

.....o0o.....

**NHỮNG KIẾN THỨC CƠ BẢN QUÁ TRÌNH  
TRUYỀN KHỐI**

## I. TÊN BÀI GIẢNG: NHỮNG KIẾN THỨC CƠ BẢN QUÁ TRÌNH TRUYỀN KHỐI

### II. MỤC TIÊU:

Người học nắm được các khái niệm ban đầu về bản chất của các quá trình truyền khối, phân loại quá trình chuẩn bị cho quá trình học tiếp theo.

### III. ĐỒ DÙNG VÀ PHƯƠNG TIỆN GIẢNG DẠY:

- Giáo trình Quá trình và thiết bị Truyền Khối.
- Máy chiếu overhead hoặc projector.

### IV. NỘI DUNG BÀI GIẢNG

#### 1. Định nghĩa và phân loại (30 phút):

Trong công nghiệp hóa học nhiều quá trình sản xuất dựa trên sự tiếp xúc trực tiếp giữa các pha và sự di chuyển vật chất từ pha này sang pha khác. *Quá trình di chuyển vật chất từ pha này sang pha khác khi hai pha tiếp xúc trực tiếp với nhau gọi là quá trình truyền khối hay là quá trình khuếch tán*, quá trình này đóng vai trò quan trọng trong công nghiệp hóa học, thực phẩm và các ngành công nghiệp khác.

- 1- Hấp thu là quá trình hút khí (hơi) bằng chất lỏng, trong đó vật chất đi từ pha khí vào lỏng.
- 2- Chung là quá trình tách các hỗn hợp lỏng thành các cấu tử riêng biệt, vật chất đi từ pha lỏng vào pha hơi và ngược lại
- 3- Hấp phụ quá trình hút khí (hơi) bằng chất rắn xốp, trong đó vật chất đi từ pha khí vào pha rắn.
- 4- Trích ly là quá trình tách các chất hòa tan trong chất lỏng hay chất rắn bằng chất lỏng khác.
- 5- Kết tinh là quá trình tách chất rắn trong dung dịch vật chất đi từ pha lỏng vào pha rắn.
- 6- Sấy khô là quá trình tách nước ra khỏi vật liệu ẩm vật chất đi từ pha rắn hay lỏng vào pha khí.
- 7- Hòa tan là quá trình vật chất đi từ pha rắn sang lỏng.

#### 2. Các biểu diễn thành phần pha (45 phút):

	<b>Pha lỏng</b>	<b>Pha hơi (khí)</b>
--	-----------------	----------------------

	<b>Pha lỏng</b>	<b>Pha hơi (khí)</b>
1. Phần khối lượng	$\bar{x} = \frac{\bar{L}_i}{\bar{L}}$	$\bar{y} = \frac{\bar{G}_i}{\bar{G}}$
2. Phần mol	$x = \frac{L_i}{L}$	$y = \frac{G_i}{G}$
3. Tỷ số khối lượng	$\bar{X} = \frac{\bar{L}_i}{\bar{L} - \bar{L}_i}$	$\bar{Y} = \frac{\bar{G}_i}{\bar{G} - \bar{G}_i}$
4. Tỷ số mol	$X = \frac{L_i}{L - L_i}$	$Y = \frac{G_i}{G - G_i}$
5. Các liên hệ	$x = \frac{\frac{\bar{x}}{M_i}}{\sum \frac{x_k}{M_k}}$	$y = \frac{\frac{\bar{y}}{M_i}}{\sum \frac{y_k}{M_k}}$
	$\bar{x} = \frac{x \cdot M_i}{\sum x_k \cdot M_k}$	$\bar{y} = \frac{y \cdot M_i}{\sum y_k \cdot M_k}$
	$X = \frac{x}{1 - x}$	$Y = \frac{y}{1 - y}$
	$\bar{X} = \frac{\bar{x}}{1 - \bar{x}}$	$\bar{Y} = \frac{\bar{y}}{1 - \bar{y}}$
	$\bar{x} = \frac{\bar{X}}{1 + \bar{X}}$	$\bar{y} = \frac{\bar{Y}}{1 + \bar{Y}}$
	$x = \frac{X}{1 + X}$	$y = \frac{Y}{1 + Y}$

Trong đó:  $L, G$ : suất lượng mol pha lỏng, pha hơi, kmol/h

$\bar{L}, \bar{G}$  suất lượng khối lượng pha lỏng, pha hơi, kg/h

$i$ : cấu tử bất kỳ của hỗn hợp

### 3. Cân bằng pha (45 phút):

#### 1. Khái niệm về cân bằng pha:

Giả sử có hai pha  $\Phi_x$  và pha  $\Phi_y$  tiếp xúc với nhau và các cấu tử phân bố trong chúng là M. Giả sử lúc đầu chỉ có trong pha  $\Phi_y$  với nồng độ là  $y_M$  còn trong pha  $\Phi_x$  không có cấu tử M, nghĩa là  $x_M = 0$ .

Khi đó cấu tử M sẽ di chuyển từ pha  $\Phi_y$  vào pha  $\Phi_x$ . Quá trình khuếch tán là thuận nghịch nên khi trong pha  $\Phi_x$  có cấu tử M thì lập tức có quá trình di chuyển ngược lại. Nhưng tốc độ của vật chất từ pha  $\Phi_y$  vào pha  $\Phi_x$  lớn hơn từ pha  $\Phi_x$  vào pha  $\Phi_y$ . Quá trình di chuyển vật chất đó thực hiện đến khi đạt cân bằng động, nghĩa là vận tốc thuận nghịch

bằng nhau. Lúc đó ta có nồng độ cấu tử M trong pha  $\Phi_x$  đạt đến cân bằng. Gọi  $y_{cb}$  là nồng độ cấu tử M trong pha  $\Phi_x$  đạt đến cân bằng có liên hệ như sau:  $y_{cb} = f(y_M)$

Nếu như  $y < y_{cb}$  – vật chất chuyển từ pha  $\Phi_x$  vào pha  $\Phi_y$

Nếu như  $y > y_{cb}$  – vật chất chuyển từ pha  $\Phi_y$  vào pha  $\Phi_x$

## 2. Quy tắc pha:

Quy tắc pha cho phép xác định có thể thay đổi bao nhiêu yếu tố mà cân bằng không bị phá hủy.

$$C = k - \Phi + n$$

Trong đó: C - số bậc tự do

$\Phi$  - số pha trong hệ

k - số cấu tử độc lập của hệ

n – số yếu tố bên ngoài ảnh hưởng lên cân bằng của hệ

## 3. Các định luật về cân bằng pha:

**Định luật Henry:** Đối với dung dịch lý tưởng áp suất riêng phần p của khí trên chất lỏng tỷ lệ với phần mol x của nó trong dung dịch

$$p = H \cdot x \quad (1.2)$$

H là hằng số Henry thứ nguyên là thứ nguyên của áp suất. Khi nhiệt độ tăng thì H tăng. Với khí lý tưởng phương trình được biểu diễn bằng đường thẳng còn với khí thực là đường cong. Nếu x nhỏ thì phương trình (1.2) là đường thẳng.

**Định luật Raoult:** Áp suất riêng phần của một cấu tử trên dung dịch bằng áp suất hơi bão hòa của cấu tử đó (ở cùng nhiệt độ) nhân với nồng độ phần mol của cấu tử đó trong dung dịch

$$p = P_{bhi} \cdot x \quad (1.5)$$

Trong đó:

p - áp suất hơi riêng phần của cấu tử trong hỗn hợp hơi.

$P_{bhi}$  - áp suất hơi bão hòa của cấu tử ở cùng nhiệt độ.

x - phần mol x của cấu tử trong dung dịch

$$y_{cb} = (P_{bhi}/P) \cdot x$$

$$y_{cb} = (H/P) \cdot x = m \cdot x$$

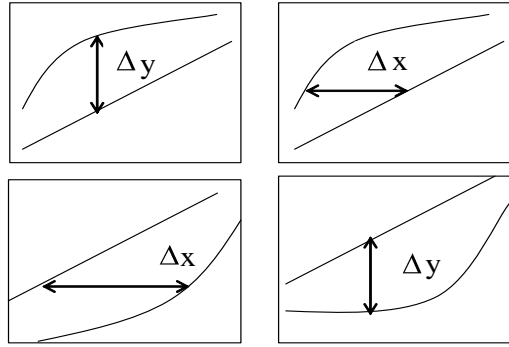
## 4. Quá trình khuếch tán (45 phút):

### 1. Định nghĩa:

Khi hai pha chuyển động tiếp xúc với nhau do sự cản trở của pha này đối với pha kia, nghĩa là trên bề mặt phân chia pha tạo thành hai lớp màng. Chế độ chuyển động trong màng và trong nhân là khác nhau. Trong màng là chuyển động dòng vì thế gọi là

khuếch tán phân tử còn nhân chuyển động xoáy và gọi là khuếch tán đối lưu. Khuếch tán trong màng rất chậm so với trong nhân nên nó quyết định đến quá trình khuếch tán.

2. Động lực quá trình:



Hình 1.2. Sơ đồ biểu diễn động lực quá trình truyền khối

Quá trình truyền khối giữa các pha xảy ra một cách tự nhiên khi nồng độ làm việc và nồng độ cân bằng của các cấu tử phân bố trong mỗi pha khác nhau. Hiệu số giữa nồng độ làm việc và nồng độ cân bằng gọi là động lực khuếch tán hay động lực truyền khối, có thể biểu diễn bằng đồ thị (Hình 1.2)

Nếu tính theo pha  $\Phi_y$  ta có động lực:  $\Delta y = y_{cb} - y$  hay là  $\Delta y = y - y_{cb}$

Nếu tính theo pha  $\Phi_x$  ta có động lực:  $\Delta x = x_{cb} - x$  hay là  $\Delta x = x - x_{cb}$

3. Phương trình truyền khối và động lực trung bình:

Vận tốc của quá trình nào cũng tỷ lệ thuận với động lực và tỉ lệ nghịch với trở lực.

Phương trình truyền khối có thể biểu diễn như sau:

$$G = k_y \tau F \Delta y_{tb} = k_x \tau F \Delta x_{tb} \quad (1.6)$$

Trong đó:

$k_y, k_x$  là hệ số truyền khối tính theo nồng độ pha  $\Phi_y$  và  $\Phi_x$

$\Delta y_{tb}, \Delta x_{tb}$  – động lực trung bình của quá trình.

$F$  – bề mặt tiếp xúc pha,  $m^2$

$\tau$  - thời gian truyền khối.

Khi đường cân bằng là đường thẳng thì động lực trung bình theo lôgarit theo pha  $\Phi_y$  và  $\Phi_x$  như sau:

$$\Delta y_{tb} = \frac{\Delta y_1 - \Delta y_2}{\ln \frac{\Delta y_1}{\Delta y_2}} \quad \Delta x_{tb} = \frac{\Delta x_1 - \Delta x_2}{\ln \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2}}$$

$\Delta y_1, \Delta y_2, \Delta x_1, \Delta x_2$  là động lực cuối và đầu theo pha  $\Phi_y$  và  $\Phi_x$

5. Phương pháp tính thiết bị truyền khối (30 phút – giảng dạy, hướng dẫn):

1. Tính đường kính thiết bị:

$$D = \sqrt{\frac{V}{0,785\omega_0}} \quad (1.9)$$

trong đó:  $V$  – lưu lượng pha  $\Phi_y$ ,  $m^3/s$ ;

$\omega_0$  – vận tốc pha  $\Phi_y$  đi qua toàn bộ tiết diện thiết bị  $m/s$

## 2. Tính chiều cao thiết bị:

- Theo phương trình chuyển khối:

Muốn tính theo phương trình truyền khối trước hết phải xác định hệ số truyền khối  $k_y$ ,  $k_x$  và động lực trung bình sau đó tính bề mặt tiếp xúc pha

$$F = \frac{G}{k_y \Delta y_{tb}} \quad \text{Hay} \quad F = \frac{G}{k_x \Delta x_{tb}}$$

Từ đó tính chiều cao thiết bị  $H$ . Nếu là tháp đệm thì:

$$F = \sigma V, m^2 \quad \text{Hay là} \quad F = \sigma H f, m^2$$

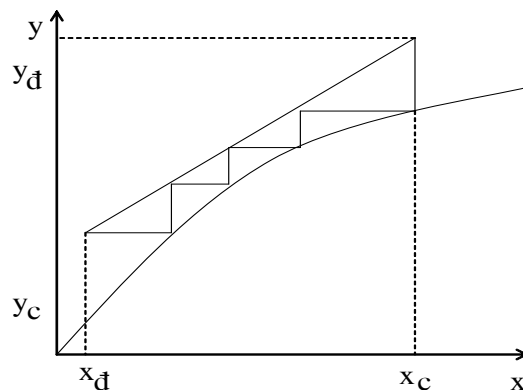
$$\text{Từ đó rút ra: } H = \frac{G}{k_y \Delta y_{tb} \cdot \sigma \cdot f}, m \quad H = \frac{G}{k_x \Delta x_{tb} \cdot \sigma \cdot f}, m$$

trong đó:  $V$  - thể tích làm việc của thiết bị,  $m^3$

$\sigma$  - bề mặt riêng của đệm,  $m^2/m^3$

$f$  – tiết diện ngang của thiết bị,  $m^2$

- Theo số bậc thay đổi nồng độ:



Hình 1.3 Đồ thị mô tả số bậc thay đổi nồng độ

Trước hết phải xác định được đường cân bằng và đường làm việc. Từ đó chúng ta xác định số bậc lý thuyết trên đồ thị  $N_{tt}$  (được biểu diễn trên đồ thị 1.3) sau đó xác định số mâm thực tế  $N_{tt}$

$$N_{tt} = \frac{N_{tt}}{\eta} \quad \eta - \text{hệ số hiệu chỉnh (hiệu suất ngăn) lấy từ } 0.2 \div 0.9$$

Chiều cao thiết bị được xác định như sau:

- Đối với tháp mâm(đĩa):  $H = h(N_{tt} - 1), m$

$h$  – khoảng cách giữa hai ngăn,  $m$

- Đối với tháp đệm(chêm):  $H = h_0 N_{tt}, m$

$h_0$  – chiều cao tương đương một bậc thay đổi nồng độ

## 6. Hướng dẫn giải bài tập (30 phút):

- Các bước tiến hành bài toán.
- Công thức sử dụng.
- Kết quả xử lý.
- Yêu cầu chung khi tiến hành bài toán cho chính xác.

## V. TỔNG KẾT BÀI

- Quá trình truyền khối là quá trình di chuyển vật chất từ vị trí này sang vị trí khác.
- Đường cân bằng quyết định đến bản chất và động lực cho toàn bộ quá trình truyền khối.
- Yêu cầu nắm vững các công thức tính toán, biến đổi, quan hệ.

## VI. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP VỀ NHÀ

1. Hỗn hợp lỏng chứa 58,8% mol toluen và 41,2% mol tetrachloruacarbon. Xác định tỉ số khối lượng  $\bar{X}$  của toluen.
2. Không khí bão hòa hơi nước ở áp suất 745mmHg nhiệt độ 34°C. Xác định áp suất riêng phần của không khí, phần thể tích và phần khối lượng của hơi nước trong hỗn hợp không khí hơi nước và tỉ số khối lượng. Xác định khối lượng riêng của không khí-hơi nước(so sánh với không khí khô).
3. Xác định lượng axit sulfuric sử dụng để làm khô không khí trong điều kiện sau: Năng suất 500m<sup>3</sup>/h không khí khô ở điều kiện tiêu chuẩn. Hàm lượng ẩm ban đầu và cuối lần lượt là 0,016kg/kgkkk và 0,006kg/kgkkk. Hàm lượng nước ban đầu trong axit là 0,6kg/kgaxít. Hàm lượng cuối là 1,4kg/kgaxit. Không khí được làm việc ở áp suất khí quyển.
4. Trộn benzen với nitrobenzen với thể tích bằng nhau cho mỗi cấu tử. xác định khối lượng riêng của hỗn hợp, tỉ số khối lượng  $\bar{X}$  của nitrobenzen và nồng độ mole-thể tích C.

## VII. RÚT KINH NGHIỆM (Về thời gian, nội dung, phương pháp, chuẩn bị...)

.....  
.....  
.....

Ngày.....tháng.....năm.....

**Tổ bộ môn duyệt**

**Giáo viên**





**I. TÊN BÀI GIẢNG: HẤP THU (HẤP THỤ)****II. MỤC TIÊU:**

Người học nắm được các khái niệm, kiến thức cơ bản về quá trình hấp thụ, phân loại và ứng dụng cũng như xác định các thông số cơ bản của quá trình.

**III. ĐỒ DÙNG VÀ PHƯƠNG TIỆN GIẢNG DẠY:**

- Giáo trình Quá trình và thiết bị Truyền Khối.
- Máy chiếu overhead hoặc projector

**IV. NỘI DUNG BÀI GIẢNG****1. Khái niệm chung (30 phút):**

1. Định nghĩa: hấp thụ là quá trình hấp khí bằng chất lỏng, khí được hút gọi là chất bị hấp thụ, chất lỏng dùng để hút gọi là dung môi ( Còn gọi là chất hấp thụ), khí không bị hấp thụ gọi là khí trơ. Quá trình hấp thụ đóng một vai trò quan trọng trong sản xuất hóa học, nó được ứng dụng để:

- Thu hồi các cấu tử quý
- Làm sạch khí
- Tách hỗn hợp thành cấu tử riêng
- Tạo thành sản phẩm cuối cùng

**2. Yêu cầu lựa chọn dung môi:**

- Có tính chất hòa tan chọn lọc nghĩa là chỉ hòa tan tốt cấu tử cần tách ra và không hòa tan các cấu tử còn lại hoặc chỉ hòa tan không đáng kể. Đây là tính chất chủ yếu của dung môi
- Độ nhớt dung môi bé. Độ nhớt càng bé chất lỏng chuyển động càng dễ trở lực sẽ nhỏ hơn và hệ số chuyển khối sẽ lớn hơn.
- Nhiệt dùng riêng bé ít tổn nhiệt khi hoàn nguyên dung môi
- Nhiệt độ sôi khác xa với nhiệt độ sôi của chất hòa tan như vậy sẽ dễ tách cấu tử ra khỏi dung môi.
- Nhiệt độ đóng rắn thấp tránh được hiện tượng đóng rắn làm tắc thiết bị
- Không tạo thành kết tủa, khi hòa tan tránh được tắc thiết bị, và thu hồi cấu tử đơn giản hơn
- Ít bay hơi mất mát ít
- Không độc đối với người, không ăn mòn thiết bị nói chung trong thực tế không có dung môi nào đạt được tất cả các tính chất trên. Khi chọn ta phải dựa vào

những điều kiện cụ thể của sản xuất. Dù sao đi nữa thì điều kiện thứ nhất cũng không thể thiếu được trong bất cứ trường hợp nào.

## 2. Cân bằng pha – độ hoà tan khí trong lỏng (30 phút):

Độ hoà tan của khí trong chất lỏng là lượng khí hoà tan trong một đơn vị chất lỏng. Độ hoà tan có thể biểu thị bằng kg/kg, kg/m<sup>3</sup>.g/lít..... Độ hoà tan của khí trong chất lỏng phụ thuộc vào tính chất của khí và chất lỏng, phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường và áp suất riêng phần của khí trong hỗn hợp.

Muốn tính toán được quá trình hấp thụ cần phải biết độ hoà tan của khí trong chất lỏng hay nói một cách khác cần phải biết sự phụ thuộc giữa nồng độ khí ở trong hỗn hợp khí và lỏng

Sự phụ thuộc đó có thể biểu thị bằng định luật Henry-Đan tông như sau:  $y_{cb} = mx$

Đối với khí lý tưởng phương trình (2.1) có dạng đường thẳng. Định luật Henry-Đan tông khá phù hợp với khí thực khi nồng độ của khí không lớn lắm và độ hoà tan nhỏ .

Đối với các hệ thống không tuân theo định luật Henry ta cũng có thể dùng phương trình (2.1) nhưng khi đó hằng số cân bằng  $m$  là một đại lượng biến đổi phụ thuộc vào nồng độ  $x$  và đường cân bằng  $y_{cb} = mx$  là một đường cong.

Khi tính toán hấp thụ, người ta thường dùng nồng độ phần mol tương đối trong trường hợp này ta có :

$$y = \frac{Y}{1+Y} \text{ và } x = \frac{X}{1+X}$$

Thay giá trị của  $y$  và  $x$  vào phương trình ta có :

$$Y = \frac{mX}{1+(1-m)X}$$

Như vậy trong tọa độ  $Y - X$  đường nồng độ cân bằng sẽ luôn luôn là đường cong.

## 3. Cân bằng vật chất quá trình hấp thụ (60 phút):

Khi tính toán hấp thụ thường người ta cho biết lượng hỗn hợp khí nồng độ đầu và nồng độ cuối của khí bị hấp thụ trong hỗn hợp khí và trong dung môi

$G_y$  : lượng hỗn hợp khí đi vào thiết bị hấp thụ kmol/h.

$Y_d$  : nồng độ đầu của hỗn hợp khí kmol/kmol khí trơ.

$Y_c$  : nồng độ cuối của hỗn hợp khí kmol/kmol khí trơ.

$L_{tr}$  : lượng dung môi đi vào thiết bị kmol/h

$X_d$  : nồng độ đầu của dung môi kmol/kmol dung môi

$X_c$  : nồng độ cuối của dung môi kmol/kmol dung môi

$G_{tr}$  : lượng khí trơ vào thiết bị kmol/h

Thì lượng khí trơ được xác định theo công thức sau đây:

$$G_{tr} = G_y \frac{1}{1+Y_d} = G_y (1 - y_d) \quad (2.3)$$

Và phương trình cân bằng vật liệu là ;

$$G_{tr} (Y_d - Y_c) = L_{tr} (X_c - X_d) \quad (2.4)$$

Từ đây ta xác định lượng dung môi cần thiết

$$L_{tr} = G_{tr} \frac{Y_d - Y_c}{X_c - X_d} \quad (2.5)$$

Lượng dung môi tối thiểu để hấp thụ được xác định khi nồng độ cuối của dung môi đạt đến nồng độ cân bằng, như vậy ta có:

$$L_{trmin} = G_{tr} \frac{Y_d - Y_c}{X_{cmax} - X_d} \quad (2.6)$$

$X_{cmax}$  -nồng độ cân bằng ứng với nồng độ đầu của hỗn hợp khí

Nồng độ cân bằng luôn luôn lớn hơn nồng độ thực tế vì thế lượng dung môi thực tế luôn lớn hơn lượng dung môi tối thiểu thường ta lấy lượng dung môi thực tế lớn hơn tối thiểu khoảng 20%

Lượng dung môi tiêu hao riêng là :

$$l = \frac{L_{tr}}{G_{tr}} = \frac{Y_d - Y_c}{X_c - X_d} \quad (2.7)$$

Nếu ta viết phương trình cân bằng vật liệu đối với khoảng thể tích thiết bị kể từ một tiết diện bất kì nào đó với phần trên của thiết bị. Ta có:

$$G_{tr} (Y - Y_c) = L_{tr} (X - X_d)$$

Từ đây ta rút ra:

$$Y = \frac{L_{tr}}{G_{tr}} X + Y_c - \frac{L_{tr}}{G_{tr}} X_d \quad (2.8)$$

Lượng dung môi, lượng khí trơ cũng như nồng độ đầu và nồng độ cuối là những đại lượng không đổi nên phương trình (8) là phương trình đường thẳng có dạng

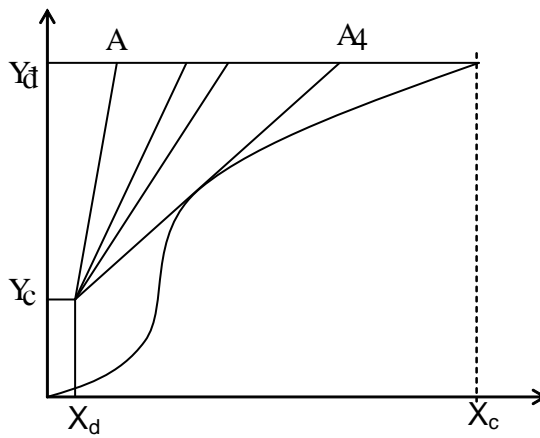
$$Y = AX + B \quad (2.9)$$

$$\text{Trong đó: } A = \frac{L_{tr}}{G_{tr}} \text{ và } B = Y_c - \frac{L_{tr}}{G_{tr}} X_d$$

Phương trình (2.9) gọi là phương trình nồng độ làm việc của quá trình hấp thụ.

#### 4. Các yếu tố ảnh hưởng đến kích thước thiết bị trong quá trình hấp thụ (30 phút):

Bây giờ ta xét sự liên hệ giữa lượng dung môi và kích thước thiết bị. Muốn thế ta hãy dựa vào phương trình chuyển khối.  $G_{tk} = K_v \cdot F \cdot \Delta Y_{tb}$



Trong điều kiện làm việc nhất định thì lượng khí bị hấp thụ  $G_{tk}$  là không đổi và có thể coi hệ số chuyển khối  $K_v$  là không đổi

Như vậy bề mặt tiếp xúc  $F$  chỉ được thay đổi tương ứng với sự thay đổi của  $\Delta Y_{tb}$  sao cho tích số  $F \Delta Y_{tb}$  là không đổi

Bề mặt  $F$  quyết định kích thước thiết bị, do đó  $F$  thay đổi thì kích thước thiết bị thay đổi theo. Ta có thể khảo sát sự thay đổi động lực trung bình  $\Delta Y$  trên đồ thị  $Y-X$ . Rõ ràng khi  $X_d$ ,  $Y_c$  và  $X_c$  cố định thì giá trị nồng độ cuối của dung môi quyết định động lực trung bình của quá trình, điểm cuối của đường làm việc chỉ được dịch chuyển từ  $A$  đến  $A_4$

Ví dụ: Điểm  $A$  gần xác đường cân bằng lúc đó động lực trung bình sẽ nhỏ nhất. Như vậy để tích số  $F \Delta Y_{tb}$  là không đổi thì  $F$  phải tăng lên.

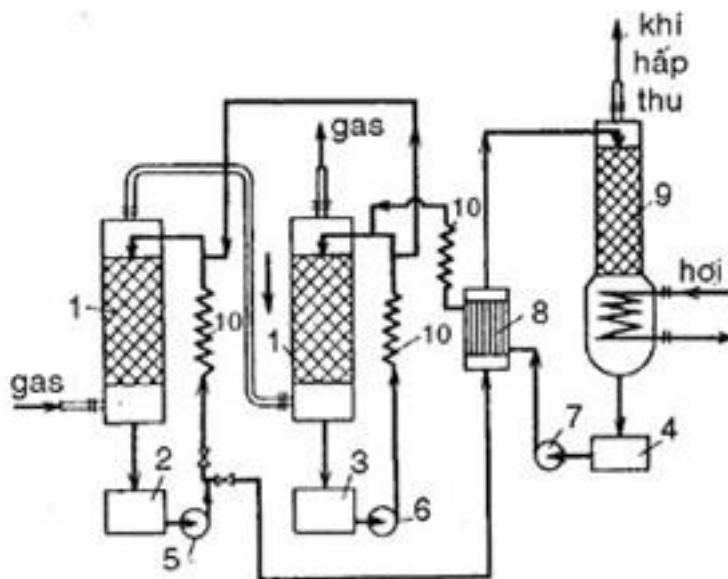
Trên đồ thị cũng thấy rằng độ dốc của đường làm việc ( $\frac{L_{tr}}{G_{tr}}$ ) lúc này bé nhất, hay nói một cách khác là lượng dung môi bé nhất. Nếu đường làm việc càng dịch về phía trục tung thì động lực trung bình càng tăng, ứng với nó bề mặt tiếp xúc  $F$  càng giảm và ta cũng thấy rõ là độ dốc đường làm việc càng tăng, lượng dung môi càng tăng và đến điểm  $A$  thì lượng dung môi sẽ vô cùng lớn như vậy ta có thể kết luận rằng bề mặt tiếp xúc tỉ lệ nghịch với  $\Delta Y_{tb}$  và do đó tỉ lệ nghịch với lượng dung môi tiêu tốn.

Đường  $OA$  và  $OA_4$  là hai đường giới hạn. Nếu chọn lượng dung môi ít nhất thì thiết bị sẽ vô cùng cao nhưng nếu chọn lượng dung môi lớn quá để cho bề mặt  $F$  nhỏ thì sẽ không kinh tế hoặc là chẳng thu được gì vì nồng độ dung dịch quá loãng. Vì thế khi chọn ta phải chọn điều kiện thích hợp nhất theo các chỉ tiêu kinh tế kĩ thuật

## 5. Sơ đồ hệ thống hấp thụ (30 phút):

Thường người ta thay hệ thống có một tháp cao bằng nhiều tháp nối tiếp (theo khí cũng như chất lỏng). Chất lỏng được chuyển từ tháp nọ sang tháp kia nhờ bơm. Để lấy nhiệt ra trên đường chất lỏng đi (đổi khí trên đường khí) giữa các tháp người ta đặt các thiết bị làm nguội khi nối tiếp nhiều tháp hấp thụ thì trong mỗi tháp có thể thực hiện tuần

hoàn chất lỏng. Trong sơ đồ như thế kết hợp với quá trình nhả (Hình 2.5). Trong mỗi tháp hấp thụ chất lỏng chuyển động theo chu trình kín. Chất lỏng từ tháp ra đi vào bơm và lại được bơm về tháp ấy qua thiết bị làm nguội ra khỏi chu trình chất lỏng đi vào chu trình tưới tiếp theo, theo đường đi của chất lỏng. Từ tháp cuối (theo chiều chuyển động của chất lỏng) chất lỏng qua thiết bị trao đổi nhiệt rồi đi vào tháp nhả, ở đây khí hòa tan được tách khỏi chất hấp thụ. Chất hấp thụ tái sinh từ tháp nhả đi vào thiết bị trao đổi nhiệt, ở đây nó cấp nhiệt cho dung dịch trước khi vào tháp nhả và tiếp tục qua thiết bị làm nguội, rồi vào tháp đầu tiên (theo chiều chuyển động của chất lỏng).



Ở đây chúng ta nói nhả bằng chung, nghĩa là dùng nhiệt để đun bốc hơi chất hòa tan trong dung môi.

Trong sản xuất ta còn dùng nhiều phương pháp nhả khác ví dụ nhả khí cacbonic sau khi hấp thụ bằng nước lạnh bằng cách giảm áp suất trên dung dịch. Cơ sở tính toán của phương pháp này là dựa trên định luật Raoult

## 6. Hướng dẫn giải bài tập (45 phút):

- Các bước tiến hành bài toán.
- Công thức sử dụng.
- Một số sai sót mắc phải khi tiến hành tính toán bài toán.
- Kết quả xử lý.
- Yêu cầu chung khi tiến hành bài toán cho chính xác.

## V. TỔNG KẾT BÀI

- Hấp thụ là quá trình sử dụng chất lỏng để lấy một chất khí trong hỗn hợp khí..
- Đường cân bằng trong quá trình hấp thụ là đường cong trong tọa độ Y-X..
- Yêu cầu nắm vững các công thức tính toán, biến đổi, quan hệ.

## VI. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP VỀ NHÀ

1. Tháp mâm được sử dụng để hấp thu hơi benzen trong dòng khí. Hỗn hợp khí đi vào ở đáy tháp có lưu lượng là  $820\text{m}^3/\text{h}$ , nồng độ benzen là 2% theo thể tích và cần được hấp thu là 95% lượng benzen này. Dung môi đi vào đỉnh tháp có nồng độ 0.005 phần mol benzen và có phân tử lượng trung bình 260. Lượng dung môi sử dụng bằng 1,5 lần lượng dung môi tối thiểu. Tháp làm việc ở áp suất 800mmHg và nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$ . Phương trình cân bằng cho quá trình hấp thu là  $Y=0.125X$  (X,Y là nồng độ tính theo tỉ số mol). Xác định
  - Lượng dung môi sử dụng, kg/h
  - Số mâm lý thuyết của tháp hấp thu.
2. Một tháp mâm dùng để hấp thu  $\text{NH}_3$  vào nước từ hỗn hợp khí ở áp suất 750mmHg nhiệt độ  $24^\circ\text{C}$ . Lưu lượng khí đi vào tháp là  $16000\text{m}^3/\text{h}$ . Hàm lượng  $\text{NH}_3$  ban đầu trong hỗn hợp khí là  $90\text{g}/\text{m}^3$  hỗn hợp khí. Tỉ lệ hấp thu là 92%. Đường cân bằng là đường thẳng có phương trình là  $Y=0.31X$ . Lượng dung môi sử dụng bằng 1.4 lần lượng dung môi tối thiểu.
  - Tính đường kính tháp biết vận tốc của pha khí trong tháp là  $0.85\text{m}/\text{s}$
  - Tính chiều cao tháp biết hiệu suất mâm trung bình bằng 0.63
3. Benzen được hấp thu trong một tháp hấp thu hoạt động ngược chiều. Lưu lượng hỗn hợp khí đi vào tháp là  $4500\text{m}^3/\text{h}$  ở áp suất 760 mmHg, nhiệt độ là  $30^\circ\text{C}$ . Hàm lượng hơi benzen trong hỗn hợp là 4% (theo thể tích). Tháp hấp thu được 85% lượng benzen. Dung môi tái sinh vào tháp hấp thu có nồng độ 0,0015 kmol benzen / kmol dung môi. Phương trình đường cân bằng là  $Y^*=0,2X$  với  $Y^*$ , X là tỉ số mol.
  - Xác định lượng dung môi tối thiểu và lượng dung môi sử dụng biết lượng dung môi sử dụng bằng 1,4 lần lượng dung môi tối thiểu.
  - Số bậc thay đổi nồng độ (số mâm lý thuyết) cho quá trình hấp thu.

## VII. RÚT KINH NGHIỆM (Về thời gian, nội dung, phương pháp, chuẩn bị...)

.....  
.....  
.....

Ngày.....tháng.....năm.....

**Tổ bộ môn duyệt**

**Giáo viên**

**Phạm Đình Đạt**

**I. TÊN BÀI GIẢNG: HẤP THU (HẤP THỤ) VÀ HẤP PHỤ****II. MỤC TIÊU:**

Người học nắm được nguyên tắc hoạt động, cấu tạo, hoạt động và ưu nhược điểm của các loại thiết bị sử dụng trong quá trình hấp thu và các quá trình khác sau này. Đồng thời hiểu biết bản chất yêu cầu và khác nhiệm cơ bản quá trình hấp phụ.

**III. ĐỒ DÙNG VÀ PHƯƠNG TIỆN GIẢNG DẠY:**

- Giáo trình Quá trình và thiết bị Truyền Khối.
- Máy chiếu overhead hoặc projector

**IV. NỘI DUNG BÀI GIẢNG****1. Tháp đệm (45 phút):**

Tháp đệm là một tháp hình trụ gồm nhiều đoạn nối với nhau bằng mặt bích hay hàn. Trong tháp người ta có đồ đầy đệm, tháp đệm được ứng dụng rộng rãi trong kỹ nghệ hóa học để hấp thụ, chưng cất, làm lạnh. Người ta dùng nhiều loại đệm khác nhau, phổ biến nhất là loại đệm sau đây: Đệm vòng (kích thước từ 10-100 mm); Đệm hạt (kích thước từ 20-100 mm); Đệm xoắn - đường kính vòng xoắn từ 3 – 8 mm. chiều dài dây nhỏ hơn 25m; Đệm lưới bằng gỗ.

Yêu cầu chung của tất cả các loại đệm là:

- Bề mặt riêng lớn (bề mặt trong một đơn vị thể tích bằng  $m^2/m^3$ . Kí hiệu là  $\sigma$ )
- Thể tích tự do lớn, kí hiệu là  $V_{td}$ . tính bằng  $m^2./m^3$ .
- Khối lượng riêng bé.
- Bền hóa học .

Trong thực tế không có loại đệm nào có thể đạt tất cả các loại yêu cầu trên. Vì thế tùy theo điều kiện cụ thể mà ta chọn đệm cho thích hợp.

Đệm lưới bằng gỗ thường được dùng trong các tháp làm lạnh hay dùng trong hấp thụ khi không cần tách triệt để lắm

Nói chung khi cần độ phân tách cao thì người ta chọn các loại đệm có kích thước bé vì rằng kích thước đệm càng bé thì bề mặt riêng của đệm càng lớn, sự tiếp xúc giữa các pha càng tốt.

Tháp đệm có những ưu điểm sau:

- Hiệu suất cao vì bề mặt tiếp xúc khá lớn
- Cấu tạo đơn giản
- Trợ lực trong tháp không lớn lắm

- Giới hạn làm việc tương đối rộng

Nhưng tháp đệm có nhược điểm quan trọng là khó làm ướt nhiều đệm. Nếu tháp cao quá thì, phân phối chất lỏng không đều. Để khắc phục nhược điểm đó, nếu tháp cao quá thì người ta chia đệm ra nhiều tầng và có đặt thêm bộ phận phân phối chất lỏng đối với mỗi tầng đệm.

Chế độ làm việc của tháp đệm.

Trong tháp đệm chất lỏng chảy từ trên xuống theo bề mặt đệm và khí đi từ dưới lên phân tán đều trong chất lỏng .

Trên cơ sở phân tích và giải các phương trình khuếch tán phân tử và đối lưu theo Capharóp thì quá trình chuyển khối trong tháp đệm không chỉ được xác định bằng khuếch tán phân tử mà còn phụ thuộc nhiều vào chế độ thủy động trong tháp .

Cũng như khi lưu thể chuyển động trong ống tùy theo vận tốc của khí mà trong tháp đệm cũng có 3 chế độ thủy động là:

- Chế độ dòng .
- Chế độ quá độ
- Chế độ xoáy .

Khi vận tốc khí bé lực, hút phân tử lớn hơn và vượt lực ly, Lúc này quá trình chuyển khối được quyết định bằng khuếch tán phân tử . Tăng vận tốc lên lực ly trở nên cân bằng với lực hút phân tử. Quá trình chuyển khối lúc đó không những chỉ được quyết định bằng khuếch tán phân tử mà cả khuếch tán đối lưu. Chế độ thủy động này là chế độ quá độ. Nếu tăng vận tốc khí lên nữa thì chế độ quá độ chuyển sang chế độ xoáy , quá trình chuyển khối sẽ được quyết định bằng khuếch tán đối lưu

Nếu ta tăng vận tốc khí đến một giới hạn nào đó thì sẽ xảy ra hiện tượng đảo pha, lúc này chất lỏng sẽ chiếm toàn bộ tháp và trở thành pha liên tục, còn khí phân tán vào trong chất lỏng và trở thành pha phân tán. Vận tốc ứng lúc đảo pha gọi là vận tốc đảo pha. Khí sục vào lỏng và tạo thành bọt vì thế trong giai đoạn này chế độ làm việc trong tháp gọi là chế độ sủi bọt. Ở chế độ này vận tốc chuyển khối tăng nhanh đồng thời trở lực cũng tăng nhanh.

*Phương pháp tính tháp đệm - tính đường kính tháp đường kính tháp*

Tính theo công thức chung:

$$D = \sqrt{\frac{V_x}{0,785W}}$$



## **2. Thấp đĩa (thấp mâm) (45 phút):**

Thấp đĩa được ứng dụng rất nhiều trong kỹ thuật hóa học. Trong thấp đĩa khí hơn phân tán qua các lớp chất lỏng chuyển động chậm từ trên xuống dưới, sự tiếp xúc pha riêng biệt trên các đĩa. So với thấp đệm thì thấp đĩa phức tạp hơn do khó làm hơn và tốn kim loại hơn.

Chia thấp đĩa(mâm) ra làm hai loại có ống chảy chuyển, khí và lỏng chuyển động riêng biệt từ đĩa nọ sang đĩa kia và không có ống chảy chuyển, khí và lỏng chuyển động từ đĩa nọ sang đĩa kia theo cùng một lỗ hay rãnh. Trong thấp đĩa có thể phân ra như sau thấp chóp, thấp đĩa lưới...

## **3. Khái niệm hấp phụ (90 phút)**

Hấp phụ là quá trình hút khí (hơi) hay chất lỏng bằng bề mặt chất rắn xốp. Chất khí hay hơi bị hút gọi là chất bị hấp phụ, chất rắn xốp dùng để hút khí hay hơi gọi là chất hấp phụ và những khí không bị hấp phụ gọi là khí trơ.

Tùy theo đặc trưng của quá trình mà chúng ta phân biệt các loại hấp phụ sau đây:

Hấp phụ hoá học là hấp phụ có kèm theo phản ứng hoá học giữa chất hấp phụ và chất bị hấp phụ.

Trong phạm vi giáo trình này chúng ta không xét đến hấp phụ hoá học.

Hấp phụ không kèm theo phản ứng hoá học bao gồm hấp phụ lý học và hấp phụ kích động.

Hấp phụ lý học có những đặc điểm sau:

1. Lực hấp phụ là lực Vandecvan, tức là lực kéo tương hỗ giữa các phân tử. Vì thế hấp phụ lý học còn được gọi là hấp phụ Vandecvan;
2. Quá trình là thuận nghịch hoàn toàn, cân bằng đạt tức thời;
3. Nhiệt tỏa ra không đáng kể;
4. Có thể là hấp phụ một lớp hay hấp phụ nhiều lớp.

Hấp phụ kích động có những đặc điểm sau:

1. Tạo thành hợp chất đặc biệt trên bề mặt chất hấp phụ gọi là hợp chất bề mặt;
2. Quá trình xảy ra rất chậm, để đạt được cân bằng phải có thời gian lâu có khi cần đến hàng ngày;
3. Cần kích thích để tăng tốc độ (ánh sáng, nhiệt);
4. Tỏa nhiệt lớn tương đương với nhiệt phản ứng;
5. Rất khó nhả;

Ngoài các loại hấp phụ trên còn có ngưng tụ mao quản. Trong trường hợp này hơi ngưng tụ vào các lỗ nhỏ của chất hấp phụ xốp.

Chú ý rằng trong thực tế tất cả các loại hấp phụ trên đều có thể xảy ra đồng thời, nhưng tùy điều kiện thực tế mà loại này hay loại khác chiếm ưu thế hơn.

Quá trình hấp phụ được ứng dụng để:

1. Làm sạch và sấy khí. Khi làm sạch và sấy khí thường chất bị hấp phụ thường không có giá trị. Ví dụ làm sạch amoniac trước khi oxy hoá, làm sạch  $H_2$  trước khi hydro hoá, làm sạch không khí trong bộ phận chống khí độc, làm sạch không khí để khử mùi.
2. Tách những hỗn hợp khí hay hơi thành những cấu tử. Khi tách các hỗn hợp thì chất bị hấp phụ thường là chất quý. Muốn thu được các khí đó thì sau khi hấp phụ ta phải tiến hành quá trình nhả và tiếp theo là ngưng tụ. Ví dụ như thu hồi dung môi dễ bay hơi, lấy hơn xăng ra khỏi khí tự nhiên, tách hỗn hợp cacbua hydro từ các chất riêng biệt.
3. Tiến hành quá trình xúc tác không đồng thể trên bề mặt phân chia pha. Trong trường hợp này chất hấp phụ là chất xúc tác. Ví dụ quá trình oxy hóa  $NH_3$  thành oxynitơ trên bề mặt bạch kim, oxy hóa  $SO_2$  thành  $SO_3$  trên bề mặt bạch kim hay oxyt vanadium.

Như vậy, ta thấy rằng trừ mục đích thứ 3, hai mục đích đầu giống như mục đích của hấp thụ nhưng phạm vi sử dụng hai phương pháp hấp thụ và hấp phụ khác nhau.

#### **4. Chất hấp phụ (45 phút)**

Yêu cầu căn bản của chất hấp phụ là bề mặt riêng phải lớn. Hiện tại người ta hay dùng than hoạt tính và silicagel để làm chất hấp phụ.

##### **a. Than hoạt tính.**

Nguyên liệu để làm than hoạt tính là những vật liệu có chứa cacbon, than bùn, xương động vật...

Tính chất của than hoạt tính phụ thuộc vào tính chất của nguyên liệu đầu vào, điều kiện hoạt hóa. Than hoạt tính có thể dùng ở dạng bột ( $50 \div 200 \mu$ ) hay dạng hạt kích thước 1-7mm. Bề mặt hoạt động biểu diễn bằng  $m^2/g$ . Một gam than hoạt tính có thể đạt từ  $600 \div 1700 m^2$ .

Than hoạt tính là một chất hấp phụ rất tốt, nó được ứng dụng chủ yếu trong thu hồi dung môi hữu cơ và để làm sạch khí.

Nhược điểm của than hoạt tính là dễ cháy ở nhiệt độ cao, thường không dùng than hoạt tính ở nhiệt độ lớn hơn  $200^\circ C$ . Để khắc phục nhược điểm đó người ta trộn silicaghen với than hoạt tính của than.

##### **b. Silicaghen:**

Silicagen là axit xilic kết tủa khi cho tác dụng  $H_2SO_4$ , hay HCl hay là muối của chúng với silicat natori kết tủa đó đem rửa sạch và sấy ở nhiệt độ  $115\div 130^{\circ}C$  đến độ ẩm  $5\div 7\%$ . Silicagen được ứng dụng ở dạng hạt kích thước từ  $0,2\div 7mm$ . Bề mặt riêng đạt đến  $600m^2/g$ . Ứng dụng chủ yếu của silicagen là để sấy khí (hút hơi nước trong hỗn hợp khí).

### c. Hoạt độ và chất hấp phụ.

Hoạt độ là đặc trưng căn bản của của chất hấp phụ. Ta phân biệt hai loại hoạt độ: hoạt độ tĩnh và hoạt độ động.

a) *Hoạt độ tĩnh.* Hoạt độ tĩnh là lượng chất bị hấp phụ do một đơn vị thể tích hay một đơn vị khối lượng chất hấp phụ hút được ở nhiệt độ và nồng độ nhất định của chất bị hấp phụ cho đến khi đạt được cân bằng.

b) *Hoạt độ động.* Hoạt độ động thường tính bằng thời gian hơn là tính bằng lượng vật chất thu được. Đó là khoảng thời gian kể từ khi cho hỗn hợp khí đi qua lớp chất hấp phụ đến khi phía đằng sau lớp hấp phụ có xuất hiện chất bị hấp phụ trong pha khí đi ra.

Đối với than hoạt tính thì hoạt độ động bằng  $85\div 95\%$  hoạt độ tĩnh, đối với silicagen thì hoạt độ động bằng  $60\div 70\%$  hoạt độ tĩnh.

## V. TỔNG KẾT BÀI

- Thiết bị sử dụng trong quá trình hấp thu bao gồm thiết bị dạng đĩa hay mâm hoặc thiết bị dạng đệm hay chêm.
- Tương tự như qua trình hấp thu quá trình hấp phụ đóng vai trò rất lớn trong quá trình khử màu, khử mùi các hợp chất hóa học nói chung.

## VI. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP VỀ NHÀ

1. Đánh giá sự khác, giống nhau giữa quá trình hấp thu và quá trình hấp phụ trên cơ sở bản chất truyền khối của quá trình.
2. Cấu tạo cơ bản và đầy đủ của một thiết bị hấp thu là gì?

## VII. RÚT KINH NGHIỆM (*Về thời gian, nội dung, phương pháp, chuẩn bị...*)

.....  
.....  
.....

Ngày.....tháng.....năm.....

**Tổ bộ môn duyệt**

**Giáo viên**

**Phạm Đình Đạt**

## I. TÊN BÀI GIẢNG: HẤP PHỤ VÀ CHỪNG

## II. MỤC TIÊU:

Người học nắm được kiến thức cơ bản về quá trình chưng, phân loại quá trình, cân bằng pha trong quá trình, các kiến thức về bản chất, vai trò và các thông số trong quá trình chưng gián đoạn. Đồng thời các thiết bị hoạt động trong quá trình hấp phụ.

## III. ĐỒ DÙNG VÀ PHƯƠNG TIỆN GIẢNG DẠY:

- Giáo trình Quá trình và thiết bị Truyền Khối.
- Máy chiếu overhead hoặc projector

## IV. NỘI DUNG BÀI GIẢNG

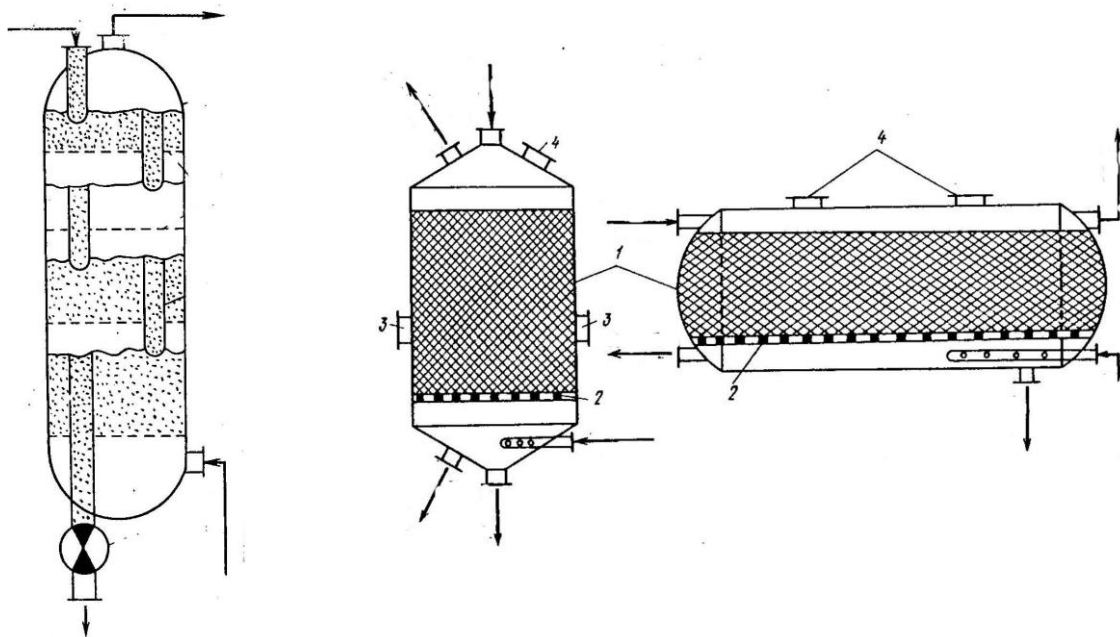
### 1. Thiết bị hấp phụ (60 phút)

#### a. Hấp phụ gián đoạn.

Hấp phụ gián có thể tiến hành theo 3 phương thức sau:

Phương pháp 4 giai đoạn: Hấp phụ - Rửa bằng hơi nước - Sấy chất hấp phụ bằng không khí nóng - Làm lạnh chất hấp phụ bằng không khí lạnh .

Phương pháp 3 giai đoạn: Hấp phụ - Rửa bằng cách đốt nóng than bằng khí tro (khí bị hấp thụ đi vào thiết bị ngưng tụ) sau đó cho hơi nước đi qua - Làm lạnh chất hấp phụ bằng không khí lạnh.



Phương pháp 2 giai đoạn: Cho hỗn hợp và không khí nóng đi qua chất hấp phụ ẩm và nóng (quá trình hấp phụ với quá trình sấy đồng thời tiến hành), tiếp theo là cho không

khí lạnh vào - Nhà bằng hơi nước than trở nên ẩm và nóng. Phương pháp này năng lượng tiêu tốn ít và năng suất cao.

## **b. Thiết bị tầng sôi**

Trong thời gian gần đây tầng sôi được áp dụng trong hấp phụ so với hấp phụ có lớp chất hấp phụ đứng yên thì hấp phụ tầng sôi có ưu điểm .

Vì chuyển động mạnh và trộn lẫn nên không có sự phân lớp chất hấp phụ giữa các hạt đã làm việc và các hạt chưa làm việc nghĩa là không có khu vực chết.

- Cũng do khuấy trộn mạnh nên nhiệt độ phân bố đều trong lớp chất hấp phụ do đó tránh được hiện tượng quá nhiệt
- Trở lực nhỏ, năng suất lớn.
- Dễ vận chuyển trong dây truyền sản xuất.
- Đồng thời hấp phụ tầng sôi có nhược điểm sau:
- Vì có sự trộn lẫn các hạt chưa làm việc và các hạt đã hấp phụ rồi nên động lực của quá trình giảm. Hạt chóng mòn, đòi hỏi hạt có độ bền cơ học cao.

## **2. Định nghĩa và phân loại (30 phút):**

Chưng là phương pháp dùng để tách các hỗn hợp chất lỏng cũng như các hỗn hợp khí lỏng thành các cấu tử riêng biệt dựa vào độ bay hơi khác nhau của các cấu tử trong hỗn hợp (nghĩa là khi ở cùng một nhiệt độ, áp suất hơi của các cấu tử khác nhau). Trong trường hợp đơn giản nhất thì chưng và cô đặc hầu như không khác nhau. Tuy nhiên giữa chúng có ranh giới căn bản: trong trường hợp chưng thì dung môi và chất tan đều bay hơi, trường hợp cô đặc thì chỉ có dung môi bay hơi còn chất tan không bay hơi.

Khi chưng ta thu được nhiều sản phẩm và thường bao nhiêu cấu tử ta sẽ được bấy nhiêu sản phẩm. Đối với trường hợp hai cấu tử ta có: sản phẩm đỉnh gồm các cấu tử có độ bay hơi lớn và một phần rất ít cấu tử có độ bay hơi bé còn sản phẩm đáy gồm cấu tử có độ bay hơi bé và một phần rất ít cấu tử có độ bay hơi lớn .

Trong sản xuất ta thường gặp các phương pháp chưng sau đây:

- Chưng đơn giản: Dùng để tách các hỗn hợp gồm có các cấu tử có độ bay hơi rất khác nhau. Phương pháp này thường dùng để tách sơ bộ và làm sạch các cấu tử khỏi tạp chất.
- Chưng bằng hơi nước trực tiếp: Dùng để tách các hỗn hợp gồm các chất khó bay hơi và tạp chất không bay hơi, thường được ứng dụng trong trường hợp chất được tách không tan vào nước.

- Chung chân không: Dùng trong trường hợp cần hạ thấp nhiệt độ sôi của cấu tử. Ví dụ như trường hợp các cấu tử trong hỗn hợp dễ bị phân hủy ở nhiệt độ cao hay trường hợp các cấu tử có nhiệt độ sôi quá cao.
- Chung cất: Chung cất là phương pháp phổ biến nhất dùng để tách hoàn toàn hỗn hợp các cấu tử dễ bay hơi có tính chất hoà tan một phần hoặc hoà tan hoàn toàn vào nhau.

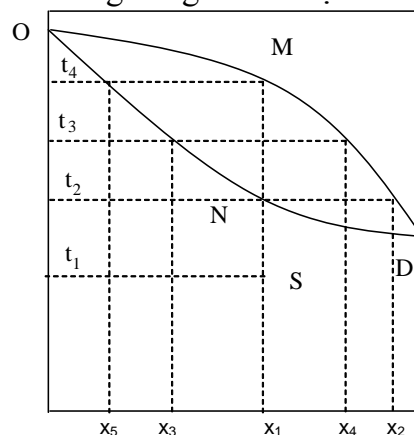
### 3. Cân bằng pha quá trình chưng cất (45 phút):

Dung dịch lý tưởng là dung dịch mà trong đó lực liên kết giữa các phân tử cùng loại và lực liên kết giữa các phân tử khác loại bằng nhau, khi đó các cấu tử hoà tan vào nhau theo bất cứ tỉ lệ nào. Cân bằng giữa lỏng và hơi hoàn toàn tuân theo định luật Raoult.

Dung dịch thực là những dung dịch không hoàn toàn tuân theo định luật Raoult, sự sai lệch với định luật Raoult là dương, nếu lực liên kết giữa các phân tử khác loại nhỏ hơn lực liên kết giữa các phân tử cùng loại, sai lệch là âm nếu lực liên kết giữa các phân tử khác loại lớn hơn lực liên kết giữa các phân tử cùng loại.

Trường hợp chất lỏng hoà tan vào nhau theo bất cứ tỉ lệ nào thì áp suất hơi của mỗi cấu tử sẽ giảm đi và áp suất chung của hỗn hợp, nhiệt độ sôi của hỗn hợp cũng như thành phần của cấu tử trong hơi không phải là một hằng số mà thay đổi theo thành phần của cấu tử trong dung dịch. Đường cong OMD là đường nối liền các điểm biểu diễn cho thành phần hơi cân bằng với x. Đường này gọi là đường ngưng tụ. Đường cong OND là đường nối liền các điểm ứng với thành phần x. đường này gọi là đường cong sôi.

Khu vực phía trên đường OMD là khu vực hơi, khu vực dưới đường cong OND là khu vực lỏng, khu vực ở giữa hai đường cong là khu vực hỗn hợp hơi lỏng.



Hình 3.3 Biểu diễn quá trình chưng cất

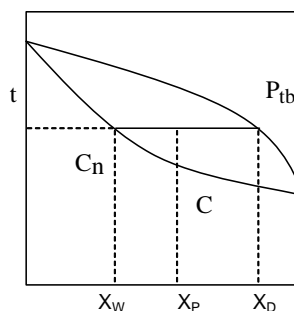
Ví dụ; ta có hỗn hợp lỏng, có thành phần  $x_1$  và nhiệt độ  $t_1$  (điểm S). đun nóng hỗn hợp đến nhiệt độ  $t_2$  (điểm N) khi đó sẽ suất hiện thành phần hơi  $x_2$  cân bằng với lỏng. Ta tiếp tục tăng dần nhiệt độ thì lượng hơi trong hỗn hợp sẽ tăng lên, lượng lỏng giảm đi. Nếu quá trình ngưng lại ở  $t_1$  ta thu được hỗn hợp hơi có thành phần  $x_4 < x_1$ ; nếu ngưng tụ toàn bộ hỗn hợp hơi ta sẽ được hỗn hợp lỏng có thành phần của cấu tử dễ bay hơi là  $x_4$ ,

bằng cách làm như vậy ta đã tách hỗn hợp lỏng có nồng độ  $x$  thành hai hỗn hợp lỏng có nồng độ giàu cấu tử dễ bay hơi ( $x_4$ ) và giàu cấu tử khó bay hơi ( $x_3$ ). Cứ như vậy, nếu ta tiếp tục cho bốc hơi một phần hỗn hợp lỏng có  $x_1$  và ngưng tụ lại ta được sản phẩm có nồng độ chất dễ bay hơi cao hơn tùy theo yêu cầu. Cần phải nói rằng, phương pháp chung này không phải chỉ ứng dụng cho hỗn hợp hai cấu tử mà có thể ứng dụng cho cả hỗn hợp nhiều cấu tử (khi độ bay hơi của các cấu tử khác nhau)

#### 4. Chung đơn giản (45 phút):

##### 1. Nguyên tắc và sơ đồ chung đơn giản.

Trong quá trình chưng đơn giản hơi được lấy ra ngay và cho ngưng tụ. Ví dụ lúc đầu dung dịch có thành phần biểu thị ở điểm C, khi đun đến nhiệt độ sôi hơi bốc lên có thành phần ứng với điểm p vì trong hơi khi nào cũng có nhiều cấu tử dễ bay hơi hơn trong lỏng cho nên trong thời gian chưng thành phần lỏng sẽ chuyển dần về phía cấu tử khó bay hơi.



Cuối cùng ta có chất lỏng còn lại trong nồi chưng với thành phần là  $C_n$  và thu được hỗn hợp hơi  $P, P_1, P_2, \dots, P_n$  thành phần trung bình của hỗn hợp hơi biểu thị ở điểm  $P_{tb}$ . Dung dịch được cho vào nồi chưng. Hơi tạo thành vào thiết bị ngưng tụ. Sau khi ngưng tụ và làm lạnh đến nhiệt độ cần thiết chất lỏng đi vào các thùng chứa. Thành phần chất lỏng ngưng luôn luôn thay đổi. Sau khi đã đạt được yêu cầu chưng, chất lỏng còn lại trong nồi được tháo ra. Chung đơn giản được ứng dụng cho những trường hợp sau:

- Khi nhiệt độ sôi của hai cấu tử khác nhau xa:
- Khi không đòi hỏi sản phẩm có độ tinh khiết cao:
- Tách hỗn hợp lỏng ra khỏi tạp chất không bay hơi :
- Tách sơ bộ hỗn hợp nhiều cấu tử :

##### 2. Tính toán quá trình chưng đơn giản.

Lượng hỗn hợp đầu là  $\bar{F}$  kg, thành phần cấu tử dễ bay hơi trong hỗn hợp đầu  $\bar{x}_F$ .

Tại một thời điểm bất kỳ lượng chất lỏng trong nồi chưng là  $\bar{W}$  với nồng độ là  $\bar{x}$ . Khi bốc hơi một lượng vô cùng nhỏ  $d\bar{W}$  thì nồng độ trong nồi sẽ giảm đi một lượng  $d\bar{W}$  và lượng chất lỏng còn lại trong nồi là  $\bar{W} - d\bar{W}$ . Như vậy lượng cấu tử dễ bay hơi trong nồi tại thời điểm đang xét là:  $(\bar{W} - d\bar{W})(\bar{x} - d\bar{x})$  và lượng cấu tử dễ bay hơi chuyển vào pha hơi là:  $\bar{y}d\bar{W}$

Phương trình cân bằng vật liệu đối với cấu tử dễ bay hơi ở thời điểm đang xét là:

$$\bar{W}\bar{x} = (\bar{W} - d\bar{W})(\bar{x} - d\bar{x}) - \bar{y}d\bar{W} \text{ hay là } \bar{W}\bar{x} = \bar{W}\bar{x} - \bar{x}d\bar{W} - \bar{W}d\bar{x} + d\bar{W}d\bar{x} + \bar{y}d\bar{W}$$

Lượng  $dWd\bar{x}$  rất bé ta bỏ qua đơn giản đi ta có:  $\frac{d\bar{W}}{\bar{W}} = \frac{d\bar{x}}{y-\bar{x}} \rightarrow \int_w^F \frac{d\bar{W}}{\bar{W}} = \int_{x_w}^{\bar{x}_F} \frac{d\bar{x}}{y-\bar{x}}$

Tính toán theo phương pháp đồ thị như sau: tính các giá trị  $\frac{1}{y-\bar{x}}$  và đặt trên các giá trị

$\bar{x}$  trên trục hoành. Nối tất cả các điểm ta sẽ được một đường cong. Diện tích giới hạn bởi đường cong và  $\bar{x}_w, \bar{x}_F$  đó là S từ đó:  $\ln \frac{F}{W} = S$

### 5. Hướng dẫn giải bài tập (45 phút):

- Các bước tiến hành bài toán.
- Công thức sử dụng.
- Một số sai sót mắc phải khi tiến hành tính toán bài toán.
- Kết quả xử lý.
- Yêu cầu chung khi tiến hành bài toán cho chính xác.

### V. TỔNG KẾT BÀI

- Quá trình chưng cất là quá trình phân tách hỗn hợp nhờ sự bay hơi khác nhau của các cấu tử trong hỗn hợp.
- Chưng gián đoạn là quá trình là quá trình mà sản phẩm đỉnh cho lấy ra liên tục và nồng độ thay đổi theo thời gian..

### VI. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP VỀ NHÀ

- Đánh giá, khảo sát về cấu tạo, hoạt động và làm việc của các thiết bị hấp phụ và lựa chọn thiết bị phù hợp.
- Yêu cầu về hoạt động, tính toán của quá trình chưng đơn giản.

### VII. RÚT KINH NGHIỆM (Về thời gian, nội dung, phương pháp, chuẩn bị...)

.....  
 .....  
 .....

Ngày.....tháng.....năm.....

**Tổ bộ môn duyệt**

**Giáo viên**

**Phạm Đình Đạt**



**I. TÊN BÀI GIẢNG: CHUNG CÁT****II. MỤC TIÊU:**

Người học nắm được kiến thức về sơ đồ hệ thống, làm việc cân bằng vật chất trong quá trình chưng cất và việc tính toán các thông số, đánh giá quá trình chưng cất.

**III. ĐỒ DÙNG VÀ PHƯƠNG TIỆN GIẢNG DẠY:**

- Giáo trình Quá trình và thiết bị Truyền Khối.
- Máy chiếu overhead hoặc projector

**IV. NỘI DUNG BÀI GIẢNG****1. Sơ đồ hệ thống và nguyên tắc quá trình chưng luyện (60 phút):**

Hơi đi dưới lên qua các lỗ của đĩa, chất lỏng chảy từ trên xuống dưới theo các ống chảy chuyển. Nồng độ các cấu tử thay đổi theo chiều cao của tháp, nhiệt độ sôi cũng thay đổi tương ứng với sự thay đổi nồng độ.

Trên đĩa 1 chất lỏng chứa cấu tử dễ bay hơi nồng độ  $x_1$ , hơi bốc lên từ đĩa đó có nồng độ cân bằng với  $x_1$  là  $y_1$ , trong đó  $y_1 > x_1$ , hơi đó qua các lỗ đi lên đĩa 2 tiếp xúc với chất lỏng ở đó. Nhiệt độ của đĩa 2 thấp hơn đĩa 1 cho nên một phần hơi được ngưng lại, do đó nồng độ  $x_2$  là  $x_2 > x_1$ . Hơi bốc lên từ đĩa 2 có nồng độ tương ứng cân bằng với  $x_2$  là  $y_2$ . Hơi từ đĩa 2 lên đĩa 3 và nhiệt độ ở đĩa 3 thấp hơn, hơi ngưng tụ lại một phần, do đó chất lỏng trên đĩa 3 có nồng độ  $x_3 > x_2$

Trên mỗi đĩa xảy ra quá trình chuyển khối giữa pha lỏng và pha hơi. Do đó một phần cấu tử dễ bay hơi chuyển từ pha lỏng vào pha hơi và một phần ít hơn chuyển từ pha hơi vào pha lỏng, lặp lại nhiều lần bốc hơi và ngưng tụ như vậy, hay nói một cách khác, với một số đĩa tương ứng, cuối cùng ở trên đỉnh tháp ta thu được cấu tử dễ bay hơi ở dạng nguyên chất và ở đáy tháp ta thu được cấu tử khó bay hơi ở dạng nguyên chất.

Theo lý thuyết thì mỗi đĩa của tháp là một bậc thay đổi nồng độ: thành phần hơi khi rời khỏi đĩa bằng thành phần cân bằng với chất lỏng khi đi vào đĩa. Do đó theo lý thuyết thì số đĩa bằng số bậc thay đổi nồng độ. Thực tế thì ở trên mỗi đĩa quá trình chuyển khối giữa 2 pha thường không đạt được cân bằng

Để đơn giản ta thừa nhận.

- Số mol của pha hơi đi từ dưới lên bằng nhau trong tất cả tiết diện của tháp.
- Hỗn hợp đầu vào tháp ở nhiệt độ sôi.
- Chất lỏng nhưng trong thiết bị ngưng có thành phần bằng thành phần hơi ra khỏi đỉnh tháp.

- Đun sôi ở đáy tháp bằng hơi đốt gián tiếp.
- Số mol chất lỏng không đổi theo chiều cao của đoạn cất và chưng.

## 2. Cân bằng vật chất (45 phút):

Phương trình cân bằng cho toàn tháp.

$$F = W + D \quad (3.13)$$

$$F x_F = W x_W + D x_D \quad (3.14)$$

Trong đó:

- F, W, D - suất lượng nhập liệu, sản phẩm đáy và đỉnh, kmol/h
- $x_F$ ,  $x_W$ ,  $x_D$  - phần mol của cấu tử dễ bay hơi trong nhập liệu, sản phẩm đáy và đỉnh.

**Phương trình đường nồng độ làm việc của đoạn cất.**

$$y = \frac{R}{R+1} x + \frac{x_D}{R+1} \quad (3.16)$$

Với  $R = \frac{G_x}{D}$  là chỉ số hồi lưu của tháp

G<sub>x</sub>- lượng lỏng được hồi lưu, kmol/h

**Phương trình đường nồng độ làm việc của đoạn chưng.**

$$y = \frac{L+R}{R+1} x - \frac{L-1}{R+1} x_W \quad (3.17)$$

$L = \frac{F}{D}$ , lượng hỗn hợp nhập liệu so với sản phẩm đỉnh

## 3. Xác định số đĩa lý thuyết (60 phút):

- Xác định chỉ số hồi lưu thích hợp
- Vẽ đường cân bằng và các đường làm việc.
- Giá trị R<sub>min</sub> có thể xác định theo đồ thị. Từ đồ thị hình 3-9 ta thấy :

$$A = \operatorname{tg} \varphi = \frac{R_{x \min}}{R_{x \min} + 1} = \frac{y_D - y_F^*}{x_D - x_F} = \frac{x_D - y_F^*}{x_D - x_F}; R_{x \min} = \frac{x_D - y_F^*}{y_F^* - x_F}$$

Nếu gọi R<sub>x</sub> là chỉ số hồi lưu thích hợp ta có :  $R_x = b R_{x \min}$

Vấn đề là chúng ta xác định lượng R sao cho thích hợp với điều kiện kinh tế và kỹ thuật, nếu lượng R quá bé thì tháp vô cùng cao, điều này khó thực hiện, nếu lượng hồi lưu lớn thì thiết bị có thấp đi nhưng đường kính lại to và sản phẩm đỉnh thu chẳng bao nhiêu.

- Xác định số mâm lý thuyết

## 6. Hướng dẫn giải bài tập (60 phút):

- Các bước tiến hành bài toán.
- Công thức sử dụng.

- Một số sai sót mắc phải khi tiến hành tính toán bài toán.
- Kết quả xử lý.
- Yêu cầu chung khi tiến hành bài toán cho chính xác.

## V. TỔNG KẾT BÀI

- Sơ đồ quá trình chung cất cò nhiều dạng khác nhau nhưng vẫn phải đảm bảo bộ phận quan trọng nhất là nồi đun, tháp chưng, thiết bị ngưng tụ.
- Yêu cầu tính toán, xác định thông số quá trình chung cất như: nồng độ, lưu lượng các dòng, số mâm lý thuyết và chỉ số hồi lưu, nhiệt độ nhập liệu.

## VI. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP VỀ NHÀ

1. Tháp chưng cất liên tục dưới áp suất thường sản xuất 300kg/h axit acetic với nồng độ 70% mol. Nhập liệu vào với nồng độ 29% mol. Sản phẩm đỉnh là nước chứa 7% mol axit acetic. Hệ số hoàn lưu là 4. Số mâm thực tương ứng với một bậc thay đổi nồng độ là 2. Tháp được gia nhiệt bằng hơi bão hòa khô. Xác định số mâm thực của tháp
2. Tháp chưng cất hỗn hợp bezen - toluen. Nhập liệu là 3000kg/h nồng độ 30% molbenzen sản phẩm đỉnh thu được chứa 5% mol toluen. Sản phẩm đáy chứa 95% toluen. Tính suất lượng các dòng sản phẩm(kmol/h) và lượng hơi đi vào thiết bị hoàn lưu biết tỉ số hoàn lưu bằng hai lần tỉ số hoàn lưu tối thiểu tính

## VII. RÚT KINH NGHIỆM (*Về thời gian, nội dung, phương pháp, chuẩn bị...*)

.....  
 .....  
 .....

Ngày.....tháng.....năm.....

**Tổ bộ môn duyệt**

**Giáo viên**

**Phạm Đình Đạt**

**I. TÊN BÀI GIẢNG: CHUNG CÁT VÀ TRÍCH LY**

**II. MỤC TIÊU:**

Người học nắm được kiến thức về cân bằng năng lượng trong quá trình chung cát và việc tính toán các thông số, đánh giá quá trình chung cát. Đồng thời các kiến thức về bản chất, phân loại quá trình trích ly.

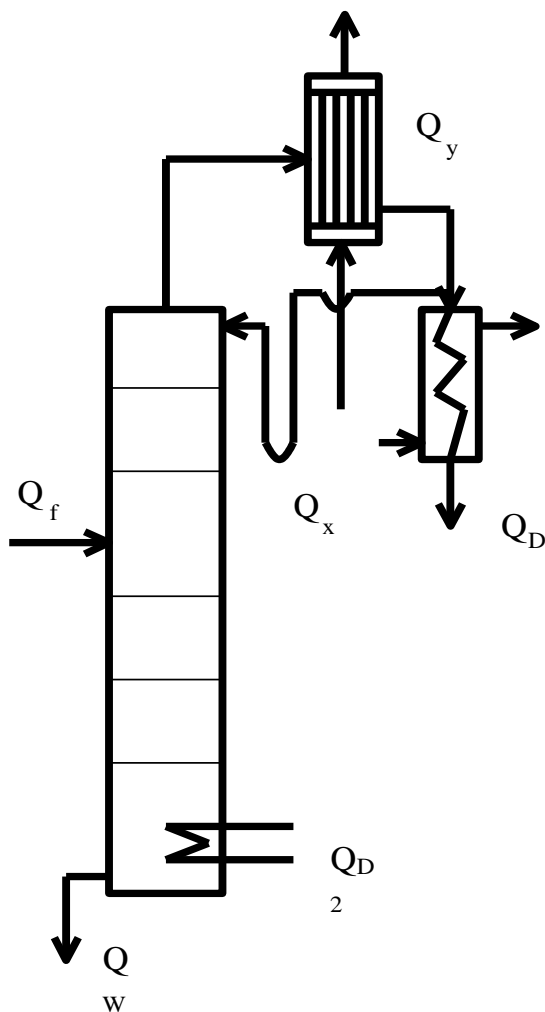
**III. ĐỒ DÙNG VÀ PHƯƠNG TIỆN GIẢNG DẠY:**

- Giáo trình Quá trình và thiết bị Truyền Khối.
- Máy chiếu overhead hoặc projector

**IV. NỘI DUNG BÀI GIẢNG**

**1. Cân bằng năng lượng (90 phút):**

**a). Cân bằng nhiệt lượng của thiết bị đun nóng.**



$$Q_{D1} + Q_f = Q'_f = Q_m. \tag{3.31}$$

$Q_{D1}$  - nhiệt lượng do hơi đốt mang vào.

$$Q_{D1} = D_1 r. \tag{3.32}$$

$D_1$  - lượng hơi đốt, kg/s.

$r$  - ẩn nhiệt hoá hơi của hơi đốt, J/kg.

$Q_f$  - nhiệt lượng do dung dịch đầu mang vào, W;

$$Q_f = F c_f \cdot t_f \quad W \tag{3.33}$$

Trong đó :  $F$  - lượng hỗn hợp đầu, kg/s;

$c_f$  - nhiệt dung riêng của hỗn hợp đầu, J/kgđộ;

$t_f$  - nhiệt độ đầu của hỗn hợp, °C

$Q'_f$  - nhiệt lượng do hỗn hợp mang ra khỏi thiết bị và đi vào tháp chưng. W.

$$Q'_f = F C'_f t'_f \cdot W \tag{3.34}$$

trong đó:  $C'_f$  - nhiệt dung riêng của hỗn hợp, J/kgđộ.

$t'_f$  - nhiệt độ của dung dịch, °C.

$Q_m$  - nhiệt mất ra khỏi môi trường xung quanh. W. ta có thể lấy  $Q_m$  bằng 5%

$Q_{D1}$  .thay các giá trị tính

$$D_1 = \frac{F(C_f t_f' - C_f t_f)}{0,95r} \text{ kg/s} \quad (3.35)$$

**b)- Cân bằng nhiệt của tháp.** (xem hình 3.11)

$$Q_f' + Q_{D_2} + Q_x = Q_n + Q_w + Q_m. \quad (3.36)$$

$$D_2 = \frac{Q_n + Q_w + Q_m - Q_f'}{r} \text{ kg/s} \quad (3.37)$$

Trong đó:  $Q_m$  nhiệt mất mát ra môi trường xung quanh, W.

$Q_n$  nhiệt do hơi mang ra, W.

$$Q_n = D(1 + R_x), \text{ W} \quad (3.38)$$

D lượng sản phẩm đỉnh, kg/s.

$R_x$  chỉ số hồi lưu thích hợp.

$\lambda$  - nhiệt lượng riêng của hỗn hợp

$\lambda_1, \lambda_2$ : Nhiệt lượng riêng của các cấu tử trong hỗn hợp, J/kg.

$a_1, a_2$  - nồng độ các cấu tử trong hỗn hợp %khối lượng.

$Q_w$  - nhiệt do sản phẩm đáy mang ra, W.

$$Q_w = t_w C_w W. \quad (3.39)$$

W lượng sản phẩm đáy, kg/s

$C_w$  - nhiệt dung riêng của sản phẩm đáy, J/kgđộ

$t_w$  nhiệt độ sản phẩm đáy, °C

$Q_m$  - nhiệt mất mát ra môi trường xung quanh, lấy bằng 5%  $Q_{D_2}$

$Q_x$  nhiệt lượng do môi trường bên ngoài mang vào. W

$$Q_x = R_x D C_x t_x \quad (3.40)$$

$C_x$  nhiệt dung riêng của chất lỏng hồi lưu. J/kgđộ

$T_x$  nhiệt độ của chất lỏng hồi lưu, °C

$Q_f$  xác định theo công thức 3.34

**c) Cân bằng nhiệt lượng của thiết bị ngưng tụ.**

Nếu chỉ ngưng tụ hồi lưu

$$DR_x r = G_1 C_1 (t_2 - t_1) \quad (3.41)$$

Từ đây ta có lượng nước lạnh tiêu tốn là :

$$G_1 = \frac{DR_x r}{C_1 (t_2 - t_1)} \text{ kg/s} \quad (3.42)$$

$C_1$  - nhiệt dung riêng của nước ở nhiệt độ trung bình  $t_{tb} = 0,5(t_1 + t_2)$

R - ẩn nhiệt hoá hơi J/kg

$t_1, t_2$  - nhiệt độ vào và ra của nước, °C

nếu ngưng tụ hoàn toàn ta có :

$$P(1+Rx)r=G_2C_1(t_2-t_1) \quad (3.43)$$

do đó lượng nước tiêu tốn là

$$G= \frac{D(1+Rx)r}{C_1(t_2-t_1)} \text{ kg/s} \quad (3.44)$$

#### ***d) Cân bằng nhiệt lượng của thiết bị làm lạnh.***

Nếu là trường hợp ngưng tụ hồi lưu.

$$D[r + C(t_2' - t_1')] \\ D(t_2' - t_1')C = G_1C_1(t_2 - t_1) \quad (3.45)$$

Trong đó, ngoài các đại lượng đã biết ;

C – nhiệt dung riêng của sản phẩm định J/kgđộ

$t_1, t_2$  nhiệt độ đầu và cuối của sản phẩm định, °C

$G_0, G_t$  lượng nước lạnh tiêu tốn trong hai trường hợp, kg/s

### **2. Hướng dẫn giải bài tập (45 phút):**

- Các bước tiến hành bài toán.
- Công thức sử dụng.
- Một số sai sót mắc phải khi tiến hành tính toán bài toán.
- Kết quả xử lý.
- Yêu cầu chung khi tiến hành bài toán cho chính xác.

### **3. Khái niệm chung về trích ly (30 phút):**

Trích ly là quá trình rút chất hòa tan trong chất lỏng hay chất rắn bằng một chất lỏng khác. Khi trích ly chất hòa tan trong chất lỏng gọi là trích ly chất lỏng, còn khi trích ly chất hòa tan trong chất rắn gọi là trích ly chất rắn.

Quá trình trích ly được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp hóa học, thực phẩm cũng như trong ngành dược. Ví dụ tách axit acetic, dầu thực, động vật...

Đối với bất cứ chất lỏng hay rắn nào vấn đề chọn dung môi cho thích hợp là một vấn đề cần thiết. Tính chất cần bản không thể thiếu được là tính hòa tan có chọn lọc nghĩa là dung môi phải hòa tan tốt chất cần tách mà không hòa tan hoặc hòa tan rất ít các cấu tử khác. Ngoài ra đối với dung môi để trích ly chất lỏng thì khối lượng riêng của nó phải khác xa với khối lượng riêng của dung dịch.

Khi trích ly để thu được cấu tử nguyên chất ta cần tách dung môi ra, thường ta tách bằng phương pháp chưng cất, vì thế để đạt được yêu cầu tiết kiệm nhiệt lượng trong khi hoàn nguyên ta cần chọn dung môi có nhiệt dung bé. Ngoài ra còn phải có tính chất

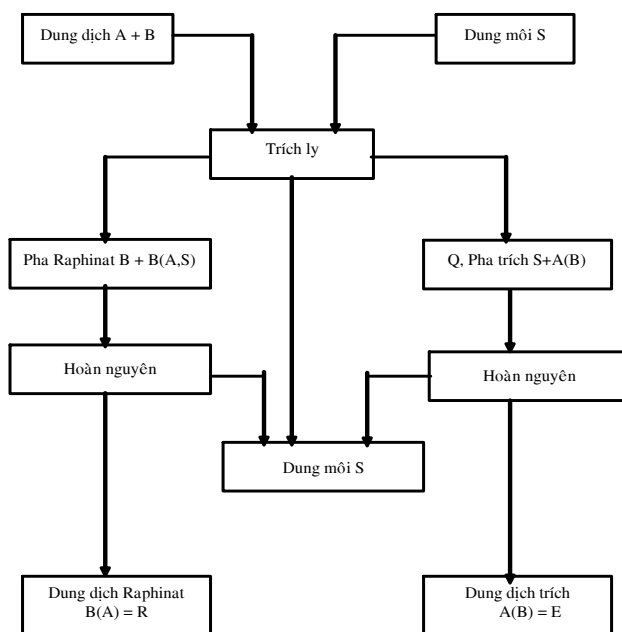
thông thường khác như: không độc, không ăn mòn thiết bị, không có tác dụng hóa học với các cấu tử trong hỗn hợp, rẽ tiên, dễ kiểm...

#### 4. Sơ đồ trích ly (60 phút).

Được tiến hành qua ba giai đoạn sau:

1. Giai đoạn trộn lẫn hai lưu thể: Dung môi và dung dịch, cấu tử phân bố chuyển từ dung dịch vào dung môi. Quá trình di chuyển vật chất cho đến đạt được cân bằng giữa hai pha.
2. Giai đoạn tách hai pha ra, hai pha này phân lớp và tách ra dễ dàng, một pha gọi là dung dịch trích gồm dung môi và cấu tử phân bố một pha gọi là raphinat gồm phần còn lại của dung dịch, thường thì các cấu tử trong dung dịch và dung môi đều ít nhiều có tan lẫn vào nhau, vì thế trong hai pha thường là có cả ba cấu tử.
3. Giai đoạn hoàn nguyên dung môi: tách cấu tử phân bố ra khỏi dung môi.

Sơ đồ nguyên tắc của quá trình trích ly có thể biểu thị ở hình dưới đây:



Tách hỗn hợp lỏng bằng phương pháp trích ly phức tạp hơn chưng cất nhiều. Nhưng trong nhiều trường hợp thì trích ly chiếm ưu thế tuyệt đối hoặc là chỉ có trích ly mới có khả năng tách hỗn hợp thành cấu tử được. Trích ly chất lỏng thường được ứng dụng trong các trường hợp sau:

1. Quá trình trích ly ở nhiệt độ thường cho nên có thể dùng để tách các chất dễ bị phân hủy ở nhiệt độ cao.
2. Trường hợp dung dịch tạo thành hỗn hợp đẳng phí và dung dịch gồm các cấu tử có độ bay hơi gần nhau.
3. Khi dung dịch qua loăng thì dùng trích ly tiết kiệm hơn là chưng cất.

## V. TỔNG KẾT BÀI

- Cân bằng năng lượng trong quá trình chưng cất phụ thuộc vào từng hệ thống chưng cất cụ thể nhưng chủ yếu là tình cân bằng vật chất cho toàn bộ các thiết bị phụ và thiết bị chính..
- Yêu cầu tính toán, xác định thông số quá trình chưng cất như: nồng độ, lưu lượng các dòng, số mâm lý thuyết và chỉ số hồi lưu, nhiệt độ nhập liệu.

## VI. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP VỀ NHÀ

1. Tháp chưng cất hỗn hợp bezen - toluen. Nhập liệu là 3000kg/h nồng độ 30% molbenzen sản phẩm đỉnh thu được chứa 5% mol toluen. Sản phẩm đáy chứa 95% toluen.

- Tính suất lượng các dòng sản phẩm đỉnh và đáy(kmol/h).
- Tỉ số hoàn lưu bằng hai lần tỉ số hoàn lưu tối thiểu tính lượng hơi đi vào thiết bị hoàn lưu
- Tính diện tích bề mặt trao đổi nhiệt và lượng nước cần dùng trong thiết bị ngưng tụ hoàn lưu biết nhiệt độ đầu của nước là 25<sup>0</sup>C cuối là 50<sup>0</sup>C, hệ số truyền nhiệt là 450W/m<sup>2</sup>.<sup>0</sup>C. Áp suất trong tháp là áp suất thường.

2. Tháp chưng cất hỗn hợp metylic - nước Nhập liệu là 5tấn/h nồng độ 32% mol metylic. Sản phẩm đỉnh thu được chứa 95% mol metylic. Sản phẩm đáy chứa 95% mol nước. Diện tích bề mặt trao đổi nhiệt là 56m<sup>2</sup>. Áp suất trong tháp là áp suất thường. Xác định:

- Suất lượng các dòng sản phẩm đỉnh và đáy(kmol/h).
- Lượng hơi đi vào thiết bị hoàn lưu biết tỉ số hoàn lưu bằng hai lần tỉ số hoàn lưu tối thiểu
- Lượng nước cần dùng trong thiết bị ngưng tụ hoàn lưu biết nhiệt độ của nước tăng lên là 15<sup>0</sup>C.
- Hệ số truyền nhiệt trong thiết bị ngưng tụ.

## VII. RÚT KINH NGHIỆM (Về thời gian, nội dung, phương pháp, chuẩn bị...)

.....  
.....  
.....

Ngày.....tháng.....năm.....

**Tổ bộ môn duyệt**

**Giáo viên**

**Phạm Đình Đạt**



## I. TÊN BÀI GIẢNG: TRÍCH LY VÀ KẾT TINH

## II. MỤC TIÊU:

Người học nắm được kiến thức về phương pháp thực hiện quá trình trích ly. Đồng thời các kiến thức về bản chất, phân loại quá trình kết tinh.

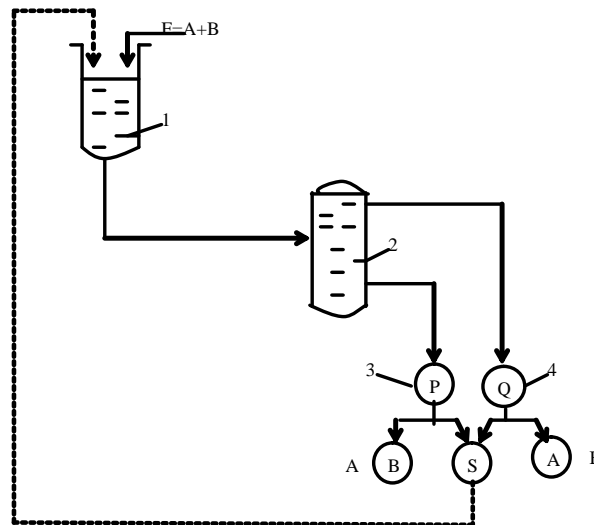
## III. ĐỒ DÙNG VÀ PHƯƠNG TIỆN GIẢNG DẠY:

- Giáo trình Quá trình và thiết bị Truyền Khối.
- Máy chiếu overhead hoặc projector

## IV. NỘI DUNG BÀI GIẢNG

### 1. Trích ly một bậc (30 phút)

Trong quá trình trích ly hỗn hợp đầu và dung môi S cho vào thiết bị có cánh khuấy 1 ở đây hỗn hợp và dung môi trộn lẫn nhau quá trình tiến hành cho tới trạng thái cân bằng sau đó hỗn hợp đi vào thiết bị lắng 2 để tách ra hai pha Q và P, tiếp theo là quá trình hoàn nguyên dung môi để thu dung dịch trích ly và dung dịch raffinat R. trong R chứa nhiều cấu tử B và ít A, ngược lại E chứa nhiều A và ít B



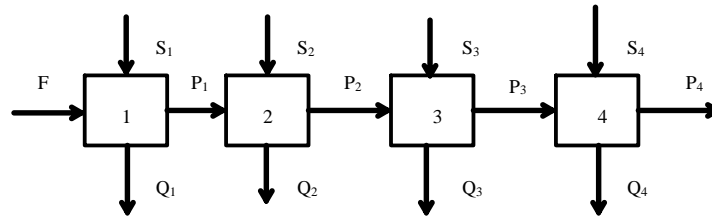
Phương pháp này ít dùng vì có nhược điểm sau: thiết bị cồng kềnh, tốn nhiều dung môi, độ tinh khiết kém.

### 2. Trích ly nhiều bậc chéo dòng (30 phút):

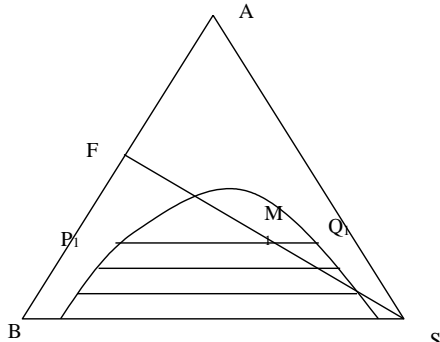
Nhược điểm của trích ly một bậc là không thể đạt được độ trích ly cao, trích ly nhiều bậc chéo dòng có thể cho phép ta thu được sản phẩm có độ tinh khiết cao hơn.

Quá trình trích ly nhiều bậc chéo dòng thực hiện như sau: Hỗn hợp đầu F và dung môi  $S_1$  cùng cho vào thiết bị trích ly 1, sau khi đạt được cân bằng ta tách ra và thu được pha trích ly  $Q_1$ , và raffinat  $P_1$ , pha  $P_1$  được tiếp tục cho vào thiết bị trích ly 2 với dung môi  $S_2$ , sau thiết bị 2 ta thu được  $Q_2$  và  $P_2$ , pha  $P_2$  tiếp tục đi vào thiết bị trích ly 3 với

dung môi  $S_3$  và ta thu được pha  $Q_3$  và  $P_3$ , quá trình tiếp tục như thế cho đến khi đạt được yêu cầu cần thiết. Như vậy quá trình trích ly nhiều bậc chéo giồng chính là lặp lại nhiều lần quá trình trích ly một bậc. Sơ đồ trích ly biểu thị ở hình 4.2.



Hình 4.2. Sơ đồ trích ly nhiều bậc chéo dòng



Hình 4.3 Biểu thị quá trình trích ly nhiều bậc chéo dòng

Quá trình trích ly nhiều bậc chéo dòng biểu thị ở đồ thị tam giác Hỗn hợp đầu biểu thị ở điểm F, sau khi trộn lẫn với dung môi  $S_1$  ta có hỗn hợp biểu thị ở điểm  $M_1$ , khi đạt được trạng thái cân bằng ta được hai pha  $Q_1$  và  $P_1$ , pha  $P_1$  sau thiết bị 1 đi vào thiết bị 2 với lượng dung môi khác là  $S_2$ , của hỗn hợp chúng được biểu thị ở điểm  $M_2$ , ở đây sau khi đạt được cân bằng ta thu được pha trích và pha raphinat biểu thị ở điểm  $Q_2$

và  $P_2$ , nếu tiếp tục ta thu được các pha trích và pha raphinat biểu thị ở các điểm  $Q_3, Q_4$  và  $P_3, P_4 \dots$

Mỗi một chu kỳ của một quá trình gọi là bậc trích ly lý thuyết. Từ những điều đã nói ở trên ta có thể kết luận rằng: trong trường hợp trích ly nhiều bậc chéo giồng ta có thể thu được một sản phẩm có độ tinh khiết cao khi không cần nhiều bậc trích ly lắm. Ví dụ ở đây sau bốn bậc cấu tử A còn lại trong raphinat rất ít.

Kết quả của quá trình trích ly này không chỉ phụ thuộc vào số bậc trích ly mà còn phụ thuộc vào hệ số phân bố  $k$  và lượng dung môi chúng dùng để trích ly.

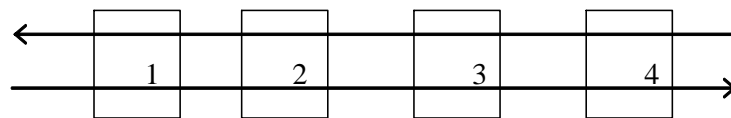
### 3. Trích ly nhiều bậc ngược chiều (30 phút).

a) Sơ đồ trích ly. Trích ly ngược chiều có thể tiến hành trong các thùng khuấy trộn hoặc là trong tháp. Trong mọi trường hợp trích ly ngược chiều là một quá trình liên tục – Dung dịch đầu đi vào đầu này và dung môi đi vào đầu kia. Hai pha raphinat và pha trích liên tục đi ngược chiều nhau. Như vậy trong thiết bị dung dịch loãng nhất sẽ luôn luôn tiếp xúc với dung môi chứa ít cấu tử phân bố nhất, dung dịch đậm đặc nhất sẽ luôn luôn tiếp xúc với dung môi chứa nhiều cấu tử phân bố nhất điều đó đảm bảo cho quá trình trích ly hoàn toàn hơn.

Khi nghiên cứu trích ly một bậc, trích ly nhiều bậc chéo dòng và trích ly ngược chiều trong thùng khuấy lắp nối tiếp theo chiều nằm ngang ta không cần chú ý đến chiều

chuyển động của dung môi cũng như dung dịch, điều đó không ảnh hưởng đến vấn đề kỹ thuật của quá trình. Nhưng đối với trích ly ngược chiều trong thùng khuấy lắp theo chiều đứng cũng như trong tháp thì ta phải chú ý đến chiều chuyển động của dung dịch và dung môi. Lưu thể nào có khối lượng riêng lớn hơn gọi là pha nặng đi từ trên xuống, lưu thể nào có khối lượng riêng bé hơn gọi là pha nhẹ đi từ dưới lên để tạo nên sự chuyển động dễ dàng của các lưu thể.

b) Xác định số bậc trích ly: Ở một nhiệt độ nhất định trích ly ngược chiều được đặc trưng bởi các thông số sau: số bậc trích ly, lượng tiêu hao dung môi, thành phần dung dịch raphinat (R) và thành phần của dung dịch trích (E). Ở một điều kiện nhất định bốn thông số đó không thể chọn tự do được bởi vì chúng phụ thuộc lẫn nhau, có thể chọn hai thông số bất kỳ còn hai thông số khác phụ thuộc vào chúng. Thường ta chọn thành phần của dung dịch raphinat và của dung dịch trích làm biến số độc lập.



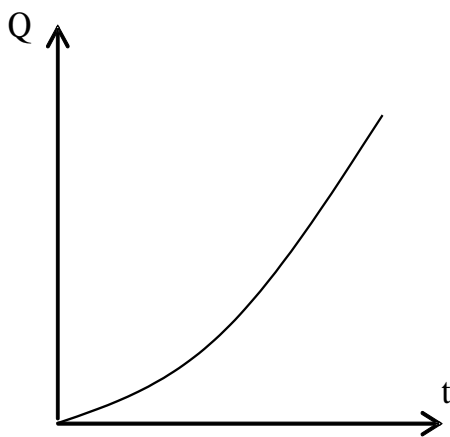
Hình 4.5 Sơ đồ trích ly ngược chiều

#### 4. Khái niệm kết tinh (45 phút).

Kết tinh là quá trình tách chất rắn hoà tan trong dung dịch, là một trong những phương pháp chủ yếu để thu được chất rắn ở dạng nguyên chất.

Kết tinh các chất hoà tan trong dung dịch dựa vào độ hoà tan hạn chế của chất rắn. Dung dịch chứa lượng chất hoà tan lớn nhất ở một nhiệt độ nhất định gọi là dung dịch bão hoà ở nhiệt độ đó. Dung dịch quá bão hoà không bền và chất hoà tan thừa sẽ được tách ra khỏi dung dịch. Nước còn lại sau khi tách tinh thể gọi là nước cái. Các tinh thể được tách ra khỏi nước cái bằng phương pháp lắng, lọc, ly tâm ...

##### 5.1.1. Độ hoà tan.



Hình 5.1 Quan hệ giữa nồng độ bão hòa và nhiệt độ

Độ hoà tan của một chất là lượng tối đa chất đó tan được trong một đơn vị dung môi ở một nhiệt độ nhất định. Độ hoà tan có thể tính bằng g/l, g/kg, phần khối lượng ... Độ hoà tan của một chất phụ thuộc vào bản chất hoá học của nó, tính chất và nhiệt độ dung môi. Đối với một số lớn chất độ hoà tan tăng khi nhiệt độ tăng nhưng cũng có trường hợp ngược lại là độ hoà tan tăng khi nhiệt độ giảm.

Để tiến hành quá trình kết tinh ta tạo thành những dung dịch quá bão hoà bằng những phương pháp sau:

- Làm lạnh dung dịch – Ứng dụng cho các chất có độ hoà tan tăng khi tăng nhiệt độ.
- Đun bốc hơi một phần dung môi – Ứng dụng cho các chất có độ hoà tan tăng hoặc giảm không đáng kể khi giảm nhiệt độ.

Độ hoà tan của vật chất thường được xác định bằng thực nghiệm và được biểu diễn bằng đường cong phụ thuộc giữa độ hoà tan và nhiệt độ, đối với một số lớn chất tạo thành tinh thể ngậm nước thì đường cong có điểm gãy (hình 5.2). Độ hoà tan của các chất như thế có thể giảm khi tăng nhiệt độ.

Vấn đề xác định độ hoà tan của vật chất ở nhiệt độ nhất định có giá trị thực tế lớn nhưng cho đến nay không có công thức nào bảo đảm chính xác để tính toán mà tùy theo trường hợp cụ thể ta ứng dụng những số liệu thực nghiệm đã biết.

### 5.1.2. Sự tạo thành thể tích.

Sự tạo thành thể tích gồm hai giai đoạn: giai đoạn tạo mầm tinh thể và giai đoạn phát triển mầm tinh thể thành tinh thể hoàn chỉnh.

Ví dụ: trên hình 5.3, dung dịch chỉ tạo thành mầm khi nồng độ của chất hoà tan ứng với điểm A. Giữa đường bão hoà 1 và đường bão hoà 2 chỉ quá trình phát triển mầm.

Vận tốc tạo mầm phụ thuộc vào nhiều yếu tố: nhiệt độ, các phương pháp khuấy trộn, tính chất của vật chất, nồng độ các tạp chất.

Lượng mầm tạo thành ảnh hưởng đến kích thước tinh thể. Khi số mầm tạo thành ít thì tinh thể sẽ lớn và ngược lại khi mầm tạo thành nhiều thì tinh thể nhỏ. Để cho quá trình tạo mầm được dễ dàng thường người ta cho thêm vào dung dịch những tinh thể chất hoà tan đó chất nào đó có cùng cấu trúc tinh thể như nhất hoà tan ở trong dung dịch. Phương pháp này đặc biệt cần thiết đối với dung dịch khó tạo mầm mặc dù đã có độ bão hoà rất lớn. Quá trình phát triển mầm trong môi trường đứng yên (tức là quá trình chuyển vật chất từ pha lỏng vào pha rắn) có được là nhờ các giòng đối lưu và khuếch tán trong dung dịch.

## 5. Các phương pháp kết tinh (90 phút).

Quá trình kết tinh có thể là gián đoạn hay liên tục. Quá trình gián đoạn có những nhược điểm: thiết bị cồng kềnh, tốn nhiều lao động, tinh thể không đều. Quá trình kết tinh liên tục được ứng dụng rộng rãi và phổ biến trong công nghiệp. Năng suất của quá trình liên tục cao và kích thước tinh thể thu được đều đặn.

*- Kết tinh có tách một phần dung môi.*

Phương pháp kết tinh này được ứng dụng cho trường hợp độ hoà tan của vật chất thay đổi ít khi nhiệt độ thay đổi. Ta có thể thực hiện tách dung môi bằng hai cách : đun sôi (cô đặc) hoặc cho bay hơi ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ sôi của dung dịch.

Phương pháp tách dung môi bằng cô đặc đã được nghiên cứu ở trên. Để thu được tinh thể không nên cô đặc đến quá nồng độ giới hạn. Không phải khi nào cũng đun dung dịch đến nồng độ bão hoà vì rằng khi rót dung dịch vào thiết bị kết tinh quá trình kết tinh xảy ra rất nhanh, điều đó dẫn đến sự tạo thành tinh thể rất bé và đôi khi cả dung dịch đóng rắn lại. Vì thế tùy theo trường hợp cụ thể ta cần phải biết nồng độ giới hạn của cô đặc (nồng độ giới hạn chỉ xác định bằng thực nghiệm).

Kết tinh có tách dung môi bằng cách cho bay hơi ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ sôi có thể chia thành hai loại là bay hơi tự nhiên và bay hơi ở chân không.

**a) Bay hơi tự nhiên thường được tiến hành trong thiết bị hở.** Loại thiết bị đơn giản nhất là 1 thùng hở hình vuông, bên trong có treo những tấm bản hoặc sợi chỉ để cho hạt tinh thể bám vào đó. Thiết bị này thuộc loại gián đoạn năng suất thấp. Trong công nghiệp người ta thường dùng những loại thiết bị khác như thiết bị tháp gọi là tháp kết tinh, thiết bị kết tinh loại màng, thiết bị kết tinh thùng quay.

Quá trình làm lạnh được xảy ra được là do sự bay hơi những hạt nhỏ chất lỏng trong không khí nhờ vào sự chênh lệch nhiệt độ giữa không khí và dung dịch.

Tinh thể tạo thành cùng với nước cái được lấy ra, đồng thời quá trình tách dung môi bằng cách cho bay hơi ở áp suất thường xảy ra chậm và đòi hỏi thiết bị bay hơi phải to.

Máng kết tinh. Máng kết tinh là máng h , trong đó có vít tải. Vít tải vừa làm nhiệm vụ vận chuyển vừa làm nhiệm vụ khuấy. Vít tải quay với vận tốc không lớn lắm ( $\sim 2v/ph$ ) trong thiết bị này chỉ được làm lạnh tự nhiên do bay hơi từ bề mặt thoáng. Tuy thế quá trình kết tinh trong thiết bị này vẫn nhanh hơn tháp kết tinh từ 6÷7 lần.

Loại thiết bị kết tinh thùng quay là thùng hình trụ tựa trên con lăn đỡ . Thùng đặt với 1 góc nghiêng nhỏ. Để giảm mất mát nhiệt người ta cách nhiệt cho thùng hay là đặt trong thùng vỏ. Để tránh hiện tượng tinh thể dính vào thành thùng người ta đặt ống hơi phía dưới thùng để thổi trong trường hợp bị dính.

Dung dịch được đưa vào đầu này thùng, tinh thể và nước cái cùng ra ở đầu kia, không khí chuyển động ngược chiều với dung dịch, chiều dày lớp chất lỏng, lượng tiêu tốn không khí, năng lượng tiêu hao phụ thuộc vào tính chất dung dịch và kích thước tinh thể, kích thước của thùng cũng phụ thuộc vào những tính chất ấy và đối với mỗi trường hợp cụ thể, người ta thường xác định bằng thực nghiệm.

**b) Bay hơi ở chân không.** Kết tinh có thể bay hơi ở chân không có thể thực hiện gián đoạn ở trong thùng có cánh khuấy (hình 5.5). Thùng nối với bơm chân không tuye và thiết bị ngưng tụ. Sau khi kết tinh ta tăng áp suất trong thiết bị đến áp suất thường rồi tháo tinh thể và nước cái.

Thiết bị kết tinh chân không liên tục. Trong thiết bị này tinh thể cùng tuần hoàn với dung dịch cho đến khi nào vận tốc lắng thẳng vận tốc tuần hoàn thì tinh thể lắng xuống.

Vì thế ta có thể điều chỉnh kích thước tinh thể bằng cách điều chỉnh vận tốc tuần hoàn dung dịch.

- *Kết tinh không tách dung môi.*

Thiết bị kết tinh có cánh khuấy với bộ phận làm lạnh. Những thiết bị này có thể làm việc liên tục hay gián đoạn. Khi kết tinh gián đoạn ta cho dung dịch vào đầy thiết bị, sau khi kết tinh xong nước cái và tinh thể được tháo ra ở phía dưới.

Khi kết tinh liên tục người ta lắp nhiều thiết bị nối tiếp nhau, dung dịch chảy từ thiết bị này qua thiết bị khác và được tháo ra ở ống bên cạnh. Nhờ có cấu tạo đơn giản nên loại thiết bị này được ứng dụng khá rộng rãi.

## V. TỔNG KẾT BÀI

- Phương pháp thực hiện quá trình trích ly rất đa dạng và có vai trò khác nhau trong sử dụng, việc đánh giá và sử dụng đúng quá trình trích ly phụ thuộc vào từng mục đích yêu cầu cụ thể của từng quá trình làm việc.
- Kết tinh là quá trình liên tục kèm theo quá trình cô đặc nên nó mang nhiều nét tương tự như quá trình cô đặc nhưng đây là quá trình làm việc rất phức tạp đòi hỏi nhiều thiết bị và hệ thống phụ kèm theo.

## VI. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP VỀ NHÀ

1. Đánh giá, lựa chọn các phương pháp trích ly và ứng dụng cụ thể của phương pháp trong thực tế.
2. So sánh, liên hệ và nêu lên sự khác biệt của quá trình kết tinh và cô đặc để từ đó đưa ra thông số làm việc tiêu biểu cho quá trình kết tinh.

## VII. RÚT KINH NGHIỆM (*Về thời gian, nội dung, phương pháp, chuẩn bị...*)

.....  
.....  
.....

Ngày.....tháng.....năm.....

**Tổ bộ môn duyệt**

**Giáo viên**

**Phạm Đình Đạt**

## I. TÊN BÀI GIẢNG: SẤY KHÔ

## II. MỤC TIÊU:

Người học nắm được bản chất, vai trò và các thông số không khí ẩm và tính lực học quá trình, quá trình tính toán các thông số cơ bản của quá trình sấy.

## III. ĐỒ DÙNG VÀ PHƯƠNG TIỆN GIẢNG DẠY:

- Giáo trình Quá trình và thiết bị Truyền Khối.
- Máy chiếu overhead hoặc projector

## IV. NỘI DUNG BÀI GIẢNG

### 1. Định nghĩa và phân loại (30 phút):

Trong công nghiệp hóa chất, quá trình tách nước ra khỏi vật liệu (làm khô vật liệu) là rất cần thiết. tùy theo tích chất và độ ẩm của vật liệu, tùy theo yêu cầu về mức độ làm khô vật liệu người ta thực hiện một trong các phương pháp tách nước ra khỏi vật liệu sau đây.

1. **Phương pháp cơ học:** dùng máy ép, lọc, ly tâm v.v... để tách nước, phương này dùng trong trường hợp không cần tách nước triệt để mà chỉ làm khô sơ bộ vật liệu.
2. **Phương pháp hóa lý:** dùng một hóa chất để hút nước trong vật liệu. ví dụ dùng canxi-clorua, axit sunfuric... phương pháp này tương đối đắt và phức tạp, chủ yếu là để hút nước trong hỗn hợp khí.
3. **Phương pháp nhiệt:** dùng nhiệt để làm bốc hơi nước trong vật liệu, phương pháp này được sử dụng rộng rãi.

*Quá trình làm bốc hơi nước ra khỏi vật liệu bằng nhiệt gọi là sấy.* Người ta phân biệt ra sấy tự nhiên và sấy nhân tạo. Sấy tự nhiên tiến hành ở ngoài trời, dung năng lượng mặt trời để làm bay hơi nước trong vật liệu. Mục đích của quá trình sấy là làm giảm khối lượng của vật liệu (giảm công chuyên chở) ; làm tăng độ bền (các vật liệu gốm sứ, gỗ), bảo quản độc tốt.

Sấy là quá trình không ổn định, độ ẩm của vật liệu thay đổi theo thời gian và không gian sấy.

*Trong phần tĩnh lực học, ta sẽ tìm được mối quan hệ giữa các thông số đầu và cuối của vật liệu sấy và tác nhân sấy dựa theo phương trình cân bằng vật liệu và cân bằng nhiệt lượng, từ đó ta xác định được thành phần vật liệu, lượng tác nhân sấy và lượng nhiệt cần thiết.*

*Trong phần động lực học ta sẽ nghiên cứu quan hệ giữa sự biến thiên của độ ẩm vật liệu với thời gian và các thông số của quá trình, ví dụ như tính chất và cấu trúc của*

vật liệu, kích thước vật liệu, các điều kiện thủy động lực học của tác nhân sấy... từ đó ta xác định được chế độ sấy, tốc độ sấy và thời gian sấy thích hợp.

## 2. Không khí ẩm (60 phút):

### 1 Khái niệm về hỗn hợp không khí ẩm

Hỗn hợp không khí và hơi nước còn gọi là hỗn hợp không khí ẩm. Sau đây là một số khái niệm đặt trưng cho hỗn hợp không khí ẩm.

### 2. Độ ẩm tuyệt đối của không khí.

Độ ẩm tuyệt đối của không khí là lượng hơi nước chứa trong  $1\text{m}^3$  không khí ẩm tức là về chỉ số thì bằng khối lượng hơi nước ở trong hỗn hợp không khí ẩm. độ ẩm tuyệt đối thường ký hiệu là  $\rho_h$  [kg/m<sup>3</sup>].

### 3. Độ ẩm tương đối của không khí.

Độ ẩm tương đối của không khí hay còn gọi là độ bão hòa hơi nước là tỷ số giữa lượng hơi nước chứa trong  $1\text{m}^3$  không khí đó với lượng hơi nước trong không khí đã bão hòa hơi nước ở cùng nhiệt độ và áp suất, thương ký hiệu:  $\varphi$

4. Hàm ẩm của không khí ẩm: hàm ẩm của không khí là lượng hơi nước chứa trong 1 kg không khí khô. Ký hiệu:  $\bar{Y}$ , {kg/kg kk khô}

$$\bar{Y} = \frac{\rho_h}{\rho_{kkk}} \quad \bar{Y} = 0,622 \cdot \frac{\varphi P_h}{P - \varphi P_{bh}} \text{ kg / kg kkk}$$

5. Nhiệt lượng riêng của không khí ẩm: nhiệt lượng riêng của không khí ẩm được xác định bằng tổng số nhiệt lượng riêng của không khí khô và hơi nước ở trong hỗn hợp.

$$H = 1000t + \bar{Y} (2493 + 1,97t) 10^3 \text{ j/kgkkk} \quad (7.5)$$

$$\text{hoặc } H = (1000 + 1,97 \cdot 10^3 \bar{Y})t + 2493 \cdot 10^3 \bar{Y} \text{ j/kgkkk} \quad (7.6)$$

6. Điểm sương: Giả sử ta có một hỗn hợp không khí ẩm chưa bão hòa hơi nước. cho làm lạnh hỗn hợp không khí này với điều kiện là hàm ẩm  $\bar{Y}$  không đổi. nhiệt độ của hỗn hợp giảm dần xuống đến một mức nào đó thì hỗn hợp đạt được trạng thái bão hòa ( $\varphi = 1$ ). nếu ta tiếp tiếp tục giảm nhiệt độ thì hỗn hợp bắt đầu xuất hiện những hạt sương mù do hơi nước bão hòa gọi là nhiệt độ điểm sương, ký hiệu là  $t_s$ . vậy, điểm sương là giới hạn của quá trình làm lạnh không khí ẩm với hàm ẩm không đổi.

7. Nhiệt độ bầu ướt: Nếu như ta có thể cho nước bay hơi trong không khí với điều kiện đoạn nhiệt, tức là quá trình bay hơi nước chỉ xảy ra do nhiệt của không khí cung cấp, ta không cấp thêm nhiệt và cũng không rút bớt nhiệt đi, thì trong suốt quá trình bay hơi nhiệt độ của không khí giảm dần, hàm ẩm tăng dần, đến khi không khí bão hòa hơi nước thì nước ngừng bay hơi, nhiệt độ này gọi là nhiệt độ bầu ướt, thường ký hiệu là  $t_w$ .



Nhiệt độ đọc ở nhiệt kế bình thường gọi là nhiệt độ bầu khô. Hiệu số giữa nhiệt độ không khí (nhiệt độ bầu khô) và nhiệt độ bầu ướt đặc trưng cho khả năng hút ẩm của không khí, người ta còn gọi đó là thể sấy  $\varepsilon$

$$\varepsilon = t - t_w \quad (7.8)$$

trong đó t- nhiệt độ không khí (bầu khô)

### 3. Biểu đồ H-Y không khí ẩm (45 phút):

Đồ thị thành lập ở áp suất khí quyển bằng 745mmHg, góc hợp bởi hai trục chính của đồ thị là  $135^\circ$  cấu tạo theo góc tù như vậy để sử dụng đồ thị được dễ hơn.

Hàm ẩm x ghi trên trục hoành, các đường thẳng  $\bar{Y}$  song song với trục tung trên đồ thị chỉ vẽ các đường thẳng  $\bar{Y}$  còn trục  $\bar{Y}$  thường không vẽ. nhiệt lượng riêng H ghi trên trục tung, các đường thẳng H song song với trục  $\bar{Y}$ .

Ngoài hai trục chính trên, trên đồ thị còn thêm các đường đẳng nhiệt ( $t = \text{const}$ ), đường độ ẩm tương đối không đổi ( $\varphi = \text{const}$ ) và đường áp suất hơi nước riêng phần Ph

*Đường thẳng t.* Đường thẳng  $t = \text{const}$  vẽ theo phương trình (7.5), cho các giá trị  $t = \text{const}$  phương trình có dạng đường thẳng tương đối với H và  $\bar{Y}$ , cho  $\bar{Y}$  một vài trị số ta sẽ vẽ được (hình 7.2).

Độ dốc của đường đẳng nhiệt tăng dần khi nhiệt độ tăng vì hệ số góc của phương trình là  $(2463:1,97t)10^3$  cho nên khi nhiệt độ tăng thì hệ số góc sẽ tăng.

*Đường  $\varphi = \text{const}$ .* Đường này vẽ theo phương trình (16-3), cho một vài giá trị số nhiệt độ ứng với  $\varphi = \text{const}$  rồi xác định  $\bar{Y}$  ta được giao điểm của đường  $t = \text{const}$  và  $\bar{Y} = \text{const}$ , nối các giao điểm này lại ta được đường cong  $\varphi = \text{const}$ . các đường cong  $\varphi = \text{const}$  xuất phát từ một điểm nằm trên trục tung ( $\bar{Y} = 0$  và  $t = -273^\circ\text{C}$ ). Khi nhiệt độ đến  $99,4^\circ\text{C}$  (nhiệt độ của hơi nước bão hòa ở áp suất 745mm) đường  $\varphi = \text{const}$  sẽ gần như song song với đường  $\bar{Y} = \text{const}$ ,

ph hay  $\bar{Y}$ , khi đó đường thẳng sẽ là đường thẳng song song với đường  $\bar{Y} = \text{const}$

*Đường áp suất riêng phần  $P_h$ .* Áp suất hơi riêng phần chỉ phụ thuộc  $\bar{Y}$ :  $P_h = \varphi P_{bh} = f(x)$ , theo (7.3), ta có:

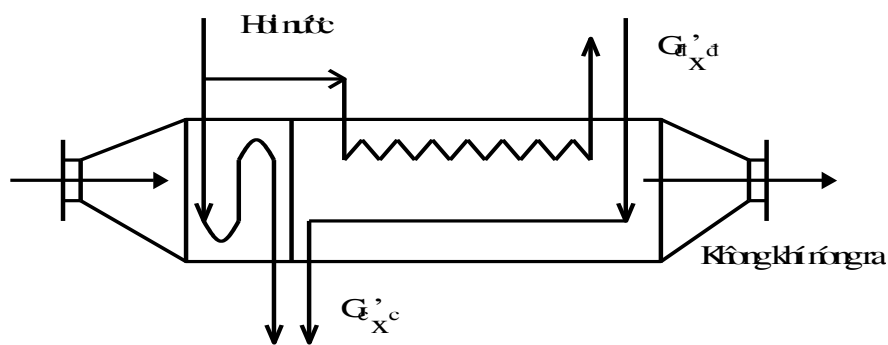
Ta thấy quan hệ giữa  $P_h$  và  $\bar{Y}$  có dạng gần như đường thẳng (khi  $\bar{Y}$  nhỏ), trị số Ph ghi trên trục bên phải của đồ thị (hình 7.3).

### 4. Sơ đồ nguyên lý làm việc của máy sấy bằng không khí (45 phút)

Sơ đồ nguyên lý làm việc của máy sấy bằng không khí được mô tả trên hình 7.8.

Vật liệu ban đầu còn đang ẩm cho qua cửa và nhờ bộ phận vận chuyển ( băng tải, xe goòng...) đưa qua phòng sấy rồi qua cửa ra ngoài. Không khí bên ngoài được quạt hút

đưa vào caloriphe sưởi rồi vào phòng sấy. Tại caloriphe sưởi không khí được đun nóng đến nhiệt độ cần thiết, khí vào phòng sấy không khí tiếp xúc với vật liệu, cấp nhiệt cho nước trong vật liệu bốc hơi ra ngoài.



**Hình 7.8 Sơ đồ sấy không khí**

Hỗn hợp không khí sau khi sấy xong đi theo chiều hút của quạt thoát ra ngoài. Đôi khi cần bổ sung nhiệt độ không khí sấy, người ta dùng caloriphe bổ sung để cấp nhiệt cho không khí ngay tại phòng sấy.

Trên sơ đồ hình 7.8 caloriphe được đun nóng bằng hơi nước hoặc caloriphe đun nóng bằng khói lò. Trong trường hợp vật liệu không sợ bẩn, không yêu cầu cao về hình thức và màu sắc, thì người ta dùng tác nhân sấy là khói lò. Khi đó không cần caloriphe mà chỉ có lò đốt là nhiên liệu và phòng trộn khói lò với không khí lạnh để hạ nhiệt độ khói lò trước khi vào phòng sấy.

## V. TỔNG KẾT BÀI

- Sấy là quá trình bay hơi ra khỏi vật liệu bằng phương pháp nhiệt và tùy theo phương pháp nhiệt sử dụng mà các quá trình sấy khác nhau.
- Giảm độ Ranzim là giảm độ thực nghiệm giúp xác định các trạng thái không khí ẩm dựa trên các dữ liệu về thông số làm việc của không khí.

## VI. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP VỀ NHÀ

1. Xác định các thông số không khí ẩm biết nhiệt độ không khí ẩm  $30^{\circ}\text{C}$  độ ẩm 70%.
2. Xác định các thông số không khí ẩm biết nhiệt độ không khí ẩm  $30^{\circ}\text{C}$  thế sấy  $10^{\circ}\text{C}$ .

## VII. RÚT KINH NGHIỆM (Về thời gian, nội dung, phương pháp, chuẩn bị...)

.....  
 .....  
 .....

Ngày.....tháng.....năm.....

**Tổ bộ môn duyệt**

**Giáo viên**



**I. TÊN BÀI GIẢNG: SẤY KHÔ**

**II. MỤC TIÊU:**

Người học nắm được bản chất, quá trình tính toán các thông số cơ bản của quá trình sấy, các thông số động học và phương thức sấy của quá trình

**III. ĐỒ DÙNG VÀ PHƯƠNG TIỆN GIẢNG DẠY:**

- Giáo trình Quá trình và thiết bị Truyền Khối.
- Máy chiếu overhead hoặc projector

**IV. NỘI DUNG BÀI GIẢNG**

**1. Cân bằng vật liệu trong máy sấy bằng không khí (45 phút)**

Ta đặt một số ký hiệu:

$G_d, G_c$  - lượng vật liệu trước khi vào và sau khi ra khỏi máy sấy, kg/s;

$G_k$  - lượng vật liệu khô tuyệt đối đi qua máy sấy, kg/s;

$\bar{x}_d, \bar{x}_c$  - độ ẩm vật liệu trước và sau khi sấy, tính theo % khối lượng vật liệu ướt;

$\bar{X}_d, \bar{X}_c$  - độ ẩm vật liệu trước, sau khi sấy, tính theo % khối lượng vật liệu khô tuyệt đối;

$W$  - lượng ẩm được tách ra khỏi vật liệu khi qua máy sấy, kg/s;

$L$  - lượng không khí khô tuyệt đối đi qua máy sấy, kg/s;

$\bar{Y}_o$  - hàm ẩm không khí trước khi vào caloriphe sưởi kg/kg kkk;

$\bar{Y}_1, \bar{Y}_2$  - hàm ẩm của không khí trước khi vào máy sấy (sau khi qua caloriphe sưởi) và sau khi ra khỏi máy sấy kg/kg kkk;

Trong quá trình sấy, ta xem như không có hiện tượng mất mát vật liệu, do đó lượng vật liệu khô tuyệt đối coi như không bị biến đổi trong suốt quá trình. vậy lượng vật liệu khô tuyệt đối đi qua máy sấy:

$$G_k = G_d \frac{100 - \bar{x}_d}{100} = G_c \frac{100 - \bar{x}_c}{100}$$

Từ đó rút ra:

$$G_d = G_c \frac{100 - \bar{x}_c}{100 - \bar{x}_d} \quad G_c = G_d \frac{100 - \bar{x}_d}{100 - \bar{x}_c} \quad (7.14)$$

Lượng ẩm tách ra khỏi vật liệu trong quá trình sấy tính theo công thức:

$$W = G_d - G_c \quad (7.15)$$

Thay giá trị của  $G_2$  trong công thức (7.14) vào công thức (7.15) ta có:

$$W = G_c \frac{\bar{x}_d - \bar{x}_c}{100 - \bar{x}_d} = G_d \frac{\bar{x}_d - \bar{x}_c}{100 - \bar{x}_c} \quad (7.16)$$

Lượng không khí khô đi qua máy sấy:

Cũng giống như vật liệu khô tuyệt đối, ta xem như lượng không khí khô tuyệt đối đi qua máy sấy không bị mất mát trong suốt quá trình sấy.

Khi quá trình làm việc ổn định, lượng không khí đi vào máy sấy mang theo một lượng ẩm là  $L\bar{Y}_1$ . sau khi sấy xong, lượng ẩm bốc ra khỏi vật liệu là  $W$  do đó không khí sấy có thêm một lượng ẩm là  $W$ .

Vậy, nếu lượng ẩm trong không khí ra khỏi máy sấy là  $L\bar{Y}_2$  thì ta sẽ có phương trình cân bằng vật liệu sau:

$$L\bar{Y}_1 + W = L\bar{Y}_2 \quad (7.17)$$

$$L = \frac{W}{\bar{Y}_2 - \bar{Y}_1} \text{ kg/s} \quad (7.18)$$

Đại lượng  $L$  là lượng không khí khô cần nhiệt để là bốc hơi  $w$  kg ẩm trong vật liệu. vậy lượng không khí khô cần thiết để làm bốc hơi 1 kg ẩm trong vật liệu:

$$l = \frac{L}{W} = \frac{1}{\bar{Y}_2 - \bar{Y}_1} \text{ kg/kg ẩm} \quad (7.19)$$

Cân bằng nhiệt lượng trong máy sấy bằng không khí.

Ta ký hiệu:

$Q$  - nhiệt lượng tiêu hao chung cho máy sấy,  $W$

$Q_s$  - nhiệt lượng sưởi nóng không khí ở caloriphe sưởi,  $W$

$Q_b$  - nhiệt lượng bổ sung trong phòng sấy,  $W$

$$Q = Q_s + Q_b = L(H_2 - H_0)$$

## 2. Phương thức sấy (45 phút):

1. Sấy lý thuyết: trong sấy lý thuyết coi các đại lượng nhiệt bổ sung và nhiệt tổn thất đều bằng không nghĩa là  $q_b = \theta_1 C = q_{v1} = q_{vc} = q_m = 0$  hay  $\Delta = 0$ .

Trong thực tế nếu gặp trường hợp nhiệt bổ sung bằng nhiệt tổn thất  $q_b + \theta_1 C = \sum q$ , do đó

$\Delta = 0$  cũng coi như sấy lý thuyết.

2. Sấy có bổ sung nhiệt trong phòng sấy:

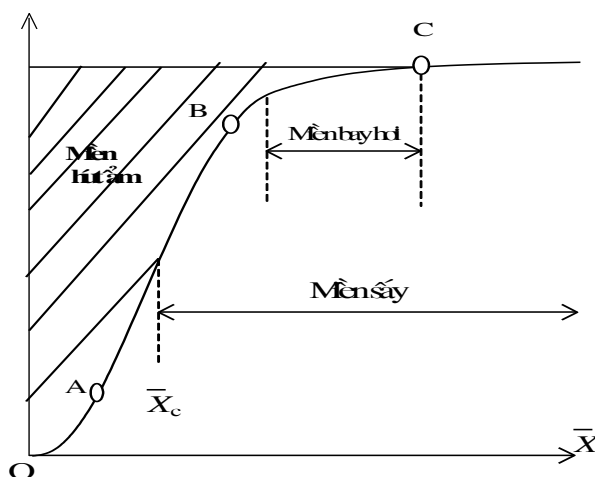
3. Sấy đốt nóng không khí giữa chừng:

4. Sấy tuần hoàn khí thải:

5. Sấy tuần bằng khói lò:

## 3. Động học quá trình sấy (90 phút):

Trạng thái liên kết ẩm trong vật liệu.



Hình 7.18 Đồ thị quan hệ giữa ẩm cân bằng và ẩm của không khí

1. Liên kết hấp thụ đơn phân tử: lớp đơn phân tử hơi ẩm bị hấp phụ bề mặt và các lỗ mao quản của vật liệu, lực liên kết này rất lớn, lượng ẩm nhỏ nhưng rất khó tách biểu thị bằng đoạn OA trên đồ thị hình 7.18.

2. Liên kết hấp phụ đa phân tử (còn gọi là hấp phụ hóa lý), lực liên kết của phần ẩm này cũng khá lớn biểu thị bằng đoạn AB, khi sấy thường chỉ tách một phần của phần ẩm này.

3. Liên kết mao quản, phần ẩm này do lực hút mao quản của các mao quản nhỏ ( $r < 10^{-5} \text{ cm}$ ) thể hiện bằng đoạn BC, lực liên kết của phần ẩm này không lớn lắm khi sấy có thể tách được hết.

4. Liên kết kết dính, phần ẩm này là do nước bám trên bề mặt vật liệu hoặc trong các mao quản lớn, ẩm này được tạo thành khi ta nhúng ướt vật liệu, lực liên kết không đáng kể nên dễ tách.

2. Đường cong sấy và đường cong tốc độ sấy:

- Đoạn AB: giai đoạn đốt nóng vật liệu, nhiệt độ vật liệu tăng lên đến nhiệt độ bầu ướt tương ứng với trạng thái không khí lúc sấy, độ ẩm vật liệu thay đổi không đáng kể, tốc độ sấy tăng nhanh đến tốc độ cực đại.

- Đoạn BK<sub>1</sub>: giai đoạn tốc độ sấy không đổi (đẳng tốc), độ ẩm vật liệu giảm nhanh và đều đặn theo một đường thẳng (đoạn BK<sub>1</sub> trên đường cong sấy), nhiệt độ vật liệu không đổi và vẫn bằng nhiệt độ bầu ướt.

- Đoạn K<sub>1</sub>C: giai đoạn tốc độ sấy giảm dần nhưng đều (đường chàm là đường lý thuyết), nhiệt độ của vật liệu tăng lên dần, độ ẩm giảm dần đến độ ẩm cân bằng nhưng mức độ giảm chậm hơn giai đoạn trên. Điểm C tương ứng với độ ẩm cân bằng khi đạt độ ẩm cân bằng thì nhiệt độ của vật liệu bằng với nhiệt độ của tác nhân sấy.

*Tính thời gian sấy*

**a. Giai đoạn tốc độ giảm dần**

Để tính thời gian này ta dựa vào phương trình vật liệu và phương trình tốc độ sấy. Theo phương trình vật liệu ta có:

$$dW = -GK \cdot d\bar{X}$$

thay vào phương trình (7.46) ta được

$$\frac{dW}{Fd\tau} = -\frac{Gd\bar{X}}{Fd\tau} = K_c \left( \bar{X} - \bar{X}_{cb} \right)$$

Hoặc

$$d\tau = -\frac{G}{K_c F} \frac{d\bar{X}}{\bar{X} - \bar{X}_{cb}}$$

Trong đó

G- lượng vật liệu say (vật liệu khô tuyệt đối), kg/h dầu trừ chứng tỏ độ ẩm của vật liệu giảm dần theo thời gian

Trong khi say độ ẩm  $\bar{X}_2$  của vật liệu thường không đạt đến trạng thái cân bằng. Do đó để xác định thời gian say trong giai đoạn này ta lấy tích phân phương trình trên trong giới hạn từ độ ẩm tới hạn  $\bar{X}_k$  đến độ ẩm cuối  $\bar{X}_c$  của vật liệu ( $\bar{X}_2 < \bar{X}_{cb}$ ) và từ  $\tau = 0$  đến  $\tau = \tau_2$

$$\int_0^{\tau} d\tau = -\frac{G}{FK_c} \int_{\bar{X}_1}^{\bar{X}_2} \frac{d\bar{X}}{\bar{X} - \bar{X}_{cb}}$$

Rút ra thời gian say cho giai đoạn hai

$$\tau_1 = \frac{G}{FK_c} \ln \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_{cb}}{\bar{X}_2 - \bar{X}_{cb}}, \text{h} \quad (7.47)$$

### b. Giai đoạn tốc độ không đổi

Theo đồ thị đường cong tốc độ say ta nhận thấy tốc độ say trong giai đoạn một không đổi và bằng tốc độ say ở điểm tới hạn tức là điểm đầu của giai đoạn hai. Do đó ta có thể đưa vào phương trình (4.46) để xác định tốc độ say cho giai đoạn một.

Như trên ta có

$$U = \frac{G}{Fd\tau} = K_c (X - X_{cb}) = -\frac{Gd\bar{X}}{Fd\tau}$$

Ta thay độ ẩm bất kỳ  $\bar{X}$  trong phương trình bằng độ ẩm tới hạn  $\bar{X}_k$  thì ta sẽ có

$$-\frac{Gd\bar{X}}{Fd\tau} = K_c (\bar{X}_k - \bar{X}_{cb}) \text{ rút ra}$$

$$d\tau = -\frac{G}{K_c F} \frac{d\bar{X}}{\bar{X}_k - \bar{X}_{cb}}$$

Lấy tích phân hai vế từ độ ẩm ban đầu  $\bar{X}_1$  đến độ ẩm tới hạn  $\bar{X}_k$  và từ  $\tau = 0$  đến  $\tau = \tau_1$  thì sẽ có phương trình thời gian say cho giai đoạn một:

$$\int_0^{\tau} d\tau = -\frac{G}{FK_c} \int_{\bar{X}_1}^{\bar{X}_k} \frac{d\bar{X}}{\bar{X}_k - \bar{X}_{cb}}$$

Rút ra

$$\tau_1 = \frac{G}{FK_c} \ln \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_k}{\bar{X}_k - \bar{X}_{cb}}, \text{h} \quad (7.48)$$

Thời gian sấy của quá trình là  $\tau = \tau_1 + \tau_2$

$$\tau = \frac{G}{FK_c} \ln \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_k}{\bar{X}_k - \bar{X}_{cb}} + \ln \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_{cb}}{\bar{X}_2 - \bar{X}_{cb}}, \text{h} \quad (7.49)$$

## 4. Hướng dẫn giải bài tập (45 phút):

- Các bước tiến hành bài toán.

- Công thức sử dụng.
- Một số sai sót mắc phải khi tiến hành tính toán bài toán.
- Kết quả xử lý.
- Yêu cầu chung khi tiến hành bài toán cho chính xác.

## V. TỔNG KẾT BÀI

- Phương thức sấy bao gồm quá trình sấy lý thuyết và sấy thực tế có đặc điểm và giản đồ khác nhau.
- Yêu cầu nắm vững các công thức tính toán, biến đổi, quan hệ.

## VI. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP VỀ NHÀ

1. Quá trình sấy tuần hoàn 80% lượng khí thải với các số liệu sau

Năng suất (theo nhập liệu) của thiết bị sấy là 1,5 tấn/h. Sấy từ độ ẩm đầu 47% đến độ ẩm cuối 5% (tính theo vật liệu ướt)

- Không khí mới bên ngoài vào có hàm nhiệt là 50kJ/kgkkk, độ ẩm là 70%
- Không khí ra khỏi thiết bị sấy có hàm nhiệt là 260kJ/kgkkk, độ ẩm là 80%
- Xác định lượng không khí mới bổ sung và nhiệt lượng tiêu hao cho quá trình sấy

2. Một thiết bị sấy lý thuyết có năng suất 1000kg/h theo nhập liệu có độ ẩm đầu là 50% sấy đến độ ẩm cuối là 8%(tính theo vật liệu ướt). Được trang bị caloriphe sử dụng hơi nước bão hòa có áp suất  $19,62.10^4$ Pa. Không khí mới bên ngoài vào có hàm nhiệt là 50kJ/kgkkk, độ ẩm là 70%. Không khí ra khỏi thiết bị sấy có hàm nhiệt là 260kJ/kgkkk, độ ẩm là 80%. Xác định:

- Lượng không khí khô cần thiết cho thiết bị sấy.
- Lượng nhiệt và hơi đốt cần thiết ở caloriphe biết nhiệt thất thoát bằng 15% lượng nhiệt hữu ích.

## VII. RÚT KINH NGHIỆM (Về thời gian, nội dung, phương pháp, chuẩn bị...)

.....  
 .....  
 .....

Ngày.....tháng.....năm.....

**Tổ bộ môn duyệt**

**Giáo viên**

**NGUYỄN THANH HOÀNG**