng một loại vật liệu đồng nhất là bê tông hoặc thép.

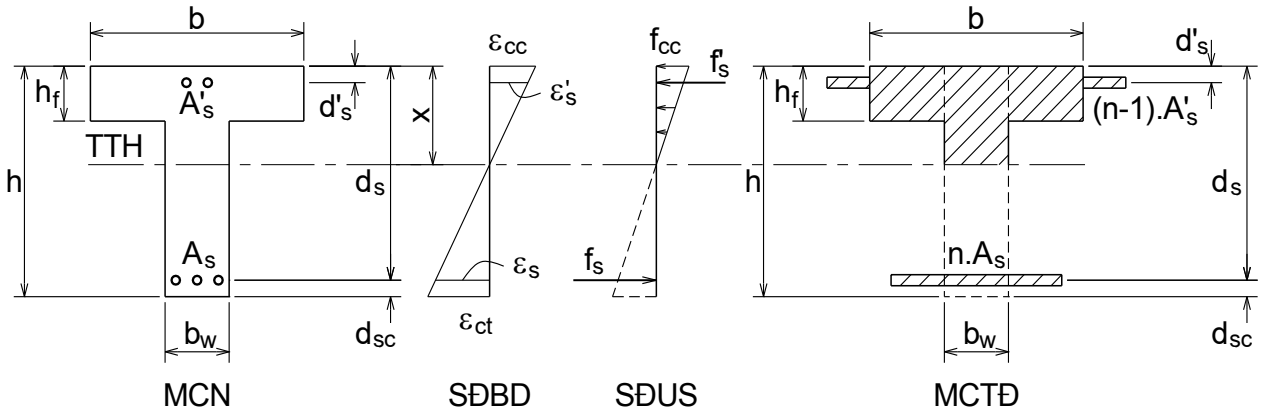
Từ điều kiện tương thích biến dạng, ta có:

$$\varepsilon_s = \varepsilon_c \Rightarrow \frac{f_s}{E_s} = \frac{f_c}{E_c} \Leftrightarrow f_s = \frac{E_s}{E_c}.f_c = n.f_c$$

Trong đó:

$n = \frac{E_s}{E_c}$ = tỷ số mô đun đàn hồi của thép và bê tông. $\Rightarrow$ diện tích cốt thép khi quy đổi ra bê tông sẽ được nhân thêm hệ số bằng n.

Từ Từ những phân tích trên, ta có sơ đồ us-bd và mặt cắt tính đổi của mặt cắt chữ T đã nứt như sau:




*Hình 4.36 - Sơ đồ us-bd và mặt cắt tính đổi của mặt cắt đã nứt*

*b) Tính toán các đặc trưng hình học của mặt cắt tính đổi*

Xác định TTH từ điều kiện: Tổng mô men tĩnh các phần tiết diện đối với TTH bằng không

$$\sum A_i.\overline{y_i} = 0$$

Trong đó:

$A_i$ = diện tích phần tiết diện thứ i;

$\overline{y_i}$ = khoảng cách từ trọng tâm phần tiết diện thứ i tới TTH.

Do đó, ta có biểu thức để xác định x như sau:

$$b_w.x.\frac{x}{2} + (b-b_w).h_f.\left(x-\frac{h_f}{2}\right) + (n-1).A_s^{'}.(x-d_s) - n.A_s.(d_s-x) = 0 \qquad (4.55)$$

Mô men quán tính của mặt cắt tính đổi đối với TTH:

$$I_{cr} = \frac{b_w.x^3}{3} + \frac{(b-b_w).h_f^3}{12} + (b-b_w).h_f.\left(x-\frac{h_f}{2}\right)^2 + (n-1).A_s^{'}.(x-d_s^{'})^2 + n.A_s.(x-d_s)^2 \qquad (4.56)$$

(ở đây ta bỏ qua mô men quán tính của cốt thép đối với trọng tâm của nó)

*c) Tính toán ứng suất trong BT, CT*

Theo các công thức của lý thuyết đàn hồi, ta xác định được:

$$f_{cc} = \frac{M_a}{I_{cr}}.x$$

$$f_s^{'} = n.\frac{M_a}{I_{cr}}.(x-d_s^{'}) \qquad (4.57)$$

$$f_s = n.\frac{M_a}{I_{cr}}.(d_s-x)$$

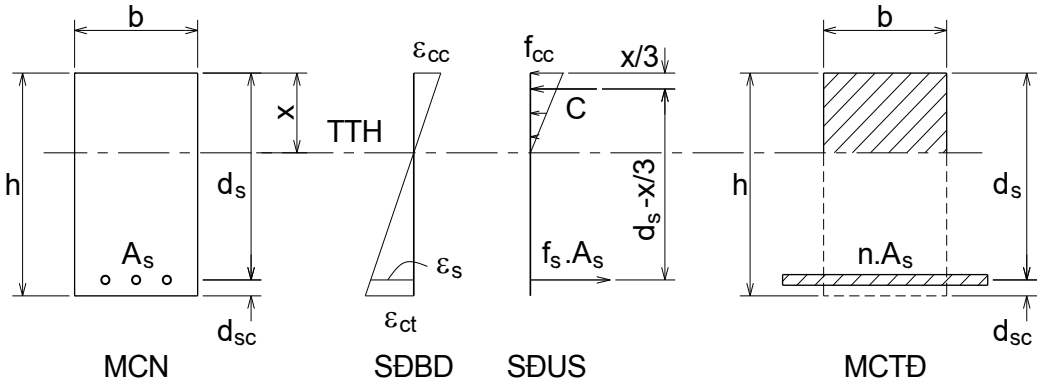
Chú ý:

- Trường hợp với mặt cắt hình chữ nhật có kích thước (bxh) hoặc khi $x < h_f$, thì các công thức ở trên vẫn được áp dụng khi thay $b_w$ bởi b;

- Trường hợp đặt cốt thép đơn thì ta cho $A'_s = 0$.

***4.5.1.4.3 Trường hợp đặc biệt ( mặt hình chữ nhật, cốt thép đơn, đã nứt)***

Trường hợp mặt cắt hình chữ nhật, cốt thép đơn, đã nứt, ta có sơ đồ us-bd và mặt cắt tính đổi như sau:




*Hình 4.37 - Sơ đồ us-bd và mặt cắt tính đổi của mặt cắt đã nứt (hình chữ nhật, cốt thép đơn)*

Xác định TTH từ điều kiện: Tổng mô men tĩnh các phần tiết diện đối với TTH bằng không

$\sum A_i.\overline{y_i} = 0$

Trong đó:

$A_i$ = diện tích phần tiết diện thứ i;

$\overline{y_i}$ = khoảng cách từ trọng tâm phần tiết diện thứ i tới TTH.

Do đó, ta có biểu thức để xác định x như sau:

$$b.x.\frac{x}{2} - n.A_s.(d_s - x) = 0 \qquad (4.58)$$

Đặt: $k = \frac{x}{d_s}; \rho = \frac{A_s}{b.d_s}$, suy ra:

$$b.\frac{(k.d_s)^2}{2} - n.\rho.b.d_s.(d_s - k.d_s) = 0 \qquad \Leftrightarrow k^2 + 2.n.\rho.k - 2.n.\rho = 0$$

$$\Rightarrow k = \sqrt{(n.\rho)^2 + 2.n.\rho} - n.\rho \qquad (4.59)$$

Từ điều kiện cân bằng mô men , ta có:

$$\sum M_C = 0 \Rightarrow M_a = f_s.A_s.\left(d_s - \frac{x}{3}\right) \Rightarrow f_s = \frac{M_a}{A_s.\left(d_s - \frac{x}{3}\right)} = \frac{M_a}{A_s.d_s\left(1 - \frac{k}{3}\right)} \qquad (4.60)$$

**Ví dụ 4.6:**

Cho dầm mặt cắt hình chữ nhật, đặt cốt thép kép, biết:

Kích thước mặt cắt bxh = 220x400mm$^2$;

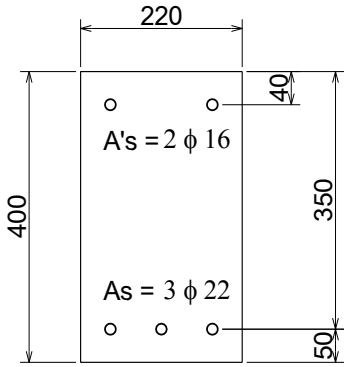
Bê tông có: $f_c^{'} = 35MPa; \gamma_c = 2400kG/m^3$;

Cốt thép theo A615M, có: $A_s$ = 3ϕ22; $d_s$ = 350mm; $A_s^{'} = 2\phi 16; d_s^{'} = 40mm; f_y^{'} = f_y = 420MPa$;

Thông số bề rộng vết nứt Z = 30000N/mm;

Mô men tính toán ở TTGH sử dụng $M_a$ = 80kN.m.

Hãy kiểm tra điều kiện hạn chế bề rộng vết nứt?




MẶT CẮT NGANG

*Hình 4.38 Hình vẽ của ví dụ 4.6*

Giải:

Tóm tắt bài toán:

$A_s = 3\phi 22 = 1161mm^2$; $A'_s = 2\phi 16 = 398mm^2$;

Kiểm tra xem mặt cắt có nứt không:

Công thức kiểm tra: $f_{ct} > 0{,}8.f_r \Rightarrow$ mặt cắt bị nứt

Cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông

$f_r = 0{,}63.\sqrt{f'_c} = 0{,}63.\sqrt{35} = 3{,}72MPa \Rightarrow 0{,}8.f_r = 2{,}98MPa$

Ứng suất kéo tại thớ ngoài cùng của mặt cắt nguyên

$f_{ct} = \frac{M_a}{I_g}.y_t = \frac{M_a}{b.h^2/6} = \frac{80.10^6}{220.400^2/6} = 13{,}63MPa > 0{,}8.f_r = 2{,}98MPa \Rightarrow$ mặt cắt đã nứt.

Kiểm tra điều kiện hạn chế bề rộng vết nứt:

Công thức kiểm tra: $f_s \le f_{sa} = \min\left(\frac{Z}{(d_c.A)^{1/3}}; 0{,}6f_y\right)$

+ Tính $f_{sa}$:

$d_c = d_{sc} = 50mm$;

$A = \frac{220.(50+50)}{3} = 7333{,}33mm^2$;

$\Rightarrow \frac{Z}{(d_c.A)^{1/3}} = \frac{30000}{(50.7333{,}33)^{1/3}} = 419{,}14MPa$;

$0{,}6.f_y = 0{,}6.420 = 252MPa$;

$\Rightarrow$ Ứng suất giới hạn trong cốt thép ở TTGH sử dụng $f_{sa} = 252MPa$.

+ Tính $f_s$:

Xác định vị trí trục trung hòa

$b.x.\frac{x}{2} + (n-1).A'_s.(x-d_s) - n.A_s.(d_s - x) = 0$

$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2.10^5}{0{,}043.2400^{1,5}.\sqrt{35}} = 6{,}68 \Rightarrow$ lấy n = 7

Suy ra

$$220.\frac{x^2}{2}+(7-1).398.(x-40)-7.1161.(350-x)=0$$

$$\Leftrightarrow 110.x^2+10515.x-2939970=0$$

$$\Rightarrow x=122{,}53mm$$

Xác định mô men quán tính của tiết diện đã nứt đối với TTH

$$I_{cr}=\frac{b.x^3}{3}+(n-1).A_s'.(x-d_s')^2+n.A_s(x-d_s)^2$$

$$=\frac{220.122{,}53^3}{3}+(7-1).398.(122{,}53-40)^2+7.1161.(122{,}53-350)^2=571682477\text{mm}^4$$

Ứng suất trong cốt thép ở TTGH sử dụng

$$f_s=n.\frac{M_a}{I_{cr}}.(d_s-x)=7.\frac{80.10^6}{571682477}.(350-122{,}53)=222{,}82MPa$$

$\Rightarrow f_s = 222{,}82\text{MPa} < f_{sa} = 252\text{MPa} \Rightarrow$ ***Dầm thỏa mãn điều kiện hạn chế bề rộng vết nứt.***

**Ví dụ 4.7:**

Cho dầm mặt cắt hình chữ T, đặt cốt thép kép, biết:

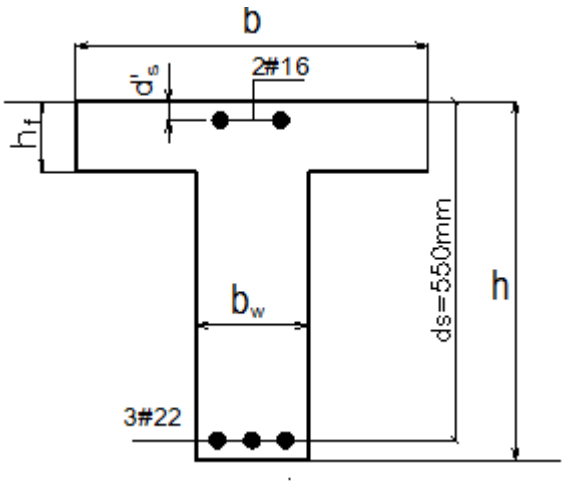
Kích thước mặt cắt b=800mm; $b_w$=220mm; $h_f$=100mm; h=600mm

Bê tông có: $f_c'=28MPa;\gamma_c=2400kG/m^3$;

Cốt thép theo A615M, có: $A_s=3\#22;d_s=550mm;$;

$A_s'=2\#16;d_s'=40mm;f_y'=f_y=420MPa$; Thông số bề rộng vết nứt Z = 30000N/mm;

Mô men tính toán ở TTGH sử dụng $M_a$ = 120kN.m. Hãy kiểm tra điều kiện hạn chế bề rộng vết nứt?




*Hình 4.39 hình vẽ cho ví dụ 4.7*

Giải:

Tóm tắt bài toán:

$A_s = 3\phi22 = 1161\text{mm}^2$; $A'_s = 2\phi16 = 398\text{mm}^2$;

Kiểm tra xem mặt cắt có nứt không:

Công thức kiểm tra: $f_{ct} > 0{,}8.f_r \Rightarrow$ mặt cắt bị nứt

Cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông

$$f_r = 0{,}63.\sqrt{f_c'} = 0{,}63.\sqrt{28} = 3{,}33MPa \rightarrow 0{,}8 f_r = 2{,}67MPa$$

- Xác định trục trung hòa của tiết diên bê tông

$$x = \frac{(b-b_w)h_f \dfrac{h_f}{2} + b_w h \dfrac{h}{2}}{(b-b_w)h_f + b_w h} = 223{,}68mm$$

- Xác định mô men quán tính của tiết diện nguyên của bê tông

$$I_g = \frac{b_w.h^3}{12} + b_w.h.\left(x - \frac{h}{2}\right)^2 + \frac{(b-b_w).h_f^3}{12} + (b-b_w).h_f.\left(x - \frac{h_f}{2}\right)^2$$

$$I_g = 6.526{,}75.10^6 mm^4$$

- Xác định ứng suất kéo lớn nhất trong bê tông

$$f_{ct} = \frac{M_a}{I_g}.y_t = \frac{120.10^6}{6.526{,}75.10^6}(600 - 223{,}68) = 6{,}92MPa$$

$f_{ct} = 6{,}92MPa > 0{,}80 f_r = 2{,}67MPa \Rightarrow$ mặt cắt đã nứt.

Kiểm tra điều kiện hạn chế bề rộng vết nứt:

Công thức kiểm tra: $f_s \le f_{sa} = \min\left(\dfrac{Z}{(d_c.A)^{1/3}}; 0{,}6 f_y\right)$

+ Tính $f_{sa}$:

$d_c = d_{sc} = 50mm$;

$A = \dfrac{220.(50+50)}{3} = 7333{,}33mm^2$;

$$\Rightarrow \frac{Z}{(d_c.A)^{1/3}} = \frac{30000}{(50.7333{,}33)^{1/3}} = 419{,}14MPa;$$

$0{,}60 f_y = 0{,}6 * 420 = 252MPa$;

$\Rightarrow$ Ứng suất giới hạn trong cốt thép ở TTGH sử dụng $f_{sa} = 252MPa$.

+ Tính $f_s$:

- Xác định vị trí trục trung hòa: Giả sử trục trung hòa qua cánh, tính như tiết diện chữ nhật:

$$b.x.\frac{x}{2} + (n-1).A_s'.(x - d_s) - n.A_s.(d_s - x) = 0$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2.10^5}{0{,}043.2400^{1{,}5}.\sqrt{28}} = 7{,}47 \Rightarrow$$ lấy n = 7

Suy ra

$$800.\frac{x^2}{2} + (7-1).398.(x-40) - 7.1161.(550-x) = 0$$

$$\Rightarrow x = 94{,}5mm < h_f = 100mm$$

Vậy trục trung hòa qua cánh là đúng

Xác định mô men quán tính của tiết diện đã nứt đối với TTH

$$I_{cr} = \frac{b.x^3}{3} + (n-1).A_s^{'}.\left(x - d_s^{'}\right)^2 + n.A_s(x-d_s)^2 = 19{,}183*10^8 mm^4$$

Ứng suất trong cốt thép ở TTGH sử dụng

$$f_s = n.\frac{M_a}{I_{cr}}.(d_s - x) = 7.\frac{120.10^6}{19{,}183*10^8}.(550 - 94{,}5) = 199{,}46MPa$$

$\Rightarrow f_s = 199{,}46MPa < f_{sa} = 252MPa \Rightarrow$ Dầm thỏa mãn điều kiện hạn chế bề rộng vết nứt.

# 5 CẤU KIỆN CHỊU LỰC DỌC TRỤC

## 5.1 ĐẶC ĐIỂM CẤU TẠO

### 5.1.1 Hình dạng mặt cắt:

- Dạng mặt cắt: Được chọn thoả mãn các yêu cầu sau:
  + Yêu cầu chịu lực: Nên chọn mặt cắt đảm bảo
    - Tính đối xứng.
    - Độ mảnh theo hai phương xấp xỉ nhau
  + Yêu cầu về cấu tạo, yêu cầu về kiến trúc, yêu cầu về ghép nối với các cấu kiện khác…

Thường có các dạng mặt cắt sau: Hình vuông, hình tròn, hình vành khăn, hình hộp vuông, hình chữ nhật.

- Kính thước mặt cắt: Được xác định bằng tính toán nhưng nên để dễ thống nhất ván khuôn, khi kích thước mặt cắt nhỏ hơn 50cm nên lấy là bội số của 5cm và khi kích thước mặt cắt lớn hơn 50cm nên lấy là bội số của 10cm. Để đảm bảo tính ổn định và dễ đổ bê tông (tránh hiện tượng bê tông bị phân tầng) nên chọn kích thước mặt cắt không nhỏ hơn 250×250mm.

### 5.1.2 Vật liệu:

***Bê tông:*** Cường độ chịu nén của bê tông $f'_c$ dùng cho cột thường được chọn từ 20 ÷ 35 MPa

***Cốt thép:***

***a.Cốt dọc chủ:*** Tác dụng chịu lực nén.

- Số lượng và loại cốt thép được chọn theo yêu cầu tính toán.
- Bố trí cốt thép: Cốt thép được bố trí đối xứng với trục dọc của cấu kiện.
  + Khoảng cách giữa các cốt thép dọc không vượt quá 450mm.
  + Số lượng thanh cốt thép dọc tối thiểu trong cột tròn là 6, trong cột hình chữ nhật là 4

+ Bố trí cốt thép dọc quanh chu vi tiết diện.

+ Khi khoảng cách trống giữa hai thanh cốt thép dọc lớn hơn 150mm phải bố trí cốt đai phụ.

+ Theo ACI : Diện tích của cốt thép dọc chủ trong các cột BTCT có cốt đai vuông góc và các cột BTCT có cốt đai xoắn : $1\% \le \rho = \frac{A_{st}}{A_g} \le 8\%$

- Diện tích cốt thép dự ứng lực và cốt thép thường theo chiều dọc của các cấu kiện chịu nén nhiều nhất được lấy như sau như sau :

$$\frac{A_s}{A_g} + \frac{A_{ps} f_{pu}}{A_g f_y} \le 0{,}08 \qquad (5.1)$$

và $$\frac{A_{ps}\, f_{pe}}{A_g f'_c} \le 0{,}30 \qquad (5.2)$$

- Diện tích thép dự ứng lực và thép thường theo chiều dọc của các cấu kiện chịu nén tối thiểu được lấy như sau như sau :

$$\frac{A_s f_y}{A_g f'_c} + \frac{A_{ps} f_{pu}}{A_g f'_c} \ge 0{,}135 \qquad (5.3)$$

Trong đó :

$A_s$ : Diện tích cốt thép thường chịu kéo ($mm^2$)

$A_g$ : Diện tích mặt cắt nguyên ($mm^2$)

$A_{ps}$ : Diện tích mặt cắt thép dự ứng lực ($mm^2$)

$f_{pu}$ : Cường độ chịu kéo quy định của thép dự ứng lực(MPa)

$f_y$ : Giới hạn chảy quy định của cốt thép thường (MPa)

$f'_c$ : Cường độ chịu nén đặc trưng của bê tông (MPa)

$f_{pe}$ : Dự ứng suất hữu hiệu (MPa)

***b.Cốt thép đai:***

- Tác dụng:

+ Liên kết các cốt thép dọc tạo thành khung khi đổ bê tông và giữ ổn định cho cốt thép dọc.

+ Ngăn cản các thanh cốt thép dọc khỏi bị cong oằn về phía bê tông mặt ngoài cột.

+ Làm việc như cốt thép chịu cắt của cột.

Cốt thép đai bao gồm hai loại:

***b.1.Cốt thép đai ngang:***

Trong các bộ phận chịu nén được giằng, tất cả các thanh dọc phải được bao quanh bởi các cốt giằng ngang tương đương với :

Thanh No. 10 cho các thanh No. 32 hoặc nhỏ hơn,

Thanh No. 15 cho các thanh No. 36 hoặc lớn hơn,

và thanh No. 13 cho các bó thanh.

Cự ly giữa các cốt giằng không được vượt quá hoặc kích thước nhỏ nhất của bộ phận chịu nén hoặc 300mm. Khi hai hoặc nhiều thanh No. 35 được bó lại, cự ly này không được vượt quá hoặc một nửa kích thước nhỏ nhất của bộ phận hoặc 150 mm.

Các cốt giằng phải được bố trí sao cho mọi góc và thanh dọc đặt xen kẽ có được điểm tựa ngang nhờ có phần bẻ góc của một cốt giằng với góc cong không quá $135^o$. Trừ khi có

quy định khác ở đây. ở mỗi phía dọc theo cốt giằng không được bố trí bất cứ thanh nào xa quá (tính từ tim đến tim) 610 mm tính từ thanh dọc được giữ chống chuyển dịch ngang đó.

Trong trường hợp thiết kế cột trên cơ sở khả năng chịu tải của khớp dẻo thì ở mỗi phía dọc theo cốt giằng không được bố trí bất cứ thanh nào xa hơn 150 mm (cự ly tịnh) tính từ thanh dọc được giữ chống chuyển dịch ngang đó. Nếu bố trí các thanh theo chu vi của một vòng tròn thì có thể dùng một cốt giằng tròn kín nếu các mối nối trong các cốt giằng được bố trí so le.

Các cốt giằng phải được bố trí theo chiều đứng không lớn hơn 1/2 cự ly của chúng ở phía trên bệ móng hoặc bệ đỡ khác và không lớn hơn 1/2 cự ly của chúng ở phía dưới lớp cốt thép nằm ngang thấp nhất trong cấu kiện bị đỡ.

***b.2.Cốt thép đai xoắn:***

- Cốt đai xoắn dùng cho các bộ phận chịu nén không phải là cọc ,phải bao gồm một hoặc nhiều cốt đai xoắn liên tục đặt đều bằng cốt thép trơn hoặc cốt thép có gờ, hoặc dây thép với đường kính tối thiểu là 9,5 mm. Cốt thép phải được đặt sao cho tất cả các cốt thép chính dọc nằm bên trong và tiếp xúc với cốt xoắn.

- Khoảng trống giữa các thanh cốt đai xoắn không được nhỏ hơn hoặc 25mm hoặc 1,33 lần kích thước lớn nhất của cấp phối. Cự ly tim đến tim không vượt quá 6,0 lần đường kính của cốt thép dọc hoặc 150 mm.
- Neo của cốt đai xoắn phải được làm bằng cách kéo dài thêm mỗi đầu cốt xoắn 1,5 vòng thanh hoặc dây xoắn.
- Các đầu nối của cốt xoắn có thể là một trong các cách sau :
    - Nối chồng 48,0 lần đường kính thanh không phủ mặt, 72,0 lần đường kính thanh phủ mặt hoặc 48,0 lần đường kính dây thép,
    - Các liên kết cơ khí được chấp nhận,
    - Hoặc mối nối hàn được chấp nhận

- Tỷ lệ của cốt thép xoắn với toàn bộ khối lượng của lõi bê tông tính từ bằng các mép ngoài cuả cốt đai xoắn không được nhỏ hơn :

$$\rho_{smin} = \mathbf{0,45}\left(\frac{\mathbf{A_g}}{\mathbf{A_c}} - \mathbf{1}\right)\frac{\mathbf{f'_c}}{\mathbf{f_{yh}}} \qquad (5.4)$$

Trong đó

$A_g$ : Diện tích mặt cắt nguyên của bê tông ($mm^2$)

$A_c$ : Diện tích của lõi bê tông tính từ đường kính mép ngoài của cốt đai xoắn ($mm^2$)

$f'_c$ : Cường độ chịu nén đặc trưng của bê tông (MPa)

$f_{yh}$ : Giới hạn chảy quy định của cốt thép đai xoắn (MPa)

Hàm lượng cốt đai xoắn : $\rho_s = \frac{A_{sp} L_{sp}}{A_c L_c} = \frac{4A_{sp}}{sD_c}$ (5.5)

$A_{sp}$: Diện tích của thanh cốt thép đai xoắn = $\pi d_{sp}^2 / 4$

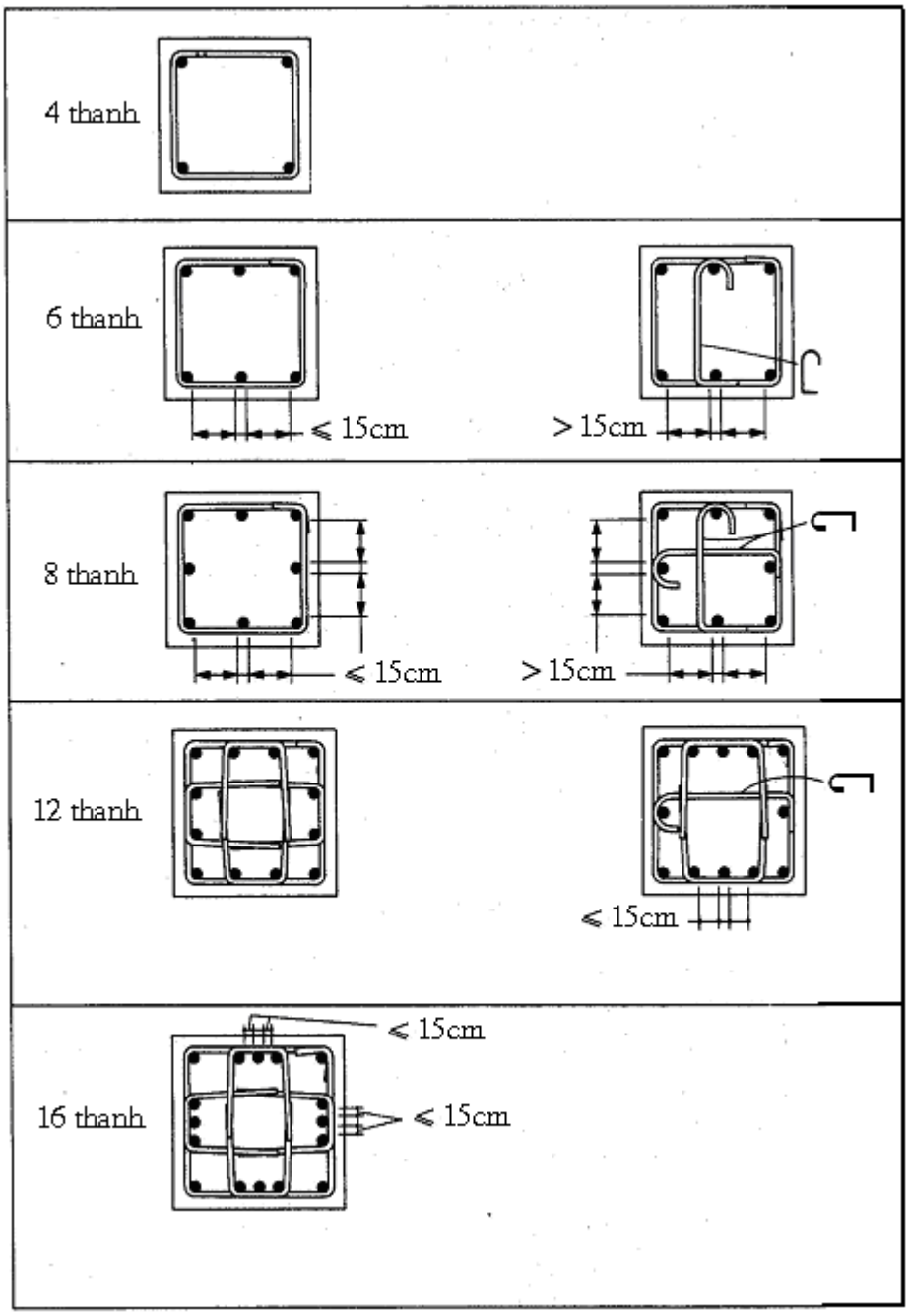
$d_{sp}$: Đường kính cốt thép đai

$L_{sp}$: Độ dài một vòng cốt đai xoắn = $\pi D_c$

$D_c$: Đường kính lõi, đo ra ngoài các cốt đai xoắn

$A_c$: Diện tích lõi = $\pi D_c^2 / 4$

$L_s$: Bước cốt đai xoắn $L_s$=s




*Hình 5.1. Cách bố trí cốt thép đai ngang*

## 5.2 ĐẶC ĐIỂM CHỊU LỰC VÀ GIẢ THIẾT TÍNH TOÁN

### 5.2.1 Phân loại cột- theo tính chất chịu lực:

Tuỳ theo vị trí đặt lực trên tiết diện, cột được phân thành cột chịu nén đúng tâm hoặc lệch tâm. Cột chịu nén đúng tâm chỉ chịu lực dọc tại tâm cột mà không có mô men tác dụng. Cột chịu nén lệch tâm chịu tác dụng đồng thời của mô men uốn và lực dọc theo trục của cấu kiện.

Trạng thái ứng suất biến dạng trên tiết diện có thể một dấu ( chỉ có nén), hoặc hai dấu (có vùng nén và vùng kéo).Sự phá hỏng của cột có thể do vật liệu (cốt thép ở mép biên chịu kéo bị chảy dẻo hoặc bê tông miền chịu nén bị nén vỡ) hoặc cột có thể bị mất ổn định theo phương ngang. Trường hợp cột bị phá hoại do vật liệu được coi là cột ngắn hoặc cột không thanh mảnh. Khi chiều dài cột tăng lên, khả năng phá hoại do mất ổn định tăng lên. Giới hạn chuyển từ cột ngắn sang cột dài được xác định như sau:

+Đối với kết cấu không có giằng liên kết, khi tỷ số độ mảnh $\frac{K.l_u}{r} < 22$ thì được coi là cột ngẵn không xét đến hiệu ứng độ mảnh.

+ Đối với kết cấu có giằng chống bên, khi $\frac{K.l_u}{r} < 34 - 12\left(\frac{M_1}{M_2}\right)$ thì được coi là cột ngắn.

Ở đây:

K: Hệ số độ dài hữu hiệu.

lu: Chiều dài không có thanh giằng.

r: Bán kính quán tính.

M1, M2 tương ứng là mô men nhỏ và lớn ở đầu và thành phần M1/M2 là dương đối với đường cong uốn đơn.

**1. Đặc điểm chịu lực của cột ngắn**

Cột ngắn là cột có độ cứng lớn ( độ mảnh nhỏ) nên chuyển vị ngang là nhỏ và có thể bỏ qua, do vậy không có hiện tượng tăng độ lệch tâm cũng như tăng uốn dọc sau khi chịu tải. Cột bị phá hoại là do ứng suất trong bê tông hoặc trong cốt thép hoặc cả hai đạt tới trị số cường độ phá hoại.

Tùy thuộc độ lệch tâm e, và cốt thép dọc trên tiết diện mà có ba kiểu phá hoại trong cấu kiện chịu nén.

- Phá hoại từ vùng nén
- Phá hoại cân bằng
- Phá hoại từ vùng kéo

**2. Đặc điểm chịu lực của cột mảnh**

Khi cột bê tông cốt thép có độ mảnh lớn hơn giới hạn tính toán cột ngắn, cột sẽ bị phá hoại do mất ổn định trước khi đạt giới hạn phá huỷ do vật liệu. Biến dạng của bê tông vùng chịu nén trên tiết diện cột sẽ nhỏ hơn giá trị 0,003.

Trong cột lệch tâm với độ lệch tâm ban đầu e, trong cột có mô men, mô men này sẽ gây chuyển vị ngang, do cột có độ cứng nhỏ ( độ mảnh lớn ) nên chuyển vị ngang này là không thể bỏ qua và nó làm tăng độ lệch tâm lên thành $e_1 > e$.

Đối với cấu kiện chịu nén, lời giải của bài toán Euler cho ta giá trị tải trọng giới hạn gây mất ổn định như sau:

$$P_e = \frac{\pi^2 EI}{\left(Kl_u\right)^2} \qquad (5.6)$$

Trong đó:

$P_e$: Tải trọng tới hạn.

E: Mô đun đàn hồi .

I: Mô men quán tính của tiết diện.

$Kl_u$: Chiều dài tính toán (chiều dài hữu hiệu) của cấu kiện.

K: Hệ số chiều dài tính toán (hệ số chiều dài hữu hiệu).

$l_u$ : Chiều dài tự do của cấu kiện.

**Hệ số chiều dài tính toán:**

Trong thiết kế, hệ số chiều dài tính toán đựoc xác định tuỳ theo điều kiện liên kết của cột,

**a/. Cột làm việc độc lập:**

| Dạng bị oằn của cột được biểu thị bằng đường nét đứt | (a) | (b) | (c) | (d) | (e) | (f) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Giá trị K theo lý thuyết | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 2.0 |
| Giá trị của K dùng để thiết kế khi gần đúng với điều kiện lý tưởng | 0.65 | 0.80 | 1.2 | 1.0 | 2.10 | 2.0 |

Các giá trị của K cho trong bảng trên thường đựoc áp dụng trong tính toán kết cấu trụ cầu.

**b/. Cột làm việc trong các hệ khung:**

Độ ổn định của cột trong các khung liên tục, không được giằng vào tường chịu cắt, giằng chéo, hoặc các kết cấu lân cận, phụ thuộc vào độ cứng uốn của các dầm liên kết cứng. Vì thế, hệ số chiều dài tính toán, K, là hàm số của độ ngàm chống uốn tổng cộng của các dầm tại các đầu cột. Nếu độ cứng của các dầm nhỏ hơn so với độ cứng của cột thì giá trị K có thể vượt quá 2.0

Giả sử chỉ xảy ra tác dụng đàn hồi và tất cả các cột đều oằn đồng thời trong khung không giằng, có thể được biểu thị như sau:

$$\frac{G_A G_B(\frac{\pi}{K})-36}{6(G_A+G_B)}-\frac{\frac{\pi}{K}}{\tan(\frac{\pi}{K})}=0$$

Trong khung có giằng, hệ số K được biểu thị theo công thức:

$$\frac{G_A G_B}{4}(\frac{\pi}{K})^2+\frac{G_A+G_B}{2}\left\{1-\frac{\frac{\pi}{K}}{\tan(\frac{\pi}{K})}\right\}+\frac{2\tan(\frac{\pi}{2K})}{\frac{\pi}{K}}=1$$

Trong đó chỉ số dưới "A" và "B" ám chỉ 2 đầu của cột

Với :

$$G=\frac{\sum\left(\frac{E_c I_c}{L_c}\right)}{\sum\left(\frac{E_g I_g}{L_g}\right)}$$

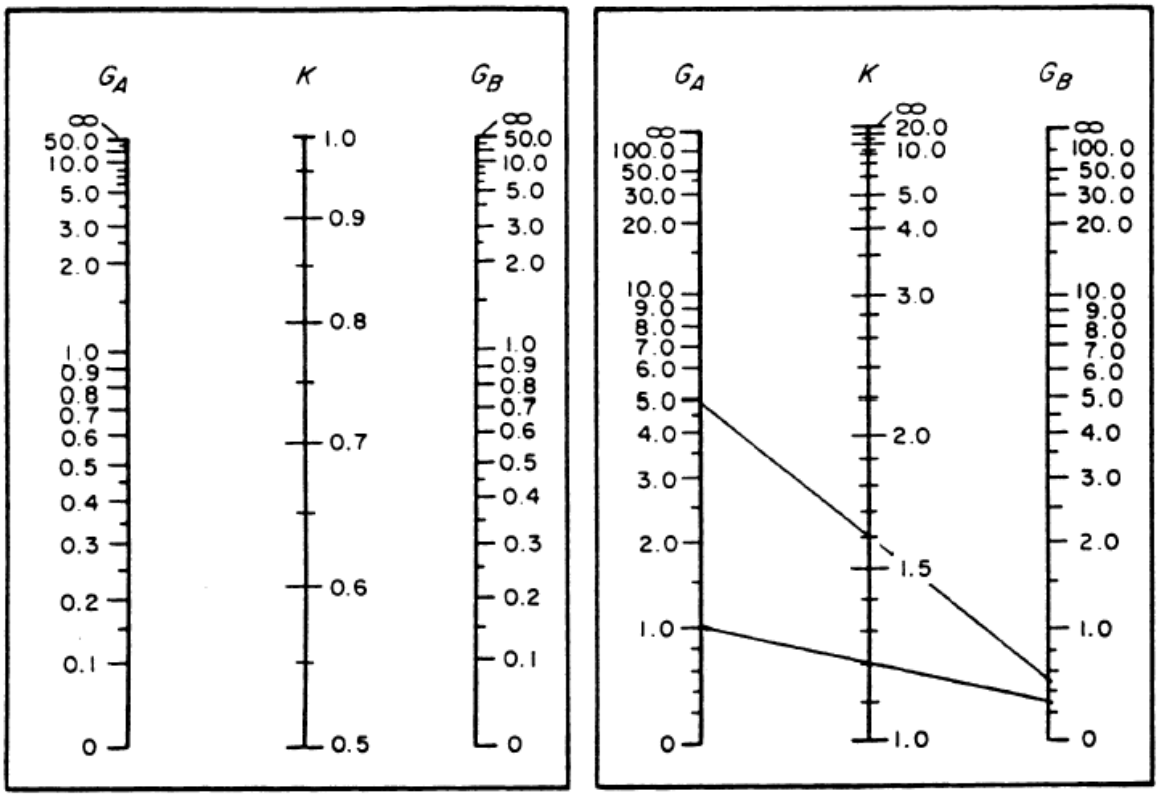
Trong đó:

$\sum\left(E_c I_c/l_c\right)$: Độ cứng của các cột chịu nén tại đầu cột (đầu A hoặc B)

$\sum\left(E_g I_g/l_g\right)$: Độ cứng của các dầm chịu nén tại đầu cột (đầu A hoặc B)

$l_c$, $l_g$: Chiều dài tự do của cột và dầm.

Để thuận tiện cho tính toán, từ các công thức tính K ở trên, người ta đã lập ra đồ thị liên hệ giữa K, $G_A$, và $G_B$ và có thể được sử dụng để tính trực tiếp các giá trị của K




Khung giằng Khung không giằng

Đối với các đầu cột được đỡ nhưng không liên kết cứng với chân hoặc móng, G, theo lý thuyết được lấy là vô cùng nhưng có thể lấy bằng 10 cho thiết kế thực tế trừ khi thực tế được thiết kế như một chốt không có ma sát. Nếu đầu cột được liên kết cứng với chân móng, G có thể được lấy bằng 1,0.

Khi tính toán K cho các liên kết khối, các giá trị sau có thể được sử dụng:

+ G = 1,5: Chân neo vào trong đá.

+ G = 3,0: Chân không neo vào trong đá.

+ G = 5,0: Chân trên đất.

+ G = 1,0: Chân neo vào nhiều hàng cọc chống.

### 5.2.2 Các giả thiết tính toán:

Khi tính toán cấu kiện chịu nén người ta vẫn sử dụng các giả thiết như khi tính toán cấu kiện chịu uốn:

- Biến dạng tại một thớ điểm tiết diện tỷ lệ thuận với khoảng cách từ điểm đó đến trục trung hoà.
- Khi chịu nén, biến dạng lớn nhất của bê tông được lấy bằng 0,003.
- Bỏ qua sức kháng kéo của bê tông.
- Ứng suất trong vùng bê tông chịu nén phân bố theo quy luật hình chữ nhật.

## 5.3 TÍNH TOÁN CÁC LOẠI CỘT

### 5.3.1 Khả năng chịu lực của cột ngắn:

#### 5.3.1.1 Khả năng chịu lực của cột ngắn chịu nén đúng tâm:

Sức kháng tính toán của cấu kiện bê tông cốt thép chịu nén đúng tâm được xác định như sau :

$$P_r = \varphi P_n \qquad (5.7)$$

Trong đó :

+ Đối với cấu kiện có cốt thép đai thường :

$$P_n = 0{,}80\left[0{,}85 f_c^{'}(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}\right] \qquad (5.8)$$

+ Đối với cấu kiện có cốt thép đai xoắn :

$$P_n = 0{,}85\left[0{,}85 f_c^{'}(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}\right] \qquad (5.9)$$

Ở đây:

$P_r$ : Sức kháng lực dọc trục tính toán có hoặc không có uốn (N).

$P_n$ : Sức kháng lực dọc trục danh định có hoặc không có uốn (N).

$f'_c$ : Cường độ chịu nén đặc trưng của bê tông (Mpa) .

$A_g$ : Diện tích nguyên của mặt cắt (mm2).

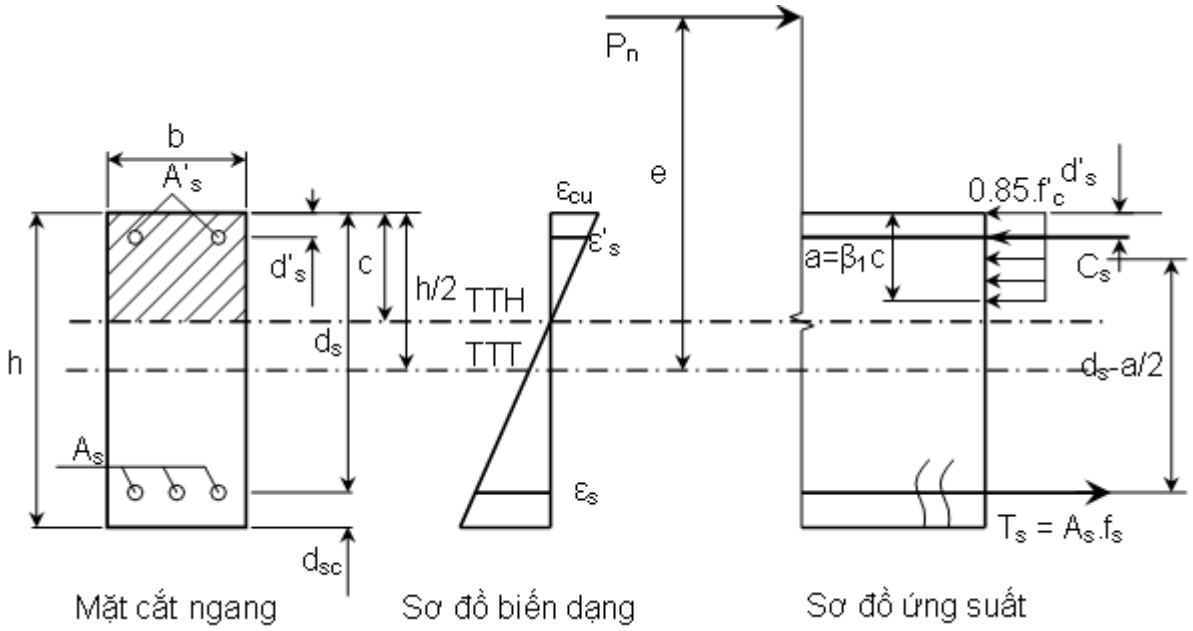
$A_{st}$ : Tổng diện tích của cốt thép dọc thường (mm2).

$f_y$ : Giới hạn chảy quy định của cốt thép (MPa).

φ: Hệ số sức kháng (= 0,75).

#### 5.3.1.2 Khả năng chịu lực của cột ngắn chịu nén lệch tâm, tiết diện chữ nhật:

***a. Sơ đồ ứng suất, sơ đồ biến dạng***




***Hình 5.2. Sơ đồ ứng suất của cấu kiện chịu nén lệch tâm.***

***b. Các phương trình cân bằng:***

Các phương trình cân bằng của cấu kiện chịu nén lệch tâm được thiết lập từ sơ đồ ứng suất đối với các cột ngắn như sau:

- Phương trình cân bằng lực dọc:

$$P_n = 0{,}85 f_c^{'} ba + A_s^{'} f_s^{'} - A_s f_s \tag{5.10}$$

Phương trình cân bằng mô men với trọng tâm tiết diện:

$$M_n = P_n e = 0{,}85 f_c^{'} ba\left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2}\right) + A_s f_s\left(d_s - \frac{h}{2}\right) + A_s^{'} f_s^{'}\left(\frac{h}{2} - d_s^{'}\right) \tag{5.11}$$

Chú ý rằng, lực dọc Pn không thể có giá trị vượt quá sức kháng nén danh định của cột chịu nén đúng tâm được xác định theo các công thức (5.7) và (5.8)

Tuỳ thuộc vào độ lệch tâm $e = \frac{M_u}{P_u}$, ứng suất trong cốt thép chịu nén $A_s^{'}$ hoặc cốt thép chịu kéo $A_s$ sẽ đạt tới giá trị giới hạn chảy $f_y^{'}$ và $f_y$. Cốt thép chịu nén $A_s^{'}$ đạt đến giới hạn chảy $f_y^{'}$ khi bê tông vùng chịu nén bị nén vỡ, nếu cấu kiện bị phá hoại từ vùng chịu kéo, giá trị $f_s$ sẽ được thay bằng $f_y$. Trong trường hợp $f_s^{'} < f_y^{'}$ và $f_s < f_y$, ứng suất thực tế trong cốt thép được tính từ sơ đồ biến dạng như sau:

$$\begin{aligned} f_s^{'} &= E_s \cdot \varepsilon_s^{'} = E_s \cdot \frac{0{,}003 \cdot \left(c - d_s^{'}\right)}{c} \le f_y^{'} \\ f_s &= E_s \cdot \varepsilon_s = E_s \cdot \frac{0{,}003 \cdot \left(d_s - c\right)}{c} \le f_y \end{aligned} \tag{5.12}$$

***c. Điều kiện cường độ:***

Khi thiết kế cấu kiện chịu nén lệch tâm theo TTGH cường độ, điều kiện cường độ có dạng:

$$\begin{aligned} M_r &= \varphi M_n \ge M_u \\ P_r &= \varphi P_n \ge P_u \end{aligned} \tag{5.13}$$

Trong đó:

φ: Hệ số sức kháng được lấy như sau

+ Theo 22TCN 272-05:

$$\varphi = 0{,}9 - 0{,}15 \cdot \frac{0{,}75 \cdot P_n}{0{,}1 f_c^{'} A_g} = 0{,}9 - 0{,}1125 \frac{P_n}{0{,}1 f_c^{'} A_g} \ge 0{,}75 \tag{5.14}$$

+ Theo ACI:

$$0.9 \ge \varphi = 0{,}65 + 50\varepsilon_s \ge 0{,}75 \tag{5.15}$$

Trong đó:

Pn được xác định từ công thức (5.10).

$\varepsilon_s$ : Biến dạng của cốt thép chịu kéo

$$\varepsilon_s = \frac{0,003\cdot\left(d_s - c\right)}{c} \le \frac{f_y}{E_s}$$

***d. Các bài toán:***

***d.1.Bài toán duyệt mặt cắt:***

Cho trước kích thước tiết diện b×h, cho các số liệu về cốt thép và cách bố trí cốt thép (cho $A_s^{'}, A_s, d_s^{'}, d_s, E_s, f_y, f_y^{'}$), cho cường độ chịu nén của bê tông $f_c^{'}$, cho giá trị tải trọng tác dụng $M_u$ và $P_u$.

Yêu cầu duyệt mặt cắt theo TTGH cường độ.

***Giải:***

Với các giá trị tải trọng đã cho $M_u$ và $P_u$, tính độ lệch tâm $e = \frac{M_u}{P_u}$. Xét hai phương trình cân bằng (5.10) và (5.11), các thành phần $f_s$ , $f_s^{'}$ và a có thể được biểu diễn thông qua thành phần ẩn số c. Do đó, từ hai phương trình cân bằng (5.10) và (5.11) ta có thể xác định được c, $M_n$, $P_n$. Tuy nhiên việc kết hợp hai phương trình cân bằng sẽ dẫn đến một phương trình bặc 3 theo ẩn c đồng thời trong quá trình giải cũng phải kiểm tra giá trị $f_s$ và $f_s^{'}$ so với các giá trị $f_y^{'}$ và $f_y$ ( $f_s^{'} \le f_y^{'}$ và $f_s \le f_y$ ). Trong thực tế, người ta thường sử dụng phương pháp tính đúng dần để tính toán các cấu kiện chịu nén lệch tâm như sau:

- Giả thiết chiều cao vùng bê tông chịu nén a, tính chiều cao trục trung hoà $c = \frac{a}{\beta_1}$

- Tính $P_n$ và $M_n$ theo các phương trình cân bằng (5.10) và (5.11).

- Tính độ lệch tâm $e = \frac{M_n}{P_n}$

- So sánh độ lệch tâm e tính toán với độ lệch tâm e đã cho, nếu không đạt tiếp tục tính lại cho đến khi hội tụ.

Quá trình tính lặp như trên cũng giống như việc xác định biểu đồ tương tác mô men – lực dọc (Biểu đồ tương tác M – P).

****)Khái niệm về biểu đồ tương tác M – P và cách xắc định:***

Biểu đồ tương tác M – P của cấu kiện chịu nén lệch tâm thực chất là hình bao vật liệu của nó trên đó biểu diễn các giá trị mô men và lực dọc danh định của cấu kiện tương ứng với các trường hợp phá hoại trong đó độ lệch tâm thay đổi từ 0 đến ∞. Các điểm nằm trong biểu đồ tương tác xem như an toàn, cấu kiện đủ khả năng chịu lực.

Để xác định biểu đồ tương tác người ta làm như sau:

+ Tính chiều cao trục trung hoà $c_b$ ở trường hợp phá hoại dẻo – phá hoại cân bằng.

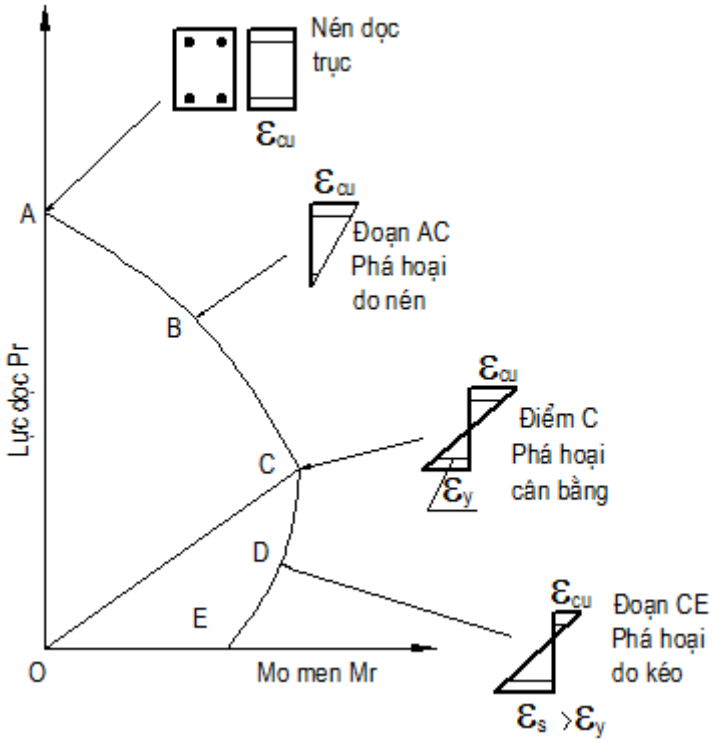
$$c_b = d_s \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_y}, \qquad \varepsilon_y = \frac{f_y}{E_s}$$

+ Lấy một vài giá $c > c_b$ (xác định miền phá hoại do nén) và một vài giá trị $c < c_b$ (xác định miền phá hoại do kéo).

+ Với mỗi giá trị c đã chọn, tính toán $\varepsilon_s^{'}, \varepsilon_s, f_s^{'}, f_s$.

+ Xác định $P_n$ ,$P_r$ và $M_n$, $M_r$ ứng với các giá trị c đã chọn.

+ Với các cặp giá trị $P_r$ và $M_r$ đã có, vẽ đường cong quan hệ M – P.




**Hình 5.3. Các phân bố biến dạng tương ứng với các điểm trên biểu đồ tương tác.**

d.2.Bài toán thiết kế mặt cắt:

Cho trước giá trị tải trọng tác dụng $M_u$ và $P_u$, cho các số liệu về cốt thép (cho $E_s, f_y, f_y^{'}$), cho cường độ chịu nén đặc trưng của bê tông $f_c^{'}$.

Yêu cầu chọn kích thước mặt cắt, tính và bố trí cốt thép dọc chịu lực.

Trình tự giải:

1. Tính độ lệch tâm $e = \frac{M_n}{P_n}$

2. Lựa chọn sơ bộ kích thước cột:

Kích thước cột có thể được chọn sơ bộ như sau:

+ Khi độ lệch tâm $e < \frac{h}{2}$, diện tích mặt cắt cột $A_g \geq \frac{P_u}{0,45\left(f_c^{'} + f_y \cdot \rho_{st}\right)}$ (5.16)

Trong đó $\rho_{st} = \frac{A_{st}}{A_g}$ là hàm lượng cốt thép trong cột được lấy sơ bộ bằng từ 1% ÷ 4%.

Nếu sử dụng cốt đai xoắn, số 0,45 trong công thức (5.16) được thay bằng 0,55.

+ Khi độ lệch tâm $e \geq \frac{h}{2}$, số 0,45 trong công thức (5.16) được thay bằng 0,3 ÷ 0,4.

Từ giá trị diện tích mặt cắt ngang cột tính theo công thức (5.16) chọn hình dạng và kích thước tiết diện. Nếu tiết diện chữ nhật, kích thước nhỏ nhất không lấy nhỏ hơn 250mm. Nếu tiết diện hình tròn, đường kính tiết diện không lấy nhỏ hơn 300mm.

3. Bố trí sơ bộ cốt thép dọc chịu lực trong cột. Diện tích cốt thép trong cột $A_{st}$ được lấy sơ bộ bằng từ 1% ÷ 4% diện tích toàn bộ tiết diện $A_g$

4. Duyệt mặt cắt theo bài toán tính duyệt. Nếu không đạt phải thay đổi kích thước tiết diện hoặc tăng cốt thép.

**Ví dụ 5.1:** Tính duyệt khả năng chịu lực của cột ngắn chịu lực dọc trục biết:

- Kích thước tiết diện: 300 × 350 mm
- Bê tông có $f'_c$ = 28 MPa
- Cốt thép ASTM A615M có: $f_y$ = 420 Mpa, mô đun đàn hồi của cốt thép $E_s = 2.10^5$ Mpa.
- Sử dụng 4 # 19; $d_s$ = 290 mm; $d'_s$ = 60 mm.
- Tải trọng lớn nhất ở TTGH cường đồ: $M_u$ = 100 KN.m ; $P_u$ = 1000 KN.

**Giải:** Sử dụng biểu đồ tương tác M – P để tính toán.

1. Trường hợp chịu nén đúng tâm:

Hệ số sức kháng φ = 0,75.

$A_{st}$ = 1136 $mm^2$.

áp dụng công thức (7.8) ta có:

$$P_{n(max)} = 0,8\left[0,85 f'_c \left(A_g - A_{st}\right) + A_{st} f_y\right]$$

$$= 0,8\left[0,85 \cdot 28 \cdot \left(300 \cdot 350 - 4 \cdot 284\right) + 4 \cdot 284 \cdot 420\right] = 2359267 \text{ (N)} = 2359,3 \text{ (KN)}$$

$P_r = \varphi P_n$ = 0,75 × 2359,3 = 1769,5 (KN)

2. Tính ở trường hợp phá hoại cân bằng (cốt thép chịu kéo bị chảy dẻo và bê tông vùng chịu nén bị nén vỡ):

Biến dạng lớn nhất của cốt thép: $\varepsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{420}{2 \cdot 10^5} = 0,0021$

Chiều cao trục trung hoà: $c_b = d_s \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_y} = 290 \frac{0,003}{0,003 + 0,0021} = 170,59$ (mm)

Chiều cao vùng bê tông chịu nén: $a = \beta_1 c = 0,85 \cdot 170,59 = 145$ (mm)

ứng suất trong cốt thép chịu nén:

$$f'_s = E_s \cdot \varepsilon'_s = E_s \cdot \frac{0,003 \cdot \left(c - d'_s\right)}{c} = 2 \cdot 10^5 \cdot \frac{0,003 \cdot (170,59 - 60)}{170,59} = 388,97 \text{ (Mpa)} < f_y$$

áp dụng các công thức (7.10) và (7.11) ta có:

$$P_n = 0,85 f_c^{'} ab + A_s^{'} f_s^{'} - A_s f_s = 0,85 \cdot 28 \cdot 145 \cdot 300 + 568 \cdot 388,97 - 568 \cdot 420 = 1017672 \text{ (N)}$$

$$\approx 1018 \text{ (KN)}.$$

$$M_n = 0,85 f_c^{'} ab\left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2}\right) + A_s f_s\left(d_s - \frac{h}{2}\right) + A_s^{'} f_s^{'}\left(\frac{h}{2} - d_s^{'}\right)$$

$$= 0,85 \cdot 28 \cdot 145 \cdot 300 \cdot \left(\frac{350}{2} - \frac{145}{2}\right) + 568 \cdot 420 \cdot \left(290 - \frac{350}{2}\right) + 568 \cdot 388,97 \cdot \left(\frac{350}{2} - 60\right)$$

$$= 158959877,6 \text{ (N.mm)} \approx 158,96 \text{ (KN.m)}$$

Tính hệ số sức kháng φ:

+ Tính theo 22TCN 272 – 05: áp dụng công thức (5.14) ta có:

$$\varphi = 0,9 - 0,1125 \frac{P_n}{0,1 f_c^{'} A_g} = 0,9 - 0,1125 \frac{1017672}{0,1 \cdot 28 \cdot 300 \cdot 350} = 0,511 < 0,75$$

$$\rightarrow \varphi = 0,75$$

+ Tính theo ACI: áp dụng công thức (5.15) ta có:

$$\varphi = 0,75$$

Sức kháng tính toán:

$$M_r = \varphi M_n = 0,75 \times 1598,6 = 119,22 \text{ (KN.m)}$$

$$P_r = \varphi P_n = 0,75 \times 1018 = 763,25 \text{ (KN)}$$

3. Chọn 1 vài giá trị $c < c_b$ để tìm miền phá hoại kéo:

Sử dụng các công thức (5.10), (5.11) và (5.12)

4. Chọn 1 vài giá trị $c > c_b$ để tìm miền phá hoại nén:

Sử dụng các công thức (5.10), (5.11 và (5.12)

| c | a | $f_s$ | $f'_s$ | Pn (KN) | Mn(KN.m) | ϕ | Pr(KN) | Mr(KN.m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 | 25,5 | 420 | 0 | 0,00 | 56,98 | 0,9000 | 0,00 | 51,28 |
| 40 | 34 | 420 | 0 | 4,20 | 65,79 | 0,8984 | 3,77 | 59,11 |
| 50 | 42,5 | 420 | 0 | 64,89 | 74,09 | 0,8752 | 56,79 | 64,84 |
| 60 | 51 | 420 | 0 | 125,58 | 81,87 | 0,8519 | 106,99 | 69,75 |
| 70 | 59,5 | 420 | 85,714 | 234,96 | 94,74 | 0,8101 | 190,34 | 76,75 |
| 80 | 68 | 420 | 150 | 332,16 | 105,69 | 0,7729 | 256,73 | 81,69 |
| 90 | 76,5 | 420 | 200 | 421,25 | 115,19 | 0,75 | 315,94 | 86,39 |
| 100 | 85 | 420 | 240 | 504,66 | 123,53 | 0,75 | 378,50 | 92,64 |
| 110 | 93,5 | 420 | 272,73 | 583,94 | 130,87 | 0,75 | 437,95 | 98,15 |
| 120 | 102 | 420 | 300 | 660,12 | 137,34 | 0,75 | 495,09 | 103,00 |
| 130 | 110,5 | 420 | 323,08 | 733,92 | 143,02 | 0,75 | 550,44 | 107,26 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 140 | 119 | 420 | 342,86 | 805,84 | 147,97 | 0,75 | 604,38 | 110,97 |
| 150 | 127,5 | 420 | 360 | 876,27 | 152,23 | 0,75 | 657,20 | 114,17 |
| c | a | $f_s$ | $f'_s$ | Pn (KN) | Mn(KN.m) | ϕ | Pr(KN) | Mr(KN.m) |
| 160 | 136 | 420 | 375 | 945,48 | 155,83 | 0,75 | 709,11 | 116,87 |
| 170 | 144,5 | 420 | 388,24 | 1013,69 | 158,80 | 0,75 | 760,27 | 119,10 |
| 170,59 | 145 | 420 | 388,97 | 1017,68 | 158,96 | 0,75 | 763,26 | 119,22 |
| 180 | 153 | 366,67 | 400 | 1111,35 | 157,68 | 0,75 | 833,52 | 118,26 |
| 190 | 161,5 | 315,79 | 410,53 | 1206,92 | 156,12 | 0,75 | 905,19 | 117,09 |
| 200 | 170 | 270 | 420 | 1299,00 | 154,31 | 0,75 | 974,25 | 115,73 |
| 210 | 178,5 | 228,57 | 420 | 1383,22 | 151,65 | 0,75 | 1037,42 | 113,74 |
| 220 | 187 | 190,91 | 420 | 1465,30 | 148,72 | 0,75 | 1098,98 | 111,54 |
| 230 | 195,5 | 156,52 | 420 | 1545,53 | 145,49 | 0,75 | 1159,14 | 109,12 |
| 240 | 204 | 125 | 420 | 1624,12 | 141,93 | 0,75 | 1218,09 | 106,45 |
| 250 | 212,5 | 96 | 420 | 1701,28 | 138,02 | 0,75 | 1275,96 | 103,51 |
| 260 | 221 | 69,231 | 420 | 1777,18 | 133,73 | 0,75 | 1332,88 | 100,30 |
| 270 | 229,5 | 44,444 | 420 | 1851,95 | 129,06 | 0,75 | 1388,96 | 96,80 |
| 280 | 238 | 21,429 | 420 | 1925,71 | 124,00 | 0,75 | 1444,28 | 93,00 |
| 290 | 246,5 | 0 | 420 | 1998,57 | 118,51 | 0,75 | 1498,93 | 88,89 |
| 300 | 255 | -20 | 420 | 2070,62 | 112,61 | 0,75 | 1552,97 | 84,46 |
| 320 | 272 | -56,25 | 420 | 2212,59 | 99,50 | 0,75 | 1659,44 | 74,63 |
| 330 | 280,5 | -72,73 | 420 | 2282,64 | 92,28 | 0,75 | 1711,98 | 69,21 |
| 340 | 289 | -88,24 | 420 | 2352,14 | 84,61 | 0,75 | 1764,10 | 63,45 |

5. Trường hợp chịu uốn thuần tuý:

Khi cốt thép bố trí đối xứng ($A_s = A'_s$), có thể bỏ qua $A'_s$ khi tính toán

Chiều cao $a = \dfrac{A_s f_y}{0,85 f'_c b} = 33,41$ (mm)

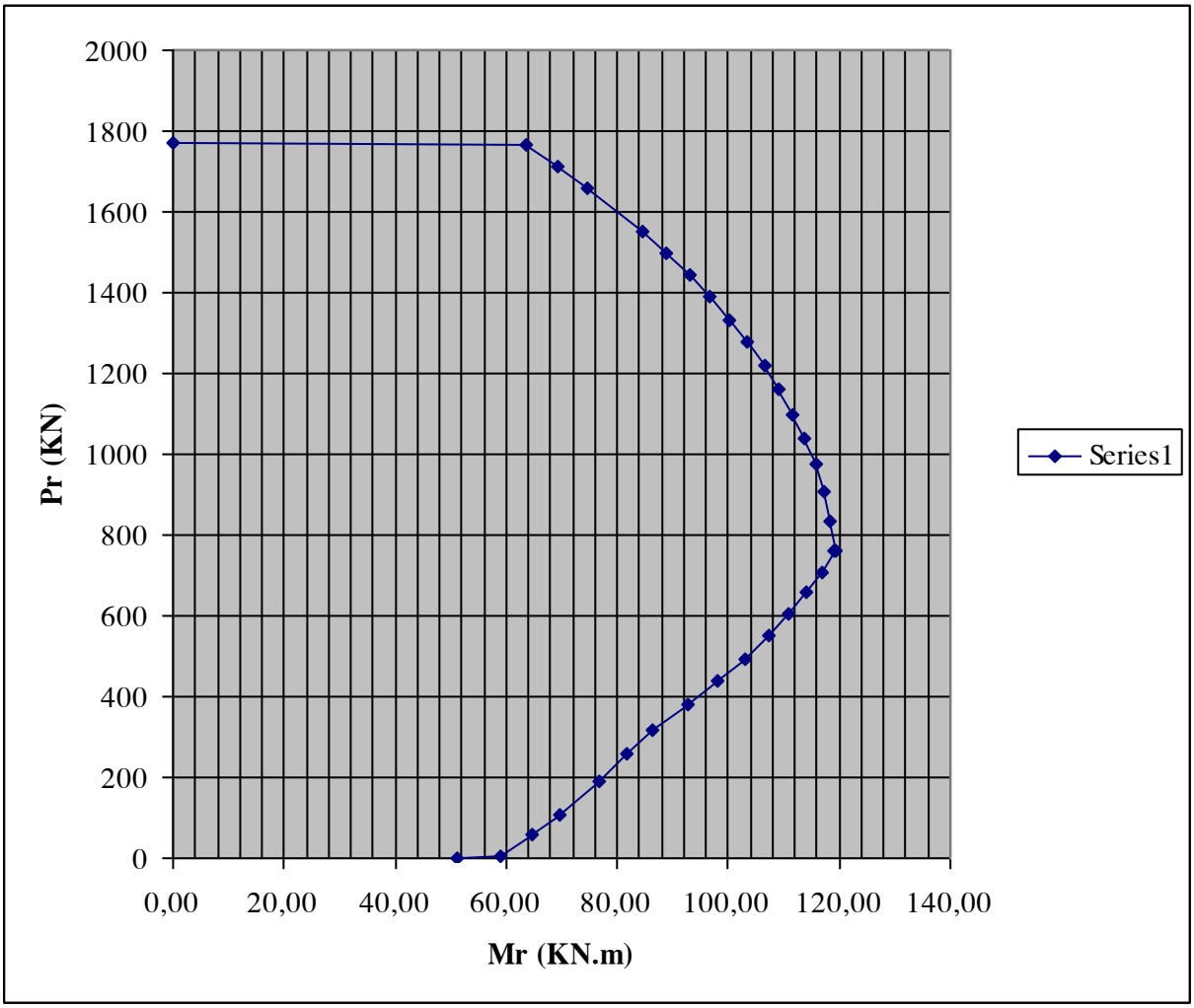
Mô men kháng danh định:

$$M_n = A_s f_y \left( d_s - \frac{a}{2} \right) = 65,197 \text{ (KN.m)}$$

Mô men kháng tính toán:

$$M_r = \varphi M_n = 0,9M_n = 58,677 \text{ (KN.m)}$$

6. Vẽ biểu đồ tương tác M – P ứng với các cặp giá trị $M_r$ – $P_r$ vừa tìm được




Từ biểu đồ tương tác M – P ta thấy cột đã cho đảm bảo khả năng chịu lực.

Vẫn với ví dụ trên nhưng nếu tính theo phương pháp tính lặp ta có:

- Độ lêch tâm ban đầu do tải trọng: $e = \dfrac{M_u}{P_u} = 0.1$ (m)

- Giả định c = 200 mm có:

. + Chiều cao vùng bê tông chịu nén $a = \beta_1 c = 0,85 \cdot c =$ 170 (mm)

+ Ứng suất trong cốt thép chịu kéo:

$$f_s = E_s \cdot \varepsilon_s = E_s \cdot \frac{0,003 \cdot (d_s - c)}{c} =$$ 270 (Mpa) < $f_y$ = 420 (Mpa)

$\rightarrow$ Lấy $f_s$ = 270 (Mpa)

+ Ứng suất trong cốt thép chịu nén:

$$f_s^{'} = E_s \cdot \varepsilon_s^{'} = E_s \cdot \frac{0,003 \cdot (c - d_s^{'})}{c} = \textbf{420 (Mpa)}$$

+ Áp dụng các công thức (5.10) và (5.11) ta có:

$$P_n = 0,85 f_c^{'} ab + A_s^{'} f_s^{'} - A_s f_s =$$ 1213.8 (KN)

$$M_n = 0,85 f_c^{'} ab\left(\frac{h}{2}-\frac{a}{2}\right)+A_s f_s\left(d_s-\frac{h}{2}\right)+A_s^{'} f_s^{'}\left(\frac{h}{2}-d_s^{'}\right)= 199,9 \text{ (KN.m)}$$

**+ Tính hệ số sức kháng φ:**

Tính theo 22TCN 272 – 05: áp dụng công thức (5.14) ta có:

$$\varphi = 0,9-0,1125\frac{P_n}{0,1 f_c^{'} A_g} = 0,44 < 0,75$$

$$\rightarrow \varphi = 0,75$$

+ Sức kháng tính toán:

$$M_r = \varphi M_n = 149,92 \text{ (KN.m)}$$
$$P_r = \varphi P_n = 910,23 \text{(KN)}$$

+ Độ lệch tâm $e = \frac{M_r}{P_r} = 0,165$ (m) > $e = \frac{M_u}{P_u} = 0.1$ (m). Tăng c và lặp lần tiếp theo

- Tiến hành tương tự với các giá trị c giả định, cuối cùng ta tính được c = 279,935 mm. Ứng với giá trị c = 279,935 mm ta có:

+ $M_n$ = 174,26 (KN.m)

+ $P_n$ = 1742,62 (KN).

+ Hệ số sức kháng φ = 0,75

+ Sức kháng tính toán:

$$M_r = \varphi M_n = 130,7 \text{ (KN.m)}$$
$$P_r = \varphi P_n = 1306,96 \text{(KN)}$$

+ Độ lệch tâm $e = \frac{M_r}{P_r} = 0,1$ (m) = $e = \frac{M_u}{P_u} = 0.1$ (m).

Vậy sức kháng tính toán:

$$M_r = \varphi M_n = 130,7 > M_u = 100 \text{ (KN.m)}$$
$$P_r = \varphi P_n = 1306,96 > P_u = 1000 \text{ (KN)}$$

Do đó cột đảm bảo khả năng chịu lực.

Ví dụ 5.2: Chọn kích thước tiết diện và bố trí cốt thép cho cột ngắn chịu lực nén uốn biết:

- Bê tông có $f'_c$ = 28 MPa
- Cốt thép ASTM A615M có: $f_y$ = 420 Mpa, mô đun đàn hồi của cốt thép $E_s = 2.10^5$ Mpa.
- Tải trọng lớn nhất ở TTGH cường đồ: $M_u$ = 100 KN.m ; $P_u$ = 1000 KN.

**Giải:**

Độ lệch tâm ban đầu do tải trọng: $e = \frac{M_u}{P_u} = 0.1$ (m).

Giả định hàm lượng cốt thép: $\rho_{st}$ = 2%.

Diện tích cần thiết của tiết diện:

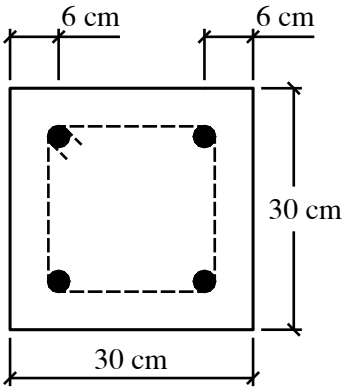
$$A_g = \frac{P_u}{0,45\left(f_c^{'} + f_y \cdot \rho_{st}\right)} = \frac{1000 \cdot 10^3}{0,45\left(28 + 420 \cdot 0,02\right)} = = 61050 \text{ (mm}^2\text{)}.$$

Chọn kích thước tiết diện cột: 300×300 mm.

Vì độ lệch tâm ban đầu do tải trọng: $e = \frac{M_u}{P_u} = 0.1$ (m) < $\frac{h}{2}$ nên kích thước cột đã chọn theo công thức (5.15).

Diện tích cốt thép giả định: $A_{st} = 0,02 \times 300 \times 300 = 1800$ (mm$^2$).

Chọn 4#25 có: $A_s = A'_s = 1020$ mm$^2$. Bố trí cốt thép như hình vẽ bên.




Duyệt mặt cắt cột:

- Giả định c = 150 mm có:

. + Chiều cao vùng bê tông chịu nén

$$a = \beta_1 c = 0,85 \cdot c = 127,5 \text{ (mm)}$$

+ Ứng suất trong cốt thép chịu kéo:

$$f_s = E_s \cdot \varepsilon_s = E_s \cdot \frac{0,003 \cdot \left(d_s - c\right)}{c} = 360 \text{ (Mpa)} < f_y = 420 \text{ (Mpa)}$$

$\rightarrow$ Lấy $f_s = 360$ (Mpa)

+ Ứng suất trong cốt thép chịu nén:

$$f_s^{'} = E_s \cdot \varepsilon_s^{'} = E_s \cdot \frac{0,003 \cdot \left(c - d_s^{'}\right)}{c} = 360 \text{ (Mpa)} < f_y = 420 \text{ (Mpa)}$$

$\rightarrow$ Lấy $f_s = 360$ (Mpa)

+ Áp dụng các công thức (5.10) và (5.11) ta có:

$$P_n = 0,85 f_c^{'} ab + A_s^{'} f_s^{'} - A_s f_s = 910,35 \text{ (KN)}$$

$$M_n = 0,85 f_c^{'} ab\left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2}\right) + A_s f_s \left(d_s - \frac{h}{2}\right) + A_s^{'} f_s^{'} \left(\frac{h}{2} - d_s^{'}\right) = 144,61 \text{ (KN.m)}$$

+ Độ lệch tâm $e = \frac{M_n}{P_n} = 0,1588$ (m) > $e = \frac{M_u}{P_u} = 0.1$ (m). Tăng c và lặp lần tiếp theo

- Tiến hành tương tự với các giá trị c giả định, cuối cùng ta tính được c = 183,8475 mm. Ứng với giá trị c = 183,8475 mm ta có:

+ $M_n = 134,1119$ (KN.m)

+ $P_n = 1341,117$ (KN).

+ Hệ số sức kháng $\varphi = 0,75$

+ Sức kháng tính toán:

$$M_r = \varphi M_n = 100,58 \text{ (KN.m)}$$
$$P_r = \varphi P_n = 1005,84 \text{(KN)}$$

+ Độ lệch tâm $e = \frac{M_r}{P_r} = 0,1$ (m) = $e = \frac{M_u}{P_u} = 0.1$ (m).

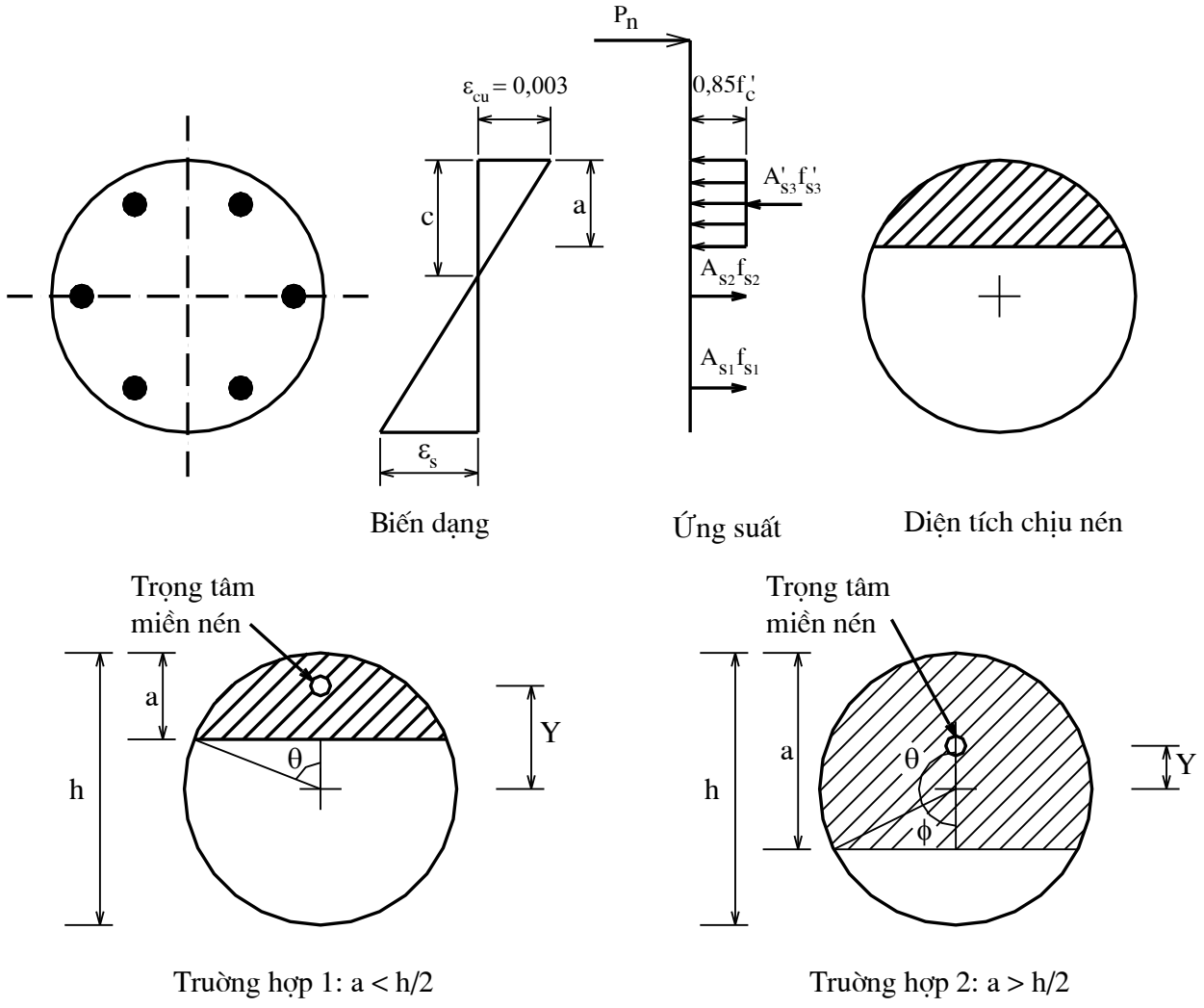
Vậy sức kháng tính toán:

$$M_r = \varphi M_n = 100,58 > M_u = 100 \text{ (KN.m)}$$
$$P_r = \varphi P_n = 1005,84 > P_u = 1000 \text{ (KN)}$$

Do đó cột đã chọn đảm bảo khả năng chịu lực.

### 5.3.1.3 Khả năng chịu lực của cột ngắn chịu nén lệch tâm, tiết diện hình tròn:

Tuỳ theo độ cao của vùng bê tông chịu nén, cột tiết diện tròn được chia làm hai trường hợp như hình 5.4




*Hình 5. 4. Cột chịu nén lệch tâm tiết diện hình tròn.*

- Trường hợp 1: $a \le \frac{h}{2};\ \theta < 90^0$

$$\theta = arccos\left(\frac{h/2-a}{h/2}\right) \tag{5.17}$$

- Trường hợp 2: $a > \frac{h}{2};\ \theta > 90^0$

$$\theta = arccos\left(\frac{h/2-a}{h/2}\right) \text{ và } \phi = arccos\left(\frac{a-h/2}{h/2}\right) \tag{5.18}$$

Diện tích vùng bê tông chịu nén được lấy như sau:

$$A_c = h^2\left(\frac{\theta_{rad} - \sin\theta cos\theta}{4}\right) \tag{5.19}$$

Mô men tĩnh của vùng bê tông chịu nén lấy với trọng tâm tiết diện hình tròn là:

$$A_c Y = h^3\left(\frac{\sin^3\theta}{12}\right)$$

Trong đó Y là khoảng cách từ trọng tâm vùng bê tông chịu nén đến tâm của tiết diện hình tròn.

Các phương trình cân bằng được viết như sau:

$$P_n = 0,85 f_c^{'} A_c + \sum A_s^{'} f_s^{'} - \sum A_s f_s \tag{5.20}$$

$$M_n = P_n e = 0,85 f_c^{'} A_c Y + \sum A_s f_s\left(d_i - \frac{h}{2}\right) + \sum A_s^{'} f_s^{'}\left(\frac{h}{2} - d_i^{'}\right) \tag{5.21}$$

Trong đó:

$f_s$ , $f_s^{'}$: Ứng suất trong cốt thép chịu kéo và chịu nén

$$f_s^{'} = E_s \cdot \varepsilon_s^{'} = E_s \cdot \frac{0,003 \cdot \left(c - d_i^{'}\right)}{c} \le f_y^{'}$$
$$f_s = E_s \cdot \varepsilon_s = E_s \cdot \frac{0,003 \cdot \left(d_i - c\right)}{c} \le f_y \tag{5.22}$$

$d_i$, $d'_i$ : Khoảng cách từ trọng tâm cốt thép chịu kéo và chịu nén đến thớ chịu nén ngoài cùng.

### 5.3.2 Tính toán cột mảnh

#### 5.3.2.1. Phương pháp khuyếch đại mô men:

Đối với cột mảnh, tải trọng lệch tâm sẽ gây ra một độ võng đáng kể, độ võng này làm tăng độ lệch tâm và do đó lại làm tăng mô men uốn, kết quả là độ võng của cấu kiện cứ tăng dần.

Mặt khác, khi chịu tải trọng dài hạn, trong bê tông xuất hiện hiện tượng từ biến làm giảm độ cứng của cột – tăng độ mảnh.

Trong tính toán, người ta xét đến ảnh hưởng của độ mảnh và từ biến bằng cách nhân mô men tính toán ban đầu với hệ số khuyếch đại mô men. Phương pháp xét đến ảnh hưởng như trên được gọi là "phương pháp khuyếch đại mô men".

**a/ đối với hệ khung không giằng:**

Mô men hoặc ứng suất tính toán có thể được tăng lên để phản ánh tác dụng của biến dạng như sau:

$$M_c = \delta_b M_{2b} + \delta_s M_{2s} \quad (5.23)$$

$$f_c = \delta_b f_{2b} + \delta_s f_{2s} \quad (5.24)$$

Trong đó:

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\varphi P_e}} \geq 1.0 \quad (5.25)$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{\varphi \sum P_c}} \quad (5.26)$$

Ở đây:

$P_u$: Tải trọng tính toán (đã nhân hệ số) dọc trục (N)

$P_e$ : Tải trọng uốn dọc tới hạn Euler (N)

$$P_e = \frac{\pi^2 EI}{(Kl)^2}$$

$\phi$: Hệ số kháng nén dọc trục lấy bằng 0,75

$M_{2b}$: Mô men trên thanh (cấu kiện ) chịu nén do tải trọng trọng lực tính toán (đã nhân hệ số ) mà không dẫn đến oằn đáng kể được tính toán bằng phương pháp khung đàn hồi bậc nhất quy ước, luôn luôn dương ( N.mm)

$f_{2b}$: Ứng suất tương ứng với $M_{2b}$ (MPa)

$M_{2s}$ : Mô men trên thanh chịu nén do lực ngang tính toán hoặc tải trọng trọng lực tính toán (đã nhân hệ số) mà gây ra độ oằn, $\Delta$ lớn hơn $l_u/500$, được tính bằng phương

pháp phân tích khung đàn hồi bậc nhất quy ước, luôn luôn dương ( N.mm).

$f_{2s}$: Ứng suất tương ứng với $M_{2s}$ (MPa)

$C_m$: Hệ số được lấy bằng 1,0.

Giá trị EI dùng để xác định $P_e$ phải lấy giá trị lớn hơn của :

$$EI = \frac{\frac{E_c I_g}{5} + E_s I_s}{1+\beta_d} \quad (5.27)$$

$$EI = \frac{\frac{E_c I_g}{2,5}}{1+\beta_d} \quad (5.28)$$

Trong đó :

$E_c$: Mô đun đàn hồi của bê tông (MPa)

$I_g$: Mô men quán tính mặt cắt nguyên của bê tông xung quanh trục chính ($mm^4$)

$E_s$: Mô đun đàn hồi của thép dọc (MPa)

$I_s$: Mô men quán tính của cốt thép dọc xung quanh trục chính ($mm^4$)

$\beta_d$: Tỷ lệ giữa mô men tính toán lớn nhất do tải trọng thường xuyên với mô men tính toán lớn nhất do toàn bộ tải trọng, trị số luôn luôn dương.

**b/. Đối với hệ khung giằng:**

Mô men tính toán có thể được tăng lên để phản ánh tác dụng của biến dạng như sau:

$$M_c = \delta_b M_{2b} \quad (5.29)$$

Trong đó:

$$\delta_b = \frac{C_m}{1-\frac{P_u}{\varphi P_e}} \geq 1.0 \quad (5.30)$$

$C_m$ có thể lấy như sau:

$$C_m = 0.6 + 0.4\frac{M_{1b}}{M_{2b}} \geq 0.4 \quad (5.31)$$

Trong đó:

$M_{1b}$**:** Mô men bé hơn tại đầu mút.

$M_{2b}$: Mô men lớn hơn tại đầu mút.

Tỉ số $M_{1b}/M_{2b}$ được coi là dương nếu cấu kiện bị uốn theo độ cong một chiều và âm nếu nó bị uốn theo độ cong hai chiều.

**5.3.2.2 Quy trình tính toán cột mảnh:**

1. Xác định hệ số chiều dài tính toán K.

2. Xác định cột thuộc loại cột ngắn hay mảnh

- Đối với kết cấu không có giằng liên kết, khi tỷ số độ mảnh $\frac{K.l_u}{r} < 22$ thì được coi là cột ngắn – không xét đến hiệu ứng độ mảnh.

- Đối với kết cấu có giằng chống bên, khi $\frac{K.l_u}{r} < 34 - 12\left(\frac{M_1}{M_2}\right)$ thì được coi là cột ngắn.

Ở đây:

K: Hệ số độ dài hữu hiệu.

$l_u$: Chiều dài không có thanh giằng.

r: Bán kính quán tính.

$M_1$, $M_2$ tương ứng là mô men nhỏ và lớn ở đầu và thành phần $M_1/M_2$ là dương đối với đường cong uốn đơn.

3. Nếu cột đã cho thuộc loại cột mảnh và $\frac{K.l_u}{r} < 100$, tính mô men khuyếch đại $M_c$.

4. Tính toán cột bằng cách sử dụng mô men $M_c$ và lực dọc $P_u$.

### 5.3.3 Tính toán cột chịu nén lệch tâm theo hai phương

Thay cho việc tính dựa trên cơ sở cân bằng và tương thích biến dạng cho trường hợp uốn hai chiều, các kết cấu không tròn chịu uốn hai chiều và chịu nén có thể tính theo các biểu thức gần đúng sau :

- Nếu lực tính toán dọc trục không nhỏ hơn $0{,}1\varphi f'_c A_g$ :

$$\frac{1}{P_{rxy}} = \frac{1}{P_{rx}} + \frac{1}{P_{ry}} - \frac{1}{\varphi P_o} \qquad (5.32)$$

Trong đó :

$$P_o = 0{,}85 f'_c (A_g - A_{st}) + A_{st} f_y \qquad (5.33)$$

- Nếu tải trọng tính toán dọc trục nhỏ hơn $0{,}10\varphi f'_c A_g$ :

$$\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \le 1{,}0 \qquad (5.34)$$

Ở đây :

φ: Hệ số sức kháng đối với các cấu kiện chịu nén dọc trục

$P_{rxy}$: Sức kháng dọc trục tính toán khi uốn theo hai phương (N)

$P_{rx}$:Sức kháng dọc trục tính toán được xác định trên cơ sở chỉ tồn tại độ lệch $e_y$ (N)

$P_{ry}$:Sức kháng dọc trục tính toán được xác định trên cơ sở chỉ tồn tại độ lệch $e_x$ (N)

$P_u$: Lực dọc trục tính toán (N)

$M_{ux}$: Mô men tính toán tác dụng theo trục X (N.mm)

$M_{uy}$: Mô men tính toán tác dụng theo trục Y (N.mm)

$e_x$:Độ lệch tâm của lực dọc trục tính toán tác dụng theo hướng trục X ( = $M_{uy}/P_u$ (mm))

$e_y$: Độ lệch tâm của lực dọc trục tính toán tác dụng theo hướng trục Y (= $M_{ux}/P_u$ (mm)).

$M_{rx}$: Sức kháng uốn tính toán đơn trục của mặt cắt theo phương trục X (N.mm)

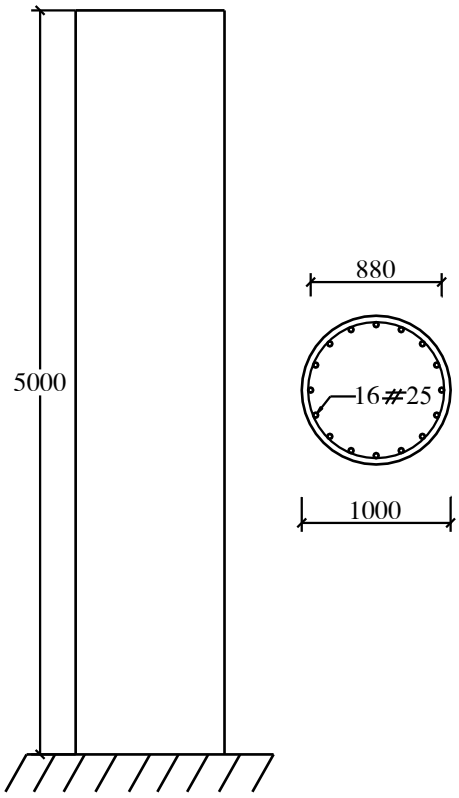
$M_{ry}$: Sức kháng uốn tính toán đơn trục của mặt cắt thoe phương trục Y (N.mm)

Sức kháng dọc trục tính toán $P_{rx}$ và $P_{ry}$ không được lấy lớn hơn tích số của hệ số sức kháng φ và sức kháng nén danh định lớn nhất tính theo các công thức (7.7) hoặc (7.8).

Khi tính toán, nếu cột là mảnh, các giá trị $M_{ux}$, $M_{uy}$ phải được tính theo phương pháp khuyếch đại mô men.

**Ví dụ 5.3:** Tính duyệt khả năng chịu lực của cột chịu lực dọc trục đặt cốt đai thường biết:

- Cột có tiết diện hình tròn, D = 1000 mm
- Bê tông có $f'_c$ = 28 Mpa; $\gamma_c$ = 2450 (KN/$m^3$)
- Cốt thép ASTM A615M có: $f_y$ = 420 Mpa,
  mô đun đàn hồi của cốt thép $E_s = 2.10^5$ Mpa.
- Sử dụng 16 # 25.
- Chiều dày lớp bê tông bảo vệ $d_c$ = 60 mm.
- Chiều dài tự do của cột $l_u$ = 5000 mm.
- Tải trọng lớn nhất ở TTGH cường độ
  + $M_u$ = 1000 (KN.m)
  + Mô men tính toán do tải trọng thường xuyên
    $M_{up}$ = 150 (KN.m)
  + $P_u$ = 4500 KN.




**Giải:**

- Hệ số độ mảnh K = 2,1.
- Tỷ số độ mảnh: $\frac{K.l_u}{r}$

Trong đó:

+ $l_u$ = 5000 mm.

+ r: Bán kính quán tính quay của mặt cắt nguyên

$$r = \frac{D}{4} = 250 \text{ mm.}$$

Do đó: $\frac{K.l_u}{r} = 2{,}1 \cdot \frac{5000}{250} = 42 > 22$ nên cột thuộc loại cột mảnh.

- Tính $P_e$: $P_e = \frac{\pi^2 EI}{(Kl_u)^2}$

Trong đó độ cứng EI được lấy bằng giá trị lớn hơn trong hai giá trị sau:

$$EI = \frac{\frac{E_c I_g}{5} + E_s I_s}{1 + \beta_d}$$

$$EI = \frac{\frac{E_c I_g}{2,5}}{1+\beta_d}$$

Ta có:

$$E_c = 0,043 \cdot \gamma_c^{1,5} \cdot \sqrt{f_c'} = 27592,85 \text{ (Mpa)}$$

$E_s = 2.10^5$ (MPa).

$$I_g = \frac{\pi \cdot D^4}{64} = 49.062.500.000 \text{ (mm}^4\text{)}$$

$I_s = 308.211.200$ (mm$^4$)

$$\beta_d = \frac{M_{up}}{M_u} = 0,15$$

Do đó:

$$\frac{\frac{E_c I_g}{5} + E_s I_s}{1+\beta_d} = 2,89.10^{14} \text{ (N.mm}^2\text{).}$$

$$\frac{\frac{E_c I_g}{2,5}}{1+\beta_d} = 4,71.10^{14} \text{ (N.mm}^2\text{)}$$

Vậy: $EI = 4,71.10^{14}$ (N.mm$^2$).

Thay số có: $P_e = \frac{\pi^2 EI}{(Kl_u)^2} = 42110376.16$ (N) = 42110,38 (KN).

- Tính mô men khuyếch đại: $M_c = \delta_b M_{2b} + \delta_s M_{2s}$

Trong đó:

+ $\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\varphi P_e}} \geq 1.0$

Ở đây $C_m = 1$ nên: $\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\varphi P_e}} = 1,17.$

+ $\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{\varphi \sum P_e}} = 1,17.$

Do đó mô men khuyếch đại:

$$M_c = \delta_b M_{2b} + \delta_s M_{2s} = 1,17(M_{2b} + M_{2s}) = 1,17 M_u = 1170 \text{ (KN.m)}$$

- Duyệt mặt cắt đã cho ứng với tải trọng:

$M_c = 1170$ (KN.m).

$P_u = 4500$ (KN).

**Xây dựng biểu đồ tương tác M – P**

1. Trường hợp chịu nén đúng tâm:

Hệ số sức kháng φ = 0,75.

$A_{st}$ = 8160 $mm^2$.

áp dụng công thức (7.8) ta có:

$$P_{n(max)} = 0,8\left[0,85 f_c^{'}\left(A_g - A_{st}\right) + A_{st} f_y\right]$$

$$= 0,8\left[0,85 \cdot 28 \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 1000^2}{4} - 8160\right) + 8160 \cdot 420\right] = 17540,4 \text{ (KN)}$$

$$P_r = \varphi P_n = 0,75 \times 17540,4 = 13155,3 \text{ (KN)}$$

2. Tính ở trường hợp phá hoại cân bằng (cốt thép chịu kéo lớn nhất bị chảy dẻo và bê tông vùng chịu nén bị nén vỡ):

Biến dạng lớn nhất của cốt thép: $\varepsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{420}{2 \cdot 10^5} = 0,0021$

Chiều cao trục trung hoà: $c_b = d_9 \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_y} = 940 \frac{0,003}{0,003 + 0,0021} = 553(\text{mm}) > \frac{D}{2} = 500$ mm

Biến dạng và ứng suất trong các thanh cốt thép được cho trong bảng sau:

| Hàng thép | $d_i$ (mm) | $\varepsilon_i$ ($10^{-3}$) | $f_{si}$ (Mpa) |
|---|---|---|---|
| 1 | 60 | -2.67 | -420 |
| 2 | 93.49 | -2.49 | -420 |
| 3 | 188.87 | -1.98 | -395.1 |
| 4 | 331.62 | -1.2 | -240.2 |
| 5 | 500 | -0.29 | -57.45 |
| 6 | 668.38 | 0.63 | 125.26 |
| 7 | 811.13 | 1.4 | 280.16 |
| 8 | 906.51 | 1.92 | 383.66 |
| 9 | 940 | 2.1 | 420 |

Ghi chú: Các giá trị ứng suất lớn hơn 420 Mpa được lấy bằng 420 Mpa.

Các thông số tính toán của vùng bê tông chịu nén:

+ Góc mở $\theta = arccos\left(\frac{h/2 - a}{h/2}\right) = 96,078^0 = 1,677$ (rad)

+ Diện tích của vùng bê tông chịu nén:

$$A_c = h^2\left(\frac{\theta_{rad} - \sin\theta cos\theta}{4}\right) = 1000^2\left(\frac{1,677 - \sin(96,078^0)cos(96,078^0)}{4}\right)$$

$$= 445541 \text{ (mm}^2\text{)}$$

+ Khoảng cách từ trọng tâm vùng bê tông chịu nén đến tâm của tiết diện hình tròn:

$$Y = \frac{h^3}{A_c}\left(\frac{\sin^3\theta}{12}\right) = \frac{1000^3 \times \sin^3(96,078^0)}{445541 \times 12} = 183,9 \text{ (mm)}$$

Khả năng chịu lực của cột:

$$P_n = 0,85 f_c^{'} A_c + \sum A_s^{'} f_s^{'} - \sum A_s f_s = 10786,8 \text{ (KN)}$$

$$M_n = P_n e = 0,85 f_c^{'} A_c Y + \sum A_s f_s \left( d_i - \frac{h}{2} \right) + \sum A_s^{'} f_s^{'} \left( \frac{h}{2} - d_i^{'} \right) = 22617,5 \text{ (KN.m)}$$

Tính hệ số sức kháng φ:

+ Tính theo 22TCN 272 – 05: áp dụng công thức (5.14) ta có:

$$\varphi = 0,9 - 0,1125 \frac{P_n}{0,1 f_c^{'} A_g} = 0,9 - 0,1125 \frac{4 \cdot 10786800}{0,1 \cdot 28 \cdot 1000^2} = 0,348 < 0,75$$

$\rightarrow \varphi = 0,75$

Sức kháng tính toán:

$$M_r = \varphi M_n = 0,75 \times 22617,5 = 16963,1 \text{ (KN.m)}$$

$$P_r = \varphi P_n = 0,75 \times 10786,8 = 8090,1 \text{ (KN)}$$

3. Lấy 1 vài giá trị c, các kết quả tính toán cho trong bảng sau:

| c (mm) | $\varepsilon_{s1}$ ($10^{-3}$) | $\varepsilon_{s2}$ ($10^{-3}$) | $\varepsilon_{s3}$ ($10^{-3}$) | $\varepsilon_{s4}$ ($10^{-3}$) | $\varepsilon_{s5}$ ($10^{-3}$) | $\varepsilon_{s6}$ ($10^{-3}$) | $\varepsilon_{s7}$ ($10^{-3}$) | $\varepsilon_{s8}$ ($10^{-3}$) | $\varepsilon_{s9}$ ($10^{-3}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 940 | -2.81 | -2.70 | -2.40 | -1.94 | -1.40 | -0.87 | -0.41 | -0.11 | 0.00 |
| 880 | -2.80 | -2.68 | -2.36 | -1.87 | -1.30 | -0.72 | -0.23 | 0.09 | 0.20 |
| 830 | -2.78 | -2.66 | -2.32 | -1.80 | -1.19 | -0.58 | -0.07 | 0.28 | 0.40 |
| 780 | -2.77 | -2.64 | -2.27 | -1.72 | -1.08 | -0.43 | 0.12 | 0.49 | 0.62 |
| 720 | -2.75 | -2.61 | -2.21 | -1.62 | -0.92 | -0.22 | 0.38 | 0.78 | 0.92 |
| 660 | -2.73 | -2.58 | -2.14 | -1.49 | -0.73 | 0.04 | 0.69 | 1.12 | 1.27 |
| 600 | -2.70 | -2.53 | -2.06 | -1.34 | -0.50 | 0.34 | 1.06 | 1.53 | 1.70 |
| 500 | -2.64 | -2.44 | -1.87 | -1.01 | 0.00 | 1.01 | 1.87 | 2.44 | 2.64 |
| 440 | -2.59 | -2.36 | -1.71 | -0.74 | 0.41 | 1.56 | 2.53 | 3.18 | 3.41 |
| 385 | -2.53 | -2.27 | -1.53 | -0.42 | 0.90 | 2.21 | 3.32 | 4.06 | 4.32 |
| 330 | -2.45 | -2.15 | -1.28 | 0.01 | 1.55 | 3.08 | 4.37 | 5.24 | 5.55 |
| 280 | -2.36 | -2.00 | -0.98 | 0.55 | 2.36 | 4.16 | 5.69 | 6.71 | 7.07 |
| 220 | -2.18 | -1.73 | -0.42 | 1.52 | 3.82 | 6.11 | 8.06 | 9.36 | 9.82 |
| 165 | -1.91 | -1.30 | 0.43 | 3.03 | 6.09 | 9.15 | 11.75 | 13.48 | 14.09 |
| 140 | -1.71 | -1.00 | 1.05 | 4.11 | 7.71 | 11.32 | 14.38 | 16.43 | 17.14 |

| *C (mm)* | $f_{s1}$ *(Mpa)* | $f_{s2}$ *(Mpa)* | $f_{s3}$ *(Mpa)* | $f_{s4}$ *(Mpa)* | $f_{s5}$ *(Mpa)* | $f_{s6}$ *(Mpa)* | $f_{s7}$ *(Mpa)* | $f_{s8}$ *(Mpa)* | $f_{s9}$ *(Mpa)* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 940 | -420 | -420 | -420 | -388.3 | -280.9 | -173.4 | -82.26 | -21.38 | 0.00 |
| 880 | -420 | -420 | -420 | -373.9 | -259.1 | -144.3 | -46.96 | 18.07 | 40.91 |
| 830 | -420 | -420 | -420 | -360.3 | -238.6 | -116.8 | -13.64 | 55.31 | 79.52 |
| 780 | -420 | -420 | -420 | -344.9 | -215.4 | -85.86 | 23.94 | 97.31 | 123.08 |
| 720 | -420 | -420 | -420 | -323.7 | -183.3 | -43.02 | 75.94 | 155.42 | 183.33 |
| 660 | -420 | -420 | -420 | -298.5 | -145.5 | 7.62 | 137.39 | 224.1 | 254.55 |
| 600 | -420 | -420 | -411.1 | -268.4 | -100 | 68.38 | 211.13 | 306.51 | 340 |
| 500 | -420 | -420 | -373.4 | -202.1 | 0 | 202.06 | 373.35 | 420 | 420 |
| 440 | -420 | -420 | -342.4 | -147.8 | 81.82 | 311.43 | 420 | 420 | 420 |
| 385 | -420 | -420 | -305.7 | -83.19 | 179.22 | 420 | 420 | 420 | 420 |
| 330 | -420 | -420 | -256.6 | 2.94 | 309.09 | 420 | 420 | 420 | 420 |
| 280 | -420 | -399.7 | -195.3 | 110.61 | 420 | 420 | 420 | 420 | 420 |
| 220 | -420 | -345 | -84.89 | 304.42 | 420 | 420 | 420 | 420 | 420 |
| 165 | -381.8 | -260 | 86.81 | 420 | 420 | 420 | 420 | 420 | 420 |
| 140 | -342.9 | -199.3 | 209.46 | 420 | 420 | 420 | 420 | 420 | 420 |

| C (mm) | $\theta^o$(rad) | $A_c$ ($mm^2$) | Y (mm) | $P_n$ (KN) | $M_n$ (KN.m) | φ | $P_r$ (KN) | $M_r$ (KN.m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 940 | 2.65 | 766159 | 11.65 | 19105.2 | 3700.17 | 0.75 | 14328.9 | 2775.13 |
| 880 | 2.43 | 732013 | 31.25 | 18226.5 | 7172.93 | 0.75 | 13669.8 | 5379.70 |
| 830 | 2.29 | 696863 | 50.71 | 17327.6 | 10282.32 | 0.75 | 12995.7 | 7711.74 |
| 780 | 2.17 | 657284 | 72.10 | 16315.3 | 13314.58 | 0.75 | 12236.5 | 9985.93 |
| 720 | 2.03 | 605379 | 99.68 | 14982.7 | 16623.65 | 0.75 | 11237.1 | 12467.74 |
| 660 | 1.90 | 549925 | 128.87 | 13548 | 19394.39 | 0.75 | 10161 | 14545.79 |
| 600 | 1.77 | 492028 | 159.31 | 12028.7 | 21492.39 | 0.75 | 9021.51 | 16119.3 |
| 500 | 1.57 | 392699 | 212.21 | 9394.72 | 23123.32 | 0.75 | 7046.04 | 17342.49 |
| 440 | 1.45 | 332843 | 244.98 | 7833.55 | 22752.89 | 0.75 | 5875.16 | 17064.67 |
| 385 | 1.34 | 278721 | 275.58 | 6413.54 | 21610.88 | 0.75 | 4810.15 | 16208.16 |
| 330 | 1.22 | 226034 | 306.63 | 5041.31 | 19707.47 | 0.75 | 3780.98 | 14780.61 |
| 280 | 1.12 | 180020 | 335.22 | 3818.82 | 17393.06 | 0.75 | 2864.12 | 13044.8 |
| 220 | 0.98 | 128114 | 369.9 | 2433.67 | 13954.65 | 0.78 | 1887.31 | 10821.85 |
| 165 | 0.84 | 84801 | 402.03 | 1243.81 | 10328.98 | 0.84 | 1040.29 | 8638.86 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 140 | 0.77 | 66833 | 416.73 | 735.442 | 8559.32 | 0.86 | 634.23 | 7381.36 |

4. Trường hợp chịu uốn thuần tuý:

Bằng cách thử dần với một vài giá trị chiều cao vùng bê tông chịu nén c ta có:

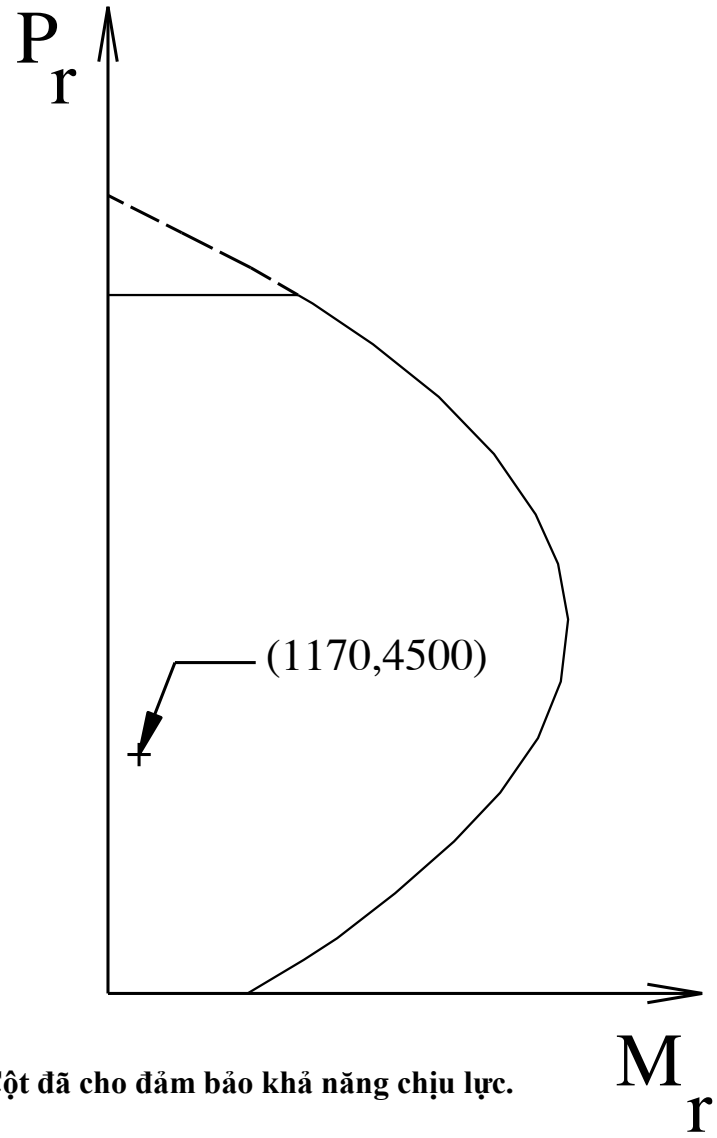
Với trường hợp uốn thuần tuý c = 102,9244 mm.

Khi đó có:

+ Mô men kháng danh định: $M_n$ = 5806,83 (KN.m)

+ Mô men kháng tính toán: $M_r = \varphi M_n = 0,9M_n = 5226,15$(KN.m)

5. Vẽ biểu đồ tương tác M – P:




**Kết luận: Cột đã cho đảm bảo khả năng chịu lực.**

# 6 KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC ( BÊ TÔNG ỨNG SUẤT TRƯỚC)

## 6.1 KHÁI NIỆM CHUNG

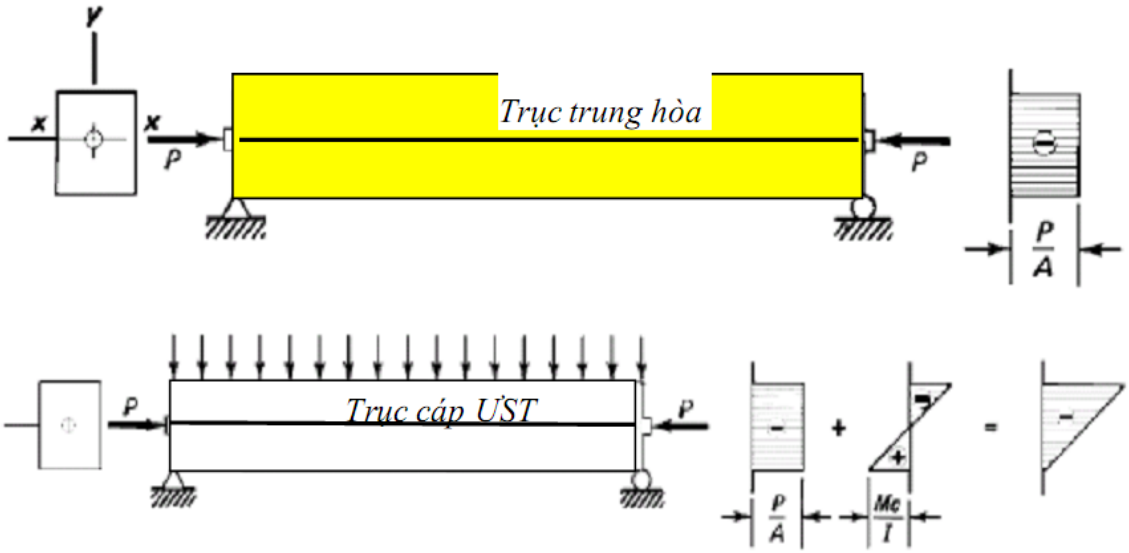
### 6.1.1 Giới thiệu

Khái niệm về dự ứng lực ra đời trước khi xuất hiện vật liệu bê tông. Để chế tạo thùng rượu, người ta sử dụng các đai kim loại bó quanh các thanh gỗ hoặc lực căng trước trong vành bánh xe đạp. Dự ứng lực ban đầu sẽ tạo ra ứng suất ngược chiều với ứng suất sinh ra so tải trọng sử dụng.

Trong cấu kiện bê tông cốt thép dự ứng lực, cốt thép được kéo một lực nhất định rồi gắn chặt vào trong bê tông thông qua lực dính hoặc neo. Nhờ tính đàn hồi tốt, cốt thép có xu hướng co lại và sinh ra lực nén trong bê tông. Ứng suất nén này làm triệt tiêu hoặc giảm ứng suất kéo do tải trọng sử dụng gây ra, do vậy làm tăng khả năng chịu kéo của bê tông và làm giảm sự phát triển vết nứt.

### 6.1.2 Trạng thái ứng suất dầm bê tông dự ứng lực

#### 6.1.2.1. Lực nén trước trùng với tâm tiết diện




*Hình 6.1 : Phân bố ứng suất trong dầm dự ứng lực đúng tâm*

Lực nén trước đúng tâm gây ra ứng suất đều trên tiết diện :

$$f_c = -\frac{P}{A_c} \qquad (6.1)$$

Trong đó : $A_c$ : diện tích phần bê tông ; P : lực nén trước

Nếu có tải trọng tác dụng lên dầm, giá trị mô men uốn lớn nhất tại tiết diện giữa dầm sẽ gây ra ứng suất tại thớ ngoài cùng của tiết diện cách trọng tâm của tiết diện một đoạn là c. Khi đó ứng suất tổng cộng sẽ là :

$$f_c^t = -\frac{P}{A_c} - \frac{M}{I_g} y_t; \quad f_c^b = -\frac{P}{A_c} + \frac{M}{I_g} y_b \qquad (6.2)$$

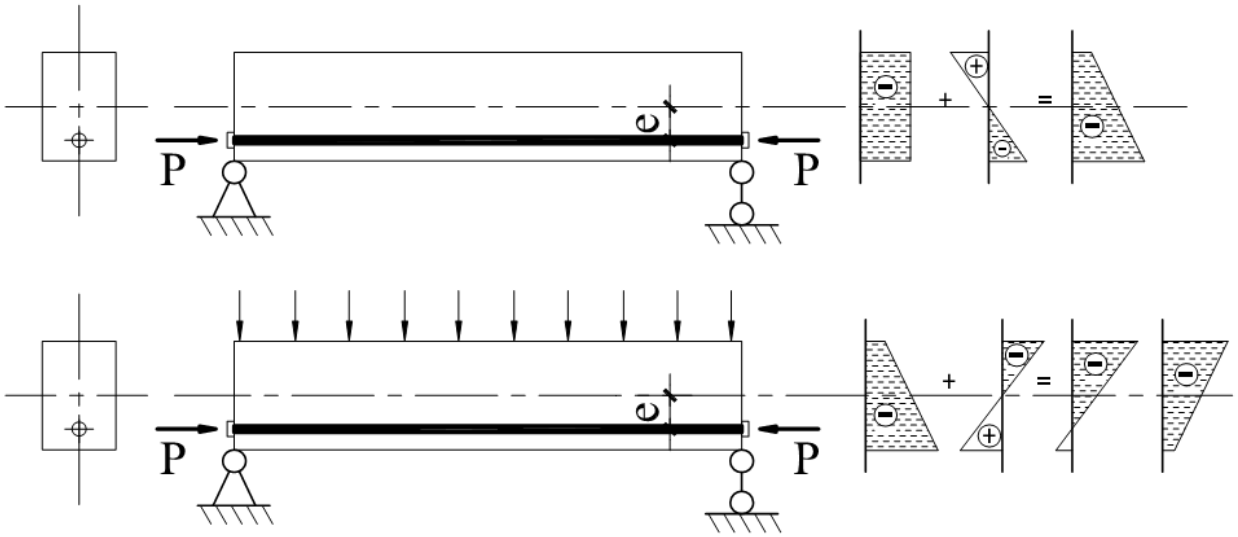
Trong đó : $f_c^t; f_c^b$ lần lượt là ứng suất tại thớ trên và dưới của tiết diện

$y_t; y_b$ : khoảng cách từ điểm cần tính ứng suất đến TTH

$I_g$ : Mô men quán tính nguyên của tiết diện

Như vậy, nhờ có lực nén trước nên ứng suất kéo giảm xuống và ứng suất nén trong tiết diện tăng lên dưới tác dụng của tải trọng.

**6.1.2.2. Lực nén trước không trùng với tâm tiết diện**




*Hình 6.2 : Phân bố ứng suất trong dầm dự ứng lực lệch tâm*

Khi lực dự ứng trước đặt lệch tâm so với tiết diện một đoạn là e thì lực nén trước gây ra một mô men uốn có giá trị là Pe. Lúc này ứng suất tổng cộng tại một tiết diện bất kỳ được tính như sau :

$$f_c^t = -\frac{P}{A_c} + \frac{Pe}{I_g} y_t - \frac{M}{I_g} y_t; \quad f_c^b = -\frac{P}{A_c} + \frac{Pe}{I_g} y_b + \frac{M}{I_g} y_b \qquad (6.4)$$

## 6.2 PHÂN LOẠI BÊ TÔNG CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

Có nhiều cách phân loại bê tông cốt thép DUWL tùy thuốc vào đặc điểm thiết kế và phương pháp thi công.

### 6.2.1 Theo vị trí của lực căng

Theo vị trí của cốt thép kéo căng thì BTCT DƯL được chia thành

+ BTCT DƯL căng ngoài (hình 6.3a)

+ BTCT DƯL căng trong (hình 6.3b)

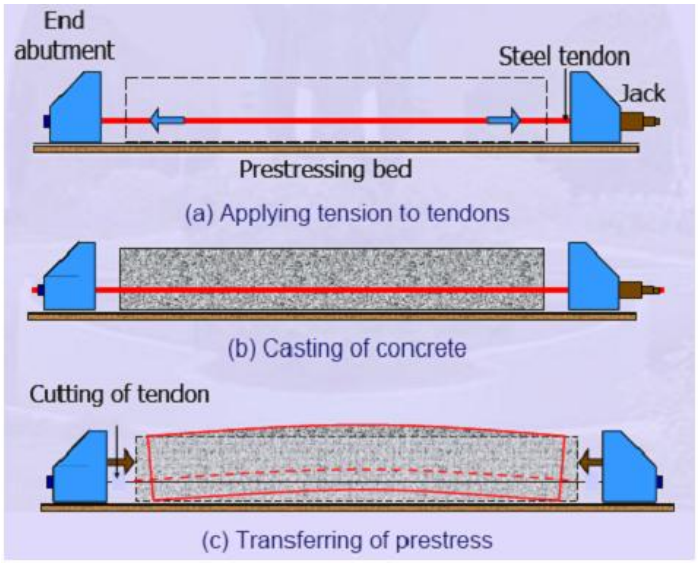
*Hình 6.3 : Cấu kiện BTCT DƯL căng ngoài và căng trong*

### 6.2.2 Theo thời điểm căng

Theo thời điểm căng, BTCT DƯL chia thành :

+ BTCT DƯL căng trước (hình 6.4)

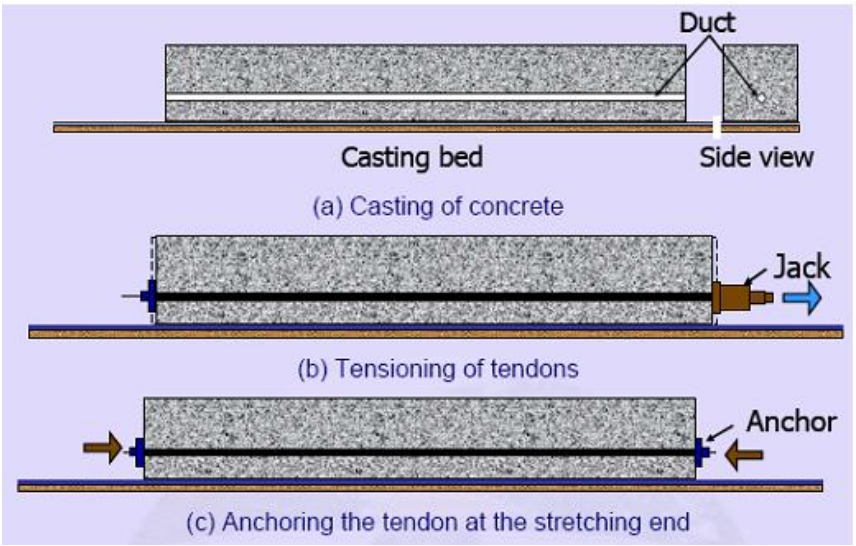
+ BTCT DƯL căng sau (Hình 6.5)




Các bước thi công:

1. Căng cáp
2. Đổ bê tông
3. Cắt cáp, truyền ứng suất cho bê tông

*Hình 6.4 : Các bước thi công BTCT DƯL kéo trước*




Các bước thi công:

1. Đổ bê tông
2. Căng cáp
3. Neo cáp vào cấu kiện

*Hình 6.5 : Các bước thi công BTCT DƯL kéo sau*

*Hình 6.6 : Sàn bê tông BTCT DƯL kéo sau*

### 6.2.3 Theo hình dạng cáp dự ứng lực

Theo hình dạng của cáp dự ứng lực chia thành :

+ BTCT DƯL có cáp DƯL thẳng

+ BTCT DƯL có cáp DƯL đặt theo đường cong

### 6.2.4 Theo mức độ hạn chế ứng suất kéo trong trong bê tông

Theo độ lớn của lực căng, BTCT DƯL được chia thành :

+ BTCT DƯL căng toàn phần : Là cấu kiện được thiết kế sao cho không xuất hiện ứng suất kéo trong bê tông dưới tác dụng của tải trọng sử dụng.

+ BTCT DƯL căng một phần : Là cấu kiện được thiết kế có xuất hiện ứng suất kéo trong bê tông dưới tác dụng của tải trọng sử dụng.

### 6.2.5 Theo mức độ dính bám của thép dự ứng lực và bê tông

Theo mức độ dính bám của thép DƯL và bê tông được chia thành :

+ BTCT DƯL có cốt thép dính bám: Là cấu kiện cốt thép dự ứng lực có dính bám với bê tông, có sự tương thích về biến dạng của cốt thép dự ứng lực và bê tông ở các thớ liền kề.

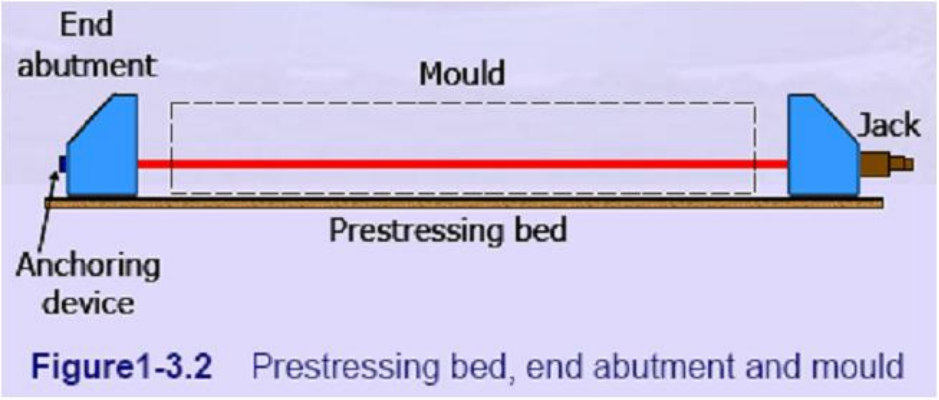
+ BTCT DƯL có cốt thép không dính bám: Là cấu kiện cốt thép dự ứng lực không dính bám với bê tông, sự tương thích về biến dạng của cốt thép dự ứng lực và bê tông ở các thớ liền kề là không có.

## 6.3 CÁC CHỈ DẪN VỀ CẤU TẠO

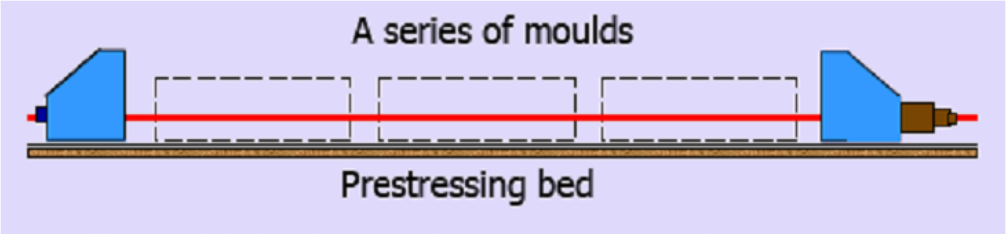
### 6.3.1 Thiết bị cho cấu kiện BTCT DƯL

#### 6.3.1.1. Hệ thống tạo lực cho cấu kiện căng trước

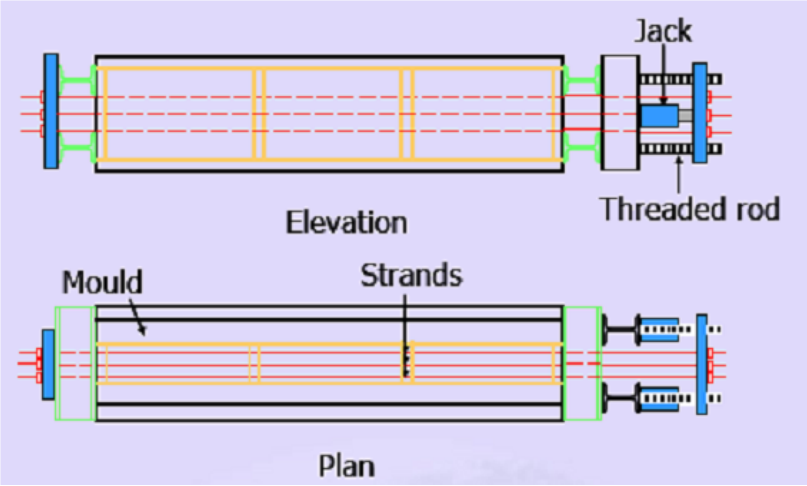
Các thiết bị dùng cho BTCT DƯL căng trước :




*Hình 6.7: Bệ đổ, bệ neo và khuôn đổ bê tông*



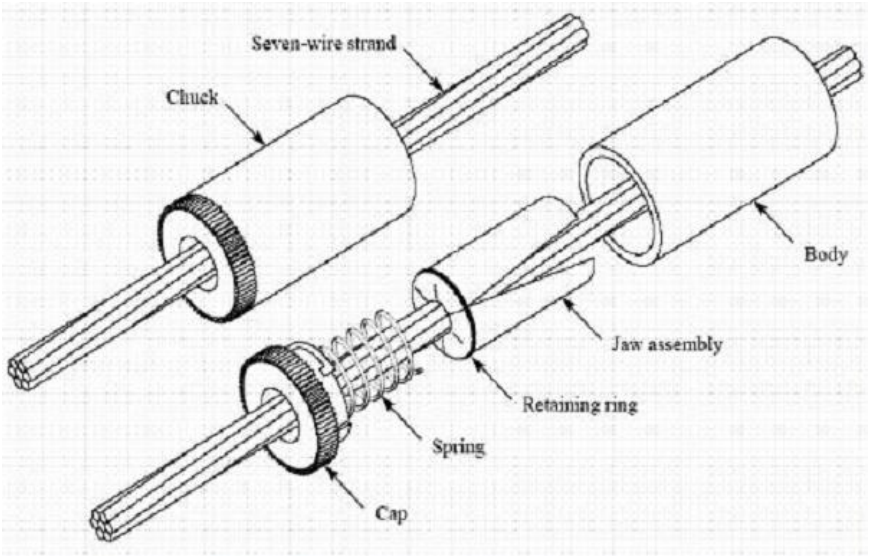

*Hình 6.8: Sơ đồ bệ đúc hàng loạt*




*Hình 6.8: Hệ thống thiết bị cho cấu kiện căng trước*

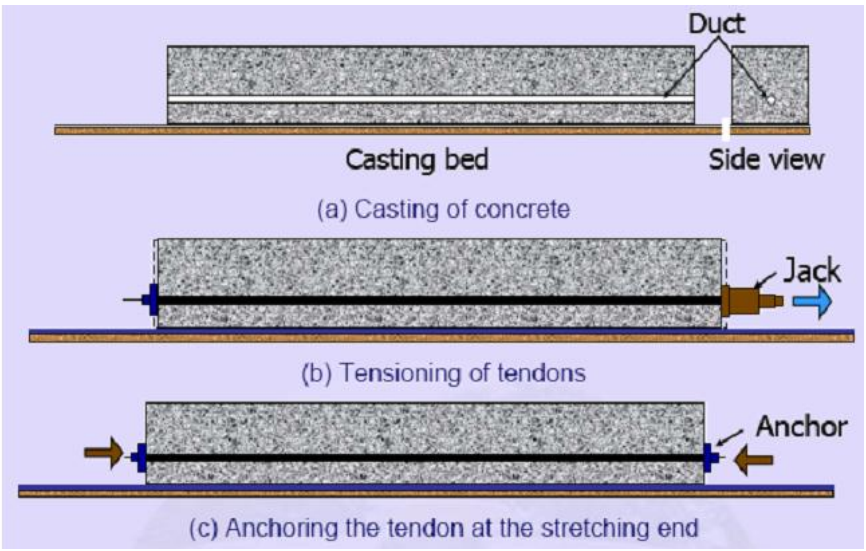
Trong cấu kiện căng trước, cốt thép dự ứng lực được neo vào một đầu cố định, đầu còn lại sẽ được kéo với một lực P. Tiếp đó các loại cốt thép thường được đặt vào và đổ bê tông. Đợi cho bê tông đông cứng và đạt đến cường độ nhất định (thường là 70% giá trị cường độ chịu nén thiết kế của bê tông) rồi tiến hành cắt cốt thép. Lúc này lực căng trước trong cốt thép dự ứng lực được truyền sang bê tông thông qua lực dính bám giữa bê tông và cốt thép.

Thiết bị neo : Thiết bị neo dựa trên nguyên lý nêm và ma sát



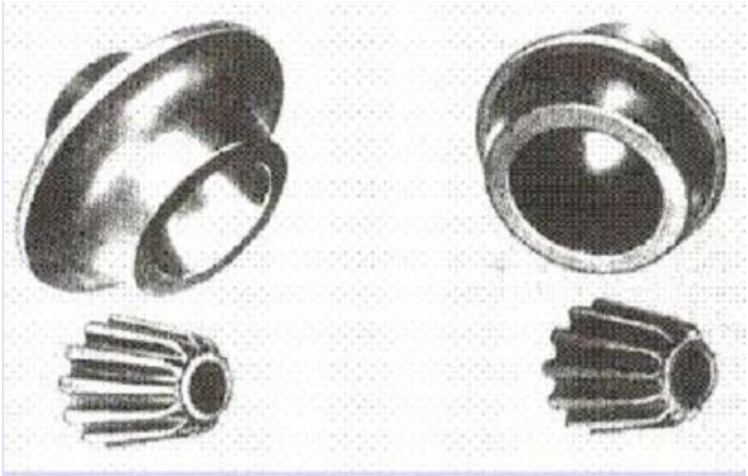

*Hình 6.9: Đầu neo cáp dự ứng lực*

**6.3.1.2. Hệ thống tạo lực cho cấu kiện căng sau**

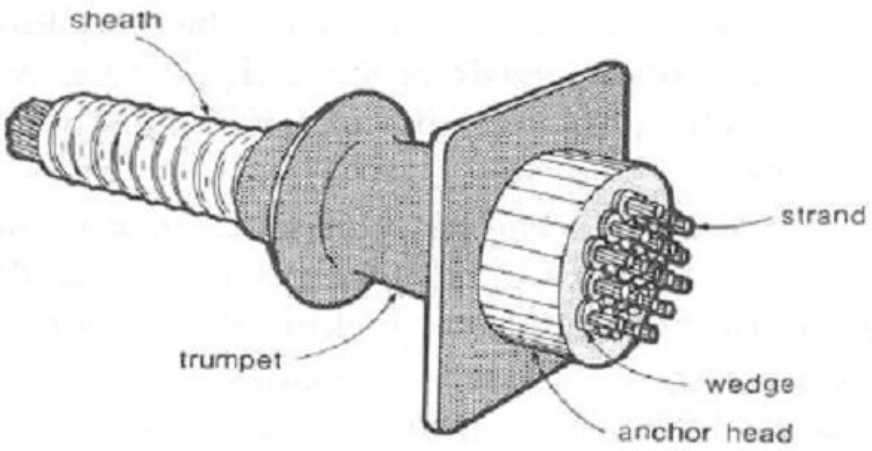



*Hình 6.10: Hệ thống thiết bị cho cấu kiện căng sau*

Thiết bị neo: Một số thiết bị neo thường dùng



*Hình 6.11: Mũ neo Freyssinet dạng 'T'*




*Hình 6.12: Thiết bị neo*

### 6.3.2 Vật liệu dùng trong BTCT DƯL

#### 6.3.2.1. Bê tông

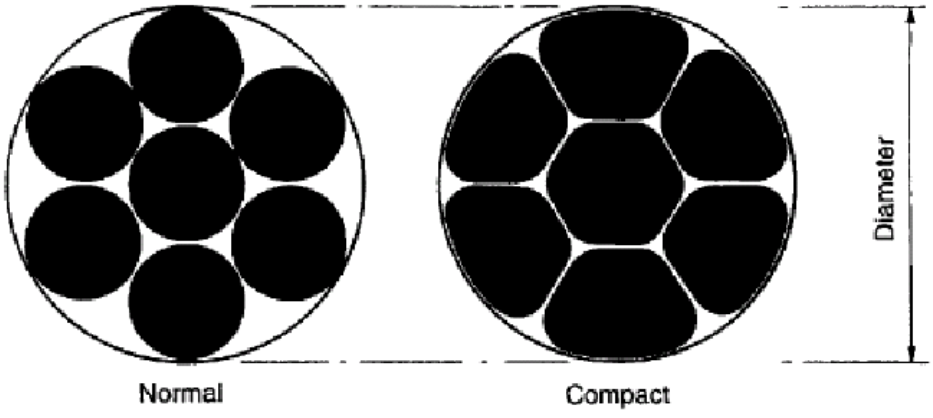
Bê tông dùng trong cấu kiện BTCT DƯL thường là bê tông nặng và có các đặc điểm sau :

- Cường độ cao để có thể chịu được ứng suất tại các vùng neo ; khả năng chịu nén, kéo và cắt tốt ; độ cứng cấu kiện lớn nhằm giảm độ võng của kết cấu ; hạn chế vết nứt do co ngót ; hạn chế từ biến.
- Tỷ số N/X nhỏ.
- Độ sụt nhỏ.
- Có tính biến dạng co ngót và từ biến nhỏ.

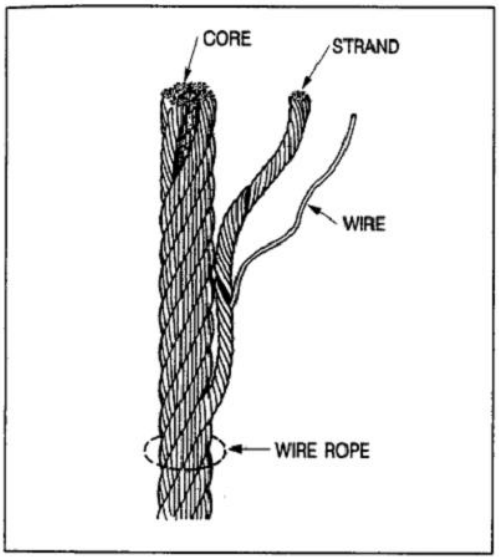
#### 6.3.2.2. Cốt thép

Trong cấu kiện BTCT DƯL cần dùng thép có cường độ cao để tạo ra lực căng lớn và thường dùng loại thép sau :

- Sợi thép có cường độ cao có đường kính 2,5 ÷ 8mm, bề mặt có thể có gờ hoặc không.
- Sợi cáp : Gồm nhiều sợi thép bện xoắn vào nhau. Thường có 2 loại cáp là cáp 3 sợi và cáp 7 sợi. Cáp 7 sợi (đường kính sợi từ 3 ÷ 5mm) sử dụng phổ biến nhất, được chế tạo từ 6 sợi thép xoắn quanh một sợi thẳng đặt ở giữa.
- Bó cáp : gồm nhiều sợi cáp bó chung với nhau nhằm tạo được lực căng lớn.
- Thanh thép : các sợi cáp có thể được thay thế bằng các thanh thép cường độ cao có đường kính từ 10 ÷ 32mm.



*Hình 6.13 : Cốt thép dự ứng lực (cáp 7 sợi)*




*Hình 6.14: Các loại cốt thép dự ứng lực*

Các giới hạn ứng suất trong cốt thép dự ứng lực theo quy trình 22TCN 272 – 05 được quy định như bảng 6.4.

**6.3.2.3. Các loại vật liệu khác**

Ngoài các loại vật liệu chính là bê tông và cốt thép dự ứng lực còn có một số vật liệu phụ khác dùng cho BTCT DƯL căng sau.

Với thép dự ứng lực dính bám, cần phải có ống gen tạo lỗ đặt cáp. Ống gen có thể được chế tạo bằng tôn mạ kẽm hoặc bằng chất dẻo, ống được đặt sẵn trong cấu kiện trước khi đổ bê tông, ống phải đảm bảo độ bền, không bị hư hại trong khi thi công, đảm bảo kín và không có phản ứng với thép và bê tông. Sau khi hoàn thành việc căng cáp, vữa xi măng với một cấp phối quy định được bơm vào từ đầu neo thông qua các ống đặt sẵn với áp lực 0,3 ÷ 0,5 MPa. Vữa bơm có tác dụng tạo sự dính kết và chống ăn mòn cho cáp. Vữa phải dễ chảy, ít co ngót. Thành phần của vữa bơm bao gồm xi măng Portland thường hoặc xi măng đông kết nhanh, trộn với nước với tỷ lệ trọng lượng là 0,33 và một số phụ gia như flowcable, pozzolith…trong một số trường hợp cá biệt có thể dùng thêm cát mịn cho vữa bơm.

Với cáp dự ứng lực không dính bám, cáp được bọc bởi vỏ bọc chất dẻo tổng hợp hoặc lớp giấy đặc biệt. Lớp vỏ bọc phải đảm bảo tính năng cơ học trong khoảng nhiệt độ từ -20 đến $70^0$C, phải có đủ độ bền cần thiết để không bị hư hại trong khi chuyên chở, lắp dựng và kéo căng, có khả năng chống thấm tốt và không gây ăn mòn cho bê tông, thép và các vật liệu chèn khác. Việc lồng cáp vào vỏ bọc, việc xử lý tại các vị trí nối phải được tiến hành cẩn thận, tránh cho cáp tiếp xúc với vữa bê tông, gây ăn mòn cáp.

### 6.3.3 Bố trí cốt thép

Trong cấu kiện BTCT DƯL, việc bố trí cốt thép DƯL đóng một vai trò rất quan trọng.

Với cấu kiện chịu kéo đúng tâm, thép DƯL nên bố trí đối xứng với trọng tâm của tiết diện để có thể tạo ra ứng suất nén đều cho bê tông.

Với cấu kiện chịu uốn, hiệu quả của việc bố trí cốt thép DƯL phụ thuộc khá nhiều vào quỹ đạo của thép theo trục dầm. Nếu bố trí cốt thép tương tự như cấu kiện chịu kéo đúng tâm, để

hạn chế được ứng suất kéo ở thớ dưới của tiết diện, cần tạo ra lực nén trước lớn, nhưng gây ra ở thớ trên tại các tiết diện có mô men lớn ứng suất nén có thể làm cho bê tông bị nén vỡ hoặc phải sử dụng bê tông có cường độ cao hơn. Việc bố trí thép như vậy là không kinh tế. Nếu bố trí cốt thép DƯL với độ lệch tâm so với trục cấu kiện có thể tạo ra ứng suất trước phù hợp hơn so với sự làm việc của cấu kiện.

Để tạo ra hiệu quả tốt nhất, cần tìm ra mối quan hệ giữa việc bố trí cốt thép DƯL không chỉ với ứng suất pháp mà còn với cả ứng suất kéo chính do tải trọng gây ra, đặc biệt là cấu kiện có nhịp lớn. Điều đó có thể thực hiện được bằng cách bố trí thép DƯL theo nguyên lý của phương pháp cân bằng tải trọng. Như vậy vơi cấu kiện chịu uốn, nên bố trí cốt thép DƯL theo dạng của biểu đồ mô men do tải trọng gây ra.

Trong mặt cắt ngang, cần lưu ý đến việc bố trí khoảng cách giữa các cốt thép và lớp bê tông bảo vệ. Trong phương pháp căng trước, cấu tạo tương tự như với bê tông côt thép thường. Trong phương pháp căng sau, nếu cốt thép DƯL được đặt trong rãnh thì chiều dày lớp bê tông bảo vệ kể từ mặt ngoài của cấu kiện đến mặt trong rãnh lấy không nhỏ hơn 20mm và không nhỏ hơn đường kính rãnh, còn khi đường kính rãnh lớn hơn 32mm thì lấy ít nhất bằng đường kính rãnh. Khi trong rãnh đặt một số bó hoặc thanh cốt thép thì lớp bảo vệ lấy không nhỏ hơn 80mm đối với thành bên, không nhỏ hơn 60mm và nhỏ hơn một nửa chiều rộng rãnh đối với các mặt đáy. Khoảng cách giữa các rãnh không được nhỏ hơn đường kính rãnh và không nhỏ hơn 50mm, đồng thời phải chọn sao cho việc căng cốt thép được dễ dàng, tránh phá hoại cục bộ khi buông cốt thép.

## 6.4 CÁC CHỈ DẪN VỀ TÍNH TOÁN

Bê tông cốt thép DƯL được tính theo 4 nhóm trạng thái giới hạn như trong chương 3 và nó được tính trong các giai đoạn khác nhau: Tính trong giai đoạn chế tạo, tính trong giai đoạn sử dụng.

Ứng suất trong bê tông và cốt thép của cấu kiện DƯL trong thời gian sử dụng không những phụ thuộc vào trị số và tính chất của tải trọng ngoài, đặc trưng hình học của tiết diện, tính chất cơ học của vật liệu, mà còn phụ thuộc vào lực căng cốt thép và sự nén bê tông.

Khi xác định trị số ứng suất trước trong cốt thép và bê tông cần phải tính đến các mất mát ứng suất do nhiều nguyên nhân gây ra.

### 6.4.1 Trị số ứng suất trước trong cốt thép và bê tông

Trị số ứng suất trước trong cốt thép dự ứng lực sẽ gây ra ứng suất nén trước trong bê tông và cốt thép thường. Các trị số ứng suất trước này cần xác định một cách hợp lý để hiệu quả của việc tạo dự ứng lực được phát huy đầy đủ. Các trị số này xem trong mục 6.4.3.

### 6.4.2 Mất mát ứng suất trước trong cốt thép

#### 6.4.2.1 Tổng mất mát ứng suất trước

Thay vì phân tích chi tiết hơn, các mất mát dự ứng suất trong các cấu kiện được xây dựng và được tạo dự ứng lực trong một giai đoạn duy nhất có thể lấy bằng :

Trong các cấu kiện kéo trước

$$\Delta f_{pT} = \Delta f_{pES} + \Delta f_{pSR} + \Delta f_{pCR} + \Delta f_{pR} \quad (6.5)$$

Trong các cấu kiện kéo sau :

$$\Delta f_{pT} = \Delta f_{pF} + \Delta f_{pA} + \Delta f_{pES} + \Delta f_{pSR} + \Delta f_{pCR} + \Delta f_{pR} \quad (6.6)$$

ở đây :

$\Delta f_{pT}$ = tổng mất mát (MPa)

$\Delta f_{pF}$ = mất mát do ma sát (MPa)

$\Delta f_{pA}$ = mất mát do thiết bị neo (MPa)

$\Delta f_{pES}$ = mất mát do co ngắn đàn hồi (MPa)

$\Delta f_{pSR}$ = mất mát do co ngót (MPa)

$\Delta f_{pCR}$ = mất mát do từ biến của bê tông (MPa)

$\Delta f_{pR}$ = mất mát do tự chùng (dão) của cốt thép dự ứng lực (MPa)

Đối với các cấu kiện kéo trước; khi dùng Điều 5.9.5.3 để dự tính toàn bộ các mất mát cần khấu trừ phần mất mát do tự chùng thép xảy ra trước khi truyền lực, $\Delta f_{pR1}$, ra khỏi toàn bộ phần tự chùng thép.

Đối với các cấu kiện kéo sau, cần xét đến mất mát của lực bó thép được chỉ rõ bằng các số đọc áp lực trên thiết bị căng kéo.

### 6.4.2.2 Các mất mát ứng suất tức thời

***1/ Mất mát ứng suất do thiết bị neo***

Trong kết cấu kéo sau, không phải toàn bộ ứng suất sinh ra bởi lực kích đều được truyền vào cấu kiện vì các bó cáp bị trượt nhẹ do sự xê dịch vị trí của nêm hoặc các chi tiết cơ học khác ở trong neo. Tổng biến dạng $\Delta_A$ của các neo được giả thiết là gây ra biến dạng đều trên chiều dài của một bó cáp $L$, gây ra trong thiết bị neo một mất mát ứng suất:

$$\Delta f_{pA} = \frac{\Delta_A}{L} E_p \quad (6.7)$$

Trong đó $E_p$ là mô đun đàn hồi của thép dự ứng lực. Giá trị $\Delta_A$ dao động trong khoảng từ 3 đến 10 mm và thường được lấy bằng 6 mm. Đối với các bó cáp dài, mất mát ứng suất do thiết bị neo là tương đối nhỏ, nhưng đối với các bó cáp ngắn, giá trị này có thể trở nên rất có ý nghĩa.

Theo 22TCN272-05 quy định

Độ lớn của mất mát do thiết bị neo phải là trị số lớn hơn số yêu cầu để khống chế ứng suất trong thép dự ứng lực khi truyền, hoặc số kiến nghị bởi nhà sản xuất neo. Độ lớn của mất mát do thiết bị neo giả thiết để thiết kế và dùng để tính mất mát của thiết bị phải được chỉ ra trong hồ sơ hợp đồng và kiểm chứng trong khi thi công.

***2/ Mất mát ứng suất do ma sát***

*Khi thi công bằng phương pháp kéo trước*, đối với các bó thép dự ứng lực dẹt, phải xét tới những mất mát có thể xảy ra ở các thiết bị kẹp.

*Khi thi công bằng phương pháp kéo sau*, mất mát do ma sát giữa bó thép dự ứng lực và ống bọc có thể được tính như sau:

$$\Delta f_{pF} = f_{pj}\left(1 - e^{-(Kx+\mu\alpha)}\right) \qquad (6.8)$$

Trong đó:

$f_{pj}$ = Ứng suất trong thép dự ứng lực khi kích (MPa)

$x$ = Chiều dài bó thép dự ứng lực đo từ đầu kích đến điểm bất kỳ đang xét (mm)

$K$ = Hệ số ma sát lắc (trên mm của bó thép)

$\mu$ = Hệ số ma sát

$\alpha$ = Tổng giá trị tuyệt đối của thay đổi góc của đường cáp thép dự ứng lực từ đầu kích đến điểm đang xét (rad)

$e$ = Cơ số logarit tự nhiên

Các giá trị K và $\mu$ cần được dựa trên số liệu thí nghiệm thực tế. Khi thiếu các số liệu này, có thể dùng các giá trị cho trong bảng 6.1

*Bảng 6.1 Trị số K và $\mu$*

| Loại thép | Loại ống bọc | K | μ |
|---|---|---|---|
| Sợi hay tao | Ống thép mạ cứng hay nửa cứng | $6{,}6 \times 10^{-7}$ | 0,15- 0,25 |
| | Vật liệu polyethylene | $6{,}6 \times 10^{-7}$ | 0,23 |
| | Các ống chuyển hướng bằng thép cứng | $6{,}6 \times 10^{-7}$ | 0,25 |
| Thanh cường độ cao | Ống thép mạ | $6{,}6 \times 10^{-7}$ | 0,30 |

***3/Mất mát ứng suất do co ngắn đàn hồi***

*Trong cấu kiện kéo trước*

Khi các bó cáp tại đầu cấu kiện dự ứng lực bị cắt, dự ứng lực sẽ được truyền sang và gây nén đối với bê tông. Lực nén đối với bê tông làm cấu kiện biến dạng co ngắn. Sự tương thích biến dạng trong bê tông và trong cốt thép làm giảm độ căng của cốt thép và do đó gây ra một mất mát ứng suất. Cân bằng biến dạng trong cốt thép do số gia ứng suất $\Delta f_{pES}$ và biến dạng trong bê tông do ứng suất của bê tông tại trọng tâm cốt thép $f_{cgp}$ được viết như sau:

$$\frac{\Delta f_{pES}}{E_p} = \frac{f_{cgp}}{E_{ci}}$$

Từ đó rút ra công thức tính mất mát ứng suất do co ngắn đàn hồi của bê tông trong cấu kiện dự ứng lực kéo trước:

$$\Delta f_{pES} = \frac{E_p}{E_{ci}} f_{cgp} \qquad (6.9)$$

Trong các công thức trên:

$f_{cgp}$ Tổng ứng suất của bê tông ở trọng tâm của các bó cáp dự ứng lực do lực dự ứng lực khi truyền và tự trọng của các bộ phận cấu kiện ở mặt cắt có mô men lớn nhất (MPa)

$E_p$ Mô đun đàn hồi của thép dự ứng lực

$E_{ci}$ Mô đun đàn hồi của bê tông tại thời điểm truyền lực

*Trong cấu kiện kéo sau*

Sẽ không xảy ra mất mát ứng suất do co ngắn đàn hồi nếu tất cả các bó cáp dự ứng lực được kéo cùng một lúc. Nếu các bó cáp được kéo lần lượt, bó cáp đầu tiên đã được neo sẽ bị mất mát ứng suất do co ngắn đàn hồi và giá trị này được xác định bằng công thức như đối với cấu kiện kéo trước.

Theo 22TCN-272-05 :

Mất mát do co ngắn đàn hồi trong các cấu kiện kéo sau, ngoài hệ thống bản ra, có thể lấy bằng :

$$\Delta f_{PES} = \frac{(N-1)}{2N}\frac{E_p}{E_{ci}} f_{cgp} \qquad (6.10)\ (5.9.5.2.3b\text{-}1)$$

trong đó :

N = số lượng các bó thép dự ứng lực giống nhau.

$f_{cgp}$ = tổng ứng suất bê tông ở trọng tâm các bó thép dự ứng lực do lực dự ứng lực sau khi kích và tự trọng của cấu kiện ở các mặt cắt mô men max (MPa).

Các giá trị $f_{cgp}$ có thể được tính bằng ứng suất thép được giảm trị số ban đầu bởi một lượng chênh lệch phụ thuộc vào các hiệu ứng co ngắn đàn hồi, tự chùng và ma sát.

Đối với kết cấu kéo sau với các bó thép được dính bám $f_{cgp}$ có thể lấy ở mặt cắt giữa nhịp, hoặc đối với kết cấu liên tục ở mặt cắt có mô men lớn nhất.

Đối với kết cấu kéo sau với các bó thép không được dính bám, giá trị $f_{cgp}$ có thể được tính như ứng suất ở trọng tâm của thép dự ứng lực lấy bình quân trên suốt chiều dài của bộ phận.

Đối với hệ bản, giá trị của $\Delta f_{pES}$ có thể lấy bằng 25% của giá trị tính được từ Phương trình 5.9.5.2.3a-1.

### 6.4.2.3 Các mất mát ứng suất theo thời gian

**1/ Mất mát ứng suất do co ngót**

Co ngót của bê tông gây ra mất mát ứng suất phụ thuộc thời gian. Mất mát ứng suất do co ngót có thể lấy bằng:

Đối với các cấu kiện kéo trước:

$\Delta f_{pSR} = 117 - 1{,}03H$ (MPa) (6.11)

Đối với các cấu kiện kéo sau

$\Delta f_{pSR} = 93 - 0{,}85H$ (MPa) (6.12)

trong đó, H là độ ẩm tương đối bao quanh, tính trung bình hàng năm (%)

**2/Mất mát ứng suất do từ biến**

Mất mát ứng suất do từ biến có thể được tính bằng công thức:

$\Delta f_{pCR} = 12{,}0\, f_{cgp} - 7{,}0\, \Delta f_{cdp} \geq 0$ (6.13)

$f_{cgp}$ Ứng suất của bê tông tại trọng tâm cốt thép dự ứng lực lúc truyền lực (MPa)

$\Delta f_{cdp}$ Thay đổi ứng suất trong bê tông tại trọng tâm cốt thép dự ứng lực do các tải trọng thường xuyên tác dụng (sau khi truyền lực) (MPa).

**3/ Mất mát ứng suất do chùng cốt thép**

Mất mát ứng suất do tự chùng của cốt thép là mất mát phụ thuộc thời gian, xảy ra khi cốt thép được giữ ở biến dạng không đổi. Mất mát ứng suất tổng cộng do chùng cốt thép được xác định từ hai thành phần

$$\Delta f_{pR} = \Delta f_{pR1} + \Delta f_{pR2} \quad (6.14)$$

Trong đó:

$\Delta f_{pR1}$ Mất mát ứng suất do chùng cốt thép tại thời điểm truyền lực

$\Delta f_{pR2}$ Mất mát ứng suất do chùng cốt thép sau khi truyền lực

*Tại thời điểm truyền lực*

Đối với cấu kiện kéo trước với ứng suất trước ban đầu tại thời điểm truyền lực lớn hơn $0,50f_{pu}$, mất mát ứng suất do chùng cốt thép được tính như sau:

Đối với tao thép được khử ứng suất:

$$\Delta f_{pR1} = \frac{\log(24t)}{10}\left[\frac{f_{pi}}{f_{py}} - 0,55\right] f_{pi} \quad (6.15)$$

Đối với tao thép có độ chùng thấp

$$\Delta f_{pR1} = \frac{\log(24t)}{40}\left[\frac{f_{pi}}{f_{py}} - 0,55\right] f_{pi} \quad (6.16)$$

Trong đó:

$t$ thời gian kể từ khi truyền lực nén (ngày)

$f_{py}$ giới hạn chảy quy định của thép dự ứng lực (MPa)

$f_{pi}$ ứng suất ban đầu trong bó cáp ở cuối giai đoạn kéo dự ứng lực (MPa)

*Sau khi truyền lực*

Mất mát ứng suất do chùng cốt thép sau khi truyền lực có giá trị gốc là 138 MPa, giá trị này giảm đi liên tục theo thời gian do các mất mát ứng suất khác làm giảm ứng suất của bó cáp. Mất mát ứng suất do co ngắn đàn hồi $\Delta f_{pES}$ xảy ra hầu như lập tức sau khi truyền lực, do vậy ảnh hưởng của nó là lớn nhất. Mất mát ứng suất do co ngót $\Delta f_{pSR}$ và từ biến $\Delta f_{pCR}$ xảy ra sau một khoảng thời gian và có ảnh hưởng ít hơn. Mất mát ứng suất do ma sát $\Delta f_{pF}$ có ảnh hưởng nằm trong khoảng giữa các mất mát nói trên. Theo AASHTO, ước tính mất mát ứng suất do chùng cốt thép được lấy như sau:

Đối với tao thép được khử ứng suất kéo trước:

$$\Delta f_{pR2} = 138 - 0,4\Delta f_{pES} - 0,2(\Delta f_{pSR} + \Delta f_{pCR}) \quad (6.17)$$

Đối với tao thép được khử ứng suất kéo sau

$$\Delta f_{pR2} = 138 - 0,4\Delta f_{pES} - 0,3\Delta f_{pF} - 0,2(\Delta f_{pSR} + \Delta f_{pCR}) \quad (6.18)$$

Đối với tao thép có độ chùng thấp

Mất mát ứng suất do chùng cốt thép được tính bằng 30% giá trị tính theo các công thức 6.17 và 6.18.

### 6.4.3 Chỉ dẫn tính toán theo trạng thái giới hạn sử dụng

Trạng thái giới hạn sử dụng cũng được xem xét trong thiết kế các cấu kiện bê tông cốt thép dự ứng lực. Mặt cắt cấu kiện được nén trước sao cho ứng suất của bê tông $f_c$ có thể được xác định từ các thông số của mặt cắt đàn hồi, chưa nứt.

$$f_c = -\frac{P}{A_g} \pm \frac{Pey}{I_g} \mp \frac{My}{I_g} \quad (6.19)$$

Trong đó:

P = lực nén trước;

$A_g$ = diện tích nguyên mặt cắt ngang;

e = độ lệch tâm của lực nén trước;

M = mô men do tải trọng tác dụng;

y = khoảng cách từ trọng tâm mặt cắt tới thớ tính ứng suất;

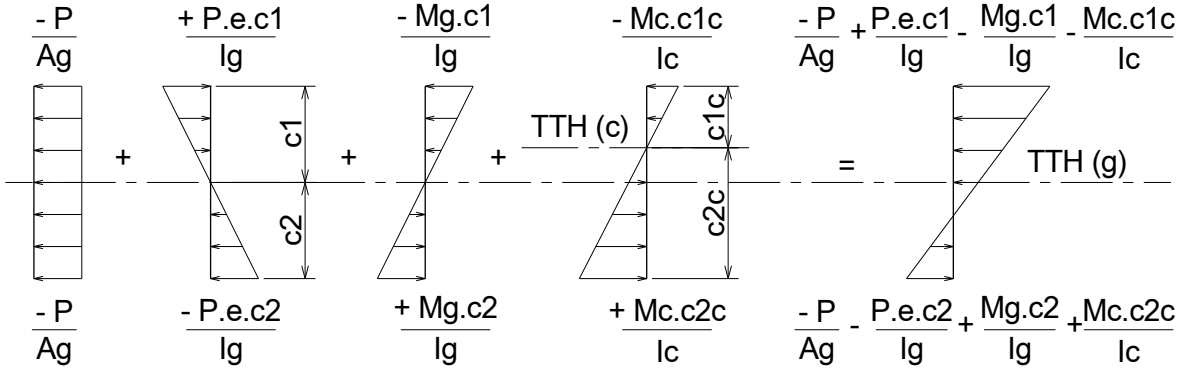
$I_g$ = mô men quán tính của mặt cắt.

Nếu là tiết điện liên hợp thì phải phân mô men M thành mô men do tải trọng tác dụng lên dầm chủ $M_g$ và mô men do tải trọng tác dụng lên dầm liên hợp $M_c$ vì các giá trị I và y là khác nhau. Khi đó, ứng suất trong bê tông được xác định như sau:

$$f_c = \frac{-P}{A_g} \pm \frac{P.e.y}{I_g} \mp \frac{M_g.y}{I_g} \mp \frac{M_c.y_c}{I_c} \quad (6.20)$$

Trong đó: Dấu + và - để chỉ ứng suất thớ trên và thớ dưới, với quy ước kéo là +, nén là -

Sơ đồ xác định ứng suất đàn hồi tuyến tính trong bê tông của dầm liên hợp BTCT DUL như sau:




*Hình 6.15 - Sơ đồ xác định ứng suất trong dầm BTCT dự ứng lực liên hợp*

Các giới hạn ứng suất trong bê tông được quy định ứng với hai giai đoạn:

Giai đoạn truyền lực căng: ngay sau khi truyền và chưa có mất mát ứng suất trước theo thời gian;

Giai đoạn sử dụng: sau khi đã xảy ra tất cả các mất mát ứng suất trước.

### 6.4.3.1 Giới hạn ứng suất đối với bê tông tại thời điểm truyền lực căng - các cấu kiện dự ứng lực toàn phần

***a) Ứng suất nén***

Giới hạn ứng suất nén đối với các cấu kiện bê tông kéo trước và kéo sau, kể cả các cầu xây dựng theo phân đoạn, phải được lấy bằng $0,60.f'_{ci}$

***b) Ứng suất kéo***

Giới hạn ứng suất kéo được quy định như sau:

*Bảng 6.2 - Các giới hạn ứng suất kéo đối với bê tông tại thời điểm truyền lực căng (A5.9.4.1.2-1)*

| Loại cầu | Vị trí | Giới hạn ứng suất |
|---|---|---|
| Các cầu không xây dựng phân đoạn | • Trong vùng kéo của cấu kiện bị nén trước, không có cốt thép dính bám<br>• Trong các vùng khác với các vùng chịu kéo của cấu kiện bị nén trước và không có cốt thép phụ dính bám<br>• Trong các vùng có cốt thép dính bám, đủ để chịu 120% lực kéo khi bê tông bị nứt được tính toán trên cơ sở một mặt cắt không nứt<br>• Để tính ứng suất cầu lắp trong các cọc dự ứng lực. | Không áp dụng<br>$0,25\sqrt{f'_{ci}} \le 1,38$ (MPa)<br>$0,58\sqrt{f'_{ci}}$ (MPa)<br>$0,415\sqrt{f'_{ci}}$ (MPa) |
| Các cầu được xây dựng phân đoạn | Ứng suất dọc thông qua các mối nối trong vùng kéo của cấu kiện nén trước<br>• Các mối nối loại A với lượng cốt thép tối thiểu cốt thép phụ có dính bám chạy qua các mối nối , đủ để chịu lực kéo tính toán ở ứng suất $0,5.f_y$; với các bó thép ở trong hoặc ở ngoài<br>• Các mối nối loại A không có lượng tối thiểu cốt thép phụ có dính bám chạy qua các mối nối<br>• Các mối nối loại B với bó thép ở ngoài. | $0,25\sqrt{f'_{ci}}$ lực kéo max (MPa)<br>Không cho kéo<br>Nén tối thiểu 0,7 (MPa). |
| | Ứng suất theo phương ngang qua các mối nối<br>Đối với mọi loại mối nối. | $0,25\sqrt{f'_{ci}}$ (MPa) |
| | Ứng suất trong các khu vực khác<br>• Đối với các diện tích không có cốt thép thường dính bám<br>• Cốt thép dính bám đủ để chịu lực kéo tính toán trong bê tông được tính theo giả thiết mặt cắt không bị nứt với ứng suất bằng $0,5.f_{sy}$. | Không cho kéo<br>$0,50\sqrt{f'_{ci}}$ (MPa) |

### 6.4.3.2 Giới hạn ứng suất đối với bê tông ở giai đoạn sử dụng - các cấu kiện dự ứng lực toàn phần

***a) Ứng suất nén***

Giới hạn ứng suất nén được quy định như sau:

*Bảng 6.3 - Các giới hạn ứng suất nén đối với bê tông ở giai đoạn sử dụng (A5.9.4.2.1-1)*

| Vị trí | Giới hạn ứng suất |
|---|---|
| • Đối với các cầu không xây dựng phân đoạn và do tổng của lực dự ứng lực hữu hiệu và các tải trọng thường xuyên gây ra | $0,45.f_c^{'}$ (MPa) |
| • Đối với các cầu xây dựng phân đoạn và do tổng của lực dự ứng lực hữu hiệu và các tải trọng thường xuyên gây ra | $0,45.f_c^{'}$ (MPa) |
| • Đối với các cầu không xây dựng phân đoạn và do hoạt tải cộng với 1/2 tổng của lực dự ứng lực hữu hiệu và các tải trọng thường xuyên gây ra | $0,40.f_c^{'}$ (MPa) |
| • Do tổng dự ứng lực hữu hiệu , tải trọng thường xuyên, tải trọng tức thời và các tải trọng khi vận chuyển bốc xếp. | $0,60.\varphi_w.f_c^{'}$ (MPa) |

Trong đó:

Hệ số triết giảm $\varphi_w$ được lấy như sau:

Khi $\lambda_w \leq 15$, thì $\varphi_w = 1,0$

Khi $15 < \lambda_w \leq 25$, thì $\varphi_w = 1,0\text{-}0,025.(\lambda_w - 15)$

Khi $25 < \lambda_w \leq 35$, thì $\varphi_w = 0,75$.

Với, $\lambda_w$ là độ mảnh của vách hoặc cánh, được xác định như sau:

$$\lambda_w = \frac{X_u}{t} \qquad (6.21)$$

Trong đó:

$X_u$ = chiều dài tịnh của đoạn có chiều dày không đổi của một vách ở giữa các vách khác hoặc các đường mép tăng cường giữa các vách (mm)

t = chiều dày vách (mm).

***b) Ứng suất kéo***

Giới hạn ứng suất kéo được quy định như trong bảng 6.4.

*Bảng 6.4 - Các giới hạn ứng suất kéo đối với bê tông ở giai đoạn sử dụng (A5.9.4.2.2-1)*

| Loại cầu | Vị trí | Giới hạn ứng suất |
|---|---|---|
| Các cầu không xây dựng phân đoạn | Lực kéo trong miền chịu kéo được nén trước của các cầu với giả thiết mặt cắt không bị nứt.<br>• Đối với các cấu kiện có các bó thép dự ứng lực hay cốt thép được dính bám trong điều kiện không xấu hơn các điều kiện bị ăn mòn thông thường<br>• Đối với các cấu kiện có các bó thép dự ứng lực hay cốt thép dính bám chịu các điều kiện ăn mòn nghiêm trọng<br>• Đối với các cấu kiện có các bó cốt thép dự ứng lực không dính bám. | $0,5\sqrt{f_c'}$ (MPa)<br>$0,25\sqrt{f_c'}$ (MPa)<br>Không cho kéo |
| Các cầu được xây dựng phân đoạn | Các ứng suất dọc ở các mối nối trong miền chịu kéo được nén trước<br>• Các mối nối loại A có lượng cốt thép phụ dính bám tối thiểu chạy qua các mối nối chịu lực kéo dọc với ứng suất $0,5.f_y$; dự ứng lực trong<br>• Mối nối loại A không có lượng cốt thép phụ dính bám tối thiểu chạy qua các mối nối<br>• Các mối nối loại B, dự ứng lực ngoài. | $0,25\sqrt{f_c'}$ (MPa)<br>Không cho kéo<br>Nén tối thiểu 0,7 (MPa). |
| | Ứng suất theo phương ngang qua các mối nối<br>Lực kéo theo hướng ngang trong vùng chịu kéo được nén trước | $0,25\sqrt{f_c'}$ (MPa) |
| | Ứng suất trong các khu vực khác<br>• Đối với các diện tích không có cốt thép thường dính bám<br>• Cốt thép dính bám đủ để chịu lực kéo tính toán trong bê tông được tính theo giả thiết mặt cắt không bị nứt với ứng suất bằng $0,5.f_{sy}$. | Không cho kéo<br>$0,50\sqrt{f_c'}$ (MPa) |

### 6.4.3.3 Các giới hạn ứng suất đối với cốt thép dự ứng lực

Ứng suất kéo, do tác dụng dự ứng lực hoặc ở TTGH sử dụng, phải không được lớn hơn các giá trị quy định trong bảng 6.5 (A5.9.3-1) hoặc được khuyến cáo bởi các nhà sản xuất cốt thép và neo. Cường độ chịu kéo $f_{pu}$ và giới hạn chảy $f_{py}$ đối với tao và thanh thép dự ứng lực có thể được lấy theo quy định ở chương 2 hoặc catalog của nhà sản suất.

*Bảng 6.5 - Các giới hạn ứng suất đối với cốt thép dự ứng lực (A5.9.3-1)*

| Điều kiện | Loại thép dự ứng lực | | |
|---|---|---|---|
| | Tao thép đã được khử ứng suất dư và các thanh thép trơn cường độ cao | Tao thép có độ chùng thấp | Các thanh thép có gờ cường độ cao |
| Căng trước | | | |
| Ngay trước khi truyền lực $\left(f_{pt}+\Delta f_{pES}\right)$ | 0,70 $f_{pu}$ | 0,75 $f_{pu}$ | - |
| Ở trạng thái giới hạn sử dụng sau khi đã tính toàn bộ mất mát $\left(f_{pe}\right)$ | 0,80 $f_{py}$ | 0,80 $f_{py}$ | 0,80 $f_{pu}$ |
| Căng sau | | | |
| Trước khi đệm neo - có thể cho phép dùng fs ngắn hạn | 0,90 $f_{py}$ | 0,90 $f_{py}$ | 0,90 $f_{py}$ |
| Tại các neo và các bộ phận nối cáp ngay sau bộ neo $\left(f_{pt}+\Delta f_{pES}+\Delta f_{pA}\right)$ | 0,70 $f_{pu}$ | 0,70 $f_{pu}$ | 0,70 $f_{pu}$ |
| Ở cuối vùng mất mát ở tấm đệm neo ngay sau khi đóng neo $\left(f_{pt}+\Delta f_{pES}+\Delta f_{pA}\right)$ | 0,7 $f_{pu}$ | 0,74 $f_{pu}$ | 0,70 $f_{pu}$ |
| Ở trạng thái giới hạn sử dụng sau toàn bộ mất mát. | 0,80 $f_{py}$ | 0,80 $f_{py}$ | 0,80 $f_{py}$ |

### 6.4.4 Chỉ dẫn tính toán chịu uốn theo trạng thái giới hạn cường độ

#### 6.4.4.1 Chiều cao trục trung hoà của dầm có cốt thép dính bám

Xét mặt cắt ngang của một dầm bê tông có đặt cốt thép cho trên hình 6.16 và biểu đồ biến dạng đường thẳng kèm theo. Đối với các thanh kéo có dính bám, điều kiện tương thích cho biến dạng trong bê tông bao quanh như sau:

$$\varepsilon_{cp}=\varepsilon_{cu}\frac{d_p-c}{c}=\varepsilon_{cu}\left(\frac{d_p}{c}-1\right) \qquad (6.22)$$

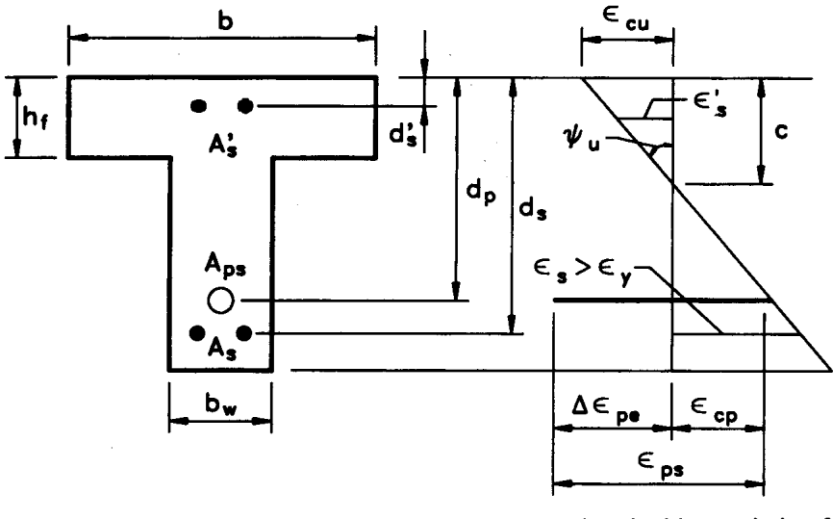
trong đó

$\varepsilon_{cu}$ = biến dạng giới hạn tại thớ bê tông chịu nén lớn nhất,

$d_p$ = khoảng cách từ thớ chịu nén lớn nhất tới trọng tâm của cốt thép dự ứng lực,

$c$ = khoảng cách từ thớ chịu nén lớn nhất tới trục trung hoà.

Cần chú ý rằng, biến dạng kéo được quy định là dương và biến dạng nén được quy định là âm.




*Hình 6.16 Biến dạng trong một dầm BTCT*

Từ biểu thức $\varepsilon_{ps}$, biến dạng trong cốt thép dự ứng lực trở thành:

$$\varepsilon_{ps} = \varepsilon_{cp} + \Delta\varepsilon_{pe} \qquad (6.23)$$

trong đó $\varepsilon_{cp}$ là biến dạng của bê tông ở cùng một vị trí với cốt thép dự ứng lực và $\Delta\varepsilon_{pe}$ thường được tính gần đúng như sau:

$$\Delta\varepsilon_{pe} \approx f_{pe} / E_p$$

$$\varepsilon_{ps} = \varepsilon_{cu}\left(\frac{d_p}{c} - 1\right) + \Delta\varepsilon_{pe} \qquad (6.24)$$

trong đó $\Delta\varepsilon_{pe}$ xấp xỉ bằng $f_{pe} / E_p$ và là hằng số đối với mọi giai đoạn của dầm (Collins và Mitchell, 1991). Ở TTGH cường độ, AASHTO quy định $\varepsilon_{cu}$ = 0,003 nếu bê tông không bị kiềm chế. Đối với bê tông bị kiềm chế, $\varepsilon_{cu}$ có thể lớn hơn nhiều so với trong bê tông không bị kiềm chế (Mander và các tác giả khác, 1988). Với hai giá trị $\Delta\varepsilon_{pe}$ và $\varepsilon_{cu}$ là hằng số phụ thuộc vào sự khai thác ứng suất trước và lực nén cản trở ngang, tương ứng, biến dạng trong cốt thép dự ứng lực $\varepsilon_{ps}$ và ứng suất tương ứng $f_{ps}$ là hàm chỉ của tỉ số $c/d_p$.

Sự cân bằng lực trong hình 5.16 có thể được sử dụng để xác định cao độ của trục trung hoà *c*. Tuy nhiên, điều này đòi hỏi việc xác định $f_{ps}$ là hàm của tỉ số $c/d_p$. Biểu thức sau đây được đưa ra bởi Loov (1988), được kiểm chứng bởi Naaman (1992) và được áp dụng bởi AASHTO:

$$f_{ps} = f_{pu}\left(1 - k\frac{c}{d_p}\right) \qquad (6.25)$$

$$k = 2\left(1,04 - \frac{f_{py}}{f_{pu}}\right) \qquad (6.26)$$

Đối với những tao thép có độ chùng thấp với $f_{pu}$ = 1860 MPa, bảng 2.4 cho $f_{py} / f_{pu}$ = 0,90, từ đó dẫn đến $k$ = 0,28. Nếu lấy $E_p$ = 197 GPa, bỏ qua $\varepsilon_{ce}$ và giả thiết rằng $\varepsilon_{cu}$ = 0,003 và $f_{pe}$ = 0,56$f_{pu}$, các biểu thức (6.24)và (6.26) được viết lại như sau

$$\varepsilon_{ps} = 0,003\frac{d_p}{c} + 0,0023$$

$$f_{ps} = 1860\left(1 - 0,28\frac{c}{d_p}\right)$$

Sự cân bằng lực trong dầm trên hình 6.17 đòi hỏi hợp lực nén bằng hợp lực kéo, tức là

$C_n = T_n$ (6.27)

trong đó

$C_n = C_w + C_f + C_s$ (6.28)

$T_n = A_{ps}\ f_{ps} + A_s\ f_y$ (6.29)

với

$C_w$ = nội lực nén của bê tông ở phần sườn dầm

$C_f$ = nội lực nén của bê tông ở phần cánh dầm

$C_s$ = nội lực nén của cốt thép thường

$A_{ps}$ = diện tích cốt thép dự ứng lực

$f_{ps}$ = ứng suất trung bình trong cốt thép dự ứng lực ở sức kháng uốn danh định của dầm cho trong biểu thức 6.26

$A_s$ = diện tích cốt thép thường chịu kéo

$f_y$ = giới hạn chảy nhỏ nhất đặc trưng của cốt thép chịu kéo

$C_w = 0,85.f'_c.\ a.b_w = 0,85.\beta_1.f'_c.c.b_w$ (6.30)

$C_f = 0,85.\beta_1.f'_c.(b - b_w).\ h_f$ (6.31)

Lực nén trong cốt thép chịu nén $C_s$, khi giả thiết rằng biến dạng nén của nó $\varepsilon'_s$ trên hình 6.17 lớn hơn hoặc bằng giới hạn biến dạng đàn hồi $\varepsilon'_y$, được tính bằng công thức:

$C_s = A'_s.f'_y$ (6.32)

với $A'_s$ là diện tích của cốt thép chịu nén và $f'_y$ là giá trị tuyệt đối của giới hạn chảy đặc trưng của cốt thép chịu nén. Sự chảy của cốt thép chịu nén có thể được xác định bằng cách tính toán $\varepsilon'_s$ từ biểu đồ biến dạng tam giác trong hình 6.17 và so sánh với $\varepsilon'_y = f'_y / E_s$:

$$\varepsilon'_s = \varepsilon_{cu}\frac{c - d'_s}{c} = \varepsilon_{cu}\left(1 - \frac{d'_s}{c}\right) \quad (6.33)$$

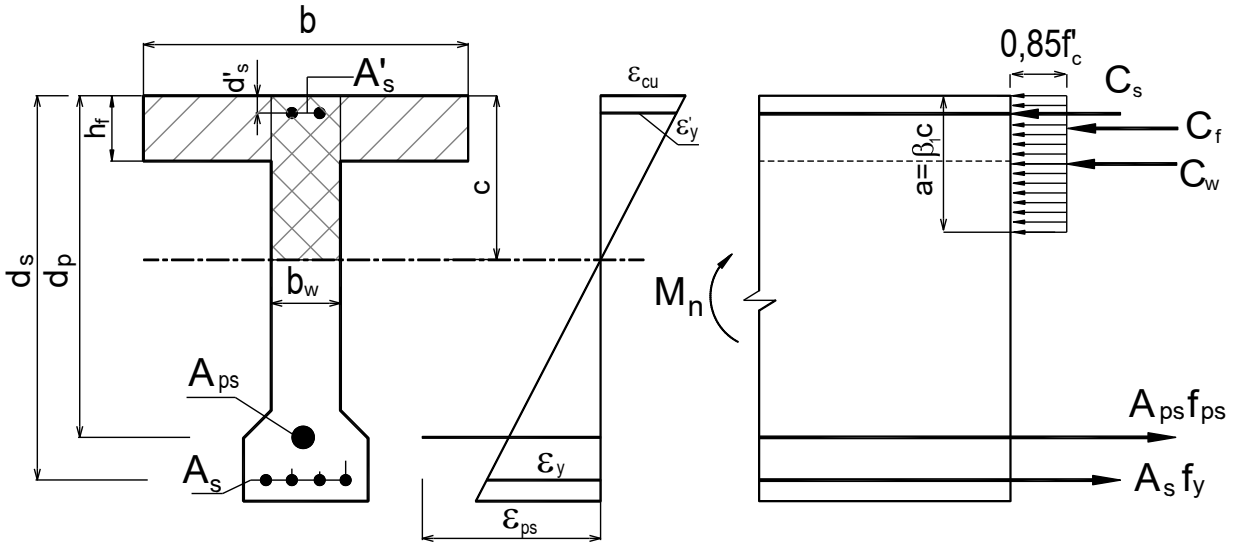
trong đó $d'_s$ là khoảng cách từ thớ chịu nén trên cùng tới trục trọng tâm của cốt thép chịu nén.

Nếu thay $f_{ps}$ từ biểu thức 6.25 vào biểu thức 6.29 thì nội lực kéo tổng cộng trở thành

$$T_n = A_{ps}f_{pu}\left(1 - k\frac{c}{d_p}\right) + A_s f_y \quad (6.34)$$

Khi thay nội lực nén từ các biểu thức 6.30,6.31 và 6.32 vào biểu thức 6.28 thì nội lực nén tổng cộng bằng:

$$C_n = 0,85\beta_1 f'_c c b_w + 0,85\beta_1 f'_c\left(b - b_w\right)h_f + A'_s f'_y \quad (6.35)$$




*Hình 6.17- Sơ đồ ứng suất, sơ đồ biến dạng trong một dầm BTCTDUL*

Nếu cân bằng nội lực kéo tổng cộng với nội lực nén tổng cộng, có thể tính được *c* như sau:

$$c = \frac{A_{ps}f_{pu} + A_s f_y - A_s' f_y' - 0{,}85\beta_1 f_c' (b - b_w) h_f}{0{,}85\beta_1 f_c' b_w + kA_{ps}f_{pu}/d_p} \geq h_f \qquad (6.36)$$

Nếu *c* nhỏ hơn $h_f$ thì trục trung hoà đi qua phần cánh và *c* phải được tính lại với $b_w = b$ trong công thức 6.36. Công thức tính *c* này là công thức tổng quát và có thể sử dụng đối với các dầm dự ứng lực không có cốt thép thường ($A_s = A'_s = 0$) cũng như đối với dầm BTCT thường không có cốt thép dự ứng lực ($A_{ps} = 0$).

Công thức 6.36 giả thiết rằng cốt thép chịu nén $A'_s$ đã bị chảy. Nếu cốt thép này chưa bị chảy thì ứng suất của nó sẽ được tính từ $f'_s = \varepsilon'_s E_s$, với $\varepsilon'_s$ được xác định từ biểu thức $\varepsilon_s' = 0{,}003\dfrac{c - d_s'}{c}$ khi c > d'$_s$. Biểu thức này đối với $f'_s$ thay thế cho giá trị của $f'_y$ trong công thức 6.36 và dẫn đến một phương trình bậc hai đối với *c*. Một cách khác, có thể đơn giản hoá bằng việc không xét đến sự tham gia của cốt thép chịu nén khi cốt thép chưa bị chảy và lấy $A'_s = 0$ trong biểu thức 6.36.( khi c < d's thì $A'_s$ sẽ chịu kéo , và ta có thể lấy $A'_s = 0$)

### 6.4.4.2 Vị trí trục trung hoà đối với dầm có cốt thép không dính bámh

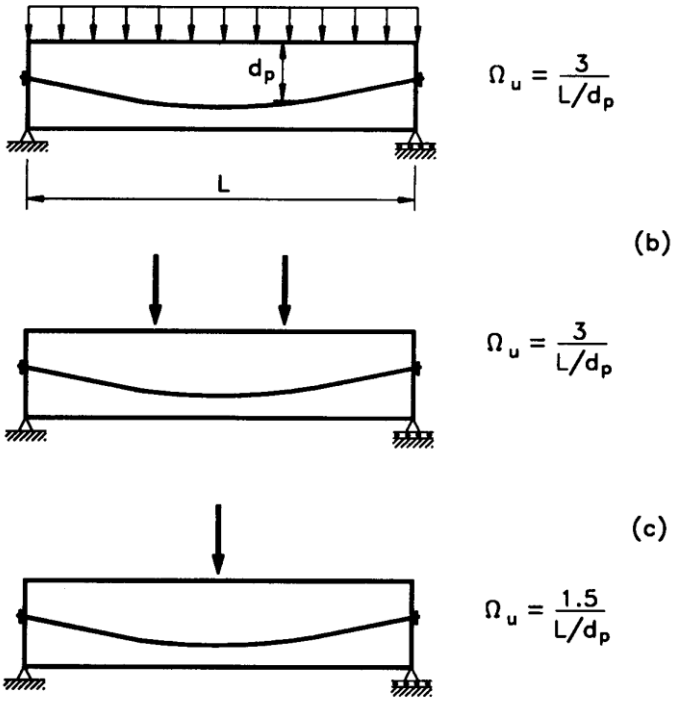
Khi cốt thép chịu kéo không dính bám với bê tông, không thể sử dụng sự tương thích biến dạng với bê tông xung quanh để xác định biến dạng cũng như ứng suất trong cốt thép dự ứng lực. Để thay thế, tổng biến dạng dài của cốt thép lúc này phải bằng tổng biến dạng dài của bê tông trong phạm vi giữa các điểm neo.

Kết quả là ứng suất phân bố đều trong cốt thép dự ứng lực giữa các điểm neo phụ thuộc vào biến dạng của kết cấu toàn thể. Để xác định ứng suất trong thanh kéo không dính bám ở TTGH, chấp nhận phương trình dựa trên sự phân tích và các kết quả thực nghiệm. Bắt đầu bằng biểu thức $\varepsilon_{ps} = \overline{\varepsilon}_{cp} + \Delta\varepsilon_{pe}$, giả thiết rằng biến dạng trung bình của bê tông $\overline{\varepsilon_{cp}}$ có thể được tính như

đối với biến dạng của bê tông có dính bám có điều chỉnh bởi hệ số giảm dính bám $\Omega_u$ và $\Delta\varepsilon_{pe}$ được lấy xấp xỉ bằng $f_{pe} / E_p$. Như vậy, đối với cốt thép không dính bám:

$$\varepsilon_{ps} = \Omega_u \varepsilon_{cp} + \frac{f_{pe}}{E_p} \qquad (6.37)$$

trong đó $\Omega_u$ là hệ số giảm dính bám ở sức kháng danh định lớn nhất đối với cốt thép không dính bám, được cho bởi AASHTO như sau:




*Hình 6.18 Hệ số giảm dính bám ở sức kháng danh định lớn nhất*

$\Omega_u = \dfrac{3}{L / d_p}$ đối với tải trọng phân bố đều và tải trọng đặt trên 1/3 chiều dài dầm gần gối

$\Omega_u = \dfrac{1,5}{L / d_p}$ đối với tải trọng đặt gần giữa dầm

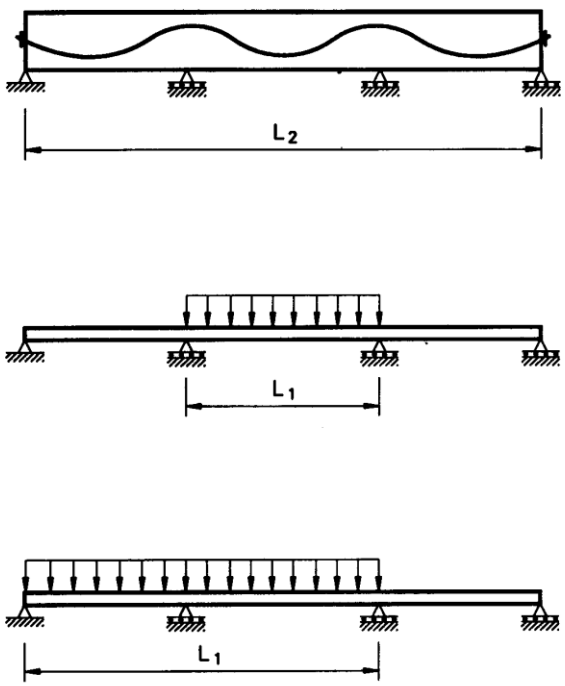
với L là chiều dài nhịp trong cùng một đoạn với $d_p$ (xem hình 6.18).

Nếu thay biểu thức 6.22 đối với $\varepsilon_{cp}$ vào và giả thiết rằng ứng suất kéo của cốt thép không dính bám ở TTGH là ở giới hạn đàn hồi, thì biểu thức 6.37, khi nhân với $E_p$, trở thành:

$$f_{ps} = f_{pe} + \Omega_u \varepsilon_{cu} E_p \left( \frac{d_p}{c} - 1 \right) \le f_{py} \qquad (6.38)$$

Công thức 6.38 được xây dựng đối với nhịp giản đơn và cần được điều chỉnh khi thanh kéo là liên tục nhiều nhịp trên tổng chiều dài $L_2$ giữa các neo khi một hoặc một số nhịp với chiều dài $L_1$ được xếp tải (xem hình 6.19). Sự thay đổi biến dạng do đặt tải trên $L_1$ được tính trung bình trên $L_2$ bởi tỉ số $L_1/L_2$ để xác định $f_{ps}$ đối với cốt thép không dính bám:

$$f_{ps} = f_{pe} + \Omega_u \varepsilon_{cu} E_p \left( \frac{d_p}{c} - 1 \right) \frac{L_1}{L_2} \le f_{py} \qquad (6.39)$$




*Hình 6.19 Định nghĩa chiều dài thanh kéo và chiều dài chịu tải*

Biểu thức trong AASHTO tương tự biểu thức này nhưng không có dấu trừ vì ở đây người ta sử dụng giá trị tuyệt đối của $\varepsilon_{cu}$. Ngoài ra, giới hạn trên trong công thức của AASHTO được lấy giảm đi, bằng 0,94.$f_{py}$, để đưa ra một giới hạn tăng lên đối với sự làm việc đàn hồi, tức là đối với một cốt thép không dính bám:

$$f_{ps} = f_{pe} + \Omega_u \varepsilon_{cu} E_p \left( \frac{d_p}{c} - 1 \right) \frac{L_1}{L_2} \le 0,94 f_{py} \qquad (6.40)$$

Trong tiêu chuẩn thiết kế *AASHTO Standard Specifications* [1996], số hạng thứ hai trong công thức 6.39 được lấy đơn giản bằng hằng số 100 MPa. Sự đơn giản hoá này có thể được sử dụng làm phép xấp xỉ thứ nhất đối với $f_{ps}$ nếu $c$ được xác định bằng phương pháp tính lặp.

Tiếp theo, cũng giống như đối với cốt thép có dính bám trong thành lập bất đẳng thức nội lực, biểu thức xác định khoảng cách từ mép chịu nén lớn nhất tới trục trung hoà đối với cốt thép không dính bám được đưa ra như sau:

$$c = \frac{A_{ps} f_{ps} + A_s f_y - A_s' f_y' - 0,85 \beta_1 f_c' \left( b - b_w \right) h_f}{0,85 \beta_1 f_c b_w} \ge h_f \qquad (6.41)$$

trong đó $f_{ps}$ được xác định từ biểu thức 6.40. Nếu $c$ nhỏ hơn $h_f$ thì trục trung hoà đi qua cánh dầm và $c$ phải được tính lại với $b_w = b$ trong biểu thức 6.41. Nếu biến dạng trong cốt thép chịu nén được tính ra nhỏ hơn so với biến dạng đàn hồi giới hạn $\varepsilon'_y$ thì $f'_y$ trong công thức 6.41 phải được thay thế bằng $f'_s$ như đã phân tích ở phần trước.

Thay biểu thức 6.40 vào 6.41 sẽ thu được một phương trình bậc hai đối với $c$ và kết quả được đưa ra dưới dạng căn thức như sau:

$$c = \frac{-B_1 + \sqrt{B_1^2 - 4A_1C_1}}{2A_1} \quad (6.42)$$

trong đó:

$A_1 = 0,85\beta_1 f_c' b_w$

$B_1 = A_{ps}\left(\Omega_u \varepsilon_{cu} E_p L_1 / L_2 - f_{pe}\right) + A_s' f_y' - A_s f_y + 0,85\beta_1 f_c'\left(b - b_w\right)h_f$

$C_1 = -A_{ps}\Omega_u \varepsilon_{cu} E_p d_p L_1 / L_2$

Một cách khác, có thể sử dụng phương pháp tính lặp, bắt đầu bằng một giá trị xuất phát đối với ứng suất của cốt thép không dính bám

$f_{ps} = f_{pe} + 100$ MPa (6.43)

trong biểu thức 6.41. Với $c$ đã biết, $f_{ps}$ được tính từ công thức 6.40, được so sánh với giá trị trước, và một giá trị mới được chọn. Các bước này được lặp lại cho tới khi đạt được sự hội tụ với sai khác chấp nhận được.

### 6.4.4.3 Sức kháng uốn

Với $c$ và $f_{ps}$ đã biết đối với cốt thép có dính bám cũng như cốt thép không dính bám, dễ dàng xác định được sức kháng uốn danh định $M_n$ đối với một mặt cắt dầm BTCT. Nếu sử dụng hình 5.8 và cân bằng mô men quanh $C_w$, ta được:

$$M_n = A_{ps} f_{ps}\left(d_p - \frac{a}{2}\right) + A_s f_y\left(d_s - \frac{a}{2}\right) + C_s\left(\frac{a}{2} - d_s'\right) + C_f\left(\frac{a}{2} - \frac{h_f}{2}\right) \quad (6.44)$$

trong đó $a = \beta_1.c$ và $c$ không nhỏ hơn bề dày cánh nén $h_f$. Thay biểu thức đối với $C_f$ và $C_s$ ta thu được:

$$M_n = A_{ps} f_{ps}\left(d_p - \frac{a}{2}\right) + A_s f_y\left(d_s - \frac{a}{2}\right) + A_s' f_y'\left(\frac{a}{2} - d_s'\right) + 0,85\beta_1 f_c'\left(b - b_w\right)h_f\left(\frac{a}{2} - \frac{h_f}{2}\right) \quad (6.45)$$

Nếu $c$ nhỏ hơn so với bề dày cánh nén $h_f$ hoặc nếu dầm không có cánh nén thì sức kháng uốn danh định $M_n$ đối với mặt cắt dầm được tính từ biểu thức 5.39 với $b_w$ được lấy bằng $b$.

Công thức tính duyệt về cường độ chịu uốn của mặt cắt dầm có dạng sau:

$$M_u = \sum \eta_i \gamma_i M_i \le \phi M_n \quad (6.46)$$

Trong đó:

| | |
|---|---|
| $M_u = \sum \eta_i \gamma_i M_i$ | mô men tính toán tại mặt cắt |
| $M_n$ | sức kháng uốn danh định |
| Φ | hệ số sức kháng |

### 6.4.4.4 Các giới hạn về cốt thép

**1/ Tính dẻo và lượng cốt thép tối đa**

Tính dẻo trong dầm BTCT là một yếu tố quan trọng trong thiết kế vì nó cho phép dầm biến dạng và xoay mà không bị phá hoại. Tính dẻo cũng cho phép phân phối lại tải trọng và mô men uốn trong các kết cấu bản nhiều nhịp và trong các dầm liên tục. Đây cũng là yếu tố quan trọng trong thiết kế động đất đối với sự tiêu hao năng lượng dưới tải trọng mạnh.

Sự phá hoại dẻo trong dầm BTCT được đảm bảo bởi việc hạn chế hàm lượng cốt thép chịu kéo. Tuy nhiên, việc sử dụng trực tiếp hàm lượng cốt thép để kiểm tra phá hoại giòn của vùng nén bất lợi ở chỗ chúng phải luôn luôn được điều chỉnh để phù hợp với sự thay đổi của nội lực nén do các nguyên nhân khác nhau như sự có mặt của cánh nén, cốt thép chịu nén và sự phối hợp chịu lực của cốt thép chịu kéo thường và dự ứng lực. Một cách tiếp cận tốt hơn là kiểm tra nội lực nén của bê tông bằng cách giới hạn khoảng cách *c* từ thớ chịu nén lớn nhất tới trục trung hoà.

Đối với dầm BTCT dự ứng lực:

$$\frac{c}{d_e} \le 0,42 \qquad (6.47)$$

Trong đó, $d_e$ là chiều cao hữu hiệu của mặt cắt, được tính bằng công thức sau

$$d_e = \frac{A_{ps}f_{ps}d_p + A_s f_y d_s}{A_{ps}f_{ps} + A_s f_y} \qquad (6.48)$$

trong đó, $f_{ps}$ được tính theo các công thức 6.25 hoặc 6.40 , hoặc trong thiết kế sơ bộ có thể giả thiết bằng $f_{py}$.

**2/ Lượng cốt thép tối thiểu**

Cốt thép chịu kéo tối thiểu được yêu cầu nhằm đảm bảo cho cốt thép không bị phá hoại đột ngột. Sự phá hoại đột ngột của cốt thép chịu kéo có thể xảy ra nếu khả năng chịu mô men (sức kháng uốn) được quyết định bởi cốt thép chịu kéo nhỏ hơn so với mô men nứt (sức kháng nứt) của mặt cắt bê tông nguyên. Để tính toán thiên về an toàn, sức kháng uốn $M_n$ được quyết định bởi cốt thép thường và dự ứng lực có thể lấy giảm đi, trong khi đó, sức kháng nứt $M_{cr}$ được tính dựa trên cường độ chịu kéo của bê tông có thể được lấy tăng lên, AASHTO đưa ra điều kiện sau:

$$\phi M_n \ge 1,2M_{cr} \qquad (6.49)$$

với

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t} \qquad (6.50)$$

trong đó

$f_r$ = cường độ chịu kéo khi uốn bê tông,

$I_g$ = mô men quán tính nguyên của mặt cắt ngang,

$y_t$ = khoảng cách từ trục trung hoà tới thớ chịu kéo lớn nhất.

Hệ số sức kháng Φ.

*22TCN272-05 quy đ inh:*

Trừ khi có các quy định khác, còn ở bất kỳ một mặt cắt nào đó của cấu kiện chịu uốn, lượng cốt thép thường và cốt thép dự ứng lực chịu kéo phải đủ để phát triển sức kháng uốn tính toán, $M_r$, ít nhất bằng 1 trong 2 giá trị sau, lấy giá trị nhỏ hơn:

1,2 lần sức kháng nứt được xác định trên cơ sở phân bố ứng suất đàn hồi và cường độ chịu kéo khi uốn, $f_r$, của bê tông theo quy định .

1,33 lần mômen tính toán cần thiết dưới tổ hợp tải trọng - cường độ thích hợp quy định .

***Ví dụ 6.1***

Đối với mặt cắt dầm cho trên hình 6.20, hãy xác định khoảng cách từ thớ chịu nén lớn nhất tới trục trung hòa *c*, ứng suất trung bình trong cốt thép dự ứng lực $f_{ps}$ và sức kháng uốn danh định $M_n$ đối với (a) cốt thép có dính bám và (b) cốt thép không dính bám. Sử dụng bê tông có tỉ trọng thông thường với $f'_c$ = 40 MPa, cốt thép mềm cấp 400 và bó cáp dự ứng lực có độ chùng thấp với đường kính 12,7 mm và cường độ chịu kéo 1860 MPa. Dầm chịu tải trọng phân bố đều với chiều dài nhịp giản đơn 10,67 m.

Đặc trưng của vật liệu

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05\left(\frac{f'_c - 28}{7}\right) = 0,85 - 0,05\left(\frac{40-28}{7}\right) = 0,76$$

$$E_c = 4800\sqrt{f'_c} = 4800\sqrt{40} = 30 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon_{cu} = -0,003$$

$$f_y = \left|f'_y\right| = 400 \text{ MPa}; \; E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon_y = \left|\varepsilon'_y\right| = \frac{f_y}{E_s} = \frac{400}{200\,000} = 0,002$$

$$f_{py} = 0,9 f_{pu} = 0,9(1860) = 1674 \text{ MPa}$$

$$k = 2\left(1,04 - \frac{f_{py}}{f_{pu}}\right) = 2(1,04 - 0,9) = 0,28$$

Giả thiết rằng $f_{pe}$ = 1030 MPa > 0,5 $f_{pu}$ = 930 MPa

$E_p$ = 197 GPa

Đặc trưng của mặt cắt

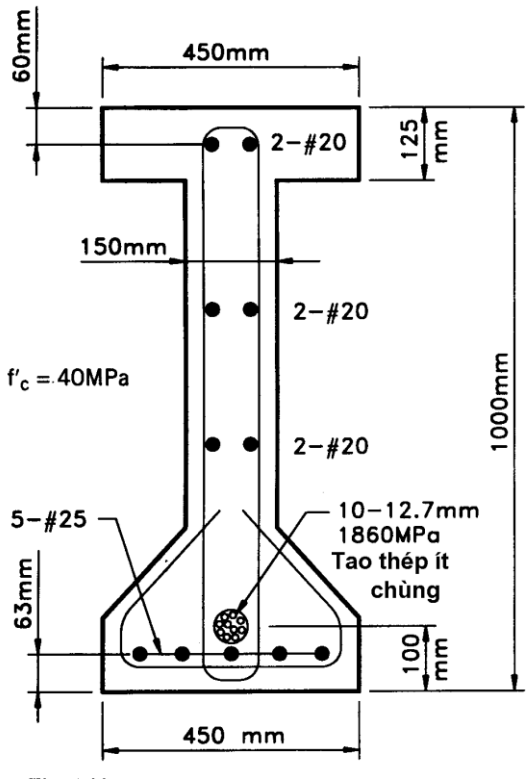
$b$ = 450 mm, $b_w$ = 150 mm, $h$ = 1000 mm, $h_f$ = 125 mm

$d'_s$ = 60 mm, $d_s = h - 63$ = 937 mm

$d_p = h - 100$ = 900 mm

$A_s$ = 2500 mm$^2$, $A'_s$ = 600 mm$^2$

$A_{ps}$ = 10 (98,71) = 987 mm$^2$




*Hình 6.20 Mặt cắt ngang dầm cho ví dụ 6.1*

Vị trí trục trung hòa và ứng suất trong cốt thép dự ứng lực

Trường hợp có dính bám.

Từ công thức :

$$c = \frac{A_{ps}f_{pu} + A_s f_y - A'_s\left|f'_y\right| - 0,85\beta_1 f'_c(b - b_w)h_f}{0,85\beta_1 f'_c b_w + (kA_{ps}f_{pu}/d_p)}$$

$$c = \frac{987(1860) + 2500(400) - 600(400) - 0,85(0,76)(40)(450-150)(125)}{0,85(0,76)(40)(125) + \dfrac{0,28(987)(1860)}{900}}$$

$c$ = 366 mm > $h_f$ = 125 mm, trục trung hòa đi qua sườn dầm

Từ công thức :

$$\varepsilon'_s = \varepsilon_{cu}\left(1 - \frac{d'_s}{c}\right) = -0,003\left(1 - \frac{60}{366}\right) = -0,00251$$

$$\left|\varepsilon'_s\right| = 0,00251 > \left|\varepsilon'_y\right| = 0,002$$

$\rightarrow$ cốt thép chịu nén bị chảy

Từ công thức

$$f_{ps} = f_{pu}\left(1 - k\frac{c}{d_p}\right)$$

$$f_{ps} = 1860\left(1 - 0,28\frac{366}{900}\right) = 1648\ \text{MPa}$$

Trường hợp không dính bám

$L = L_1 = L_2$ = 10,67 m, $\Omega_u = 3d_p/L = 3(900)/10670 = 0,253$

Từ công thức

$$c = \frac{-B_1 + \sqrt{B_1^2 - 4A_1C_1}}{2A_1}$$

$$A_1 = 0,85\beta_1 f'_c b_w = 0,85(0,76)(40)(150) = 3876 \text{ N}$$

$$\mathrm{B}_1 = A_{ps}(\Omega_u |\varepsilon_{cu}| E_p L_1 / L_2 - f_{pe}) + A'_s |f'_y| - A_s f_y + 0,85\beta_1 f'_c (b - b_w)h_f$$

$$\mathrm{B}_1 = 987\left[0,253(0,003)(197\,000)(1,0) - 1030\right] + 600(400) - 2500(400)$$
$$+ 0,85(0,76)(40)\left(450 - 150\right)125 = -660\,030 \text{ N}$$

$$C_1 = -A_{ps}\Omega_u |\varepsilon_{cu}| E_p d_p \frac{L_1}{L_2}$$
$$= -(987)(0,253)(0,003)(197\,000)(900)(1,0)$$
$$C_1 = -132\,820\,000 \text{ N}$$

$$c = \frac{660\,030 + \sqrt{(660\,030)^2 - 4(3876)(-132,82\times 10^6)}}{2(3876)}$$
$$= 289 \text{ mm} > h_f = 125 \text{ mm}$$

$\rightarrow$ trục trung hòa đi qua sườn dầm

Từ công thức :

$$\varepsilon'_s = \varepsilon_{cu}\left(1 - \frac{d'_s}{c}\right) = -0,003\left(1 - \frac{60}{289}\right) = -0,00238$$

$$|\varepsilon'_s| = 0,00238 > |\varepsilon'_y| = 0,002$$

$\rightarrow$ cốt thép chịu nén bị chảy

Từ công thức :

$$f_{ps} = f_{pe} + \Omega_u \varepsilon^*_{cu} E_p \left(\frac{d_p}{c} - 1\right)\frac{L_1}{L_2} \le 0,94 f_{py}$$

$$f_{ps} = 1030 + 0,253(0,003)(197\,000)\left(\frac{900}{289} - 1\right)(1,0)$$

$$f_{ps} = 1346 \text{ MPa} < 0,94(1674)$$

= 1574 MPa, ứng suất thấp hơn dính bám

Sức kháng uốn danh định

*Trường hợp dính bám*

$a = \beta_1 c = 0,76\ (366) = 278$ mm

Từ biểu thức :

$$M_n = A_{ps} f_{ps}\left(d_p - \frac{a}{2}\right) + A_s f_y\left(d_s - \frac{a}{2}\right) + A'_s f'_y\left(\frac{a}{2} - d'_s\right) + 0,85\beta_1 f'_c (b - b_w)h_f\left(\frac{a}{2} - \frac{h_f}{2}\right)$$

$$M_n = 987(1648)\left(900 - \frac{278}{2}\right) + 2500(400)\left(937 - \frac{278}{2}\right) + 600(400)\left(\frac{278}{2} - 60\right)$$
$$+ 0,85(0,76)(40)(450 - 150)125\left(\frac{278}{2} - \frac{125}{2}\right)$$

$$M_n = 2129\times 10^6 \text{ Nmm} = 2129 \text{ kNm}$$

*Trường hợp không dính bám*

$a = \beta_1 c = 0{,}76\ (289) = 220$ mm

thay số ta có

$$M_n = 987(1346)\left(900 - \frac{220}{2}\right) + 2500(400)\left(937 - \frac{220}{2}\right) + 600(400)\left(\frac{220}{2} - 60\right)$$
$$+ 0{,}85(0{,}76)(40)(450 - 150)125\left(\frac{220}{2} - \frac{125}{2}\right)$$

$M_n = 1935 \times 10^6$ Nmm $= 1935$ kNm

Đối với trường hợp không có dính bám, với cùng cốt thép như trong trường hợp có dính bám, sức kháng uốn danh định nhỏ hơn so với trong trường hợp có dính bám.

Kiểm tra yêu cầu về tính dẻo đối với dầm trên hình 10.6 với các đặc trưng cho trong ví dụ

*Trường hợp có dính bám*

$c = 366$ mm $\qquad f_{ps} = 1648$ MPa

$$d_e = \frac{A_{ps}f_{ps}d_p + A_s f_y d_s}{A_{ps}f_{ps} + A_s f_y} = \frac{987(1648)(900) + 2500(400)(937)}{987(1648) + 2500(400)} = 914 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{d_e} = \frac{366}{914} = 0{,}40 < 0{,}42 \quad \rightarrow \quad \text{đảm bảo tính dẻo}$$

*Trường hợp không dính bám*

$c = 289$ mm $\qquad f_{ps} = 1346$ MPa

$$d_e = \frac{987(1346)(900) + 2500(400)(937)}{987(1346) + 2500(400)} = 916 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{d_e} = \frac{289}{916} = 0{,}32 < 0{,}42 \quad \rightarrow \quad \text{đảm bảo tính dẻo}$$

### 6.4.5 Thiết kế chịu lực cắt cấu kiện BTCT Dự ứng lực

**Bước 1 :** Xác định biểu đồ bao lực cắt $V_u$ và biểu đồ bao mô men $M_u$ do tổ hợp tải trọng cường độ I gây ra ( thường xác định các giá trị ở 10điểm mỗi nhịp ). Tính toán chiều cao chịu cắt hữu hiệu $d_v$:

Chiều cao chịu cắt hữu hiệu được tính là khoảng cách giữa các hợp lực kéo và hợp lực nén do uốn. Giá trị này cần được lấy không nhỏ hơn $0{,}9d_e$ và $0{,}72h$, với $d_e$ là chiều cao hữu hiệu tính từ mép chịu nén lớn nhất tới trọng tâm cốt thép chịu kéo và $h$ là chiều cao toàn bộ của mặt cắt cấu kiện.

**Bước 2**

- Tính toán ứng suất cắt

$$v = \frac{V_n - V_p}{b_v d_v} = \frac{V_u - \phi V_p}{\phi b_v d_v} \qquad (6.51)$$

trong đó $b_v$ là bề rộng sườn dầm tương đương và $V_u$ là nội lực cắt có nhân hệ số ở trạng thái giới hạn cường độ.

◆ Tính $v/f'_c$, nếu tỉ số này lớn hơn 0,25 thì cần sử dụng mặt cắt có sườn dầm lớn hơn.

**Bước 3**

Giả định góc nghiêng của ứng suất nén xiên, $\theta$, và tính biến dạng trong cốt thép chịu kéo uốn:

$$\varepsilon_x = \frac{\frac{M_u}{d_v} + 0{,}5N_u + 0{,}5V_u \cot g\theta - A_{ps} f_{po}}{E_s A_s + E_p A_{ps}} \le 0{,}002 \qquad (6.52)$$

Nếu giá trị của $\varepsilon_x$, tính từ Phương trình trên là âm thì giá trị tuyệt đối của nó phải được giảm đi bằng cách nhân với hệ số $F_\varepsilon$, tính bằng :

$$F_\varepsilon = \frac{E_s A_s + E_p A_{ps}}{E_c A_c + E_s A_s + E_p A_{ps}}$$

Trong đó $M_u$ (N.mm) ,$N_u$ (N) ,$V_u$ *(N)*- là mô men , lực dọc trục , lực cắt tính toán có nhân hệ số.

$f_{po}$ - ứng suất trong cốt thép dự ứng lực khi ứng suất trong bê tông bao quanh bằng không .$f_{po} = f_{pe} + f_{pc}E_p/E_c$ , trong đó $f_{pe}$ là ứng suất trong CTDƯL sau các mất mát , $f_{pc}$ là ứng suất trong bê tông tại trọng tâm tiết diện sau các mất mát .

**Bước 4**

Sử dụng các giá trị $v/f'_c$ và $\varepsilon_x$ đã tính được để xác định $\theta$ từ hình 6.9 và so sánh nó với giá trị giả định. Lặp lại quá trình trên cho tới khi $\theta$ giả định xấp xỉ với giá trị tra từ hình 6.9. Sau đó, xác định giá trị $\beta$, là hệ số biểu thị khả năng truyền lực kéo của bê tông đã bị nứt nghiêng.

**Bước 5**

Tính toán sức kháng cắt cần thiết của các cốt thép ngang ở sườn dầm, $V_s$:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c - V_p \qquad (6.53)$$

với $V_c$ là sức kháng cắt danh định của bê tông.$V_p$ là thành phần DƯL theo hướng lực cắt .

**Bước 6**

◆ Tính toán khoảng cách cần thiết giữa các cốt thép ngang ở sườn dầm

$$s \le \frac{A_v f_y d_v \cot\theta}{V_s}$$

với $A_v$ là diện tích cốt thép ngang sườn dầm trong phạm vi khoảng cách $s$.

◆ Kiểm tra đối với yêu cầu về lượng cốt thép ngang tối thiểu ở sườn dầm

$$A_v \ge 0,083\sqrt{f_c'}\frac{b_v s}{f_y} \quad \text{hay} \quad s \le \frac{A_v f_y}{0,083\sqrt{f_c'}\, b_v}$$

◆ Kiểm tra đối với yêu cầu về khoảng cách tối đa giữa các cốt thép ngang ở sườn dầm

Nếu $V_u < 0,1 f_c' b_v d_v$, thì $s \le 0,8 d_v; \le 600$ mm

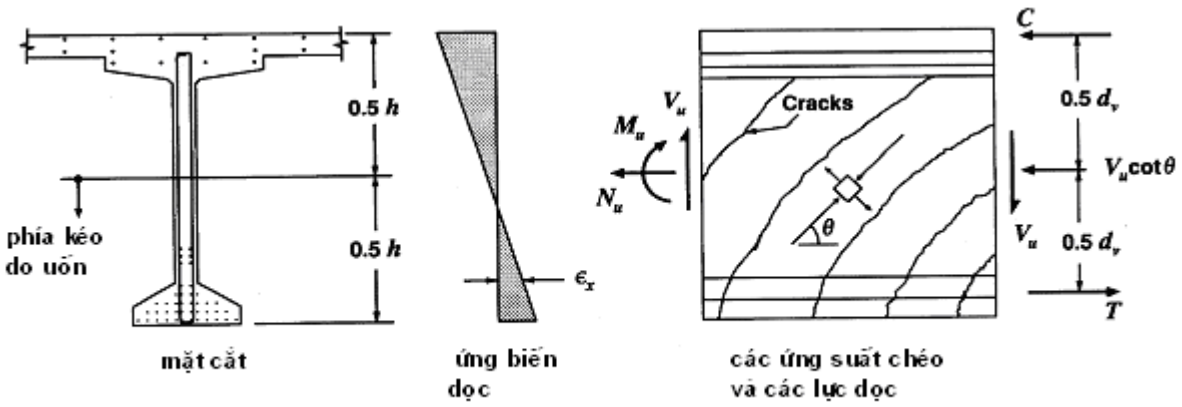
Nếu $V_u \ge 0,1 f_c' b_v d_v$, thì $s \le 0,4 d_v; \le 300$ mm

**Bước 7**

Kiểm tra điều kiện đảm bảo cho cốt thép dọc không bị chảy dưới tác dụng tổ hợp của mô men, lực dọc trục và lực cắt.

$$A_s f_y + A_{ps} f_{ps} \ge \frac{M_u}{\phi_M d_v} + 0,5\frac{N_u}{\phi_N} + (\frac{V_u}{\phi_V} - 0,5V_s - V_p)\cot g\theta \qquad (6.54)$$

Nếu biểu thức trên không được đảm bảo, cần tăng thêm hoặc cốt thép dọc chủ hoặc tổng diện tích cốt thép ngang sườn dầm.




**Hình 6.21 Minh họa Ac**

# BẢNG DIỆN TÍCH CỐT THÉP THEO AASHTO

ASTM A615M và A706M

| số hiệu thanh | Đkính Φ, mm | Diện tích ngang ,mm2 ,ứng với số thanh | | | | | | | | | Trọng lợng 1m dài ,Kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| No10 | 9,5 | 71 | 142 | 213 | 284 | 355 | 426 | 497 | 568 | 639 | 0,56 |
| No13 | 12,7 | 129 | 258 | 387 | 516 | 645 | 774 | 903 | 1032 | 1161 | 0,994 |
| No16 | 15,9 | 199 | 398 | 597 | 796 | 995 | 1194 | 1393 | 1592 | 1791 | 1,552 |
| No19 | 19,1 | 284 | 568 | 852 | 1136 | 1420 | 1704 | 1988 | 2272 | 2556 | 2,235 |
| No22 | 22,2 | 387 | 774 | 1161 | 1548 | 1935 | 2322 | 2709 | 3096 | 3483 | 3,042 |
| No25 | 25,4 | 510 | 1020 | 1530 | 2040 | 2550 | 3060 | 3570 | 4080 | 4590 | 3,973 |
| No29 | 28,7 | 645 | 1290 | 1935 | 2580 | 3225 | 3870 | 4515 | 5160 | 5805 | 5,06 |
| No32 | 32,3 | 819 | 1638 | 2457 | 3276 | 4095 | 4914 | 5733 | 6552 | 7371 | 6,404 |
| No36 | 35,8 | 1006 | 2012 | 3018 | 4024 | 5030 | 6036 | 7042 | 8048 | 9054 | 7,907 |
| No43 | 43 | 1452 | 2904 | 4356 | 5808 | 7260 | 8712 | 10164 | 11616 | 13068 | 11,38 |
| No57 | 57,3 | 2581 | 5162 | 7743 | 10324 | 12905 | 15486 | 18067 | 20648 | 23229 | 20,24 |

**Bảng 2: CÁC GIÁ TRỊ $\xi_{gh}$ VÀ $\alpha_{,gh}$ CHO MỘT SỐ CẤP BÊTÔNG (Theo tiêu chuẩn thiết kế cầu 22 TCN 272-05)**

| $f'_c$ | $\beta_1$ | $\xi_{gh}$ | $\alpha_{gh}$ |
|---|---|---|---|
| 28 | 0,850 | 0,357 | 0,293 |
| 30 | 0,836 | 0,351 | 0,289 |
| 32 | 0,821 | 0,345 | 0,285 |
| 35 | 0,800 | 0,336 | 0,280 |
| 40 | 0,764 | 0,321 | 0,269 |

Chú thích: Các giá trị giới hạn tính theo công thức sau:

$$\xi_{gh} = 0{,}42\beta_1 ; \alpha_{gh} = \xi_{gh}(1 - \frac{\xi_{gh}}{2}) ; \quad \beta_1 = 0{,}85 - 0{,}05\frac{(f_c' - 28)}{7}$$ Với: 28 MPa $\le f_c' \le$ 56 MPa

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22TCN272-05

[2] GS-TS Nguyễn Viết Trung thiết kết cấu BTCT hiện đại theo tiêu chuẩn ACI

[3] Richard M. Barker; Jay A. Puckett. *Design of highway bridges*. NXB Wiley Interscience, 1997

[4] Unified Theory of Rienforced Concrete- Thomas T.C Hsu Professor of Civil Engineering Universty of Houston, Texas.

# BÀI 1

# VỮA XÂY DỰNG

## I. GIỚI THIỆU VỮA XÂY DỰNG

### 1 Khái niệm và phân loại

***a. Khái niệm***

Vữa xây dựng là một hỗn hợp gồm cốt liệu, chất kết dính và nước được chọn theo một tỉ lệ nhất định theo định mức rồi trộn với nhau thật đều.

Cốt liệu để chế tạo vữa thông thường là cát đen, cát vàng…

Chất kết dính để chế tạo vữa là xi măng, thạch cao, vôi…

- Vữa dùng để xây, trát, láng, lát, ốp và hoàn thiện trang trí cho công trình xây dựng.
- Khi cần làm tăng thêm một đặc tính nào đó của vữa cho phù hợp với yêu cầu sử dụng, người ta cho thêm vào các chất phụ gia, như phụ gia đông cứng nhanh, phụ gia chống thấm, phụ gia chống axit…

***b. Phân loại vữa***

Có nhiều cách phân loại vữa, theo chức năng sử dụng vữa được chia thành năm loại sau :

❖ ***Vữa thông thường :***

Là loại vữa được dùng để xây, trát, láng, lát, ốp, hoàn thiện. Vữa thông thường theo thành phần có ba loại

- Vữa vôi : thành phần gồm cát (đen, vàng), vôi và nước.
- Vữa tam hợp : thành phần gồm có cát (đen, vàng), vôi, ximăng và nước.
- Vữa xi măng : thành phần gồm có cát (đen, vàng), ximăng và nước.

❖ ***Vữa hoàn thiện :*** loại vữa để trang trí cho mặt ngoài công trình.

❖ ***Vữa chịu axít :*** loại vữa dùng để trát, láng, lát, ốp, bảo vệ các bộ phận công trình làm việc trong môi trường chịu tác dụng của axít hoặc hơi axít. Vữa chịu axít dùng chất kết dính là thuỷ tinh lỏng.

❖ ***Vữa chịu nhiệt :*** loại vữa dùng để xây trát các bộ phận công trình chịu nhiệt như : xây thành lò nung, xây bếp, xây ống khói…Vữa chịu nhiệt thường dùng là vữa ximăng–samốt.

❖ ***Vữa chống thấm :*** loại vữa dùng để trát láng, bao bọc các công trình chịu nước. Vữa chống thấm thường dùng là vữa ximăng mác cao 75÷100 hoặc vữa ximăng có phụ gia chống thấm.

### 2 Vật liệu chế tạo vữa thông thường

***a. Ximăng***

Ximăng là một loại chất kết dính trong thành phần vữa. Khi trộn vữa, ximăng hợp với nước tạo thành keo bao bọc các hạt cốt liệu và lấp đầy khe rỗng giữa các hạt cốt liệu. Keo ximăng khi đông cứng sẽ gắn chặt các hạt cốt liệu với nhau thành một khối rắn chắc. Ximăng dùng để chế tạo vữa thông thường gồm có hai loại :

- Ximăng portland
- Ximăng portland hỗn hợp

***b. Vôi :*** Vôi dùng trong xây dựng là vôi đông cứng trong không khí, ở môi trường ẩm ướt vôi không đông cứng.

*Chế tạo*

Từ nguyên liệu là đá vôi có hàm lượng CacbonatCanxi nung trong lò ở nhiệt độ $900 \div 1100^0$ C.

Phản ứng : $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

Ta được sản phẩm là vôi cục (thành phần hoá học là CaO).

***c. Cát xây dựng:*** là những hạt nhỏ do đá thiên nhiên bị phong hoá vỡ vụn mà thành.

***d. Phân loại :***

– Theo sự hình thành cát được chia thành ba loại
  + Cát núi: hạt to sắc cạnh và lẫn nhiều tạp chất nên ít dùng.
  + Cát sông: hạt nhỏ, ít sắc cạnh và sạch, được sử dụng thông dụng để chế tạo vữa xây, trát, láng, lát, ốp và vữa bêtông.
  + Cát biển: nhỏ hạt và sạch, nhưng lại nhiễm mặn nên ít được sử dụng.
– Theo màu sắc cát được chia làm ba loại
  + Cát vàng: màu hơi vàng, đường kính hạt to, có nhiều ở các vùng núi, được dùng để sản xuất vữa bêtông và vữa chống ẩm.
  + Cát đen: màu xám, cỡ hạt nhỏ hơn cát vàng, có nhiều ở sông và đồng bằng, được dùng để sản xuất vữa xây, trát, lát, ốp.
  + Cát trắng : màu trắng, sạch, được dùng để xây trát và làm nguyên liệu sản xuất thuỷ tinh, kính.
– Theo đường kính cỡ hạt, cát được chia làm bốn loại
  + Cát to, có đường kính cỡ hạt $0.5 \div 5$mm.
  + Cát vừa, có đường kính cỡ hạt $0.35 \div 0.5$mm.
  + Cát nhỏ, có đường kính cỡ hạt $0.15 \div 0.35$mm.
  + Cát bụi, có đường kính cỡ hạt 0.15mm.

  Trong xây dựng thường chỉ dùng hai loại là cát vừa và nhỏ.

***e. Nước***

– Nước dùng để sản xuất vữa phải là nước sạch.
– Không được dùng nước lẫn chất dầu mỡ, nhiều phù sa vì nó làm giảm độ dính kết và cường độ chịu lực của vữa. Không được dùng nước nhiễm mặn, axit để chế tạo vữa trát các cấu kiện bêtông cốt thép.

## II. CÁC TÍNH CHẤT CỦA VỮA XÂY DỰNG

### 1 Tính lưu động

– Tính lưu động của vữa (còn gọi là tính dẻo) thể hiện trạng thái khô, dẻo hoặc nhão của vữa. Tính lưu động của vữa được thông qua độ sụt của vữa.
  + Độ sụt của vữa được xác định bằng thí nghiệm theo tiêu chuẩn Việt Nam
  + Vữa ở trạng thái nhão có độ sụt lớn, ở trạng thái khô có độ sụt nhỏ. Độ sụt thích hợp cho vữa xây, trát thường từ $5 \div 13$cm.

- Tính lưu động của vữa phụ thuộc vào loại vữa, chất lượng và tỉ lệ pha trộn của vật liệu thành phần, đồng thời còn phụ thuộc vào thời gian pha trộn vữa.
- Tính lưu động của vữa có ảnh hưởng nhiều đến năng suất, chất lượng của công việc, cho nên khi xây, trát… Tuỳ theo yêu cầu kĩ thuật, tính chất và đặc điểm của công việc, điều kiện thời tiết mà chọn vữa có độ sụt cho thích hợp.

**2 Tính giữ nước**

- Tính giữ nước là khả năng giữ được nước của vữa từ khi trộn xong đến khi sử dụng vữa.

  Do vữa để lâu xảy ra hiện tượng tách nước, cát lắng xuống làm cho vữa không đều, đó là hiện tượng vữa bị phân tầng, hiện tượng này thường xảy ra đối với vữa ximăng, làm cho vữa không đều và kém chất lượng.

  Tính giữ nước của vữa biểu thị bằng độ phân tầng (kí hiệu P).

  Độ phân tầng, theo tiêu chuẩn Việt Nam được xác định bằng hiệu số độâ sụt của vữa lúc mới trộn xong và độ sụt của vữa sau khi trộn 30 phút.

  + Nếu P = 0 vữa có tính giữ nước tốt.
  + $P \leq 2$ vữa có tính giữ nước bình thường.
  + $P > 2$ vữa có tính giữ nước kém.
- Tính giữ nước của vữa phụ thuộc vào chất lượng, quy cách của vật liệu thành phần, loại vữa và phương pháp trộn vữa.
  + Vữa ximăng giữ nước kém hơn vữa vôi và vữa tam hợp.
  + Vữa cát vàng giữ nước kém hơn vữa cát đen.
  + Vữa trộn bằng phương pháp thủ công giữ nước kém hơn vữa trộn bằng máy.
- Trong quá trình sử dụng vữa ta phải chú ý đảo lại vữa để đảm bảo độ đồng đều và độ dẻo, nhất là đối với vữa ximăng.

**3 Tính bám dính**

- Tính bám dính của vữa là khả năng liên kết của vữa với các viên xây hoặc mặt trát, láng, lát, ốp. Vữa bám dính kém sẽ ảnh hưởng đến độ bền của sản phẩm và làm giảm năng suất lao động.
- Tính bám dính của vữa phụ thuộc chủ yếu vào số lượng, chất lượng của chất kết dính có trong thành phần vữa và độ dẻo của vữa. Do đó khi trộn vữa nhất thiết phải cân đong đủ các vật liệu thành phần, phẩm chất, quy cách vật liệu phải được đảm bảo đúng theo tiêu chuẩn quy định, đồng thời vữa phải đảm bảo trộn thật đều và dẻo.

  Ngoài ra, tính bám dính của vữa còn phụ thuộc vào độ nhám, độ sạch, độ ẩm của các viên xây, mặt trát, láng, lát, ốp,…Vì vậy khi tiến hành công việc phải làm vệ sinh bề mặt, phải tạo độ nhám, độ ẩm cần thiết

**4 Tính chịu lực**

- Tính chịu lực của vữa là khả năng chịu được tác dụng của lực vào vữa. Tính chịu lực được biểu thị bằng độ chịu lực (còn gọi là cường độ–đơn vị tính là $daN/cm^2$ hoặc $kN/cm^2$).
- Cường độ chịu nén của mẫu vữa có kích thước tiêu chuẩn (R = P/F) được gọi là số hiệu
  + Đối với vữa vôi : mác 2, 4, 8.
  + Đối với vữa tam hợp : mác 10, 20, 50..
  + Đối với vữa ximăng : mác 50, 75, 100..

*Giải thích ý nghĩa*

Vữa mác 50 có nghĩa là cường độ chịu nén của vữa là 50daN/cm$^2$

- Khi dùng vữa ta phải sử dụng đúng loại và đúng mác theo chỉ định của thiết kế.

**5 Tính co nở**

- Quá trình khô và đông cứng của vữa, vữa bị co ngót. Độ co ngót của vữa khá lớn, khi vữa co ngót thường xảy ra hiện tượng rạn nứt, bong dộp làm giảm chất lượng và mĩ quan của sản phẩm. Do vậy sau khi khi hoàn thành sản phẩm ta chú ý bảo dưỡng sản phẩm để vữa đông cứng từ từ, tránh co ngót đột ngột.
- Khi vữa bị ẩm ướt sẽ dẫn đến hiện tượng nở thể thích, nhưng độ nở không đáng kể, không ảnh hưởng gì đến sản phẩm.

## III. PHẠM VI SỬ DỤNG VỮA

### 1. Vữa vôi

Vữa vôi có cường độ chịu lực rất thấp, tính chống ẩm rất kém, độ co ngót của vữa lại lớn, tuổi thọ thấp nên chủ yếu chỉ dùng được xây, trát cho công trình tạm, xây trát những bộ phận không quan trọng ở nơi khô ráo, ít bị va chạm, ít tiếp xúc với mưa nắng: trát tường ngăn, xây công trình tạm…

### 2. Vữa tam hợp

Vữa tam hợp có cường độ và độ bền tương đối tốt; có tính dẻo và tính bám dính; nhanh khô hơn vữa vôi nên được sử dụng khá thông dụng trong xây, trát, láng, lát ; xây tường, trát tường mặt trong và ngoài nhà, trát trần, dầm, cột…

### 3. Vữa Ximăng

Vữa ximăng có cường độ và độ bền cao, tính chống thấm tốt, nhanh khô nên được dùng để xây, trát các bộ phận công trình dưới mặt đất, những bộ phận chịu tác dụng trực tiếp của mưa nắng. Vữa ximăng được dùng để láng nền, láng chống thấm, dùng để lát, ốp …

## IV. TÍNH LIỀU LƯỢNG PHA TRỘN VỮA

Định mức dự toán cấp phối vật liệu được tính cho vữa xây, vữa trát có các mác 50, 75, 100, 125, 150. Mác vữa được xác định bằng cường độ nén ở thời gian 28 ngày đêm trên các mẫu lập phương kích thước 70.7x70.7x70.7mm, hoặc trên các nửa mẫu 40x40x40mm theo (TCVN-3121 :1979).

**Định mức cấp phối cho 1m$^3$ vữa ximăng cát (Ximăng Holcim)**

| Loại vữa | Mác ximăng | Mác vữa | Vật liệu dùng cho 1 $m^3$ | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Ximăng (kg) | Cát (m$^3$) |
| Vữa ximăng cát | PCB40 | 100 | 320 | 1.06 |
| | | 75 | 247 | 1.09 |
| | | 50 | 176 | 1.11 |

**Định mức cấp phối cho 1m$^3$ vữa ximăng cát (Ximăng Hà Tiên 1)**

| Loại vữa | Mác ximăng | Mác vữa | Vật liệu dùng cho 1 $m^3$ | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ximăng (kg) | Cát (m$^3$) | Nước (lít) |
| Vữa ximăng | PCB30 | 75 | 320 | 1.06 | 210 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| cát | | 50 | 230 | 1.09 | 210 |

# BÀI 2

# XÂY GẠCH

## I. YÊU CẦU ĐỐI VỚI KHỐI XÂY GẠCH VÀ CẤU TẠO KHỐI XÂY

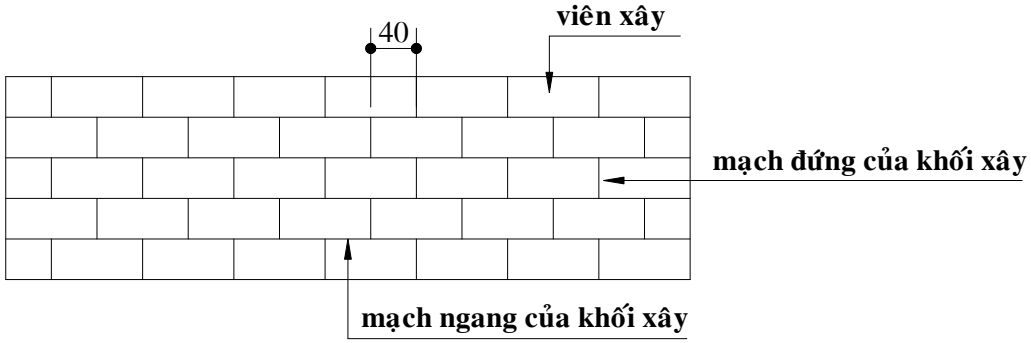
### 1. Yêu cầu đối với khối xây

***a. Yêu cầu về vật liệu***

- Gạch xây phải có cường độ, kích thước, phẩm chất theo quy định của thiết kế.
- Các viên gạch phải sạch, có độ ẩm cần thiết.
- Vữa xây đảm bảo phải đúng loại và đúng mác theo yêu cầu, được trộn đều theo quy cách của thiết kế; khi xây tường; trụ gạch; độ dẻo từ $9 \div 13$cm, khi xây lanh tô, vỉa nghiêng từ $5 \div 6$cm.

***b. Yêu cầu về chất lượng của khối xây***

- Khối xây tường phải đúng vị trí, đúng hình dáng và kích thước, có đủ các lỗ chừa sẵn (cửa sổ, cửa đi, thông gió…) theo quy định của thiết kế và phương án thi công.
- Khối xây tường phải đặc chắc, nghĩa là tất cả các mạch vữa phải đầy, mạch ngoài phải được miết gọn. Những chỗ ngừng khi xây tiếp phải làm sạch, tưới ẩm.
- Từng lớp xây phải ngang bằng.
- Khối xây phải thẳng đứng, phẳng mặt.
- Góc của khối xây phải đúng theo thiết kế.
- Mạch đứng của khối xây không được trùng nhau, phải lệch nhau ít nhất 5cm. Đây là yêu cầu quan trọng góp phần tạo nên khối xây có chất lượng cao.




**MẶT ĐỨNG KHỐI XÂY TƯỜNG**

### 2. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng khối xây

Chất lượng của khối xây được đánh giá thông qua một số chỉ tiêu sau :

- Chỉ tiêu về vị trí tim, trục của khối xây.
- Chỉ tiêu về độ ngang bằng, chiều cao của khối xây.
- Chỉ tiêu về độ thẳng đứng, góc vuông của khối xây.
- Chỉ tiêu về độ phẳng mặt của khối xây.
- Chỉ tiêu về độ đặc chắc, so le mạch vữa xây.

***Trị số sai lệch cho phép của khối xây***

| Tên những sai lệch cho phép | Trị số sai lệch cho phép (mm) |
|---|---|
| | Xây bằng gạch |

| | Tường | Cột |
|---|---|---|
| 1. Sai lệch so với kích thước thiết kế | | |
| **a-** Bề dày | +15; -10 | 15 |
| **b-** Xê dịch trục kết cấu | 10 | 10 |
| **c-** Cao độ khối xây | 15 | 15 |
| 2. Sai lệch độ thẳng đứng | | |
| **a-** Một tầng | 10 | 10 |
| **b-** Chiều cao toàn nhà | 30 | 30 |
| 3. Độ ngang bằng trong phạm vi 10m | 20 | - |
| 4. Độ gồ ghề trên bề mặt thẳng đứng khối xây có trát vữa | 5 | 5 |

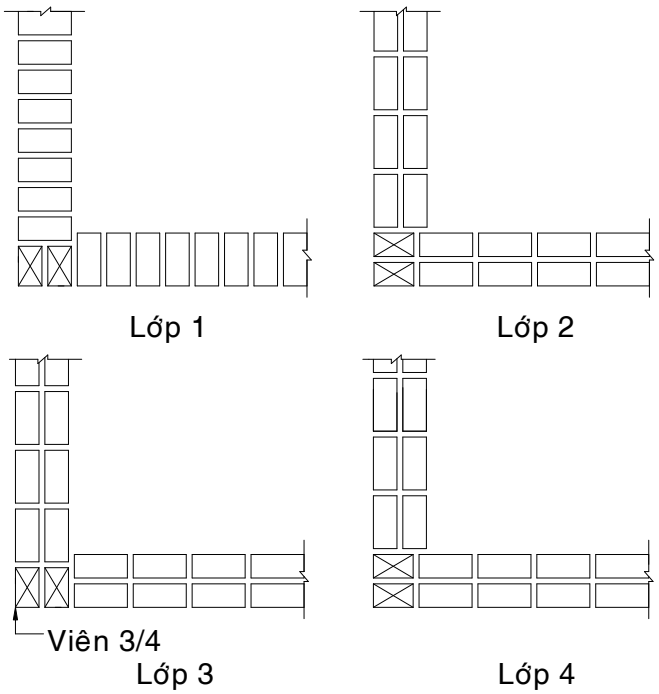
**3. Cấu tạo các lớp trong khối xây tường gạch**

***a. Nguyên tắc chung***

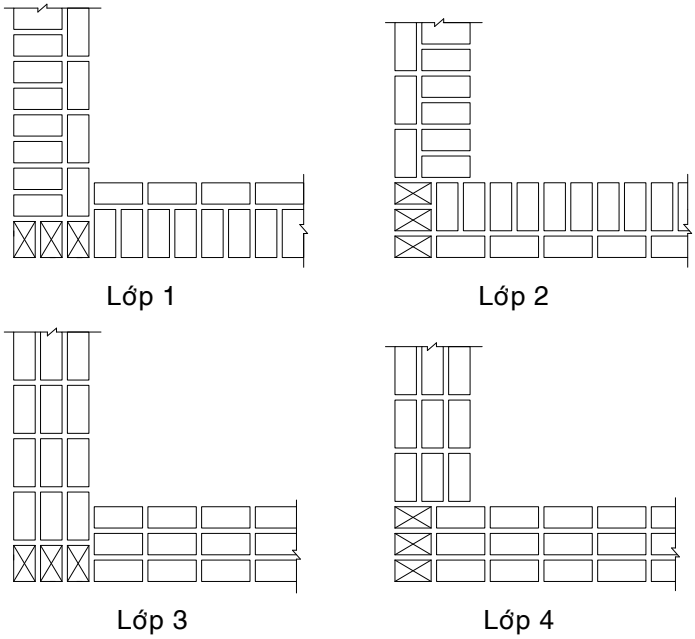
Mỗi loại khối xây đều có cách sắp xếp các viên gạch khác nhau. Nhưng chúng có một quy luật chung ở những chỗ giao nhau giữa các bức tường phải xếp lớp câu, lớp ngắt. Bên câu bên ngắt để đảm bảo khối xây vững chắc, không bị trùng mạch.

***b. Cấu tạo cụ thể***

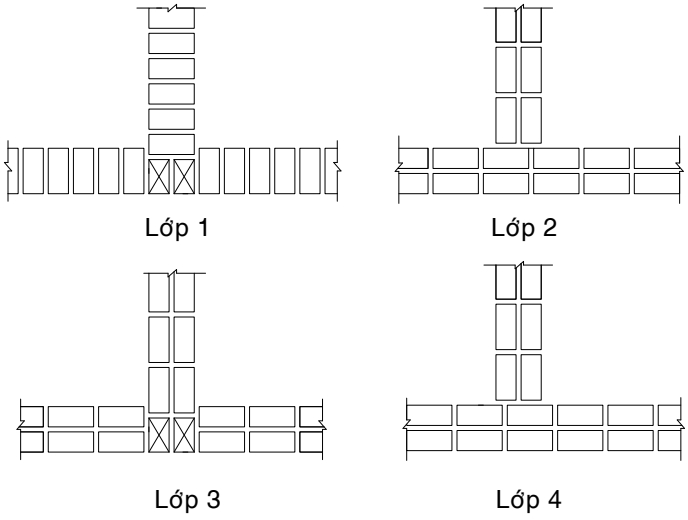
**Tường góc 220**



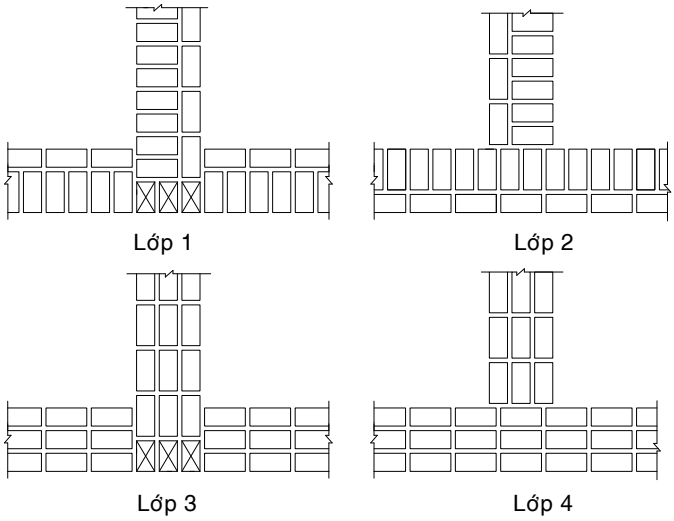
**Tường góc 330**



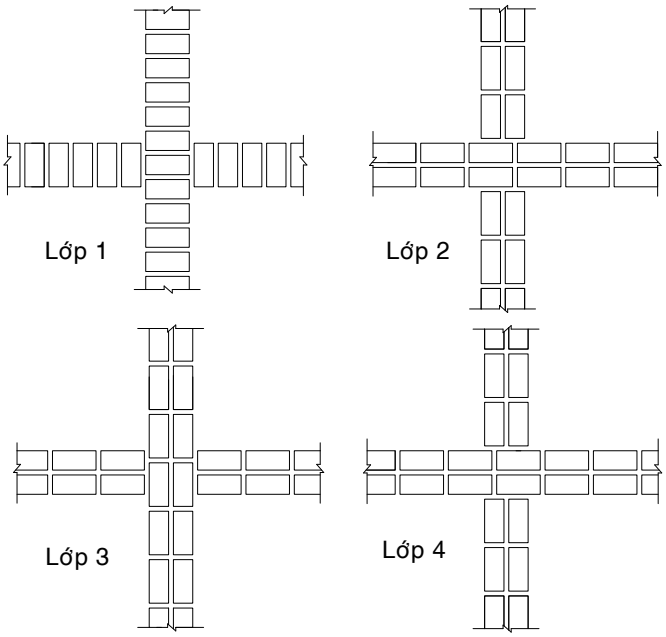

**Tường chữ đinh 220**




**Tường chữ đinh 330**




**Tường chữ thập 220**




## II. THAO TÁC XÂY CƠ BẢN

### 1. Dụng cụ để xây gạch

Dụng cụ xây gạch thông thường gồm: bay xây, thước hồ, thước vuông, thước đo chiều dài, nivô, quả dọi, dây xây…

### 2. Thao tác xây cơ bản

Để xây một viên gạch cần thực hiện một số thao tác sau đây

❖ ***Cầm bay và cầm gạch***

– Khi cầm bay ngón tay cái đặt lên cổ bay, bốn ngón kia và lòng bàn tay nắm chặt chuôi bay.

- Khi cầm gạch: bàn tay trái úp xuống cầm vào giữa viên gạch
- Xúc vữa: đưa lưỡi bay chéo xuống máng vữa lấy một lượng vữa đủ để xây một viên gạch.

***Chú ý***

Trong quá trình thực hiện động tác cầm gạch và xúc vữa thường kết hợp với nhau. Không nên xúc vữa trước rồi mới cầm gạch.

❖ ***Đổ, dàn vữa***

Vữa được đổ theo chiều dài viên gạch định xây, tuỳ theo viên gạch xây ngang hay dọc. Dùng mũi bay dàn đều vữa và sửa gọn mạch ở hai bên.

❖ ***Đặt gạch***

Tay cầm gạch đưa từ ngoài vào hơi lệch để đùn vữa lên mạch đứng. Đồng thời tay hơi day nhẹ theo chiều dọc tường để chiều mặt trên viên gạch ăn phẳng với dây cữ. Khi cần mới dùng bay để điều chỉnh.

❖ ***Gạt miết mạch***

Khi viên gạch đã nằm đúng vị trí, dùng bay gạt vữa thừa ở mặt ngoài.

Trên đây là những thao tác cơ bản để xây một viên gạch trên tường 220. Nhưng thực tế còn có tường với chiều dày nhỏ hơn: tường 110, 60 hoặc tường xây bằng gạch rỗng (gạch 4 lỗ, 6 lỗ). Khi thao tác các loại tường này cần chú ý

- Đối với tường 60mm là tường có chiều dày bằng chiều dày viên gạch, khi xây phải dùng bay phết vữa lên đầu viên gạch định xây, rải vữa lên tường đã xây, đặt gạch lên tường theo phương thẳng đứng, không day đi day lại, dùng bay điều chỉnh nhẹ theo phương thẳng đứng cho ngang bằng dây cữ, tuyệt đối không được gõ điều chỉnh theo phương ngang. Xây viên nào chèn đầy mạch vữa cho viên đó.
- Đối với tường 110mm là tường có chiều dày bằng chiều rộng của viên gạch thao tác khi xây tương tự như tường 220mm.

***Tóm lại***

Khi thao tác xây tường 60 và 110mm cần phải đảm bảo độ chính xác cao để tránh phải điều chỉnh nhiều, đặc biệt theo phương ngoài mặt phẳng của khối xây.

- Đối với tường xây bằng gạch rỗng cần chú ý

Khi đặt gạch không chúi đầu viên gạch xuống để tạo mặt đứng. Hạn chế việc điều chỉnh bằng bay vì dễ làm gạch bị vơ.õ

## III. XÂY GẠCH

### 1. Xây tường

Dựa vào tính chất chịu lực tường được chia làm hai loại

- Tường tự mang lực: tường chỉ chịu tải trọng bản thân nó.
- Tường chịu lực: tường ngoài tải trọng bản thân còn chịu tải trọng do các bộ phận kết cấu khác truyền đến hoặc chịu tải trọng gió, bão.

***a. Xây tường giữa hai mở***

- Khi xây đoạn tường giữa hai mỏ phải căng dây rối mới xây, dùng dây để làm cữ và kiểm tra độ ngang bằng của mặt tường, đối với tường 110 trở xuống dây được căng ở phía mặt tường cần lấy phẳng.
- Xây lớp nào căng lớp đó. Dây phải bám vào mặt trên của những lớp gạch tương ứng của hai mỏ, dây phải căng, không bị vướng vào gạch, vữa.
- Khi xây những viên gạch giữa hai mỏ phải điều chỉnh cho mặt trên viên gạch ngang bằng với dây cạnh bên ăn thẳng với lớp gạch đã xây bên dưới.
- Tường giữa hai mỏ có thể là tường chịu lực, tường chèn khung chịu lực, tường ngăn.
- Gạch xây tường là gạch loại A có cường độ $\geq 75 kg/cm^2$, vữa ximăng mác 50, 75
- Tường chịu lực thường xây theo phương pháp xếp gạch một dọc, một ngang hay ba dọc một ngang.
- Xây tường chèn khung chịu lực cũng như xây tường chịu lực. Thép chờ sẵn ở khung cột có tác dụng liên kết tường và khung cho nên trong quá trình xây cần chú ý: tại vị trí có thép chờ phải xây bằng vữa ximăng.
- Lớp trên cùng sát với đáy dầm hoặc giằng phải xây vỉa nghiêng, chèn vữa kín đầu trên viên gạch rồi mới xây.

***b. Xây tường thu hồi***

Tường thu hồi là tường chịu lực và tạo cho mái có độ dốc theo thiết kế, mái ngói có độ dốc từ $70 \div 80\%$, mái tôn có độ dốc từ $15 \div 20\%$. Có tường thu hồi đối xứng và không đối xứng.

❖ ***Dựng cột và căng dây lèo***

- Kiểm tra cố định chân của phần tường định xây thu hồi hay còn gọi là mặt tường khẩu.
- Vạch điểm nóc thu hồi trên mặt tường khẩu

Điểm nóc thu hồi trên mặt tường khẩu khi thu hồi đối xứng là điểm giữa các bức tường thu hồi. Nếu thu hồi không đối xứng điểm nóc được xác định dựa vào độ dốc của mái (i) và độ cao của phần tường thu hồi tính từ mặt tường khẩu lên đỉnh thu hồi. Cụ thể được tính như sau :

$$B_1 = \frac{H_1}{i_1} \text{ hoặc } B_2 = \frac{H_2}{i_2}$$

❖ Dựng cột lèo

- Chọn gỗ hoặc tre có độ dài cho phù hợp.
- Đóng thanh cữ số 1 và thanh giằng số 2 lên đỉnh cột. Đo từ mặt dưới thanh cữ xuống một đoạn bằng chiều cao phần thu hồi, đánh dấu tại vị trí 4 bằng mực hoặc sơn.
- Dựng cột lèo sao cho vạch mực số 4 trùng với mực tường khẩu. Đồng thời điều chỉnh cột sao cho thanh cữ 1 trùng với vị trí của đỉnh thu hồi. Sau đó dùng dọi đưa tim tường thu hồi lên thanh cữ.

❖ ***Căng dây lèo***

Từ vị trí tim tường trên thanh cữ đo sang hai bên bằng ½ chiều dày tường thu hồi xác định hai điểm A và B. Dùng dây căng từ A và B đến các vị trí tương ứng ở điểm chân C, D, C', D'

❖ ***Kĩ thuật xây***

- Trước hết xây mỏ hai bên đầu tường phần thu hồi, các viên xây phía thoã mãn điều kiện : cạnh dưới của viên xây ăn với mép tường khẩu, góc trên ăn với dây lèo. Căng dây để xây khoảng tường giữa hai mỏ.
- Khi xây phải để lỗ dầm trần nếu có, chừa các lỗ xà gồ đúng vị trí.
- Khi có nhiều tường thu hồi, nên xây ở hai đầu trước. Căng dây giữa hai tường đã xây để xác định điểm nóc.

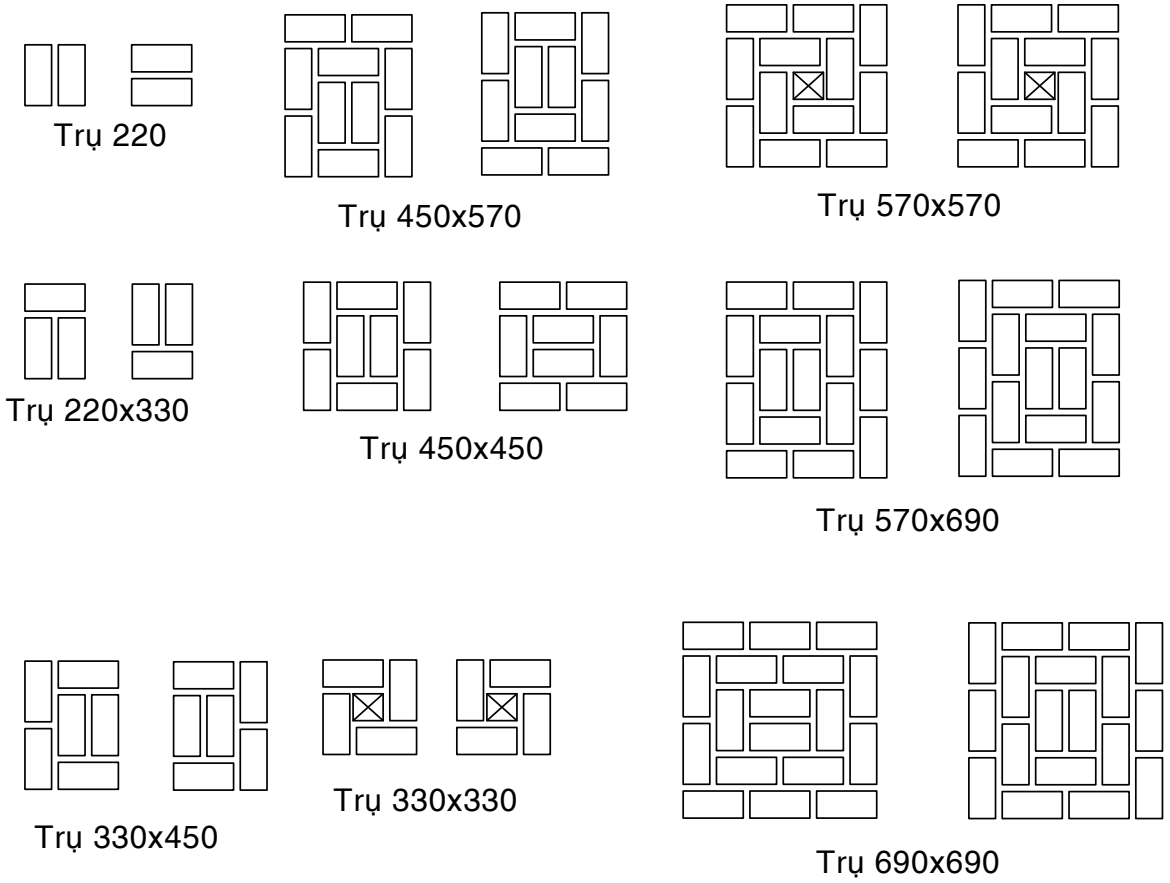
**2. Xây trụ**

Trụ là cấu kiện chịu nén, trụ thường mảnh, kích thước tiết diện nhỏ nên chỉ lệch tâm một chút là trụ có thể bị đổ vì vậy yêu cầu trong khi xây dựng cần phải chính xác.

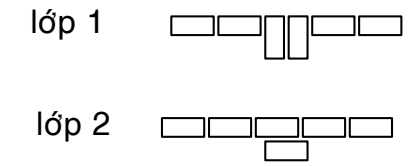
***a. Yêu cầu kĩ thuật***

- Trụ xây phải đúng vị trí, đúng hình dáng kích thước, thẳng đứng, no mạch, các mạch đứng của hàng kề liền không trùng nhau, chiều dày mạch vữa từ $8 \div 12\,mm$.
- Không được động mạnh đến hàng gạch mới xây và có biện pháp bảo vệ sau khi xây xong.

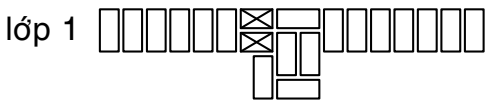
***b. Cấu tạo các loại trụ xây gạch (xem hình vẽ)***

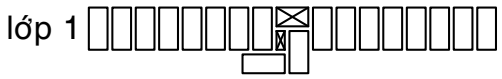


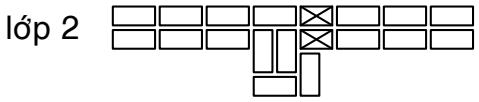

Trụ tiết diện vuông, chữ nhật

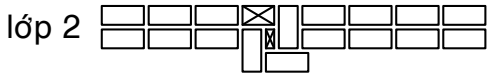


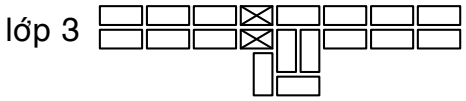

Trụ 220x220, tường 110

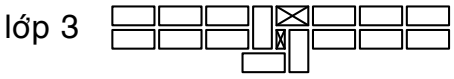


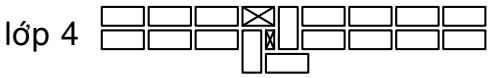



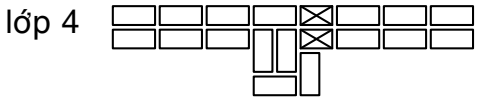




Trụ 330x330, tường 220




Trụ 330x450, tường 220

***c. Xây trụ độc lập tiết diện vuông chữ nhật***

❖ ***Công tác chuẩn bị***

– Gạch, vữa phải đảm bảo yêu cầu kĩ thuật.

– Mặt móng trước khi xây phải tưới ẩm, vệ sinh sạch sẽ.

– Kiểm tra cao độ móng trụ, có biện pháp xử lí trường hợp cao hoặc thấp không đáp ứng yêu cầu kĩ thuật cần thiết. Chú ý thực hiện cho cả dãy trụ.

– Dựa vào trục của công trình đã có căng dây xác định trục ngang, trục dọc của trụ. Vạch dấu trục lên mặt móng đồng thời kiểm tra vuông góc giữa hai trục dọc và ngang.

***Xác định kích thước trụ trên mặt móng***

– Từ điểm giao nhau giữa trục dọc và trục ngang dùng thước mét, thước vuông xác định kích thước trụ và vạch dấu lên kích thước móng.

– Trường hợp xây nhiều trụ cùng kích thước, nên làm cữ kích thước để đo cho nhanh, việc xác định kích thước trụ có thể tiến hành theo trình tự :

– Từ tâm điểm của trụ đo về hai phía theo phương dọc và phương ngang một đoạn bằng ½ chiều rộng chân trụ

– Dùng thước ke vuông để vạch đường bao chân trụ

***Phương pháp xây***

– Xây lớp gạch thứ nhất

+ Dựa vào vạch dấu kích thước trụ để xây lớp gạch đầu tiên.
+ Kiểm tra lại độ vuông góc, kích thước của lớp gạch thứ nhất. Khi đó lớp gạch thứ nhất có thể thay thế cho đường bao kích thước để làm cơ sở xây các lớp gạch phía trên.

– Xây các lớp gạch tiếp theo

Các lớp gạch tiếp theo được xây theo hai cách : căng dây lèo xây hoặc dùng nivô hay quả dọi để kiểm tra quá trình xây.

+ Căng dây lèo :

Dùng bốn sợi dây lèo ghim vào bốn góc của lớp gạch thứ nhất. Dùng dọi điều chỉnh dây lèo cho thẳng đứng theo hai phương. Dây phải căng không bị sai lệch trong quá trình xây.

Đối với trụ có kích thước nhỏ 220x220; 220x330, để khỏi vướng chỉ căng ba dây. Xây được từ $5 \div 7$ lớp dùng dọi hoặc nivô để kiểm tra.

– Dùng Nivô kiểm tra trong quá trình xây

Dựa vào lớp gạch thứ nhất áp nivô vào kiểm tra thẳng đứng bốn mặt của lớp thứ hai và thứ ba. Nivô được đặt ở vị trí các góc của trụ, dùng bay xây điều chỉnh cho đến khi lớp gạch thứ nhất, hai và ba tiếp xúc với cạnh Nivô.

Khi điều chỉnh xong đạt yêu cầu mới đổ vữa đầy mạch. Không được đổ đầy mạch trước khi chỉnh.

– Xây lớp gạch thứ tư trở lên

Dựa vào các lớp gạch ở dưới áp thước tầm để xây ở trên.

Thước tầm áp tại các vị trí góc trụ và luôn tiếp xúc với các lớp xây dưới đồng thời thẳng với lớp xây trên là được.

Trong qúa trình xây cần kiểm tra độ phẳng, ngang bằng của trụ.

***Chú ý***

– Khi xây không được điều chỉnh bằng cách gõ ngang trụ.
– Không xây cao quá tầm với.
– Trong một ngày không xây cao quá 1.4m.
– Khi xây một dãy trụ nên xây hai trụ ở hai đầu trước, sau đó căng dây để xây các trụ ở giữa.
– Phải có biện pháp đề phòng trụ bị va quẹt hoặc gió làm đổ trụ.
– Xây trụ ở đợt trên phải bặt giáo ba mặt của trụ.
– Khi xây cách đỉnh trụ từ $7 \div 10$ hàng gạch, phải tính toán và xử lí chiều dày mạch vữa để lớp trên cùng đạt độ cao thiết kế.

**3. Xây trụ liền tường**

***a. Công tác chuẩn bị***

Xây trụ liền tường cần phải làm các công việc chuẩn bị giống như xây trụ độc lập, đồng thời phải xác định được tim trụ và tường để từ đó vạch dấu kích thước chân trụ.

***b. Phương pháp xây***

❖ ***Xây trụ liền tường bằng dụng cụ hổ trợ***

– Dựa vào vạch dấu kích thước để xây lớp gạch đầu tiên.
– Dựa vào lớp gạch thứ nhất áp nivô hoặc thả quả dọi kiểm tra thẳng đứng ba mặt của các lớp trên (tương tự như xây trụ độc lập).

❖ ***Xây trụ liền tường có dây lèo***

– Xây lớp gạch thứ nhất

Căn cứ vào tim tường vạch kích thước trụ để xây lớp gạch thứ nhất cho cả tường và trụ. Dùng lớp này làm cữ để xây các lớp trên. Viên gạch xây đầu tiên phải được đặt ở vị trí của trụ liền tường được xem như một mỏ để xây.

– Căng dây lèo

Phần tường giữa hai trụ được căng dây giữa hai trụ để xây như xây tường phẳng. Tại vị trí trụ phải căng dây lèo để xây. Mỗi trụ dùng hai dây lèo được ghim vào hai góc ngoài của trụ, đầu trên của dây được cố định dây căng ở phía trên. Dùng dọi điều chỉnh dây lèo thẳng đứng theo hai phương. Dây lèo phải đảm bảo căng, thẳng đứng không bị gió làm sai lệch.

– Xây các lớp tiếp theo

Vì trụ liền tường nên phải xây đồng thời trụ và tường với nhau. Hoặc tại vị trí của trụ người ta xây trụ để mỏ giật về hai phía để xây phần tường sau.

***Chú ý***

Khi xây các viên gạch tiếp giáp với dây lèo phải đặt cách dây khoảng 1mm, không được chạm vào dây đề phòng dây sai lệch. Tại góc tiếp giáp với tường cần thường xiên dùng thước vuông kiểm tra độ vuông góc. Trong quá trình xây trụ liền tường phải thường xiên dùng thước tầm kiểm tra độ phẳng của mặt trụ, độ thẳng đứng của góc trụ tiếp giáp với tường.

**Những sai phạm khi xây trụ độc lập và trụ liền tường**

– Gạch ướt, vữa nhão dẫn đến thân trụ không thẳng.

– Viên xây không ngang bằng dẫn đến chịu lực kém.

– Với trụ liền tường xếp gạch không đúng cấu tạo, do đó trụ và tường liên kết không chặt chẽ mạch đứng tiếp giáp tường và trụ dễ trùng nhau.

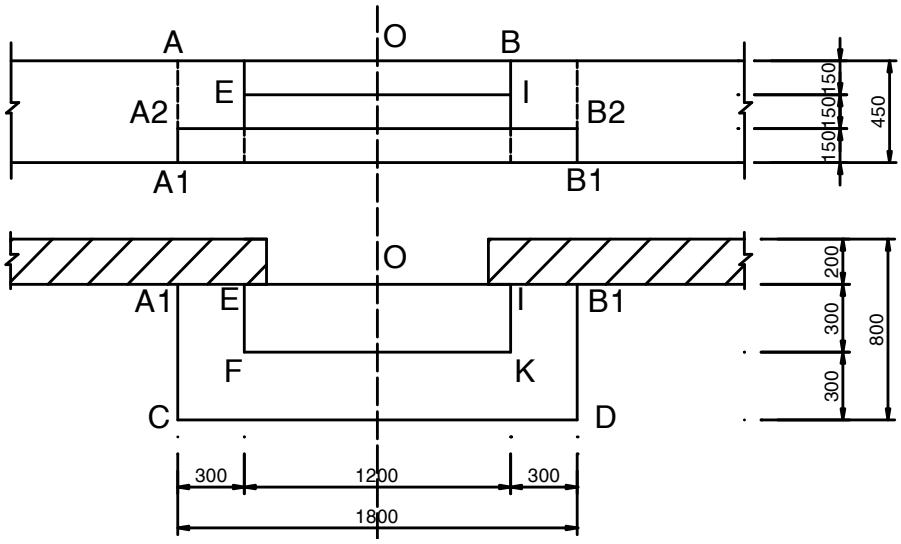
– Khi xây va chạm vào dây lèo hoặc không kiểm tra vào dây lèo làm trụ bị nghiêng, vặn.

– Trụ không vuông góc với tường do lấy mực sai.

**4. Xây bậc**

***a. Xây bậc tam cấp***

Nền nhà (cốt $\pm 0.000$) thường được làm cao hơn đất thiên nhiên. Để cho việc sử dụng thuận lợi ta phải xây bậc lên xuống (bậc tam cấp). Tam cấp có số bậc phụ thuộc vào chiều cao của cốt (cao độ) nền, chiều cao mỗi bậc từ $15 \div 20$cm, mặt bậc $25 \div 35$cm




❖ ***Công việc chuẩn bị***

1. Kiểm tra ngang bằng và độ cao nền.
2. Xác định điểm giữa O và bậc tam cấp.
3. Xác định và vạch kích thước bậc.

***Bậc thứ nhất***

– Từ điểm giữa O của bậc đo về hai phía bằng ½ kích thước chiều dài bậc xác định được hai điểm A và B.

– Từ hai điểm A và B dùng dọi hoặc thước hồ và nivô xác định điểm $A_1$ và $B_1$ dưới chân tường móng.

– Chia độ cao mỗi bậc trên đường thẳng $AA_1$ và $BB_1$.

– Kẽ $A_1C$ và $B_1D$ bằng kích thước của bậc thứ nhất và vuông góc với tường móng. Khi đó $A_1CDB_1$ là đường bao của kích thước.

Xác định kích thước bậc thứ hai

(Tương tự như xác định kích thước bậc thứ nhất).

❖ ***Yêu cầu kĩ thuật***

– Bậc phải xây đúng vị trí đúng kích thước.

– Các bậc phải đều nhau về chiều rộng, chiều cao, cạnh bậc phải thẳng, mặt bậc phải ngang bằng.

❖ ***Phương pháp xây***

– Xây bậc thứ nhất

+ Xây một lượt bao quanh đường vạch kích thước của bậc dưới cùng.
+ Xây các viên mỏ số 1 và điều chỉnh cao độ trùng với mạch dấu cao độ $A_2$ của bậc 1.
+ Xây các viên mỏ số 2, dùng nivô điều chỉnh thăng bằng với viên mỏ số 1.
+ Căng dây giữa viên mỏ s ố 1 và 2 để xây các viên giữa.
+ Xây các viên ở phía trong theo trình tự từ trong ra ngoài, lớp một đến lớp hai

– Xây bậc thứ hai

Việc lấy dấu và trình tự cũng như xây bậc thứ nhất. Để không làm long mạch bậc thứ nhất cần lót ván đứng để xây.

***Chú ý***

- Lớp trên của mỗi bậc nhất thiết phải đặt gạch dọc theo chiều rộng của bậc.
- Khi xây xong phải có biện pháp bảo vệ cho bậc không bị lật. Trường hợp xây không láng phải đợi cho vữa co ngót xong mới tiến hành bắt mạch bằng vữa ximăng cát (X/C) tỉ lệ 1:3.

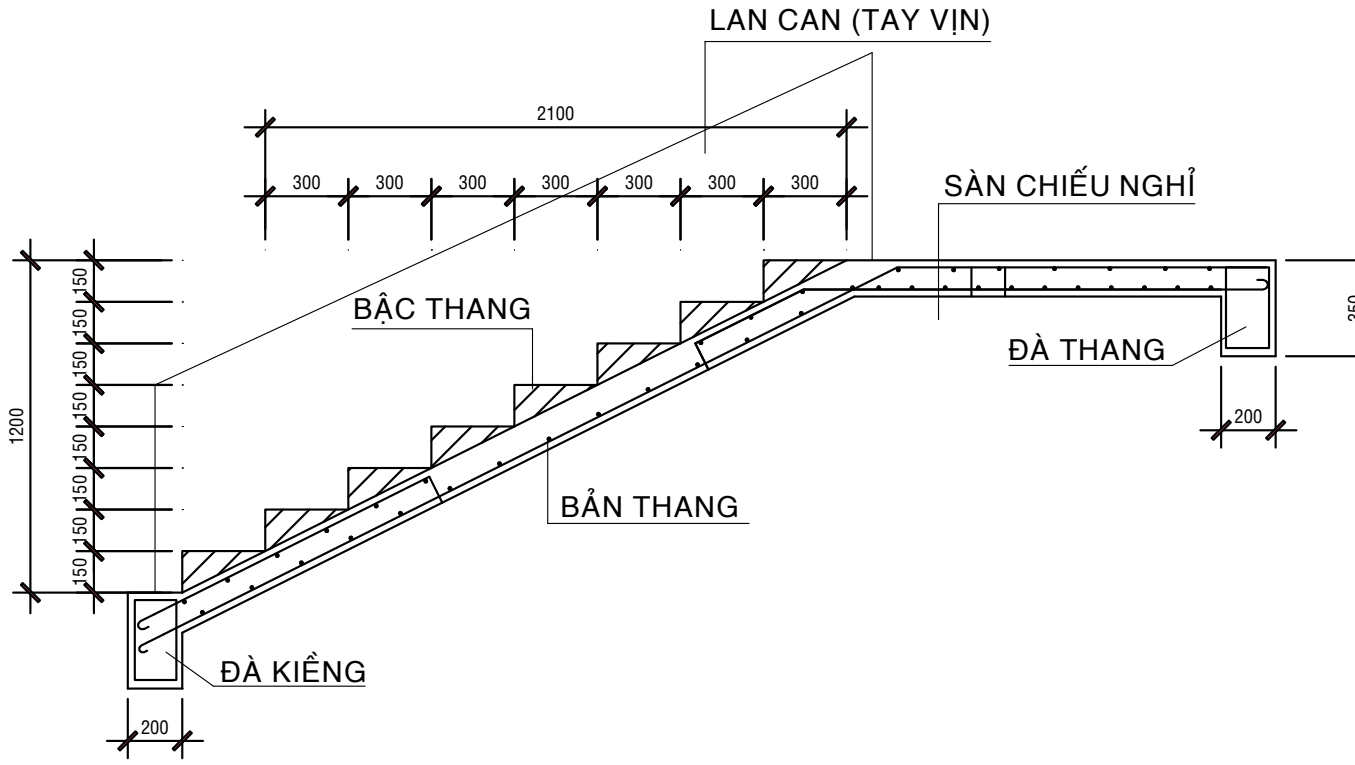
***b. Xây bậc cầu thang***

❖ ***Cấu tạo cầu thang***

*Cầu thang có các bộ phận sau*

- Chân thang
- Thân thang bậc lên xuống.
- Sàn chiếu nghỉ, chiếu tới.
- Lan can cầu thang.

Để đi lại được dễ dàng, bậc thang thường có chiều cao $15 \div 18$cm và bề rộng từ $25 \div 30$ cm**.**




Cấu tạo cầu thang

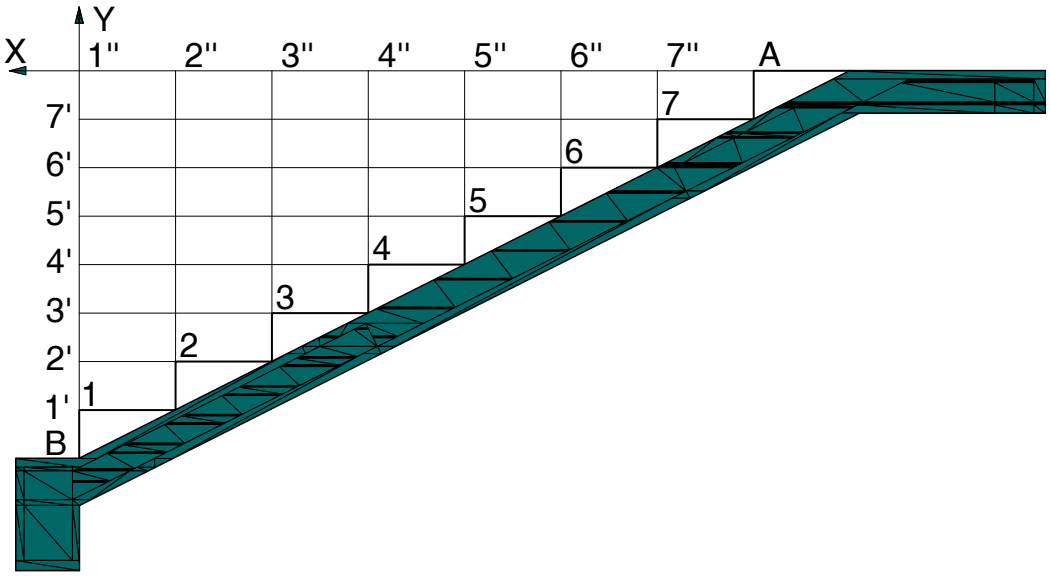
❖ ***Chia bậc***

Thường phải căn cứ vào kích thước cụ thể của đan cầu thang đã thi công để chia bậc.

❖ ***Xây bậc***

- Bậc được xây từ dưới lên trên. Phải bắc ván lên bậc dưới để đứng xây bậc trên
- Xây hai viên mỏ ở hai đầu theo vạch dấu mỗi bậc đã có

– Căng dây xây các viên ở giữa




Chia bậc cầu thang để xây

## IV. KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG KHỐI XÂY

Trong quá trình làm người thợ phải thường xiên kiểm tra chất lượng của khối xây để phát hiện sai sót và sửa chữa kịp thời.

Dụng cụ kiểm tra: thước hồ, thước góc, thước đo chiều dài, nivô, quả dọi,..

**1. Kiểm tra thẳng đứng của khối xây**

– Áp thước hồ theo phương thẳng đứng vào bề mặt của khối xây, áp nivô vào thước hồ.

– Nếu bọt nước ống thuỷ kiểm tra thẳng đứng nằm vào giữa thì tường thẳng đứng.

– Nếu bọt nước ống thuỷ kiểm tra lệch về một phía là tường bị nghiêng.

**2. Kiểm tra độ nằm ngang của khối xây**

– Đặt thước hồ lên mặt trên khối xây, đặt nivô lên thước hồ

– Nếu bọt nước ống thuỷ kiểm tra thẳng đứng nằn vào giữa thì khối xây ngang bằng.

– Nếu bọt nước ống thuỷ kiểm tra lệch về một phía thì khối xây không ngang bằng.

**3. Kiểm tra phẳng mặt**

Áp thước hồ vào mặt phẳng của khối xây, khe hở giữa thước và khối xây là độ gồ ghề của khối xây.

**4. Kiểm tra góc vuông**

Dùng thước vuông đặt vào góc hay mặt trên của tường để kiểm tra. Góc tường vuông khi hai cạnh góc tường ăn phẳng với hai cạnh của thước.

**5. Với tường cong, trụ tròn, gờ cong dùng các dụng cụ hỗ trợ**

Thước vanh, thước cong có bán kính bằng bán kính của tường, gờ để kiểm tra.

Sau khi kiểm tra có được những trị số sai lệch thực tế đem so sánh với chỉ tiêu đánh giá chất lượng khối xây góp phần vào việc đánh giá chất lượng xây dựng công trình.

## V. TÍNH KHỐI LƯỢNG VẬT LIỆU, NHÂN CÔNG VÀ MÁY THI CÔNG

**1. Đọc bản vẽ**

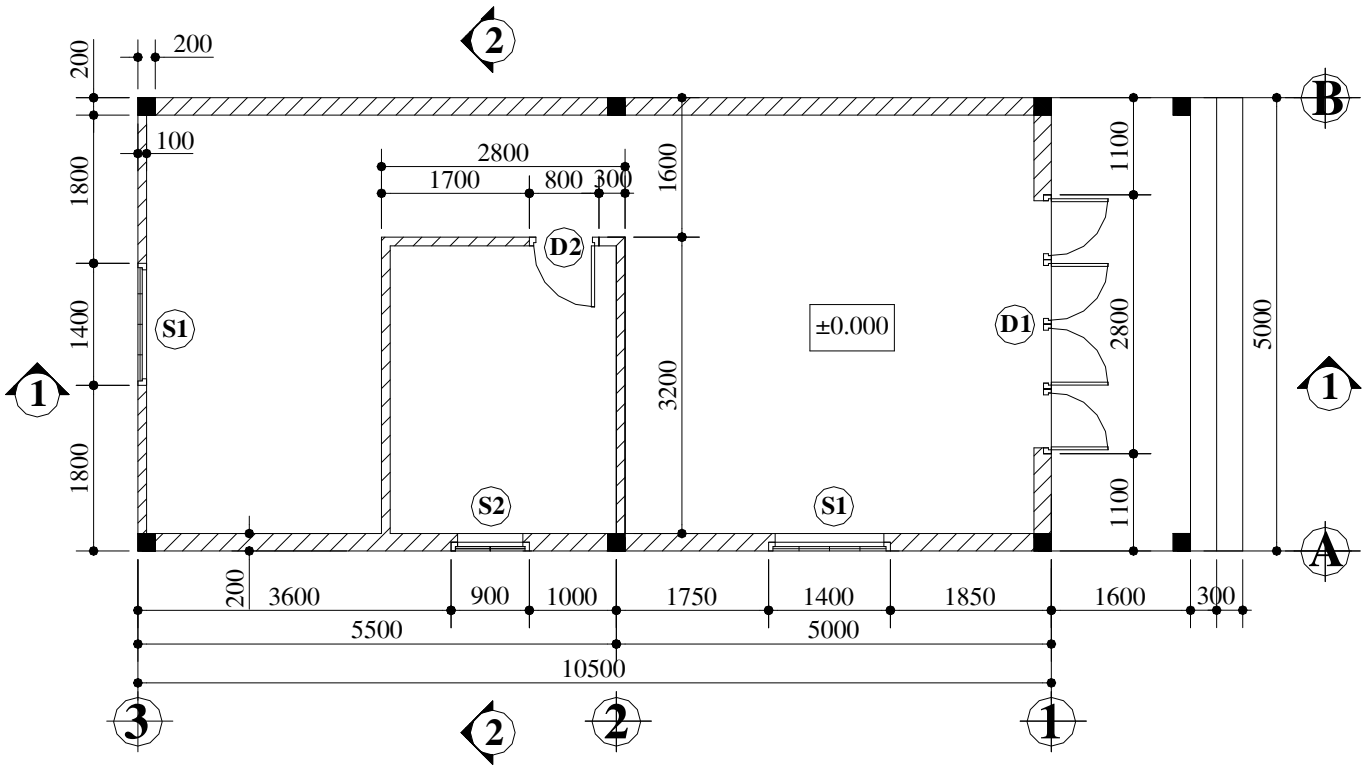
– Để hiểu và thi công đúng bản vẽ.

– Để tính được khối lượng từng công việc.

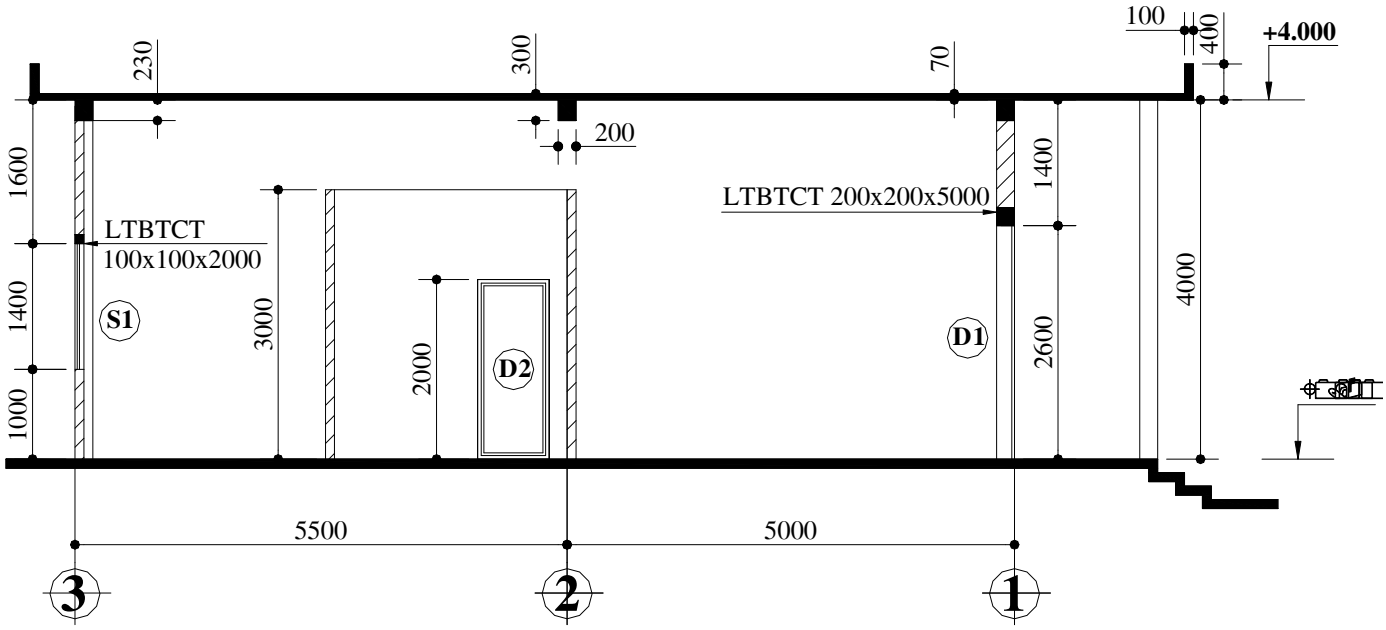
Muốn tính được nhân công, vật liệu và máy thi công trước tiên ta phải nghiên cứu từ bản vẽ: mặt bằng, mặt cắt, mặt đứng, mặt cắt đến các bản vẽ chi tiết có liên quan đến công trình cần tính.

+ Đọc bản vẽ mặt bằng để biết kích thước các trục ngang, trục dọc, bề rộng tường, bề rộng cửa
+ Đọc bản vẽ mặt cắt để biết được chiều cao tường, chiều cao các loại cửa, ô trống, kích thước các kết cấu nằm trong tường.
+ Nếu không đọc kĩ bản vẽ khi thi công sai và khi tính khối lượng xây của công trình không chính xác.
+ Đọc bản vẽ trước khi thi công hoặc tính các khối lượng các công việc là một yêu cầu cần thiết không thể thiếu được.

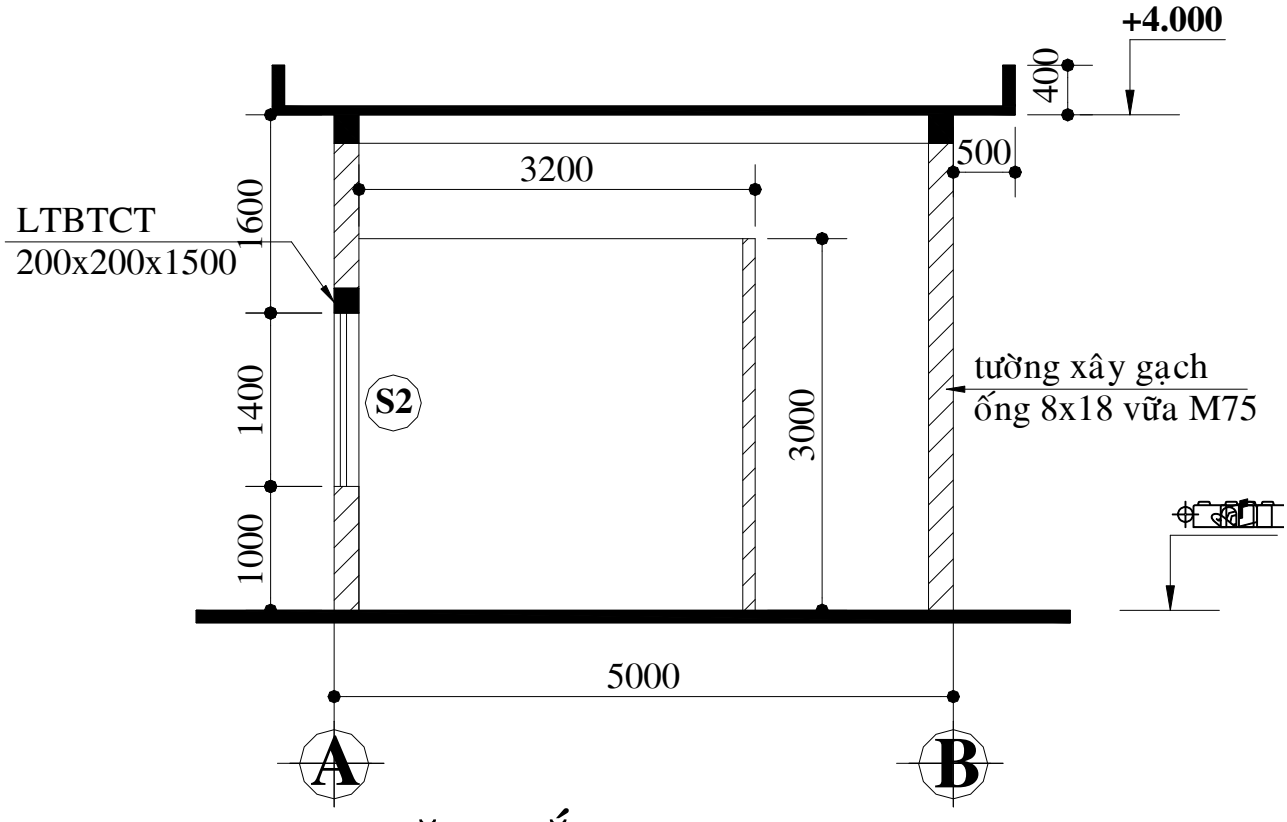
Ví dụ : cho mặt bằng, mặt cắt như hình vẽ




**MẶT BẰNG TL:1/50**




**MẶT CẮT 1-1 TL:1/50**




**MẶT CẮT 2-2 TL:1/50**

**2. Định mức vật liệu, nhân công và máy thi công (***định mức dự toán xây dựng cơ bản***)**

**a.** ***Khái niệm***

Định mức dự toán xây dựng cơ bản xác định lượng vật liệu, nhân công và máy thi công cần thiết để hoàn thành một đơn vị khối lượng công tác xây lắp tương đối hoàn chỉnh như : $1m^3$ xây tường; $1m^2$ trát.. Từ khâu chuẩn bị đến khâu kết thúc xây lắp.

***b. Nội dung định mức dự toán xây dựng cơ bản***

❖ ***Định mức vật liệu***

Lượng vật liệu cần thiết để hoàn thành một đơn vị khối lượng công tác xây lắp gồm: vật liệu chính, vật liệu phụ.

+ Vật liệu chính **:** gạch**,** cát, đá, ximăng,...Được tính bằng đơn vị thống nhất, theo từng chủng loại.
+ Vật liệu phụ: được tính theo tỉ lệ (%) trên chi phí vật liệu chính

❖ ***Định mức nhân công***

Số nhân công cần thiết để hoàn thành một đơn vị khối lượng xây lắp từ khâu chuẩn bị đến khâu kết thúc trong đó kể cả thợ và phụ.

❖ ***Định mức máy thi công***

Số ca máy cần thiết để hoàn thành một đơn vị khối lượng xây lắp.

Vi dụ

xây gạch ống (8x8x18)

AE.63000 xây tường

Đơn vị tính: $1m^3$

| Mã hiệu | Công tác xây lắp | Thành phần hao phí | Đơn vị | Chiều dày ≤ 10cm | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Chiều cao (m) | | | |
| | | | | ≤ 4 | ≤ 16 | ≤ 50 | > 50 |
| AE.631 | Xây tường | *Vật liệu* | | | | | |
| | | Gạch | viên | 682 | 682 | 682 | 682 |
| | | Vữa | $m^3$ | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 |
| | | Vật liệu khác | % | 6,0 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| | | *Nhân công 3,5/7* | công | 1,95 | 2,15 | 2,36 | 2,47 |
| | | *Máy thi công* | | | | | |
| | | Máy trộn 80l | ca | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| | | Máy vận thăng 0,8T | ca | - | 0,06 | - | - |
| | | Vận thăng lồng 3T | ca | - | - | 0,025 | 0,027 |
| | | Cẩu tháp 25T | ca | - | - | 0,025 | - |
| | | Cẩu tháp 40T | ca | - | - | - | 0,027 |
| | | Máy khác | % | | 0,5 | 0,5 | 0,5 |

Đơn vị tính: $1m^3$

| Mã hiệu | Công tác xây lắp | Thành phần hao phí | Đơn vị | Chiều dày ≤30cm | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Chiều cao (m) | | | |
| | | | | ≤ 4 | ≤ 16 | ≤ 50 | > 50 |
| AE.632 | Xây tường | *Vật liệu* | | | | | |
| | | Gạch | viên | 649 | 649 | 649 | 649 |
| | | Vữa | $m^3$ | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,21 |
| | | Vật liệu khác | % | 5,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 |
| | | *Nhân công 3,5/7* | công | 1,7 | 1,85 | 2,03 | 2,12 |
| | | *Máy thi công* | | | | | |
| | | Máy trộn 80l | ca | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| | | Máy vận thăng 0,8T | ca | - | 0,05 | - | - |
| | | Vận thăng lồng 3T | ca | - | - | 0,025 | 0,027 |
| | | Cẩu tháp 25T | ca | - | - | 0,025 | - |
| | | Cẩu tháp 40T | ca | - | - | - | 0,027 |
| | | Máy khác | % | | 0,5 | 0,5 | 0,5 |

Đơn vị tính: $1m^3$

| Mã hiệu | Công tác xây lắp | Thành phần hao phí | Đơn Vị | Chiều dày >30cm | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Chiều cao (m) | | | |
| | | | | ≤ 4 | ≤ 16 | ≤ 50 | > 50 |
| AE.633 | Xây tường | *Vật liệu* | | | | | |
| | | Gạch | viên | 608 | 608 | 608 | 608 |
| | | Vữa | $m^3$ | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 0,26 |
| | | Vật liệu khác | % | 5,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 |
| | | *Nhân công 3,5/7* | công | 1,47 | 1,62 | 1,78 | 1,86 |
| | | *Máy thi công* | | | | | |
| | | Máy trộn 80l | ca | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| | | Máy vận thăng 0,8T | ca | - | 0,05 | - | - |
| | | Vận thăng lồng 3T | ca | - | - | 0,025 | 0,027 |
| | | Cẩu tháp 25T | ca | - | - | 0,025 | - |
| | | Cẩu tháp 40T | ca | - | - | - | 0,027 |
| | | Máy khác | % | | 0,5 | 0,5 | 0,5 |

AE.64000 xây gạch ống (8x8x18) câu gạch thẻ (4x8x18)

Đơn vị tính: $1m^3$

| Mã hiệu | Công tác xây lắp | Thành phần hao phí | Đơn vị | Chiều cao (m) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ≤ 4 | ≤ 16 | ≤ 50 | > 50 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Vật liệu* | | | | | |
| | | Gạch ống | viên | 542 | 542 | 542 | 542 |
| | | Gạch thẻ | viên | 233 | 233 | 233 | 233 |
| | | Vữa | $m^3$ | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 |
| | | Vật liệu khác | % | 5,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 |
| | | *Nhân công 3,5/7* | công | 1,85 | 2,15 | 2,36 | 2,47 |
| AE.641 | Xây tường | *Máy thi công* | | | | | |
| | | Máy trộn 80l | ca | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| | | Máy vận thăng 0,8 T | ca | - | 0,06 | - | - |
| | | Vận thăng lồng 3T | ca | - | - | 0,025 | 0,027 |
| | | Cẩu tháp 25T | ca | - | - | 0,025 | - |
| | | Cẩu tháp 40T | ca | - | - | - | 0,027 |
| | | Máy khác | % | | 0,5 | 0,5 | 0,5 |

## 3. Phương pháp tính

### *a. Tính khối lượng*

❖ ***Khái niệm***

– Tính khối lượng là tính toán cụ thể khối lượng của từng loại công việc trong công trình.

*Ví dụ*

Tính khối lượng xây móng, xây tường...

– Cơ sở: dựa vào bản vẽ thiết kế kĩ thuật và thiết kế thi công để tính ra các khối lượng công tác.

❖ ***Một số điểm cần chú ý khi tính khối lượng***

– Đơn vị tính : khi tính khối lượng phải theo một đơn vị quy định thống nhất theo định mức.

– Quy cách : quy cách của mỗi loại công tác bao gồm những yếu tố ảnh hưởng đến lượng vật liệu, nhân công, máy thi công sử dụng cho công tác đó.

Những khối lượng có quy cách khác nhau phải tính riêng.

*Ví dụ*

+ Xây tường 110 vữa ximăng mác 50.
+ Xây tường 220 vữa ximăng mác 50.
+ Xây tường 110 vữa ximăng mác 75.

❖ ***Các bước tính toán***

– Nghiên cứu bản vẽ: nghiên cứu từ bản vẽ tổng thể đến bộ phận chi tiết để hiểu rõ bộ phận cần tính, từ đó phân tích được khối lượng một cách hợp lí.

– Phân tích khối lượng: phân tích các loại khối lượng công việc cần tính thành những hình khối đơn giản dễ tính toán.

***Chú ý***

– Phân tích khối lượng phải phù hợp với quy cách. Nếu cùng một loại công việc mà quy cách khác nhau thì phải tách riêng thành những khối lượng khác nhau.

– Phân tích khối lượng phải đơn giản và dễ tính.

*Ví dụ*

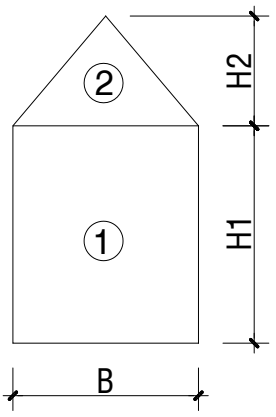
Tính khối lượng xây tường thu hồi 220mm.

Phân tích khối xây thành một hình khối đơn giản: chữ nhật và một hình tam giác.

$$S_1 = B \times H_1$$

$$S_2 = \frac{1}{2} \times B \times H_2$$

$$S = S_1 + S_2$$




**Mẫu bảng tính khối lượng**

| Số TT | Loại công việc và quy cách | Số bộ phận giống nhau | Kích thước | | | Khối lượng | | Đơn vị |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Dài | Rộng | Cao | Từng phần | Toàn phần | |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) |

**b. Tính khối lượng vật liệu, nhân công**

❖ ***Cơ sở tính toán***

– Khối lượng công việc.

– Quy cách công việc.

– Định mức dự toán xây dựng cơ bản hiện hành.

❖ ***Phương pháp tính***

– Dựa vào quy cáh công việc, tra định mức dự toán xây dựng cơ bản để có các yêu cầu cần thiết về vật liệu, nhân công và máy thi công cho một đơn vị khối lượng công tác xây lắp đó.

– Lấy khối lượng nhân với định mức được lượng vật liệu, nhân công và máy thi công cần thiết

***Mẫu bảng phân tích vật liệu nhân công***

| Số | Mã | Loại công việc | Khối | Đơn | Nhân | Vật liệu các loại |
|---|---|---|---|---|---|---|

| TT | hiệu | và quy cách | lượng | vị | công | Xi măng | Cát vàng | gạch |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (10) | (11) |

***Mẫu bảng tổng hợp vật liệu***

| Số TT | Loại vật liệu và quy cách | Số lượng | Đơn vị | Chi chú |
|---|---|---|---|---|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| | | | | |

***Mẫu bảng tổng hợp nhân công***

| Số TT | Loại thợ | Số lượng | Đơn vị | Chi chú |
|---|---|---|---|---|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| | | | | |

# BÀI 3

# LÁNG–TRÁT VỮA

## I. LỚP VỮA TRÁT

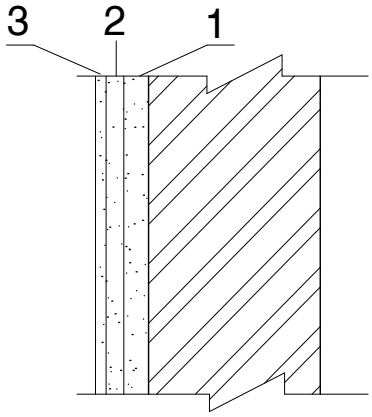
### 1. Tác dụng của lớp vữa trát

Với các công trình xây dựng bằng gạch, khối lượng trát là tương đối lớn, chiếm khoảng từ 15÷30% tổng số công tác xây dựng công trình và chiếm 7% giá thành xây dựng.

Lớp vữa trát có tác dụng làm cho công trình được sạch, đẹp, bảo vệ ngôi nhà khỏi những tác động có hại của khí quyển, góp phần làm tăng tuổi thọ của công trình nhất là các công trình bằng gạch.

### 2. Cấu tạo

Lớp vữa trát thường có chiều dày từ 15÷20mm. Tuỳ theo tính chất, loại vữa và biện pháp thi công người ta trát thành nhiều lớp : lớp vữa lót, lớp vữa nền và lớp vữa mặt nhưng đôi khi chỉ trát hai lớp: lớp vữa lót và lớp vữa mặt.




Cấu tao lớp vữa trát

1. Lớp vữa lót; 2. lớp vữa nền; 3. lớp vữa mặt

- Lớp vữa lót :
  - + Tác dụng : tạo cho các lớp vữa sau này bám chặt vào bề mặt cần trát.
  - + Độ sụt từ 8÷12mm.
  - + Chiều dày bằng 1/3 tổng chiều dày lớp vữa định trát.
- Lớp vữa nền :
  - + Tác dụng : tạo nên chiều dày cần thiết và làm phẳng bề mặt được trát.
  - + Độ sụt từ 7÷9mm.
  - + Chiều dày bằng 2/3 tổng chiều dày lớp vữa định trát.
- Lớp vữa mặt :
  - + Tác dụng : làm phẳng toàn bộ bề mặt và tạo độ bóng khi xoa nhẵn.
  - + Độ sụt :10÷15mm.
  - + Chiều dày : 2÷3mm.

### 3. Yêu cầu kĩ thuật

- Vữa trát phải bám chắc vào bề mặt các kết cấu (cột bê tông cốt thép, dầm, trần…)công trình.
- Loại vữa và chiều dày lớp vữa trát phải đúng yêu cầu của thiết kế.

- Bề mặt lớp vữa trát phải phẳng, nhẵn.
- Các cạnh, đường gờ chỉ phải sắc, thẳng, ngang bằng hay thẳng đứng.

**4. Đánh giá chất lượng lớp vữa trát**

***a. Những chỉ tiêu đánh giá chất lượng sản phẩm***

***Đánh giá chất lượng lớp vữa trát dựa vào một số chỉ tiêu theo bảng 5.1***

| Chỉ tiêu đánh giá | Độ sai lệch (mm) | | |
|---|---|---|---|
| | Tốt | Khá | Đạt yêu cầu |
| 1. Độ gồ ghề phát hiện bằng thước hồ 2m | | | |
| – Đối với công trình yêu cầu trát tốt. | 1.5 | 2 | 3 |
| – Đối với công trình bình thường. | 2 | 5 | 5 |
| 2. Lệch bề mặt so với phương thẳng đứng | | | |
| – Đối với công trình yêu cầu trát tốt, trên toàn bộ chiều cao nhà không vượt quá. | 6 | 8 | 10 |
| – Đối với công trình bình thường toàn bộ chiều cao nhà không vượt quá. | 8 | 10 | 15 |
| 3. Lệch so với phương ngang, phương thẳng đứng của bệ cửa sổ, cửa đi, cột trụ | | | |
| – Đối với công trình trát tốt, trên toàn bộ các cấu kiện không vượt quá. | 3 | 4 | 5 |
| – Đối với công trình bình thường không vượt quá. | 3 | 5 | 10 |
| 4. Sai lệch gờ chỉ so với thiết kế với công trình trát tốt không vượt quá. | 1.5 | $\pm 2$ | $\pm 3$ |

***b. Phương pháp kiểm tra, đánh giá***

- Kiểm tra độ bám dính và độ đặc chắc của lớp vữa trát
  Gõ vào bề mặt trát nếu tiếng kêu không trong thì lớp vữa không bám chắc vào bề mặt trát.
- Kiểm tra độ thẳng đứng
  + Dùng thước hồ, nivô.
  + Dùng dây dọi.
- Kiểm tra độ phẳng mặt trát:
  Dùng thước hồ kết hợp với nivô để kiểm tra.
- Kiểm tra góc vuông:
  Đặt thước vuông vào góc tường đã trát để kiểm tra.
- Kiểm tra ngang bằng, dùng thước hồ, Nivô.
- Sau khi đã có số liệu kiểm tra. So sánh với chỉ tiêu trong bảng 5.1. Để rút ra kết luận

## II. THAO TÁC TRÁT

**1. Dụng cụ để trát**

Ngoài các dụng cụ như thước hồ, nivô, quả dọi, trong công việc trát cần hai loại dụng cụ chủ yếu : bay, bàn tà lột để lên vữa, bàn xoa để xoa nhẵn.

**a.** ***Dụng cụ để lên vữa***

- Bay trát thông dụng : dùng để trát những bề mặt rộng.
- Bay lá đề : dùng để trát những bề mặt rộng, trát góc.
- Bay trát vẩy : dùng để đưa vữa lên tường, trần theo phương pháp vẩy.
- Bay lá tre : dùng để đắp, kẻ vẽ hoa văn trang trí, trát ở nơi có diện tích hẹp.
- Bàn tà lột : được làm bằng gỗ ít thấm nước.

***b. Dụng cụ xoa nhẵn***

- Bàn xoa : dùng để xoa nhẵn bề mặt lớp vữa trát, lên vữa
- Bàn xoa góc : dùng để xoa nhẵn các góc trong và ngoài.

**2. Thao tác trát**

*a.* ***Lên vữa***

Có thể lên vữa bằng bay, bàn xoa hay bàn tà lột.

- Lên vữa bằng bay :

Lấy vữa vào bàn xoa. Gạt vữa vào mặt dưới của bay. Áp bay vữa vào bề mặt cần trát, ấn nhẹ và đưa tay lên phía trên. Lên vữa bằng bay vữa sẽ bám dính tốt với bề mặt cần trát, nhưng năng suất không cao.

- Lên vữa bằng bàn xoa
  + Lấy vữa vào bàn xoa
  + Aùp nghiêng bàn xoa vào tường, đồng thời day nhẹ và kéo lên phía trên.

***Chú ý***

Giữ đều khoảng cách mép dưới bàn xoa với mặt tuờng để lớp vữa có độ dày tương đối đều nhau.

Lên vữa bằng bàn xoa năng suất không cao nhưng phù hợp với diện tích rộng.

***b. Cán phẳng***

Vữa trát cần được cán phẳng bằng thước hồ. Trước khi cán cần nhúng nước cho ướt thước. Hai tay cầm hai đầu thước đặt lên hai dải mốc ở phía dưới khu vực đã trát và đưa lên phía trên.

***c. Xoa nhẵn***

Làm sạch và tạo ẩm cho bàn xoa, áp bàn xoa vào lớp vữa đã cán và xoa tròn, có thể xoa cùng chiều hay ngược chiều kim đồng hồ. Vừa xoa vừa ép một lực nhất định lên bàn xoa. Lực này ép khác nhau tuỳ theo từng vị trí trên bề mặt lớp vữa trát. Đầu tiên xoa rộng vòng sau xoa hẹp dần, xoa làm nhiều lần, lần xoa sau nhẹ tay hơn lần xoa trước, xoa đến khi mặt trát bóng là được.

## III. LÀM MỐC TRÁT

**1. Vai trò quan trọng của mốc trát**

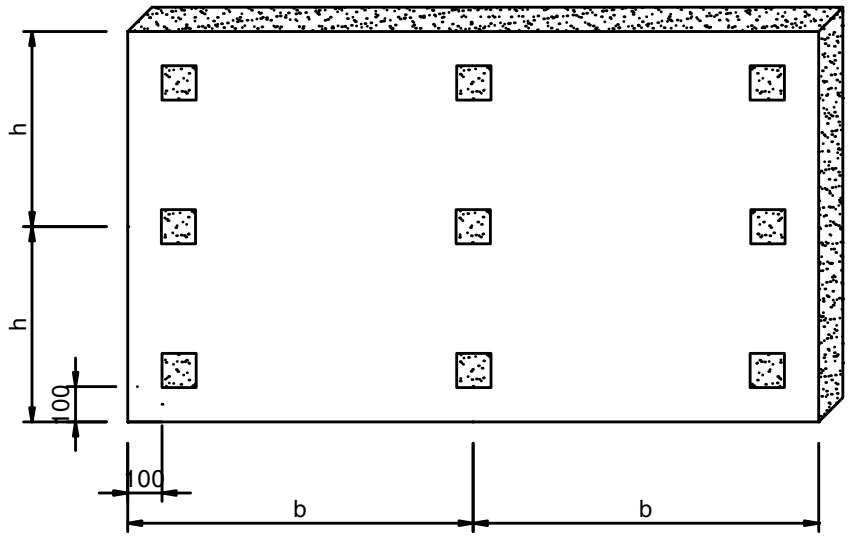
Để bộ phận hay toàn bộ công trình sau khi trát được thẳng đứng, nằm ngang và phẳng mặt cần phải làm mốc trát trước khi trát.

Mốc có chiều dày bằng chiều dày lớp vữa định trát, thường được đắp bằng vữa.

Mốc được phân bố trên bề mặt cần trát. Khoảng cách các mốc theo phương ngang phụ thuộc vào chiều dài thước hồ để cán. Theo phương đứng là chiều cao của mỗi đợt giáo.

Theo phương song song với chiều cán thước dùng vữa nối các mốc lại với nhau, tạo thành các dải mốc.

Dải mốc là cữ để tì thước khi cán phẳng vữa giữa hai dải mốc.



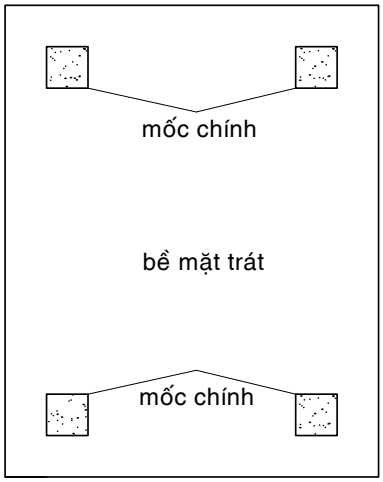

Phân bố mốc trát trên mặt phẳng trát

2. **Phương pháp làm mốc trát**

***a. Làm mốc trên diện rộng***

– Kiểm tra tổng thể bề mặt cần trát: dùng thước hồ, nivô kiểm tra độ thẳng đứng, ngang bằng. Biết được mức độ lồi, lõm nghiêng của tường, trần là bao nhiêu từ đó quyết định chiều dày tối thiểu theo quy định.

Mốc gồm có mốc chính và mốc phụ.




Làm mốc chính

Mốc chính nằm ở vị trí bốn góc của bức tường hay trần và được làm trước. Mốc phụ nằm trên đường nối giữa hai mốc chính theo hai phương vuông góc với nhau.

Mốc phụ được làm sau khi có mốc chính. Số lượng mốc phụ thuộc vào diện tích định trát lớn hay nhỏ.

– Làm mốc chính : dùng vữa đắp lên bốn góc bề mặt cần trát

Các mốc chính còn lại ở phía dưới xác định bằng cách thả dọi từ mốc một và hai xuống. Khi trát những bức tường có chiều cao nhỏ chỉ bằng chiều dài thước nên dùng thước hồ và nivô để xác định mốc chính phía dưới.

Đối với trần, chọn một góc đắp mốc chính thứ nhất. Các mốc chính còn lại được lấy thăng bằng từ mốc số một

– Làm mốc phụ: khi khoảng cách giữa hai mốc chính theo phương vuông góc với hướng cán thước lớn hơn chiều dài hước để cán, hoặc ở vị trí tương ứng với chiều cao đợt giáo ta phải làm mốc phụ.

Như vậy mốc chính và mốc phụ tạo thành hệ thống mốc trên bề mặt cần trát.

– Làm dải mốc: dùng vữa nối các mốc theo phương song song với chiều cán thước. Dựa vào hai mốc ở hai đầu dùng thước cán phẳng ta có dải mốc.

***Chú ý***

Đối với bề mặt cần trát có diện tích lớn, dải mốc chỉ làm đủ để trát trong một ca (8 giờ), tránh dải mốc bị khô phải xử lí khi trát.

***b. Làm mốc trên diện tích hẹp và dài***

Các thanh có kích thước tiết diện nhỏ như chạy dài như các thanh trang trí thẳng đứng, nằm ngang, tay vịn lan can, gờ cưả sổ...

❖ Kiểm tra tổng thể trước khi làm mốc

+ Kiểm tra tổng thể của hệ thống thanh.
+ Kiểm tra độ thẳng đứng, nằm ngang của từng thanh.
+ Kiểm tra độ phẳng của từng thanh theo các cạnh.
+ Kiểm tra kích thước thực tế của mỗi thanh.

❖ ***Làm mốc chính***

+ Đối với thanh độc lập : mốc chính được làm hai đầu của thanh. Với thanh đứng mốc ở trên làm trước, ở dưới làm sau. Với thanh ngang mốc được làm ở một đầu bất kì, dựa vào mốc ở mặt đã có để làm mốc ở mặt kia.
+ Đối với một hàng hay một dãy thanh : mốc chính được làm ở hai đầu của hai thanh ngoài cùng.

❖ ***Làm mốc phụ***

+ Đối với thanh độc lập: căng dây giữa hai mốc chính ở hai đầu để làm mốc phụ khoảng cách mốc phụ lấy theo chiều dài của thước tầm.
+ Đối với một hàng hay dãy thanh: căn cứ mốc chính ở hai đầu căng dây làm mốc chính cho các thanh ở giữa. Trong mỗi thanh, căng dây để làm mốc phụ như trường hợp thanh độc lập.

## IV. TRÁT VỮA

### 1. Trát tường phẳng

***a. Quy trình trát tường phẳng***

❖ ***Chuẩn bị kích thước khi trát***

– Kiểm tra độ thẳng đứng của tường.

– Kiểm tra độ phẳng của mặt tường.

– Đục tẩy những vị trí lồi cao trên mặt tường.
– Vệ sinh như: cạo sạch, rêu, mốc, bóc tẩy và rửa các vật liệu khác bám trên mặt tường.

❖ ***Làm mốc***

(*xem phần làm mốc trát)*

❖ ***Lên lớp vữa lót***

Trong phạm vi của một ô trát có các vị trí lõm sâu, phải lên vữa vào các vị trí đó trước cho tường tương đối phẳng mới lên vữa trát cho ô đó.

Trước khi lên vữa phải tạo độ ẩm cho bức tường cần trát. Chú ý tạo ẩm cho mỗi chỗ tương đối đều nhau.

Lên vữa lót trong một ô trát theo trình tự từ trên xuống, từ góc ra. Lớp vữa lót cũng cần trát cho tương đối phẳng để lớp vữa sau được khô đều.

❖ ***Trát lớp vữa nền***

Khi lớp vữa lót khô mặt thì tiến hành trát lớp vữa nền. Lớp nền dày $8 \div 12$mm. Có thể dùng bay, bàn xoa để lên lớp vữa nền.

❖ ***Trát lớp vữa mặt***

Thông thường khi lớp vữa nền đã khô mặt thì trát lớp vữa mặt. Do chiều dày của lớp mặt nhỏ nên được trát với loại vữa dẻo hơn lớp vữa nền.

❖ ***Cán phẳng***

Dùng thước hồ có chiều dài lớn hơn khoảng cách giữa hai dải mốc để cán. Trước khi cán cần làm sạch và tạo ẩm cho thước để khi cán không dính thước và cán sẽ nhẹ tay.

Trong khi cán không để đầu thước lệch khỏi dải mốc, không ấn thước mạnh lên dải mốc. Khi vữa đã đầy thước cần dừng cán, đưa thước ra gạt vữa vào máng vữa.

Có thể cán nhiều lần để mặt lớp vữa phẳng với dải mốc. Cán xong một lượt cần quan sát mặt trát xem chỗ nào cạnh thước không cán qua đó là những chỗ còn lõm. Dùng bay, bàn xoa bù vữa vào những vị trí đó rồi cán lại.

❖ ***Xoa nhẵn***

– Khi mặt vữa trát vừa khô mặt thì tiến hành xoa nhẵn.
– Thường phải xoa làm nhiều lần, lần sau xoa nhẹ hơn lần trước cho tới khi mặt lớp vữa trát được nhẵn bóng.
– Trát xong một ô sau đó tiến hành trát sang ô khác với trình tự, thao tác đã nêu ở trên.

*Trường hợp trát bằng vữa ximăng cần lưu ý một số điểm*

– Bề mặt cần trát phải làm ẩm thật kĩ để không hút mất nước của vữa ximăng làm chất lượng của lớp vữa ximăng cát bị giảm.
– Vữa ximăng cát có độ dẻo thấp hơn vữa tam hợp cho nên khi lên vữa phải di chuyển bay hay bàn xoa từ từ và ấn mạnh tay hơn khi lên vữa tam hợp.
– Lên vữa đến đâu là bảo đảm ngay được độ dày tương đối của lớp vữa. Tránh trình trạng phải bù, phải phủ nhiều lần.
– Chỉ lên vữa trong phạm vi nhỏ một. Sau đó tiến hành cán và xoa ngay đề phòng vữa trát đã bị khô, việc xử lí để xoa phẳng, nhẵn rất khó khăn.

– Việc xoa nhẵn đuợc thực hiện trong từng phạm vi hẹp, xoa tới khi không thấy các hạt cát nổi lên là được.

***b. Những sai phạm của lớp vữa trát, nguyên nhân và biện pháp khắc phục***

– Lớp vữa trát bị rạn nứt
  + Nguyên nhân : do lớp vữa trát quá dày không trát theo từng lớp. Do trát trong điều kiện thời tiết nóng, khô hanh mà mặt trát không được làm ẩm kĩ.
  + Biện pháp khắc phục: chia thành nhiều lớp để trát, mặt trát phải ẩm đặc biệt trong điều kiện thời tiết khô hanh.

– Lớp vữa trát bị bong dộp, tróc lở
  + Nguyên nhân: vữa trát trên bề mặt quá khô, bề mặt cần trát không làm vệ sinh sạch sẽ như rêu mốc, dầu mỡ, bám trên bề mặt.
  + Biện pháp khắc phục: làm vệ sinh thật sạch, tưới ẩm lên bề mặt cần trát.

**2. Trát trụ tiết diện vuông, chữ nhật**

***a. Phương tiện và dụng cụ***

Ngoài những dụng cụ thông thường dùng để trát còn có thêm gông sắt Þ6÷8mm

***b. Yêu cầu kĩ thuật***

Ngoài những yêu cầu kĩ thuật chung của mặt trát còn phải đảm bảo đúng kích thước, các cạnh phải vuông, cạnh trụ sắc, thẳng đứng, các mặt trụ phải phẳng.

***c. Trình tự trát***

❖ ***Chuẩn bị trát***

– Kiểm tra vị trí, kích thước cơ bản của từng trụ và dãy trụ.

– Đục bớt những phần nhô ra và đắp thêm những chỗ lõm.

– Với trụ bê tông cốt thép: nếu mặt trụ nhẵn phải tạo nhám để có độ bám dính. Những chỗ bê tông bị rỗ phải có biện pháp xử lí trước khi trát (dùng ximăng mác cao xử lí những vị trí bị rỗ). Nếu mặt trụ khô phải tưới ẩm.

❖ ***Làm mốc trát***

– Trước khi xây hoặc đổ bê tông trụ phải xác định được tim ở chân trụ.

– Căn cứ vào tim chân trụ truyền lên đỉnh trụ bằng dây dọi hoặc nivô.

– Dựa vào kích thước trụ từ tim trụ đo ra hai bên để xác định chiều dày của mốc.

– Đắp mốc ở đầu trụ : dùng bay đắp ở đầu trụ, dựa vào kích thước thiết kế, từ tim trụ đo khống chế chiều dày của mốc. Đắp mốc ở một mặt xong, mặt tiếp theo phải dùng thước vuông để kiểm tra bảo đảm cho mốc ở các mặt liền kề vuông góc với nhau.

– Dóng từ mốc trên đỉnh trụ xuống để đắp mốc chân trụ. Khi chiều cao trụ lớn hơn chiều dài thước hồ phải đắp mốc trung gian.

❖ ***Lên vữa***

– Trát lót: dùng bay lên vữa cạnh trụ, sau đó trát dàn vào giữa. Bay đưa từ dưới lên, từ cạnh trụ vào trong. Trát kín đều bốn mặt trụ

– Trát lớp mặt :
  + Dựng thước : dùng hai thước tầm dựng ở hai cạnh của mặt trụ đối nhau. Cạnh thước tầm ăn phẳng với mốc. Dùng gông thép Þ6÷8mm để giữ thước cố định.

+ Dùng bàn xoa : lên vữa để trát lớp mặt. Trát từ hai cạnh ốp thước trát vào trong theo thứ tự từ trên xuống.

❖ ***Cán thước***

Dùng thước khẩu tựa vào hai cạnh của thước tầm, cán ngang từ dưới lên chỗ nào lõm dùng vữa bù vào rồi cán lại cho phẳng.

❖ ***Xoa nhẵn***

Tại vị trí cạnh trụ thì xoa dọc theo thước. Khi xoa ở mặt trụ, phải giữ bàn xoa luôn ăn phẳng với hai cạnh thước để mặt trụ phẳng, tránh trình trạng mặt trát bị lõm ở giữa.

❖ ***Tháo thước***

Tháo thước phải làm thận trọng như tháo thuớc ở cạnh góc, khi trát tường phẳng, tháo thước xong, làm sạch thước rồi sửa lại cạnh cho sắc, đẹp.

### 3. Trát trần phẳng

Trát trần là trát theo phương pháp ngang, nghiêng như trát trần sàn, trần mái, trần ôvăng, trần lôgia, bản cầu thang..

***a. Trình tự thao tác***

❖ ***Chuẩn bị***

Bắc sàn thao tác để trát trần cao hay thấp phụ thuộc vào người thợ.

Mặt trần được trát phải sạch không có dầu mỡ, các chất hữu cơ...

Căng dây kiểm tra mặt phẳng trần, dùng vữa ximăng mác cao xử lí chỗ bị lõm và những chỗ bê tông bị rỗ.

Dùng nivô hay ống nhựa đựng nước vạch đường ngang bằng chuẩn xung quanh tường cách trần một khoảng tuỳ ý, thường cách trần khoảng $20 \div 50$cm.

❖ ***Làm mốc trát***

Tại các góc trần dùng bay đắp mốc kích thước 5x5cm, dùng thước đo từ ngang bằng chuẩn tới mặt mốc một đoạn bằng nhau, đối với trần ngang bằng chuẩn tới mặt mốc một đoạn bằng nhau, đối với trần ngang bằng, đối với trần dốc đo các đoạn khác nhau tuỳ thuộc vào độ dốc của trần.

Căng dây giữa các mốc ở góc trần để làm mốc trung gian.

Dùng bay lên vữa nối liến các mốc thành dải mốc, dùng thước cán cho dải mốc phẳng.

❖ ***Lên vữa***

Thường lên vữa thành hai lớp với lớp vữa trát dày $10 \div 15$mm.

Lớp lót dày từ $3 \div 7$mm. Lớp vữa nền dày $8 \div 12$mm. Khi trát lót phải miết mạnh tay để vữa bám chắc vào trần.

Lớp mặt dày từ $3 \div 5$mm và có độ dẻo hơn lớp nền. Khi vữa khô mặt dùng bàn xoa lên vữa lớp mặt, chiều dày lớp vữa mặt lớn hơn chiều dày dải mốc $1 \div 2$mm. Lớp vữa mặt được trát tương đối phẳng.

❖ ***Cán phẳng***

Vệ sinh sạch sẽ và tưới ẩm cho thước để khi cán không dính vữa. Hai tay cầm hai đầu thước, đưa mặt cạnh thước áp sát mặt trần. Đưa thước di chuyển qua lại và dịch chuyển từ phía ngoài về phía ta đến khi mặt thước bám sát dải mốc.

Cán hết lượt nếu thấy còn các vị trí lõm dùng bay hoặc bàn xoa bù vữa vào cán lại đến khi toàn bộ trần phẳng với dải mốc.

❖ ***Xoa nhẵn***

Dùng tay ấn nhẹ vào mặt trát, nếu mặt trát hơi lõm và ngón tay không dính vữa thì tiến hành xoa được.

Lúc đầu xoa rộng vòng nặng tay thành các vòng tròn liên tiếp để vữa dàn đều, sau xoa hẹp vòng nhẹ tay để trần được bóng.

***Chú ý***

Có thể xoa nhẵn làm nhiều lần đến khi trần phẳng, bóng là được.

***b. Sai phạm, nguyên nhân và biện pháp khắc phục***

❖ ***Mặt trát bị cháy***

Trát trần về mùa hè nhiệt độ cao làm cho vữa trát rất nhanh khô đặc biệt là trần mái. Để khắc phục hiện tượng trên cần tưới nước ẩm mặt trần. Đối với mái chưa chống nóng có thể bơm nước ngâm từ $5 \div 10$cm để giảm nhiệt độ cho trần. Nếu mặt trát bị cháy dùng chổi đót nhúng nước vẩy lên rồi xoa hoặc nếu mặt trần đã phẳng nhưng chưa nhẵn dùng miếng mút có kích thước 200x100x100mm nhúng nước xoa đều.

❖ ***Mặt trát bị ướt và rơi khỏi trần***

Do trần bị lõm, trát quá dày hoặc trần quá nhẵn lại không chú ý xử lí trước khi trát. Trước khi trát phải kiểm tra xử lí mặt trát trước những chỗ lõm bằng vữa ximăng mác cao hoặc tạo nhám cho trần.

❖ ***Mặt trát chỗ ướt chỗ khô***

Do trần không phẳng lồi, lõm lớp trát chỗ dày chỗ mỏng dẫn đến khô không đều. Vì vậy ngay từ khi chuẩn bị phải xử lí mặt trần tương đối phẳng, lồi thì đục bỏ và lõm thì đắp vào bằng vữa ximăng.

❖ ***Mặt trần bị bong dộp***

Sau khi xoa nhẵn xong vữa trát bị rơi ra. Hiện tượng trên chứng tỏ mặt trát đã bị bong khỏi trần trong quá trình trát hoặc do trần còn bẩn trước khi trát. Để giảm bớt và giải quyết hiện tượng trên, trong khi trát lót nên dùng vữa theo thiết kế và ấn mạnh tay để vữa bám chắc vào trần, làm sạch trần trước khi trát.

**4. Trát trụ tròn**

*a.* ***Dụng cụ trát***

Ngoài những dụng cụ thông thường còn có các loại dụng cụ sau

Thước vanh : thước làm bằng gỗ, chất dẻo, kích thước hình dạng phụ thuộc tiết diện cột.

Thước vanh chuyên dùng để trát những đoạn cột có đoạn vum thuôn. Tuỳ theo độ cong mà ta gia công thước cho phù hợp.

Thước làm bằng gỗ bào nhẵn tiết diện 30x30mm và có chiều dài bằng chiều cao của cột cần trát.

***b. Trình tự trát***

❖ ***Làm mốc***

– Đóng một đinh phía trên của cột ngoài cùng sao cho đầu mũ đinh cách bề mặt cột bằng chiều dày lớp trát.

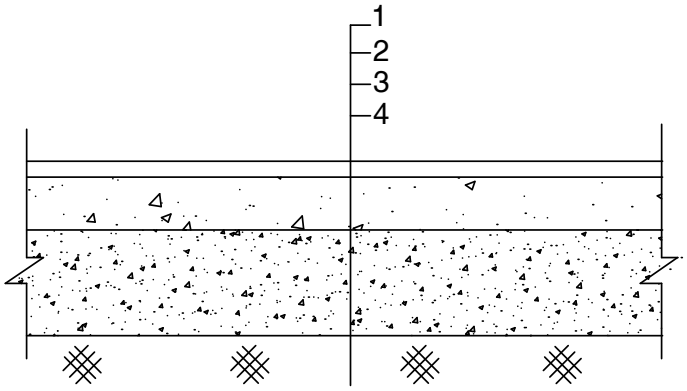
- Đóng xuống chân cột để đóng cái thứ hai.
- Căng dây giữa hai đinh đã đóng, để xác định độ thẳng đứng của cột.
- Căng dây để xác định độ thẳng hàng của dãy cột.
- Trát gờ mốc bao quanh cột như những cái đai. Để trát các đường gờ mốc phải sử dụng thước vanh.
- Đối với các cột có tiết diện thay đổi làm mốc cần chú ý đến hướng của giao tuyến sao cho khi trát mặt ngoài cột không bị vênh.
- Để đảm bảo cho vành đai mốc được tròn khi lên vữa nối các mốc cùng cao độ với nhau xong dùng thước vanh tì lên ba mốc tiếp xúc đều với cạnh cong của thước. Dùng bàn xoa lượn cong đều theo đai mốc để xoa đai mốc cho nhẵn.

❖ ***Lên vữa và xoa nhẵn***

Dùng bay hoặc bàn xoa đưa vữa lượn theo đường cong của trụ. Khi cán thước tì lên đai mốc và dưới nhưng thước phải đảm bảo luôn thẳng đứng, nếu thước bị nghiêng thì khi cán xong mặt trụ sẽ không tròn. Cán xong dùng thước vanh tròn đưa dọc và vuông góc với trụ để kiểm tra lại tròn đều. Nếu đạt yêu cầu thì xoa nhẵn. Khi xoa kết hợp xoa thăng đứng và đưa bàn xoa lượn đều theo chiều cong của trụ đến khi mặt trụ nhẵn đều là được.

## V. LÁNG NỀN, SÀN

### 1. Cấu tạo nền, sàn



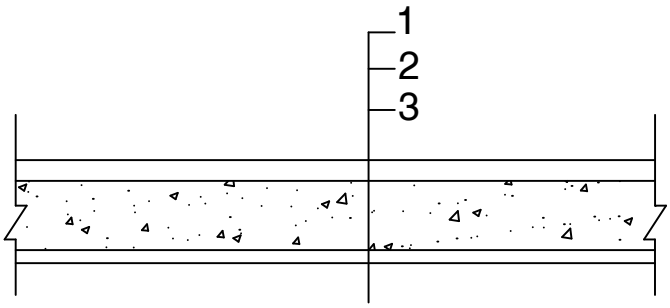

Cấu tạo nền

1. Vữa láng nền; 2. Bê tông gạch vỡ hay đá 4x6; 3. Cát san nền; 4. Đất tự nhiên

Cấu tạo của nền, sàn chia ra: láng trên nền bê tông gạch vỡ, bê tông, bê tông cốt thép …

Cấu tạo chung gồm : lớp vữa đệm, lớp láng mặt .

Lớp vữa láng thường có chiều dày $2 \div 3$cm, vữa láng thường dùng vữa ximăng cát vàng mác $75 \div 100$.




Cấu tạo sàn

1. Vữa láng nền; 2. Bê tông sàn; 3. Vữa trát trần

**2. Yêu cầu kĩ thuật**

– Mặt láng phải phẳng, đảm bảo độ dốc thiết kế.

– Lớp láng phải đảm bảo chiều dày và mác vữa.

– Lớp láng phải đảm bảo chắc vào nền sàn.

**3. Trình tự thao tác**

***a. Chuẩn bị xử lí nền, sàn***

❖ ***Kiểm tra lại cao độ mặt nền, sàn :***

Căn cứ vào cao độ chuẩn của mặt láng đã xác định theo thiết kế, dẫn vào xung quanh tường hoặc mốc khu vực láng những vạch mốc trung gian cao hơn mốc hoàn thiện từ $25 \div 30$cm.

Dựa vào mốc trung gian kiểm tra cao độ mặt nền, sàn. Nếu láng rộng cần phải chia ô và kiểm tra cao độ theo các ô.

❖ **Xử lí nền, sàn**

– Đối với nền bê tông gạch vỡ (xà bần) chỗ cao đục bớt, chỗ thấp ít láng thêm lớp vữa ximăng cát vàng mác 50, chỗ trũng quá đổ thêm lớp bê tông cùng loại với lớp vữa trước.

– Đối với nền, sàn bê tông, bê tông cốt thép chỗ thấp ít dùng vữa ximăng mác cao để làm phẳng, chỗ cao quá phải đục bớt hoặc nâng cao độ của nền nhưng không gây ảnh hưởng khi sử dụng các thiết bị khác.

❖ ***Vệ sinh mặt láng và tưới ẩm cho nền, sàn***

***a. Làm mốc***

– Dùng thước đo từ vạch mốc chuẩn xuống tới mặt láng một khoảng bằng khoảng cách giữa mốc chuẩn đến mốc hoàn thiện (khoảng $25 \div 30$cm). Trường hợp mặt láng phải có độ dốc thoát nước thì ở phía thấp của mặt láng đo từ cao độ trung gian xuống một đoạn lớn hơn $25 \div 30$cm.

– Đắp mốc ở bốn khu vực cần láng, kích thước mốc 10x10cm.

– Khi khoảng cách giữa các mốc chính lớn quá chiều dài thước thì phải căng dây đắp thêm các mốc phụ cho phù hợp với thước dài để cán.

– Rải vữa nối liền các mốc và cán phẳng theo mốc thành dải mốc rộng 10cm, chiều dài dải mốc chạy theo hướng láng vữa.

***b. Láng vữa***

– Khi dải mốc khô mặt, đổ vữa vào khoảng giữa hai dải mốc hướng từ trong ra cửa, dàn vữa đều trên mặt láng, cao hơn mặt mốc $2 \div 3$mm.

- Dùng bàn xoa đập cho vữa đặc chắc và bám vào nền, sàn.
- Dùng thước cán sao cho mặt láng phẳng với dải mốc.
- Dùng bàn xoa phẳng. Lúc đầu xoa nặng tay, rộng vòng để vữa dàn đều, sau đó xoa nhẹ tay và hẹp vòng để vữa phẳng nhẵn, xoa từ trong giật lùi ra phía cửa. Khi xoa chỗ nào thiếu bù vữa vào xoa luôn. Những chỗ tiếp giáp với chân tường phải xoa dọc để phần nền tiếp giáp với tường thẳng.

***Chú ý***

- Đối với mặt láng không đánh màu dùng bay liết đều, nhẹ tay trên mặt vữa để các hạt cát chìm xuống tạo mặt láng được mịn và chắc mặt.
- Đối với mặt láng lát granitô, đá rửa...Tạo cho mặt láng nhám bằng cách vạch quả trám, hình chữ nhật để tăng độ bám dính của vữa với mặt láng.
- Trường hợp mặt láng rộng không thể thi công liên tục thì phải ngừng thì mạch ngừng theo hình răng cưa gọn chân để chống co ngót khi láng tiếp, trước khi láng tiếp phải tưới nước ximăng chỗ tiếp giáp.

+ *Đánh màu*

Đánh màu là dùng ximăng nguyên chất hoặc ximăng pha với bột màu phủ lên mặt láng một lớp mỏng sau đó dùng bàn xoa thép hoặc bay miết lại cho mặt láng nhẵn bóng.

Tác dụng của đánh màu là chống thấm và trang trí bề mặt láng.

+ *Kẻ mạch*

- Kẻ mạch là hình thức làm giả gạch, giả đá lát nền. Thường kẽ theo lưới hình ô vuông hoặc quả trám làm cho đẹp mặt láng.
- Khi mặt láng được xoa nhẵn vữa se thì tiến hành kẻ mạch.
- Nếu mặt nền quá khô thì kẻ mạch khó và đường mạch không nhẵn, nếu nền ướt mạch khó đều.
- Trước khi kẻ mạch phải
  + Kiểm tra vuông góc của nền, sàn.
  + Đo kích thước các cạnh.
  + Dùng thước cữ vạch dấu lên nền, sàn.
  + Căng dây theo vạch dấu, áp thước theo dây để kẻ mạch.
  + Có thể kẻ mạch bằng dây thép.

*Lăn gai :*

Dùng quả lăn tròn đường kính từ $6 \div 8$cm dài khoảng 25cm có gai để tạo gai.

Khi mặt láng thô hoặc đánh mặt vừa se thì tiến hành lăn gai. Nhúng nước quả lăn, căn cứ vào đường chân tường áp thước để lăn đường đầu tiên. Một tay giữ thước một tay đẩy lăn, dựa vào đường lăn trước, áp thước để làm đường tiếp theo.

***c. Bảo dưỡng và bảo vệ mặt láng***

- Bảo dưỡng: là khâu quan trọng giúp cho lớp vữa láng phát triển cường độ được bình thường, làm tăng chất lượng mặt láng. Mặt láng luôn giữ ẩm trong thời gian từ $7 \div 10$ ngày
- Bảo vệ: trong thời gian bảo dưỡng không được va chạm mạnh, không làm rơi vật nặng và những vật sắc nhọn lên mặt láng.

## VI. TÍNH KHỐI LƯỢNG VẬT LIỆU, NHÂN CÔNG

### 1. Đọc bản vẽ

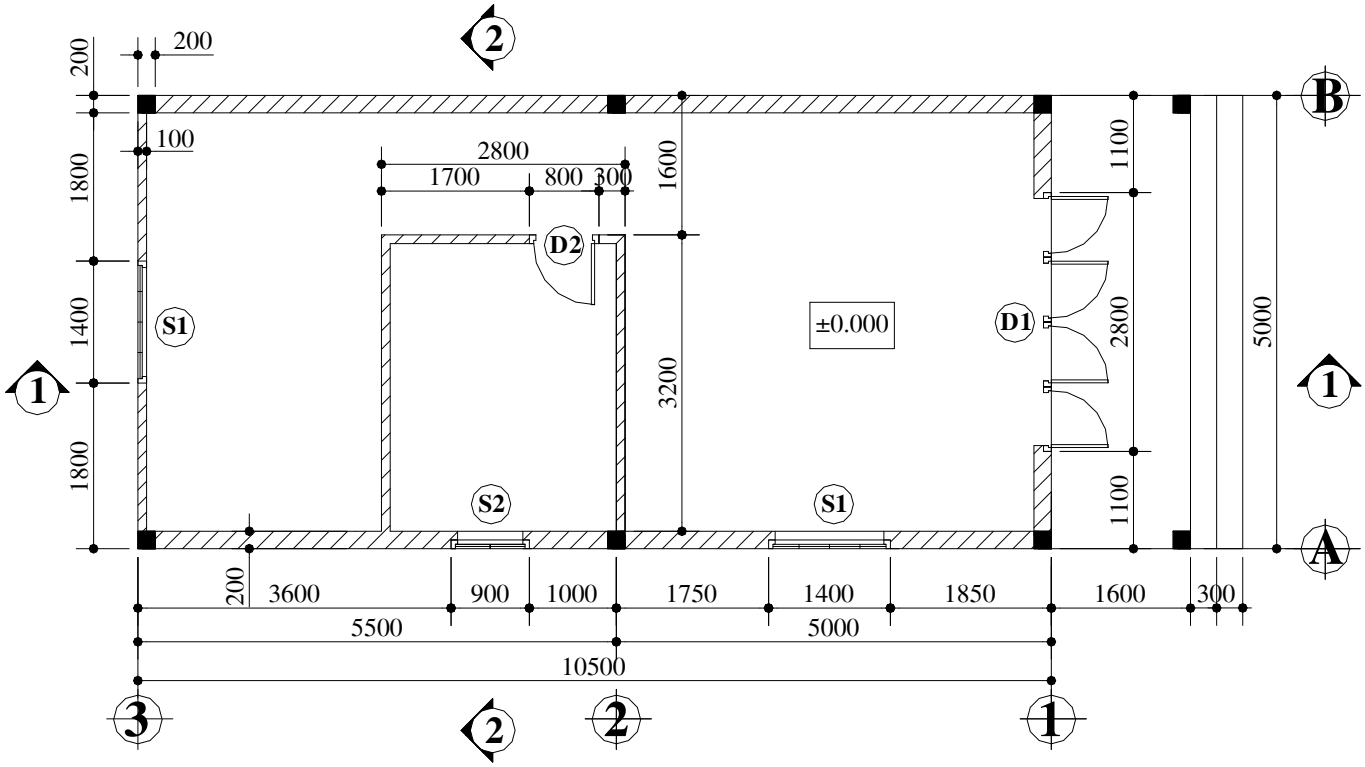
– Để hiểu được và thi công đúng bản vẽ.

– Để tính khối lượng từng công việc trong công tác trát.

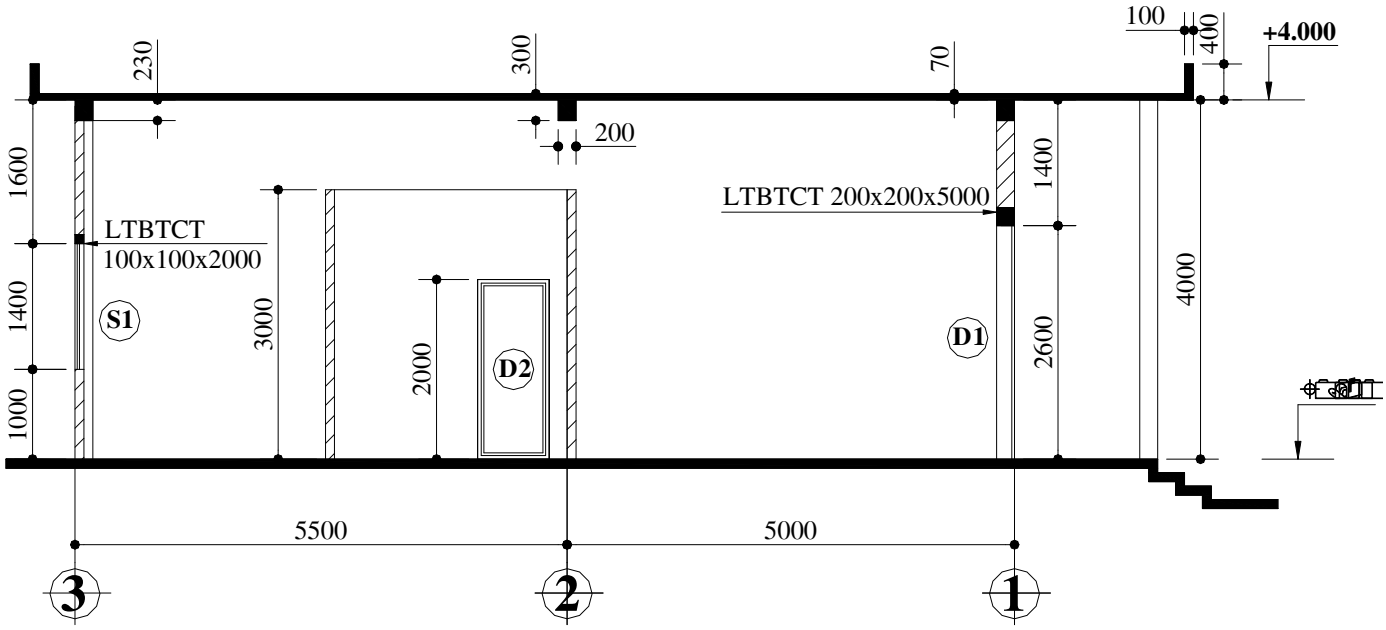
– Muốn đọc được bản vẽ trước tiên ta phải nghiên cứu từ bản vẽ tổng thể: mặt bằng, mặt đứng, mặt cắt. Sau đó nghiên cứu đến các bản vẽ chi tiết .

*Ví dụ*

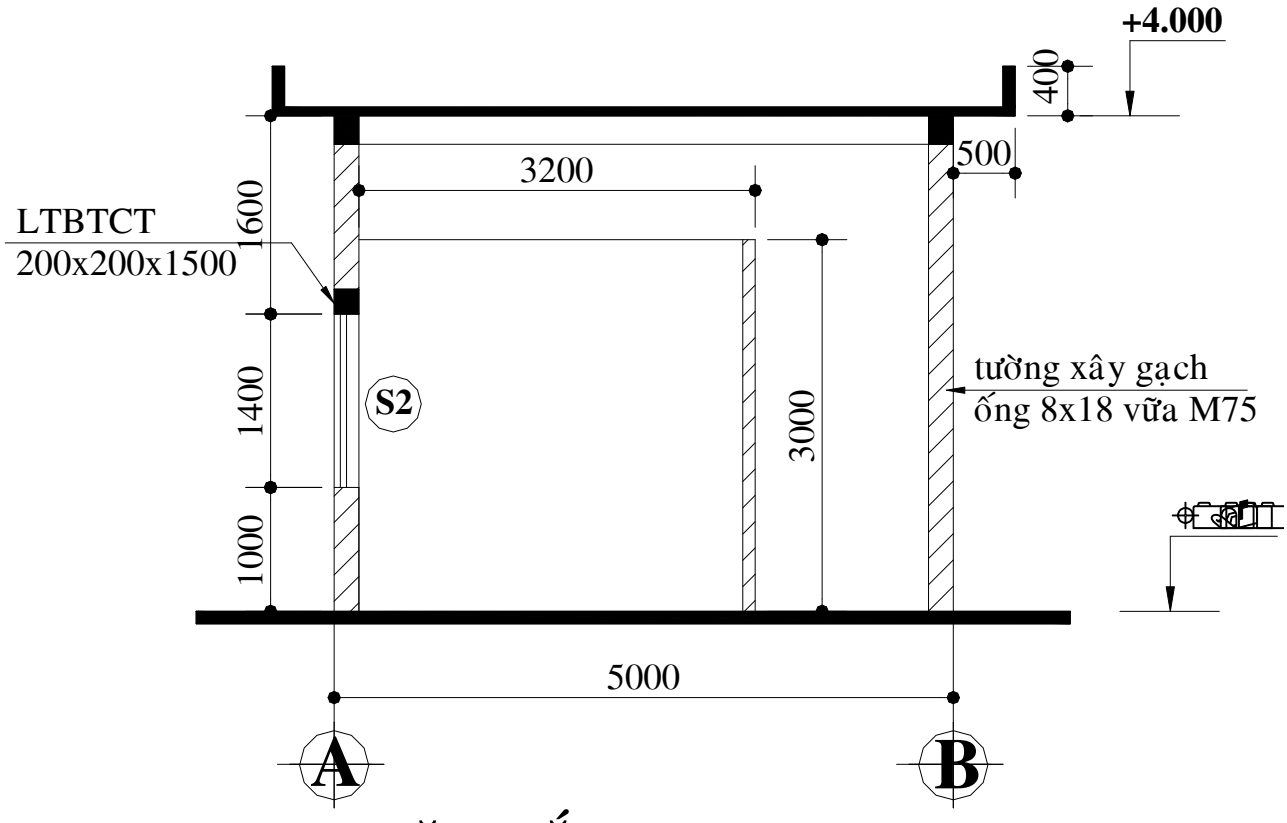
Khi thi công trát trường và tính khối lượng trát trường cho một công trình có mặt bằng và mặt cắt như hình vẽ.




**MẶT BẰNG TL:1/50**




**MẶT CẮT 1-1 TL:1/50**




# MẶT CẮT 2-2 TL:1/50

- Đọc bản vẽ mặt bằng để biết kích thước các trục ngang, trục dọc, bề dày tường, bề rộng cửa.
- Đọc bản vẽ mặt cắt để biết được chiều cao tường cần trát, chiều cao các loại cửa hoặc ô trống, loại vữa, mác vữa và chiều dày lớp vữa trát.

– Đọc bản vẽ trước khi thi công và tính toán khối lượng các công việc là một yêu cầu cần thiết không thể thiếu được.

**2. Định mức vật liệu, nhân công**

***a. Khái niệm***

Định mức dự toán xây dựng cơ bản (chi tiết và tổng hợp) xác định lượng: vật liệu, nhân công, máy thi công cần thiết để hoàn thành một đơn vị khối lượng công tác xây lắp tương đối hoàn chỉnh như 1$m^3$ xây tường; 1$m^3$ bê tông; 1$m^2$ trát… Từ khâu chuẩn bị đến khâu kết thúc công việc.

***b. Nội dung định mức dự toán xây dựng cơ bản***

❖ ***Định mức vật liệu***

Lượng vật liệu cần thiết để hoàn thành một đơn vị khối lượng công tác xây lắp gồm: vật liệu chính, vật liệu phụ.

+ Vật liệu chính : gạch, ximăng, cát, đá, thép…Được tính bằng đơn vị thống nhất theo từng chủng loại.

*Ví dụ*

Gạch : viên ; cát; đá : $m^3$, ximăng : kg..

+ Vật liệu phụ : được tính theo tỉ lệ phần trăm (%) trên chi phí vật liệu chính.

❖ ***Định mức nhân công*** :

Số công cần thiết để hoàn thành một đơn vị khối lượng công tác xây lắp từ khâu chuẩn bị đến khâu kết thúc trong đó kể cả thợ và phụ.

❖ ***Định mức máy*** :

Số ca máy cần thiết để hoàn thành một đơn vị khối lượng công tác xây lắp.

❖ ***Ví dụ định mức***

AK.21000 Trát tường

AK.21100 Trát tường ngoài

Đơn vị tính: 1$m^2$

| Mã hiệu | Công tác xây lắp | Thành phần hao phí | Đơn vị | Chiều dày trát (cm) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| AK.211 | Trát tường ngoài | *Vật liệu* | | | | |
| | | Vữa | $m^3$ | 0,012 | 0,017 | 0,023 |
| | | Vật liệu khác | % | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| | | *Nhân công 4,0/7* | công | 0,22 | 0,26 | 0,32 |
| | | *Máy thi công* | | | | |
| | | Máy trộn 80 *l* | ca | 0,003 | 0,003 | 0,003 |
| | | Máy khác | % | 5 | 5 | 5 |
| | | | | 10 | 20 | 30 |

AK.21200 Trát tường trong Đơn vị tính: $1m^2$

| Mã hiệu | Công tác xây lắp | Thành phần hao phí | Đơn vị | Chiều dày trát (cm) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| AK.212 | Trát tường trong | *Vật liệu*<br>Vữa<br>Vật liệu khác<br>*Nhân công 4,0/7*<br>*Máy thi công*<br>Máy trộn 80 *l*<br>Máy khác | <br>$m^3$<br>%<br>công<br><br>ca<br>% | <br>0,012<br>0,5<br>0,15<br><br>0,003<br>2 | <br>0,017<br>0,5<br>0,20<br><br>0,003<br>2 | <br>0,023<br>0,5<br>0,22<br><br>0,003<br>2 |
| | | | | 10 | 20 | 30 |

***Ghi chú:*** *Nếu trát tường xây gạch rỗng thì định mức hao phí vữa tăng 10%*

AK.22100 Trát trụ, cột, lam đứng, cầu thang Đơn vị tính: $1m^2$

| Mã hiệu | Công tác xây lắp | Thành phần hao phí | Đơn vị | Chiều dày trát (cm) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| AK.221 | Trát trụ, cột, lam đứng, cầu thang | *Vật liệu*<br>Vữa<br>Vật liệu khác<br>*Nhân công 4,0/7*<br>*Máy thi công*<br>Máy trộn 80l<br>Máy khác | <br>$m^3$<br>%<br>công<br><br>ca<br>% | <br>0,013<br>0,5<br>0,498<br><br>0,003<br>5,0 | <br>0,018<br>0,5<br>0,52<br><br>0,003<br>5,0 | <br>0,025<br>0,5<br>0,57<br><br>0,003<br>5,0 |
| | | | | 10 | 20 | 30 |

AK.23000 Trát xà dầm, trần

Đơn vị tính: $1m^2$

| Mã hiệu | Công tác xây lắp | Thành phầnhao phí | Đơn vị | Xà dầm | Trần |
|---|---|---|---|---|---|
| AK.23 | Trát xà dầm, trần | *Vật liệu*<br>Vữa<br>Vật liệu khác<br>*Nhân công 4,0/7* | <br>$m^3$<br>%<br>công | <br>0,018<br>0,5<br>0,35 | <br>0,018<br>0,5<br>0,5 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | *Máy thi công*<br>Máy trộn vữa 80l<br>Máy khác | <br>ca<br>% | <br>0,003<br>5,0 | <br>0,003<br>5,0 |
| | | | | 110 | 210 |

***Ghi chú*:**

*Nếu phải bả lớp bám dính bằng xi măng lên bề mặt trước khi trát xà dầm, trần bê tông thì định mức vật liệu, nhân công nói trên được nhân với hệ số $K_{VL}$=1,25 và $K_{NC}$= 1,10*

AK.24000 Trát, đắp phào đơn, phào kép, gờ chỉ

Đơn vị tính: 1m

| Mã hiệu | Công tác xây lắp | Thành phần hao phí | Đơn vị | Phào đơn | Phào kép | Trát gờ chỉ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| AK.241<br>AK.242<br>AK.243 | Đắp phào đơn<br>Đắp phào kép<br>Trát gờ chỉ | *Vật liệu*<br>Vữa xi măng<br>Vật liệu khác<br>*Nhân công 4,5/7* | <br>$m^3$<br>%<br>công | <br>0,011<br>1,5<br>0,2 | <br>0,013<br>9,5<br>0,25 | <br>0,0025<br>9,5<br>0,122 |
| | | | | 10 | 10 | 10 |

AK.25100 Trát sê nô, mái hắt, lam ngang

Đơn vị tính: $1m^2$

| Mã hiệu | Công tác xây lắp | Thành phần hao phí | Đơn vị | Số lượng |
|---|---|---|---|---|
| AK.251 | Trát sê nô, mái hắt, lam ngang | *Vật liệu*<br>Vữa<br>Vật liệu khác<br>*Nhân công 4,5/7* | <br>$m^3$<br>%<br>công | <br>0,012<br>1,5<br>0,24 |
| | | | | 10 |

**3. Phương Pháp Tính**

***a. Tính khối lượng*** *(tiên lượng)*

- Khái niệm :
  - + Tính khối lượng là tính toán cụ thể khối lượng của từng loại công việc trong công trình.

  *Ví dụ*

Trát trường, trát trần

+ Cơ sở: dựa vào bản vẽ thiết kế kĩ thuật và thiết kế thi công để tính khối lượng công tác.

– Một số điểm cần chú ý khi tính khối lượng

+ Đơn vị tính

Khi tính khối lượng phải theo một đơn vị thống nhất theo định mức.

*Ví dụ*

Tính khối lượng trát trường : $m^2$, trát trần : $m^2$, trát phào, chỉ : m…

+ Quy cách

Quy cách của mỗi loại công tác bao gồm những yếu tố ảnh hưởng tới lượng: vật liệu, nhân công, máy thi công sử dụng cho công tác đó.

Những khối lượng có quy cách khác nhau phải tính riêng.

1. Trát trường vữa ximăng mác 50 dày 15mm.
2. Trát trường vữa ximăng mác 50 dày 20 mm.
3. Trát trường vữa ximăng mác 75 dày10mm.
4. Trát trường vữa ximăng mác 75 dày15mm.

Mỗi loại công việc trên phải tính riêng vì có quy cách khác nhau.

– *Các bước tính toán*

+ Nghiên cứu bản vẽ

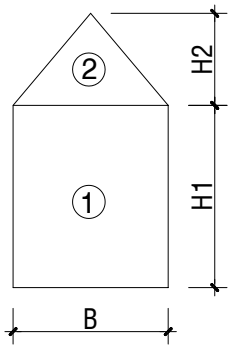
Nghiên cứu bản vẽ từ tổng thể đến chi tiết để hiểu rõ bộ phận cần tính, từ đó phân tích khối lượng một cách hợp lí.

+ Phân tích khối lượng

Phân tích các loại công việc cần tính thành những hình khối đơn giản để dễ tính toán.

*Ví dụ*

Tính khối lượng trát ngoài một tường thu hồi.




Ta phân tích thành một hình chữ nhật và một hình tam giác.

$$S_1 = B \times H_1$$

$$S_2 = \frac{1}{2} \times B \times H_2$$

$$S = S_1 + S_2$$

+ Xác định kích thước tính toán :

Các kích thước để tính khối lượng thường không phải là kích thước ghi trong bản vẽ.

– Tính toán và trình bày kết quả bằng bảng.

**Mẫu bảng tính khối lượng**

| Số TT | Loại công việc và quy cách | Số bộ phận giống nhau | Kích thước | | | Khối lượng | | Đơn vị |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Dài | Rộng | Cao | Từng phần | Toàn phần | |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) |

***Tính toán vật liệu, nhân công***

– Cơ sở tính toán

+ Khối lượng công việc
+ Quy cách công việc
+ Định mức dự toán xây dựng cơ bản hiện hành.

– Phương pháp tính

Dựa vào quy cách công việc tra định mức dự toán xây dựng cơ bản để có các yêu cầu cần thiết về : vật liệu, nhân công, máy thi công cho một đơn vị khối lượng công tác xây lắp đó.

Lấy khối lượng nhân với định mức ta được khối lượng vật liệu, nhân công, máy thi công cần thiết.

Sau khi phân tích xong vật liệu, nhân công và máy thi công cho từng công việc ta đưa số liệu vào bảng phân tích vật liệu, nhân công, máy thi công

**Mẫu bảng phân tích vật liệu**

| Số TT | Số hiệu định mức | Loại công việc và quy cách | Khối lượng | Đơn vị | Nhân công | Vật liệu | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Xi măng | Vôi cục | Cát đen | Cát vàng |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) |

+ Bảng tổng hợp vật liệu, nhân công:

**Mẫu bảng tổng hợp nhân công**

| Số TT | Loại vật liệu và quy cách | Số lượng | Đơn vị | Ghi chú |
|---|---|---|---|---|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |

# BÀI 4

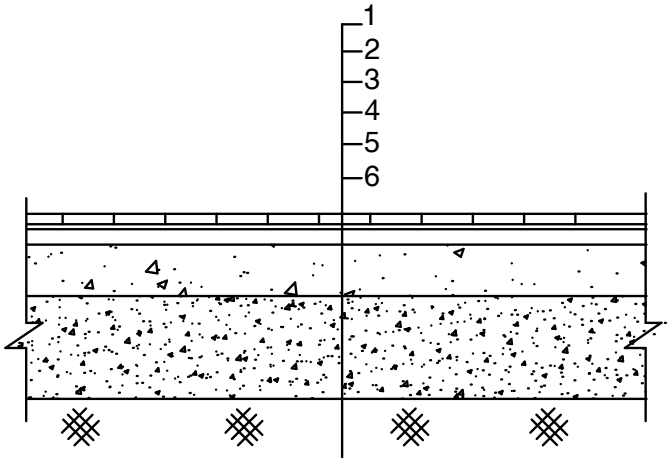
# ỐP - LÁT GẠCH

## I. YÊU CẦU KĨ THUẬT VÀ CÔNG TÁC CHUẨN BỊ LÁT

### 1. Yêu cầu chung của mặt lát

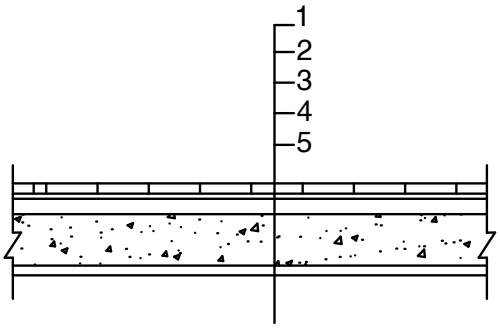
– Mặt lát đúng cao độ, độ dốc (nếu có) và độ phẳng. Nếu mặt lát là gạch hoa trang trí thì phải đúng hình, đúng màu sắc thiết kế. Viên lát dính kết tốt với nền không bị bong dộp

– Mạch thẳng, đều được chèn đầy bằng vữa ximăng cát hay hồ ximăng lỏng.




Cấu tạo nền

1. Gạch lát nền
2. Vữa gắng kết mác
3. Vữa láng nền
4. Bê tông nền đá 4x6cm
5. Cát nâng nền tưới nước đầm kĩ
6. Đất tự nhiên




Cấu tạo sàn

1. Gạch lát nền
2. Vữa dính kết
3. Vữa lót nền mac 75
4. Bê tông cốt thép
5. Vữa trát trần

### 2. Xác định cao độ (cốt) mặt lát

– Căn cứ vào cao độ thiết kế (còn gọi là cốt hoàn thiện) của mặt lát, dùng ống cân nước dẫn vào xung quanh khu vực cần lát, những vạch mốc trung gian cao hơn cốt hoàn thiện một khoảng từ 20 đến 30cm. Dẫn cốt trung gian vào bốn góc phòng, sau đó phát triển ra xung quanh tường.

– Dựa vào cốt trung gian đo xuống một khoảng 20÷30cm sẽ xác định được cốt mặt lát (cốt hoàn thiện).

### 3. Xử lí mặt nền

***a. Kiểm tra cốt mặt nền***

Dựa vào cốt trung gian đã vạch ở xung quanh tường khu vực cần lát đo xuống phía dưới để kiểm tra cốt mặt nền.

***b. Xử lí mặt nền***

– Đối với nền đất hoặc cát : chỗ cao phải đục bớt, chỗ thấp đổ cát tưới nước đầm kĩ.

- Nền bê tông gạch vỡ : nếu nền thấp nhiều so với cốt quy định thì phải đổ thêm một lớp bê tông gạch vỡ cùng mác với lớp vữa trước.
- Nếu nền thấp hơn so với cốt quy định $2 \div 3$cm. Thì tưới nước sau đó láng thêm một lớp vữa ximăng cát mác 50. Nếu nền cao hơn phải đục hết những chỗ cao, cạo sạch vữa và tưới nước sau đó láng thêm một lớp vữa ximăng cát mác 50.
- Nền, sàn bê tông, bê tông cốt thép: nếu nền thấp hơn so với cốt quy định, tưới nước rồi láng thêm một lớp vữa ximăng cát vàng mác 50. Nếu nền thấp phải đổ thêm một lớp bê tông đá mác 100. Nếu nền cao hơn cốt quy định phải hỏi ý kiến cán bộ kĩ thuật

## II. LÁT MỘT SỐ GẠCH THÔNG DỤNG

### 1. Lát gạch gốm tráng men

#### *a. Vật liệu*

- Gạch gốm tráng men được sản xuất dưới dạng tấm mỏng có kích thước phổ biến 300x300x8mm, 400x400x8mm, 500x500x8mm.
- Gạch làm từ đất sét nung tráng men, gốm ceramic tráng men hoặc gốm granít nhân tạo. Đặc trưng cơ bản của công nghệ sản xuất gốm granit là sản phẩm được nung ở nhiệt độ cao từ $1220^0 \div 1228^0$C trong thời gian $60 \div 70$ phút từ các nguyên liệu chính là đất sét, cao lanh phenspat.
- Độ hút nươc của loại gạch này ít hơn so với gạch lá nem, gạch chỉ.
- Chất lượng gạch: gạch chất lượng tốt là những viên gạch không cong vênh, men gạch không bị rạn nứt, không sứt góc cạnh, kích thước các viên gạch phải đều nhau.

#### *b. Đặc điểm và phạm vi sử dụng*

❖ ***Đặc điểm***

- Gạch gốm tráng men thuộc loại viên mỏng, rộng không chịu được những va đập mạnh.
- Nền lát gạch này phải ổn định, mặt nền phải phẳng, cứng. Vữa dính kết phết mỏng và đều, mác vữa phải cao. Khi lát đặt nhẹ như dán, tránh gõ điều chỉnh nhiều viên gạch dễ bị nứt, mạch bị đầy do vữa bị phình lên

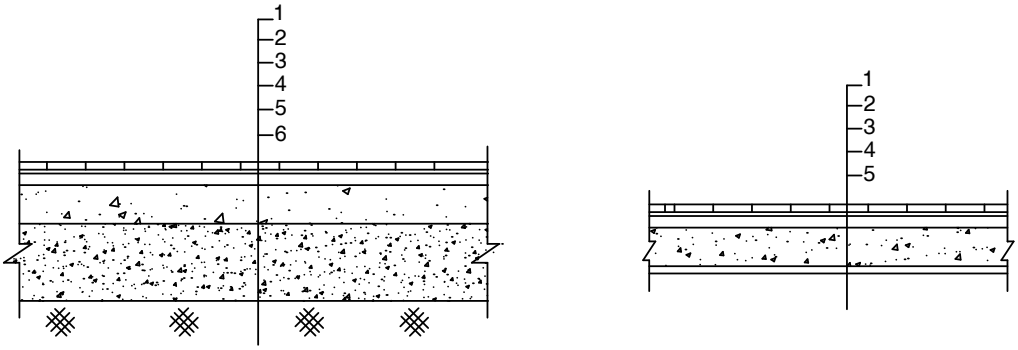
❖ ***Phạm vi sử dụng***

Gạch gốm tráng men, gốm ceramic, gốm granit, ceramíc tráng men dùng lát nền những công trình kiến trúc có yêu cầu kĩ, mĩ thuật cao. Đặt biệt là những công trình có yêu cầu về vệ sinh như bệnh viện, phòng thí nghiệm hoá chất và một số công trình văn hoá khác.

#### *c. Cấu tạo và yêu cầu kĩ thuật*

❖ ***Cấu tạo***

- Gạch gốm tráng men thường lát trên nền cứng như nền bê tông gạch vỡ, bê tông cốt thép, bê tông. Viên lát được gắn lớp vữa mác cao.
- Nền được tạo phẳng trước khi lát bằng lớp vữa mác $\geq 50$. Chờ lớp vữa khô mới tiến hành lát.




❖ ***Yêu cầu kĩ thuật***

– Mặt lát :
  + Mặt lát dính két tốt với nền, tiếp xúc với viên lát, khi gõ có tiếng bộp
  + Mặt lát phẳng, ngang bằng hoặc có độ dốc theo thiết kế
  + Gạch đồng màu hoặc cùng loại hoa văn
– Mạch : thẳng, đều không lớn quá 2mm

***d. Kĩ thuật lát***

❖ ***Chuẩn bị vật liệu, dụng cụ***

– Gạch lát :

  Gạch sản xuất ra được đựng thành hộp, có ghi rõ kích thước màu gạch sêri lô hàng. Vì vậy chú ý chọn những hộp gạch có cùng sêri sản xuất có kích thước gạch và màu đồng đều nhau

  Nếu gặp viên mẻ góc, cong vênh hoặc sai lệch kích thước thì phải loại bỏ

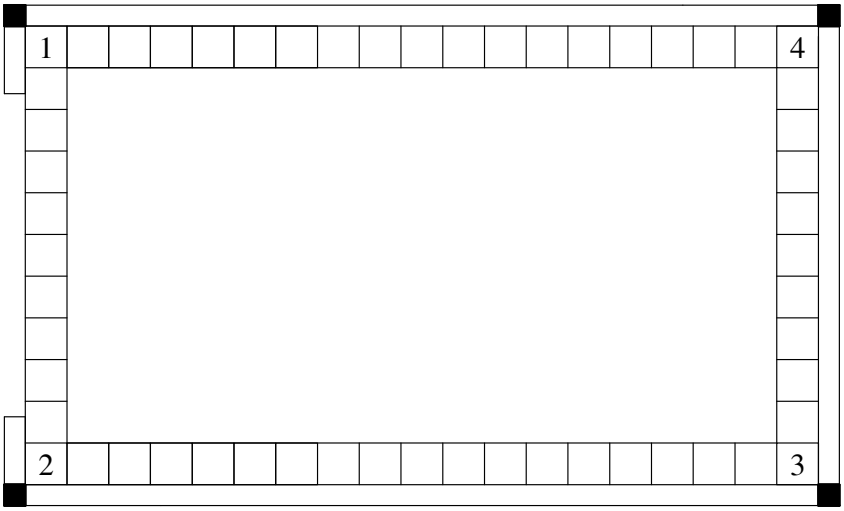
– Vữa
  + Phải dẻo, nhuyễn đảm bảo đúng yêu cầu của thiết kế
  + Không lẫn sỏi sạn
  + Lát đến đâu trộn vữa đến đó
– Dụng cụ
  + Bay
  + Thước hồ
  + Nivô
  + Máy cắt gạch
  + Búa cao su
  + Miếng cao su mỏng
  + Chổi đót
  + Dây

❖ ***Phương pháp lát***

Gạch gốm tráng men thuộc loại viên mỏng, thường lát không có mạch. Phương pháp tiến hành như sau :

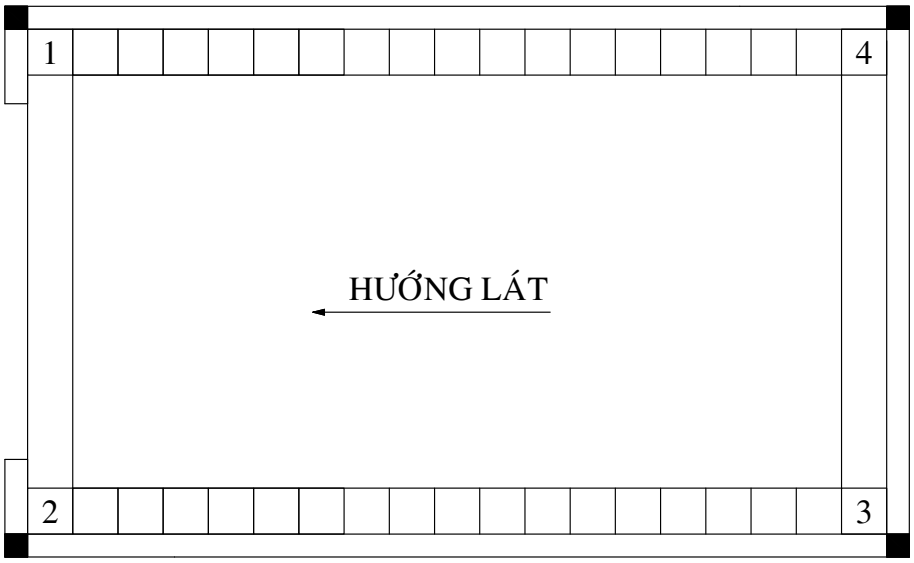
– Láng một lớp vữa tạo phẳng
  + Vữa ximăng cát tối thiểu từ mác 50 dày 20 ÷ 25mm. Chờ vữa khô sau đó tiến hành lát.

+ Kiểm tra vuông góc của phòng.
+ Xếp ếm thử và điều chỉnh hàng gạch theo chu vi phòng. Hàng gạch phải thẳng, khít nhau, ngang bằng, phẳng mặt khớp hoa văn và màu sắc.




1, 2, 3, 4 viên gạch mốc

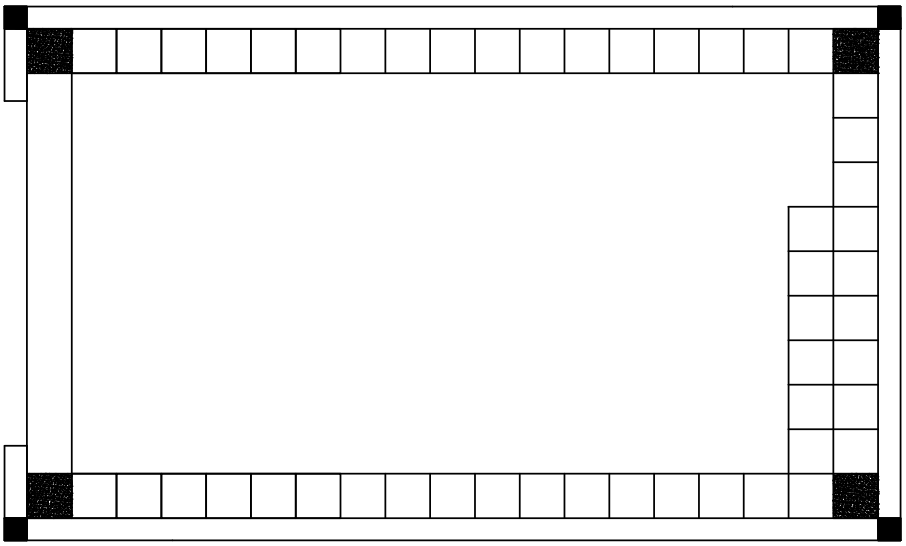
+ Phết vữa lát định vị bốn viên góc làm mốc và căng dây lát hai hàng cầu song song với hướng lát




– Căng dây lát hàng gạch nối giữa hai hàng gạch.

Dùng bay phết vữa trên bề mặt khoảng 3÷5 viên liền (bắt đầu từ góc trong cùng) đặt gạch theo dây. Gõ nhẹ bằng búa cao su điều chỉnh viên gạch cho đúng hàng, ngang bằng.

Cứ lát khoảng 3÷4 viên gạch dùng nivô kiểm tra độ ngang bằng của diện tích lát một lần; dùng tay xoa nhẹ giữa hai mép gạch có phẳng mặt với nhau không. Lát đến đâu lau sạch mặt lát đến đó.



– Lau mạch

Đổ vữa ximăng lỏng tràn khắp mặt lát. Dùng miếng cao su mỏng gạt cho ximăng tràn đầy khe mạch.

Rải một lớp cát khô hay mùn cưa khắp mặt nền để hút khô hồ ximăng còn lại.

Quét sạch mùn cưa hay cát, dùng giẻ lau khô lau nhiều lần cho sạch hồ ximăng còn dính trên mặt gạch.

– Cắt gạch

Khi lát gạch gặp trường hợp bố trí viên gạch bị lỡ cho nên phải cắt gạch và bố trí viên gạch cắt ở sát phía tường phía bên trong.

***e. Những sai phạm và cách khắc phục***

– Viên lát bị bong dộp

*Nguyên nhân* : do rải vữa không đều viên gạch rải vữa không kín khắp.

– Viên lát bị nứt vỡ

*Nguyên nhân*: vữa bị khô, dàn vữa không phẳng, chỗ vữa dày không lấy bớt ra trước khi đặt, viên lát bị nhấp nhô gõ điều chỉnh nhiều làm viên gạch bị nứt vỡ.

– Mặt lát không phẳng, mạch không thẳng.

*Nguyên nhân*: do chọn gạch không kĩ những viên có kích thước không đều nên khi lát mạch không thẳng; những viên gạch bị cong vênh làm cho mặt lát không phẳng, phải điều chỉnh nhiều lần.

❖ ***Cách khắc phục***

– Rải vữa cho thật đều, phẳng đặt viên gạch đều tay tiếp xúc với mặt nền, gõ nhẹ như dán gạch. Khi đặt gạch chỉ đặt một lần là được,tránh phải điều chỉnh tốn thời gian đảm bảo năng suất lao động.

– Chọn gạch kĩ, loại bỏ những viên cong vênh, những viên cùng kích thước lát vào cùng một hàng.

– Những viên gạch bị bong dộp, phải gỡ lên cạo sạch vữa cũ rải vữa mới lát lại.

**3. Lát gạch lá nem**

***a. Vật liệu***

- Gạch lá nem thuộc loại viên mỏng, kích thước 200x200 làm bằng đất sét nung. Trọng lượng $0.8 \div 1$kg.
- Chất lượng : gạch tốt là những viên đỏ sẫm, đặc chắc không bị cong vênh, rạn nứt và sứt cạnh. Khi gõ có tiếng kêu thanh, ít hút nước.
- Viên gạch màu nhạt là gạch không đủ cường độ, gõ tiếng kêu rè hút nhiều nước, tính chống thấm kém.

***b. Đặc điểm và phạm vi sử dụng***

Gạch lá nem có cường độ không cao, không chịu được những va chạm mạnh dùng để lát trên mái nhà bê tông cốt thép để bảo vệ lớp bê tông cốt thép phía bên dưới không bị tiếp xúc trực tiếp với mưa nắng. Ngoài ra gạch lá nem còn tham gia một phần chống thấm cho mái nhà.

***c. Cấu tạo và yêu cầu kĩ thuật***

❖ **Cấu tạo**

- Gạch lá nem phải lát hai lớp vữa ximăng mác 50 dày 20
- Miết mạch vữa bằng ximăng cát vàng mác 75
- Mạch vữa hàng trên không trùng với hàng mạch vữa hàng dưới

❖ ***Yêu cầu kĩ thuật***

- Mặt lát phải phẳng, thoát nước tốt.
- Mạch vữa đặc chắc, không lớn quá 1cm.
- Không bị bong dộp, nứt vỡ.

***d. Kĩ thuật lát***

❖ ***Chuẩn bị vật liệu dụng cụ***

- Gạch :
  + Chọn những viên tốt, không cong vênh, mẻ góc.
  + Trước khi lát phải ngâm nước để giữ độ ẩm.
- Vữa

  Đúng mác thiết kế, dẻo không sỏi sạn
- Dụng cụ: tương tự như lát các loại gạch khác.

❖ ***Phương pháp lát:***

- Kiểm tra mặt nền lát, vệ sinh tưới ẩm.
- Xếp ếm gạch theo chu vi một mái dốc, để mạch vữa < 1cm.
- Lát bốn viên mốc chính ở từng mái dốc.
- Nếu mái rộng, dựa vào mốc chính căn dây lập mốc trung gian.
- Lát hai hàng cầu theo hướng độ dốc của mái.
- Căng dây lát hàng gạch đầu tiên từ chân mái tiếp tục lát những hàng tiếp theo cho tới đỉnh mái.
- Dùng thước hồ và nivô để kiểm tra độ phẳng của mặt lát.

  Chèn mạch : sau 24 giờ bằng vữa ximăng cát vàng mac 75.

- Lát và chèn mạch xong lớp gạch thứ nhất, chờ khô tiến hành lớp thứ hai (tương tự như lớp gạch thứ nhất).

***Chú ý***

- Mạch vữa hàng ngang và hàng dọc của lớp gạch trên vàø dưới không trùng nhau.
- Vệ sinh mặt lát sau 24 giờ tiến hành tưới nước để bảo dưỡng mạch vữa.
- Xử lí mạch vữa ở đỉnh mái.
- Xử lí mạch vữa ở hàng gạch chân mái.
- Xử lí chỗ tiếp giáp với tường đầu hồi.

***e. Những sai phạm và biện pháp khắc phục***

- Rải vữa lát không đều khi đặt gạch phải gõ điều chỉnh nhiều vì vậy viên gạch bị nứt vỡ, vữa phình lên đầy mạch.
- Viên lát bị bong, dộp do gạch khô không nhúng nước

*Biện pháp khắc phục*

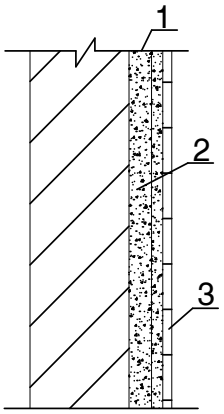
- Lát đến đâu vét đến đó.
- Vữa phải dẻo, gạch phải ngâm trước khi lát.
- Những viên gạch bị bong dộp phải cạy lên vét sạch vữa cũ, rải vữa mới lát lại.

## III. ỐP GẠCH

### 1. Vật liệu

***a. Tác dụng***

- Ốp gạch để trang trí làm tăng mĩ quan của công trình và để đảm bảo vệ sinh (như bệnh viện, phòng thí nghiệm, bếp, phòng tắm, vệ sinh…)




1. Lớp vữa lót tạo phẳng; 2. Lớp vữa gắn kết; 3. Gạch ốp

*Các loại gạch ốp*

- Gạch Ceramic tráng men kích thước 100x100x4mm, 150x150x4mm, 150x200x4mm…Chủ yếu là màu trắng.
- Gạch gốm tráng men có kích thước đa dạng, phổ biến là: 240x60x4mm, 200x200x4mm, 200x150x4mm, 300x300x4mm màu sắc rất phong phú.
- Gạch đất sét nung có kích thước 220x60x50mm có màu đỏ tươi.

***b. Chất lượng***

Gạch ốp chất lượng tốt có men bóng, trắng hoặc màu đều không bị rạn mặt, không bị cong vênh khi gõ có tiếng kêu thanh

**2. Đặc điểm và phạm vi sử dụng**

***a. Đặc điểm***

– Gạch ốp là loại viên mỏng, cường độ không cao, mềm không chịu được những va chạm mạnh. Khi ốp phải thao tác nhẹ nhàng.

– Bề mặt gạch nhẵn bóng, đa số không bị axit ăn mòn, màu sắc đa dạng đảm bảo kĩ, mỹ thuật cao.

***b. Phạm vi sử dụng***

Gạch ốp để trang trí mặt đứng công trình kiến trúc, những phòng thí nghiệm, sản xuất hoá chất, bệnh viện…

**2 Cấu tạo và yêu cầu kỹ thuật**

***a. Cấu tạo***

Mặt ốp gồm những lớp sau :

1. Lớp vữa lót tạo phẳng bằng vữa ximăng cát vàng mác 70 ÷ 100 dày 10 ÷ 15mm.
2. Lớp vữa gắn : thường dùng vữa ximăng cát vàng mác 100 ÷ 150 dày 3 ÷ 5mm.
3. Gạch ốp thường ốp dạng mạch ô cờ, mạch so le.

***b. Yêu cầu kỹ thuật***

– Mặt phải ốp phẳng, màu sắc tuân theo thiết kế.

– Mạch thẳng, đều.

– Vữa dính kết tốt không bị bong dộp.

**4. Kỹ thuật ốp gạch.**

***a. Chuẩn bị vật liệu, dụng cụ***

– Gạch ốp
  + Chọn những hộp có cùng sêri sản xuất là tốt nhất gạch sẽ đồng màu có cùng kích thước.
  + Loại bỏ những viên cong vênh, sức mẻ cạnh góc.
  + Nhúng nước để giữ độ ẩm khi ốp.

– Vữa:
  + Phải dẻo đúng mác thiết kế, không lẫn sỏi sạn.
  + Ốp gạch đến đâu trộn vữa đến đó.

– Dụng cụ:
  + Bay .
  + Thước hồ.
  + Nẹp gỗ.
  + Nivô.
  + Máy cắt gạch.
  + Búa cao su.
  + Chổt quét.

+ Dây .

***c. Kỹ thuật ốp gạch không có mạch***

- Kiểm tra lại mặt ốp về độ phẳng, độ thẳng đứng nếu không đạt phải sửa lại bằng ximăng cát vàng.
- Dùng nivô kẻ mặt đường nằm ngang ở chân tường, cách nền bằng chiều rộng viên gạch (ốp từ trên xuống) đóng đinh tạm trên một lati theo đường này hoặc kẻ đường nằm ngang theo mép trên cùng của hàng ốp (ốp từ trên xuống đối với gạch có kích thước nhỏ).
- Dùng dây dọi, vạch một đường thẳng đứng ở tung tâm mặt ốp (ốp đối xứng) hay ở một cạnh của mặt ốp. Căn cứ vào đường thẳng đứng và đường nằm ngang xếp gạch ướm thử để xác định viên mốc số 1 và 2 cũng có thể dùng phương pháp đo và dựa vào kích thước viên gạch ốp để tính ra viên mốc.
- Xác định chính xác viên mốc số 1 và 2, phết vữa vào mặt sau của mốc số 1 và 2 đưa vào vị trí dùng búa cao su gõ điều chỉnh dùng nivô kiểm tra độ thẳng đứng của viên mốc.
- Căn cứ vào viên số 1 và 2 xác định độ thẳng đứng, căng dây ốp hàng đầu.
- Dùng bay phết vữa ximăng lên mặt ốp hàng cầu một tay cầm viên gạch dán lên mặt vữa tay kia cầm búa cao su gõ nhẹ đều chỉnh viên gạch cho thẳng mạch và cho thẳng mạch và thẳng theo dây.
- Dùng thước ốp lên mặt hàng cầu để kiểm tra độ phẳng.
- Ốp xong hàng cầu thì căng dây theo hai hàng cầu hai bên để ốp hàng phía trong. Hai cạnh của viên ốp sau phải ăn theo dây căng.
- Lau mạch: dùng hồ ximăng trắng phết lên các mạch để hồ ximăng lấp đầy các mạch, sau đó lau sạch mặt ốp.
- Cắt gạch để ốp những viên bị lỡ.
  + Đo vị trí trống.
  + Vạch lên viên gạch cần cắt.
  + Dùng máy để cắt gạch.
  + Mài mép viên gạch cho nhẵn.
  + Phết vữa và ép viên gạch vào khoảng trống.

***d. Kĩ thuật ốp gạch không có mạch***

- Thường sử dụng trang trí ở những mảng tường, cột để làm tăng vẻ đẹp công trình xây dựng.
- Vật liệu: dùng gạch đất sét nung ngoài ra còn sử dụng gạch đất sét nung tráng men.
- Cấu tạo các lớp vật liệu của mặt ốp có mạch giống như mặt ốp không có mạch.
- Cải mạch và gia công mạch vữa cho mặt ốp là loại việc chính.
  + Có nhiều hình thức cải mạch tuỳ theo yêu cầu của thiết kế.
  + Mạch lồi, lõm hoặc phẳng mặt tuỳ thuộc vào người sử dụng.
- Yêu cầu kĩ thuật : mạch vữa phải thẳng, đều nhau độ rộng và độ sâu.
- Chuẩn bị vật liệu, dụng cụ : giống như ốp gạch không có mạch.
- Phương pháp ốp: cơ bản giống như ốp gạch không có mạch có một số đặc điểm khác nhau như sau

- Mỗi hàng gạch dùng một lati làm cữ có kích thước tiết diện bằng kích thước tiết diện bằng kích thước mạch vữa. Sau khi dán xong một hàng nhấc lati đó ra vào chuyển sang hàng khác.
- Vét mạch : sau khi dán xong mảng tường, dùng vữa ximăng cát mịn chèn mạch dùng dao cắt mạch tuỳ theo ý đồ thiết kế.

Những sai phạm và biện pháp khắc phục

- Mặt ốp không phẳng có hiện tượng kênh vênh một hoặc hai góc viên gạch kênh cao hơn viên gạch bên cạnh từ ½mm đến vài mm. Hiện tượng này làm cho mạch rộng, mặt ốp nhấp nhô.

*Nguyên nhân*

Do phết vữa không đều chỗ dày chỗ mỏng hoặc vữa bị nhão quá bị chảy sệ sau khi dán.

***Biện pháp khắc phục***

- Mạch vữa không đều chỗ rộng chỗ hẹp

Nguyên nhân : khi ốp không có nẹp cữ hoặc do vữa nhão làm cho mặt ốp bị chảy sệ sau khi dán.

- Mặt ốp bị bong hoặc gõ có tiếng kêu bộp.

Nguyên nhân : do vữa khô qúa hoặc mặt ốp và gạch không tưới nước ẩm trước khi ốp, độ bám dính của viên gạch sẽ bị giảm đi, dễ bị bong.

- Phết vữa không đều, viên gạch tiếp xúc với vữa không kín khắp tạo nên những chỗ rỗng, vì vậy khi gõ có tiếng bộp. Tháo viên gạch đó cạo sạch vữa cũ phết vữa mới và dán lại.

## IV. ỐP ĐÁ TẤM

### 1. Vật liệu

- Mặt tường thường ốp bằng đá granit, đá hoa trắng.
- Hiện nay sử dụng nhiều loại đá granít nhân tạo để ốp tường các công trình dân dụng và công nghiệp.
- Kích thức viên ốp rất đa dạng phổ biến những loại 300x300x10, 400x600x20, 600x1200x20… Các loại dày 30, 40, 50mm.
- Đá ốp có độ đặc chắc và độ cứng hơn gạch, độ hút nước ít.
- Viên ốp có chất lượng tốt : kích thước đều nhau, không sứt mẻ cạnh góc, cạnh, cùng màu, cùng dạng vân không bị khuyết tật do đá bị phong hoá biến chất.

### 2. Đặc điểm và phạm vi sử dụng

- Đá có độ bền cao, vân tự nhiên đẹp, màu sắc đa dạng có thể đánh bóng đạt yêu cầu mong muốn. Do vậy nó đước dùng để ốp trang trí ở mặt ngoài công trình có yêu cầu thẩm mĩ cao.
- Tuy vậy đá tự nhiên dưới tác dụng của mưa, nắng, nhiệt độ thay đổi thất thường, bị co ngót nứt tách theo vân đá, nước mưa vào phong hoá bề mặt, làm giảm mĩ quan công trình.

### 3. Cấu tạo và yêu cầu kĩ thuật

#### *a. Cấu tạo*

Cấu tạo mạch ốp tường thường tiến hành theo một số cách.

- Mạch ốp ô cờ
- Mạch ngang thẳng, song song và cách đều nhau mạch đứng so le nhau.

*Cấu tạo mặt ốp*

- Ốp những tấm mỏng $6 \div 10$mm chỉ cần dùng vữa ximăng cát mác >50 để dính kết viên ốp vào tường, không dùng móc sắt để liên kết.
- Ốp những tấm dày từ 20mm trở lên đều phải có móc liên kết vào tường.

***b. Yêu cầu kĩ thuật***

- Độ nghiêng của mặt ốp theo phương thẳng đứng không được quá 2mm trên 1m dài và không quá 5mm trên toàn chiều cao mặt ốp.
- Độ lệch mặt ốp ngang và đứng không được quá 1.5mm trên 1m dài và không quá 5mm trên toàn chiều dài mặt ốp.
- Mép các tấm ốp kề nhau không được nhô cao, chênh lệch không quá 1mm. nếu nhô cao, chênh lệch từ $1 \div 3$mm thì phải mài đoạn nhô cao rồi đánh bóng. Nếu như cao quá 5mm thì phải thay tấm ốp khác.
- Chiều rộng mạch ốp quy định theo độ bóng của mặt đá.
- Độ bóng và mượt : mạch rộng $.5 \pm 1$mm
- Độ bóng gọt, dẻo : mạch rộng $10 \pm 2$mm
- Vữa đổ vào phần rỗng giữa lưng đá và mặt tường là vữa ximăng cát mác 50 trở lên.

**4. Kĩ thuật ốp đá (***Đá granit nhân tạo và tự nhiên* **)**

***a. Chuẩn bị dụng cụ,ï vật liệu***

- Dụng cụ
  - Máy cắt, khoan, máy mài đá.
  - Máy khoan bê tông.
  - Búa cơ khí.
  - Nivô, thước tầm, dây, quả dọi.
- Vật liệu
  - Đá ốp theo củng loại, thiết kế đã khoan sẵn ở cạnh trên và cạnh dưới.
  - Bulông.
  - Móc thép bản.
  - Chốt thép không gỉ.
  - Keo gắn kết nhanh.
  - Vữa ximăng cát.

***b. Kĩ thuật ốp***

- Kiểm tra độ phẳng, độ thẳng đứng của tường, nếu tường nghiêng qúa 5mm trên toàn chiều cao mặt ốp thì phải báo cáo để có biện pháp xử lí.
- Dùng nivô thước tầm vạch một đường thẳng nằm ngang ở chân tường cách nền một khoảng 30mm rồi đóng đinh tạm nẹp gỗ theo đường này.
- Dùng dây dọi, vạch một đường thẳng đứng ở tâm mặt ốp.
- Ốp hàng chân tường
- Khoan tường để bắt bu lông định vị hai móc đỡ ở mép dưới của viên ốp. Móc thép cố định vào tường nhờ bu lông, liên kết với tấm ốp nhờ chốt trụ kim loại.

- Phải điều chỉnh cho tấm ốp thật ngang bằng, thẳng đứng, mạch ngang ăn theo dây mới được cố định bu lông vào móc đỡ.
- Tiếp tục làm như thế cho các tấm ốp khác trong hàng.
- Bơm keo đông cứng nhanh vào mạch ốp, phải dùng giẻ để lau mạch ốp ngang, không để keo dính ra mặt ốp.

**5. Những sai phạm và cách khắc phục**

- Mặt ốp bị nghiêng do quá trình ốp không kiểm tra thường xuyên bằng dây dọi. Nếu trường hợp nghiêng quá 5mm thì phải tháo ra ốp lại.
- Mặt ốp không phẳng, mép cạnh các mặt ốp thường bị khấp khểnh. Nếu nhô cao chênh không quá 3mm dùng máy mài, mài phần nhô cao rồi đánh bóng. Nếu nhô cao quá 5mm phải tháo ra ốp lại.

# BÀI 5

# HOÀN THIỆN–LẮP ĐẶT THIẾT BỊ VỆ SINH

## I. HOÀN THIỆN CÔNG TRÌNH

### 1. Chọn màu

#### *a. Các loại màu cơ bản*

Màu gốc : trong tự nhiên có ba màu đó là

Đỏ, vàng, xanh mà không thể dùng cách pha trộn màu sắc để có được. Đó chính là ba màu nguyên chất hay màu sơ cấp với ba màu này chúng ta có thể pha được hầu hết các màu nhìn thấy trong tự nhiên.

Đỏ + xanh = tím.

Xanh + vàng = lục.

Vàng + đỏ = da cam.

#### *b. Tính chất của màu sắc*

Do tác động của ánh sáng màu sắc của mọi vật biến hoá vô cùng phong phú, chúng gây ra cảm giác nóng hay lạnh. Do vậy ta gọi là màu nóng hay lạnh.

❖ ***Màu nóng***

Là những màu gây cho ta cảm giác nóng nực hay ấm áp, về mặt tình cảm gợi cho ta sự vui tươi sôi nổi và có tác dụng tăng ánh sáng trên vật thể.

Màu nóng bao gồm

Đỏ, da cam, vàng và những màu nào có xu hướng ngả sang ba màu nói trên đều gọi là màu nóng.

❖ ***Màu lạnh***

Là màu gây cho ta cảm giác lạnh lẽo hay mát mẻ về mặt tình cảm thường gợi cho ta trầm ngâm hay buồn bã và có tác dụng làm giảm ánh sáng trên vật. Màu lạnh bao gồm: xanh lục tím và những màu nào có chiều hướng ngả sang ba màu trên thuộc về màu lạnh.

❖ ***Màu trung tính***

Những màu không gây cảm giác nóng hay lạnh là màu trung tính. Trong đó trắng và đen là hai màu trung tính.

Tóm lại : màu trung tính là loại màu dễ biến thành màu nóng hay lạnh khi ta thêm vào đó một ít đỏ hoặc xanh.

#### *c. Ảo giác về màu sắc*

Màu nóng gây cảm giác vật gần lại ta, ngược lại màu lạnh làm cho vật như bị lùi lại. Đó chính là những ảo giác của các sắc nóng lạnh. Những ảo giác nêu trên còn phụ thuộc vào vị trí để tiếp nhận ánh sáng nếu ánh sáng ngược chiều và mạnh ta cũng khó phân biệt được màu nóng hay màu lạnh.

#### *d. Những quy luật của hoà sắc*

❖ ***Hoà sắc cùng sắc***

Hoà sắc cùng sắc là cách dùng màu để trang trí nột thất với những sắc độ khác nhau. Hoà sắc cùng sắc tạo cảm giác êm dịu, dễ chịu vì luôn có một màu chủ đạo. Tuy vậy cách hoà sắc này có nhược điểm là không gian bị buồn tẻ nghèo nàn.

❖ ***Hoà sắc bổ túc***

Trong tự nhiên có ba màu : đỏ xanh vàng. Cứ hai màu gốc cộng lại với nhau ta được một màu mới thứ ba; màu mới này chính là màu bổ túc.

Cụ thể

+ Đỏ có màu bổ túc là xanh lá cây (xanh + vàng)
+ Vàng có màu bổ túc là tím (xanh + đỏ)
+ Xa nh có màu bổ túc là da cam (đỏ + vàng)

Hoặc ngược lại

+ Xanh cây có màu bổ túc là đỏ
+ Tím có màu bổ túc là vàng
+ Da cam có màu bổ túc là xanh

Đó là những cặp màu bổ túc cho nhau, có tính chất tôn lẫn nhau, vừa hứng màu vừa tươi hơn trước khi đặt cạnh nhau. Hoà sắc bổ túc có tác dụng gây cảm xúc mạnh mẽ và cái đẹp tươi sáng nhưng kín đáo, tế nhị.

❖ ***Hoà sắc tương phản***

Ngoài hai lối hoà sắc nói trên, người ta còn áp dụng lối đặt những màu chống lại nhau ở ngay cạnh nhau nên dễ gây ra cảm giác mạnh, lối hoà sắc này thường áp dụng trang trí phòng triển lãm, rạp xiếc ….

Những quy luật của màu sắc nêu trên là những phương pháp cơ bản và phổ biến nhất trong việc tìm hoà sắc. Đặt được những màu bên cạnh nhau, tạo ra những hoà sắc êm dịu, tươi mát hay mạnh mẽ, hùng tráng.

***e. Chọn màu đối với nhà ở***

❖ ***Tiền phòng***

Tuy là phòng phụ, nhưng đập vào mắt ta khi bước vào căn hộ. Nên có màu sắc mát dịu.

❖ ***Phòng sinh hoạt chung***

Là phòng chính của căn hộ. Cần có mảng, vệt trang trí tươi sáng. Trong các chi tiết của nội thất.

❖ ***Phòng làm việc***

Nên dùng màu thẫm sâu lắng để tạo không khí tập trung, bình tĩnh và hạn chế tầm nhìn.

❖ ***Phòng ngủ***

Có thể chọn màu tươi sáng hơn, còn sử dụng gam nóng hay lạnh thì phụ thuộc vào hướng phòng. Phòng ít ánh sáng mặt trời nên dùng màu vàng hay da cam, còn nếu nhiều ánh sáng thì dùng gam màu xanh da trời hay lá cây.

❖ ***Phòng trẻ em***

Dùng màu tươi sáng, nền nhà cũng phải có màu sáng.

❖ **Bếp**

Thường kết hợp làm phòng ăn. Vì vậy cũng chú ý tới màu sắc. Màu sắc ở đây chủ yếu là các trang thiết bị trong bếp.

❖ ***Nhà tắm và khu vệ sinh***

Nên có màu sắc êm dịu. Trang bị các đồ sứ màu trắng hợp với màu của các thiết bị vệ sinh hoặc một gam màu xanh da trời hay màu ô liu đều thoã mãn yêu cầu vệ sinh.

**2. Pha chế nước vôi màu**

***a. Vật liệu***

Vật liệu để pha chế nước vôi màu gồm vôi nhuyễn, nước, màu và phèn chua.

– Vôi nhuyễn phải tốt, trắng và óng mượt.

– Vôi cũ để tôi phải chín đều, không cháy và không lẫn than xỉ. Vôi được tôi trước ở trong bể và luôn ngập ít nước ít nhất 20cm.

– Nước tôi vôi và pha chế nước vôi phải sạch không lẫn tạp chất.

– Màu : Sử dụng bột hay nước, nhưng phải hoà tan trong nước vôi.

– Phèn chua có tác dụng : giữ cho màu lâu phai, bề mặt quét vôi mau khô và hạn chế được mốc rêu.

***b. Pha chế nước vôi***

❖ ***Tỉ lệ pha chế***

– Phụ thuộc vào chất lượng vôi nhuyễn.

– Thường pha chế vào tỉ lệ : vôi nhuyễn/nước : 1/5.

– Không nên pha đặc quá hay loãng quá.

❖ ***Trình tự pha chế***

– Đong vôi nhuyễn và nước đỗ vào thùng, khuấy kĩ thành vôi sữa.

– Đập nhỏ phèn chua cho vào khuấy kĩ. Một lít nước vôi cho khoảng 2g phèn chua.

– Lọc sữa vôi qua $2 \div 3$ lớp vải xô (hoặc lưới có mắt 0.5x0.5mm)

***c. Pha chế nước vôi màu***

Muốn pha chế nước vôi màu, trước hết phải pha chế nước vôi, sau đó pha màu vào nước vôi.

❖ ***Pha thử màu vôi***

Đong lượng nước vôi trắng độ vài lít.

– Đong màu :

Dùng chén li đổ từ từ vào nước vôi. Khuấy kĩ cho màu tan đều trong nước vôi. Nếu màu khó tan, pha trước màu với rượu hoặc cồn hay nước sôi.

– Thử màu :

Thường quét nước vôi màu lên mảng tường nào đó, để khô sẽ hiện rõ màu.

❖ ***Pha màu vôi***

Dựa vào tỉ lệ ghi lại lượng màu, nước vôi thực tế sau khi thử để pha chính thức lượng vôi quét hoặc phun.

Trình tự thao tác: cơ bản như cách pha thử màu, nhưng khác không phải quét thử để điều chỉnh độ đậm nhạt màu sắc.

**3. Pha chế mát tít**

Mat tít là hỗn hợp gồm các vật liệu thành phần: bột mat tít, nước, dầu sơn và keo dùng để làm nhẵn bề mặt trát hoàn thiện trang trí hoặc làm nền cho sơn.

***a. Vật liệu pha chế***

❖ ***Bột mat tit***

Dùng một trong các loại như bột tan, cacbonatcanxi, thạch cao… Đều ở dạng bột mịn, khô.

❖ ***Nước pha chế mat tit***

Thường dùng nước sạch nước dầu sơn, xăng hoặc nước keo. Các loại keo động, thực vật nhân tạo đều dùng được. Nhưng loại keo polime (loại nhựa tổng hợp) được dùng nhiều vì có khả năng bám dính cao.

***b. Tỉ lệ pha chế***

❖ ***Công thức 1***

Bột tan + xăng + sơn dầu

Thành phần trọng lượng như sau: 5kg bột tan + 3.5kg sơn dầu + $(0.1 \div 0.25)$lít xăng (xăng giúp cho mat tít nhanh khô và dễ thi công).

– Nước sạch pha thêm để mat tít đảm bảo đủ độ nhão, dẻo thi công.

– Mat tít này lâu khô, độ rắn kém không chịu ẩm ướt, dễ thi công, dùng bạ tường nơi khô ráo.

❖ ***Công thức 2***

Thạch cao + keo (keo tổng hợp) + bột phấn.

Thạch cao 1kg+ bột phấn $2 \div 3$kg lít nước keo $(2 \div 5)\%$ (dùng keo nhân tạo hoặc keo tổng hợp).

Mat tít này nhanh khô, độ rắn tốt hơn, nhưng khó thi công thường dùng bạ tường tầng 1, tường phía ngoài hành lang….

❖ ***Công thức 3***

– Nước keo (thực vật hoặc động vật) + bột nhẹ (bột phấn ) + dầu sơn

Thành phần trọng lượng như sau :

– Nước keo 10% : 1 lít + dầu sơn 0.25g + bột nhẹ 2.5kg.

– Nước sạch thêm để pha mat tit đủ độ dẻo thi công.

– Mát tit này bám dính tốt, dễ thi công, nhưng độ rắn kém, lâu khô. Thường dùng bạ tường trong nhà nơi khô ráo.

***c. Trình tự pha***

❖ ***Đối với loại mát tit tự pha theo công thức 1, 2, 3….***

– Đong vật liệu theo tỉ lệ trộn khô đều (nếu có từ 2 loại bột khô).

– Đổ nước pha (dầu hoặc keo) theo tỉ lệ vào bột. Khuấy đảo đều cho nước và bột hoà lẫn hoàn toàn với nhau và trở nên dạng bột nhão dẻo.

❖ ***Đối với loại mat tit pha sẵn***

Đây là loại bột hỗn hợp khô, được pha chế tại công xưởng đóng gói thành bao. Mỗi bao thường có trọng lượng 10kg, 25kg, 40kg…

Mat tít này chỉ cần đổ nước sạch theo chỉ dẫn, khuấy đảo đều cho bột trở nên dẻo đảm bảo độ thi công.

**4. Bạ mát tít**

***a. Yêu cầu kĩ thuật***

Bề mặt sau khi bạ mat tit cần đảm bảo các yêu cầu kĩ thuật sau

– Phẳng, nhẵn, bóng, không rỗ, không bong dộp.
– Bề dày các lớp bạ không nên quá 1mm.
– Bề mặt mat tit không sơn phủ phải đều nhau.

***b. Dụng cụ***

❖ ***Bàn bạ***

Hình dáng giống bàn xoa sắt, tay cầm bằng gỗ. Thân làm bằng miếng thép mỏng $0.15 \div 0.2$mm hình chữ nhật 10x20cm. Bàn bạ dùng bạ mat tit nơi có diện lớn, dễ thao tác và năng suất.

❖ ***Dao bạ***

Tay cầm làm bằng gỗ cứng, lưỡi thẳng, mỏng $0.1 \div 0.15$mm. Dao bạ lớn có thể thay bàn bạ để bạ mat tít bề mặt trát, thao tác cũng dễ và năng suất. Dao bạ nhỏ để xúc mat tít và bạ những chỗ hẹp.

❖ ***Miếng bạ***

Làm bằng thép mỏng chừng $0.1 \div 0.15$mm, cắt hình chữ nhật 10x15cm. Miếng bạ dùng để làm nhẵn bề mặt mat tit.

❖ ***Miếng cao su :*** để phết mat tít các góc lõm.

***c. Chuẩn bị bề mặt***

– Các loại mặt trát đều có thể bạ mát tít, nhưng tốt hơn là mặt trát bằng vữa ximăng cát vàng. Phải chuẩn bị tốt bề mặt trát trước khi bạ mat tít.
– Thực hiện các việc chuẩn bị bề mặt như (giống như bề mặt để quét, phun vôi).
– Nếu bề mặt trát bằng cát hạt to : dùng giấy nhám đánh kĩ để rụng bớt hạt to bám trên bề mặt. Khi bạ mat tít những hạt cát to này dễ bị bật lên bám lẫn vào mát tít khó thao tác.
– Quét trước đều một nước keo bằng chổi quét vôi hoặc con lăn, mục đích tăng độ bám dính của mát tít vào bề mặt.

***d. Trình tự thao tác***

Thường bạ ba lần, bề mặt mat tit hoàn thiện mới đạt chất lượng tốt.

❖ ***Bạ lần 1*** : Phủ kín và tạo phẳng bề mặt.

– Bạ bằng bàn bạ

+ Dùng dao xúc mat tít đổ lên mặt bàn bạ một lượng vừa phải.

+ Đưa bàn bạ áp nghiêng vào tường và kéo lên phía trên sao cho mat tít bám hết bề mặt. Sau đó dùng dùng cạnh của bàn bạ gạt đi gạt lại để mat tit bám kín đều

+ Bạ theo từng dải từ trên xuống, từ góc ra, chỗ lõm bù mat tít cho phẳng.

– Bạ bằng dao bạ lớn

+ Cầm dao bằng mat tít ngón cái một bên và bốn ngón còn lại một bên đỡ lấy phía dưới của dao để thao tác.

+ Dùng dao xúc mat tit đổ lên dao lớn một lượng vừa phải.

+ Đưa dao áp nghiêng vào tường và kéo lên phía trên sao cho mat tit bám hết bề mặt. Sau đó dùng lưỡi dao gạt đi gạt lại để dàn mat tít bám kín đều.

❖ ***Bạ lần 2*** : Tạo phẳng và làm nhẵn

– Để mat tít lần trước khô mới bạ lần sau.

- Phủ kín và tạo phẳng như lần một và làm nhẵn bóng. Thao tác làm nhẵn bóng có thể dùng bàn bạ và dao bạ hoặc miếng bạ.

  Làm nhẵn bóng bằng bàn bạ
- Khi mat tít còn ướt, dùng hai cạnh dài bàn bạ gạt đi gạt lại trên bề mặt, vừa gạt vừa miết nhẹ, đều tay. Thiếu bù thêm mat tít tiếp tục làm cho nhẵn. Dùng bàn bạ vuốt nhẹ lên bề mặt lần cuối
- Làm nhẵn bóng bằng dao bạ hoặc miếng bạ.
- Những góc lõm phải dùng miếng cao su bạ.

  Dùng dao xúc mat tit, lượng vừa phải để phết vào một góc của miếng cao su, đặt miếng cao su tiếp giáp với góc định bạ và từ từ kéo dịch theo cạnh giao tuyến, vừa kéo vừa áp nhẹ cao su để mat tít bám hết vào góc.

❖ ***Bạ lần 3*** : Hoàn thiện bề mặt mat tit

- Kiểm tra trực tiếp bằng mắt phát hiện những vết xước, những chỗ lõm để bạ mát tít cho đều.
- Đánh giấy nhám làm phẳng nhẵn những chỗ: lồi, giáp mối hoặc gợn lên do vết bạ để lại.
- Sửa sang lại các cạnh, giao tuyến cho thẳng nét.

***Bảng định mức vật liệu nhân công***

Đơn vị : $1m^2$

| Mã hiệu | Công tác xây lắp | Thành phần hao phí | Đơn vị | Bạ bằng mát tít | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Vào tường | Vào cột, dầm, trần |
| UB.1 | Công tác bạ mát tít (bạ 3 lần) vào các kết cấu | - Vật liệu mat tít | kg | 0.4 | 0.4 |
| | | - Giấy nhám | $m^2$ | 0.02 | 0.02 |
| | | - Nhân công 4/7 | công | 0.3 | 0.36 |

**5. Vật liệu sơn**

***a. Thành phần sơn***

❖ ***Chất kết dính***

- Là thành phần chủ yếu của sơn nó xác định độ quánh của sơn
- Các vật liệu được dùng để là chất kết dính cho một số loại sơn: cao su (trong sơn cao su), dầu (trong sơn dầu), chất kết dính vô cơ (vôi sơn, sơn ximăng, sơn silicát..)

❖ ***Chất tạo màu và độn***

- Là những chất vô cơ hoặc hữa cơ nghiền mịn không tan hoặc tan ít trong nước và tan cả trong dung môi hưũ cơ. Nó dùng để cải thiện tính chất và tăng tuổi thọ của sơn.
- Một số chất dùng để tạo màu như bột oxyttitan ($TiO_2$), Oxytcrôm ($Cr_2O_3$)..
- Một số chất dùng làm chất độn trong sơn như bột cao lanh, bột tan, bụi thạch anh…

❖ ***Chất dung môi***

- Chất lỏng, dùng để pha vào sơn tạo cho sơn có nồng độ thi công.
- Một số chất dùng làm chất độn trong sơn như : dầu thông, étxăng, spirit trắng, nước.

❖ ***Chất làm khô***

Dùng để làm tăng nhanh quá trình khô cứng cho sơn hoặc vecni. Chất làm khô thường được sử dụng $5 \div 8\%$ trong sơn. Trong sơn xây dựng hay dùng dung dịch muối chì-man gan của axit naphtalen làm chất khô.

❖ ***Chất pha loãng***

Dùng để pha loãng sơn đặc hoặc sơn cô cơ khác với dung môi, chất pha loãng luôn chứa một lượng cần thiết chất tạo màng để tạo màng sơn có chất lượng cao.

***b. Các loại sơn***

Căn cứ vào các tính chất, thành phần và yêu cầu sử dụng để phân loại sơn. Một số loại sơn thường dùng như sơn dầu, sơn men, sơn pha trước..

❖ ***Sơn dầu***

Sơn dầu là hỗn hợp của chất tạo màu chất độn cùng vơi dầu thực vật, sơn dầu được sản xuất dưới hai dạng : đặc và loãng. Sơn đặc chứa $12 \div 15\%$ còn sơn loãng chứa $30 \div 35\%$ là dầu. Sơn dầu có hai loại: Sơn dầu thuần tuý và sơn dầu có nhựa.

Sơn dầu thuần tuý có màng sơn không bóng lắm kém bền vững. Dùng để sơn tường trong nhà, trần nhà, cửa gỗ trong nhà…

Sơn dầu có nhựa: màng sơn bóng, đẹp, bền vững. Sơn được dùng rộng rãi trong ngành xây dựng.

❖ ***Sơn men***

– Chất tạo màu vô cơ hoặc hữu cơ với vecni tổng hợp hoặc vecni dầu.
– Sơn kết dính nên mặt sơn dễ bong. Sơn men có độ bền ánh sáng và chống mài mòn tốt, mau khô.
– Loại sơn này được dùng để sơn kim loại, gỗ, bêtông. Mặt vữa ở phía trong và phía ngoài nhà.

❖ ***Sơn pha nước***

Là hỗn hợp của chất kết dính vô cơ, bột màu với các chất phụ gia được hoà vào nước đến độ đặc thi công. Loại sơn này bền kiềm và bền ánh sáng. Theo dạng kết dính, sơn nước được chia ra: sơn vôi, sơn silicát, sơn ximăng…

– Sơn vôi: gồm có vôi bột màu CloruaNatri, CloruaCanxi hoặc muối Canxi, axít. Sơn vôi dùng để sơn tường gạch, bêtông và vữa trát trong nhà.
– Sơn silicat được chế tạo từ bột đá, phấn nghiền mịn, bột kẽm trắng và bột màu với dung dịch tinh thể lỏng Kali hoặc Natri.
– Sơn được chế tạo tại công xưởng và được chứa trong thùng.
– Sơn silicat dùng để sơn ngoài nhà, nơi có dộ ẩm bình thường và độ ẩm cao gồm có bột màu và chất độn
– Sơn silicat rất kinh tế và có tính tuổi thọ cao hơn sơn polyvinyl, sơn vôi và sơn
– Sơn ximăng dùng để sơn tường ngoài nhà nơi có độ ẩm bình thường và độ ẩm cao.

***c. Pha màu sơn***

Sơn được đóng kín trong các hộp to nhỏ khác nhau: 1kg, 10kg, 20kg, 25kg…

Có rất nhiều màu sơn.

***d. Quét vôi***

❖ ***Tác dụng***

Các bộ phận công trình như tường, cột, trần… Sau khi trát xong thường được phủ lên một lớp vôi trắng hoặc màu là cho công trình sạch, đẹp.

Nước vôi phải pha sao cho không đặc quá hoặc loãng quá.

❖ ***Phương pháp quét vôi***

– Khi đã làm xong các công việc về xây lắp, sau đó mới tiến hành quét vôi. Trước khi quét vôi phải cạo sạch bề mặt cần quét. Không được quét vôi lên bề mặt trát còn ướt.

– Quét vôi bằng chổi đót.

– Quét vôi phải được tiến hành thành nhiều lớp.

– Lớp lót : bằng vữa vôi pha loãng, có thể quét một hoặc hai lượt. Quét lớp trước chờ khô rồi quét lớp tiếp theo, phải quét liên tục thành lớp mỏng.

*Chú ý*

Quét tường thì đưa chổi theo chiều ngang và quét từ trên xuống; còn quét trần thì theo hướng song song với cửa.

Lớp mặt: khi lớp vữa lót đã khô quét lớp mặt. Ở lớp mặt phải được quét hai đến ba lượt. Lớp mặt phải được quét vuông góc với lớp lót.

Nếu quét vôi màu thì lớp lót bằng vôi trắng và lớp mặt bằng vôi màu.

***e. Quét sơn***

❖ ***Tác dụng***

Sơn được quét lên bề mặt các bộ phận công trình để có tác dụng chống lại tác hại của thời tiết tăng độ bền cơ học của kết cấu và làm tăng vẻ đẹp của công trình.

Phân loại theo tác dụng

– Sơn dùng cho gỗ

Để chống tác hại của thời tiết hoặc để trang trí cho các bộ phận công trình.

– Sơn dùng cho thép

Để chống gỉ, chống sự ăn mòn của nước mặn hoặc axit.

❖ ***Yêu cầu***

Không dộp, không bong, không nhăn đồng thời phải bóng bền và không phai màu.

❖ ***Phương pháp quét vôi***

– Sau khi làm xong công tác chuẩn bị bề mặt sơn thì mới tiến hành quét sơn. Công tác chuẩn bị ấy là trước khi quét sơn, ta phải dọn sạch khu vực lân cận để bụi bẩn không bám vào lớp sơn còn ướt về sau.

– Sơn phải quét làm thành nhiều lớp : lớp lót, lớp mặt, mỗi lớp được sơn $2 \div 3$ lượt

– Sơn được pha với độ loãng thích hợp, trước khi quét phải khuấy sơn cho đều.

– Nếu khối lượng sơn nhiều thì ta dùng máy phun để cho năng suất và chất lượng sơn sẽ được tăng lên rất nhiều.

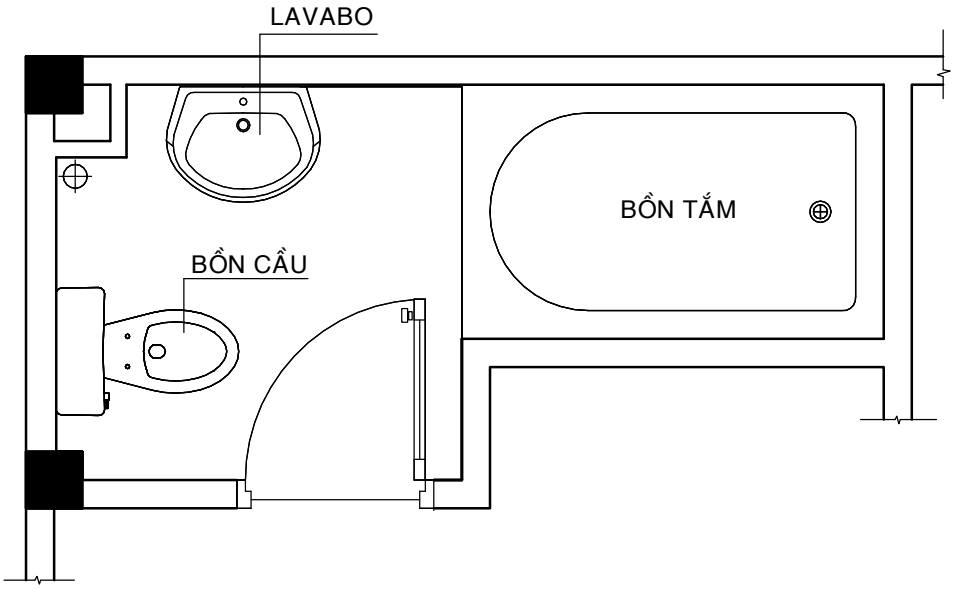
– Không nên sơn vào thời tiết lạnh quá hoặc nóng quá.

## II. LẮP ĐẶT THIẾT BỊ VỆ SINH

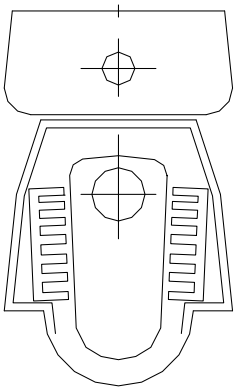
## 1. Giới thiệu chung

Khu vệ sinh là khu vực lắp đặt các thiết bị dùng nước phục vụ cho nhu cầu sinh hoạt cần thiết của con người.

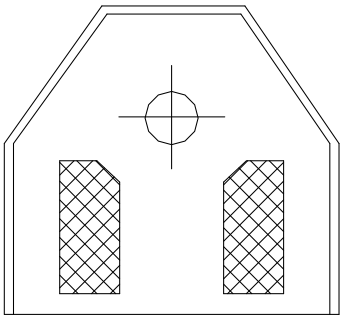
### *a. Các loại thiết bị vệ sinh*



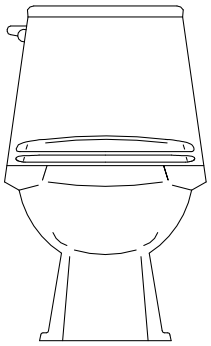

Thiết bị vệ sinh hay còn gọi là các thiết bị thu nước bẩn sinh hoạt bao gồm :chậu rửa; chậu tắm; âu tiểu; bệ xí.



Bệ xí xổm

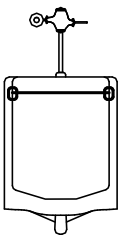


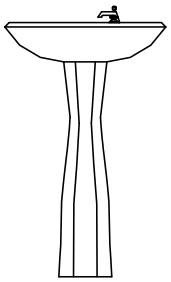
Bệ xí xổm

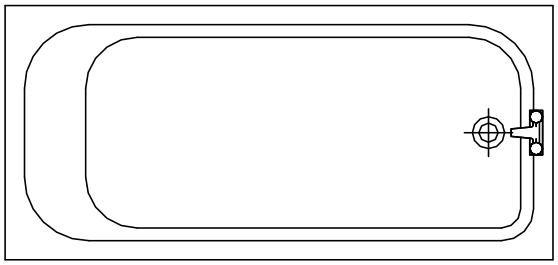


Bệ xí bệt

Ngày nay do nhu cầu phục vụ của con người ngày càng phát triển cùng với những tiến bộ của ngành gốm sứ nên các thiết bị vệ sinh cũng có nhiều loại, nhiều mẫu mã hình dáng, kiểu cách khác nhau...







Âu tiểu nam Chậu rửa mặt Bồn tắm

***b. Nguyên lí cấu tạo***

Thiết bị vệ sinh làm nhiệm vụ thu nước sinh hoạt do vậy tất cả các thiết bị (trừ âu xí) phải có lưới chắn và bảo vệ đề phòng rác chui vào làm tắc ống. Để đề phòng mùi hôi thối và hơi độc từ trong mạng lưới thoát hơi bay vào phòng các thiết bị phải có xi phông đặt ở dưới hoặc ngay trong thiết bị

***c. Yêu cầu kĩ thuật***

- Mặt trong các thiết bị phải trơn, nhẵn ít gãy góc để đảm bảo dễ dàng cho việc tẩy rửa cọ sạch.
- Vật liệu chế tạo phải bền, không thấm nước, không bị ảnh hưởng của hoá chất. Vật liệu tốt nhất vẫn là sành sứ và các loại chất dẻo ngoài ra có thể là tôn phủ men sứ.
- Tuổi thọ của các chi tiết trong cùng một thiết bị phải tương đương nhau, các chi tiết dễ hỏng phải ở vị trí thay đổi dễ dàng và nhanh chóng.
- Thiết bị lắp đặt phải chắc chắn, tiện lợi cho việc sử dụng và đảm bảo thẩm mĩ .

***d. Xi phông***

Xi phông hay còn gọi là khoá thủy lực có tác dụng ngăn ngừa mùi hôi thối và các hơi khí độc từ mạng lưới thoát nước thoát ra vào phòng.

❖ ***Nguyên tắc cấu tạo***

Xi phông là loại ống dẫn nước thải, trong quá trình vận chuyển nước thải lượng nước luôn luôn giữ lại làm nút kín chia không khí trong ống làm hai phần

Hơi độc ở phần ống (2) bị nút nước ngăn không thoát ra phần (1) để vào phòng. Theo hình vẽ cho ta biết nước chảy từ A đến B để có được nút nước so với độ cao H ta phải nâng độ cao D so với E một khoảng bằng H. bề dày của nút nước được tính bằng độ cao hữu ích (H) của cột nước có trong xi phông.

$H = 55 \div 75mm$

$H < 55mm$ áp lực khí trong ống dễ dàng phá hỏng nút.

$H > 75mm$ ảnh hưởng đến thời gian vận chuyển nước qua nút.

Các dạng xi phông thường gặp.

Hiện nay trên thị trường có nhiều loại xi phông

*Theo vật liệu*

Xi phông bằng gang, sành sứ, kim loại, cao su...

*Theo hình dáng*

- Xi phông uốn khúc.

Xi phông có dạng ống cong một đầu miệng bát, một đầu trơn. Thường dùng để lắp cho các bệ xí và đường ống dẫn nước thải.

- Xi phông kiểm tra

Tương tự như xi phông uốn khúc loại xi phông này được gắn thêm nắp kiểm tra C có thể tháo ra dễ dàng nhờ các bu lông. Khi có sự cố chỉ việc tháo bu lông mở nắp C để kiểm tra nguyên nhân gây tắc.

Xi phông kiểm tra thường dùng để lắp trên ống dẫn nước thải

- Xi phông hình chai

nhìn bề ngoài xi phông có dạng hình chai (A gắn với B bằng ren) gắn với ống đứng C (bằng ren). khi xi phông có sự cố chỉ cần tháo bỏ B để tẩy rửa. Nước thải được vận chuyển từ ống I sang II qua III theo chiều mũi tên.

Xi phông hình chai thường dùng để lắp các chậu rửa, chậu giặt và âu tiểu.

Xi phông thu nước trên sàn.

Xi phông được đặt trên sàn thuận tiện cho việc kiểm tra và tẩy rửa. Nước qua lưới chắn (1) vào xi phông (2) nối với đường ống thoát. Nếu xi phông có sự cố ta chỉ việc mở nút (4) để tẩy rửa.

– Phễu thu nước

Phễu thu nước là dạng xi phông thu nước trên sàn được gắn vào trong sàn dùng để thu nước sản xuất.

Phễu được làm bằng gang bên ngoài được quét bằng một lớp nhựa mỏng.

**2. Xí**

Hiện nay thường sử dụng hai loại: xí bệt và xí xổm.

– Xí xổm

***a. Cấu tạo***

Cấu tạo chung: xí gồm có bệ xí, xi phông, cút $130^0$, ống dẫn phân, bể chứa (mặt bằng và mặt cắt xem hình vẽ).

Hệ thống bệ, xi phông có thể bị lộ ra ở mặt dưới của sàn nếu yêu cầu mĩ quan ở tầng dưới phải làm thêm trần để che đậy.

❖ ***Bệ xí***

Có hai loại: loại có xi phông và loại không có xi phông. Bệ được làm bằng gang sành, sứ, granitô bên trên có gờ nổi để chân và gờ bao xung quanh.

Bệ xí có xi phông gắn liền thường được sử dụng ở sàn tầng trệt hoặc lắp trực tiếp trên bể chứa khi đó không cần xây thêm trụ để đỡ xi phông.

– Xi phông

Xi phông dùng cho bệ xí với bệ không có xi phông. Tuỳ theo vị trí và khoảng cách từ bệ đến ống đứng mà ta chọn xi phông kiểu cho phù hợp với những bệ gần lỗ xả hoặc đặt trực tiếp vào ống đứng chọn kiểu khác nhau.

– Cút : là đoạn ống cong nối liền xi phông vào ống thoát nhằm thay đổi hướng của ống thoát. Vật liệu chế tạo cút : sành, sứ, chất dẻo…

– Lắp đặt

Lắp đặt cút : luồn cút từ trên xuống qua lỗ chừa sẵn trên sàn. Điều chỉnh cho miệng dưới của cút quay theo hướng của ống dẫn ngang sau đó chèn cố định cút bằng vữa xi măng.

*Chú ý* : trước khi đặt cút phải kiểm tra lại vị trí của lỗ chừa sẵn trên sàn xem có phù hợp với xi phông hay chưa

– Lắp xi phông

Miệng dưới của xi phông (đầu trơn) đặt lồng vào đều trên của miệng cút. Đổ nước vào xi phông. Điều chỉnh gối kê A, nhìn vào xi phông thấy mặt thoáng nước có tiết diện tròn là được. Chèn kín mối nối giữa các xi phông và cút bằng vữa xi măng, chèn chặt xi phông bằng bê tông gạch vỡ. Che đậy mặt xi phông bằng giấy hoặc bao tải để tránh đất đá rơi vào xi phông. Với những xi phông có lỗ thông tắc 2 ta phải nối thêm ống nhựa 3 có đường kính

$25 \div 35$mm sau đó mới đổ tiếp phần bê tông gạch vỡ tạo vát theo đáy bệ xí phần bê tông gạch vỡ đổ thấp hơn mặt khoảng 30mm.

– Lắp bệ

Phết vữa vào xung quanh miệng trên của xi phông. Chú ý khi phết vữa không được để vữa rơi vào xi phông. Sau đó đặt lỗ xả của bệ lồng vào miệng trên của xi phông. Cạnh ngoài bệ tì lên tường chắn hoặc trực tiếp lên đan sàn (trường hợp lắp đặt bệ chìm). Điều chỉnh mặt bệ đúng vị trí, chèn vữa xi măng xung quanh bệ để giữ bệ ổn định. Che đậy mặt tránh vật liệu rơi xuống trong quá trình thi công tiếp theo.

*Chú ý* : với loại bệ có xi phông liền nên sử dụng lắp ở tầng một hoặc trực tiếp trên bể tự hoại khi đó ta chỉ việc đặt bệ vào vị trí đã chừa sẵn ở sàn. Đổ nước vào kiểm tra lại xi phông nếu thấy chưa đạt phải điều chỉnh mặt trên bệ cho xi phông đạt yêu cầu sau đó mới chèn bệ bằng vữa xi măng mác 100.

❖ ***Xí bệt***

Thường làm bằng sứ, bên trong bố trí cả xi phông. Đa phần các bệ xí hiện nay đều có két nước đi kèm.

– Cấu tạo

Xem hình vẽ cấu tạo bệ xí, trong đó bệ xí là âu cốc (1) xung quanh miệng âu cốc có rãnh phân phối nước (2). Nước ở trong két được phân phối qua lỗ cấp (4) vào rãnh (2) phân phối rửa âu cốc. Nước được tập trung lại ở xi phông (3) và xả vào đường ống thoát qua lỗ xả (5) có đường kính ∅85 được bố trí ở đế xí, để tiện nối vào ống nhánh thoát nước. Thường chế tạo âu xí có lỗ xả tạo góc thẳng đứng hoặc góc $30^0$ để tiện cho người tiêu dùng. Kích thước của âu xí thường là 350x450mm chiều cao từ mặt nền đến mặt xí bệt là $390 \div 420$cm. Trên mặt âu có vành nhựa để ngồi (7) trên là nắp đậy (8) hai chi tiết này được gắn với nhau bằng bản lề (9) được cố định vào âu cốc qua lỗ (10).

– Vận hành

Khi sử dụng chỉ việc lật nắp đậy (8).

Cũng có thể lật vành nhựa (7) và sử dụng âu cốc như một âu tiểu.

– Lắp đặt

Lắp cút $135^0$ (lắp đặt như xí xổm).

Lắp bệ theo chế tạo tại bản đế thường chừa sẵn $2 \div 4$ lỗ (rãnh) để liên kết âu cốc với mặt bằng sàn bằng $2 \div 4$ bu lông.

Kiểm tra điều chỉnh miệng cút vào miệng lỗ xả (5). Đặt gioăng hoặc gắn vữa liên kết vào miệng cút. Rải một lớp vữa xi măng mác 100 dày $15 \div 20$. Trong phạm vi (phần đế tiếp xúc với sàn) đặt bệ lên trên vặn bu lông liên kết (bu lông được chôn sau hoặc cùng lúc với khi đổ bê tông sàn. Hiện nay người ta thường dùng vít nở để thay thế).

Cũng có thể đổ bê tông sàn tại vị trí đặt bệ chôn trước vào bê tông miếng gỗ hình nêm. Các bước tiến hành tương tự như trên. Với phương pháp này không cần chôn trước bu lông. Dựa vào gỗ có thể dễ dàng liên kết bệ xí với sàn bằng đinh vít.

❖ ***Két nước***

Xí bệt và xí xổm đều dùng két nước sạch để rửa, két có nhiều kiểu khác nhau. Két có thể đặt thấp hoặc cao.

Sử dụng nhiều hình thức : kéo, ấn, vặn, tự động xả nước…

– Cấu tạo chung

Két nước có nhiều loại, mỗi loại có hình dáng, cấu tạo, cách vận hành khác nhau. Nhưng chúng có đặc điểm chung : vỏ thùng là bình chứa nước vật liệu là sành, sứ, sắt tráng men, thép không gỉ, gang, đồng, nhôm, chất dẻo… trên vỏ có lỗ xả ở đáy thùng đường kính $55 \div 65$mm. lỗ bu lông liên kết $12 \div 16$ (ở đáy, 2 bên hoặc phía sau). Lỗ lắp đường ống cấp đường kính $15 \div 25$ ở đáy hoặc trên thành.

Theo vận hành có thể phân két nước thành những loại sau

Két (thùng) rửa đẩy tay.

– Cấu tạo : ấn nhẹ vào đòn bẩy (1) chuyển động được chuyền qua dây treo (2) tới nâng van (3) lên và nước trong két luồn qua vào âu xí phao (4) hạ xuống nước cấp chảy vào két. Khi nước trong két dâng đến một giới hạn nhất định phao nổi tự động đóng van cấp.

– Lắp đặt

Như ta đã biết két nước có nhều loại mỗi loại có hình dáng, cấu tạo và cách vận hành khác nhau. Thông thường các nhàsản xuất có hướng dẫn cách lắp ráp các chi tiết trong két căn cứ vào hướng dẫn của nhà sản xuất ta chỉ việc lắp ghép theo thứ tự đạt yêu cầu kĩ thuật

❖ ***Vòi rửa***

Vòi rửa có thể đặt hở hoặc dấu trong tường, nút điều khiển thường đặt cách sàn 0,8m để thuận tiện cho người sử dụng. Vòi rửa đòi hỏi áp lực tự do $\geq 10$m và đường kính ống dẫn >35mm. Nếu bệ xí không có đường phân phối nước thì tại điểm nút phun ra phải làm giảm tiết diện để nước phun mạnh và đều.

## III. BỂ TỰ HOẠI

### 1. Nguyên tắc

Bể tự hoại dùng để lắng, lọc và tiêu huỷ phần cặn bã của nước thải sinh hoạt

### 2. Cấu tạo

Bể được đặt dưới sàn khu vệ sinh, hoặc đặt ngầm ở ngoài nhà.

*Có hai loại bể tự hoại thông dụng*

– Bể tự hoại kiểu lắng (gọi là bể bán tự hoại).

– Bể tự hoại kiểu lọc (gọi là bể tự hoại).

Bể phải có độ cao thích hợp để nước trong bể chảy ra hệ thống thoát nước chung.

Kết cấu của bể phải vững chắc, lớp trát phải kín và có khả năng chống lại axít nhẹ và không cho nước bẩn ngấm ra ngoài làm ô nhiễm môi trường và suy yếu nền móng làm giảm tuổi thọ của công trình.

#### *a. Bể tự hoại kiểu lắng*

❖ Cấu tạo

– Bể tự hoại kiểu lắng được chia làm hai hoặc ba ngăn. Nếu chia làm hai ngăn thì ngăn I có dung tích bằng ¾ dung tích bể.

– Nếu bể chia làm ba ngăn

– Ngăn I bằng ½ thể tích bể. Mỗi ngăn còn lại có dung tích bằng ¼ dung tích bể

– Ngăn I là ngăn chứa, các ngăn còn lại là ngăn lắng có ống dẫn nước vào bể; ống thoát hơi dẫn lên cao và lỗ thông hơi với ngăn lắng.

– Ngăn lắng có lỗ thông hơi với ngăn chứa và có ống dẫn nước ra ngoài.

❖ ***Vận hành***

- Nước phải đi vào ngăn chứa được lắng đọng một phần lớn, phần cặn nhỏ, nhẹ còn lại sẽ tiếp tục lắng đọng ở các ngăn lắng.
- Quá trình lắng đọng diễn ra song song với quá trình lên men ở lớp cặn bã ở dưới đáy bể.
- Nhờ hoạt động của vi sinh vật yếm khí tạo ra các khí $CH_4$, $H_2O$, $CO_2$ cùng với một lượng cặn bã có thể tích giảm đáng kể so với lượng cặn bã ban đầu.
- Quá trình lên men còn tiêu diệt phần lớn các loại vi trùng của nước thải do tác dụng của các chất khí có tính axit.
- Do các quá trình lắng đọng, phân huỷ, duyệt khẩn nước thải sau khi qua bể tự hoại sẽ trong sạch hơn nhiều so với nước thải ban đầu.
- Để cho bể làm việc tốt khi thấy nước thải từ bể ra đã kém trong sạch hoặc theo định kỳ ba tháng hút hít cặn bã cùng với nước bẩn trong bể.

❖ ***Nguyên tắc tính toán***

Dung tích của bể tự hoại kiểu lắng theo công thức sau : $W = N.\beta$

W : dung tích toàn phần của bể tích theo $m^3$.

N : số người sử dụng nước thải vào bể.

$\beta$ : hệ số phụ thuộc vào tiêu chuẩn dùng nước sạch.

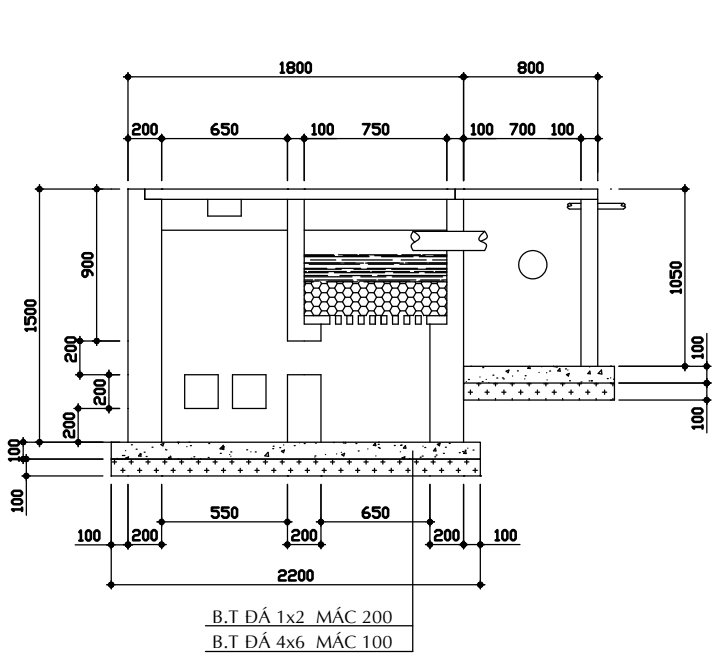
Bảng hệ số $\beta$

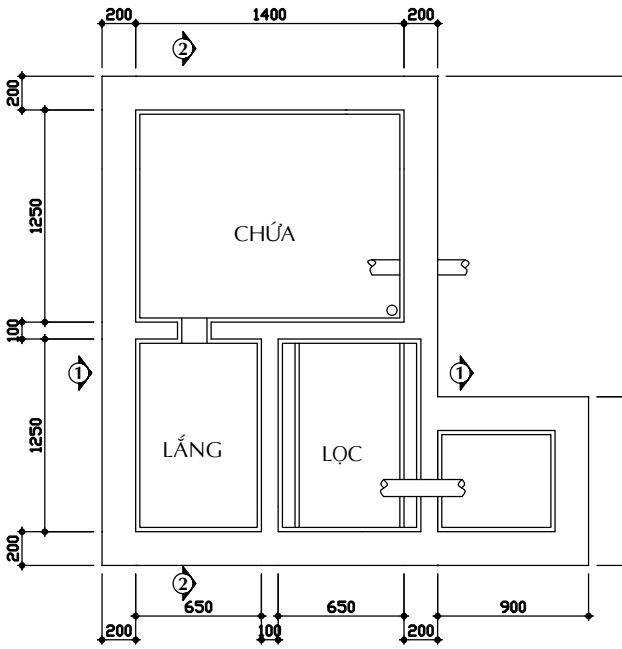
| Tiêu chuẩn dùng nước (lit/1ngày) | 75 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Hệ số $\beta$ | 0.135 | 0.16 | 0.185 | 0.21 | 0.26 | 0.31 |

- Ưu điểm : kết cấu đơn giản, dễ thi công và giá thành thấp
- Nhược điểm: không có khả năng giữ lại các cặn bẩn lơ lửng trong nước, những cặn bã này sẽ theo nước thải thoát ra ngoài.

***b. Bể tự hoại kiểu lọc***

❖ Cấu tạo




M.CẮT 1-1 TL: 1/50

Bể tự hoại kiểu lọc

- Bể tự hoại được chia làm ba ngăn : một ngăn để chứa, một ngăn để lắng, một ngăn để lọc.

  Ngăn chứa và ngăn lắng có cấu tạo như bể tự hoại kiểu lắng.

  Trong ngăn lọc, phía trên là máng phân phối nước tiếp đến các lớp vật liệu lọc dưới là tấm đan có lỗ thoát nước, dưới cùng là phần đáy bể để tập trung nước có ống thoát nước ra ngoài.
- Vật liệu lọc thường có bốn lớp, mỗi lớp dày $15 \div 25$mm các lớp kề liền trên xuống là: than củi, xỉ than, gạch vỡ 3x4cm, gạch vỡ 5x6cm.

❖ ***Vận hành***

Nước thải đưa vào ngăn chứa qua ngăn lắng sẽ xảy ra quá trình lắng đọng, lên men, phản ứng sau khi nước tương đối trong khi chạy vào máng của ngăn lọc.

- Khi sang ngăn lọc nước thải tự phân phối đều trên bề mặt vật liệu lọc. Phần lớn các chất bẩn còn lại sẽ được giữ lại trong vật liệu lọc, nước thải ra ngoài sẽ trong sạch hơn so với nước thải kiểu ở trong bể kiểu lắng. Để làm việc tốt, khi thấy nước thải kém trong sạch phải hút hết cặn lắng cùng với nước thải trong bể.
- Vật liệu lọc phải thay mới hay lấy ra rửa sạch.

***3. Nguyên tắc tính toán***

- Ngăn chứa và ngăn lắng tính như bể tự hoại kiểu lắng.
- Ngăn lọc thường lấy $0.11m^3$ cho một người sử dụng bể.
- Chiều cao của ngăn lọc phải đảm bảo bốn lớp vật liệu lọc mỗi lớp dày $0.15 \div 0.25$m.
- Ưu điểm : là nước thải ra từ bể trong sạch hơn từ bể kiểu lắng.
- Nhược điểm : kết cấu phức tạp, thể tích lớn, giá thành cao, bảo quản và làm sạch khó khăn hơn loại bể lắng.

**4. Chú ýù khi sử dụng bể tự hoại.**

- Ống thông hơi từ bể tự hoại phải dẫn lên cao để mùi hôi được khuếch tán nhanh vào khu vực không có người ở.
- Không cho chảy vào bể các loại nước thải có chứa chất tiêu duyệt vi sinh vật yếm khí.
- Các chất cặn bã có thể cho vào bể tự hoại phải là chất hữu cơ có khả năng phân rã trong nước.