

[www.mientayvn.com](http://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](http://mientayvn.com/Tai_lieu_da_dich.html)

Thông tin liên hệ:

Yahoo mail: [thanhlam1910\\_2006@yahoo.com](mailto:thanhlam1910_2006@yahoo.com)

Gmail: [frbwrthes@gmail.com](mailto:frbwrthes@gmail.com)

**Theo yêu cầu của khách hàng, trong một năm qua, chúng tôi đã dịch qua 16 môn học, 34 cuốn sách, 43 bài báo, 5 sổ tay (chưa tính các tài liệu từ năm 2010 trở về trước) Xem ở đây**

**DỊCH VỤ  
DỊCH  
TIẾNG  
ANH  
CHUYÊN  
NGÀNH  
NHANH  
NHẤT VÀ  
CHÍNH  
XÁC  
NHẤT**

Chỉ sau một lần liên lạc, việc dịch được tiến hành

Giá cả: có thể giảm đến 10 nghìn/1 trang

Chất lượng: Tạo dựng niềm tin cho khách hàng bằng công nghệ 1. Bạn thấy được toàn bộ bản dịch; 2. Bạn đánh giá chất lượng. 3. Bạn quyết định thanh toán.

# CẨM NANG TIẾT KIỆM ĐIỆN

## LỜI MỞ ĐẦU

Vì tương lai phát triển kinh tế bền vững của Việt Nam, tiết kiệm điện đã trở thành quốc sách trong quá trình công nghiệp hoá, hiện đại hoá đất nước. Tiết kiệm điện là giải pháp hiệu quả để khắc phục tình trạng thiếu điện. Sử dụng điện tiết kiệm, hiệu quả đang được các phương tiện truyền thông đại chúng tuyên truyền, phổ biến rộng rãi nhằm hướng tới sự thay đổi nhận thức và hành động của toàn dân.

Với mong muốn góp sức cho thành công chủ trương tiết kiệm điện và của Đảng và Nhà nước, Trung tâm thông tin Điện lực – EVN EIC (thuộc Tập đoàn Điện lực Việt Nam) xuất bản cuốn sách “*Cẩm nang tiết kiệm điện*”. Thông qua những nội dung chỉ dẫn ngắn gọn, dễ hiểu, dễ thực hiện về cách sử dụng hợp lý, tiết kiệm, an toàn trong sản xuất, kinh doanh và sinh hoạt hàng ngày, “*Cẩm nang tiết kiệm điện*” sẽ là tài liệu tham khảo bổ ích, thiết thực, rộng rãi cho bạn đọc trong cả nước và các đối tượng khác nhau có thể tìm hiểu và áp dụng các biện pháp sử dụng điện tiết kiệm, hiệu quả, an toàn.

“*Cẩm nang tiết kiệm điện*” được xuất bản lần đầu nên khó tránh khỏi sơ xuất, chúng tôi rất mong nhận được sự góp ý và chia sẻ của Quý độc giả.

Ban biên soạn

# MỤC LỤC

<b>PHẦN I: TIẾT KIỆM ĐIỆN TRONG SINH HOẠT, DỊCH VỤ; CHỌN MUA VÀ SỬ DỤNG CÁC THIẾT BỊ GIA ĐÌNH .....</b>	<b>3</b>
<b>PHẦN II: TIẾT KIỆM ĐIỆN TRONG CHIẾU SÁNG.....</b>	<b>17</b>
<b>PHẦN III: TIẾT KIỆM ĐIỆN TRONG ĐƠN VỊ HÀNH CHÍNH SỰ NGHIỆP .....</b>	<b>21</b>
<b>PHẦN IV: TIẾT KIỆM ĐIỆN TRONG SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP</b>	<b>27</b>
<b>PHẦN V: TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG VÀ SỬ DỤNG AN TOÀN THIẾT BỊ TRONG SẢN XUẤT CÔNG NGHIỆP, TIÊU THỦ CÔNG NGHIỆP .....</b>	<b>30</b>
<b>PHẦN VI: SỐ LIỆU THỐNG KÊ VỀ TIẾT KIỆM ĐIỆN .....</b>	<b>33</b>

## **PHẦN I: TIẾT KIỆM ĐIỆN TRONG SINH HOẠT, DỊCH VỤ; CHỌN MUA VÀ SỬ DỤNG CÁC THIẾT BỊ GIA ĐÌNH**

### **1. Máy vi tính:**

#### **❖ Chọn mua:**

- Nếu muốn mua máy vi tính có thể dùng hai năm không cần nâng cấp, chọn chip Pentium 4 từ 2,4GHz đến 3GHz.
- Nên lựa chọn các thiết bị có chứng nhận Energy Star (sử dụng công nghệ tiết kiệm điện). Ví dụ: Máy tính của hãng Dell, HP, Toshiba,..
- Khi mua máy lắp ráp, xác định rõ số tiền định mua máy là bao nhiêu để từ đó cân đối chi phí phải trả từng linh kiện. Tránh chọn main board hay CPU giá cao, trong khi những linh kiện khác giá rẻ, dẫn đến cấu hình máy tính không đồng bộ.
- Nên chọn những nhà phân phối có uy tín để mua hàng.

#### **❖ Sử dụng:**

- Giảm độ sáng màn hình. Nếu độ sáng màn hình càng lớn, năng lượng tiêu thụ càng tăng theo.
- Tắt nguồn điện toàn bộ hệ thống máy tính khi kết thúc quá trình làm việc, hoặc khi tạm ngừng làm việc từ 30 phút trở lên, thay vì để máy ở chế độ “ngủ” (Hibernate hoặc stand by).
- Nên kích hoạt tất cả tính năng tiết kiệm năng lượng có trên hệ thống máy tính, màn hình, các thiết bị kết nối (ví dụ máy in, máy scan).
- Nếu đang sử dụng màn hình CRT (màn hình điện tử), nên chuyển sang màn hình LCD (màn hình tinh thể lỏng). Màn hình LCD chỉ sử dụng 1/3 năng lượng so với màn hình CRT cùng kích cỡ.

### **2. Tivi:**

#### **❖ Chọn mua:**

- Chọn kích cỡ tivi phù hợp với diện tích căn phòng. Kích thước màn hình lý tưởng bằng khoảng 1/5 – 1/3 lần khoảng cách ngồi xem. Ví dụ: khoảng cách ngồi từ 2,1 – 2,5m, nên chọn màn hình 21 - 25 inch; từ 3-3,3m, chọn màn hình 29-32 inch.
- Nên chọn màn hình LCD vì tiết kiệm điện năng khoảng 30% so với tivi plasma và CRT.
- Nên chọn mua tivi của những thương hiệu nổi tiếng như Sony, Samsung, Panasonic, Toshiba,... có tính năng tiết kiệm năng lượng.

#### **❖ Sử dụng:**

- Khi không xem, nên tắt bằng nút power ở tivi và rút phích cắm ra khỏi ổ cắm.
- Tắt lựa chọn khởi động nhanh Quick Start (đối với dòng tivi HD đời mới) vì nó sẽ tốn một lượng điện năng cao hơn gấp nhiều lần (thường là từ 25 đến 50 lần) trong chế độ Stand by).
- Xem tivi cùng nhau, thay vì bất đồng loạt tivi ở các phòng, vừa tiết kiệm điện, vừa giúp thắt chặt thêm tình cảm giữa các thành viên trong gia đình.

- Khi xem tivi, nên tắt bớt đèn điện không cần thiết trong phòng để tiết kiệm điện, mang lại hiệu quả hình ảnh cao hơn.
- Chính độ sáng của màn hình phù hợp như độ tương phản (contrast), độ sáng màn hình (brightness) không quá cao và phù hợp.

### 3. Tủ lạnh:

#### ❖ Chọn mua:

- Chọn tủ lạnh có kích thước, kiểu dáng, công năng phù hợp với nhu cầu sử dụng (gia đình 4 người chọn loại khoảng từ 125-150 lít).
- Nên chọn mua loại có chứng nhận Energy Star (sử dụng công nghệ tiết kiệm điện).
- Nên mua loại tủ có nhiều cửa.
- Không nên mua tủ quá cũ, đã sửa lại.

#### ❖ Sử dụng:

- Đặt tủ nơi thoáng mát, cách vật chắn các phía ít nhất 10 cm, tránh ánh nắng mặt trời trực tiếp chiếu vào hoặc đặt gần các nguồn nhiệt.
- Thường xuyên kiểm tra gioăng cánh tủ, nếu gioăng bị hở thì độ lạnh của tủ sẽ kém và máy làm lạnh của tủ phải làm việc nhiều lên, gây tốn điện.
- Đặt nhiệt độ các ngăn vừa đủ độ lạnh (đặt ở mức 3 hoặc 4 là vừa). nhiệt độ trong ngăn lạnh nên để ở chế độ từ 3<sup>0</sup>C đến 6<sup>0</sup>C, còn đối với ngăn đá thì để ở mức từ -15<sup>0</sup>C đến -18<sup>0</sup>C. Cứ lạnh hơn 10<sup>0</sup>C là thêm 25% điện năng tiêu hao.
- Giảm thiểu số lần mở cánh tủ và thời gian mở tủ để tránh mất độ lạnh của tủ.
- Khi lau chùi tủ hoặc di chuyển tủ, phải tắt nguồn điện vào tủ lạnh.
- Tiếp xúc điện tủ lạnh phải tốt, không đóng cắt điện lặp lại để sạc ga.

#### **Không nên**

- + **Cho thức ăn còn nóng vào tủ lạnh.**
- + **Để lớp tuyết bám vào dàn lạnh (tủ đông tuyết) dày quá 5 mm.**
- + **Không xếp thức ăn quá đầy trong tủ.**
- + **Không dùng vật cứng, sắc, nhọn để cạy băng đóng trong tủ.**
- + **Không nên để thức ăn tươi sống quá lâu trong tủ.**
- + **Các thức ăn có mùi cần phải đặt trong hộp bảo quản.**

### 4. Nồi cơm điện:

#### ❖ Chọn mua:

- Khi mua, cần cắm điện thử để kiểm tra sơ bộ nồi hoạt động hay không (đáy nồi có nóng không, đèn tín hiệu có sáng không).
- Kiểm tra xem trong ngoài nồi có bị gỉ không.
- Vỏ ngoài của nồi không bị bẹp, không bị trầy xước.
- Tránh mua nồi cơm điện giá rẻ của một số nhà sản xuất chưa rõ thương hiệu và nguồn gốc xuất xứ.
- Cần thận để tránh mua phải hàng giả.

#### ❖ Sử dụng:

- Thường xuyên lau sạch đáy nồi và làm vệ sinh mâm nhiệt để bảo đảm tiếp xúc nhiệt tốt.
- Cần giữ thông thoáng lỗ thông hơi trên nắp nồi.
- Khi cho gạo đã vo sạch vào nồi, nên dàn đều mặt gạo để cơm chín đều.
- Muốn cơm chín đều khi nồi cơm điện đã chuyển sang chế độ hâm nóng, hãy mở nắp nồi và nhanh tay đảo tới cơm, sau đó đậy lại.

#### **Không nên**

- + **Nấu cơm quá sớm, chỉ nên nấu cơm trước khi ăn khoảng 30 đến 45 phút để hạn chế thời gian hâm nóng.**
- + **Không nên kéo dài thời gian hâm nóng sẽ gây tốn điện (thời gian hâm nóng không quá 30 phút).**
- + **Không xào thức ăn bằng nồi cơm điện vì dễ làm hỏng lớp men chống dính của nồi.**
- + **Không dùng thìa xúc cơm bằng inox hoặc nhôm, nên dùng thìa nhựa hoặc gỗ để bảo vệ lớp men chống dính của nồi.**
- + **Không dùng chung ổ cắm với những đồ điện tiêu thụ công suất cao chống phát nhiệt trên dây dẫn và trên ổ cắm điện.**

#### **5. Quạt điện:**

##### **❖ Chọn mua:**

- Kích thước, kiểu dáng, công suất quạt phù hợp với nhu cầu và sở thích của người dùng.
- Nên chọn phích cắm quạt kiểu phích cắm đúc liền dây dẫn để tăng tính an toàn.

##### **❖ Sử dụng:**

- Nên điều chỉnh tốc độ quạt phù hợp với nhu cầu cần thiết vì khi tốc độ quạt ở số mạnh nhất sẽ tốn hao điện nhiều nhất. Thí dụ: nếu dùng một chiếc quạt 40W trong 5h/ngày với tốc độ mạnh nhất, sẽ tốn hơn khoảng 2kWh/tháng so với khi quạt chạy ở mức độ thấp nhất.
- Vệ sinh định kỳ và tra dầu vào ổ quạt sau mỗi mùa sử dụng.

#### **6. Máy giặt:**

##### **❖ Chọn mua:**

#### **Cần chú ý tính năng kỹ thuật, tiện ích sử dụng để mua máy giặt phù hợp.**

<b>So sánh</b>	<b>Máy giặt lồng ngang/ Máy giặt cửa trước</b>	<b>Máy giặt lồng đứng/ Máy giặt cửa trên</b>
<b>Tính năng</b>	- Có nhiều tính năng hơn máy giặt kiểu lồng đứng (như sấy khô, giặt bằng hơi nước,...)	- Có nhiều chương trình: Giặt, ngâm, vắt, không vắt, thay đổi mức nước, thay đổi thời gian hành trình giặt dài hay ngắn. - Có thể điều chỉnh và đặt được mức nước theo trọng lượng đồ giặt.
<b>Ưu điểm</b>	- Độ bền cao. - Hình thức đẹp, hiện đại. - Kết hợp hai công năng đồ	- Dễ sử dụng. - Không tốn điện so với loại máy giặt lồng ngang.

	<p>giặt vừa quay vừa roi tự do, tạo được xoáy nước tốt nên quần áo giặt sạch hơn.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Máy chạy êm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Giặt an toàn các loại quần áo nhẹ, mỏng với các chế độ giặt mềm.</li> <li>- Tuổi thọ thường gấp đôi so với máy giặt lồng ngang nếu cùng tần suất sử dụng.</li> <li>- Dễ thay thế sửa chữa hơn so với loại máy giặt lồng ngang.</li> </ul>
Nhược điểm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tốn điện hơn so với loại máy giặt lồng đứng.</li> <li>- Giá thành cao.</li> <li>- Dễ làm hỏng các loại quần áo mỏng, nhẹ do lực đảo quá mạnh.</li> <li>- Sau 2-3 năm sử dụng, máy thường hay bị rò rỉ nước do các gioăng cao su bị lão hoá, nứt nẻ, cong vênh.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Đồ giặt thường bị xoắn chặt, dễ bị cào xước.</li> <li>- Khi làm việc thường có độ ồn và độ rung cao.</li> <li>- Sau một thời gian hoạt động, dây curoa của động cơ điện thường hay bị chùng, dãn, gây ra tốn điện, cần phải căng chỉnh lại dây curoa hoặc thay dây mới.</li> <li>- Sau vài năm hoạt động, máy hay bị hỏng van cao su đóng (và mở), lỗ xả nước bẩn dẫn đến rò rỉ nước ra ngoài sàn đặt máy. Vì vậy, phải thay mới van cao su và vệ sinh lỗ xả nước.</li> </ul>

#### ❖ **Sử dụng:**

- Khối lượng đồ giặt đưa vào máy phải phù hợp với công suất máy.
- Chỉ nên cho máy giặt hoạt động khi đã đủ khối lượng đồ giặt để tiết kiệm điện – nước.
- Nên đặt máy ở nơi thông thoáng.
- Cần lau chùi vệ sinh máy sau mỗi lần giặt.
- Mỗi năm nên duy tu bảo dưỡng máy giặt một lần.
- Cần kiểm tra và sớm loại bỏ các chất thải (bùn đất, sợi bông,...) ra khỏi túi lọc sau một vài lần giặt, nếu túi lọc bị thủng phải kịp thời khâu lại hoặc thay mới.
- Khi máy giặt đã khởi động hãy chú ý theo dõi tình trạng hoạt động của máy.
- Chân hoặc bệ đỡ máy giặt nên làm bằng vật liệu không gỉ, không mục như đế bệ đỡ bằng nhựa chuyên dùng, giá đỡ bằng sắt sơn có sơn lót chống gỉ hoặc giá đỡ i-nox.
- Chân hoặc bệ đỡ nên đặt trên đệm hoặc thảm cao su dày để giảm tiếng ồn và bảo vệ sàn nhà.
- Khi giặt những đồ mỏng nhẹ nên cài đặt hành trình giặt nhanh.
- Khi giặt đồ dày, bẩn hãy cài đặt hành trình đảo, ngâm.
- Nên cài đặt mức nước vào máy giặt theo lượng đồ giặt thực tế.

#### **Không nên**

**+ Không chọn chế độ giặt bằng nước nóng khi không cần thiết.**

- + Không nên kê máy giặt cao quá để hạn chế rung lắc mỗi khi máy hoạt động (kê máy cách sàn nhà khoảng 10cm đến 15cm là vừa.
- + Không đặt ở nơi ẩm ướt hoặc gần nơi đun nấu vì dầu mỡ, hơi mặn, hơi than,... bám vào sẽ làm gỉ vỏ máy và hỏng các vi mạch điện điều khiển.
- + Không để chân máy giặt bị ngâm trong nước.
- + Hạn chế sử dụng máy giặt vào những giờ cao điểm (từ 9h30 – 11h30 và từ 17h – 20h).

## 7. Bàn là (bàn ủi):

### ❖ Chọn mua:

- Nên sử dụng bàn là hơi nước vì sử dụng tiện lợi với hầu hết mọi loại vải, đặc biệt là không gây bóng vải ở nhiệt độ cao.
- Nên chọn loại bàn là có rơ-le nhiệt. Rơ-le sẽ tự động ngắt khi bàn là đạt đến độ nóng yêu cầu và sẽ đóng lại khi nhiệt bị hạ xuống dưới mức yêu cầu.

### ❖ Sử dụng:

- Nên dùng bàn là vào những giờ thấp điểm.
- Tập trung nhiều đồ ủi một lần để tiết kiệm điện.
- Nên thực hiện theo thứ tự: Là đồ mỏng trước, đồ dày sau để tránh sun vải, sau đó rút phích cắm và tận dụng sức nóng còn lại để là đồ mỏng.
- Cài đặt nhiệt độ của bàn là thích hợp với loại vải cần là.
- Làm sạch bề mặt kim loại của bàn là sẽ giúp máy hoạt động có hiệu quả hơn.

### Không nên:

- + Không dùng bàn là trong phòng có bật máy điều hoà nhiệt độ hoặc khi quần áo còn ướt.
- + Không dùng dây bàn là có vỏ cách điện bị sờn, trầy xước và có mối nối để đảm bảo an toàn.

## 8. Bình nước nóng:

### ❖ Chọn mua:

- Chọn bình có thể tích phù hợp với nhu cầu sử dụng.
- Rơ-le nhiệt trên bình phải hoạt động tốt.
- Nên sử dụng bình nước nóng chạy bằng năng lượng mặt trời kết hợp với bình nước nóng chạy điện.

### ❖ Sử dụng:

- Nên dự tính trước thời gian dùng nước nóng cho phù hợp với nhu cầu và ngắt điện vào bình nước nóng trước khi sử dụng.
- Nên mở vòi nước lạnh trước sau đó hãy điều chỉnh dần độ nóng để đảm bảo an toàn cho người.

### Không nên:

- + Không nên đặt bình cao quá 2m so với vòi nước để giảm sự thất thoát nhiệt theo đường ống.



- + Không nên dùng ống kẽm làm ống dẫn nước nóng để chống thất thoát nhiệt.
- + Không cài đặt mức nhiệt độ nước quá nóng.
- + Không đóng điện vào bình liên tục.
- + Không bật, tắt điện nhiều lần, nên tận dụng nhiệt độ còn trong bình để giảm thời gian đóng điện.
- + Không dùng bình nước nóng vào giờ cao điểm (từ 9h30 -11h30 và từ 17h – 20h).

## 9. Lò vi sóng:

### ❖ Chọn mua:

- o Nếu có điều kiện thì không nên mua lò vi sóng đã qua sử dụng.
- o Công suất và dung tích của lò vi sóng phù hợp với nhu cầu sử dụng.
- o Các nút nhấn điều khiển (với loại điện tử) hoặc khoá vặn điều khiển (với loại cơ) phải hoạt động tốt.
- o Cánh cửa lò vi sóng phải kín, khít, chặt và có mặt kín chống nổ không có dấu hiệu bị rạn nứt.

### ❖ Sử dụng:

- o Hãy làm theo các tài liệu hướng dẫn sử dụng.
- o Chỉ sử dụng một số đồ chứa thức ăn chuyên dùng riêng trong lò vi sóng như thuỷ tinh, đồ sứ, đồ gốm.
- o Khối lượng thức ăn đưa vào lò vi sóng chỉ nên bằng 2/3 dung tích bên trong lò.
- o Luôn có nước hoặc thực phẩm ướt khi dùng lò, để ống magnetron (là đèn điện tử hai điện cực trong đó dòng điện tử đến dương cực được kiểm soát bằng từ trường và điện từ trực giao nhau để tạo công suất điện cao tần) không bị hư hại.
- o Khi có hiện tượng bất thường như có mùi khác lạ do thực phẩm hoặc do cháy điện phải nhanh chóng ngắt điện.

### Không nên:

- + Không bật lò vi sóng trong phòng đang dùng điều hoà nhiệt độ.
- + Không đưa vào lò những vật dụng làm bằng kim loại hoặc lẫn kim loại để ngăn ngừa sự nổ cháy.
- + Không được sử dụng hộp đựng thực phẩm làm bằng chất dẻo, bao xốp, bao giấy màu, giấy báo, giấy báo ảnh vì khi bị gia nhiệt trong lò vi sóng hơi độc nhiễm chì hoặc hoá chất độc hại sẽ xâm nhập vào thức ăn.
- + Không đưa vào lò các đồ đựng thực phẩm dễ bị cháy khi gặp nhiệt độ cao (như gỗ, nylon, nhựa,...).
- + Không được đưa vào lò các hộp hoặc túi đựng thức ăn đang đậy buộc kín để ngăn ngừa sự nổ vỡ.

## 10. Quạt điện hơi nước:

### ❖ Chọn mua:

- Phải hiểu được cơ bản chức năng của loại quạt này: Làm mát đồng thời làm lạnh, bổ sung độ ẩm mát và lọc không khí nhờ màn lọc phụ; dùng tốt ở môi trường thoáng mát như ngoài trời.
- Chọn mua các nhãn hiệu quen thuộc (đã có uy tín với những sản phẩm tương tự), mẫu mới đủ tính năng, đặc biệt là hàng phải còn nguyên thùng, nguyên đai, có phiếu bảo hành rõ ràng. Giấy chứng nhận xuất xứ sản phẩm, nếu là hàng nhập.
- Lựa chọn công suất phù hợp với vị trí, không gian nơi cần bố trí quạt. Thông thường chọn công suất tiêu thụ điện khoảng 70-80W. Nếu chọn loại có công suất quá lớn sẽ gây bất tiện, lãng phí, còn loại quá nhỏ thì chạy hết công suất vẫn không đủ mát. Cả hai loại này đều là nguyên nhân gây tổn năng lượng điện.
- Lưu ý về công nghệ chế tạo: Các thiết bị được chế tạo kết hợp thiết bị vi điều khiển kỹ thuật số sẽ tiết kiệm năng lượng > 10% so với các công nghệ chế tạo khác. Loại quạt thế hệ mới có cánh nhỏ, công suất lớn, hiệu suất cao.
- Thiết bị được chế tạo có khả năng tự tản nhiệt (lớp vỏ tản nhiệt bên ngoài động cơ).
- Động cơ khởi động nhẹ nhàng và độ ồn thấp (chạy êm).
- Lưu ý thời gian bảo hành của thiết bị.

#### ❖ **Sử dụng:**

- Đặt ở vị trí thích hợp: Khoảng sân thoáng, hay khu vực thường tập trung đông người.
- Sử dụng quạt phù hợp với điều kiện khí hậu, môi trường thực tế; tắt quạt khi không sử dụng,...
- Tuân thủ những hướng dẫn riêng của từng loại.
- Phải dùng nước sạch không có hoá chất để làm mát.
- Với quạt mới mua hoặc lâu không sử dụng, trước khi dùng nên để chạy không có nước 1-2 giờ (sau đó mới cho nước vào) nhằm tránh mùi ẩm mốc dễ gây bệnh.
- Thường xuyên kiểm tra hộc nước xem đã đúng mức quy định hay chưa (không quá đầy hoặc quá thiếu).
- Nên lau rửa định kỳ lưới lọc chắn bụi phía sau quạt, màn thấm nước, xả đáy, tránh nghẹt các bộ phận bên trong quạt (nhất là đường ống bơm nước) để tránh không để nước bị nhiễm khuẩn và tiết kiệm năng lượng điện.
- Rút nguồn điện của quạt khi không sử dụng.

#### **Không nên:**

- + **Đặt các vật nặng lên quạt.**
- + **Đề các vật cản trước quạt.**
- + **Di chuyển, va chạm mạnh vào quạt khi đang sử dụng vì có thể gây chạm điện.**

- + Hạn chế để trong phòng kín: Dễ làm tăng độ ẩm trong phòng, tạo điều kiện cho nấm mốc, các loại vi khuẩn có hại cho sức khỏe phát triển nhanh. Ngoài ra, có thể gây hư hỏng các đồ đạc cần tránh ẩm như giấy tờ, đồ nội thất bằng gỗ, giấy ép, đồ da,...
- + Mở nắp bộ tích lạnh: Tránh để dung dịch bên trong bị đổ hoặc hao hụt, gây mất tác dụng cung cấp độ lạnh, làm hỏng quạt.

## 11. Máy bơm nước:

### ❖ Chọn mua:

- Cần xác định rõ nguồn nước tại gia đình như: Hút nước trực tiếp từ đường ống lên bể/bơm từ giếng, bể ngầm lên bình nước trên cao,... để chọn mua máy bơm nước có công suất và đặc tính kỹ thuật phù hợp.
- Cần tránh mua phải hàng giá kém chất lượng, khi mua nên lấy phiếu bảo hành của chính nhà sản xuất.

### ❖ Sử dụng:

- Nên sử dụng bồn chứa nước hoặc bể chứa nước nguồn để giảm tần suất sử dụng của máy bơm, tiết kiệm chi phí điện nước, tăng độ bền của máy bơm.
- Nên lắp van phao tự động đóng mở nguồn nước.
- Thường xuyên kiểm tra các van vòi, chống rò rỉ nước.
- Nên lắp hệ thống phao và tiếp điểm điện để tự động bơm nước.

### Không nên:

- + Không sử dụng máy bơm nước kiểu van áp lực đóng cắt điện liên tục gây lãng phí điện nước.
- + Không hút trực tiếp nước từ đường ống vì khi không có nước hoặc thiếu nước trong đường ống, mà máy bơm chạy lâu sẽ hỏng phớt, dễ cháy máy.

## 12. Điều hoà nhiệt độ:

### ❖ Chọn mua:

- Không nên mua loại đã qua sửa chữa.
- Không nên mua máy đời cũ (hoặc sử dụng nguồn điện 110V), sẽ tốn nhiều điện.
- Chọn loại có chứng nhận tiết kiệm năng lượng (energy star).
- Chọn loại có công suất tương thích với phòng:
  - Phòng có diện tích từ 9-15m<sup>2</sup> có thể gắn máy công suất 9.000 BTU/h (một sức ngựa – 1CV).
  - Diện tích từ 15-20m<sup>2</sup> nên lắp máy 12.000 BTU/h (1,3 CV).
  - Diện tích từ 20-30m<sup>2</sup> nên lắp máy 24.000 BTU/h (2,6CV), 30.000 BTU/h (3,3CV).
  - Việc lựa chọn công suất còn phụ thuộc vào số người thường xuyên có trong phòng (vì số người càng nhiều thì độ lạnh càng giảm đi), phụ thuộc vào ánh sáng mặt trời, phụ thuộc độ cách nhiệt của phòng, phụ thuộc vào vị trí và độ lớn của cửa sổ,...

- Nếu chọn máy công suất nhỏ hơn so với nhu cầu sử dụng sẽ buộc máy phải làm việc liên tục, dẫn tới hao điện, nóng máy và giảm độ bền của máy.

❖ **Sử dụng:**

- Chỉ nên duy trì ở nhiệt độ trung bình 27<sup>0</sup>C.
- Cài đặt nhiệt độ lạnh hợp lý: Ban ngày 24-25<sup>0</sup>C, ban đêm (phòng ngủ) 25-27<sup>0</sup>C.
- Nên tắt máy lạnh trước khi ra khỏi phòng 5 phút đến 10 phút và chỉ sử dụng máy lạnh khi cần thiết.
- Dàn nóng đặt nơi thoáng gió, không bị nắng chiếu trực tiếp.
- Làm vệ sinh định kỳ máy (3-6 tháng/lần).
- Cần làm vệ sinh màn lọc bụi thường xuyên.
- Cần tạo độ ẩm trong phòng khi dùng điều hoà để chống khô da (bằng máy tạo ẩm hoặc đặt chậu nước sạch trong phòng).

**Không nên:**

- + **Không để thất thoát độ lạnh (làm kín các khe cửa sổ, cửa ra vào); hạn chế số lần mở cửa ra vào (nên lắp bộ lò xo đóng cửa tự động).**
- + **Không để các nguồn nhiệt trong phòng, hay sử dụng các thiết bị điện có nhiệt độ cao như bàn là, lò vi sóng, lò nướng, bình đun nước,...trong phòng đang bật điều hoà.**
- + **Không bật điều hoà cùng lúc với các thiết bị điện công suất lớn, nhất là vào giờ cao điểm.**

**13. Máy hút bụi:**

❖ **Chọn mua:**

- Bề ngoài của máy không bị sứt mẻ, biến dạng.
- Có tài liệu hướng dẫn sử dụng.
- Thao tác đơn giản.
- Các chi tiết phụ kiện kèm theo máy phải đầy đủ.
- Các bánh xe không được rung lắc, kẹt, có thể xoay chuyển linh hoạt theo mọi hướng một cách dễ dàng.
- Khi bật máy, phần cơ điện chạy phải êm, không có tiếng kêu bất thường. Sờ tay vào vỏ máy nếu thấy nóng nhanh là máy có chất lượng kém, dùng tốn điện. Nếu máy có lắp công tắc điều chỉnh tốc độ thì phải dễ sử dụng, khi điều chỉnh tốc độ thấy lực hút của máy phải thay đổi rõ rệt.
- Cần kiểm tra cách điện của máy, của dây dẫn để đảm bảo an toàn khi sử dụng.

❖ **Sử dụng:**

- Không dùng máy hút bụi có điện áp 110V-AC.
- Trước khi sử dụng cần kiểm tra và làm sạch túi đựng bụi, nếu túi đựng bụi đầy quá sẽ làm ngạt đường hút giảm lực hút dẫn đến tốn nhiều điện.
- Khi túi chứa bụi bị rách phải thay thế ngay, nếu không bụi sẽ chui vào làm kẹt ổ bi, suy giảm cách điện làm hỏng động cơ.

- Không nên cho máy làm việc liên tục để bảo vệ máy (2 – 5 phút ngắt điện vào máy 1 lần), nên cho máy dừng 1 phút rồi hãy cho máy hoạt động trở lại.
- Nên kiểm tra bên ngoài dây dẫn điện, ổ cắm, phích cắm trước khi sử dụng máy hút bụi.

**Không nên:**

- + Không hút bụi ở những nơi ẩm ướt.
- + Không dùng túi đựng bụi ẩm ướt.
- + Không nên hút những vật đang có nhiệt cao, kim loại sắc nhọn.
- + Không nên dùng ống hút để di chuyển máy hút bụi.
- + Không để vật nặng đè lên các phụ kiện hoặc máy, tránh làm hư hỏng vỏ ngoài.
- + Không nên gậy va chạm mạnh hoặc đánh rơi máy.
- + Không nên sử dụng máy trong giờ cao điểm.

**14. Laptop:**

❖ **Chọn mua:**

- Nên chọn mua laptop có CPU (bộ phận dùng nhiều điện nhất trong máy) thuộc dòng chip Penryn của Intel và ULV của VIA có khả năng tiết kiệm điện.
- Chọn mua ổ cứng flash (mặc dù đắt hơn ổ cứng thông thường nhưng tốn ít điện hơn và bền hơn nhiều lần).
- Màn hình LED đắt tiền hơn LCD, nhưng dùng ít điện hơn hẳn.
- Màn hình nhỏ hơn sẽ tiết kiệm điện dành cho đèn nền hơn.
- Chọn pin: không nên chọn pin rẻ tiền vì sẽ xuống cấp rất nhanh, dẫn đến tổng chi phí mua pin thay thế vượt cả tiền đầu tư pin “xịn” ngay từ đầu. Không mua pin cũ hoặc pin “quá đắt”. Lưu ý ngày sản xuất có ghi trên pin.

❖ **Sử dụng:**

- Giảm sáng màn hình.
- Giảm tối đa phần mềm chạy nền.
- Không dùng CD/DVD liên tục.
- Tắt ăngten và kết nối wireless (nếu có) khi không dùng.
- Tắt bỏ các cổng không dùng như VGA, Internet, PCMCIA, USB và Wifi. Có thể tắt chúng qua My computer > Device manager.
- Tạo riêng nhiều chế độ tiết kiệm điện: Trên máy bay, trong quán cà phê, tại công ty, tại nhà..v.v..bằng cách nhấn chuột phải lên My computer > Prefences hoặc dùng phần mềm ngoài như Sparkle XP.
- Giảm thời gian chờ tự động tắt màn hình.
- Sạc lại pin khi vẫn còn một phần, thay vì dùng đến “kiệt” điện rồi mới sạc. chỉ nên dùng cạn kiệt pin sau khoảng 30 lần sạc.

**Không nên:**

- + **Không để pin nóng quá mức hoặc dùng sai adapter cấp điện sạc. Nhằm tránh pin nóng quá nên dùng bàn kê làm mát khi sử dụng máy.**
- + **Tránh kê laptop lên gối, chăn, hoặc các bề mặt mềm kín gió gây nóng pin.**
- + **Khi làm việc lâu nên đặt laptop cách bàn khoảng 5mm đến 10mm.**
- + **Hạn chế dùng laptop ngoài trời nắng, hoặc gần các nguồn phát nhiệt như...lò nướng.**
- + **Không dùng máy trực tiếp bằng điện nguồn mà không tháo pin ra.**

## **15. Ổ cắm, phích cắm điện:**

### **❖ Chọn mua:**

- Ổ cắm điện có công suất tương thích với phích cắm điện.
- Ổ cắm điện loại tốt, chịu tải cao. Chọn các thiết bị của những hãng sản xuất có uy tín để đảm bảo chất lượng và an toàn.
- Tránh mua ổ cắm vỏ nhựa mỏng, các lá đồng tiếp xúc mỏng, lỏng lẻo, mối hàn ấu,... vừa nhanh hỏng vừa dễ gây cháy chập, nổ.
- Cần chọn mua phích cắm, công tắc điện chất lượng tốt, phù hợp điện áp và công suất của đồng hồ điện.

### **❖ Sử dụng:**

- Phích cắm điện luôn phải khô ráo;
- Tắt thiết bị trước khi cắm và rút thiết bị ra khỏi ổ cắm.
- Những động tác cắm hoặc rút phích phải dứt khoát, đảm bảo các ổ cắm không bị phát sinh tia lửa điện khi cắm và rút phích điện khỏi ổ cắm, giảm nguy cơ cháy nổ.
- Trước khi tháo ổ cắm, cần tháo cầu chì hoặc ngắt cầu dao điện, dùng bút thử điện để kiểm tra lại. Nếu bút không báo đỏ tức là ổ cắm không có điện, trong trường hợp cả hai cực đều đỏ là điện vẫn còn và dây nguội bị đứt.
- Khi gắn dây điện vào hai cực của ổ cắm, nên sử dụng dây lõi lấp chặt và xử lý tiếp xúc tốt.
- Vị trí đặt ổ cắm, công tắc điện nên đặt ở nơi cách nguồn nước, dễ quan sát và thuận tiện thao tác.
- Nếu lắp chung trên bảng điện, nên lắp kèm theo cầu chì.
- Bảng điện và ổ cắm nên được cố định chắc chắn vào tường, bảng điện và ổ cắm phải được cách điện tốt.
- Dây điện, ổ cắm và phích cắm nên được kiểm tra thường xuyên để phát hiện hư hỏng và thay thế, không nên dùng dây.

### **Không nên:**

- + **Không để đầu phích cắm lỏng lẻo sẽ dễ sinh tia lửa điện gây chập cháy.**
- + **Không dùng các phích cắm hở, nứt vỡ.**
- + **Không để ổ cắm điện gần nơi có nước hoặc tường ẩm.**

- + Không dùng nhiều thiết bị có công suất cao chung một ổ cắm để gây ra cháy ổ điện.
- + Không dùng nước để dập tắt lửa khi thấy ổ cắm bị chập cháy, khi đó cần bình tĩnh ngắt cầu dao nguồn điện.
- + Không nắm dây của phích điện để rút ra khỏi ổ cắm, để làm đứt dây điện và hỏng đầu phích điện.
- + Dây điện vào ổ cắm và phích cắm phải được kiểm tra thường xuyên phát hiện hư hỏng để thay thế, không nên dùng dây bị đấu nối vào ổ cắm.

## 16. Dây dẫn điện:

### ❖ Chọn mua:

- Xác định rõ nhu cầu sử dụng điện của gia đình. Sau đó, xác định các thông số ghi trên dây điện như tiết diện, lõi đồng, số sợi đồng, điện áp, dòng điện,... Nếu chọn dây dẫn có dòng điện nhỏ hơn dòng điện phụ tải sẽ gây cháy nổ, chập mạch,... Ngược lại sẽ gây lãng phí.
- Kiểm tra chất lượng dây dẫn bằng cách kiểm tra dây đồng bên trong (nếu lõi dây dẫn được làm bằng đồng): Dây đồng chất lượng tốt thì có màu vàng đỏ, bóng và mềm. Ngược lại, dây đồng kém chất lượng có màu vàng đen và dễ gãy khi bị uốn cong.
- Lớp vỏ nhựa tốt thì rất mềm mại khi uốn cong; ngược lại, nhựa chất lượng kém thì sẽ giòn và cứng.
- Cách tính tiết diện của dây dẫn:

Trước tiên, phải tính dòng điện làm việc tổng ( $I_{IV}$ ) của các phụ tải (thiết bị điện đang được sử dụng), và so sánh với dòng điện làm việc lâu dài cho phép của dây dẫn ( $I_{cp}$ ).

Ta thường tính  $I_{IV}$  theo công thức đơn giản là:  $I_{IV} = P/U_{IV}$

Trong đó:

$I_{IV}$ : Dòng điện làm việc của thiết bị (đơn vị là A)

P : Công suất của thiết bị (W)

$U_{IV}$ : Điện áp làm việc của thiết bị (V)

(trong mạng điện dân dụng,  $U_{IV} = 220$  V)

Nếu  $I_{cp}$  nhỏ hơn  $I_{IV}$  sẽ gây cháy nổ, chập mạch,...ta cần thay lại dây dẫn có tiết diện phù hợp để vừa đảm bảo an toàn, dự phòng cho việc lắp thêm các thiết bị điện khác sau này, vừa tránh lãng phí.

Ví dụ: Ban đầu tổng công suất (P) các thiết bị điện dùng đồng thời trong gia đình gồm bình nóng lạnh (1.600W), tủ lạnh (300W), bàn là (1.000W) và quạt (100W)... $P = 3000$ W (tương đương 3 kW), có  $I_{IV}$  là 14A, ta chọn dây đồng tiết diện  $2,5\text{mm}^2$  có  $I_{cp}$  là 15 A. Nếu tăng thêm công suất sử dụng thì phải tăng tiết diện dây.

### ❖ Sử dụng:

- Chú ý khi nối hai dây dẫn điện so le và dùng băng keo điện quấn đúng kỹ thuật.

- Dùng ống luồn dây điện chuyên dùng để luồn dây điện khi đi dây điện âm tường hay âm sàn.
- Khi kiểm tra sự cố về điện, đối với dây điện luôn âm trong tường thì phải cẩn thận nếu đục tường.
- Gặp sự cố như dây điện bị cháy, chập mạch,...phải tắt cầu dao điện mới được xử lý.

**Không nên:**

- + Không dùng dây dẫn điện có mang điện làm dây phơi đồ hoặc mắc vào những vật dụng khác.
- + Không mắc/móc hoặc kẹp dây điện vào một bề mặt khác bằng đinh tán.
- + Không kéo, giật mạnh dây, gây đứt dây hoặc tổn thương phần vỏ bọc bên ngoài của dây dẫn...
- + Không dùng dụng cụ đục tường như đục kim loại, máy khoan tác động vào phần dây điện âm tường.

**17. Máy phát điện:**

❖ **Chọn mua:**

- Nên chọn máy có công suất lớn hơn 15% công suất của các thiết bị điện sử dụng trong gia đình.
- Nên chọn máy động cơ máy phát lực loại 4 thì, dùng loại xăng không pha chì (chạy êm hơn máy loại 2 thì, tiếng ồn nhỏ, ít khói, ít mùi); nên dùng máy có hệ thống giảm thanh để tránh tiếng ồn.
- Kiểm tra giấy chứng nhận xuất xứ và giấy bảo hành chính hãng.

❖ **Sử dụng:**

- Đặt máy ở chỗ phẳng, khô ráo, có mái che và thoáng khí.
- Để tránh bị điện giật, luôn giữ cho máy khô và không sử dụng khi trời mưa hoặc ẩm ướt.
- Khung, vỏ máy khi vận hành phải được tiếp đất (nối từ điện cực tiếp đất ở phía sau hộp điện đến cọc tiếp đất bằng dây dẫn điện 11mm<sup>2</sup>).
- Tắt máy và để nguội trước khi tiếp nhiên liệu, vì xăng dầu đổ vào động cơ đang nóng có thể bốc cháy.
- Chỉ sử dụng loại nguyên liệu được khuyến dùng theo hướng dẫn sử dụng máy phát điện hoặc được ghi trên nhãn máy.
- Nên nối các thiết bị sử dụng với nguồn điện của máy phát điện qua aptomat tổng.
- Phải sử dụng dây điện có cách điện tốt, chịu được công suất của các thiết bị sử dụng.
- Nên lắp thêm cầu dao đảo nguồn để thuận tiện cho thao tác chuyển nguồn khi có điện lưới.
- Trước khi chuyển nguồn điện bằng cầu dao, hãy cắt điện aptomat tổng.
- Nếu lâu không sử dụng, thỉnh thoảng nên khởi động lại máy.
- Kiểm tra mức dầu máy dùng bôi trơn, kiểm tra nước làm mát sau 50 đến 100 giờ chạy máy đầu tiên, kiểm tra sự rò rỉ dầu máy và nguyên liệu, độ



căng dây đai quạt gió, thay mới dầu máy và vệ sinh bộ lọc dầu máy. Sau 500 giờ chạy máy, kiểm tra và vệ sinh sạch hệ thống làm mát, thay mới dầu máy và vệ sinh thay mới bộ lọc dầu máy.

- Nắp xăng phải đậy kín, cần trang bị phòng chống cháy nổ.
- Không được để xăng dự phòng gần nơi có người qua lại và gần nơi có nguy cơ cháy nổ.

**Không nên:**

- + Tuyệt đối tránh để máy trong nhà xe, tầng hầm, gầm sàn, công trình khép kín hoặc khép kín một phần (kể cả có hệ thống thông gió), vì máy phát điện thải ra carbon monoxide (CO – khí độc có thể gây chết người).
- + Không sử dụng máy phát điện vượt quá công suất định mức. Chế độ sử dụng tốt nhất là 80% công suất định mức.
- + Không tự ý điều chỉnh tay ga vì có thể làm thay đổi tải số và điện thế phát ra.

## **PHẦN II: TIẾT KIỆM ĐIỆN TRONG CHIẾU SÁNG**

### **1. Giới thiệu về đèn tiết kiệm điện:**

Đèn compact, tuýp “gày” (T8) là công nghệ bóng đèn tiêu thụ lượng điện ít hơn 80% so với bóng đèn sợi đốt mà tuổi thọ lại cao gấp từ 3-5 lần. Hiện nay, các sản phẩm này được coi là tiết kiệm năng lượng, bảo vệ môi trường và đặc biệt giảm phát thải.

Giá của các loại đèn tiết kiệm năng lượng hiện nay cao hơn các loại đèn thường từ 15%-20%. Nhưng nếu sử dụng đèn tiết kiệm năng lượng hợp lý, lượng điện tiết kiệm được trong một năm đủ sức bù đắp chi phí chênh lệch và đến năm thứ 2, người tiêu dùng có thể bắt đầu hưởng lợi từ việc sử dụng các thiết bị tiết kiệm năng lượng.

#### **Đèn compact:**

- Đèn compact là đèn huỳnh quang thông dụng nhưng vẫn sử dụng đuôi đèn thông dụng (đuôi xoáy và đuôi gài) có tích hợp chân lưu điện tử. Bóng đèn compact có đường kính ống đèn cực nhỏ, được uốn cong hoặc ghép nhiều ống đèn thành một bộ. Có các loại bóng với kiểu dáng thông dụng như 1U, 2U, 3U và hình xoắn. Nếu bóng đèn có công suất lớn hơn sẽ có chiều dài lớn hơn so với loại công suất nhỏ.
- Bóng đèn compact chủ yếu được dùng để thay thế cho bóng đèn sợi đốt.
- Thích hợp cho việc chiếu sáng cục bộ trong các căn phòng có diện tích nhỏ (nhà tắm, nhà kho, chân cầu thang,...).
- Với khu vực có diện tích lớn, có thể sử dụng đèn âm trần là đèn compact.

#### **Ưu điểm:**

- o So với đèn sợi đốt cùng quang thông, công suất của đèn compact chỉ bằng 1/5.
- o Công suất của đèn compact từ 5-55W, tuổi thọ trung bình từ 6.000-10.000 giờ. Hiệu quả ánh sáng đạt trên 50 lm/W, có ánh sáng trắng như đèn huỳnh quang ống và ánh sáng vàng như đèn sợi đốt.
- o Tiết kiệm điện, sáng hơn, hiệu suất sử dụng cao hơn so với bóng đèn sợi đốt. So với đèn huỳnh quang ống thẳng, đèn compact gọn hơn, việc lắp đặt cũng đơn giản hơn. Ngoài ra, còn giảm thiểu sự nhấp nháy ánh sáng (flicker) so với đèn huỳnh quang ống thẳng.
- o Bóng đèn compact khi thay cho bóng đèn sợi đốt sử dụng lại đuôi đèn cũ nên lắp đặt đơn giản, không đòi hỏi thay đổi đáng kể nào về kỹ thuật.

- Dùng đèn compact sẽ tiết kiệm điện từ 30-50 lần so với dùng đèn sợi đốt.
- Nếu cả nước thay thế 5 triệu đèn compact trong giai đoạn 2007-2013 thì tổng điện năng tiết kiệm được là 600 triệu kWh.

\* Đèn huỳnh quang: Đèn huỳnh quang (tuýp gầy) tiết kiệm điện năng (ký hiệu là T8) có đường kính 26mm với công suất là 36W (chiều dài bóng 1,2m) và công suất 18W (0,6m), tuổi thọ trung bình 6000-8000 giờ. Hiệu quả ánh sáng từ 40-49 lm/W.

- Đèn cho nguồn ánh sáng trắng, tiết kiệm điện hơn so với bóng đèn sợi đốt cho ánh sáng vàng.
- Khi thay thế các loại đèn huỳnh quang T8, không phải thay đổi các loại chao đèn, máng đèn,...

## 2. Tình hình sử dụng bóng đèn tiết kiệm điện trên thế giới:

Hiện nay, nhiều quốc gia, vùng lãnh thổ trên thế giới đã sử dụng đèn compact như một giải pháp tiết kiệm năng lượng hiệu quả, thay thế tất yếu cho bóng đèn sợi đốt. Theo báo cáo của Chương trình Sinh thái Châu Á (Eco-Asia Program), nhu cầu đèn compact trên thế giới đang tăng rất nhanh. Một số quốc gia và khu vực trên thế giới đang trong quá trình chuẩn bị thay thế hoàn toàn bóng đèn tròn và đèn compact (Australia, Nam Phi, Cuba, bang California của Mỹ).

Năm 2007, Australia trở thành quốc gia đầu tiên thông báo lệnh cấm bóng đèn sợi đốt truyền thống vào năm 2010. Tại New Zealand, Chính phủ đã công bố kế hoạch cấm bán bóng đèn sợi đốt kể từ tháng 10/2009 và sẽ thay thế hoàn toàn bằng bóng đèn compact trên toàn quốc. Liên minh Châu Âu (EU) cũng đang lên kế hoạch loại bỏ hết các loại bóng đèn sợi đốt, thay thế bằng đèn compact tiết kiệm điện. EU ước tính số tiền tiết kiệm cho người tiêu dùng châu Âu từ việc thay thế này là 5-8 tỉ Euro (tương đương 7,7-12,4 tỉ USD).

## 3. Cách sử dụng hiệu quả hệ thống chiếu sáng tại gia đình:

### ❖ Chọn mua bóng đèn:

- Cần nhắc đối tượng cần quan sát là gì, cần ánh sáng màu gì để rọi sáng.
- Khi mua bóng đèn, phải xem trên vỏ có ghi đủ 5 thông số về độ sáng (công suất, quang thông, cosφ, hiệu điện thế, cường độ dòng điện).
- Các loại chấn lưu dùng cho bóng đèn ống huỳnh quang được chia làm hai loại: Sắt từ và bán dẫn. Khi mua nên mở kiểm tra thông số kỹ thuật, các mối hàn có đèn không, mạch in trong có đẹp và sạch không, dây dẫn tốt không,...
- Thắp thử ít nhất 10 phút, chú ý xem đầu bóng có bị đen hay không.

### ❖ Bí quyết tiết kiệm điện trong chiếu sáng tại gia đình:

#### **BẢNG XÁC ĐỊNH MÀU ÁNH SÁNG PHÙ HỢP VỚI NHU CẦU CHIẾU SÁNG**

Loại ánh sáng/nhiệt độ màu	Không gian phù hợp/vật chiếu sáng
Ánh sáng ấm (2700-4000k)	Bếp, buồng ngủ, buồng tắm
Ánh sáng mặt trời không mây (4000-5300K)	Nơi đọc sách, học tập, trang điểm; Phòng khách có hoa, tranh ảnh, đồ vật nhiều màu.
Ánh sáng trắng có nhiều tia tử ngoại (6500-8000K)	Nhà vệ sinh
Ánh sáng màu trắng (4000-65000K)	Ban công, vườn
Ánh sáng vàng đậm (6000-8000K)	Tranh ảnh, bản in
<i>(K là độ Kenvin, đơn vị tính nhiệt độ màu)</i>	

- Nên quét vôi hoặc lăn tường bằng màu sáng, giúp giảm lượng bóng điện trong nhà, vì chỉ cần bật ít đèn mà nhà vẫn sáng do có sự phản xạ ánh sáng của tường nhà.
- Nên tận dụng chiếu sáng tự nhiên bằng cách: Sử dụng các tấm tôn nhựa trong, mờ; sử dụng các cửa sổ lấy ánh sáng có ô văng, giếng trời; phối hợp cửa lấy sáng với cửa thông gió.
- Sử dụng loại đèn chiếu sáng có hiệu suất cao: Đèn compact, đèn huỳnh quang T5, T8. (các loại bóng đèn Halogen compact thường được gọi là “đèn mắt trâu” cho ánh sáng và nhiệt độ màu 2700K, 12V-50W hoặc 220V-50W chỉ nên dùng để chiếu sáng những vật nhỏ ở gần và vật có màu vàng hoặc gần với màu vàng).
- Sử dụng chấn lưu (ballast) điện tử giúp tiết kiệm hơn khoảng 50% điện năng tiêu thụ so với sử dụng ballast truyền thống và làm tăng tuổi thọ gấp đôi cho bóng đèn.
- Thường xuyên vệ sinh máng (choá): Bóng đèn sẽ phát huy hiệu quả chiếu sáng hơn, vì nếu để một lớp bụi mỏng có thể làm giảm độ sáng từ 10-20%.
- Khi lắp đèn nên sử dụng máng/choá đèn để phát huy hiệu quả chiếu sáng của bóng đèn.
- Tắt bóng đèn khi ra khỏi phòng.

#### **4. Phân biệt đèn compact thật giả:**

Người tiêu dùng có thể phân biệt đèn compact thật giả qua các thông tin sau:

- Nhìn bên ngoài: Hàng giả thường có bao bì in ấn thủ công, cầu thả (hình ảnh, màu sắc thường mờ nhạt không sắc nét, thường mắc lỗi chính tả, font chữ không thống nhất,...); tem bảo hành thường nhoè, mất nét, không sắc nét, dán xiên vẹo. Logo, và các thông số kỹ thuật in thủ công, chữ thường không cân đối. Hàng thật được sản xuất hàng loạt trên dây chuyền hiện đại nên có độ tinh xảo và chính xác cao hơn.
- Dấu hiệu khác là lắc nhẹ, bóng giả sẽ cảm nhận được sự xộc xệch của bo mạch bên trong do bo mạch này có kích thước nhỏ hơn bầu đèn.
- Khi thắp sáng, hàng giả có độ quang thông (độ sáng) không ổn định, đèn nhấp nháy, hoặc sáng không đều. Sau một thời gian ngắn độ sáng của bóng đèn sẽ suy giảm đáng kể (đèn tối hơn ban đầu rất nhiều) và thậm chí không phát sáng được nữa.
- Một số hãng sản xuất, có niêm yết giá đề xuất dành cho người tiêu dùng trên vỏ sản phẩm nhằm đảm bảo quyền lợi cho người tiêu dùng.
- Nên mua bóng đèn tại các cửa hàng, đại lý chính thức hoặc tại các siêu thị để được đảm bảo là hàng chính hãng và được bảo hành chu đáo.

## **HỎI ĐÁP**

### **Có phải đèn compact được phát triển từ đèn huỳnh quang ống dài?**

Đèn huỳnh quang compact thực chất là một biến thể của đèn huỳnh quang ống dài (còn gọi là đèn tuýp). Hai loại này có cơ chế hoạt động như nhau, nhưng công dụng khác nhau. Với đèn tuýp, trước kia, nhà sản xuất thường sử dụng bột huỳnh

quang tiêu chuẩn, cho ra loại bóng đường kính 36 mm. Hiện nay, nhằm tiết kiệm điện, tăng hiệu suất và độ bền của đèn, đồng thời giúp thu nhỏ đèn xuống 26 mm, nhà sản xuất đã bổ sung bột huỳnh quang đất hiếm. Nhờ đó, đèn compact cũng cho ánh sáng gần với màu thật hơn, đồng thời cũng có hiệu suất lớn hơn nhiều, và tuổi thọ cao hơn, từ 6-7 lần. Vì tính năng đó, đèn compact có đui xoắn hoặc đui gài như đèn sợi đốt, chủ yếu được khuyến khích dùng thay đèn sợi đốt, vừa thuận tiện, vừa tiết kiệm.

### **Đèn compact và đèn tuýp gầy nên lắp ở đâu cho hợp lý?**

Hai loại đèn này có công dụng khác nhau. Do kích thước nhỏ, đèn compact tiện dụng để lắp sáng các vị trí có không gian hạn chế, như các góc nhà, bồn tắm, hốc tường trang trí, tủ hàng,... Đèn tuýp gầy có dải sáng rộng, nên thích hợp để lắp cho các không gian lớn như phòng khách, phòng ngủ,...

### **Đèn compact có độc hại?**

Gần đây, có thông tin cho rằng đèn huỳnh quang compact tuy tiết kiệm điện, nhưng lại chứa thủy ngân, gây hại cho môi trường. Tuy nhiên, hiện nay tất cả các bóng đèn huỳnh quang của Việt Nam và các nước lân cận đều sử dụng thủy ngân ở dạng hạt hoặc dạng hơi để làm chất xúc tác phát quang. Hàm lượng thủy ngân phụ thuộc vào diện tích bề mặt, do vậy trên thực tế, đèn tuýp (đèn huỳnh quang ống dài) sử dụng thủy ngân lớn gấp nhiều lần so với đèn huỳnh quang compact có diện tích bề mặt nhỏ. Dù sao thủy ngân cũng độc, nên người tiêu dùng không nên đập bóng đèn ra. Nếu chẳng may đèn bị vỡ, phải thu dọn vào ngay vào túi nilon, khi thu dọn phải đeo khẩu trang chống độc.

### **Đọc sách có nên dùng đèn compact?**

Hiện nay các loại đèn compact đã được cải tiến liên tục, độ trả màu đạt trên 85%, nên vẫn có thể sử dụng tốt cho việc đọc sách.

### **Làm thế nào sử dụng đèn compact hiệu quả nhất?**

Để tăng hiệu quả sử dụng bóng đèn cần phải bổ sung chao chụp là các loại máng đèn, chóa đèn downlight,... để ánh sáng phát ra từ bóng đèn đạt được hiệu quả cao nhất. Thông thường độ rọi trên bàn đọc sách hay phòng làm việc phải từ 300-500 lux (đơn vị tính quang thông), với tiêu chuẩn tuổi thọ của bóng đèn phải ở mức 6.000 giờ/bóng.

## **PHẦN III: TIẾT KIỆM ĐIỆN TRONG ĐƠN VỊ HÀNH CHÍNH SỰ NGHIỆP**

*Nhằm đưa việc sử dụng điện tiết kiệm và hiệu quả tại cơ quan, đơn vị vào nề nếp, mỗi đơn vị cần thực hiện tiết kiệm ít nhất 10% chi phí điện năng sử dụng hàng năm.*

\* Biện pháp thực hiện:

Khuyến nghị các cơ quan, đơn vị xây dựng quy định về sử dụng điện, thay thế, sửa chữa các trang thiết bị sử dụng điện tại cơ quan, đơn vị với các nội dung cơ bản sau:

- Tắt các thiết bị dùng điện không cần thiết khi ra khỏi phòng và hết giờ làm việc.
- Cắt hẳn nguồn điện khi không sử dụng các thiết bị (thiết bị văn phòng, máy tính cá nhân,...) khi hết giờ làm việc.
- Tận dụng tối đa ánh sáng và thông gió tự nhiên, tắt bớt đèn chiếu sáng khi số người làm việc trong phòng giảm.
- Thiết kế, lắp đặt hệ thống chiếu sáng chung một cách hợp lý, giảm ít nhất 50% số lượng đèn chiếu sáng chung ở hành lang, khu vực sân, vườn, hàng rào.
- Chỉ sử dụng điều hoà nhiệt độ khi thật cần thiết và chỉ để chế độ làm mát từ 26<sup>0</sup>C trở lên; chế độ sưởi nóng không quá 20<sup>0</sup>C.
- Dùng quạt thay thế điều hoà nhiệt độ khi thời tiết không quá nóng. Tắt máy điều hoà nhiệt độ 30 phút trước khi hết giờ làm việc.
- Dùng bóng đèn huỳnh quang hiệu suất cao T8 (36W/32W, 18W), T5 để thay thế cho bóng huỳnh quang thông thường hiệu suất thấp T10 (40W, 20W) đã cháy, đèn compact thay đèn trong sợi đốt, sử dụng chấn lưu tiết kiệm năng lượng.
- Tắt bớt đèn chiếu sáng, biển hiệu tên cơ quan, đơn vị vào buổi tối.
- Không sử dụng điện cơ quan vào mục đích cá nhân như đun nấu, tắm,...
- Định kỳ bảo hành các thiết bị điện (ví dụ: Vệ sinh tấm lọc điều hoà, lau chùi chao máng đèn,...).
- Lắp đặt hệ thống bơm nước tự động. Hạn chế bơm nước vào giờ cao điểm.

Định mức sử dụng điện cho từng phòng, bộ phận căn cứ mức tính sử dụng điện tiết kiệm, hiệu quả cho công việc. Nếu vượt quá định mức, các cá nhân, tập thể liên quan phải chịu trách nhiệm (với nhiều mức khác nhau như: Khiển trách, giảm điểm thi đua, phạt tiền,...)

### **1. Máy lưu điện:**

#### **❖ Chọn mua:**

- Phải tìm hiểu được cơ bản chức năng máy lưu điện (UPS) để lựa chọn sản phẩm phù hợp theo nhu cầu.
- Xác định công suất UPS cho phù hợp với yêu cầu sử dụng. UPS có công suất lớn hơn > 10-20% công suất thiết bị sử dụng có tính đến khả năng tăng công suất tải và hệ số sử dụng đồng thời...

- UPS có dung lượng tính theo VA, các thiết bị điện phổ thông (máy tính, bóng đèn,...) ghi công suất sử dụng có đơn vị đo là W, do đó phải quy đổi để tính loại nào phù hợp.

Ví dụ: Cần mua UPS cho các thiết bị sau: 02 máy tính để bàn sử dụng màn hình LCD, công suất tiêu thụ 40W/máy, 04 bóng đèn huỳnh quang có công suất 20W/bóng.

Để quy đổi từ W sang VA tính như sau: Công suất thiết bị sử dụng điện  $(P)/\cos\varphi$  (có ghi trên thiết bị sử dụng điện). Thông thường  $\cos\varphi=0,85$

Dung lượng UPS cần mua =  $(2 \times 40 + 4 \times 20)/\cos\varphi \approx 188,3$  VA

- Chọn mua các nhãn hiệu có uy tín, mẫu mới đủ tính năng, đặc biệt là hàng phải còn nguyên thùng, nguyên đai, có phiếu bảo hành chính hãng.
- Chọn UPS có công nghệ điều chỉnh nguồn điện đầu vào, bộ vi xử lý kỹ thuật số để tiết kiệm năng lượng khi sử dụng.

UPS bao gồm hai loại chính: Online và offline.

*Loại online:* Khi có nguồn điện lưới, UPS offline vận hành ở chế độ phụ nạp. Trường hợp có sự cố về nguồn điện lưới, bộ chuyển mạch sẽ chuyển sang chế độ dùng ắc quy, dòng điện một chiều từ ắc quy sẽ được biến đổi thành dòng xoay chiều phù hợp cho thiết bị sử dụng. Nhược điểm là khi chuyển mạch dòng xoay chiều sẽ mất một khoảng thời gian nhất định nên các thiết bị có sự nhạy về điện cao (Ví dụ: Máy tính chủ thu thập số liệu online, server mạng Lan và internet,...) sẽ không phù hợp với loại ổn áp này. Chỉ phù hợp sử dụng máy tính phục vụ các công việc văn phòng thông thường.

*Loại offline:* Nguồn điện cung cấp cho thiết bị sử dụng luôn được lấy từ ắc quy nên có độ ổn định cao. Ngoài ra còn có phần mềm quản lý, có màn hình LCD giúp người sử dụng thiết lập các thông số cho UPS hoạt động theo nhu cầu như: Hẹn giờ tắt mở, điều chỉnh điện áp,... Phù hợp cho một server hoặc trung tâm dữ liệu.

#### ❖ **Sử dụng:**

- UPS cũng là một thiết bị điện, do đó yêu cầu nguồn điện lưới phải có sự ổn định nhất định.
- Để UPS nơi thoáng mát, tránh nơi có độ ẩm cao.
- Thời gian cung cấp điện của UPS có thể đạt từ 5-30 phút, người dùng nên tận dụng thời gian này để lưu dữ liệu và tắt máy đúng trình tự.

#### **Không nên:**

**+ Không dùng nguồn điện để tiếp tục làm việc cho đến khi UPS hết điện. Điều này sẽ gây ra hiện tượng pin của UPS bị chai, không trữ được điện.**

**+ Không phải bất cứ thiết bị nào cũng có thể dùng UPS, đa số các UPS hiện có trên thị trường được thiết kế cho máy tính. Các thiết bị khác có thể không làm việc hoặc sẽ làm hỏng UPS. Hãy đọc kỹ hướng dẫn đi kèm với UPS.**

**+ Không để hở đầu ra của UPS vì điện áp ra là dòng xoay chiều 100-240 V rất nguy hiểm.**

## 2. Máy photocopy:

### ❖ Chọn mua:

- Tùy theo nhu cầu sử dụng, chọn máy có tốc độ từ thấp đến cao (từ 15 trang/phút đến 60 trang/phút).
- Kiểm tra khả năng tiết kiệm điện của máy. Đối với những máy có chức năng làm ấm, sẽ giúp tiết kiệm điện hơn do không cần làm nóng máy một thời gian trước khi in.
- Nên chú ý kiểm tra máy photocopy phải có 2 chứng nhận quan trọng là:
  - + Chứng nhận tiết kiệm năng lượng (Energy Star).
  - + Chứng nhận trong thành phần không chứa chất độc hại.
- Hiện nay trên thị trường có nhiều thương hiệu để lựa chọn, phổ biến là Xerox, Ricoh và Canon. Các máy photocopy hiện nay đều sử dụng công nghệ kỹ thuật số, nên cho chất lượng bản chụp đẹp với độ phân giải 600 dpi đến 1200 dpi (có thể chọn thêm các chức năng khác như in, fax, scan).
- Cần lựa chọn các dòng máy có thể sử dụng các loại mực in phổ biến, chi phí mực in rẻ, mực nạp được nhiều lần.
- Nên sử dụng máy có nguồn điện 220V (lưu ý một số máy nhập từ Nhật, Mỹ sử dụng nguồn điện 110V).
- Vỏ máy trắng đều, mặt kín bên trong không trầy xước hay có tì vết.

### ❖ Sử dụng:

- Để máy nơi khô thoáng, tránh ánh nắng trực tiếp chiếu vào máy, giúp máy tản nhiệt tốt, giảm ảnh hưởng tác hại của mực in.
- Sử dụng giấy đúng trọng lượng, kích cỡ mà nhà sản xuất quy định.
- Sử dụng mực có nguồn gốc, xuất xứ rõ ràng, nên sử dụng cùng một loại mực.
- Tham khảo cách lau chùi, vệ sinh máy từ kỹ thuật viên.
- Cần thực hiện đúng kỹ thuật các thao tác xử lý sự cố đơn giản: Thay mực, cách lấy giấy khi bị kẹt, cách bỏ giấy vào khay,...
- Nên chọn máy photocopy kỹ thuật số thế hệ mới, có khả năng tối ưu việc chọn lựa chế độ làm việc. Khả năng tự động chuyển chế độ dự phòng khi không sử dụng, góp phần tiết kiệm năng lượng điện rất lớn.
- Khi không sử dụng phải tắt nguồn điện cấp cho máy. Một ví dụ về công suất tiêu thụ của máy ở các chế độ: Công suất định mức 1.000W. Ở chế độ khởi động tiêu thụ 923W (8s); chế độ photo: 1.230W; chế độ chờ: 29,5W; chế độ tiết kiệm (nhấn energy saver): 26,7W.

**Nếu tắt công tắc mà không rút phích cắm khỏi ổ cắm, máy sẽ tiêu tốn khoảng 6,5W (trong 1 ngày với 8 tiếng làm việc tại cơ quan, hiệu suất sử dụng máy photocopy là 3 tiếng, còn 5 tiếng bị tổn thất vì không rút phích cắm khỏi ổ cắm).**

**Không nên:**



- + Không vận hành máy photocopy liên tục quá 2 giờ, sẽ gây nóng máy quá mức, dẫn đến chất lượng bản in không tốt, tiêu tốn nhiều điện năng.
- + Không vận hành cưỡng bức. Khi vận hành, mọi tín hiệu cảnh báo sự cố về máy đều phải được hiện trên màn hình.
- + Mọi sự cố mà không xử lý được, cần phải gọi ngay nhân viên kỹ thuật để có hướng giải quyết tốt nhất, không tự ý tháo rời hoặc thay thế phụ kiện không cùng chủng loại.

### 3. Máy chiếu:

#### ❖ Chọn mua:

- Trước khi mua, nên phân tích kỹ nhu cầu sử dụng.
  - + Nếu sử dụng cho hội họp, trình chiếu thông thường nên sử dụng máy của Philips, Toshiba, Olympus, Optoma,...
  - + Nếu cần cho việc trình chiếu, tinh chỉnh độ zoom hay cận cảnh nên sử dụng Pioneer, Sony, Panasonic, Mitsubishi,...

#### **Lựa chọn công nghệ:**

Có 2 loại công nghệ phổ biến nhất là DLP và LCD.

- Máy chiếu sử dụng công nghệ DLP làm giảm hiệu ứng “ca – rô” (lưới), nên hình ảnh và video hiển thị mịn hơn, đồng thời tạo độ tương phản (contrast) cao hơn. Ưu thế của sản phẩm là sự gọn nhẹ và dễ di động hơn do ít các thành phần cấu thành. Nhược điểm là thường tạo hiệu ứng “cầu vồng”.
- Máy chiếu sử dụng công nghệ LCD cho độ bão hoà màu sắc cao hơn và hiệu quả ánh sáng tốt hơn, vì thế hình ảnh hiển thị trung thực hơn. Dòng sản phẩm này có điểm yếu là máy to, nặng. Tuy nhiên, các model mới ngày nay đã khắc phục được nhược điểm này.

#### **Lựa chọn các thông số kỹ thuật:**

- Độ sáng: Độ sáng của máy chiếu thường nằm trong khoảng từ 650-5.000 ANSI lumens. Máy chiếu dưới 1.000 ANSI lumens thường có giá rẻ và chỉ nên dùng trong phòng tối. Từ 1.000 đến 2.000 ANSI lumens thích hợp cho những phòng họp, lớp học,...
- Độ phân giải: Là thông số quyết định chất lượng hình ảnh. Trên thị trường hiện có 2 độ phân giải phổ biến là: SVGA (800 x 600 pixel) thích hợp với phòng rộng và tối vì điểm ảnh khá lớn; XGA (1.024 x 768 pixel) phù hợp với phòng chiếu gia đình.
- Độ tương phản: Độ tương phản càng cao, màu sắc càng sống động, trung thực.
- Trọng lượng: Càng nhẹ càng đắt. Với công nghệ sản xuất hiện đại, các máy chiếu hiện nay đều có trọng lượng khá nhỏ, từ 1,8 – 3,5 kg.
- Khả năng kết nối: Để tiện dụng, người tiêu dùng nên xem số cổng tín hiệu để có thể kết nối cùng lúc nhiều thiết bị khác với máy chiếu,...

- *Lưu ý:* Nên chọn loại máy chiếu có menu thân thiện, đặc biệt chú ý màn chiếu và tuổi thọ của bóng đèn. Nên chọn những hãng có đồ thay thế hoặc có cửa hàng đại diện ở Việt Nam.

❖ **Sử dụng:**

- Việc khởi động các thiết bị trước khi trình chiếu nên thực hiện theo đúng quy trình để đạt kết quả tốt nhất và đảm bảo cho tuổi thọ thiết bị.
- Trước khi cấp điện, nên kiểm tra thật kỹ các loại cáp nối giữa các thiết bị (máy chiếu, máy tính,...), tránh sau khi cấp điện mới thay đổi cáp nối. Điều này dễ gây hư hỏng các thiết bị, thậm chí làm cho người sử dụng bị điện giật.
- Trước khi chiếu, bật công tắc khởi động rồi đợi cho đến khi đèn chiếu đạt độ sáng cao nhất (thông thường sẽ phải đợi từ 30-60 giây).
- Máy chiếu có bóng đèn công suất lớn tỏa nhiệt nhiều, nên phải đảm bảo vị trí thoáng mát và nguồn điện ổn định để tiết kiệm điện.
- Sau mỗi lần sử dụng, để máy nguội hẳn mới cất vào hộp hoặc che tránh bụi.
- Khi trình chiếu, để máy hoạt động ở mức độ sáng vừa phải (chế độ tiết kiệm – Wishper Model). Độ sáng càng cao, bóng đèn càng tiêu thụ nhiều năng lượng, do đó bóng càng nóng hơn, tiêu thụ nhiều điện năng hơn.
- Chức năng chạy Eco (tiết kiệm điện) được trang bị hầu như cho mọi loại máy chiếu hiện có trên thị trường. Khi máy chạy ở chế độ này, cường độ sáng mặc định sẽ giảm. Điều này giúp máy tiêu thụ điện ít hơn, đồng thời chạy mát hơn, tuổi thọ của bóng đèn sẽ được nâng cao hơn.

**Không nên:**

- + **Không dùng máy chiếu với thời gian dài. Sau 1 – 2 tiếng vận hành, để máy nghỉ trong vòng 10-15 phút.**
- + **Không nên cắt nguồn điện đột ngột.**
- + **Không di chuyển máy chiếu khi đang hoạt động. Rung động cơ học mạnh có thể làm nổ bóng chứa hơi thủy ngân do áp suất cao hoặc làm hỏng con chip DLP.**
- + **Không nên chạy máy chiếu bằng nguồn điện máy phát (do dòng điện từ máy phát không ổn định, mức điện áp và cường độ dòng điện cao hoặc thấp hơn so với mức máy chiếu yêu cầu có thể làm giảm tuổi thọ của máy).**
- + **Hệ thống làm mát của máy phải thường xuyên được vệ sinh. Làm sạch tấm lọc và quạt tản nhiệt theo định kỳ để loại bỏ bụi bẩn gây nóng máy.**

**4. Máy scan:**

❖ **Chọn mua:**

- Tùy mục đích sử dụng để chọn máy scan có độ phân giải phù hợp.
  - + Dùng trong văn phòng nhỏ, gia đình: Độ phân giải chỉ từ 1.200-3.000 dpi.

- + Dùng cho thiết kế và xử lý ảnh: Độ phân giải thấp nhất từ 4.800 dpi và độ sâu màu từ 48 bit trở lên.
- Lưu ý chọn các loại có tính năng tính hợp:
  - + Tính năng tự cuộn giấy khi scan, scan 2 mặt, scan và tự bỏ những trang giấy trắng thừa kẹp trong tài liệu scan để không mất nhiều thời gian chờ.
  - + Tối ưu hơn nữa là chọn loại máy scan có tính năng tạo thành file văn bản tiếng Việt để chỉnh sửa nội dung.
  - + Đối với loại máy scan hình ảnh, hãy chú ý đến tính năng tự nhận dạng tất cả hình ảnh đặt trên mặt máy scan hoặc tự động lược bỏ những vết ố trên hình, khử mặt đỏ mà không cần phần mềm để xử lý.
- ❖ **Sử dụng:**
  - Việc khởi động máy nên thực hiện theo đúng quy trình kỹ thuật để đảm bảo chất lượng bản chụp và tuổi thọ thiết bị. Trước khi scan, bật nguồn cấp cho máy cho đến khi máy báo đã ở chế độ chụp, rồi đưa bản chụp vào.
  - Máy có bóng đèn công suất lớn, tỏa nhiệt nhiều, nên cần đảm bảo vị trí thoáng mát và nguồn điện ổn định để tiết kiệm năng lượng điện.
  - Sau khi sử dụng, cần tắt nguồn điện để không làm nóng máy, giảm tuổi thọ máy và tổn năng lượng điện.

**Không nên:**

- + **Không rút nguồn một cách đột ngột khi máy đang hoạt động.**

## **PHẦN IV: TIẾT KIỆM ĐIỆN TRONG SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP**

### **1. Máy nghiền trộn thức ăn:**

- Điều chỉnh lưu lượng vật liệu đưa vào máy nghiền phù hợp, điều chỉnh hợp lý khối lượng bị của máy nghiền, lưu lượng gió nhằm giảm chi phí đầu vào và tăng độ linh động của vật liệu nghiền, góp phần tăng năng suất máy móc, giảm điện năng tiêu thụ tại công đoạn nghiền trộn thức ăn.
- Cải tạo lại tấm sàn, điều chỉnh lại kích thước các khoang, độ nghiền dày trong khoang, căn chỉnh giữ cho máy hoạt động tốt, nâng cao hiệu suất của các động cơ điện.
- Thường xuyên kiểm tra không chế độ ẩm, kích thước nguyên liệu đầu vào và độ mịn đầu ra của máy nghiền.
- Thường xuyên bảo dưỡng, sửa chữa các thiết bị đóng cắt, các vị trí đấu nối, tiếp xúc, làm tăng độ an toàn cung cấp điện, giảm các hư hỏng thiết bị và giảm tổn thất điện năng.
- Trong dây chuyền, nếu có nhu cầu về điều chỉnh số vòng quay động cơ cho phù hợp với công nghệ sản xuất thì sử dụng bộ biến tần xoay chiều. Nhờ ứng dụng các thiết bị này vào đúng vị trí của dây chuyền sản xuất nên chi phí điện năng sẽ giảm (khoảng 10-15%) cũng như chất lượng lưới điện được cải thiện và tuổi thọ của động cơ và cáp sẽ tăng.
- Những máy công tác nếu không mang tính thời vụ thì không nhất thiết phải vận hành cùng lúc, đặc biệt vào giờ cao điểm.

*Lưu ý:* Cơ sở có điều kiện thì sử dụng thiết bị “khởi động sao/tam giác (Y/ $\Delta$ )”,... để hạn chế được dòng điện khi khởi động, độ sụt áp và tổn hao điện năng.

### **2. Máy xay xát:**

- Thường xuyên làm sạch các vị trí khe hở của máy, điều chỉnh lượng nguyên liệu vào máy vừa phải, tránh để động cơ làm việc non tải hoặc quá tải.
- Bố trí máy công tác gần thiết bị điều khiển đóng cắt để giảm chiều dài dây cáp tới từng máy.
- Cần nâng cấp hoặc thay thế những máy và động cơ điện đã quá cũ (cách điện cuộn dây kém hoặc động cơ đã quấn lại nhiều lần), không đảm bảo an toàn và các tính năng kỹ thuật cho phép.
- Chuẩn bị nguyên liệu đầy đủ trước khi khởi động máy.
- Có đủ người thao tác theo như nhà thiết kế quy định, nếu không sẽ làm tăng thời gian máy chạy không mang tải hoặc chạy non tải, ảnh hưởng đến hiệu suất và chi phí điện năng của máy.
- Bố trí thời gian chạy máy hợp lý, tránh giờ cao điểm.

### **3. Máy tuốt lúa:**

- Đối với loại sử dụng động cơ nổ, cần thường xuyên kiểm tra lượng dầu của máy, vệ sinh máy. Thường xuyên điều chỉnh mức dầu cho phù hợp với chế độ sử dụng của máy và công suất máy.
- Điều chỉnh lượng lúa đưa vào máy cho phù hợp để tiết kiệm nhiên liệu.
- Bảo dưỡng định kỳ sau mỗi vụ lúa, căn chỉnh các vị trí khớp nối, ốc vít để nâng cao hiệu suất làm việc.
- Đối với loại sử dụng động cơ không đồng bộ 1 pha, thường xuyên kiểm tra cách điện cuộn dây.
- Đối với các máy tuốt lúa loại nhỏ quy mô gia đình (sử dụng động cơ không đồng bộ 1 pha hoặc 3 pha), bà con có thể tùy theo nhu cầu sản xuất mà lựa chọn một số thiết bị điều khiển thích hợp như hệ thống truyền động biến tần – động cơ AC, thiết bị khởi động mềm,... nhằm giảm chi phí và tiết kiệm điện năng cho cơ sở, đồng thời còn làm tăng tuổi thọ của động cơ và thiết bị đi kèm.
- Cần nâng cấp hoặc thay thế những máy và động cơ điện đã quá cũ, không đảm bảo an toàn và các tính năng kỹ thuật cho phép.

#### 4. Hệ thống quang – nhiệt phù hợp trong trồng trọt, chăn nuôi:

##### ❖ Trong trồng trọt:

- **Nhiệt:**
  - Mỗi loại cây trồng yêu cầu điều kiện nhiệt độ nhất định để sinh trưởng phát triển.
    - + Những loại rau chịu lạnh như măng tây, cải bắp, cà rốt, xà lách, khoai tây,... nhiệt độ thích hợp nhất với nhóm rau này khoảng 17-20<sup>0</sup>C và có thể sống ở nhiệt độ dưới 0<sup>0</sup>C.
    - + Rau chịu ẩm: Cà chua, cà tím, ớt ngọt, dưa leo,... có nhiệt độ thích hợp 20-30<sup>0</sup>C, không sống được ở nhiệt độ thấp dưới 0<sup>0</sup>C hoặc cao trên 40<sup>0</sup>C.
    - + Rau chịu nóng: Rau muống, bầu bí, đậu đũa,... sinh trưởng tốt ở nhiệt độ 20-30<sup>0</sup>C và chịu được nóng trên 40<sup>0</sup>C.
  - Với đặc điểm khí hậu nước ta, các loại rau chịu lạnh thường trồng nhiều ở vùng cao nguyên và mùa đông ở phía Bắc. Đối với một số cây rau như cải bắp, su hào, hành tây,... trước khi trở hoa kết trái cần có một thời gian chịu nhiệt độ thấp dưới 10<sup>0</sup>C từ 2-6 tuần.
- **Quang:**

Những cây ưa ánh sáng ban đêm (như Thanh long), có thể sử dụng loại bóng đèn compact tiết kiệm điện. Sử dụng loại bóng đèn này, năng suất giảm khoảng 3-6% so với sử dụng bóng đèn dây tóc. Tuy nhiên, chi phí điện năng để thắp đèn compact tiết kiệm hơn 30-50%, do đó, tổng lợi nhuận thu được lớn hơn khi sử dụng bóng đèn sợi đốt.

  - Các cây rau ưa ánh sáng khuếch tán vào buổi sáng hơn là ánh sáng trực tiếp vào buổi trưa. Tuy vậy, yêu cầu đối với cường độ ánh sáng cũng không giống nhau. Các cây bầu, bí, mướp, dưa hấu, dưa

leo,...cần cường độ ánh sáng mạnh nên phải trồng nơi có đủ ánh sáng, ít bóng râm. Cây rau cải, đậu,...yêu cầu cường độ ánh sáng trung bình, còn các cây như xà lách, cải cúc, ngò,...thích hợp cường độ ánh sáng yếu.

- Để ra hoa kết trái, các cây rau cũng yêu cầu thời gian chiếu sáng hoặc độ dài ngày khác nhau. Cây ngày ngắn như dưa hấu, dưa leo, bầu, bí,...trở hoa kết trái trong điều kiện thời gian chiếu sáng trong ngày từ 10-12 giờ. Các cây dài ngày như cải bắp, su hào, hành tỏi, cà rốt,...cần độ dài ngày từ 14-16 giờ. Củ cải tạo củ trong điều kiện ngày ngắn, còn hành tây lại tạo củ trong điều kiện ngày dài.

Vì thế, bà con cần nắm rõ yêu cầu và kỹ thuật trồng trọt để xây dựng hệ thống quang, nhiệt phù hợp. Chú ý đầu tư các sản phẩm tiết kiệm điện để đem lại hiệu quả lâu dài về kinh tế.

#### ❖ Trong chăn nuôi:

- Điện dùng trong chăn nuôi chủ yếu để chiếu sáng, sưởi ấm và khống chế độ ẩm cho chuồng trại. Để sử dụng điện tiết kiệm, hợp lý, giúp vật nuôi khỏe mạnh, cần thực hiện các yêu cầu như: Yêu cầu chung là chuồng nuôi phải thoáng mát, đủ ánh sáng, không có gió lùa. Cần giữ cho chuồng trại luôn khô ráo, thông thoáng, đủ ánh sáng; mát về mùa hè và ấm vào mùa đông.
- Nhiệt độ chuồng nuôi nên nằm trong phạm vi từ 20 đến 30<sup>0</sup>C. Nhiệt độ chuồng nuôi được đo ở độ cao trên đầu vật nuôi. Chẳng hạn đối với chuồng nuôi ngan, trung bình sử dụng chụp đèn sưởi công suất 200W cho 75 – 140 con ngan.
- Mật độ chuồng nuôi tỷ lệ thuận với độ ẩm trong không khí. Do đó, nếu độ ẩm cao cần phải đảo chất độn chuồng và cho thêm chất độn chuồng khô hàng ngày để giữ cho vật nuôi ấm chân và sạch sẽ.
- Với những vật nuôi mới sinh (1-2 tuần), số giờ chiếu 24/24h, sau đó giảm dần. Ánh sáng phải được phân bố đều trên diện tích chuồng nuôi. Ban ngày nên tận dụng ánh sáng tự nhiên thay cho đèn điện.

## **PHẦN V: TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG VÀ SỬ DỤNG AN TOÀN THIẾT BỊ TRONG SẢN XUẤT CÔNG NGHIỆP, TIÊU THỦ CÔNG NGHIỆP**

### **1. Tư vấn xây dựng hệ thống quản lý năng lượng:**

#### **❖ Quản lý năng lượng (QLNL) là gì?**

Là một quá trình quản lý, tiêu thụ năng lượng tại đơn vị nhằm đảm bảo năng lượng được sử dụng hiệu quả, tiết kiệm. QLNL bao gồm toàn bộ các lĩnh vực có liên quan đến tiêu thụ năng lượng tại cơ sở sản xuất, không những lưu ý đến việc tiêu thụ năng lượng của thiết bị, máy móc, mà còn phải đặc biệt chú trọng đến việc tìm kiếm giải pháp để có thể vận hành máy móc, thiết bị một cách tốt nhất.

#### **❖ Lợi ích của hệ thống QLNL:**

- Cho phép quản lý giá năng lượng có hệ thống nhằm tiết kiệm chi phí năng lượng.
- Giảm chi phí vận hành và bảo dưỡng.
- Nâng cao nhận thức của nhân viên về tiết kiệm năng lượng, giảm tổn hao năng lượng.
- Xây dựng được kế hoạch và mục tiêu sử dụng năng lượng.
- Xây dựng được quy trình kiểm soát, xác nhận việc sử dụng năng lượng tại đơn vị.
- Hỗ trợ các hệ thống quản lý chất lượng khác như ISO 14001, quản lý chất lượng toàn bộ (TQM).

#### **❖ Lộ trình xây dựng hệ thống QLNL bền vững gồm 4 bước:**

**Bước 1:** Đánh giá hiện trạng QLNL. Kết quả đánh giá sẽ phản ánh năng lực của đơn vị trong việc xây dựng và vận hành hệ thống QLNL tại đơn vị.

**Bước 2:** Chuẩn bị về khâu tổ chức. Thiết lập một Ủy ban QLNL với trách nhiệm chính là xây dựng và quản lý các hoạt động trong hệ thống tuân theo quy trình làm việc đã được thống nhất trong toàn bộ đơn vị. Đồng thời, thiết lập các bộ phận QLNL, trong đó, cán bộ QLNL (Energy Manager) có nhiệm vụ lãnh đạo, thực hiện các hoạt động QLNL trong đơn vị, đồng thời, có trách nhiệm báo cáo trực tiếp cho lãnh đạo đơn vị các vấn đề liên quan đến năng lượng. Đối tượng này có thể là cán bộ chuyên trách hoặc kiêm nhiệm.

**Bước 3:** Thực hiện các biện pháp tiết kiệm năng lượng (kiểm toán năng lượng), lựa chọn mục tiêu tiết kiệm và kế hoạch thực hiện. Gồm 5 nhiệm vụ chính:

- Thực hiện kiểm toán năng lượng sơ bộ và chi tiết.
- Lựa chọn các biện pháp tiết kiệm năng lượng trên cơ sở kết quả kiểm toán năng lượng.
- Xây dựng các nhóm nhân viên để thực hiện từng biện pháp tiết kiệm năng lượng đã được lựa chọn.
- Đề xuất ngân sách và kế hoạch thực hiện.

- Tổ chức đào tạo cho các nhóm nhân viên thực hiện từng biện pháp tiết kiệm năng lượng.

**Bước 4:** Kết hợp hệ thống QLNL với các hệ thống khác trong đơn vị.

Mục tiêu là đưa các hoạt động tiết kiệm năng lượng vào trong các quy trình sản xuất của đơn vị. Có 5 nhiệm vụ chính cần làm:

- Thiết lập thủ tục giám sát – xác nhận.
- Nhận dạng hệ thống kiểm toán nội bộ hoặc bên ngoài để xác nhận một cách độc lập các kết quả giám sát – xác nhận.
- Thiết lập quy trình làm việc chuẩn nhằm tiết kiệm năng lượng.
- Xây dựng kế hoạch hậu kiểm toán năng lượng và kế hoạch đánh giá.

Tổ chức đào tạo cho các nhân viên đơn vị sau khi đã kiểm toán, quy trình làm việc và kế hoạch đánh giá.

## 2. Sử dụng động cơ điện:

❖ Động cơ cần được kiểm tra thường xuyên và bảo dưỡng, sửa chữa định kỳ, giúp vận hành an toàn, ổn định và tiết kiệm điện năng, tăng tuổi thọ cho máy. Cụ thể như sau:

- Kiểm tra độ ẩm, nếu độ ẩm cách điện vượt mức cho phép thì phải sấy khô; trước khi đóng điện phải kiểm tra cả phần cơ của động cơ và phần cơ của thiết bị, xem có trơn tru không, bi (bạc đạn) bị dơ mòn không,...
- Khi các thiết bị có chiều quay về một hướng thì động cơ chạy phải theo hướng đó, nếu ngược chiều thì phải đảo cách đấu của động cơ điện theo sơ đồ đấu.
- Khi chạy thiết bị, nếu nhiệt độ động cơ vào khoảng  $60^{\circ}$  thì bình thường (kinh nghiệm dân gian là sờ vào động cơ đếm được từ 1 tới 10), nếu nóng quá thì phải dừng ngay kiểm tra,... Nếu có tiếng kêu, tiếng gõ từ động cơ điện thì phải dừng chạy động cơ ngay,... Trường hợp động cơ sử dụng rơ le hẹn giờ mà bị quá nóng, thì phải chờ cho nguội động cơ, điều chỉnh lại rơ le nhiệt và phải dùng điện qua ổn áp. Khi mất điện thì ngắt cầu dao của thiết bị và cầu dao tổng, đề phòng lúc có điện trở lại sẽ làm hỏng động cơ và gây lãng phí điện.

❖ Chú ý sắp xếp lịch vận hành động cơ hợp lý, tốt nhất nên tổ chức vận hành, sản xuất vào giờ thấp điểm, vừa tiết kiệm chi phí dùng điện, vừa góp phần giảm áp lực cho hệ thống điện quốc gia.

## 3. Cầu dao tự động:

Cầu dao tự động (MCB) có 2 loại chính: Loại bảo vệ quá dòng, quá tải bằng cơ cấu thanh lưỡng kim và loại chống điện giật, bảo vệ quá dòng và ngắn mạch role.

- Trước khi sử dụng: Nên tính toán dòng điện của thiết bị điện đang sử dụng để chọn MCB hợp lý, vừa đảm bảo an toàn vừa tiết kiệm. Nhiều người tiêu dùng không có chuyên môn về điện cho rằng chọn MCB có dòng điện định mức cao hơn nhiều so với dòng điện tải để “chắc chắn” về độ an toàn, nhưng như vậy là một quan niệm sai lầm, không an toàn và gây lãng phí.



- Khi sử dụng: Trường hợp xảy ra sự cố về điện, MCB tổng cắt trước MCB của khu vực bị sự cố là do lắp đặt MCB cho từng khu vực không hợp lý, không đảm bảo tính chọn lọc ngắt điện khi có sự cố. Để khắc phục hiện tượng này, cần phải thiết kế và chọn MCB sao cho MCB nhánh lúc nào cũng có dòng định mức thấp hơn MCB tổng.

#### **4. Sử dụng công tơ điện tử 3 giá:**

- ❖ Công tơ điện 3 giá hiện chủ yếu dùng cho các hộ tiêu thụ điện 3 pha công suất lớn hoạt động cả ngày và đêm (các xí nghiệp, nhà máy, xưởng sản xuất,..), sản lượng trung bình trên 2000 kWh/tháng. Công tơ điện 3 giá có nhiều loại, do nhiều hãng khác nhau chế tạo.
- ❖ Trong quá trình sử dụng, khách hàng không được phép tự ý cài đặt hoặc chỉnh sửa các thông số công tơ. Quyền lập trình và quản lý công tơ do bên bán điện thực hiện.
- ❖ Lợi ích sử dụng công tơ điện 3 giá:
  - Là một công nghệ hiện đại trong quản lý nhu cầu dùng điện.
  - Giúp khách hàng chủ động bố trí thời gian sử dụng điện hợp lý, có thể hạn chế sử dụng điện vào giờ cao điểm. Qua đó, khách hàng có thể kiểm tra công suất sử dụng của phụ tải, tiết kiệm chi phí điện năng trong gia đình, cơ sở sản xuất, cơ quan, đơn vị.
  - Giúp ngành Điện áp giá bán điện đúng theo biểu giá điện bậc thang của Chính phủ, hạn chế tổn thất thương mại,...

## **PHẦN VI: SỐ LIỆU THỐNG KÊ VỀ TIẾT KIEM ĐIỆN**

- Ở Việt Nam, để sản xuất ra 1 kWh điện sẽ phát thải vào môi trường 0,43 kg CO<sub>2</sub>
- Chi phí đầu tư sản xuất 1 MW điện từ nhà máy thủy điện lớn (trên 50 MW) là **1 triệu USD**.
- Theo điều tra năm 2008, tại TP Hồ Chí Minh, 65% những người được phỏng vấn cho rằng, hầu hết hàng xóm của mình đều không thực hiện hành vi tiết kiệm năng lượng.
- Giai đoạn 2010 – 2011, EVN đầu tư khoảng **34 tỷ đồng** cho các chương trình tiết kiệm điện.
- Theo Tổng Công ty Điện lực TP.HCM, hiện sản lượng điện tiết kiệm trong 1,7 triệu khách hàng sinh hoạt, thấp sáng đạt khoảng 40 triệu kWh/năm. Sản lượng tiết kiệm điện tại các cơ quan hành chính sự nghiệp là 34 triệu kWh, giảm 14,4% so với trước khi có chủ trương tiết kiệm điện.
- Nên sử dụng bình nước nóng năng lượng mặt trời, giúp cắt giảm phụ tải đỉnh. Theo tính toán, trong 2 năm 2010 – 2011, nếu đưa 20.000 bình nước nóng năng lượng mặt trời vào sử dụng sẽ cắt giảm được 30 MW công suất đỉnh, tiết kiệm 18,75 triệu kWh/năm, giảm phát thải 85.312 tấn CO<sub>2</sub> và **giảm được chi phí phát điện trong vòng 7 năm là hơn 100 tỷ đồng**.
- Theo Chương trình quảng bá, thúc đẩy sử dụng bình đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời do EVN triển khai thực hiện trong 2 năm 2010 – 2011, số lượng thiết bị lắp đặt trực tiếp từ dự án là 20.000 bình. **Khách hàng tham gia được hỗ trợ 1 triệu đồng/bình** tiền mua thiết bị và được hỗ trợ một phần lắp đặt thiết bị.
- Trong năm 2008 – 2009, các chương trình tiết kiệm điện của EVN đã giúp tiết kiệm **1.945 triệu kWh**.
- Năm 2010, có **100 ngàn hộ gia đình** tại 10 quận nội thành Hà Nội đã tham gia phong trào “Sử dụng năng lượng hiệu quả trong mỗi hộ gia đình là tiết kiệm cho thế hệ tương lai” do UBND TP Hà Nội tổ chức.
- Năm 2010, tại TP Hồ Chí Minh, 87,6 ngàn hộ gia đình trên địa bàn đã đăng ký tiết kiệm điện năng với Trung tâm Tiết kiệm năng lượng TP. Hồ Chí Minh.
- Giai đoạn 2005 – 2007, EVN đã bán **1 triệu đèn compact với giá bằng 50 %** so với giá thị trường, mỗi gia đình được mua 2 đèn; các cơ quan thuộc UBND thị trấn, UBND xã, phường, trường học đóng tại địa phương; các tổ dân phố, thôn xóm được mua đèn cho nhu cầu chiếu sáng đường xá trong thôn, ngõ xóm,...
- Giai đoạn 2008 – 2010, EVN tiếp tục triển khai chương trình **5 triệu đèn compact** để cùng các nhà cung cấp phát triển thị trường, thúc đẩy sử dụng đèn compact trong cộng đồng.
- Mỗi gia đình Việt Nam chỉ cần tắt bớt một bóng đèn vào thời gian từ 8h – 22h, sẽ tiết kiệm được hàng ngàn tỷ đồng chi phí ngân sách đầu tư cho việc bổ sung nguồn điện, lưới điện.

- Từ tháng 7 đến tháng 12/2010, EVN triển khai chương trình đổi 1 triệu đèn sợi đốt bằng đèn compact (loại 18 W) cho 800 ngàn hộ nghèo tại các tỉnh Tây Nam bộ và một số tỉnh Đông Nam bộ. Chương trình sẽ tiết kiệm khoảng 38,4 triệu kWh/năm. **Trong 5 năm sẽ tiết kiệm 192 triệu kWh, tương đương 168,5 tỷ đồng tiền điện.**
- Thị trường đèn compact đã có sự phát triển rất nhanh chóng, từ mức tiêu thụ 500.000 cái năm 2003, đến năm 2009 tiêu thụ 31 triệu cái.
- Năm 2010, **cả nước còn khoảng 20 triệu bóng đèn sợi đốt** đang được sử dụng trong hộ gia đình, chủ yếu là các hộ nghèo với mức sử dụng bình quân 1,14 đèn/hộ.
- Đèn Led là công nghệ mới có nhiều ưu điểm, có thể **tiết kiệm tới 60% điện năng** so với đèn thông thường, rất thân thiện với môi trường..
- Các đơn vị điện lực không tính lợi nhuận trong việc bán đèn compact, nên giá bán đèn thấp hơn giá thị trường từ 5 – 10%. Các chương trình truyền thông quảng bá được thực hiện đồng thời với việc phân phối đèn.
- Theo thống kê của Hội chiếu sáng Việt Nam, năm 2009, cả nước có khoảng 800 nghìn bóng đèn chiếu sáng công cộng với các loại công suất khác nhau, mỗi năm tiêu thụ hết 584 triệu kWh.
- Theo đánh giá hiện nay, nếu thực hiện quản lý năng lượng:
  - Trong lĩnh vực công nghiệp có thể tiết kiệm được 20% - 25%.
  - Khu vực cơ quan hành chính sự nghiệp còn có thể tiết kiệm được 10% hoặc hơn nữa.
- Tổng điện năng tiêu thụ cho tất cả các lĩnh vực chiếu sáng chiếm khoảng 25% tổng điện năng thương phẩm, tương đương trên 21 tỷ kWh/năm.
- Theo tính toán, nếu ứng dụng công nghệ chiếu sáng tiết kiệm năng lượng, mỗi năm **nước ta có thể tiết kiệm được 6,31 tỷ kWh.**
- Chỉ một bóng đèn cao áp sử dụng ở thành phố sẽ đủ thấp sáng sinh hoạt cho cả 1 thôn ở vùng sâu, vùng xa.
- Dự án chiếu sáng hiệu quả trường học được thực hiện trong hai năm 2006 – 2007. Đến nay, có khoảng 15.000 phòng học đã được lắp đặt hệ thống chiếu sáng tương tự với nguồn kinh phí từ quỹ hội cha mẹ học sinh, từ vốn ngân sách của địa phương và ngành giáo dục...
- **6 tỷ đồng/năm** là số tiền đã tiết kiệm được nhờ sự vận hành hiệu quả trong chiếu sáng công cộng ở TPHCM của Trung tâm điều khiển hệ thống chiếu sáng công cộng (thuộc Công ty Chiếu sáng công cộng TP Hồ Chí Minh). Đây là trung tâm điều khiển, quản lý hệ thống chiếu sáng công cộng quy mô lớn nhất nước ta.
- Nếu thực hiện tốt việc tiết kiệm năng lượng, trên 1.000 nhà máy đang hoạt động trong các KCX – KCN tại TP Hồ Chí Minh sẽ tiết kiệm điện năng khoảng 3%/năm, tương đương khoảng 90 triệu kWh. Trong năm 2009, khu vực này đã tiết kiệm 50 triệu kWh (chiếm 27% sản lượng điện toàn TP).

**Trường Đại học Bách khoa  
Bộ môn Thủy khí và máy thủy khí**

**BÀI TẬP NỘP HỌC PHẦN  
Bơm Quạt Máy nén  
Sinh viên ngành Kỹ thuật Nhiệt**

Họ và tên sinh viên :  
Lớp đăng ký học phần :  
Mã số sinh viên :

Đà Nẵng 2010

## Đề bài

Tính toán và chọn thiết bị cho trạm bơm theo các số liệu sau :

$$Q = (90 + 2 \text{ số cuối mã số sinh viên}) \text{ m}^3/\text{h} = 102 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0283 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{\text{đh}} = (23 + 2 \text{ số cuối mã số sinh viên}) \text{ m} = 32 \text{ m}$$

Nước ở nhiệt độ :  $t = 20^{\circ}\text{C}$

$$\text{Chiều dài ống hút : } l_1 = 11 + \text{ số cuối msv} = 20 \text{ m}$$

$$\text{Chiều dài ống đẩy : } l_2 = 1500 + 3 \text{ số cuối msv} = 1512 \text{ m}$$

**Bài làm** (các hình vẽ trong bài chỉ là ví dụ minh họa, không phải của bài này. Tài liệu tra cứu phải ghi rõ tác giả, tên sách tra theo đồ thị, hình vẽ ,..., ở trang nào)

### 1. Tính toán đường kính và chọn vật liệu ống :

a). Tính toán đường kính ống :

$$\text{Chọn vận tốc trên đường ống hút là : } v_h = 0,96 \text{ m/s}$$

$$\text{Vận tốc trên đường ống đẩy là : } v_d = 1,86 \text{ m/s}$$

( chọn theo sách ..... trang ...)

Đường kính ống hút :

$$d_h = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v_h}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,0283}{3,14 \times 0,96}} = 0,20 \text{ (m)} = 200 \text{ (mm)}$$

Đường kính ống đẩy :

$$d_d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v_d}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,0283}{3,14 \times 1,86}} = 0,14 \text{ (m)} = 140 \text{ (mm)}$$

b). Chọn vật liệu đường ống :

Chọn vật liệu làm đường ống là ống thép mới, lắp đặt cẩn thận không hàn , có độ nhám tuyệt đối

$$\Delta = 0,17 \text{ (mm)}$$

( Tra theo ....trang .... sách .....)

### 2. Bố trí đường ống xác định hệ số tổn thất cục bộ các thiết bị cần thiết lắp trên đường ống (theo bản vẽ và các thiết bị bố trí):

Ta lắp các van hút và van đẩy.....(thiết bị do mình chọn)

Miệng hút của ống hút phải đặt dưới mức nước ở bể hút khoảng  $(0,5 \div 1) \text{ m}$  để không khí không lọt vào miệng hút khi bơm làm việc , đồng thời lắp sọt lưới chắn để tránh kẹt đường ống . Hệ số tổn thất của lưới chắn là :

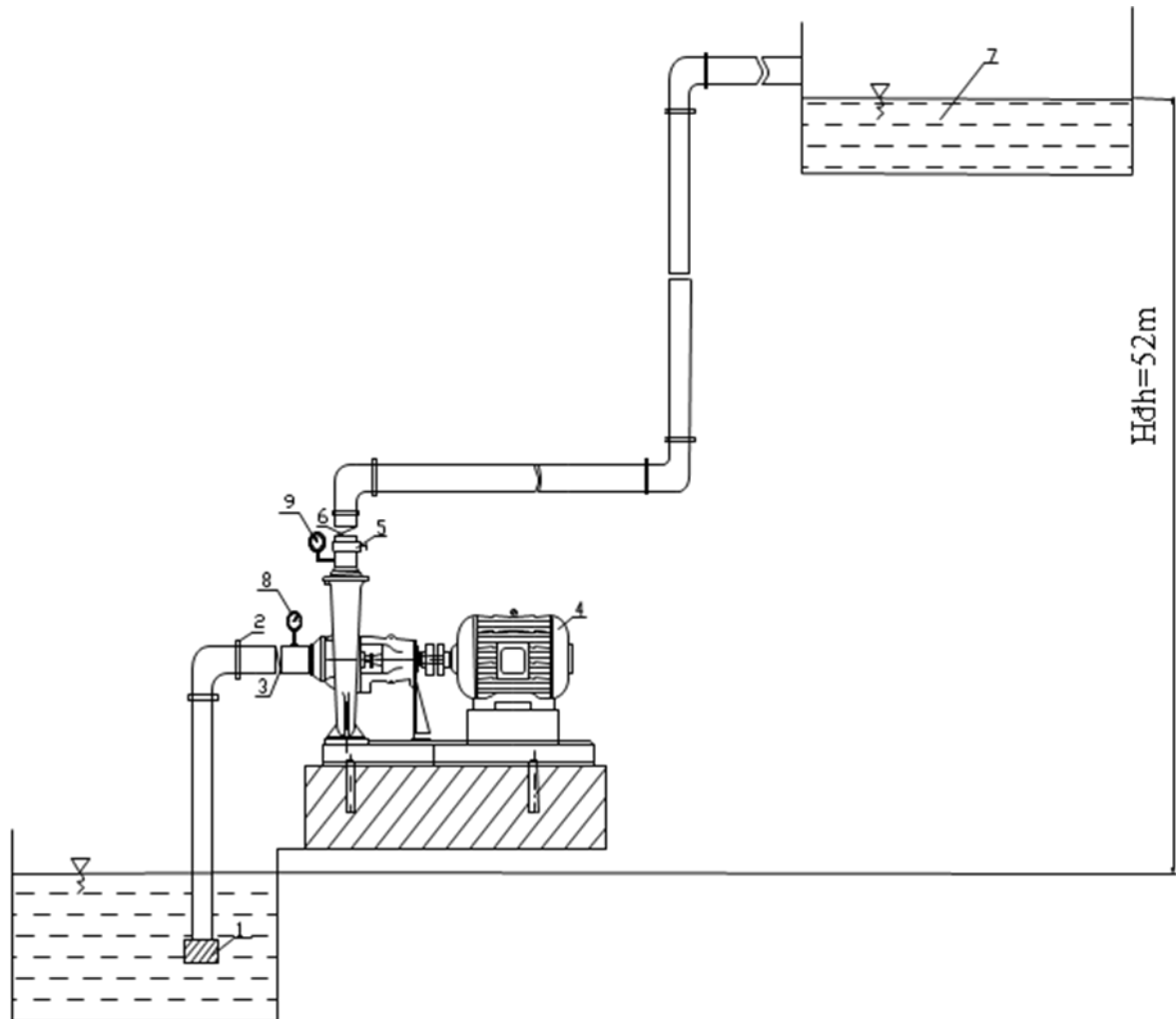
$$\zeta_{sl} = 5,2 \text{ ( Tra theo ..... trang .... sách .....)}$$

Chọn khoá lắp đặt là khoá hình đĩa phụ thuộc góc nghiêng  $\alpha = 30^0$  có hệ số tổn thất khoá là :  $\zeta_k = 3,91$ .

Trị số  $\zeta$  khi  $d_1 = d_2$  phụ thuộc góc ngoặt đột của ống có tiết diện tròn là : khi góc ngoặt

$\alpha = 90^0$  thì  $\zeta_n = 1,10$  ( Tra theo ..... trang .... sách ....)

.....



### 3. Tính toán hệ số $\lambda$ trên các đường ống :

Chất lỏng chảy trong ống là nước ở  $20^0C$  nên ta có hệ số nhớt là :  $\nu = 1,006 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  ( Tra theo ..... trang .... sách ....)

Hệ số Reynold trên đường ống hút là :

$$R_{eh} = \frac{v_h \cdot d_h}{\nu} = \frac{0,96 \times 0,2}{1,006 \cdot 10^{-6}} = 190854,87 > 2320$$

Hệ số Reynold trên đường ống đẩy là :

$$R_{ed} = \frac{v_d \cdot d_d}{\nu} = \frac{1,86 \times 0,14}{1,006 \cdot 10^{-6}} = 258846,92 > 2320$$

Vậy trạng thái chảy trên đường ống hút và ống đẩy là trạng thái chảy rối .

Hệ số ma sát trên đường ống  $\lambda$  :

Giả thiết chất lỏng chảy trong ống thuộc khu vực chảy rối thành không hoàn toàn nhám

$$\rightarrow \lambda = 0,1 \left( 1,46 \cdot \frac{\Delta}{d} + \frac{100}{R_e} \right)^{0,25}$$

Trên đường ống hút :

$$\lambda_h = 0,1 \left( 1,46 \times \frac{0,17}{200} + \frac{100}{19085487} \right)^{0,25} = 0,0205$$

Trên đường ống đẩy :

$$\lambda_d = 0,1 \left( 1,46 \times \frac{0,17}{140} + \frac{100}{25884692} \right)^{0,25} = 0,0216$$

Kiểm tra lại : có  $I_1 = 27 \left( \frac{d}{\Delta} \right)^{\frac{8}{7}}$  ;  $I_2 = \frac{191d}{\Delta \cdot \sqrt{\lambda}}$

$$I_{1h} = 27 \left( \frac{200}{0,17} \right)^{8/7} = 87216,6 < R_{eh}$$

$$I_{1d} = 27 \left( \frac{140}{0,17} \right)^{8/7} = 58018,8 < R_{ed}$$

$$I_{2h} = \frac{191 \times 200}{0,17 \cdot \sqrt{0,0205}} = 1569414 > R_{eh}$$

$$I_{2d} = \frac{191 \times 140}{0,17 \cdot \sqrt{0,0216}} = 1070251 > R_{ed}$$

Vậy giả thiết chất lỏng chảy rối thành không hoàn toàn nhám là đúng .

:

$$\lambda_h = 0,0205$$

$$\lambda_d = 0,0216$$

Tổn thất trên đường ống hút :

$$h_{dh} = \lambda_h \frac{l_h}{d_h} \frac{v_h^2}{2 \cdot g} = 0,0205 \times \frac{20}{0,2} \times \frac{(0,96)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,096 \text{ (m)}$$

Tổn thất trên đường ống đẩy :

$$h_{dd} = \lambda_d \frac{l_d}{d_d} \frac{v_d^2}{2 \cdot g} = 0,0216 \times \frac{1512}{0,14} \times \frac{(1,86)^2}{2 \cdot 9,81} = 41,134 \text{ (m)}$$

Tính tổn thất sơ bộ :

Cột áp theo yêu cầu :  $H_{yc} = H_{đh} + h_t = H_{đh} + k.Q^2$

Trong đó :

$$k = [(\lambda_n \frac{l_n}{d_n} + \zeta_{sl} + \zeta_n + \zeta_k) \cdot \frac{1}{d_n^4} + (\lambda_d \frac{l_d}{d_d} + 3\zeta_n + \zeta_k) \cdot \frac{1}{d_d^4}] \cdot \frac{8}{\pi^2 g}$$

$$= [(0,0205 \cdot \frac{20}{0,2} + 5,2 + 1,1 + 3,91) \cdot \frac{1}{0,2^4} + (0,0216 \frac{1512}{0,14} + 3 \times 1,1 + 3,91) \cdot \frac{1}{0,14^4}] \cdot \frac{8}{3,14^2 \times 9,81}$$

$$= 52411,92$$

Vậy :  $h_t = 52411,92Q^2$  (Q : m<sup>3</sup>/s)

$\rightarrow H_{yc} = 32 + 52411,92Q^2 = 32 + 52411,92 \times 0,0283^2 = 73,98$  ( m )

#### 4. Chọn kiểu bơm , xây dựng đường đặc tính lưới , đặc tính cơ bản và điểm làm việc của bơm.

Dựa vào đặc tính sơ bộ :  $H_{yc} = 73,98$  (m)  
 $Q = 102$  (m<sup>3</sup>/h)

Và sở tay máy bơm , ta chọn được loại bơm Eta R 125 - 500 / 2 có đường kính bánh công tác D = 340 mm , Công suất 32,5 kW

Các kích thước của bơm : n = 1450 v/ph.

DN<sub>1</sub> = 150 mm

DN<sub>2</sub> = 125 mm

a = 245 mm

e = 270 mm

h<sub>1</sub> = 300 mm

h<sub>2</sub> = 300 mm

x = 200 mm

Mã hiệu để : 332

b<sub>1</sub> = 800 mm ; b<sub>2</sub> = 550 mm

b<sub>3</sub> = 550 mm ; b<sub>4</sub> = 290 mm

g là : M16 × 320 mm

h<sub>4</sub> = 448 mm

l<sub>1</sub> = 1850 mm ; l<sub>2</sub> = 1300 mm

V = 235 mm

(có bản vẽ bố trí chung bơm và động cơ kéo bơm) Dựa vào đặc tính của bơm ta có bảng sau :

Q(m <sup>3</sup> /h)	0	30	50	80	100	120	150	180	200
H (m)	78	76,8	76	74,7	73,6	72	69,6	66,5	63,8
H	0	0,43	0,65	0,78	0,73	0,65	0,50	0,45	0,21
Ht									
Hyc									



Với số liệu trên ta vẽ được đường đặc tính (H - Q), ( $\eta$ -Q) của bơm (có bản vẽ). Với phương án này ta cần dùng 1 bơm và 1 bơm dự trữ.

Vẽ đường đặc yêu cầu :

$$\text{Ta có : } h_{t-Q} = 32 + 52411,92Q^2 \quad (Q : \text{m}^3/\text{s})$$

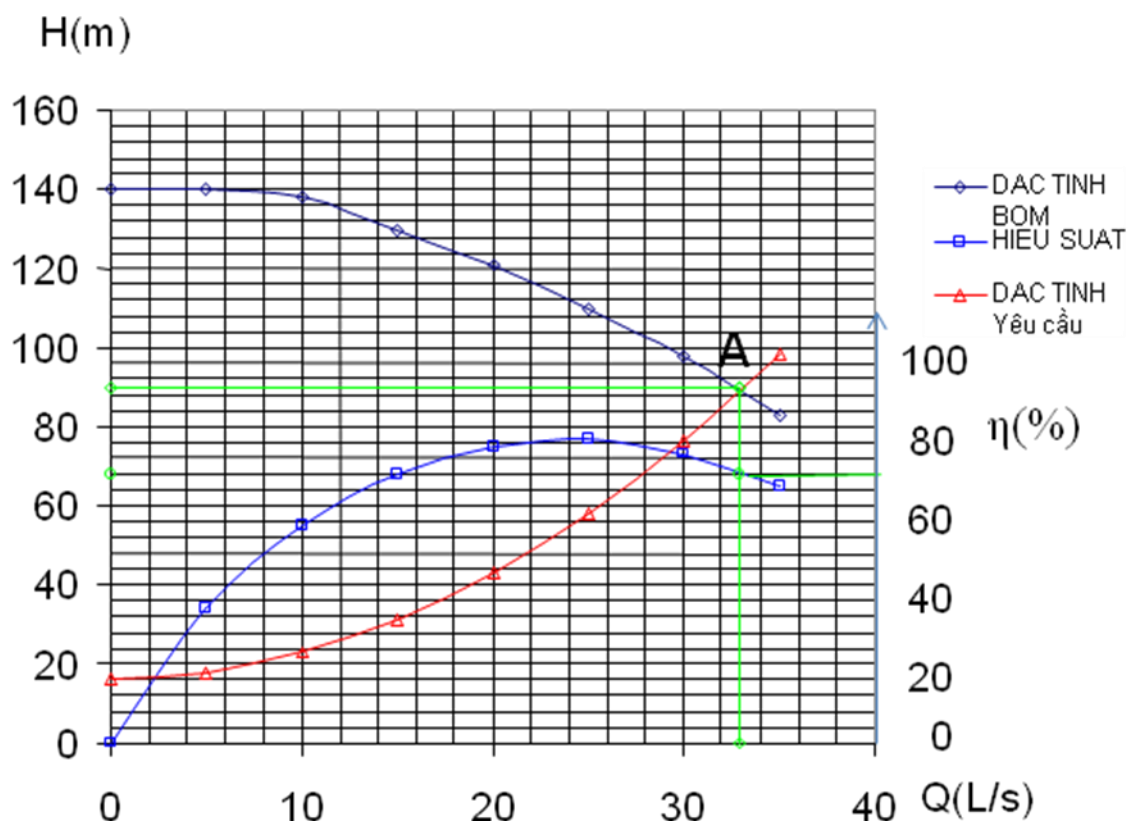
Q(m <sup>3</sup> /h)	0	30	50	80	100	120	150
H <sub>yc</sub> (m)	32	35,64	42,11	57,88	72,44	90,24	122,99

(có thể tính riêng như bảng sau)

Nhận xét :

Tại vị trí lưu lượng  $Q = 102 \text{ (m}^3/\text{h)}$  thì ta có  $h_{t-Q} = 73,98 \text{ (m)}$ , gần như trùng ngay tại điểm ta tính sơ bộ và hiệu suất 78% (gần  $A_{opt}$ ) nên ta không cần điều chỉnh bơm.

Đồ thị thể hiện đặc tính và thông số của bơm làm việc như hình vẽ (hình vẽ minh họa không phải của bài này).



## 5. Những vấn đề cơ bản lắp ráp , vận hành và bảo dưỡng thiết bị trạm bơm:

Chiều cao bố trí bơm  $H_S$  :

Chiều cao bố trí bơm  $H_S$  nhằm tránh hiện tượng xâm thực bơm được tính theo công thức sau :

$$H_S = 10 - \frac{\nabla}{900} - h_{th} - \delta.H$$

Trong đó :

- $\nabla$ (m) : là cao trình đặt bơm (so với mực nước biển), Chọn  $\nabla = 900$  (m)
- $h_{th}$  : Tổn thất trên đường ống hút :

$$h_{th} = (\lambda_h \frac{l_h}{d_h} + \zeta_{sl} + \zeta_n + \zeta_k) \cdot \frac{1}{d_h^4} \cdot \frac{8}{\pi^2 g} \cdot Q^2$$

$$= (0,0205 \cdot \frac{20}{0,2} + 5,2 + 1,1 + 3,91) \times \frac{1}{0,2^4} \times \frac{8}{3,14^2 \times 9,81} \times 0,0283^2 = 0.508$$

(m)

- $H$  (m) : Cột áp của bơm :  $H = 73,98$  (m)

- $\delta$  : Hệ số xâm thực

$$\delta = (0,00017 \div 0,00022) n_s^{4/3}$$

Với  $n_s$  là số vòng quay đặc trưng của bơm :

$$n_s = 3,65 \frac{n}{\sqrt{H}} \sqrt{\frac{Q}{\sqrt{H}}} \quad (\text{v/ph}) \quad (Q: \text{m}^3/\text{s})$$

$$\Rightarrow n_s = 3,65 \times \frac{1450}{\sqrt{73,98}} \times \sqrt{\frac{0,0283}{\sqrt{73,98}}} = 35,3 \text{ (v/ph)}$$

$$\Rightarrow \sigma = (0,00017 \div 0,00022) \cdot 35,3^{4/3} = 0,01969 \div 0,02548$$

Chọn  $\sigma = 0,02548$

Vậy cao trình đặt bơm là :

$$H_S = 10 - \frac{900}{900} - 0,508 - 0,02548 \times 73,98 = 6,637 \text{ (m)}$$

Như vậy hệ thống không bị xâm thực .

- Lắp ráp phải chú ý đến các thiết bị, đồng hồ đo áp suất, đồng hồ đo chân không, đo điện, khi cần thiết phải lắp van 1 chiều ở ống hút và ống đẩy để dễ dàng môi bơm và khởi động bơm.

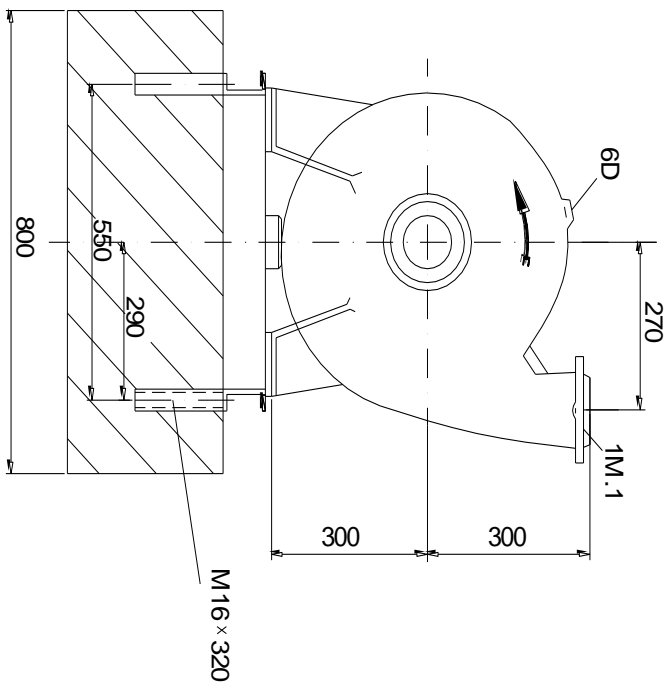
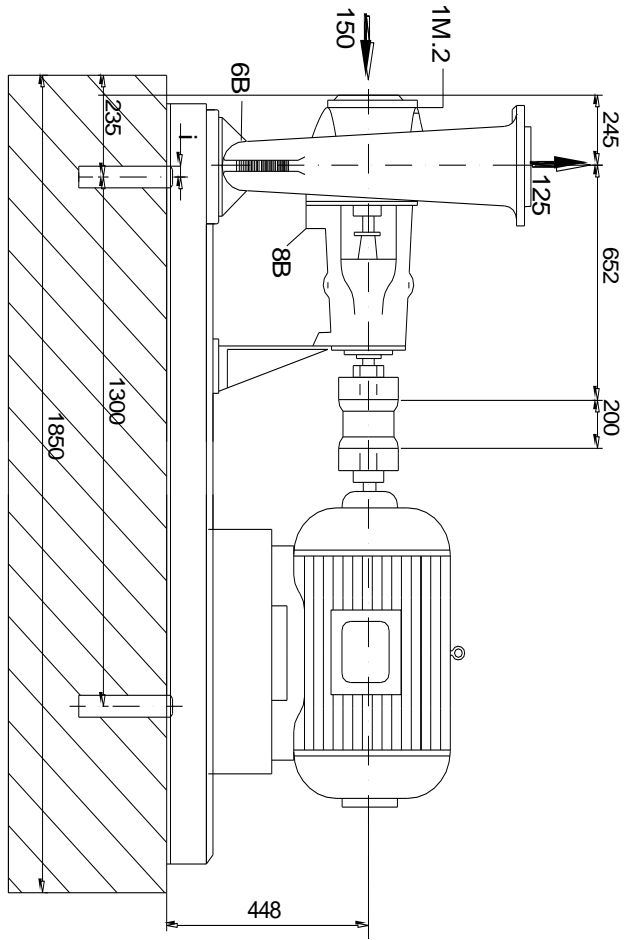
- Trước khi cho bơm làm việc phải môi bơm, có thể môi bằng nhiều cách :

+ Tạo chân không trong bơm và ống hút bằng bơm chân không hoặc bơm phun tia .

+ Cho chất lỏng trên bề chứa chảy về bơm và ống hút qua ống đẩy hoặc một phần đường ống phụ .

- Trước khi khởi động bơm cần kiểm tra dầu mỡ trong bơm và động cơ , các mối ghép bu lông và hệ thống điện .
- Khi khởi động bơm cho động cơ quay ổn định rồi mới từ từ mở khóa ở ống đẩy (i với bơm áp suất thấp thì ngược lại , mở khoá ống đẩy trước rồi mới khởi động , nếu không động cơ sẽ khó khởi động và dễ bị quá tải ).
- Trong khi bơm làm việc cần theo dõi đồng hồ đo , chú ý nghe tiếng máy để kịp thời phát hiện những hiện tượng bất bình thường và xử lý kịp thời .
- Khi chuẩn bị tắt máy , làm thứ tự ngược lại với khi cho máy chạy , đóng van ở ống đẩy trước , tắt máy sau.
- Khi bơm làm việc chất lỏng không lên hoặc ít lên cần phải dừng máy để kiểm tra lại:
  - + Các van ở ống đẩy và ống hút.
  - + Lưới chắn rác có bị lấp kín hoặc miệng ống hút không ở đúng độ cần thiết cách mặt thoáng của bể hút .
  - + Bánh công tác quay ngược .
- Xuất phát từ đường đặc tính và nhu cầu của người tiêu dùng ta dùng phương pháp điều chỉnh lại bơm như sau :
  - + Ta giữ nguyên đường đặc tính (  $H - Q$  ) , thay đổi (  $h_{yc} - Q$  ) bằng cách thay đổi hệ số tổn thất  $\zeta$  , thay đổi độ mở của van đẩy , ứng dụng khi điều chỉnh lưu lượng.

.....

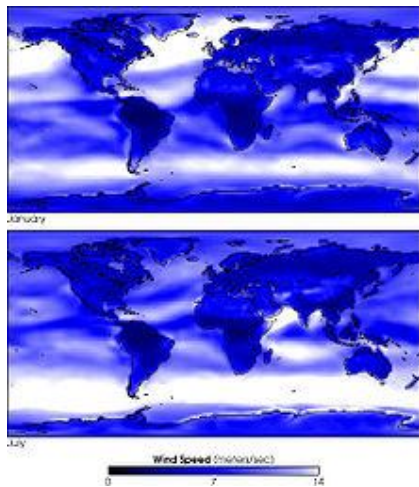


## Năng lượng gió

Năng lượng gió là [động năng](#) của không khí di chuyển trong bầu [khí quyển Trái Đất](#). Năng lượng gió là một hình thức gián tiếp của [năng lượng mặt trời](#). Sử dụng năng lượng gió là một trong các cách lấy năng lượng xa xưa nhất từ môi trường tự nhiên và đã được biết đến từ [thời kỳ Cổ đại](#).

## Sự hình thành năng lượng gió

Bức xạ [Mặt Trời](#) chiếu xuống bề mặt [Trái Đất](#) không đồng đều làm cho bầu khí quyển, nước và không khí nóng không đều nhau. Một nửa bề mặt của Trái Đất, mặt ban đêm, bị che khuất không nhận được bức xạ của Mặt Trời và thêm vào đó là bức xạ Mặt Trời ở các vùng gần [xích đạo](#) nhiều hơn là ở các cực, do đó có sự khác nhau về nhiệt độ và vì thế là khác nhau về áp suất mà không khí giữa xích đạo và 2 cực cũng như không khí giữa mặt ban ngày và mặt ban đêm của Trái Đất di động tạo thành gió. Trái Đất xoay tròn cũng góp phần vào việc làm xoáy không khí và vì trục quay của Trái Đất nghiêng đi (so với mặt phẳng do quỹ đạo Trái Đất tạo thành khi quay quanh Mặt Trời) nên cũng tạo thành các dòng không khí theo mùa.



Bản đồ vận tốc gió theo mùa

Do bị ảnh hưởng bởi [hiệu ứng Coriolis](#) được tạo thành từ sự quay quanh trục của Trái Đất nên không khí đi từ vùng áp cao đến vùng áp thấp không chuyển động thẳng mà tạo thành các cơn gió xoáy có chiều xoáy khác nhau giữa Bắc bán cầu và Nam bán cầu. Nếu nhìn từ vũ trụ thì trên

Bắc bán cầu không khí di chuyển vào một vùng áp thấp ngược với chiều kim đồng hồ và ra khỏi một vùng áp cao theo chiều kim đồng hồ. Trên Nam bán cầu thì chiều hướng ngược lại.

Ngoài các yếu tố có tính toàn cầu trên gió cũng bị ảnh hưởng bởi địa hình tại từng địa phương. Do nước và đất có [nhiệt dung](#) khác nhau nên ban ngày đất nóng lên nhanh hơn nước, tạo nên khác biệt về áp suất và vì thế có gió thổi từ biển hay hồ vào đất liền. Vào ban đêm đất liền nguội đi nhanh hơn nước và hiệu ứng này xảy ra theo chiều ngược lại.

### **Vật lý học về năng lượng gió**

Năng lượng gió là [động năng](#) của không khí chuyển động với vận tốc  $v$ . [Khối lượng](#) đi qua một mặt phẳng hình tròn vuông góc với chiều gió trong thời gian  $t$  là:

$$m = \rho V = \rho \cdot A v t = \rho \cdot \pi r^2 v t$$

với  $\rho$  là tỷ trọng của không khí,  $V$  là thể tích khối lượng không khí đi qua mặt cắt ngang hình tròn diện tích  $A$ , bán kính  $r$  trong thời gian  $t$ .

Vì thế động năng  $E$  (kin) và công suất  $P$  của gió là:

$$E_{kin} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{\pi}{2} \rho r^2 t \cdot v^3$$

$$P = \frac{E_{kin}}{t} = \frac{\pi}{2} \rho r^2 \cdot v^3$$

Điều đáng chú ý là công suất gió tăng theo lũy thừa 3 của vận tốc gió và vì thế vận tốc gió là một trong những yếu tố quyết định khi muốn sử dụng năng lượng gió.


Công suất gió có thể được sử dụng, thí dụ như thông qua một [tuốc bin gió](#) để phát điện, nhỏ hơn rất nhiều so với năng lượng của luồng gió vì vận tốc của gió ở phía sau một tuốc bin không thể giảm xuống bằng không. Trên lý thuyết chỉ có thể lấy tối đa là 59,3% năng lượng tồn tại trong luồng gió. Trị giá của tỷ lệ giữa công suất lấy ra được từ gió và công suất tồn tại trong gió được gọi là hệ số Betz (xem [Định luật Betz](#)), do [Albert Betz](#) tìm ra vào năm [1926](#).

Có thể giải thích một cách dễ hiểu như sau: Khi năng lượng được lấy ra khỏi luồng gió, gió sẽ chậm lại. Nhưng vì khối lượng dòng chảy không khí đi vào và ra một tuốc bin gió phải không đổi nên luồng gió đi ra với

vận tốc chậm hơn phải mở rộng tiết diện mặt cắt ngang. Chính vì lý do này mà biến đổi hoàn toàn năng lượng gió thành năng lượng quay thông qua một tuốc bin gió là điều không thể được. Trường hợp này đồng nghĩa với việc là lượng không khí phía sau một tuốc bin gió phải đứng yên.

### **Sử dụng năng lượng gió**



 Cối xay gió

*Đọc bài chính về [lich sử dùng năng lượng gió](#)*

Năng lượng gió đã được sử dụng từ hàng trăm năm nay. Con người đã dùng năng lượng gió để di chuyển [thuyền buồm](#) hay [khinh khí cầu](#), ngoài ra năng lượng gió còn được sử dụng để tạo [công cơ học](#) nhờ vào các [cối xay gió](#).

Ý tưởng dùng năng lượng gió để sản xuất [điện](#) hình thành ngay sau các phát minh ra điện và [máy phát điện](#). Lúc đầu nguyên tắc của cối xay gió chỉ được biến đổi nhỏ và thay vì là chuyển đổi động năng của gió thành năng lượng cơ học thì dùng máy phát điện để sản xuất năng lượng điện. Khi bộ môn [cơ học dòng chảy](#) tiếp tục phát triển thì các thiết bị xây dựng và hình dáng của các cánh quạt cũng được chế tạo đặc biệt hơn. Ngày nay người ta gọi đó [tuốc bin gió](#), khái niệm cối xay gió không còn phù hợp nữa vì chúng không còn có thiết bị nghiền. Từ sau những cuộc khủng hoảng dầu trong thập niên 1970 việc nghiên cứu sản xuất năng lượng từ các nguồn khác được đẩy mạnh trên toàn thế giới, kể cả việc phát triển các tuốc bin gió hiện đại.

## **Sản xuất điện từ năng lượng gió**

Vì gió không thổi đều đặn nên năng lượng điện phát sinh từ các tuốc bin gió chỉ có thể được sử dụng kết hợp chung với các nguồn năng lượng khác để cung cấp năng lượng liên tục. Tại [châu Âu](#), các tuốc bin gió được nối mạng toàn châu Âu, nhờ vào đó mà việc sản xuất điện có thể được điều hòa một phần. Một khả năng khác là sử dụng các nhà máy phát điện có bơm trữ để bơm nước vào các bồn chứa ở trên cao và dùng nước để vận hành tuốc bin khi không đủ gió. Xây dựng các nhà máy điện có bơm trữ này là một tác động lớn vào thiên nhiên vì phải xây chúng trên các đỉnh núi cao.

Mặt khác vì có ánh sáng Mặt Trời nên gió thổi vào ban ngày thường mạnh hơn vào đêm và vì vậy mà thích ứng một cách tự nhiên với nhu cầu năng lượng nhiều hơn vào ban ngày. Công suất dự trữ phụ thuộc vào độ chính xác của dự báo gió, khả năng điều chỉnh của mạng lưới và nhu cầu dùng điện. (Đọc thêm thông tin trong bài [tuốc bin gió](#)).

Người ta còn có một công nghệ khác để tích trữ năng lượng gió. Cánh quạt gió sẽ được truyền động trực tiếp để quay máy nén khí. Động năng của gió được tích lũy vào hệ thống nhiều bình khí nén. Hệ thống hàng loạt bình khí nén này sẽ được luân phiên tuần tự phun vào các turbine để quay máy phát điện. Như vậy năng lượng gió được lưu trữ và sử dụng ổn định hơn (dù gió mạnh hay gió yếu thì khí vẫn luôn được nén vào bình, và người ta sẽ dễ dàng điều khiển cường độ và lưu lượng khí nén từ bình phun ra), hệ thống các bình khí nén sẽ được nạp khí và xả khí luân phiên để đảm bảo sự liên tục cung cấp năng lượng quay máy phát điện (khi 1 bình đang xả khí quay máy phát điện thì các bình khác sẽ đang được cánh quạt gió nạp khí nén vào).

Nếu cộng tất cả các chi phí bên ngoài (kể cả các tác hại đến môi trường thí dụ như vì thải các chất độc hại) thì năng lượng gió bên cạnh sức nước là một trong những nguồn năng lượng rẻ tiền nhất ([\[1\]](#)).

## **Khuyến khích sử dụng năng lượng gió**





## Tuốc bin gió tại bờ biển Đan Mạch

Phát triển năng lượng gió được tài trợ tại nhiều nước không phụ thuộc vào đường lối chính trị, thí dụ như thông qua việc hoàn trả thuế (PTC tại Hoa Kỳ), các mô hình hạn ngạch hay đấu thầu (thí dụ như tại Anh, Ý) hay thông qua các hệ thống giá tối thiểu (thí dụ như Đức, Tây Ban Nha, Áo, Pháp, Bồ Đào Nha, Hy Lạp). Hệ thống giá tối thiểu ngày càng phổ biến và đã đạt được một giá điện bình quân thấp hơn trước, khi công suất các nhà máy lắp đặt cao hơn.

Trên nhiều thị trường điện, năng lượng gió phải cạnh tranh với các nhà máy điện mà một phần đáng kể đã được khấu hao toàn bộ từ lâu, bên cạnh đó công nghệ này còn tương đối mới. Vì thế mà tại Đức có đền bù giá giảm dần theo thời gian từ những nhà cung cấp năng lượng thông thường dưới hình thức Luật năng lượng tái sinh, tạo điều kiện cho ngành công nghiệp trẻ này phát triển. Bộ luật này quy định giá tối thiểu mà các doanh nghiệp vận hành lưới điện phải trả cho các nhà máy sản xuất điện từ năng lượng tái sinh. Mức giá được ấn định giảm dần theo thời gian. Ngược với việc trợ giá (thí dụ như cho than đá Đức) việc khuyến khích này không xuất phát từ tiền thuế, các doanh nghiệp vận hành lưới điện có trách nhiệm phải mua với một giá cao hơn.

Bên cạnh việc phá hoại phong cảnh tự nhiên những người chống năng lượng gió cũng đưa ra thêm các lý do khác như thiếu khả năng trữ năng lượng và chi phí cao hơn trong việc mở rộng mạng lưới tải điện cũng như cho năng lượng điều chỉnh.

## **Thống kê**

Đức và sau đó là Tây Ban Nha, Hoa Kỳ, Đan Mạch và Ấn Độ là những quốc gia sử dụng năng lượng gió nhiều nhất trên thế giới.

## **Công suất định mức lắp đặt trên thế giới**

Trong số 20 thị trường lớn nhất trên thế giới, chỉ riêng châu Âu đã có 13 nước với Đức là nước dẫn đầu về công suất của các nhà máy dùng năng lượng gió với khoảng cách xa so với các nước còn lại. Tại Đức, Đan Mạch và Tây Ban Nha việc phát triển năng lượng gió liên tục trong nhiều năm qua được nâng đỡ bằng quyết tâm chính trị. Nhờ vào đó mà một ngành công nghiệp mới đã phát triển tại 3 quốc gia này. Công nghệ Đức (bên cạnh các phát triển mới từ Đan Mạch và Tây Ban Nha) đã được sử dụng trên thị trường nhiều hơn trong những năm vừa qua .

Năm 2007 thế giới đã xây mới được khoảng 20073 MW điện, trong đó Mỹ với 5244 MW, Tây Ban Nha 3522MW, Trung Quốc 3449 MW, 1730 MW ở Ấn Độ và 1667 ở Đức, nâng công suất định mức của các nhà máy sản xuất điện từ gió lên 94.112 MW. Công suất này có thể thay đổi dựa trên sức gió qua các năm, các nước, các vùng.

<b>Số thứ tự</b>	<b>Quốc gia</b>	<b>Công suất (MW)</b>
01	Đức	22.247
02	Mỹ	16.818
03	Tây Ban Nha	15.145
04	Ấn Độ	8.000
05	Trung Quốc	6.050
06	Đan Mạch	3.125
07	Ý	2.726
08	Pháp	2.454
09	Anh	2.389
10	Bồ Đào Nha	2.150
11	Ca na đa	1.846
12	Hà Lan	1.746
13	Nhật	1.538
14	Áo	982
15	Hy Lạp	871
16	Úc	824
17	Ai Len	805
18	Thụy Điển	788
19	Na Uy	333
20	Niu Di Lân	322
	Những nước khác	2.953
	Thế giới	94.112

*Nguồn:* World Wind Energy Association, thời điểm: Cuối 2007 và dịch từ Wikipedia Đức

**TS. HOÀNG DƯƠNG HÙNG**



**NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI  
LÝ THUYẾT VÀ ỨNG DỤNG**



## LỜI NÓI ĐẦU

*Nhu cầu về năng lượng của con người trong thời đại khoa học kỹ thuật phát triển ngày càng tăng. Trong khi đó các nguồn nhiên liệu dự trữ như than đá, dầu mỏ, khí thiên nhiên và ngay cả thủy điện đều có hạn, khiến cho nhân loại đứng trước nguy cơ thiếu hụt năng lượng. Việc tìm kiếm và khai thác các nguồn năng lượng mới như năng lượng hạt nhân, năng lượng địa nhiệt, năng lượng gió và năng lượng mặt trời ... là hướng quan trọng trong kế hoạch phát triển năng lượng,*

*Việc nghiên cứu sử dụng năng lượng mặt trời ngày càng được quan tâm, nhất là trong tình trạng thiếu hụt năng lượng và vấn đề cấp bách về môi trường hiện nay. Năng lượng mặt trời được xem như là dạng năng lượng ưu việt trong tương lai, đó là nguồn năng lượng sẵn có, siêu sạch và miễn phí. Do vậy năng lượng mặt trời ngày càng được sử dụng rộng rãi ở các nước trên thế giới.*

*Nội dung cuốn sách được biên soạn một cách tương đối rõ ràng dễ hiểu nhờ kinh nghiệm giảng dạy, nghiên cứu lâu năm và kinh nghiệm thực tế của tác giả trong lĩnh vực năng lượng mặt trời. Trong quá trình biên soạn, tác giả đã có tham khảo nhiều tài liệu của nhiều tác giả trong và ngoài nước. Cuốn sách được chia ra làm hai phần:*

- Phần một: Mặt trời và Năng lượng mặt trời
- Phần hai: Ứng dụng Năng lượng mặt trời

*Cuốn sách được biên soạn với mục đích làm tài liệu tham khảo cho sinh viên chuyên ngành Công nghệ Nhiệt Lạnh và những ai quan tâm học tập, nghiên cứu về năng lượng mặt trời. Cuốn sách mới được biên soạn lần đầu nên chắc chắn không tránh khỏi những khiếm khuyết. Tác giả rất mong nhận được các ý kiến góp ý từ bạn đọc.*

*Tác giả xin chân thành cảm ơn các đồng nghiệp khoa Công nghệ Nhiệt Điện lạnh, trường Đại học Bách khoa Đà Nẵng đã động viên, giúp đỡ cho tác giả trong quá trình biên soạn.*

**TÁC GIẢ**

# PHẦN I

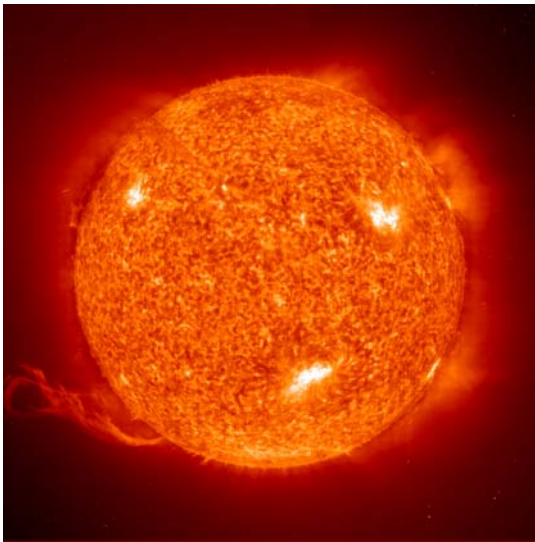
## MẶT TRỜI VÀ NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

Mặt trời là một trong những ngôi sao phát sáng mà con người có thể quan sát được trong vũ trụ. Mặt trời cùng với các hành tinh và các thiên thể của nó tạo nên hệ mặt trời nằm trong dải Ngân Hà cùng với hàng tỷ hệ mặt trời khác. Mặt trời luôn phát ra một nguồn năng lượng khổng lồ và một phần nguồn năng lượng đó truyền bằng bức xạ đến trái đất chúng ta. Trái đất và Mặt trời có mối quan hệ chặt chẽ, chính bức xạ mặt trời là yếu tố quyết định cho sự tồn tại của sự sống trên hành tinh của chúng ta. Năng lượng mặt trời là một trong các nguồn năng lượng sạch và vô tận và nó là nguồn gốc của các nguồn năng lượng khác trên trái đất. Con người đã biết tận hưởng nguồn năng lượng quý giá này từ rất lâu, tuy nhiên việc khai thác, sử dụng nguồn năng lượng này một cách hiệu quả nhất thì vẫn là vấn đề mà chúng ta đang quan tâm.

# CHƯƠNG 1 MẶT TRỜI VÀ TRÁI ĐẤT

## 1.1. CẤU TRÚC CỦA MẶT TRỜI

Mặt trời là một khối khí hình cầu có đường kính  $1,390.10^6\text{km}$  (lớn hơn 110 lần đường kính Trái đất), cách xa trái đất  $150.10^6\text{km}$



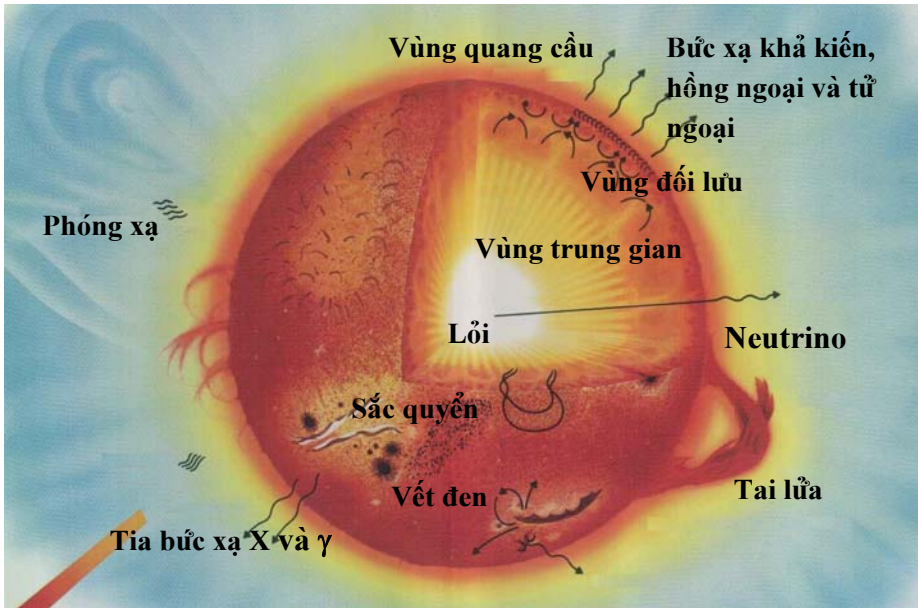
Hình 1.1. Bên ngoài mặt trời.

(bằng một đơn vị thiên văn AU ánh sáng Mặt trời cần khoảng 8 phút để vượt qua khoảng này đến Trái đất). Khối lượng Mặt trời khoảng  $M_0 = 2.10^{30}\text{kg}$ . Nhiệt độ  $T_0$  trung tâm mặt trời thay đổi trong khoảng từ  $10.10^6\text{K}$  đến  $20.10^6\text{K}$ , trung bình khoảng  $15600000\text{K}$ . Ở nhiệt độ như vậy vật chất không thể giữ được cấu trúc trật tự thông thường gồm các nguyên tử và phân tử.

Nó trở thành *plasma* trong đó các hạt nhân của nguyên tử chuyển động tách biệt với các electron. Khi các hạt nhân tự do có va chạm với nhau sẽ xuất hiện những vụ nổ nhiệt hạch. Khi quan sát tính chất của vật chất ngụi hơn trên bề mặt nhìn thấy được của Mặt trời, các nhà khoa học đã kết luận rằng có phản ứng nhiệt hạch xảy ra ở trong lòng Mặt trời.

Về cấu trúc, Mặt trời có thể chia làm 4 vùng, tất cả hợp thành một khối cầu khí khổng lồ (hình 1.2). Vùng giữa gọi là nhân hay "lõi" có những chuyển động đối lưu, nơi xảy ra những phản ứng nhiệt hạt

nhân tạo nên nguồn năng lượng mặt trời, vùng này có bán kính khoảng 175.000km, khối lượng riêng  $160\text{kg}/\text{dm}^3$ , nhiệt độ ước tính từ 14 đến 20 triệu độ, áp suất vào khoảng hàng trăm tỷ atmophe. Vùng kế tiếp

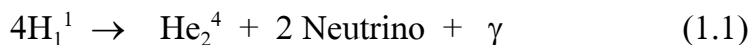


Hình 1.2. Cấu trúc của Mặt trời.

là vùng trung gian còn gọi là vùng "đối ngược" qua đó năng lượng truyền từ trong ra ngoài, vật chất ở vùng này gồm có sắt (Fe), can xi (Ca), natri (Na), stronti (Sr), crôm (Cr), niken (Ni), cacbon (C), silic (Si) và các khí như hiđrô ( $\text{H}_2$ ), hêli (He), chiều dày vùng này khoảng 400.000km. Tiếp theo là vùng "đối lưu" dày 125.000km và vùng "quang cầu" có nhiệt độ khoảng 6000K, dày 1000km, ở vùng này gồm các bọt khí sôi sục, có chỗ tạo ra các vết đen, là các hố xoáy có nhiệt độ thấp khoảng 4500K và các tai lửa có nhiệt độ từ 7000K - 10000K. Vùng ngoài cùng là vùng bất định và gọi là "khí quyển" của Mặt trời.

Nhiệt độ bề mặt của Mặt trời là 5762K nghĩa là có giá trị đủ lớn để các nguyên tử tồn tại trong trạng thái kích thích, đồng thời đủ nhỏ để ở

đây thỉnh thoảng lại xuất hiện những nguyên tử bình thường và các cấu trúc phân tử. Dựa trên cơ sở phân tích các phổ bức xạ và hấp thụ của Mặt trời người ta xác định được rằng trên mặt trời có ít nhất 2/3 số nguyên tố tìm thấy trên Trái đất. Nguyên tố phổ biến nhất trên Mặt trời là nguyên tố nhẹ nhất Hydrogen. Vật chất của Mặt trời bao gồm khoảng 73.46% là Hydrogen và gần 24,85% là Hêlium, còn lại là các nguyên tố và các chất khác như Oxygen 0,77%, Carbon 0,29%, Iron 0,16%, Neon 0,12%, Nitrogen 0,09%, Silicon 0,07%, Magnesium 0,05% và Sulphur 0,04%. Nguồn năng lượng bức xạ chủ yếu của Mặt trời là do phản ứng nhiệt hạch tổng hợp hạt nhân Hyđrô, phản ứng này đưa đến sự tạo thành Hêli. Hạt nhân của Hyđrô có một hạt mang điện dương là proton. Thông thường những hạt mang điện cùng dấu đẩy nhau, nhưng ở nhiệt độ đủ cao chuyển động của chúng sẽ nhanh tới mức chúng có thể tiến gần tới nhau ở một khoảng cách mà ở đó có thể kết hợp với nhau dưới tác dụng của các lực hút. Khi đó cứ 4 hạt nhân Hyđrô lại tạo ra một hạt nhân Hêli, 2 Neutrino và một lượng bức xạ  $\gamma$ .



Neutrino là hạt không mang điện, rất bền và có khả năng đâm xuyên rất lớn. Sau phản ứng các Neutrino lập tức rời khỏi phạm vi mặt trời và không tham gia vào các "biến cố" sau đó.

Trong quá trình diễn biến của phản ứng có một lượng vật chất của Mặt trời bị mất đi. Khối lượng của Mặt trời do đó mỗi giây giảm chừng  $4.10^6$  tấn, tuy nhiên theo các nhà nghiên cứu, trạng thái của Mặt trời vẫn không thay đổi trong thời gian hàng tỷ năm nữa. Mỗi ngày Mặt trời sản xuất một nguồn năng lượng qua phản ứng nhiệt hạch lên đến  $9.10^{24}$  kWh (*tức là chưa đầy một phần triệu giây Mặt trời đã giải phóng ra một lượng năng lượng tương đương với tổng số điện năng sản xuất trong một năm trên Trái đất*).



## 1.2. PHẢN ỨNG HẠT NHÂN TRONG MẶT TRỜI

### 1.2.1. Phản ứng tổng hợp hạt nhân Hêli

Trong quá trình hình thành, nhiệt độ bên trong Mặt trời sẽ tăng dần. Khi vùng tâm mặt trời đạt nhiệt độ  $T \geq 10^7 \text{K}$ , thì có đủ điều kiện để xảy ra phản ứng tổng hợp Hêli từ Hydrô, theo phương trình:



Đây là phản ứng sinh nhiệt  $q = \Delta m \cdot c^2$ , trong đó  $c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$  là vận tốc ánh sáng trong chân không,  $\Delta m = (4m_{\text{H}} - m_{\text{He}})$  là khối lượng bị hụt, được biến thành năng lượng theo phương trình Einstein. Mỗi 1kg hạt nhân  $\text{H}^1$  chuyển thành  $\text{He}^4$  thì bị hụt một khối lượng  $\Delta m = 0,01 \text{kg}$ , và giải phóng ra năng lượng:

$$q = \Delta m \cdot c^2 = 0,01 \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 9 \cdot 10^{14} \text{J} \quad (1.3)$$

Lượng nhiệt sinh ra sẽ làm tăng áp suất khối khí, khiến mặt trời phát ra ánh sáng và bức xạ, và nổ ra cho đến khi cân bằng với lực hấp dẫn. Mỗi giây Mặt trời tiêu hủy hơn 420 triệu tấn hydrô, giảm khối lượng  $\Delta m = 4,2$  triệu tấn và phát ra năng lượng  $Q = 3,8 \cdot 10^{26} \text{W}$ . Giai đoạn đốt Hydrô của Mặt trời đã được khởi động cách đây 4,5 tỷ năm, và còn tiếp tục trong khoảng 5,5 tỷ năm nữa.

### 1.2.2. Phản ứng tổng hợp Cacbon và các nguyên tố khác

Khi nhiên liệu  $\text{H}_2$  dùng sắp hết, phản ứng tổng hợp He sẽ yếu dần, áp lực bức xạ bên trong không đủ mạnh để cân bằng lực nén do hấp dẫn, khiến thể tích co lại. Khi co lại, khí He bên trong bị nén nên nhiệt độ tăng dần, cho đến khi đạt tới nhiệt độ  $10^8 \text{K}$ , sẽ xảy ra phản ứng tổng hợp nhân Cacbon từ He :



Phản ứng này xảy ra ở nhiệt độ cao, tốc độ lớn, nên thời gian cháy He chỉ bằng 1/30 thời gian cháy  $\text{H}_2$  khoảng 300 triệu năm. Nhiệt sinh ra trong phản ứng làm tăng áp suất bức xạ, khiến ngôi sao nổ ra hàng trăm lần so với trước. Lúc này mặt ngoài sao nhiệt độ khoảng

4000K, có màu đỏ, nên gọi là sao *đỏ khổng lồ*. Vào thời điểm là sao đỏ khổng lồ, Mặt trời sẽ nuốt chửng sao Thủy và sao Kim, nung Trái đất đến 1500K thành một hành tinh nóng chảy, kết thúc sự sống tại đây.

Kết thúc quá trình cháy He, áp lực trong sao giảm, lực hấp dẫn ép sao co lại, làm mật độ và nhiệt độ tăng lên, đến  $T = 5.10^6\text{K}$  sẽ xảy ra phản ứng tạo Oxy:



Quá trình cháy xảy ra như trên, với tốc độ tăng dần và thời gian ngắn dần. Chu trình *cháy - tắt - nén - cháy* được tăng tốc, liên tiếp thực hiện các phản ứng tạo nguyên tố mới  $\text{O}^{16} \rightarrow \text{Ne}^{20} \rightarrow \text{Na}^{22} \rightarrow \text{Mg}^{24} \rightarrow \text{Al}^{26} \rightarrow \text{Si}^{28} \rightarrow \text{P}^{30} \rightarrow \text{S}^{32} \rightarrow \dots \rightarrow \text{Cr}^{52} \rightarrow \text{Mn}^{54} \rightarrow \text{Fe}^{56}$

Các phản ứng trên đã tạo ra hơn 20 nguyên tố, tận cùng là  $\text{Fe}^{56}$  (gồm 26 proton và 30 neutron), toàn bộ quá trình được tăng tốc, xảy ra chỉ trong vài triệu năm.

Sau khi tạo ra  $\text{Fe}^{56}$ , chuỗi phản ứng hạt nhân trong ngôi sao kết thúc, vì việc tổng hợp sắt thành nguyên tố nặng hơn không có độ hụt khối lượng, không phát sinh năng lượng, mà cần phải cấp thêm năng lượng.

### 1.3. TRÁI ĐẤT VÀ KHÍ QUYỂN CỦA TRÁI ĐẤT

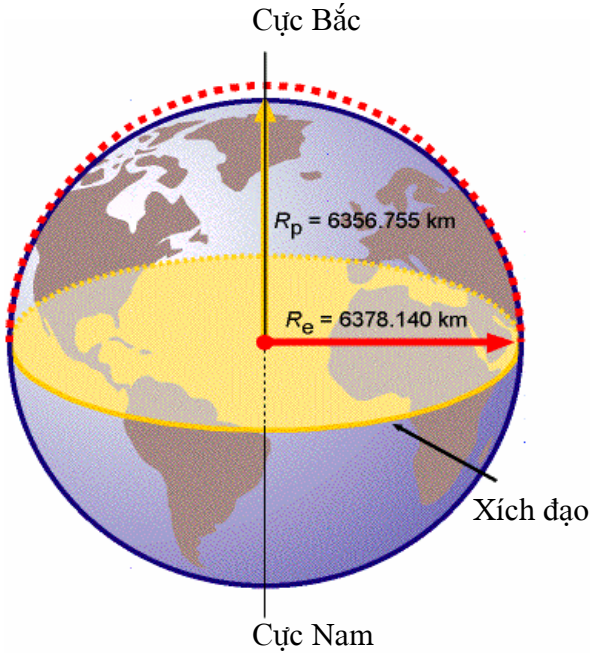
Trái đất được hình thành cách đây gần 5 tỷ năm từ một vành đai bụi khí quay quanh Mặt trời, kết tụ thành một quả cầu xấp xỉ xoay và quay quanh Mặt trời. Lực hấp dẫn ép quả cầu co lại, khiến nhiệt độ nó tăng lên hàng ngàn độ, làm nóng chảy quả cầu, khi đó các nguyên tố nặng như Sắt và Niken chìm dần vào tâm tạo lõi quả đất, xung quanh là magma lỏng, ngoài cùng là khí quyển sơ khai gồm  $\text{H}_2$ , He,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$  và  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Trái đất tiếp tục quay, tỏa nhiệt và nguội dần. Cách đây 3,8 tỷ năm nhiệt độ Trái đất đủ nguội để Silicat nổi lên trên

mặt magma rồi đông cứng lại, tạo ra vỏ trái đất dày khoảng 25km, với núi cao, đất bằng và hố sâu. Năng lượng phóng xạ trong lòng đất với bức xạ Mặt trời tiếp tục gây ra các biến đổi địa tầng, và tạo ra thêm H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> trong khí quyển. Khí quyển nguội dần đến độ nước ngưng tụ, gây ra mưa kéo dài hàng triệu năm, tạo ra sông hồ, biển và đại dương.

Cách đây gần 2 tỷ năm, những sinh vật đầu tiên xuất hiện trong nước, sau đó phát triển thành sinh vật cấp cao và tiến hoá thành người.

Trái đất, hành tinh thứ 3 tính từ Mặt trời, cùng với Mặt trăng, một vệ tinh duy nhất tạo ra một hệ thống hành tinh kép đặc biệt. Trái đất là hành tinh lớn nhất trong số các hành tinh bên trong của hệ mặt trời với đường kính ở xích đạo 12.756 km. Nhìn từ không gian, Trái đất có màu xanh, nâu và xanh lá cây với những đám mây trắng thường xuyên thay đổi. Bề mặt Trái đất có một đặc tính mà không một hành tinh nào khác có: hai trạng thái của vật chất cùng tồn tại bên nhau ở cả thể rắn và thể lỏng. Vùng ranh giới giữa biển và đất liền là nơi duy nhất trong vũ trụ có vật chất hiện hữu ổn định trong cả 3 thể rắn, lỏng và khí.

Hành tinh trái đất di chuyển trên một quỹ đạo gần ellip, Mặt trời không ở tâm của ellip, mà là tại 1 trong 2 tiêu điểm. Trong thời gian một năm, có khi Trái đất gần, có khi xa Mặt trời đôi chút, vì quỹ đạo ellip của nó gần như hình tròn. Hàng năm, vào tháng giêng, Trái đất gần Mặt trời hơn so với vào tháng 7 khoảng 5 triệu km, sự sai biệt này quá nhỏ so với khoảng cách mặt trời đến Trái đất. Chúng ta không cảm nhận được sự khác biệt này trong một vòng quay của Trái đất quanh Mặt trời, hay trong một năm, sự khác biệt về khoảng cách này hầu như không ảnh hưởng gì đến mùa đông và mùa hè trên trái đất, chỉ có điều là vào mùa đông chúng ta ở gần Mặt trời hơn so với mùa hè chút ít.



Hình 1.3. Trái đất

đạo, bởi thế chúng ta có mùa đông và mùa hè. Trái đất quay, vì thế đối với chúng ta đứng trên Trái đất có vẻ như các vì sao cố định được gắn chặt với quả cầu bầu trời quay xung quanh chúng ta. Chuyển động quay của Trái đất không quá nhanh để lực ly tâm của nó có thể bắn chúng ta ra ngoài không gian. Lực ly tâm tác dụng lên mọi vật cùng quay theo Trái đất, nhưng vô cùng nhỏ. Lực ly tâm lớn nhất ở xích đạo nó kéo mọi vật thể lên phía trên và làm chúng nhẹ đi chút ít. Vì thế, mọi vật thể ở xích đạo cân nhẹ hơn năm phần ngàn so với ở hai cực. Hậu quả của chuyển động quay làm cho Trái đất không còn đúng là quả cầu tròn đều nữa mà lực ly tâm làm cho nó phình ra ở xích đạo một chút (hình 1.3). Sự sai khác này thực ra không đáng kể, bán kính Trái đất ở xích đạo là 6.378.140km, lớn hơn khoảng cách từ 2 cực đến tâm Trái đất là gần 22km.

Trái đất chuyển động quanh Mặt trời, đồng thời nó cũng tự quay quanh trục của nó. Trong thời gian quay một vòng quanh Mặt trời, Trái đất quay 365 và 1/4 vòng quanh trục. Chuyển động quay quanh Mặt trời tạo nên bốn mùa, chuyển động quay quanh trục tạo nên ngày và đêm trên Trái đất. Trục quay của Trái đất không thẳng góc với mặt phẳng quỹ

Sự sống chỉ hiện hữu duy nhất trên Trái đất. Trên các hành tinh khác gần chúng ta nhất như sao Kim thì quá nóng và sao Hỏa quá lạnh. Nước trên sao Kim nay đã bốc thành hơi nước, còn nước trên Hỏa đã đóng thành băng bên dưới bề mặt của nó. Chỉ có hành tinh của chúng ta là phù hợp cho nước ở thể lỏng với nhiệt độ từ 0°C đến 100°C.

Xung quanh Trái đất có lớp khí quyển dày khoảng  $H = 800\text{km}$  chứa  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{He}$ ,  $\text{Ar}$ ,  $\text{Ne}$ . Áp suất và khối lượng riêng của khí quyển giảm dần với độ cao  $y$  theo quy luật:

$$p(y) = p_0 \cdot (1 - (g/(C_p \cdot T_0)) \cdot y)^{C_p/R} \quad (1.6)$$

$$\rho(y) = \rho_0 (1 - (g/(C_p \cdot T_0)) \cdot y)^{C_v/R} \quad (1.7)$$

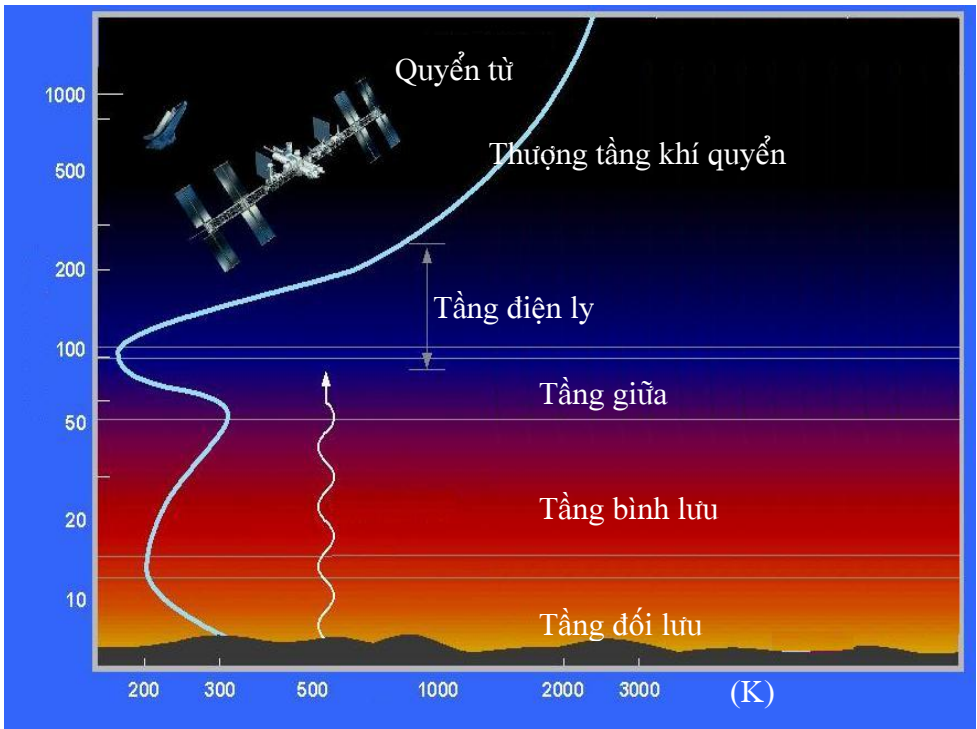
Khí quyển tác động đến nhiệt độ trên hành tinh của chúng ta. Các vụ phun trào núi lửa cùng với các hoạt động của con người làm ảnh hưởng đến các thành phần cấu tạo của khí quyển. Vì thế, hệ sinh thái trên hành tinh chúng ta là kết quả của sự cân bằng mong manh giữa các ảnh hưởng khác nhau. Trong quá khứ, hệ sinh thái này là một hệ thống cân bằng tự điều chỉnh, nhưng ngày nay do tác động của con người có thể đang là nguyên nhân làm vượt qua trạng thái cân bằng này.

Lớp không khí bao quanh Trái đất có thể tích khoảng 270 triệu  $\text{km}^3$  và nặng khoảng 5.300 tỷ tấn đè lên thân thể chúng ta. Những gì mà chúng ta cảm nhận được chỉ xảy ra trong tầng thấp nhất, cao khoảng 18km của cột không khí khổng lồ này, tuy nhiên, phần nhỏ này lại đóng vai trò quan trọng nhất đối với sự sống trên hành tinh của chúng ta.

Trong không khí chứa khoảng 78% phân tử nitơ và 21% oxy cùng với 1% argon và một số chất khí khác và hơi nước trong đó có khoảng 0,03% khí cacbonic. Mặc dầu hàm lượng khí cacbonic rất nhỏ, nhưng lại đóng một vai trò quan trọng đối với sự sống trên trái đất.

Càng lên cao áp suất không khí giảm và nhiệt độ cũng thay đổi rất nhiều, tuy nhiên nhiệt độ của không khí không hạ xuống một cách đơn giản khi chúng ta tiến ra ngoài không gian, nhiệt độ không khí giảm và tăng theo một chu trình nhất định (hình 1.4). Nhiệt độ ở mỗi tầng tương ứng với mức tích tụ và loại năng lượng tác động trong tầng đó.

Khí quyển của Trái đất có thể chia làm 4 tầng, trong đó mỗi tầng có một kiểu cân bằng năng lượng khác nhau. Tầng dưới cùng nhất gọi là tầng đối lưu (Troposphere) tầng này bị chi phối bởi ánh sáng khả kiến và tia hồng ngoại, gần 95% tổng số khối lượng và toàn bộ nước trong khí quyển phân bố trong tầng này tầng đối lưu cao chỉ khoảng 14km. Gần như toàn bộ sự trao đổi năng lượng giữa khí quyển và Trái đất xảy ra trong tầng này. Mặt đất và mặt biển bị hâm nóng lên bởi



Hình 1.4. Sự thay đổi nhiệt độ theo độ cao của các tầng khí quyển.

ánh nắng Mặt trời. Nhiệt độ trung bình trên bề mặt Trái đất khoảng  $15^{\circ}\text{C}$ , bức xạ nhiệt đóng vai trò điều tiết tự nhiên để giữ cho nhiệt độ trên mặt đất chỉ thay đổi trong một dải tầng hẹp.

Theo lý thuyết, càng lên cao nhiệt độ càng giảm  $T(y) = T_0 - (g/C_p).y$ , nhưng trong thực tế thì không đúng như vậy. Trên tầng đối lưu là tầng bình lưu (*Stratosphere*), tại đây nhiệt độ bắt đầu tăng trở lại. Nhiệt độ tại vùng chuyển tiếp giữa vùng đối lưu và vùng bình lưu khoảng  $-50^{\circ}\text{C}$ , càng lên cao nhiệt độ lại tăng dần, tại ranh giới của tầng bình lưu có độ cao khoảng 50km nhiệt độ tăng lên khoảng  $0^{\circ}\text{C}$ .

Nguyên nhân gây ra hiện tượng này là vì các phân tử oxy ( $\text{O}_2$ ) và ozon ( $\text{O}_3$ ) hấp thụ một phần các tia cực tím đến từ Mặt trời (90% ozon trong khí quyển chứa trong tầng bình lưu). Nếu tất cả các tia cực tím này có thể đến mặt đất thì sự sống trên Trái đất có nguy cơ bị hủy diệt. Một phần nhỏ tia cực tím bị hấp thụ bởi  $\text{O}_2$  trong tầng bình lưu, quá trình này tách một phân tử  $\text{O}_2$  thành 2 nguyên tử O, một số nguyên tử O phản ứng với phân tử  $\text{O}_2$  khác để tạo thành  $\text{O}_3$ . Mặc dầu chỉ một phần triệu phân tử trong khí quyển là ôzôn nhưng các phân tử ít ỏi này có khả năng hấp thụ hầu hết ánh sáng cực tím trước khi chúng đến được mặt đất. Các photon trong ánh sáng cực tím chứa năng lượng lớn gấp 2 đến 3 lần các photon trong ánh sáng khả kiến, chúng là một trong các nguyên nhân gây bệnh ung thư da.

Các kết quả nghiên cứu gần đây cho thấy lượng ôzôn trong tầng thấp nhất của khí quyển (tầng đối lưu) ngày càng tăng, trong khi đó hàm lượng ozon trong tầng bình lưu đã bị giảm 6% từ 20 năm trở lại đây. Hậu quả của sự suy giảm này là các tia cực tím có thể xuyên qua khí quyển đến mặt đất ngày nhiều hơn và làm nhiệt độ trong tầng bình lưu ngày càng lạnh đi, trong khi đó nhiệt độ trong tầng đối lưu ngày càng nóng lên do hàm lượng ôzôn gần mặt đất ngày càng tăng.

Trong tầng giữa (Mesosphere), có độ cao từ 50km trở lên, ozon thình lình mỏng ra và nhiệt độ giảm dần và lên đến ranh giới cao nhất của tầng này (khoảng 80km) thì nhiệt độ chỉ khoảng  $-90^{\circ}\text{C}$ .

Càng lên cao nhiệt độ bắt đầu tăng trở lại và sự cấu tạo của khí quyển thay đổi hoàn toàn. Trong khi ở tầng dưới các quá trình cơ học và trong tầng giữa các quá trình hoá học xảy ra rất tiêu biểu, thì trong tầng cao nhất của khí quyển các quá trình diễn ra rất khác biệt. Nhiệt lượng bức xạ rất mạnh của mặt trời làm tách các phân tử ra để tạo thành các ion và electron. Vì thế người ta gọi tầng này là tầng điện ly (Ionosphere) các sóng điện từ bị phản xạ trong tầng này.

Càng lên cao, bức xạ mặt trời càng mạnh, ở độ cao khoảng 600km, nhiệt độ lên đến  $1000^{\circ}\text{C}$ . Càng lên cao khí quyển càng mỏng và không có một ranh giới rõ ràng phân biệt giữa khí quyển của trái đất và không gian. Người ta thống nhất rằng khí quyển chuẩn của trái đất có độ cao 800km.

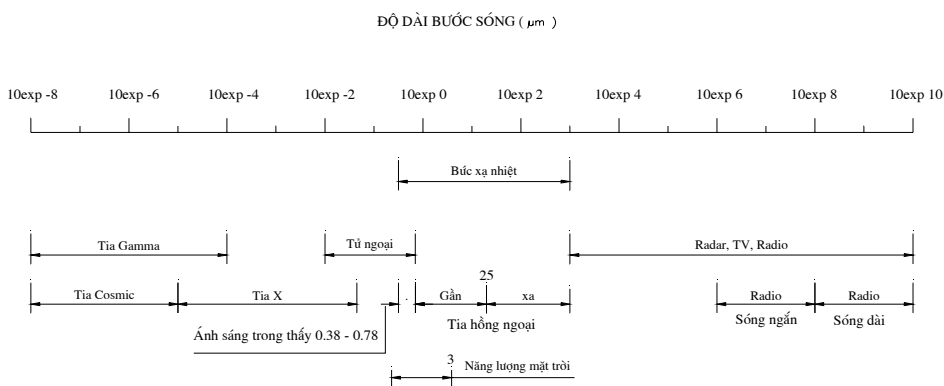


# CHƯƠNG 2

## NĂNG LƯỢNG BỨC XẠ MẶT TRỜI

### 2.1. BỨC XẠ MẶT TRỜI

Trong toàn bộ bức xạ của Mặt trời, bức xạ liên quan trực tiếp đến các phản ứng hạt nhân xảy ra trong nhân mặt trời không quá 3%. Bức xạ  $\gamma$  ban đầu khi đi qua  $5 \cdot 10^5 \text{ km}$  chiều dày của lớp vật chất Mặt trời bị biến đổi rất mạnh. Tất cả các dạng của bức xạ điện từ đều có bản chất sóng và chúng khác nhau ở bước sóng. Bức xạ  $\gamma$  là sóng ngắn nhất trong các sóng đó (Hình 2.1), từ tâm Mặt trời đi ra do sự va chạm hoặc tán xạ mà năng lượng của chúng giảm đi và bây giờ chúng ứng với bức xạ có bước sóng dài. Như vậy bức xạ chuyển thành bức xạ Rơnghen có bước sóng dài hơn. Gần đến bề mặt Mặt trời nơi có nhiệt độ đủ thấp để có thể tồn tại vật chất trong trạng thái nguyên tử và các cơ chế khác bắt đầu xảy ra.



*Hình 2.1. Dải bức xạ điện từ*

Đặc trưng của bức xạ mặt trời truyền trong không gian bên ngoài Mặt trời là một phổ rộng trong đó cực đại của cường độ bức xạ nằm trong dải  $10^{-1} - 10 \mu\text{m}$  và hầu như một nửa tổng năng lượng mặt trời tập trung trong khoảng bước sóng  $0,38 - 0,78 \mu\text{m}$  đó là vùng nhìn thấy của phổ.

Chùm tia truyền thẳng từ Mặt trời gọi là bức xạ trực xạ. Tổng hợp các tia trực xạ và tán xạ gọi là tổng xạ. Mật độ dòng bức xạ trực xạ ở ngoài lớp khí quyển, tính đối với với  $1\text{m}^2$  bề mặt đặt vuông góc với tia bức xạ, được tính theo công thức:

$$q = \varphi_{D-T} \cdot C_0 (T / 100)^4 \quad (2.1)$$

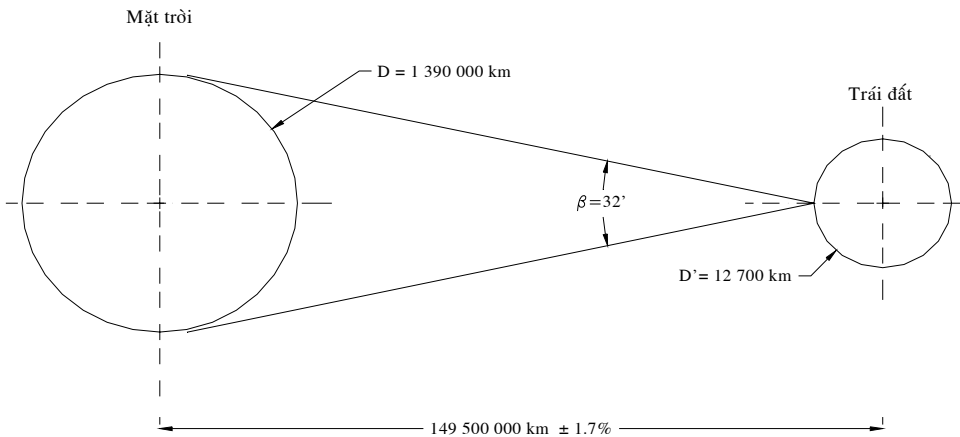
Ở đây :  $\varphi_{D-T}$  - hệ số góc bức xạ giữa Trái đất và Mặt trời

$$\varphi_{D-T} = \beta^2 / 4 \quad (2.2)$$

$\beta$  - góc nhìn mặt trời và  $\beta \approx 32'$  như hình 2.2

$C_0 = 5,67 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$  - hệ số bức xạ của vật đen tuyệt đối

$T \approx 5762 \text{ }^\circ\text{K}$  - nhiệt độ bề mặt Mặt trời (xem giống vật đen tuyệt đối)



Hình 2.2. Góc nhìn Mặt trời.

$$\text{Vậy } q = \frac{\left(\frac{2.3,14.32}{360.60}\right)^2}{4} \cdot 5,67 \cdot \left(\frac{5762}{100}\right)^4 \approx 1353 \text{ W/m}^2 \quad (2.3)$$

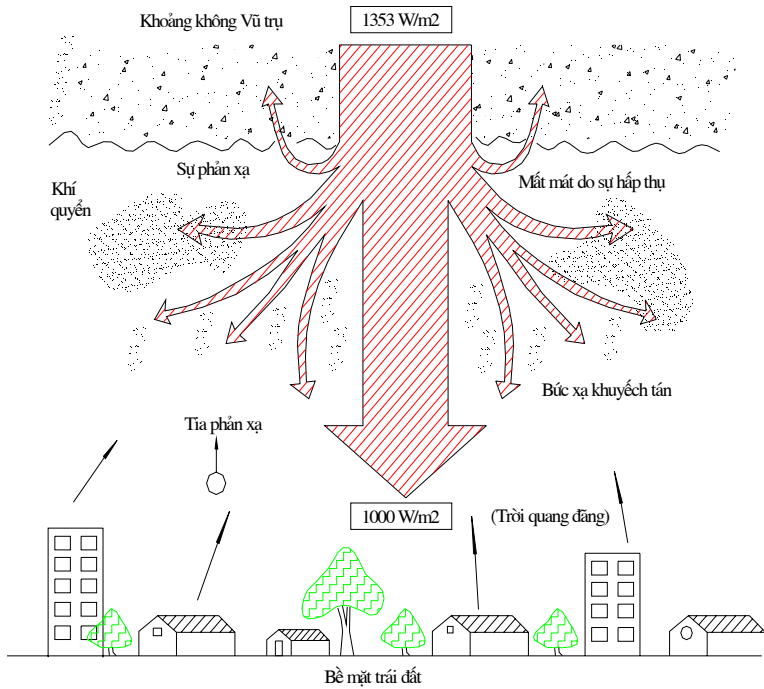
Do khoảng cách giữa Trái đất và Mặt trời thay đổi theo mùa trong năm nên  $\beta$  cũng thay đổi, do đó  $q$  cũng thay đổi nhưng độ thay đổi này không lớn lắm nên có thể xem  $q$  là không đổi và được gọi là *hằng số mặt trời*.

Khi truyền qua lớp khí quyển bao bọc quanh Trái đất, các chùm tia bức xạ bị hấp thụ và tán xạ bởi tầng ôzôn, hơi nước và bụi trong khí quyển, chỉ một phần năng lượng được truyền trực tiếp tới Trái đất. Đầu tiên ôxy phân tử bình thường  $O_2$  phân ly thành ôxy nguyên tử  $O$ , để phá vỡ liên kết phân tử đó, cần phải có các photon bước sóng ngắn hơn  $0,18\mu\text{m}$ , do đó các photon (xem bức xạ như các hạt rời rạc - photon) có năng lượng như vậy bị hấp thụ hoàn toàn. Chỉ một phần các nguyên tử ôxy kết hợp thành các phân tử, còn đại đa số các nguyên tử tương tác với các phân tử ôxy khác để tạo thành phân tử ôzôn  $O_3$ , ôzôn cũng hấp thụ bức xạ tử ngoại nhưng với mức độ thấp hơn so với ôxy, dưới tác dụng của các photon với bước sóng ngắn hơn  $0,32\mu\text{m}$ , sự phân tách  $O_3$  thành  $O_2$  và  $O$  xảy ra. Như vậy hầu như toàn bộ năng lượng của bức xạ tử ngoại được sử dụng để duy trì quá trình phân ly và hợp nhất của  $O$ ,  $O_2$  và  $O_3$ , đó là một quá trình ổn định. Do quá trình này, khi đi qua khí quyển, bức xạ tử ngoại biến đổi thành bức xạ với năng lượng nhỏ hơn.

Các bức xạ với bước sóng ứng với các vùng nhìn thấy và vùng hồng ngoại của phổ tương tác với các phân tử khí và các hạt bụi của không khí nhưng không phá vỡ các liên kết của chúng, khi đó các photon bị tán xạ khá đều theo mọi hướng và một số photon quay trở lại không gian vũ trụ. Bức xạ chịu dạng tán xạ đó chủ yếu là bức xạ có

bước sóng ngắn nhất. Sau khi phản xạ từ các phần khác nhau của khí quyển bức xạ tán xạ đi đến chúng ta mang theo màu xanh lam của bầu trời trong sáng và có thể quan sát được ở những độ cao không lớn. Các giọt nước cũng tán xạ rất mạnh bức xạ mặt trời. Bức xạ mặt trời khi đi qua khí quyển còn gặp một trở ngại đáng kể nữa đó là do sự hấp thụ của các phân tử hơi nước, khí cacbôníc và các hợp chất khác, mức độ của sự hấp thụ này phụ thuộc vào bước sóng, mạnh nhất ở khoảng giữa vùng hồng ngoại của phổ.

Phần năng lượng bức xạ mặt trời truyền tới bề mặt trái đất trong những ngày quang đẵng (không có mây) ở thời điểm cao nhất vào khoảng  $1000W/m^2$  (Hình 2.3)



Hình 2.3. Quá trình truyền năng lượng bức xạ mặt trời qua lớp khí quyển của Trái đất.

Yếu tố cơ bản xác định cường độ của bức xạ mặt trời ở một điểm nào đó trên Trái đất là quãng đường nó đi qua. Sự mất mát năng lượng trên quãng đường đó gắn liền với sự tán xạ, hấp thụ bức xạ và phụ thuộc vào thời gian trong ngày, mùa, vị trí địa lý. Các mùa hình thành là do sự nghiêng của trục trái đất đối với mặt phẳng quỹ đạo của nó quanh Mặt trời gây ra. Góc nghiêng vào khoảng  $66,5^\circ$  và thực tế xem như không đổi trong không gian. Sự định hướng như vậy của trục quay trái đất trong chuyển động của nó đối với Mặt trời gây ra những sự dao động quan trọng về độ dài ngày và đêm trong năm.

## 2.2. TÍNH TOÁN NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

Cường độ bức xạ mặt trời trên mặt đất chủ yếu phụ thuộc 2 yếu tố: góc nghiêng của các tia sáng đối với mặt phẳng bề mặt tại điểm đã cho và độ dài đường đi của các tia sáng trong khí quyển hay nói chung là phụ thuộc vào *độ cao của Mặt trời* (Góc giữa phương từ điểm quan sát đến Mặt trời và mặt phẳng nằm ngang đi qua điểm đó). Yếu tố cơ bản xác định cường độ của bức xạ mặt trời ở một điểm nào đó trên Trái đất là quãng đường nó đi qua. Sự mất mát năng lượng trên quãng đường đó gắn liền với sự tán xạ, hấp thụ bức xạ và phụ thuộc vào thời gian trong ngày, mùa, vị trí địa lý.

Quan hệ giữa bức xạ mặt trời ngoài khí quyển và thời gian trong năm có thể xác định theo phương trình sau:

$$E_{ng} = E_o(1 + 0,033 \cos \frac{360n}{365}), \text{ W/m}^2 \quad (2.4)$$

trong đó,  $E_{ng}$  là bức xạ ngoài khí quyển được đo trên mặt phẳng vuông góc với tia bức xạ vào ngày thứ  $n$  trong năm.

### 2.2.1. Tính toán góc tới của bức xạ trực xạ

Trong quá trình tính toán cần định nghĩa một số khái niệm như sau:

- *Hệ số khối không khí  $m$* , là tỷ số giữa khối lượng khí quyển theo phương tia bức xạ truyền qua và khối lượng khí quyển theo phương thẳng đứng (tức là khi Mặt trời ở thiên đỉnh). Như vậy  $m = 1$  khi Mặt trời ở thiên đỉnh,  $m = 2$  khi góc thiên đỉnh  $\theta_z$  là  $60^\circ$ . Đối với các góc thiên đỉnh từ  $0-70^\circ$  có thể xác định gần đúng  $m = 1/\cos\theta_z$ . Còn đối với các góc  $\theta_z > 70^\circ$  thì độ cong của bề mặt trái đất phải được đưa vào tính toán. Riêng đối với trường hợp tính toán bức xạ mặt trời ngoài khí quyển  $m = 0$ .

- *Trực xạ*: là bức xạ mặt trời nhận được khi không bị bầu khí quyển phát tán. Đây là dòng bức xạ có hướng và có thể thu được ở các bộ thu kiểu tập trung (hội tụ).

- *Tán xạ*: là bức xạ mặt trời nhận được sau khi hướng của nó đã bị thay đổi do sự phát tán của bầu khí quyển (trong một số tài liệu khí tượng, tán xạ còn được gọi là bức xạ của bầu trời, ở đây cần phân biệt tán xạ của mặt trời với bức xạ hồng ngoại của bầu khí quyển phát ra).

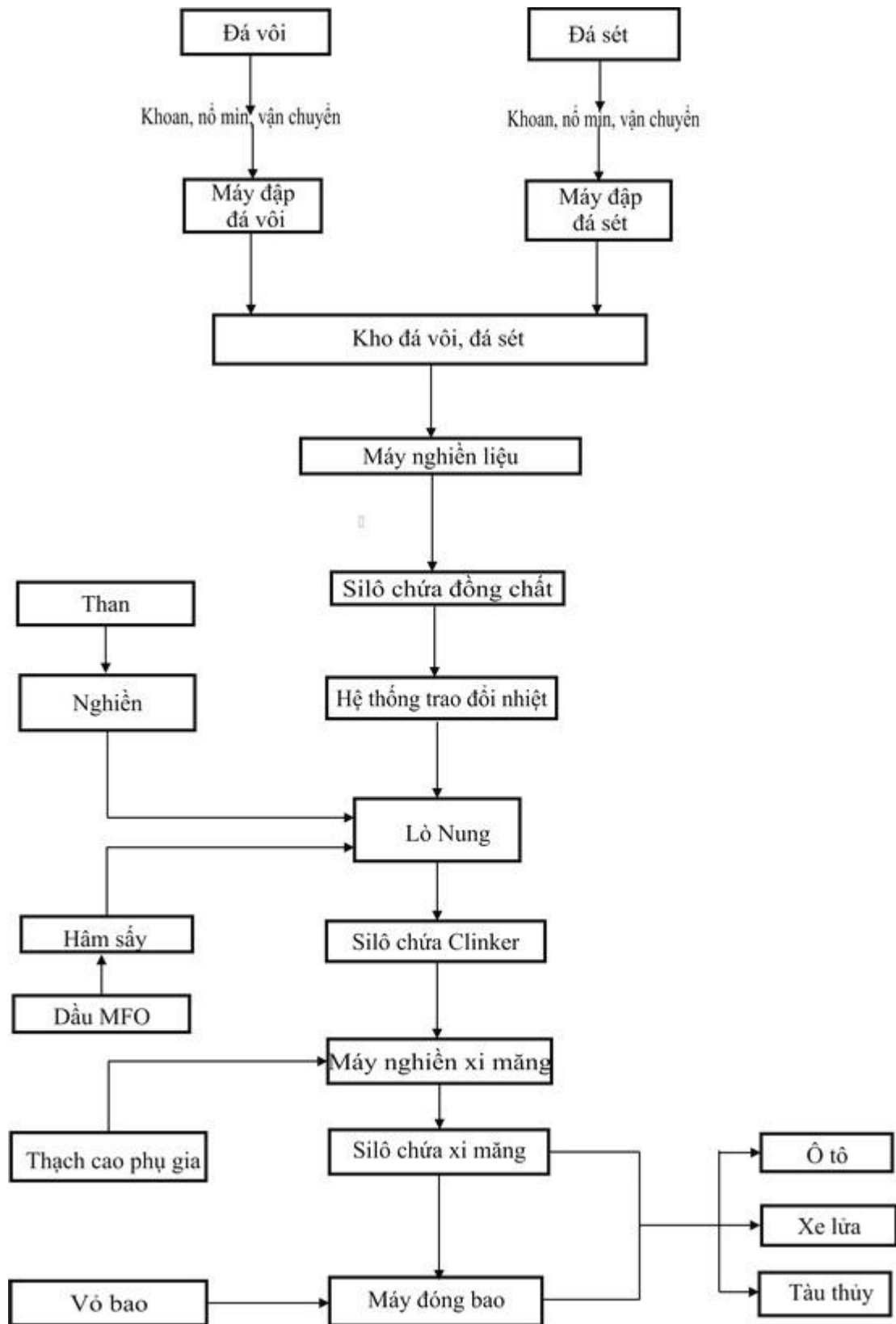
- *Tổng xạ*: là tổng của trực xạ và tán xạ trên một bề mặt (phổ biến nhất là tổng xạ trên một bề mặt nằm ngang, thường gọi là bức xạ cầu trên bề mặt).

- *Cường độ bức xạ ( $W/m^2$ )*: là cường độ năng lượng bức xạ mặt trời đến một bề mặt tương ứng với một đơn vị diện tích của bề mặt. Cường độ bức xạ cũng bao gồm cường độ bức xạ trực xạ  $E_{tx}$ , cường độ bức xạ tán xạ  $E_{tx}$  và cường độ bức xạ quang phổ  $E_{qp}$ .

- *Năng lượng bức xạ ( $J/m^2$ )* : là năng lượng bức xạ mặt trời truyền tới một đơn vị diện tích bề mặt trong một khoảng thời gian, như vậy năng lượng bức xạ là một đại lượng bằng tích phân của cường độ bức xạ trong một khoảng thời gian nhất định (thường là 1 giờ hay 1 ngày).

- *Giờ mặt trời* : là thời gian dựa trên chuyển động biểu kiến của mặt trời trên bầu trời, với quy ước giờ mặt trời chính Ngọ là thời điểm mặt trời đi qua thiên đỉnh của người quan sát. Giờ mặt trời là thời gian

## Sơ lược về công nghệ sản xuất xi măng



### 1. Giai đoạn chuẩn bị nguyên liệu

**Đá vôi:** Đá vôi được khai thác bằng phương pháp khoan nổ, cắt tầng theo đúng quy trình và quy hoạch khai thác, sau đó đá vôi được xúc và vận chuyển tới máy đập búa bằng các thiết bị vận chuyển có trọng tải lớn, tại đây đá vôi được đập nhỏ thành đá dăm cỡ 25 x 25 và vận chuyển bằng băng tải về kho đồng nhất sơ bộ rải thành 2 đống riêng biệt, mỗi đống khoảng 15.000 tấn.

**Đá sét:** Đá sét được khai thác bằng phương pháp cày ủi hoặc khoan nổ mìn và bốc xúc vận chuyển bằng các thiết bị vận tải có trọng tải lớn về máy đập búa. Đá sét được đập bằng máy đập búa xuống kích thước 75 mm (đập lần 1) và đập bằng máy cán trục xuống kích thước 25 mm (đập lần 2). Sau đập đá sét được vận chuyển về rải thành 2 đồng riêng biệt trong kho đồng nhất sơ bộ, mỗi đồng khoảng 6.600 tấn.

**Phụ gia điều chỉnh:**

Để đảm bảo chất lượng Clanh-ke, Công ty kiểm soát quá trình gia công và chế biến hỗn hợp phối liệu theo đúng các Modun, hệ số được xác định. Do đó ngoài đá vôi và đá sét còn có các nguyên liệu điều chỉnh là quặng sắt (giàu hàm lượng ô xít Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), quặng bôxít (giàu hàm lượng ô xít Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) và đá Silíc ( giàu hàm lượng SiO<sub>2</sub>).

**2. Nghiên Nguyên Liệu**

Đá vôi, đá sét và phụ gia điều chỉnh được cấp vào máy nghiền qua hệ thống cân DOSIMAT và cân băng điện tử. Máy nghiền nguyên liệu sử dụng hệ thống nghiền bi sấy nghiền liên hợp có phân ly trung gian, năng suất máy nghiền dây chuyền 1 là 248 tấn/giờ, máy nghiền nguyên liệu dây chuyền 2 năng suất máy nghiền 300tấn/h. Các bộ điều khiển tự động khống chế tỷ lệ % của đá vôi, đá sét, bô xít và quặng sắt cấp vào nghiền được điều khiển bằng máy tính điện tử thông qua các số liệu phân tích của hệ thống QCX, đảm bảo khống chế các hệ số chế tạo theo yêu cầu. Bột liệu sau máy nghiền được vận chuyển đến các xilô đồng nhất, bằng hệ thống gàu nâng, máng khí động.

Bột liệu có thành phần hoá:

$$KH = \frac{CaO - (1,65Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3)}{2,8SiO_2}, \text{ KH có giá trị } 0,81 \div 1.$$

$$LSF = \frac{CaO * 100}{2,8SiO_2 + 1,18Al_2O_3 + 0,65Fe_2O_3}, \text{ LSF có giá trị bằng } 85 \div 100.$$

$$SiM = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3}, \text{ SiM có giá trị } 1,7 \div 3,5.$$

$$AIM = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}, \text{ có giá trị } 0,7 \div 2$$

**3. Lò Nung**

Lò nung là một công đoạn chủ yếu quan trọng nhất để tạo ra sản phẩm xi măng. Lò nung là một ống thép hình trụ đặc biệt đường kính từ 2,5÷ 5,5 m, đặt nghiêng theo phương ngang góc 5°, được điều khiển quay với tốc độ từ 1,8 ÷ 4,5 vòng trên phút. Lò nung là công đoạn thiết bị tạo ra sản phẩm là Clinke, Clinke chiếm tới 75 ÷ 80 % thành phần của sản phẩm xi măng, quá trình tạo ra nó như sau : Bột liệu từ Xilô chứa qua hệ thống trao đổi nhiệt được cấp liên tục vào lò nung trong quá trình lò nung hoạt động, do lò quay nung quay theo trục nghiêng theo phương ngang lên bột liệu sẽ tự chảy dọc theo xuốt chiều dài của lò. Đồng thời nhiên liệu là hỗn hợp gồm 85% than cám 3 và 15% dầu MFO cũng được cấp vào lò nung nhiệt lượng nhiên liệu cháy tạo ra tại zon nung lên đến 1480°c làm bột liệu nóng chảy chuyển thành sản phẩm Clinke.

**4. Nghiền Xi Măng.**

Clanh-ke từ các xilô, Thạch cao và Phụ gia từ kho chứa tổng hợp được vận chuyển lên kết máy nghiền bằng hệ thống băng tải và gàu nâng, từ kết máy nghiền clanh-ke, Thạch cao, Phụ gia cấp vào máy nghiền được định lượng bằng hệ thống cân DOSIMAS. Sản phẩm đầu ra sau máy nghiền là bột xi măng, độ mịn đạt 3.200



cm<sup>2</sup>/g, được vận chuyển tới xilô chứa xi măng bột bằng hệ thống băng tải, máng khí động.

### **5. Đóng bao Xi măng Xuất.**

Từ đáy các xilô chứa, qua hệ thống cửa tháo liệu xi măng được vận chuyển tới các két chứa của máy đóng bao, hoặc các bộ phận xuất xi măng rời đường bộ.

Hệ thống máy đóng bao gồm: Xi măng bột được các máy đóng bao đóng vào các bao xi măng khối lượng tiêu chuẩn 50kg ±0,5. Sau khi được đóng xong qua hệ thống băng tải sẽ được vận chuyển đến các máng xuất đường bộ, đường sắt và đường thủy cung cấp ra thị trường.

### **6. Các nguồn phát thải và các loại chất thải phát tán ra môi trường sản xuất**

Tại các công đoạn sản xuất ở các mục 1,2,3,4,5 đều phát chất thải là bột vô cơ mịn của các chất nêu trong công thức thành phần hoá mục 2.

Riêng trong mục 3 công đoạn sản xuất nung luyện clinke thực nguyên công nung luyện nên ngoài chất thải là bột mịn các chất hữu cơ còn có chất thải dạng khí, cơ bản gồm: CO ≈ 0,1% , CO<sub>2</sub> có hàm lượng cao có thể tính toán được dựa trên thành phần đá vôi trong bột liệu và sự giả phóng ra CO<sub>2</sub> trong nung luyện ( C có mặt trong sản phẩm clinke được giới hạn nhỏ hơn 1% ), NO<sub>x</sub> ≈ 450 ppm

### **7. Biên pháp khắc phát tán chất thải vào môi trường trong công nghiệp sản xuất xi măng: Khắc phục phát chất thải bụi vào không khí**

Trong công nghiệp sản xuất xi măng ở các công đoạn thuộc mục 1,2,3,4,5 người ta dùng các loại lọc bụi tay áo. Ở các mục 3,4 người ta còn dùng lọc bụi tĩnh điện. Đảm bảo chỉ tiêu khí thải vào không khí có hàm lượng bụi ≤ 100mg/ m<sup>3</sup>



---

# **TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG**

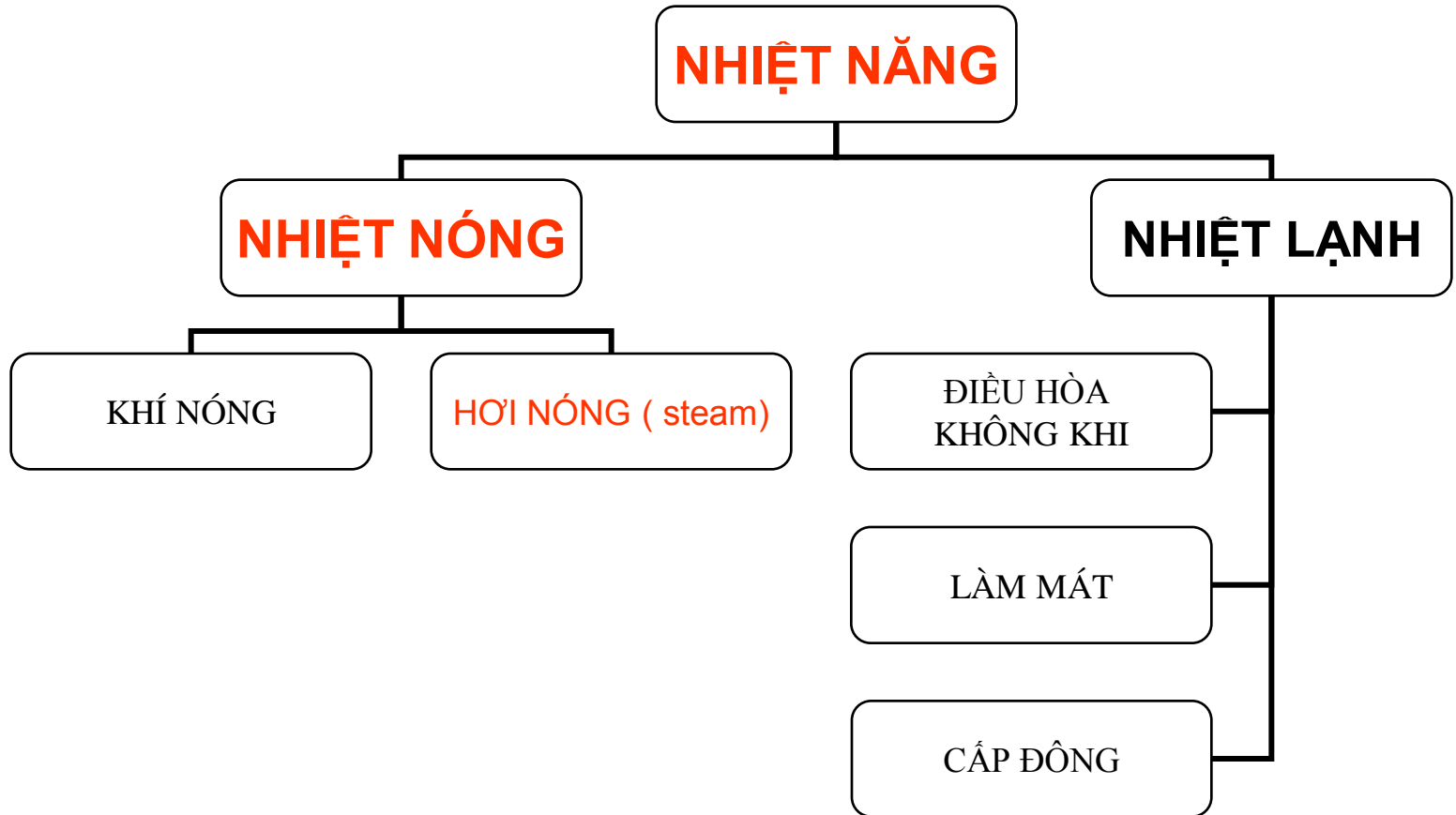
# Các dạng năng lượng sử dụng trong công nghiệp

---

- Nhiệt năng
- Điện năng

# Nhiệt năng

---

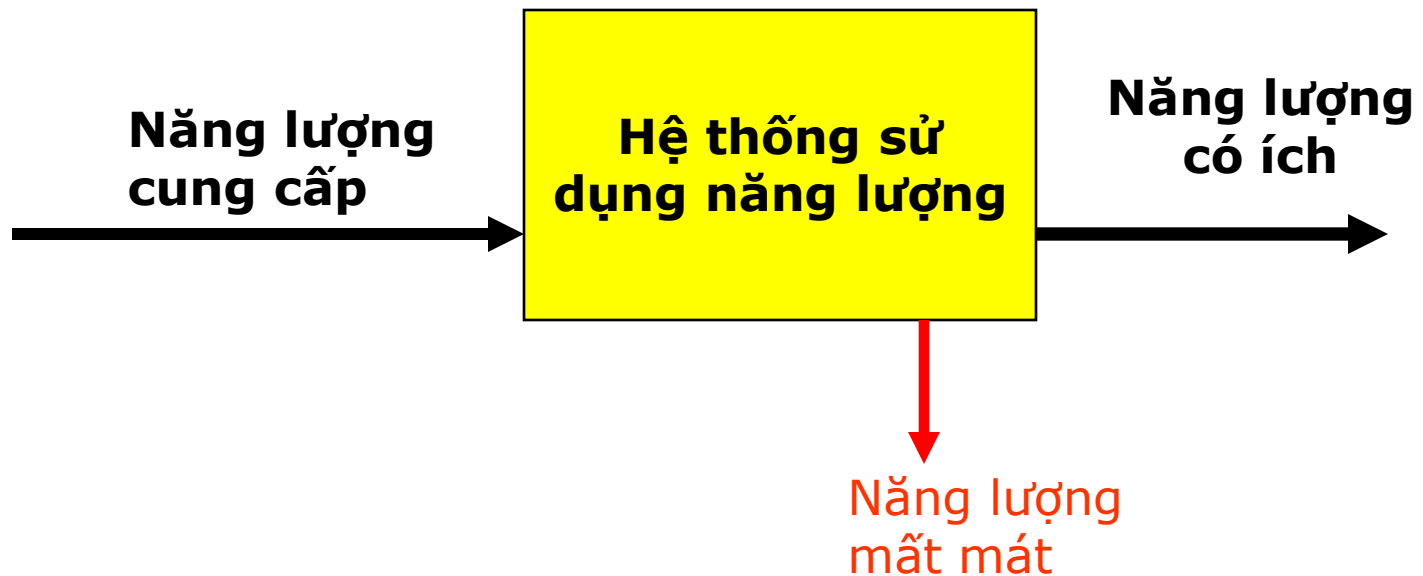


# Điện năng



# Sử dụng năng lượng hiệu quả

Hiệu quả sử dụng năng lượng  
đánh giá bằng hiệu suất



$$\text{Hiệu suất (\%)} = \frac{\text{Năng lượng có ích}}{\text{Năng lượng cung cấp}}$$

## Sử dụng năng lượng hiệu quả

---

- Hiệu suất càng cao, hiệu quả sử dụng năng lượng càng cao
- Hiệu quả sử dụng năng lượng giảm dần theo thời gian
- Công nghệ mới có hiệu quả sử dụng năng lượng cao hơn công nghệ cũ

# Tại sao cần phải TKNL?

---

- Giảm chi phí sản xuất
- Gia tăng lợi nhuận
- Gia tăng ưu thế cạnh tranh
- Cải thiện sản lượng, thời gian sản xuất, nguyên liệu đầu vào và tính linh hoạt
- Nâng cao hiệu quả sức lao động
- Bảo vệ môi trường và khí hậu



# Nguyên nhân lãng phí năng lượng

---

- Thiết kế tương tự một cách nhanh chóng, sự lặp lại có tính lan truyền
- Sao chép chính xác, ngăn cản sự phát triển liên tục
- Tập trung vào tốc độ sản xuất, sản lượng, không chú ý tới chi phí “nhỏ”
- Chỉ nhìn thấy chi phí đầu tư ban đầu mà chưa thấy hiệu quả lâu dài
- Sử dụng công nghệ cũ, lạc hậu

# Làm thế nào để tiết kiệm năng lượng?

---

- Ngừng quan niệm cũ “không thể thay đổi được”
- Phải có hệ thống kiểm soát
- Tối ưu hóa máy móc công nghệ hiện tại
- Tiếp cận công nghệ mới

# Các biện pháp TK&HQ năng lượng

---

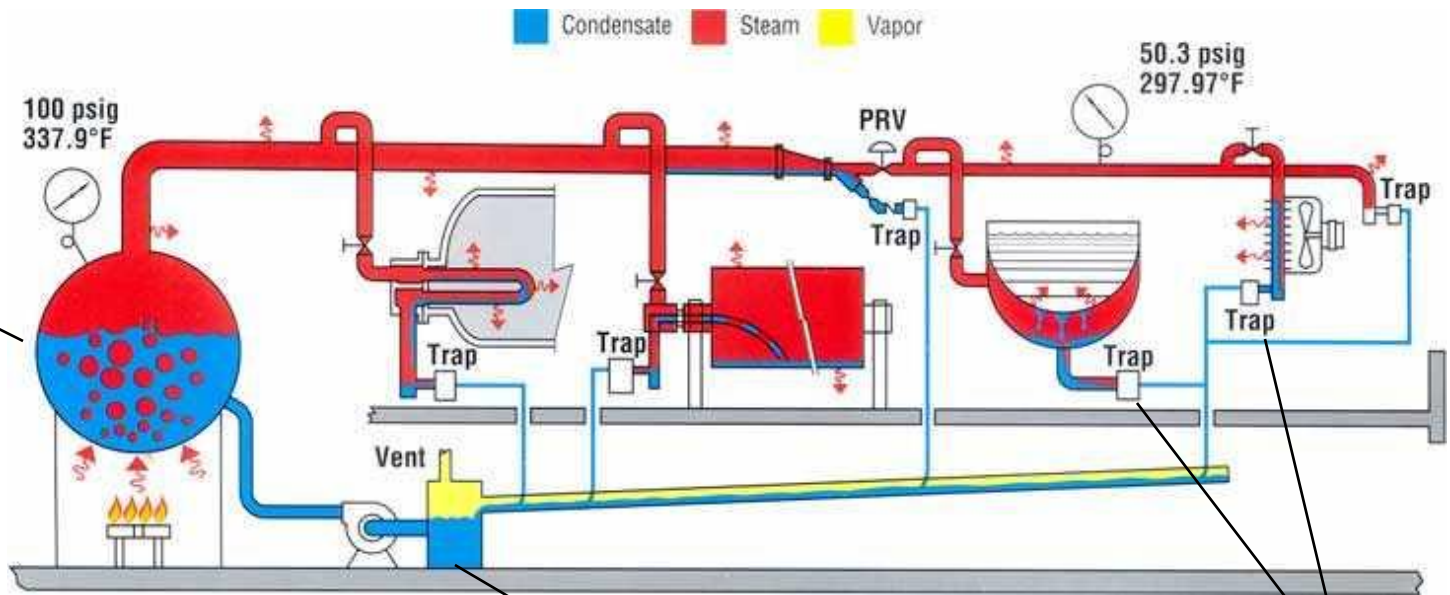
## Biện pháp TKNL phụ thuộc vào:

- Phương thức quản lý và vận hành
- Giá cả năng lượng, tính chất năng lượng...
- Thiết kế bố trí thiết bị
- Công nghệ sử dụng, sự phối hợp các công nghệ, công đoạn

**=> Có thể tìm thấy giải pháp tiết kiệm năng lượng ở mọi nơi**

# Hệ thống nồi hơi

Nồi hơi



Bồn chứa nước ngưng

Cốc xả



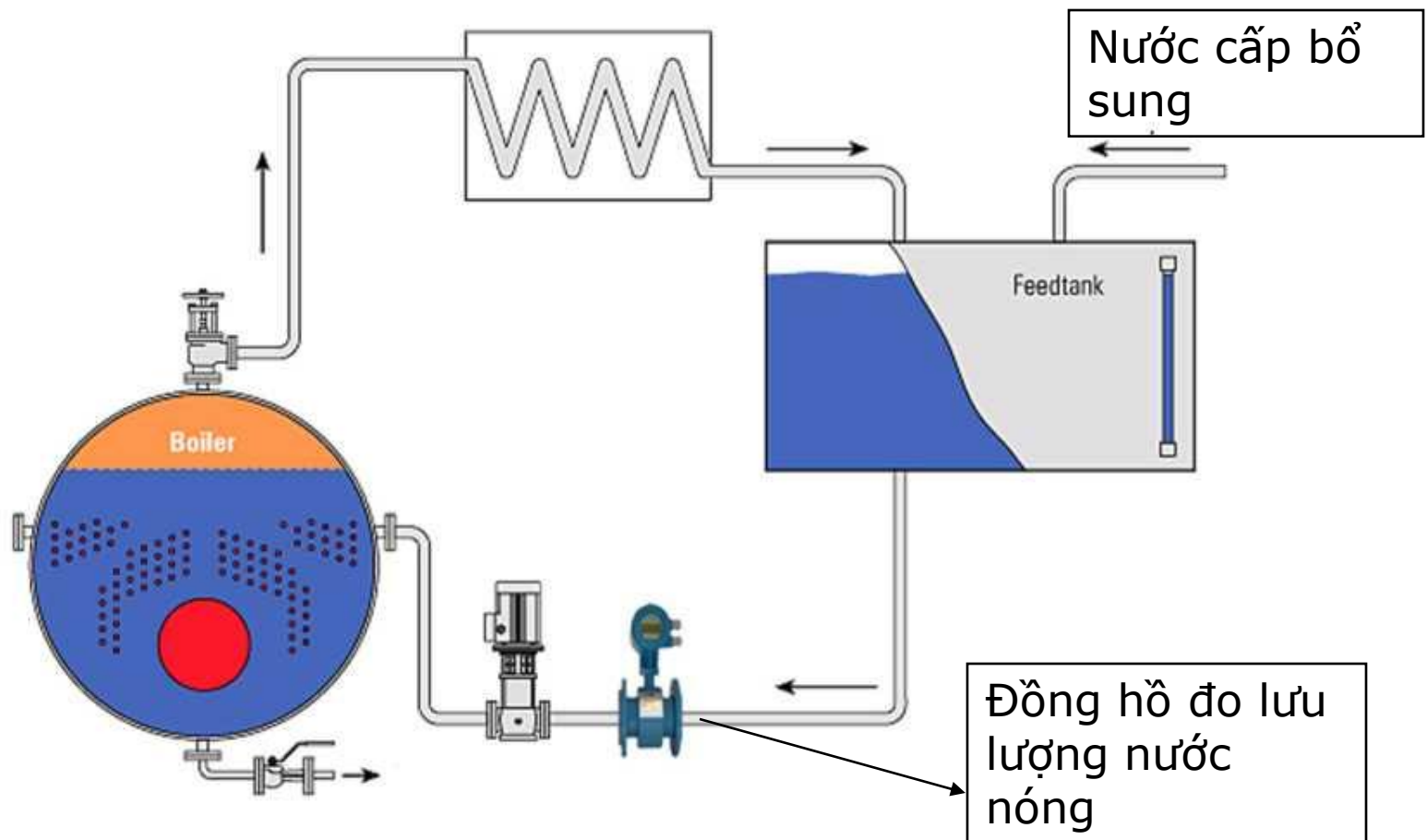
# Lập hệ thống quản lý nồi hơi

---

Mục đích.

- Quản lý được nhiên liệu tiêu thụ, thiết lập được định mức tiêu thụ
- Kiểm soát được những sự cố bất thường xảy ra

# Quản lý nồi hơi



# Lắp đồng hồ đo lưu lượng nước cấp cho nồi hơi

---

## Lợi ích:

- Kiểm soát được hiệu suất nồi hơi-> lập được kế hoạch bảo trì sửa chữa hiệu quả
- Kiểm soát được tình hình sử dụng hơi ở các thiết bị tiêu thụ hơi

# Các giải pháp tiết kiệm năng lượng cho hệ thống nồi hơi

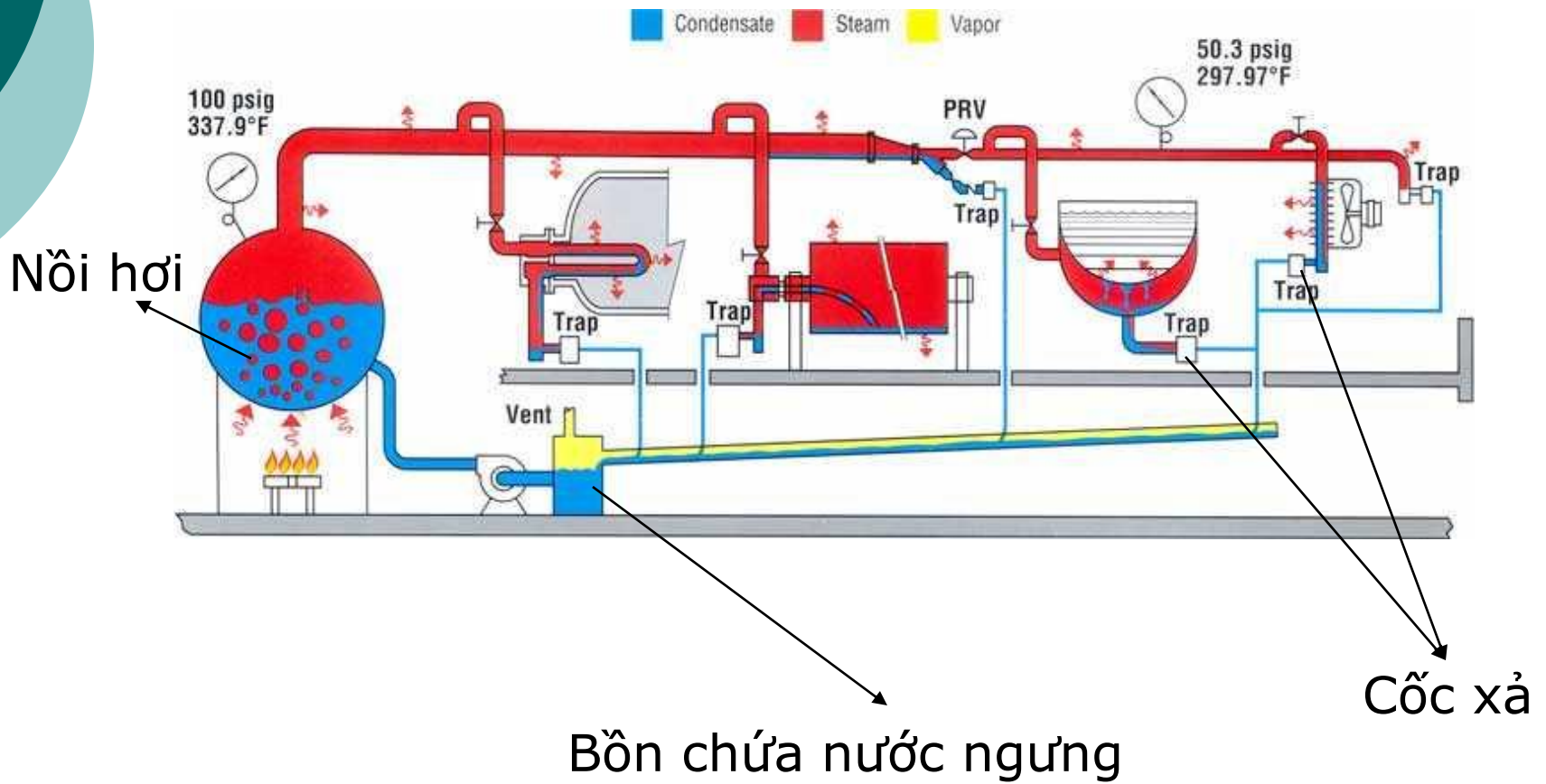
---

1. Bảo ôn toàn bộ đường ống và bồn chứa (kể cả đường ống thu hồi nước ngưng)
2. Bố trí lắp đặt bồn thu hồi nước ngưng hợp lý
3. Tối ưu hóa quá trình đốt cháy nhiên liệu (kiểm soát oxi dư)
4. Sử dụng những công nghệ mới...





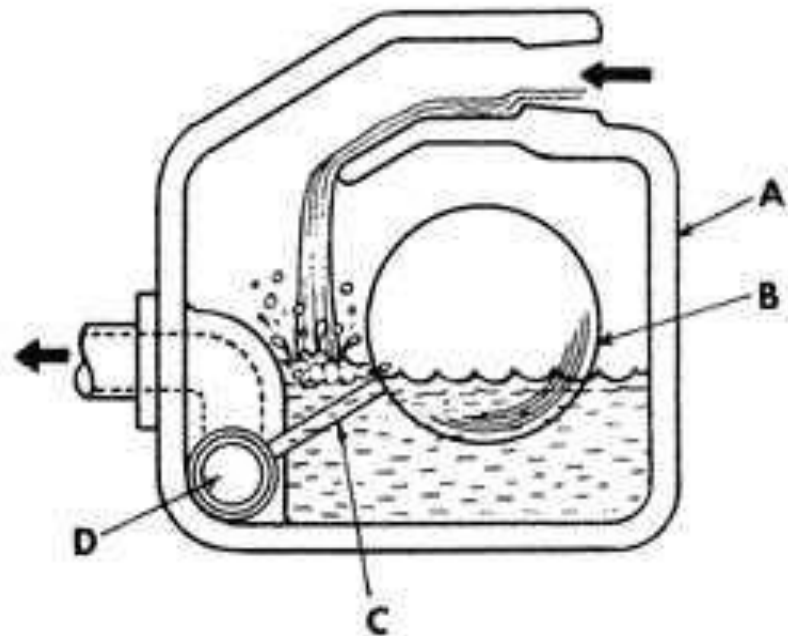
# Hệ thống nồi hơi



# STEAM – TRAP (BẦY HƠI)

---

## BẦY HƠI DẠNG PHAO



# STEAM – TRAP (BẦY HƠI)

---

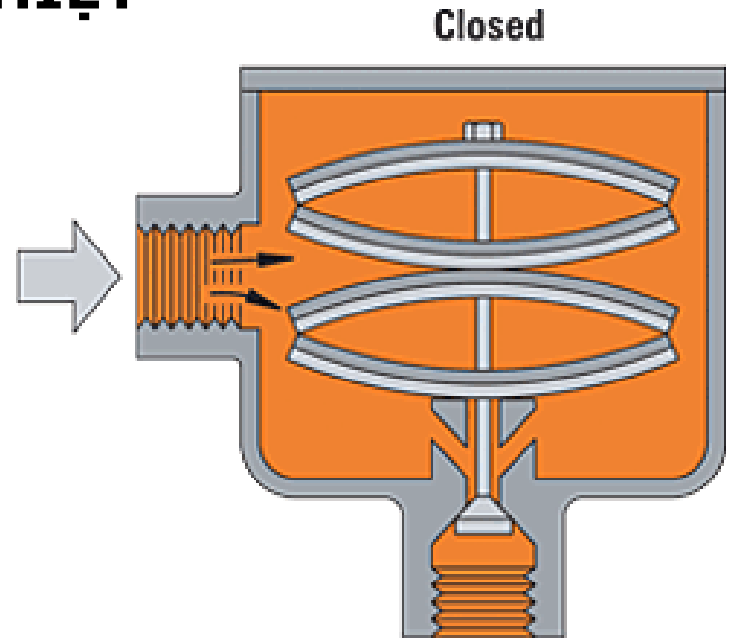
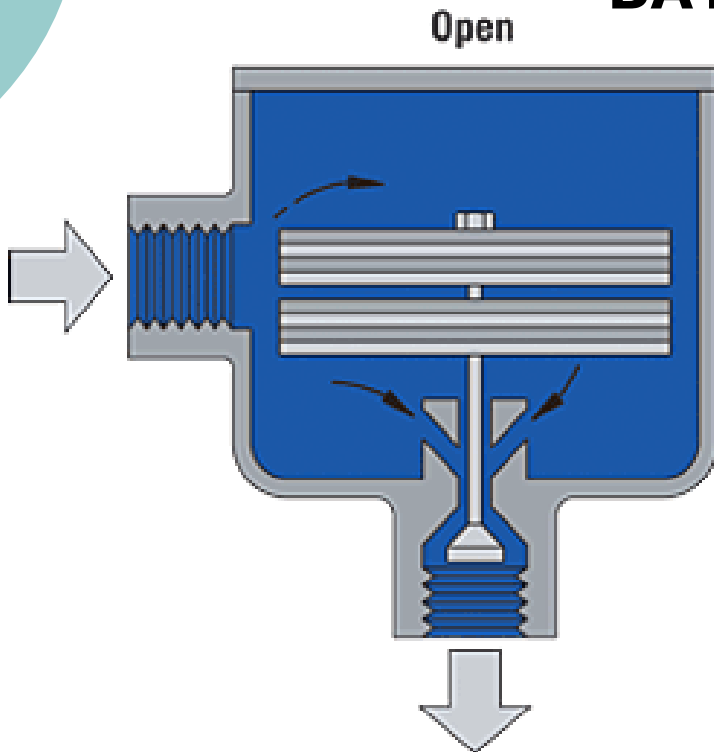
## BẦY HƠI NHIỆT



# STEAM – TRAP (BẦY HƠI)

---

## BẦY HƠI NHIỆT



---

# NHỮNG MẶT HẠN CHẾ CỦA STEAM-TRAP

---

1. HOẠT ĐỘNG THEO CHU KỲ
2. CÓ BỘ PHẬN CHUYỂN ĐỘNG
3. MÒN, BIẾN DẠNG, KẾT CẤU ĐÓNG MỠ KHÔNG KÍN
4. LÀM RÒ RỈ THẤT THOÁT HƠI
5. BẢO TRÌ SỬA CHỮA KHÓ KHĂN.



---

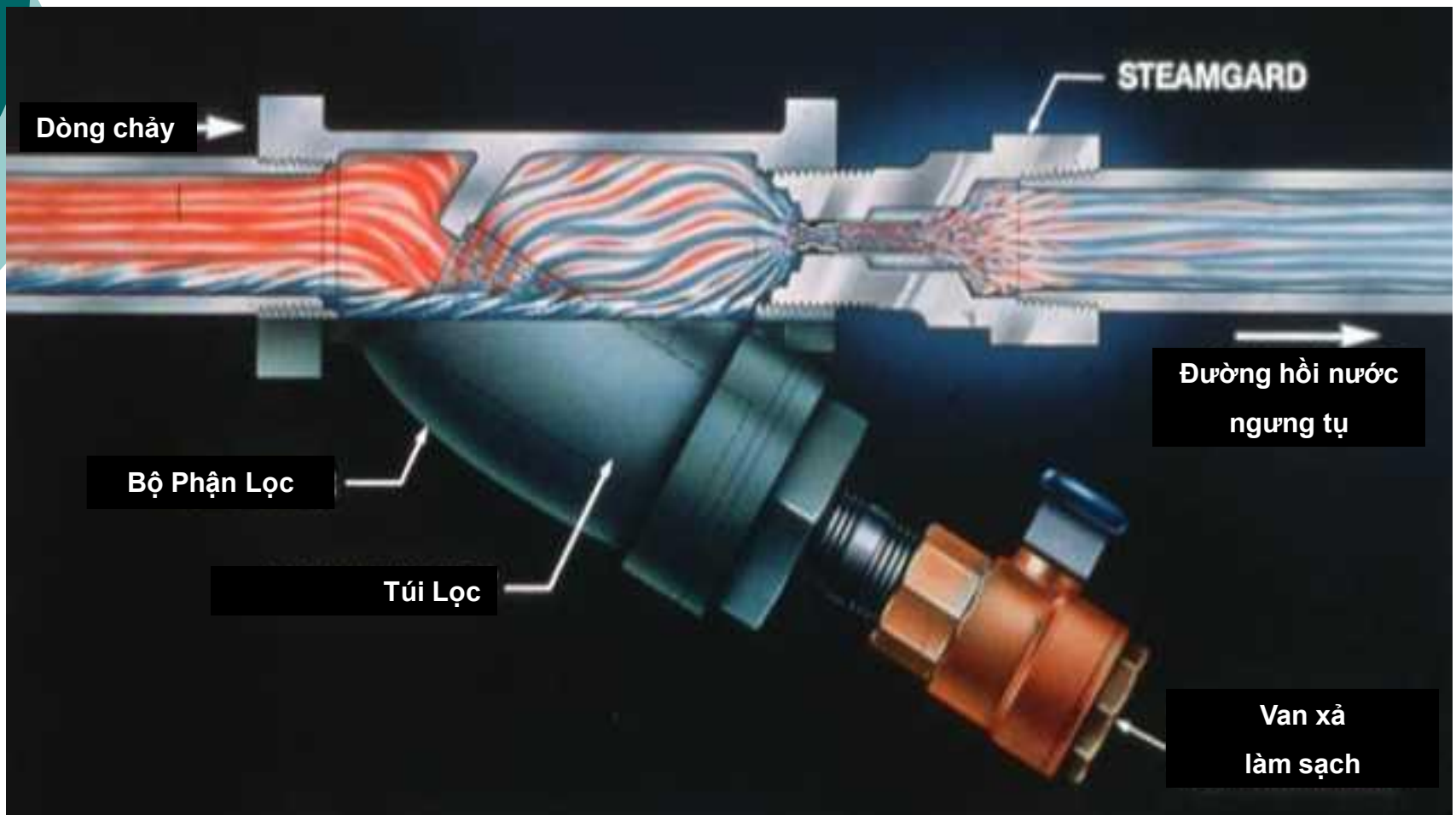
# STEAMGARD – GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ MỚI

---

1. LOẠI BỎ NHỮNG MẶT CÒN HẠN CHẾ CỦA STEAM-TRAP
2. KHÔNG CÓ BỘ PHẬN CHUYỂN ĐỘNG
3. KHÔNG LÀM THẤT THOÁT HƠI
4. TĂNG HIỆU SUẤT TRAO ĐỔI NHIỆT



# THE STEAMGARD SYSTEM®





---

# NGUYÊN TẮC HOẠT ĐỘNG CỦA STEAMGARD

---

1. HOẠT ĐỘNG LIÊN TỤC
2. NGUYÊN LÝ CHUYỂN ĐỘNG CỦA DÒNG 2 PHA
3. CHÊNH LỆCH TỈ TRỌNG GIỮA HƠI VÀ NƯỚC NGỪNG



---

# NHỮNG MẶT TÍCH CỰC CỦA STEAMGARD

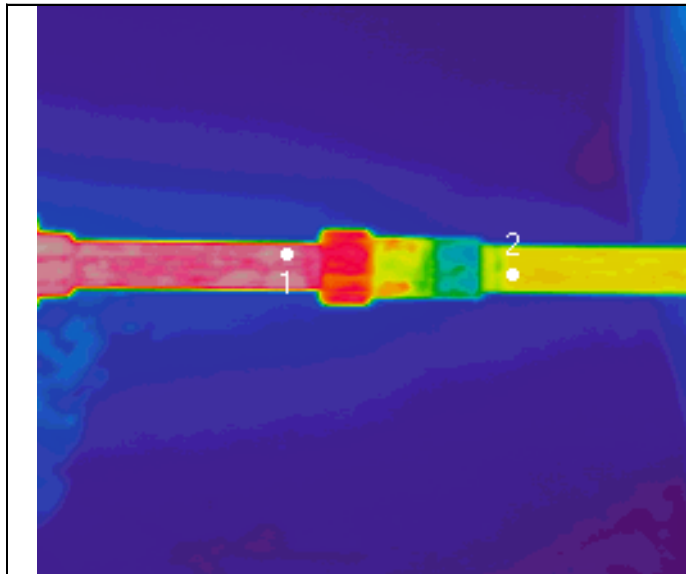
---

1. KHÔNG CÓ BỘ PHẬN CHUYỂN ĐỘNG
2. KHÔNG LÀM THẤT THOÁT HƠI VÌ KHÔNG CÓ ĐÓNG MỜ
3. ĐÁP ỨNG NHANH NÊN THỜI GIAN GIA NHIỆT NHANH
4. NHIỆT ĐỘ ÁP SUẤT ỔN ĐỊNH HƠN
5. BẢO TRÌ DỄ DÀNG

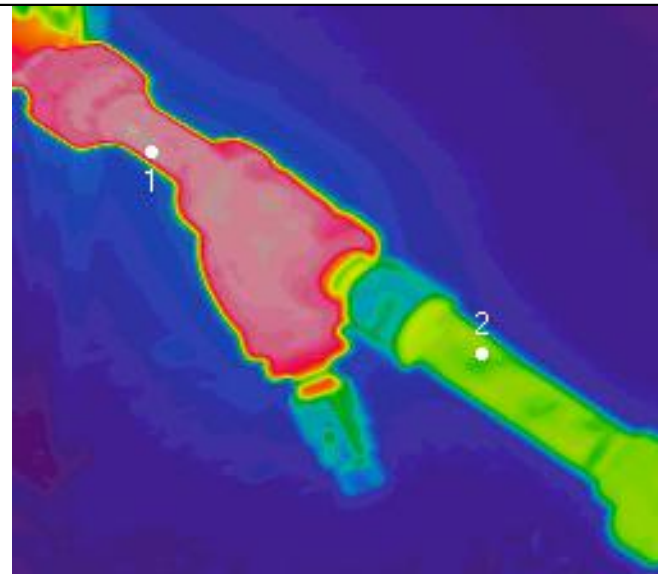


# ẢNH QUANG PHỔ CỦA THIẾT BỊ HOẠT ĐỘNG HIỆU QUẢ

**STEAM TRAP**





**STEAMGARD**



<b>Psig: 150</b>	<b>Điểm 1</b>	<b>Điểm 2</b>	<b>Điểm 1</b>	<b>Điểm 2</b>
<b>Nhiệt độ °C:</b>	175	127	187	110
<b>Nhiệt độ °C:</b>	48		77	
<b>Kết luận:</b>	Tốt		Tốt	

## BẢNG SO SÁNH GIỮA STEAMGARD VÀ STEAMTRAP

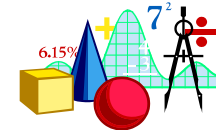
STEAM-TRAP	STEAMGARD
	
<b>HOẠT ĐỘNG THEO CHU KỲ</b>	<b>HOẠT ĐỘNG LIÊN TỤC</b>
<b>CÓ BỘ PHẬN CHUYỂN ĐỘNG</b>	<b>KHÔNG CÓ BỘ PHẬN CHUYỂN ĐỘNG</b>
<b>DỄ HƯ HỎNG, TUỔI THỌ THẤP</b>	<b>TUỔI THỌ CAO TỪ 10~15 (NĂM)</b>
<b>HƯ HỎNG KHÓ PHÁT HIỆN, KHÓ SỬA</b>	<b>HẦU NHƯ KHÔNG HƯ HỎNG</b>
<b>LÀM THẤT THOÁT HƠI</b>	<b>HẠN CHẾ THẤT THOÁT HƠI</b>
<b>NHIỆT ĐỘ ÁP SUẤT KHÔNG ỔN ĐỊNH</b>	<b>ÁP SUẤT NHIỆT ĐỘ ỔN ĐỊNH</b>
<b>BẢO HÀNH CHỈ 1 NĂM</b>	<b>BẢO HÀNH 3 NĂM</b>

# QUY TRÌNH THỰC HIỆN DỰ ÁN



**BẢO HÀNH VÀ THEO  
DÕI HIỆU QUẢ CỦA  
GIẢI PHÁP.**

**KHẢO SÁT CHI TIẾT HỆ  
THỐNG HƠI TẠI NHÀ MÁY**



**PHÂN TÍCH VÀ ĐÁNH  
GIÁ VỀ MẶT KỸ  
THUẬT**



**PHỐI HỢP KIỂM TRA  
VÀ HOÀN THIỆN GIẢI PHÁP**

**QUY TRÌNH ỨNG DỤNG  
STEAMGARD**



**XÁC ĐỊNH KÍCH CỠ SG VÀ  
KHẢ NĂNG TIẾT KIỆM.**



**HƯỚNG DẪN VÀ CHUẨN BỊ  
PHƯƠNG TIỆN LẮP ĐẶT**



**SẮP XẾP KẾ HOẠCH  
CHUẨN BỊ LẮP ĐẶT.**



**LẬP KẾ HOẠCH LẮP  
ĐẶT.**



---

# CÁC NGÀNH CÔNG NGHIỆP ÁP DỤNG SG

---

- Dầu khí / Hóa dầu
- Chế biến thực phẩm
- Công nghiệp dệt
- Công nghiệp giấy và bột giấy
- Công nghiệp bao bì carton
- Công nghiệp điện
- Chế biến dược phẩm
- ....



---

## **CÔNG TY DỆT NHUỘM**

---

- 1. MỘT THÁNG SỬ DỤNG HẾT 1,2 TỈ TIỀN DẦU FO**
- 2. NHÀ MÁY CÓ 85 STEAM-TRAP**
- 3. GIÁ 1 STEAM-TRAP TRÊN THỊ TRƯỜNG TRUNG BÌNH:200(USD)**
- 4. TUỔI THỌ CỦA STEAM-TRAP TRUNG BÌNH 2 NĂM.**
- 5. MỖI THÁNG KIỂM TRA STEAM- TRAP 1 GIỜ CHO MỘT STEAM-TRAP.**

## BẢNG SO SÁNH CHI PHÍ DỰA TRÊN TUỔI THỌ 10 (NĂM)

MÔ TẢ	STEAMGARD	STEAM TRAP
<b>TỔNG CHI PHÍ MUA HÀNG 1 lần</b>	<b>USD 42,500</b>	<b>USD 17,000</b>
<b>TỔNG CHI PHÍ BẢO TRÌ</b> - TIỀN CÔNG LAO ĐỘNG: 10 USD/NGÀY - MỖI NGÀY LÀM VIỆC 8 GIỜ	1700 GIỜ / 8 X USD10 = USD 2,125	10,200 GIỜ / 8 X USD10 = USD 12,750
<b>TỔNG CHI PHÍ THAY STEAM TRAP 85 LẦN.</b> - TIỀN CÔNG LAO ĐỘNG: 10 USD CHO MỖI LẦN THAY THỂ - SỐ STEAM TRAP CẦN THAY: 85 CÁI = 850 (usd) - SỐ LẦN THAY TRONG 10 NĂM: 5 Lần = $(850 + 17,000) * 5 = 89,250$ (usd)	<b>USD 0</b>	<b>USD 89,250</b>
<b>TỔNG CHI PHÍ SAU 10 NĂM</b>	<b>USD 44,625</b>	<b>USD 102,000</b>

---

---

## THỜI GIAN HOÀN VỐN

---

1. **TIẾT KIỆM 8%/THÁNG =  $8\% \cdot 1,2$  (Tỉ) = 96 (TRIỆU)**
2. **THỜI GIAN HOÀN VỐN =  $42,500 \cdot 16,100 / 96,000,000 = 7.12$  (THÁNG)**



---

---

## CÔNG TY SỬA

---

1. NHÀ MÁY CÓ 15 STEAM-TRAP
2. LƯỢNG DẦU ĐỐT CHO NỒI HƠI HÀNG THÁNG= 76,610 LÍT FO
3. CHI PHÍ CHO DẦU FO =  $76,610 \times 11500 \text{Đ} = 881,015,000 \text{Đ/THANG}$

---

---

## CÔNG TY SỬA

---

- 1. CHI PHÍ ĐẦU TƯ ĐỂ THAY THẾ CHO 15 STEAM-TRAP BẰNG STEAMGARD=10,676 USD**
- 2. ƯỚC LƯỢNG ĐÁNH GIÁ SAU KHI THAY LƯỢNG DẦU ĐỐT TIẾT KIỆM TỐI THIỂU 6%=3,303 USD**
- 3. THỜI GIAN HOÀN VỐN =  $10,676/3,303=3,23$  THÁNG**

# KHÁCH HÀNG THAM KHẢO

## NHÀ MÁY BAO BÌ GIA PHÚ (VIỆT NAM)



- ◆ Lĩnh vực sản xuất: Bao Bì Carton.
- ◆ Nhà Máy: Khu Chế Xuất Tân Thuận, Q7. TP.HCM.
- ◆ Steamgard lắp đặt cho toàn bộ nhà máy.
- ◆ Lượng dầu đốt tiết kiệm trung bình tháng là 16%.
- ◆ Thời gian hoàn vốn cho dự án là 5 tháng kể từ khi lắp đặt.

## KHÁCH HÀNG THAM KHẢO

# NHÀ MÁY COCA COLA HCM (VIETNAM)



- ◆ Lĩnh vực sản xuất: Nước Giải Khát.
- ◆ Nhà Máy: Thủ Đức TP.HCM.
- ◆ Steamgard lắp đặt cho toàn bộ nhà máy: 17 cái
- ◆ Lượng dầu đốt tiết kiệm trung bình là 20%.
- ◆ Thời gian hoàn vốn cho dự án là 10 tháng kể từ khi lắp đặt.

# KHÁCH HÀNG THAM KHẢO

## NHÀ MÁY BAO BÌ MINH PHÚ (VIỆT NAM)



- ◆ Lĩnh vực sản xuất: Bao Bì Carton.
- ◆ Nhà Máy: KCN Song Than II, Bình Dương.
- ◆ Steamgard lắp đặt cho toàn bộ nhà máy 35 cái.
- ◆ Lượng dầu đốt tiết kiệm trung bình tháng là 11%.
- ◆ Thời gian hoàn vốn cho dự án là 8 tháng kể từ khi lắp đặt.

# KHÁCH HÀNG THAM KHẢO

## CÔNG TY BAO BÌ GIẤY VIỆT TRUNG (VIỆT NAM)



- ◆ Lĩnh vực sản xuất: Bao Bì Carton.
- ◆ Nhà Máy: Khu Công Nghiệp Tân Tạo, Bình Chánh, TP.HCM.
- ◆ Steamgard lắp đặt cho toàn bộ nhà máy.
- ◆ Lượng dầu đốt tiết kiệm trung bình/ tháng: 10.05%.
- ◆ Thời gian hoàn vốn là 11 tháng kể từ khi lắp đặt.

## KHÁCH HÀNG THAM KHẢO

### NHÀ MÁY VISINGPACK (VIETNAM)



- ◆ Lĩnh vực sản xuất: Bao Bì Carton và in offset.
- ◆ Nhà Máy: Khu Công Nghiệp Tân Tạo, Bình Chánh, TP.HCM.
- ◆ Steamgard lắp đặt cho toàn bộ nhà máy: 8 cái
- ◆ Lượng dầu đốt tiết kiệm trung bình là 20%.
- ◆ Thời gian hoàn vốn cho dự án là 4 tháng kể từ khi lắp đặt.

## KHÁCH HÀNG THAM KHẢO

# NHÀ MÁY NHUỘM TÂN PHÚ CƯỜNG (VIỆT NAM)



- ◆ Lĩnh vực sản xuất: Nhuộm Vải.
- ◆ Nhà Máy: Đường Nguyễn Văn Quá, Quận 12, TP.HCM.
- ◆ Steamgard lắp đặt cho 30% nhà máy: 3 cái
- ◆ Lượng dầu đốt tiết kiệm trung bình là 4%.
- ◆ Thời gian hoàn vốn cho dự án là 3 tháng kể từ khi lắp đặt.





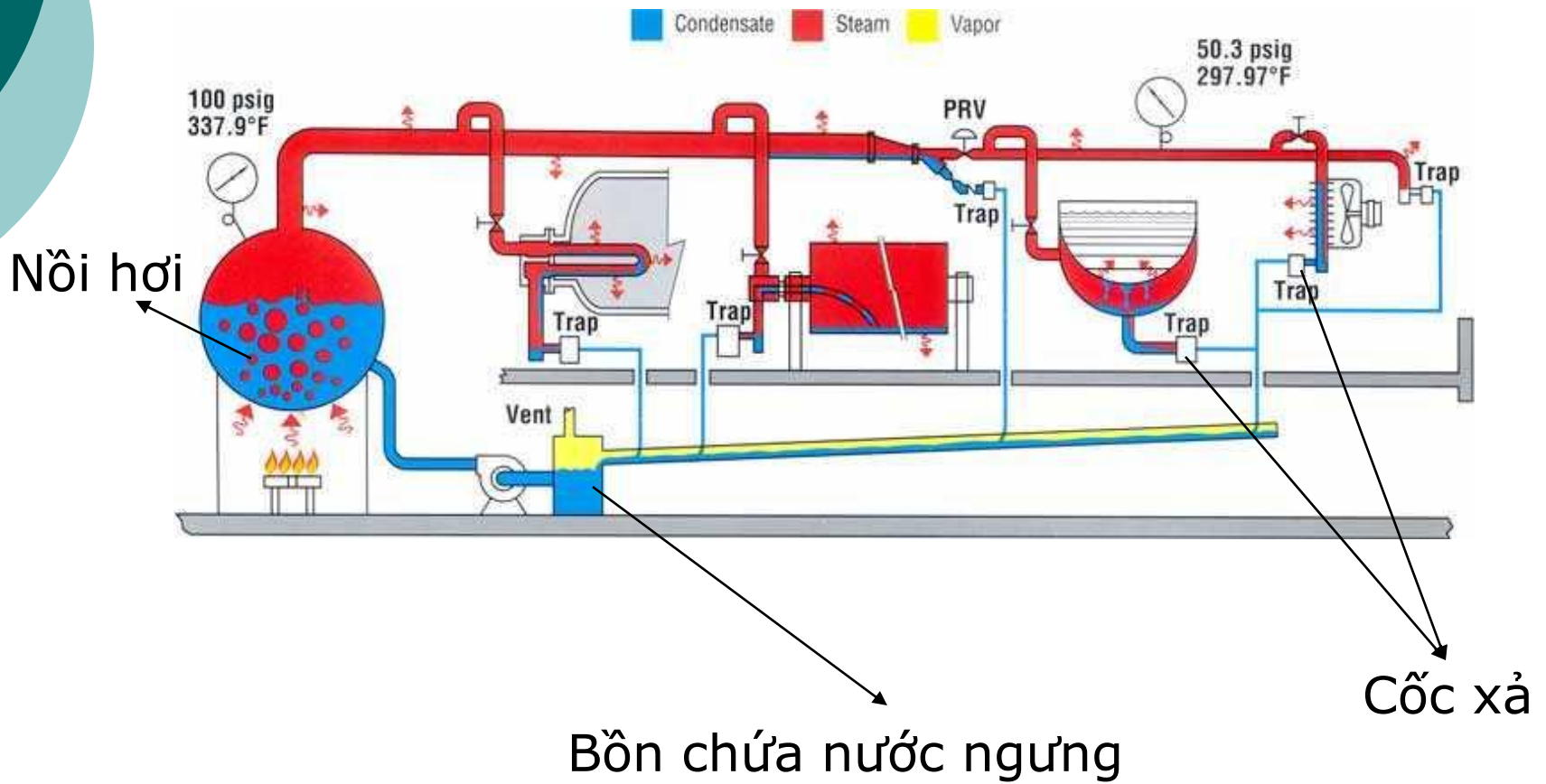
---

# Công nghệ mới

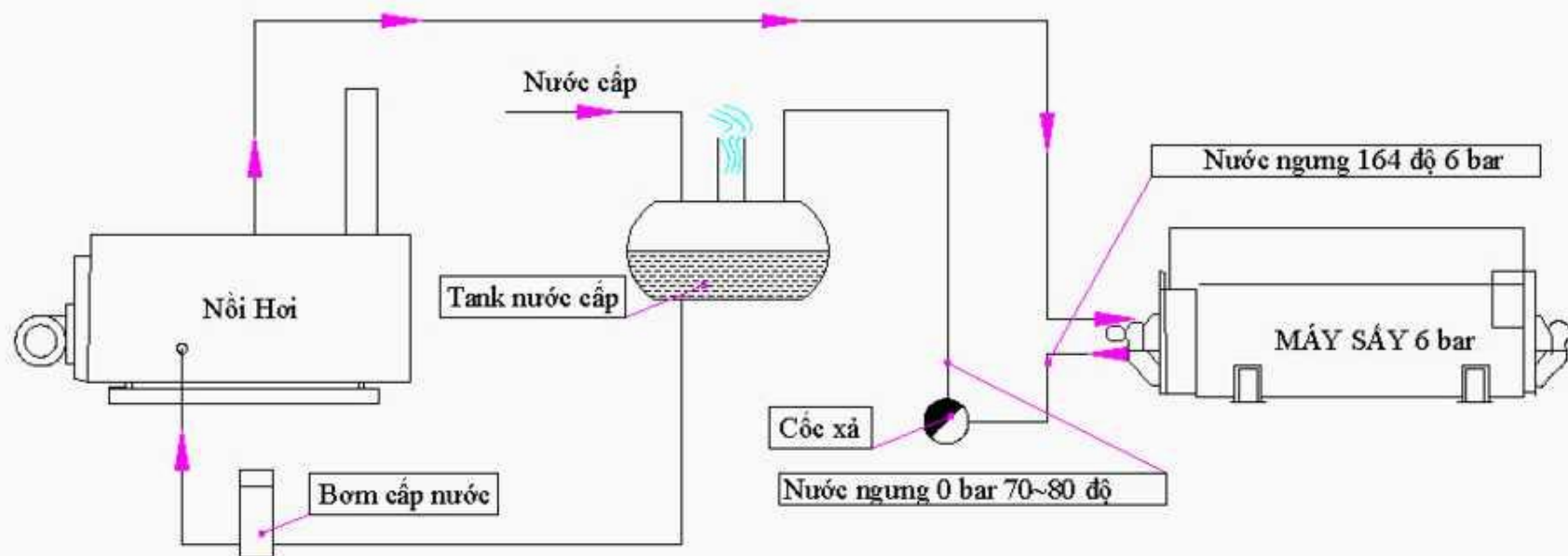
---

## HỆ THỐNG THU HỒI NƯỚC NGỪNG KHÉP KÍN

# Hệ thống nồi hơi

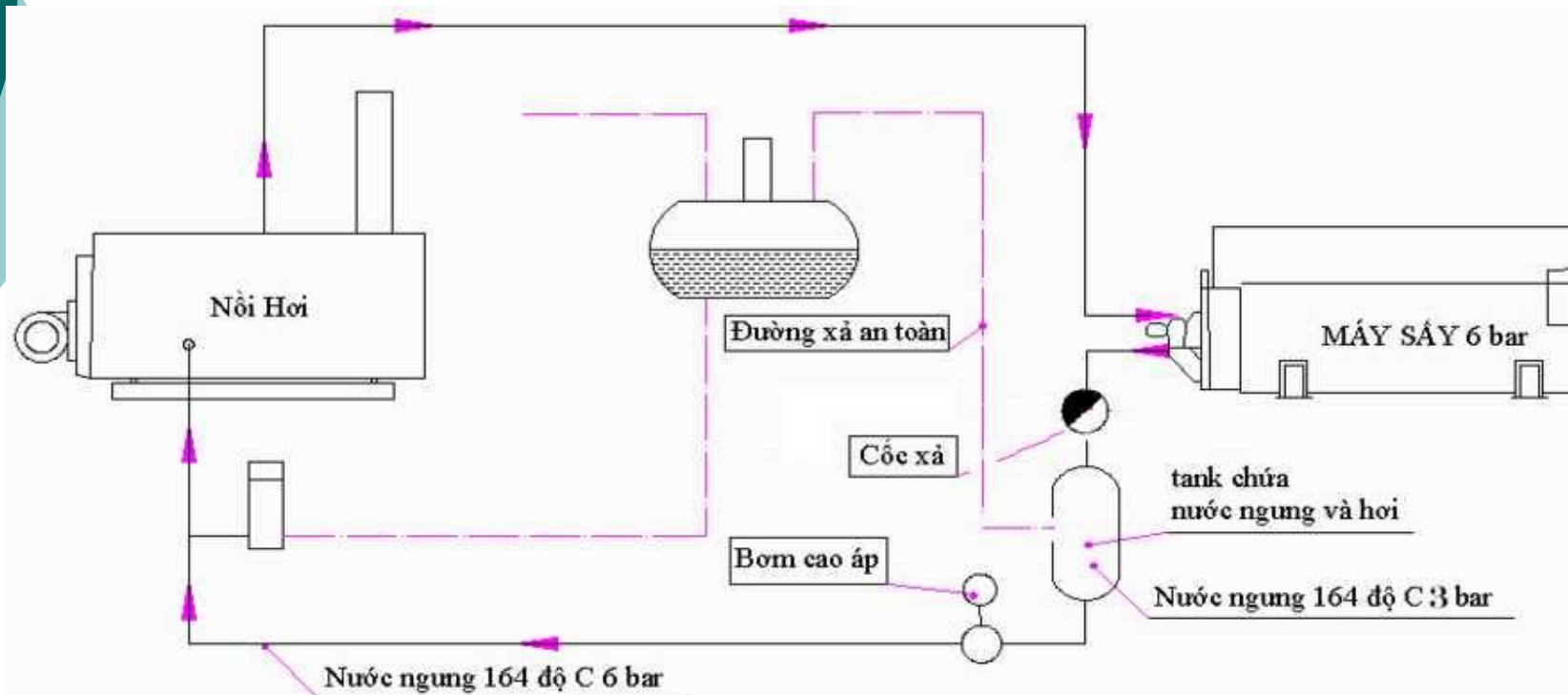


# HỆ THỐNG HƠI



- **Thất thoát năng lượng qua hơi flash**
- **Nhiệt độ cấp vào nồi hơi ở nhiệt độ thấp**
- **Nồi hơi phải làm việc ở cường độ cao**

# HỆ THỐNG KHÉP KÍN (CRU)



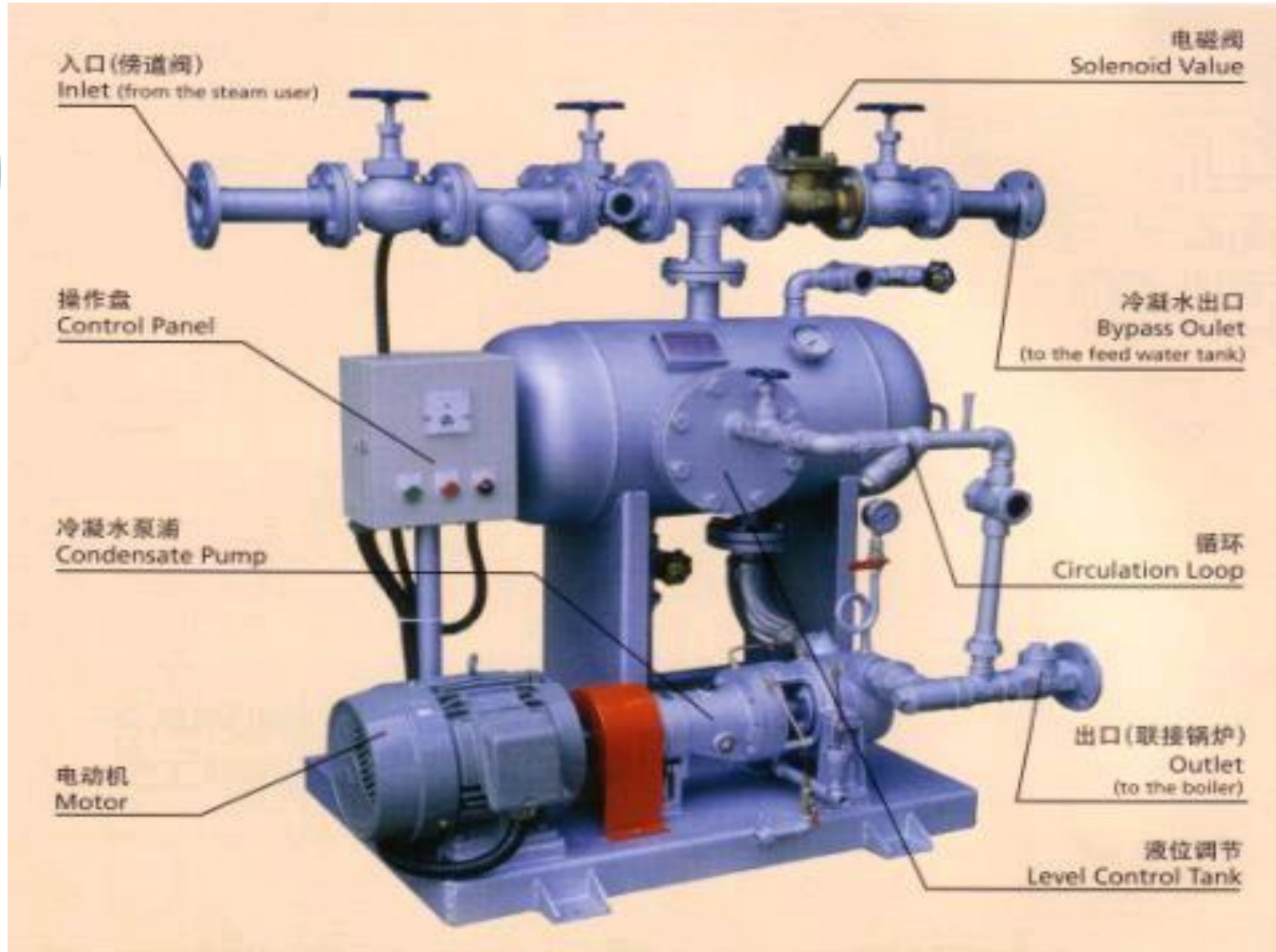
- Là hệ thống khép kín hoàn toàn
- Không thất thoát năng lượng qua hơi flash

# HỆ THỐNG THU HỒI NƯỚC NGỪNG KHÉP KÍN (CRU)

---

- **CRU là hệ thống được thiết kế để thu hồi lại năng lượng thất thoát qua cốc xả**
- **là một hệ thống khép kín hoàn toàn để bảo toàn năng lượng trong hệ thống**
- **Là một giải pháp tiết kiệm năng lượng**

# SẢN PHẨM HIỆN CÓ TRÊN THỊ TRƯỜNG



# LỢI ÍCH CỦA HỆ THỐNG CRU

- **Tăng  $t^0$  cấp vào nồi hơi từ 30 ~50 độ**
- **Khảo sát, nếu tăng  $t^0$  nước cấp vào nồi hơi 6 độ thì nhiên liệu tiết kiệm được 1%**
- **Các bộ phận khác của hệ thống giảm cường độ làm việc**
- **Tuổi thọ của hệ thống tăng**



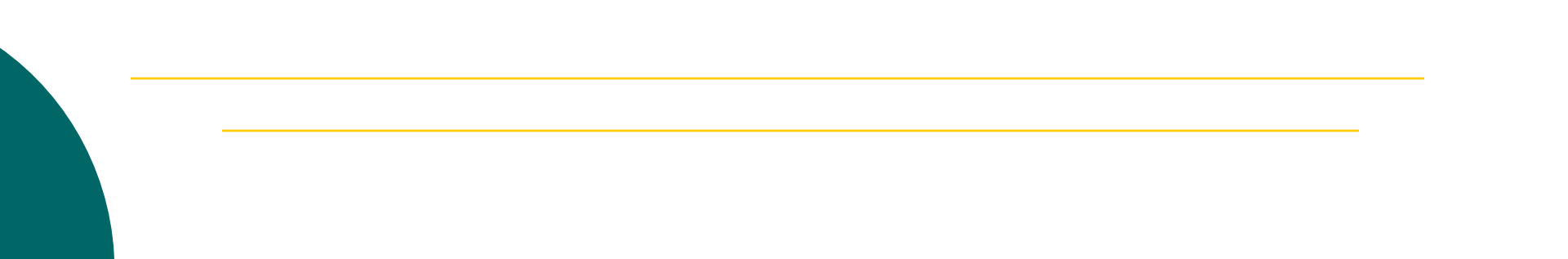
---

## Kết luận

---

- **CRU sẽ tiết kiệm từ 5~15% lượng nhiên liệu hàng tháng**
- **Giúp tăng tuổi thọ của các thiết bị liên quan trong hệ thống hơi**
- **Tiết kiệm chi phí nước cấp và hóa chất xử lý nước cho nồi hơi**





**CẢM ƠN SỰ LẮNG NGHE  
CỦA QUÝ VỊ**

## CẨM NANG TIẾT KIEM NĂNG LƯỢNG TRONG GIA ĐÌNH

Năng lượng không tái tạo thường là các nhiên liệu hóa thạch như than, dầu và khí thiên nhiên. Các loại nhiên liệu hóa thạch này phải mất hàng trăm triệu năm mới hình thành và hiện đang cạn kiệt theo thời gian. Tiết kiệm năng lượng mang lại những lợi ích gì? Thế nào là tiết kiệm năng lượng? Gia đình chúng ta đang tiêu thụ điện như thế nào? Sau đây là cẩm nang tiết kiệm điện và năng lượng trong gia đình.

### Tiết kiệm năng lượng

Tiết kiệm năng lượng mang lại những lợi ích gì?

- Tiết kiệm tiền cho bạn và gia đình.
- Góp phần đảm bảo nhu cầu điện, gas, xăng... cho gia đình bạn và thế hệ con cháu của bạn.
- Góp phần hạn chế cắt điện luân phiên tại khu vực bạn ở.
- Góp phần bảo vệ sự trong lành của môi trường – chính là bảo vệ sức khỏe cho bạn và cả gia đình.

Thế nào là tiết kiệm năng lượng?

- Tiết kiệm năng lượng là sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả.
  - Sử dụng tiết kiệm là sử dụng đúng lúc, đúng chỗ; không dùng nữa thì tắt ngay. Ví dụ: chỉ bật đèn tại những vị trí sinh hoạt, cần chiếu sáng và bật vừa đủ, dùng xong thì tắt ngay; hay với máy điều hòa không khí, chỉ nên cài nhiệt độ từ 24<sup>0</sup>C đến 26<sup>0</sup>C khi sử dụng.
  - Sử dụng hiệu quả là sử dụng một lượng năng lượng ít nhất mà vẫn thỏa mãn nhu cầu sử dụng. Ví dụ: sử dụng các loại đèn tiết kiệm như đèn huỳnh quang, đèn compact có điện năng tiêu thụ thấp hơn loại đèn dây tóc mặc dù cho độ sáng như nhau.
- 
- Năng lượng tái tạo được xem là nguồn năng lượng vô tận như sức gió (phong năng), năng lượng mặt trời, năng lượng địa nhiệt, sức thủy triều và năng lượng thủy điện. Đây là nguồn năng lượng sạch và rất thân thiện với môi trường.
  - Năng lượng không tái tạo thường là các nhiên liệu hóa thạch như than, dầu và khí thiên nhiên. Các loại nhiên liệu hóa thạch này phải mất hàng trăm triệu năm mới hình thành và hiện đang cạn kiệt theo thời gian.

Gia đình chúng ta đang tiêu thụ điện như thế nào?

STT	Tên thiết bị	Số lượng	Công suất / thiết bị (W)	Thời gian sử dụng trung bình / ngày	Công suất tiêu thụ (Wh)
1	Đèn huỳnh	8	50	4	1.600

	quang				
2	Tủ lạnh 150 lít	1	200 (x 0,5)	24/24	1.200
3	Ti vi	2	250	6	3.000
4	Đầu đĩa	1	50	1	50
5	Quạt	3	70	5	1.050
6	Nồi cơm điện	1	500	2	1.000
7	Máy giặt	1	500	1	500
8	Máy vi tính	1	200	3	600
9	Bàn ủi	1	1.000	0,5	500
10	Máy lạnh	1	750 (x 0,5)	3	1.125
11	Máy nước nóng	1	1.000	1	1.000
12	Lò nướng vi ba	1	1.000	0,5	500
Tổng		12.125 Wh			

- Các hộ gia đình tại TP. HCM có tỉ lệ tiêu thụ điện chiếm 35% tổng số tiêu thụ năng lượng của thành phố.
- Ở Việt Nam, để sản xuất ra 1 kWh điện sẽ phát thải vào môi trường 0,43kg CO<sub>2</sub>
- Chi phí đầu tư sản xuất 1 MW điện từ thủy điện lớn (trên 50 MW) là 1 triệu USD.
- Chỉ cần mỗi hộ dân (của Tiền Giang) giảm bớt một bóng đèn 40 W thì sẽ tiết kiệm được khoảng 15,4 MW/ ngày đêm, và như thế thì gần như không cần phải cắt điện nữa". (*phát biểu của ông Nguyễn Trung Trí, phó giám đốc Công ty Điện lực Tiền Giang*)
- Mỗi gia đình của Việt Nam chỉ cần tắt bớt một bóng đèn vào giờ cao điểm (từ 8h-22h) sẽ tiết kiệm được hàng ngàn tỉ đồng chi phí ngân sách đầu tư cho việc bổ sung nguồn điện, lưới điện.

### Cách sử dụng hiệu quả hệ thống chiếu sáng

Mặc dù công suất tiêu thụ của các bóng đèn không lớn như những thiết bị điện khác (tủ lạnh, máy điều hòa không khí...) nhưng do sử dụng nhiều bóng và thời gian sử dụng lâu nên nó chiếm một khoản chi phí khá lớn trong tổng chi phí tiền điện của gia đình bạn. Những gợi ý sau sẽ giúp chúng ta tiết kiệm điện cho hệ thống chiếu sáng:

Nên tận dụng chiếu sáng tự nhiên bằng cách:

- Sử dụng các tấm tôn nhựa trong, mờ
- Sử dụng các cửa sổ lấy ánh sáng có ô văng, giếng trời
- Phối hợp cửa lấy sáng với cửa thông gió.

Nên sử dụng loại đèn chiếu sáng có hiệu suất cao:

- Đèn dây tóc (đèn tròn) rẻ nhất khi mua nhưng lại tốn điện nhất khi dùng. Vì vậy nên chọn loại bóng đèn tiết kiệm điện như: đèn compact, đèn huỳnh quang T5, T8.

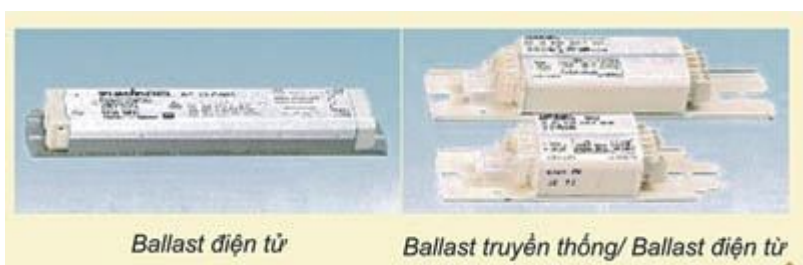


So sánh công suất tiêu thụ của hai loại đèn:

Quang thông (Lumens) (đơn vị đánh giá cường độ phát sáng của nguồn sáng, đèn)	Công suất tiêu thụ (W)	
	Đèn dây tóc	Đèn compact
250	25	5
400	40	7
600	60	11
700	70	13

Nên sử dụng ballast điện tử:

- Vì tiết kiệm hơn khoảng 50% điện năng tiêu thụ so với sử dụng ballast truyền thống (ballast điện tử) và làm tăng gấp đôi tuổi thọ cho bóng đèn.



Các lưu ý khác:

- Lắp đặt hợp lý: Thiết kế, lắp đặt bóng đèn hợp lý sẽ phát huy hiệu quả chiếu sáng của bóng đèn.
- Thường xuyên vệ sinh máng (chóa): Bóng đèn sẽ phát huy hiệu quả chiếu sáng vì một lớp bụi mỏng có thể làm giảm độ sáng từ 10-20%.

- Khi lắp đèn nên sử dụng máng/chóa đèn để phát huy hiệu quả chiếu sáng của bóng đèn.
- Đùng quên tắt bóng đèn ngay sau khi ra khỏi phòng.

### Cách sử dụng hiệu quả máy điều hòa không khí

Trong suốt vòng đời tồn tại của một máy lạnh, chi phí đầu tư ban đầu chỉ chiếm khoảng 4-10% tổng chi phí; chi phí bảo trì, bảo dưỡng chiếm 1-2%; 90-95% còn lại là chi phí tiêu hao điện năng.

Vì vậy, để có thể tiết kiệm được khoản chi phí lớn nhất này chúng ta nên quan tâm đến hệ thống máy điều hòa không khí ngay từ khi bắt đầu dự định sử dụng nó, nghĩa là từ giai đoạn thiết kế phòng ốc, mua sắm thiết bị và sau đó là suốt quá trình sử dụng và bảo trì hệ thống.

Trong quá trình thiết kế không gian (phòng/ khu vực) dự định sử dụng máy điều hòa không khí chúng ta nên chú ý một số điểm sau:

- Tránh ánh nắng mặt trời chiếu nắng trực tiếp vào các cửa kính nhằm hạn chế hiệu ứng nhà kính.
- Tránh mở cửa sổ trực diện hướng Đông và đặc biệt là hướng Tây. Diện tích cửa sổ cần ở mức vừa phải, tỷ lệ diện tích cửa sổ so với diện tích vách phải bé hơn 25% đối với hướng Đông và Tây, và tỷ lệ này nhỏ hơn 30% đối với hướng Nam và Bắc.
- Trong trường hợp mở cửa sổ ở hướng Đông và Tây thì cần có biện pháp chống nắng như: sử dụng các dạng ô-văng, các lam che nắng; sử dụng các màn che (màn che có thể đặt phía trong hay ngoài nhưng đặt bên ngoài sẽ đạt hiệu quả tốt hơn); nên sử dụng màn che có màu sáng.
- Đối với các vách hướng Đông và Tây nên sử dụng vật liệu xây dựng có hệ số truyền nhiệt thấp hoặc có một lớp cách nhiệt cho vách; các tòa nhà với kiểu xây dựng có hành lang bên ngoài sẽ giúp tránh việc xâm nhập nhiệt này.
- Các vách cần sơn màu sáng.
- Khoảng không gian giữa trần và mái cần được thông thoáng, đặc biệt đối với loại mái tole.
- Xung quanh tòa nhà cần có nhiều cây xanh.

### Sau đây là một vài lưu ý trong quá trình mua và sử dụng máy điều hòa không khí:

- Nên mua loại tốt, không nên mua loại quá cũ đã qua sửa chữa.
- Nên sử dụng loại máy có công suất tương thích với phòng. (ví dụ phòng 20-25m<sup>2</sup> thì công suất sử dụng thường là 1 HP)
- Không để thất thoát gió lạnh: làm kín các khe cửa sổ, cửa ra vào; hạn chế số lần mở cửa ra vào (lắp bộ lò xo đóng cửa tự động).
- Không để các nguồn nhiệt trong phòng.
- Cài đặt nhiệt độ lạnh hợp lý: ban ngày 24-25<sup>0</sup>C, ban đêm (phòng ngủ) 25-27<sup>0</sup>C.(ưu tiên tăng tốc độ quạt)
- Tắt máy lạnh khi không sử dụng và chỉ sử dụng máy lạnh khi thật cần thiết.

- Làm vệ sinh định kỳ máy (3-6 tháng/lần).
- Dàn nóng đặt nơi thoáng gió, không bị nắng chiếu trực tiếp.
- Dùng quạt thay cho máy lạnh.

### Cách sử dụng hiệu quả tủ lạnh, nồi cơm điện và máy quạt

Biết cách sử dụng tủ lạnh và nồi cơm điện không chỉ làm cho bữa ăn ngon hơn, mà còn giúp gia đình bạn tiết kiệm được nhiều chi phí đáng kể.

#### Tủ lạnh

Tủ lạnh là thiết bị tiêu thụ khá nhiều điện so với các thiết bị khác trong gia đình, một số giải pháp sau đây sẽ giúp chúng ta tiết kiệm điện khi sử dụng tủ lạnh:

- Chọn tủ lạnh có kích thước vừa phải (gia đình 4 người chọn loại 102-180 lít).
- Đặt tủ nơi thoáng mát, cách tường ít nhất 10cm, tránh ánh nắng hoặc gần các nguồn nhiệt.
- Lau sạch bụi bám trên dàn nóng phía sau (loại cũ) và mặt ngoài vỏ.
- Gioăng (ron) cửa phải luôn kín, không bong ra.
- Cài nhiệt độ các ngăn vừa phải, thường không cần mức lạnh nhất.
- Không cho thức ăn còn nóng vào tủ.
- Không để lớp tuyết bám vào dàn lạnh (tủ đông tuyết) dày quá 5mm.
- Hợp lý hoá thao tác để giảm thiểu số lần mở tủ và thời gian mở cửa tủ.
- Nên mua loại tủ có nhiều cửa.
- Không nên mua tủ quá cũ, đã sửa lại.

#### Nồi cơm điện

- Không nên nấu cơm quá sớm, chỉ nên nấu cơm trước khi ăn khoảng 30 đến 45 phút để hạn chế thời gian hâm nóng.
- Sử dụng nồi cơm điện có dung tích/ công suất phù hợp.
- Lau chùi sạch đáy nồi cơm và mâm nhiệt của nồi cơm điện để tiếp xúc tốt hơn.

#### Quạt

- Thường xuyên vệ sinh quạt định kỳ.
- Sử dụng tốc độ quạt theo nhu cầu cần thiết, nếu sử dụng tốc độ quạt ở số to nhất sẽ tổn hao điện nhất.

### Cách sử dụng hiệu quả máy giặt và bàn ủi

Sạch áo, thẳng quần nhưng lại phải trả nhiều tiền điện, thì hẳn các bà nội trợ vẫn chưa thể hài lòng. Sau đây là những cách thức sử dụng máy giặt và bàn ủi hợp lý và tiết kiệm

#### Máy giặt

- Giặt khối lượng đồ phù hợp với công suất máy.
- Không nên chọn chế độ nước nóng, nếu thật sự không cần thiết.
- Chọn chế độ “tiết kiệm” nếu máy giặt bạn dùng có chế độ này.
- Nên đặt máy ở nơi thông gió, thoáng khí.
- Sau khi dùng xong, nên lau sạch các vết bẩn trong và ngoài máy giặt, tránh vi khuẩn sinh sôi.
- Không nên đặt máy trong nhà bếp, vì hơi nước, hơi dầu mỡ, hơi mặn... bám vào máy dễ làm ẩm, gỉ... máy giặt.
- Định kỳ một năm một lần tháo bánh sóng làm vệ sinh sạch sẽ những vết bụi bẩn bám lâu ngày.
- Đọc kỹ hướng dẫn sử dụng để có biện pháp tra dầu mỡ vào những chi tiết quy định như các ổ trục của bộ phận chuyển động.
- Khi sử dụng máy giặt không nên bỏ đi, hay đi ngủ. Cần chú ý để xử lý những sự cố có thể xảy ra. Nếu thấy máy nóng hoặc phát ra tiếng động lạ nên ngưng giặt để kiểm tra.

### Bàn ủi

- Không ủi đồ vào những giờ cao điểm.
- Tập trung nhiều đồ để ủi một lần (có thể ủi một lúc vào đầu tuần hoặc cuối tuần)
- Khi ủi nên thực hiện ủi theo thứ tự: ủi đồ mỏng rồi ủi đồ dày sau đó rút phích cắm và tận dụng sức nóng còn lại để ủi đồ mỏng.
- Khi ủi nên kiểm tra cài đặt nhiệt độ của bàn ủi thích hợp cho loại vải cần ủi.
- Không dùng bàn ủi trong phòng có bật máy điều hoà nhiệt độ hoặc khi quần áo còn ướt.
- Lau sạch bề mặt kim loại của bàn ủi sẽ giúp hoạt động có hiệu quả hơn

### Cách sử dụng hiệu quả máy nước nóng và lò vi sóng

#### Máy nước nóng

- Nên sắp xếp thời gian tắm rửa bằng nước nóng của các thành viên trong gia đình gần nhau để tiết kiệm điện.
- Nên mua máy nước nóng loại tốt có lắp bộ an toàn điện, không nên mua loại cũ đã qua sửa chữa.
- Không nên cài đặt nhiệt độ nước quá nóng.
- Nên dùng vòi sen lưu lượng thấp.
- Nên sử dụng máy nước nóng trực tiếp thay cho máy nước nóng gián tiếp.
- Có điều kiện nên sử dụng máy nước nóng năng lượng mặt trời



*Máy nước nóng dùng năng lượng mặt trời*

### Lò vi sóng

- Trước khi sử dụng lò vi sóng, nên xem kỹ và tuân theo các hướng dẫn của mỗi lò nấu.
- Nên dùng đồ đựng thực phẩm an toàn trong lò vi sóng như dụng cụ bằng thủy tinh, đồ sứ, đồ gốm, một vài loại plastic, giấy cứng.
- Luôn luôn dùng đồ nấu lớn hơn món ăn để khỏi tràn ra ngoài.
- Không bật lò vi sóng trong phòng có điều hoà nhiệt độ, không đặt gần các đồ điện khác để không ảnh hưởng đến chức năng hoạt động của các đồ điện này.
- Không nên dùng đồ sứ có viền kim loại vì sẽ gây ra tia điện. Đồ kim loại hút giữ nhiệt, làm thực phẩm lâu chín và cũng gây ra tia điện.
- Không dùng các hộp làm bằng chất dẻo đựng thực phẩm bán sẵn, các hộp xốp, bao giấy nâu vì hóa chất độc từ các thứ này khi nóng có thể lẫn vào thức ăn.
- Không dùng đồ đựng bằng gỗ vì khi nóng sẽ nứt. Không dùng đồ đựng bằng nylon hoặc poly-ester vì có thể chảy mềm. Đừng đậy món ăn quá kín vì áp lực bên trong lên cao sẽ nổ tung. Nên phủ đồ nấu với miếng khăn giấy áp hoặc miếng plastic mỏng để giữ hơi ẩm cho món ăn.
- Để nấu ăn an toàn, chúng ta không nấu khi cửa lò không đóng kín hoặc bị vênh.
- Luôn luôn có nước hoặc thực phẩm ướt khi dùng lò, để ống magnetron không bị hư hao. Khi món ăn quá khô, có thể để một ly nước trong lò.

### Cách sử dụng hiệu quả máy vi tính, ti vi, đầu máy

Máy vi tính, ti vi, đầu máy có lẽ là những vật dụng chúng ta thường sử dụng lãng phí nhất, đôi khi chỉ chút lười biếng, hoặc vì thiếu những hiểu biết nhất định, đơn cử như việc để các thiết bị này ở chế độ chờ nhiều giờ liền. Hãy cùng nhau chia sẻ những kiến thức sử dụng máy vi tính, ti vi, và đầu máy hiệu quả.

### Máy vi tính

- Tắt màn hình hoặc chọn chế độ ScreenSaver khi tạm dừng
- Tắt máy và rút phích cắm khi không sử dụng
- Nên sử dụng máy laptop hoặc sử dụng máy vi tính màn hình LCD



### Ti vi, đầu máy... và các thiết bị điện tử điều khiển từ xa:

- Đối với những thiết bị này nếu tắt bằng điều khiển từ xa (remote) thì thiết bị vẫn tiêu thụ điện vì vậy nên tắt bằng nút power và rút phích cắm ra khỏi ổ cắm.
- Không nên để màn hình ti vi ở chế độ sáng quá để đỡ tốn điện.
- Nên chọn kích cỡ ti vi phù hợp với diện tích nhà bạn vì ti vi càng to càng tốn điện.

### Sử dụng hiệu quả bếp gas, máy bơm nước và xe máy.

#### Bếp gas

- Nên sử dụng nồi nấu có kích thước hơi lớn hơn miệng bếp
- Chính ngọn lửa phù hợp với kích thước của nồi: nhỏ quá sẽ lâu chín, to quá sẽ hao gas..
- Đậy kín nắp nồi khi nấu. Điều chỉnh nhỏ lửa khi đồ ăn bắt đầu sôi.
- Sau khi nấu xong nên khóa kỹ van gas
- Tránh để các luồng gió thổi vào ngọn lửa khi nấu
- Sử dụng lò vi sóng khi nấu đồ ăn ít
- Sử dụng nước nóng năng lượng mặt trời nấu ăn sẽ giúp tiết kiệm gas.

#### Máy bơm nước

- Lựa chọn máy bơm có công suất phù hợp.
- Lựa chọn máy bơm có đặc tính kỹ thuật phù hợp với nhu cầu sử dụng của gia đình.
- Lựa chọn máy bơm có hiệu suất cao (máy bơm tốt)
- Nên sử dụng bồn chứa nước bơm để sử dụng nước trong nhiều lần, tránh trường hợp sử dụng nước lúc nào bơm lúc đó sẽ dễ gây lãng phí điện, nước.
- Sử dụng nước tiết kiệm là tiết kiệm điện cho máy bơm

#### Xe máy

- Nên chọn mua xe số.
- Bảo trì, bảo dưỡng xe thường xuyên.
- Sử dụng loại xăng đúng theo quy định của nhà sản xuất
- Không chở số người quá quy định
- Không nên để xe ở chế độ chờ từ 30 giây trở lên
- Sử dụng số hợp lý, tốc độ chậm số nhỏ, tốc độ cao số lớn.
- Đi bộ hoặc xe đạp nếu di chuyển gần
- Sử dụng xe buýt nếu đi đoạn đường xa
- Sử dụng email, điện thoại để trao đổi công việc thay cho việc đi lại

#### Nhãn tiết kiệm năng lượng

Hiện nay nhằm khuyến khích sản xuất các thiết bị tiết kiệm năng lượng và hướng dẫn người tiêu dùng sử dụng các thiết bị tiết kiệm điện, ngày 16 tháng 11 năm 2006, Bộ Công nghiệp đã ban

hành thông tư về hướng dẫn trình tự thủ tục dán nhãn tiết kiệm năng lượng đối với các sản phẩm sử dụng năng lượng.

Nhãn tiết kiệm năng lượng là nhãn được dán lên sản phẩm tiêu thụ năng lượng có hiệu quả cao nhằm cung cấp thông tin cho người tiêu dùng lựa chọn khi mua hàng.

Nhãn tiết kiệm năng lượng bao gồm hai hình thức:

Nhãn xác nhận sản phẩm tiết kiệm năng lượng	Nhãn so sánh sản phẩm tiết kiệm năng lượng
<p>Nhãn xác nhận sản phẩm tiết kiệm năng lượng là nhãn được dán cho các sản phẩm hàng hóa lưu thông trên thị trường khi những sản phẩm này có mức sử dụng năng lượng đạt hoặc vượt tiêu chuẩn do Bộ Công nghiệp quy định theo từng thời kỳ.</p>	<p>Nhãn so sánh sản phẩm tiết kiệm năng lượng là nhãn được dán cho các sản phẩm hàng hóa lưu thông trên thị trường nhằm cung cấp cho người tiêu dùng biết các thông tin để so sánh mức năng lượng tiêu thụ của sản phẩm được dán nhãn so với các sản phẩm cùng loại trên thị trường. Trên nhãn ghi rõ thông tin về mức năng lượng tiêu thụ và các quy định cụ thể giúp người sử dụng lựa chọn được sản phẩm có mức tiêu thụ năng lượng tiết kiệm hơn so với sản phẩm cùng loại.</p>
	

(Trích dẫn Thông tư ngày 16-11-2006 của Bộ Công nghiệp)

(St: ECC-HCMC & TuoiTre)



# TRUYỀN NHIỆT VÀ THIẾT BỊ TRAO ĐỔI NHIỆT

# TRAO ĐỔI NHIỆT HỖN HỢP

- Là quá trình trao đổi nhiệt, trong đó 1, 2 hoặc 3 dạng trao đổi nhiệt xảy ra đồng thời.
- Nghiên cứu về trao đổi nhiệt hỗn hợp cần xem xét dạng trao đổi nhiệt nào là cơ bản, có ảnh hưởng lớn, các dạng khác được tính đến thông qua một số hệ số hiệu chỉnh.

# VÍ DỤ VỀ NGHIÊN CỨU TRAO ĐỔI NHIỆT HỖN HỢP

- Trao đổi nhiệt giữa bề mặt vật rắn với chất khí (ở nhiệt độ không lớn):

$$q = q_{dl} + q_{bx} = \alpha_{dl} (t_w - T_f) + \varepsilon_{qd} C_0 \left[ \left( \frac{T_w}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_f}{100} \right)^4 \right]$$

$$q = \left\{ \alpha_{dl} + \frac{\varepsilon_{qd} C_0 \left[ \left( \frac{T_w}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_f}{100} \right)^4 \right]}{(t_w - T_f)} \right\} (t_w - T_f) = (\alpha_{dl} + \alpha_{bx}) (t_w - T_f)$$

# TRUYỀN NHIỆT

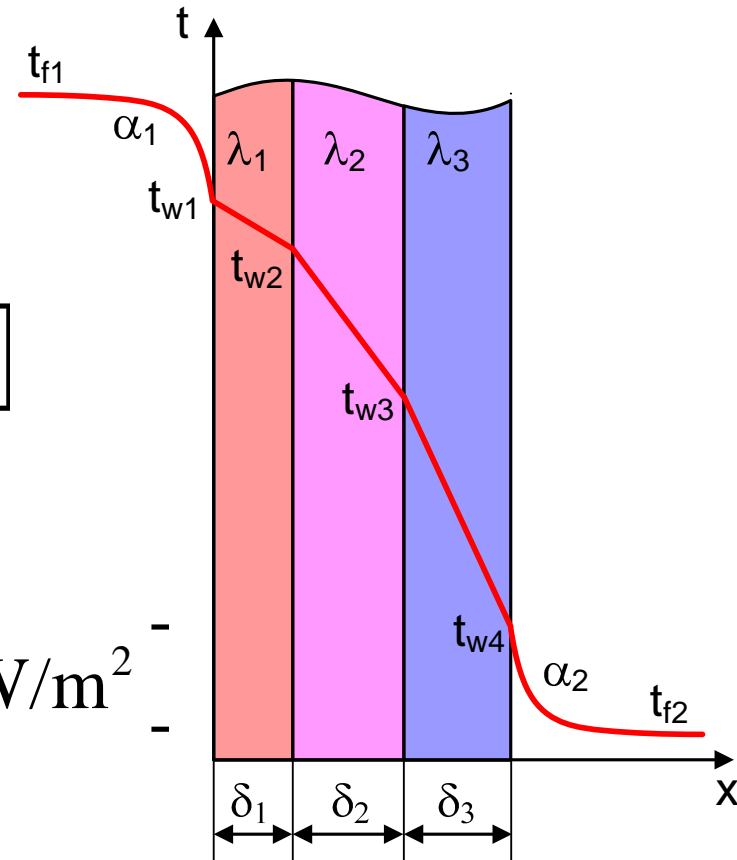
- Là quá trình trao đổi nhiệt giữa 2 môi trường **chất lỏng hoặc chất khí** có nhiệt độ khác nhau qua một vách ngăn (một dạng của trao đổi nhiệt hỗn hợp).
- Quá trình truyền nhiệt bao gồm:
  - Trao đổi nhiệt giữa môi trường có nhiệt độ cao với bề mặt vách ngăn (chủ yếu đối lưu),
  - Dẫn nhiệt qua vách ngăn,
  - Trao đổi nhiệt (chủ yếu đối lưu) giữa vách

# TRUYỀN NHIỆT QUA VÁCH PHẪNG

$$R = \frac{1}{\alpha_1} + \sum_1^n \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \quad \left[ \frac{m^2 K}{W} \right]$$

$$k = \frac{1}{R} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_1^n \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

$$q = k (t_{f1} - t_{f2}) = \frac{(t_{f1} - t_{f2})}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_1^n \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad \left[ \frac{W}{m^2} \right]$$



# TRUYỀN NHIỆT QUA VÁCH TRỤ

$$R_l = \frac{1}{\alpha_1 \pi d_1} + \sum_1^n \frac{1}{2\pi \lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\alpha_2 \pi d_2}$$

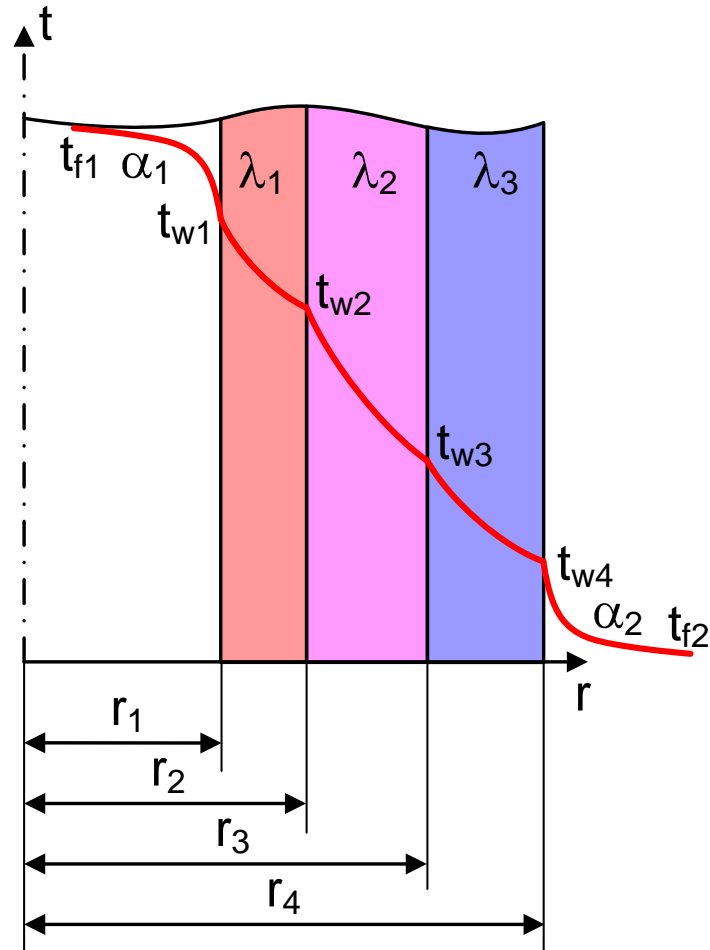
$\left[ \frac{K}{W} \right]$

$$k_l = \frac{1}{R_l} \quad \left[ \frac{W}{mK} \right]$$

$$q_l = k_l (t_{f1} - t_{f2})$$

$$= \frac{(t_{f1} - t_{f2})}{\frac{1}{\alpha_1 \pi d_1} + \sum_1^n \frac{1}{2\pi \lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\alpha_2 \pi d_2}}$$

$\left[ \frac{W}{m} \right]$





# TRUYỀN NHIỆT QUA VÁCH CÓ CÁNH

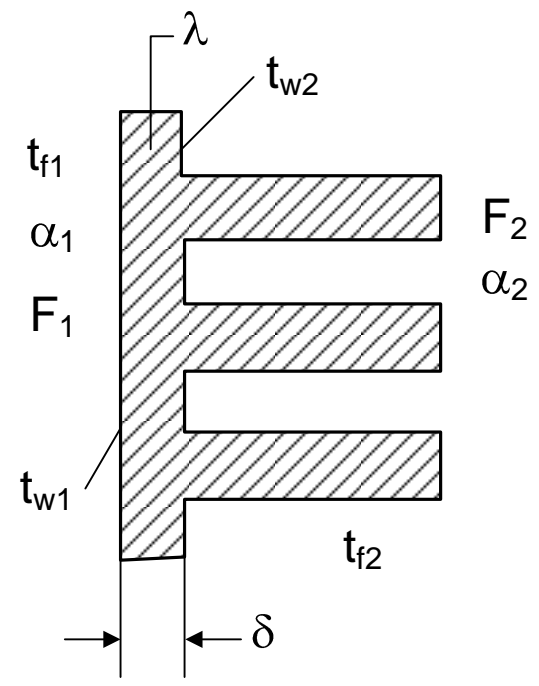
$$R_c = \frac{1}{\alpha_1 F_1} + \frac{\delta}{\lambda F_1} + \frac{1}{\alpha_2 F_2} \quad \mathbf{[K/W]}$$

$$k_c = \frac{1}{R_c} \quad \mathbf{[W/K]}$$

$$Q = k_c (t_{f1} - t_{f2}) \quad \mathbf{[W]}$$

$$Q = \frac{(t_{f1} - t_{f2})}{\frac{1}{\alpha_1 F_1} + \frac{\delta}{\lambda F_1} + \frac{1}{\alpha_2 F_2}} \quad \mathbf{[W]}$$

$$q_1 = \frac{Q}{F_1} = \frac{(t_{f1} - t_{f2})}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{F_1}{F_2} \frac{1}{\alpha_2}} \quad \mathbf{[W/m^2]}$$



# TĂNG CƯỜNG TRUYỀN NHIỆT

- Tăng cường các dạng trao đổi nhiệt cơ bản:
  - *Dẫn nhiệt*: giảm chiều dày vách, tăng  $\lambda$ , tăng  $\Delta T$ ...
  - *Đối lưu*: tăng tốc độ chuyển động, tăng  $\Delta T$ ...
  - *Bức xạ*: tăng độ đen, tăng  $T$ , tăng  $\Delta T$ ,...
- Tăng cường truyền nhiệt qua vách: tăng hệ số toả nhiệt  $\alpha$  phía vách có giá trị nhỏ *hoặc làm cánh* (bỏ qua nhiệt trở dẫn

# CÁCH NHIỆT - ĐƯỜNG KÍNH TỐI HẠ

- Để giảm mật độ dòng nhiệt  $\rightarrow$  dùng vật liệu có  $\lambda$  nhỏ (vật liệu cách nhiệt).
- Với vách phẳng: tăng chiều dày cách nhiệt  $\rightarrow$   $q$  giảm.

- Với vách trụ:

$$R_l = \frac{1}{\alpha_1 \pi d_1} + \frac{1}{2\pi \lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2\pi \lambda_{cn}} \ln \frac{d_{cn}}{d_2} + \frac{1}{\alpha_2 \pi d_{cn}}$$

$$R_l = \min \quad \text{khi} \quad \frac{d}{d_{cn}} \frac{dR_l}{d d_{cn}} = \frac{1}{2\pi \lambda_{cn} d_{cn}} - \frac{1}{\alpha_2 \pi d_{cn}^2} = 0$$

$$\Rightarrow d_{th} = \frac{2\lambda_{cn}}{\alpha_2}; \quad Bi_{th} = \frac{\alpha_2 d_{th}}{\lambda_{cn}} = 2$$

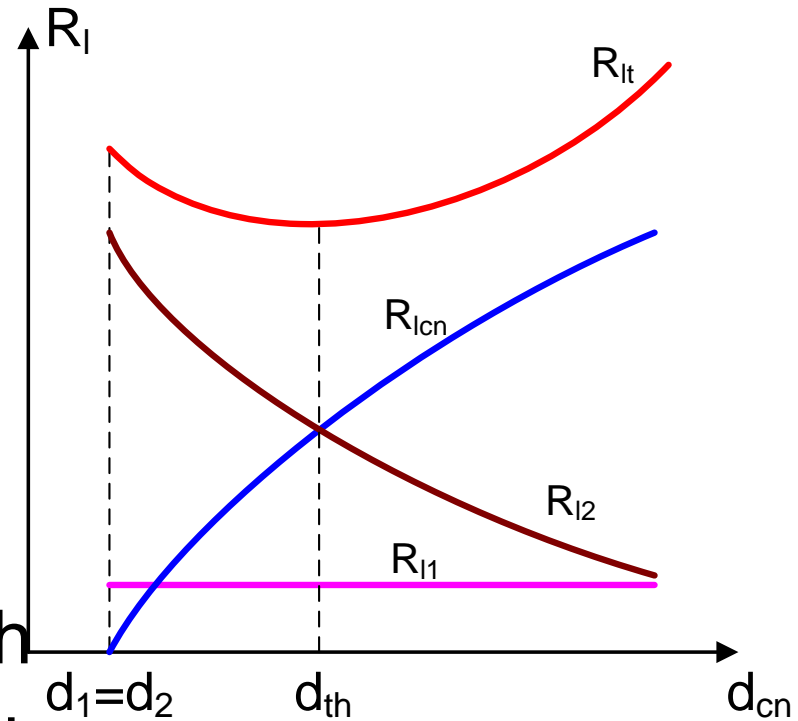
# BỌC CÁCH NHIỆT VÁCH TRỤ

- Đảm bảo

$$d_{cn} > d_{th} = \frac{2\lambda_{cn}}{\alpha_2}$$

- Hoặc

$$\lambda_{cn} \leq \frac{\alpha_2 d_{cn}}{2}$$



$R_{l1}$  - nhiệt trở đối lưu trong vách

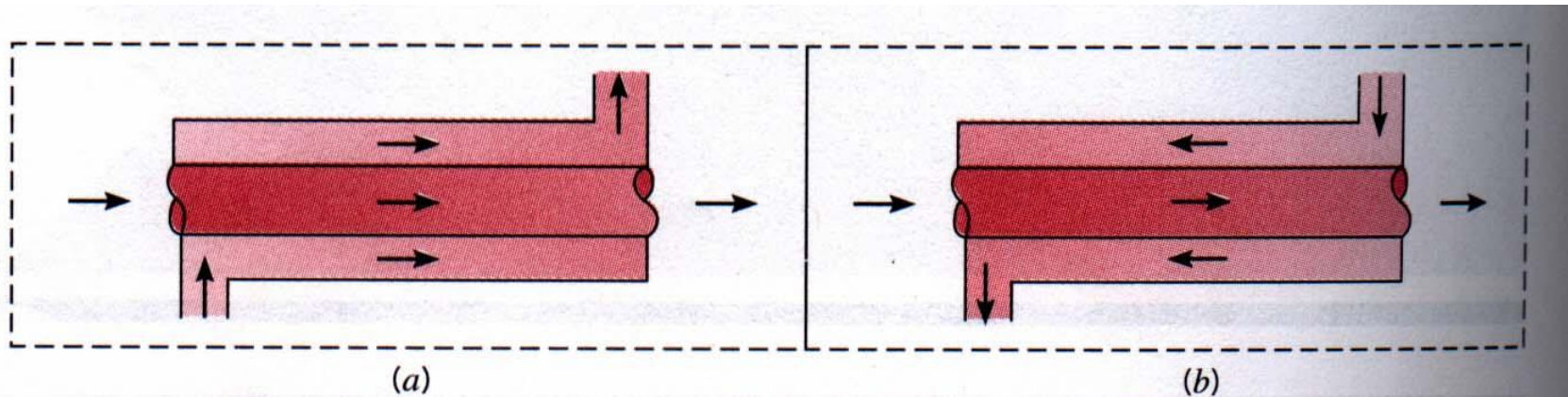
$R_{l2}$  - nhiệt trở đối lưu ngoài vách

$R_{lcn}$  - nhiệt trở dẫn nhiệt lớp cách nhiệt

# THIẾT BỊ TRAO ĐỔI NHIỆT

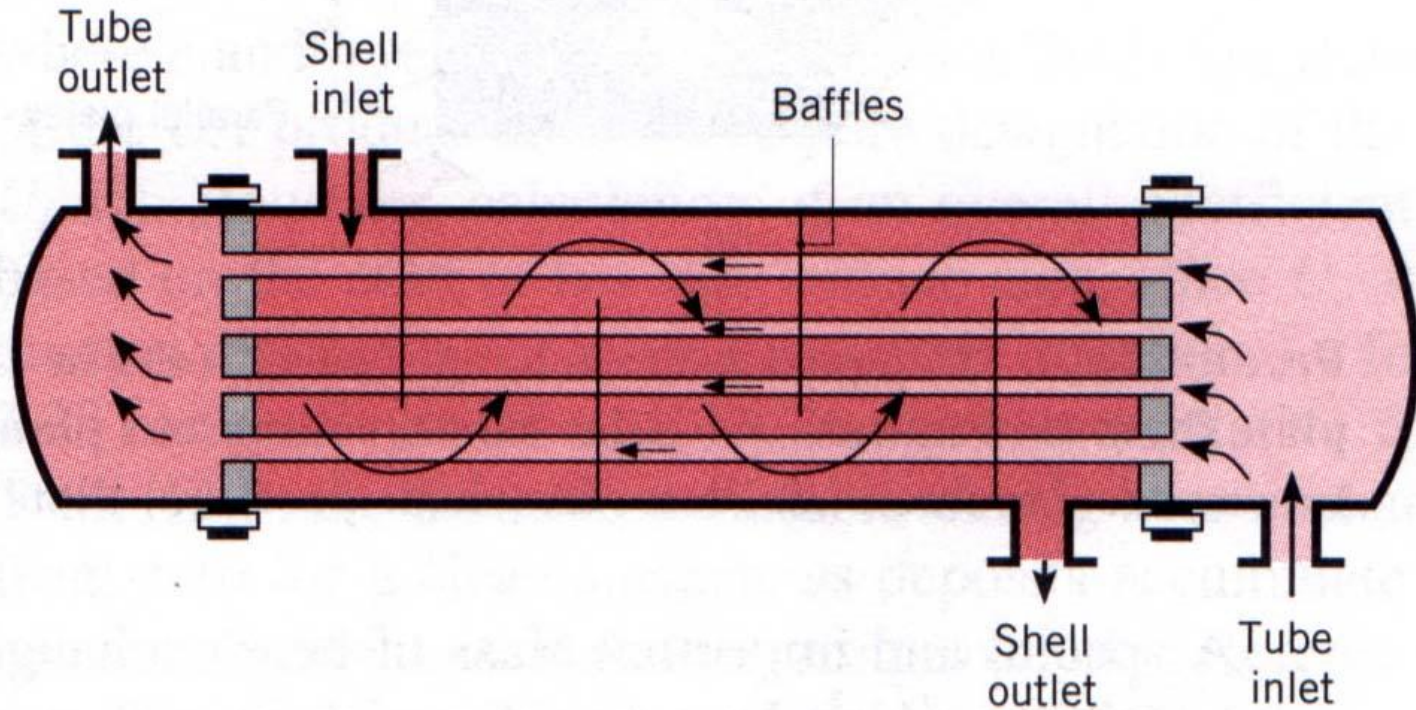
- **Định nghĩa:** là thiết bị thực hiện sự trao đổi nhiệt giữa 2 *chất tải nhiệt* có nhiệt độ khác nhau.
- **Phân loại:**
  - *Kiểu vách ngăn:* hoạt động liên tục, ổn định;
  - *Kiểu hồi nhiệt:* hoạt động theo chu kỳ, không ổn định;
  - *Kiểu ống nhiệt:* trọng trường, mao dẫn, ly tâm;

# KIỂU VÁCH NGẮN



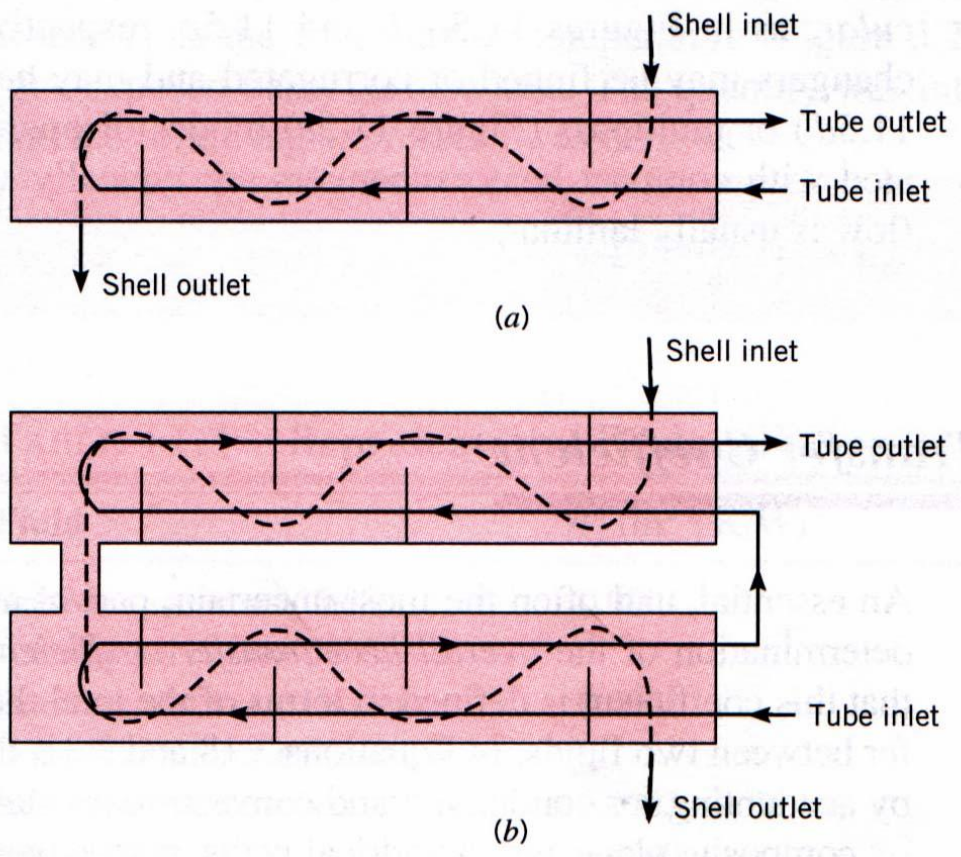
**FIGURE 11.1** Concentric tube heat exchangers. (a) Parallel flow. (b) Counterflow.

# KIỂU VÁCH NGẮN



**FIGURE 11.3** Shell-and-tube heat exchanger with one shell pass and one tube pass (cross-counterflow mode of operation).

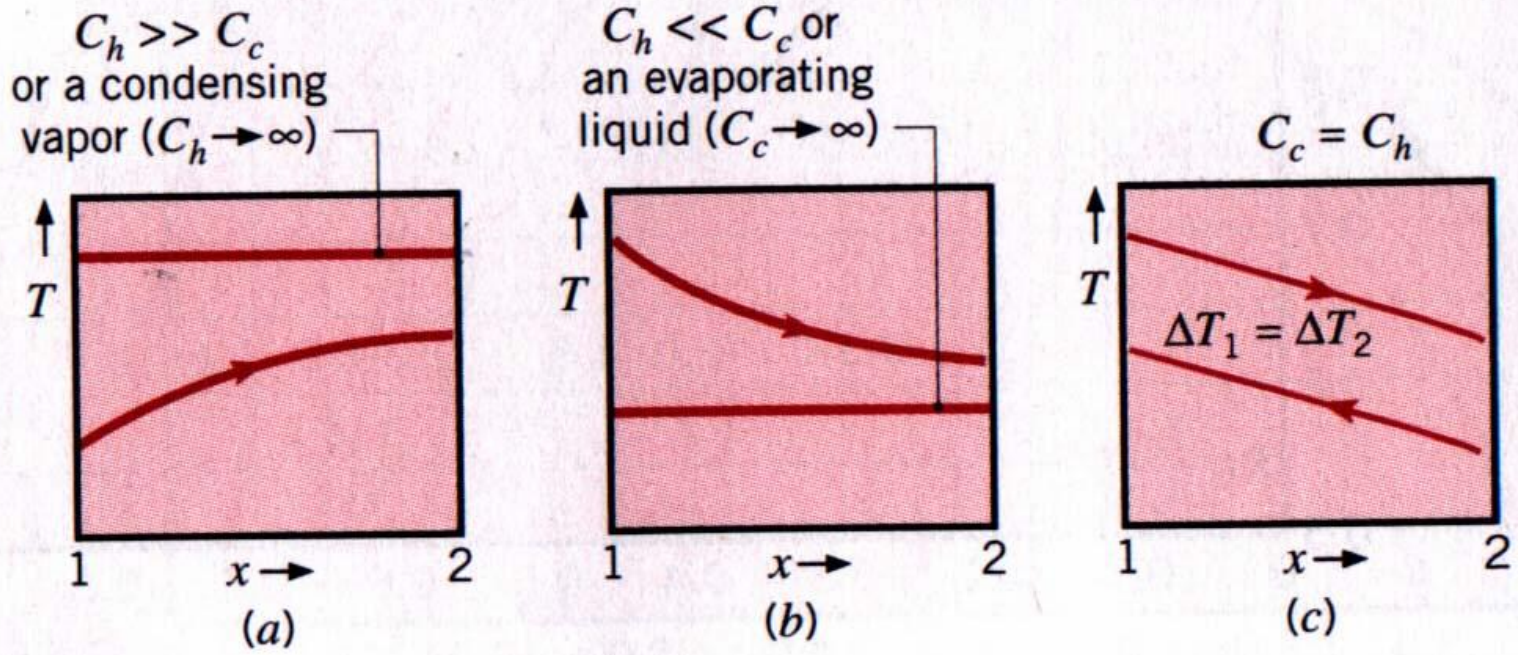
# KIỂU VÁCH NGẮN



**FIGURE 11.4** Shell-and-tube heat exchangers. (a) One shell pass and two tube passes. (b) Two shell passes and four tube passes.



# KIỂU VÁCH NGẮN



**FIGURE 11.9** Special heat exchanger conditions. (a)  $C_h \gg C_c$  or a condensing vapor. (b) An evaporating liquid or  $C_h \ll C_c$ . (c) A counterflow heat exchanger with equivalent fluid heat capacities ( $C_h = C_c$ ).

# KIỂU HỒN HỢP

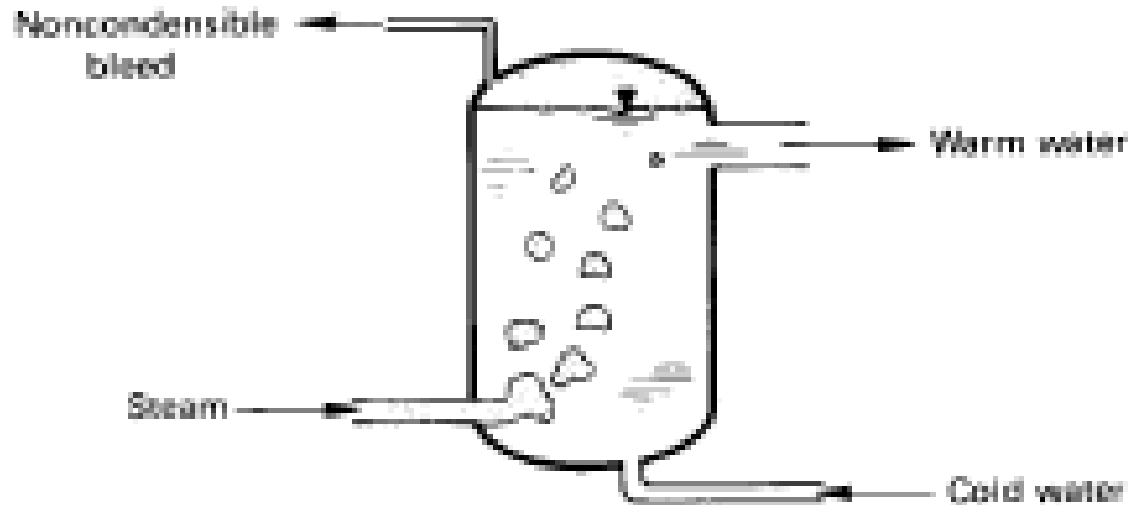


Figure 3.2 A direct-contact heat exchanger.

# TÍNH TOÁN THIẾT BỊ TRAO ĐỔI NHIỆT KIỂU VÁCH NGẮN

- **Bài toán thiết kế:** xác định diện tích bề mặt trao đổi nhiệt theo những yêu cầu đề ra.
- **Bài toán kiểm tra:** kiểm tra nhiệt độ cuối của chất tải nhiệt.

# TÍNH TOÁN THIẾT BỊ TRAO ĐỔI NHIỆT KIỂU VÁCH NGẮN

- Phương trình truyền nhiệt:

$$Q = kF\Delta t \quad \Delta t: \text{logarit hay số học}$$

- Phương trình cân bằng nhiệt:

$$Q = G_1 \left( -i_1'' \right) = G_2 \left( -i_2' \right)$$

$$Q = G_1 C_{p1} \left( -t_1'' \right) = G_2 C_{p2} \left( -t_2' \right)$$

$$Q = W_1 \left( -t_1'' \right) = W_2 \left( -t_2' \right) \Rightarrow \frac{\delta t_1}{\delta t_2} = \frac{\left( -t_1'' \right)}{\left( -t_2' \right)} = \frac{W_2}{W_1}$$

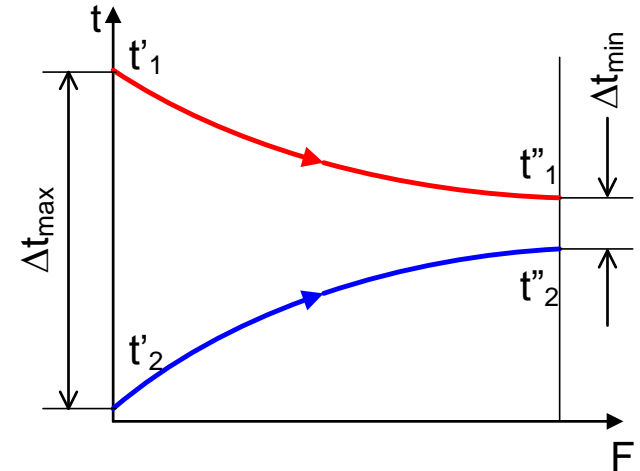
$W = GC_p$  là nhiệt dung toàn phần [W/K]

(1) - nóng ; (2) - lạnh ; (') - vào; (") - ra.

# XÁC ĐỊNH ĐỘ CHÊNH NHIỆT ĐỘ TRUNG BÌNH (song song)

- Nhiệt độ trung bình lôgarit:

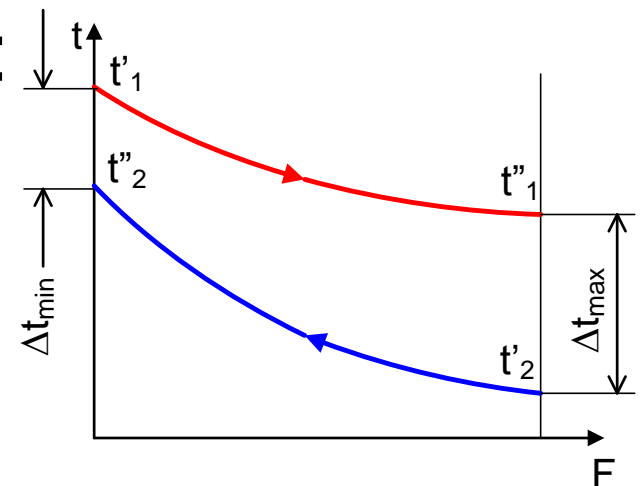
$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{\ln \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}} \quad \mathbf{K}^-$$



- Nhiệt độ trung bình số học:

$$\Delta t = \frac{t'_1 + t''_1}{2} - \frac{t'_2 + t''_2}{2} \quad \mathbf{K}^-$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\max} + \Delta t_{\min}}{2} \quad \mathbf{K}^-$$



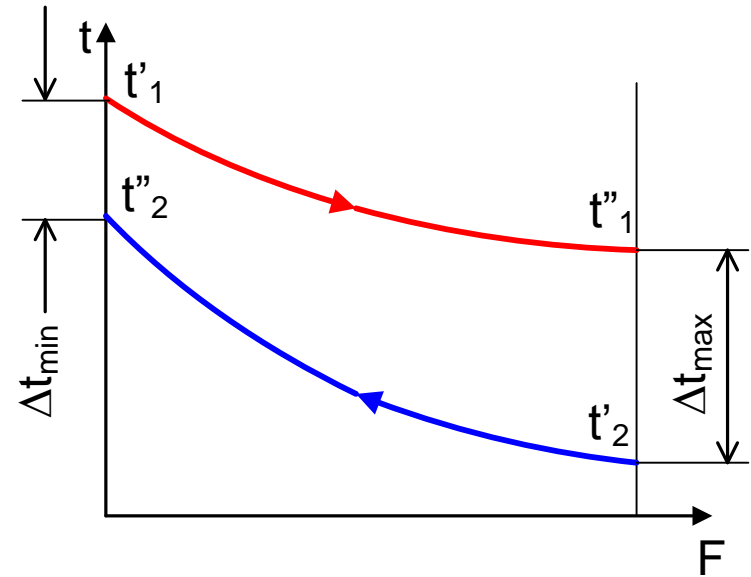
# XÁC ĐỊNH ĐỘ CHÊNH NHIỆT ĐỘ TRUNG BÌNH (cắt nhau)

$$\Delta t_{nc} = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{\ln \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}} \quad \mathbf{K} \quad ]$$

$$\Delta t_{cn} = \varepsilon_{\Delta t} \Delta t_{nc}$$

$$\varepsilon_{\Delta t} = f(P, R)$$

$$P = \frac{t_2'' - t_2'}{\Delta t_{\max}} = \frac{\delta t_2}{\Delta t_{\max}}; \quad R = \frac{t_1' - t_1''}{t_2'' - t_2'} = \frac{\delta t_1}{\delta t_2}$$



$\varepsilon_{\Delta t}$  xác định bằng đồ thị

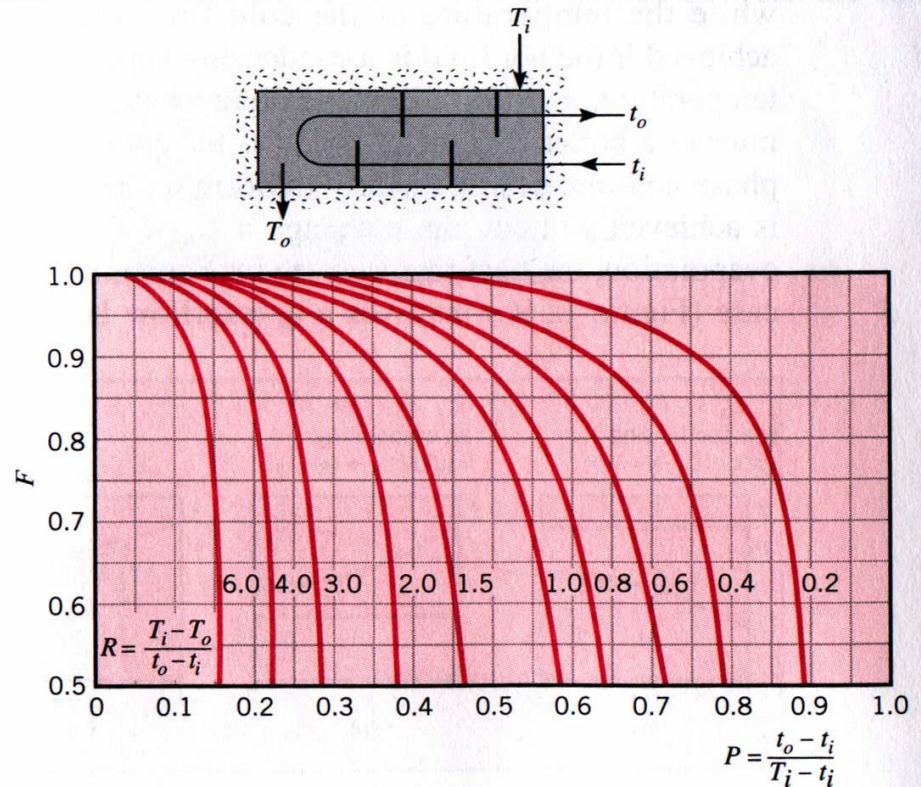
# XÁC ĐỊNH ĐỘ CHÊNH NHIỆT ĐỘ TRUNG BÌNH (cắt nhau)

$$\Delta t_{cn} = \varepsilon_{\Delta t} \Delta t_{nc}$$

$$\varepsilon_{\Delta t} = f(P, R)$$

$$P = \frac{t_2'' - t_2'}{\Delta t_{\max}} = \frac{\delta t_2}{\Delta t_{\max}};$$

$$R = \frac{t_1' - t_1''}{t_2'' - t_2'} = \frac{\delta t_1}{\delta t_2}$$



$\varepsilon_{\Delta t}$  xác định bằng đồ thị

**FIGURE 11.10** Correction factor for a shell-and-tube heat exchanger with one shell and any multiple of two tube passes (two, four, etc. tube passes).

# XÁC ĐỊNH ĐỘ CHÊNH NHIỆT ĐỘ TRUNG BÌNH (cắt nhau)

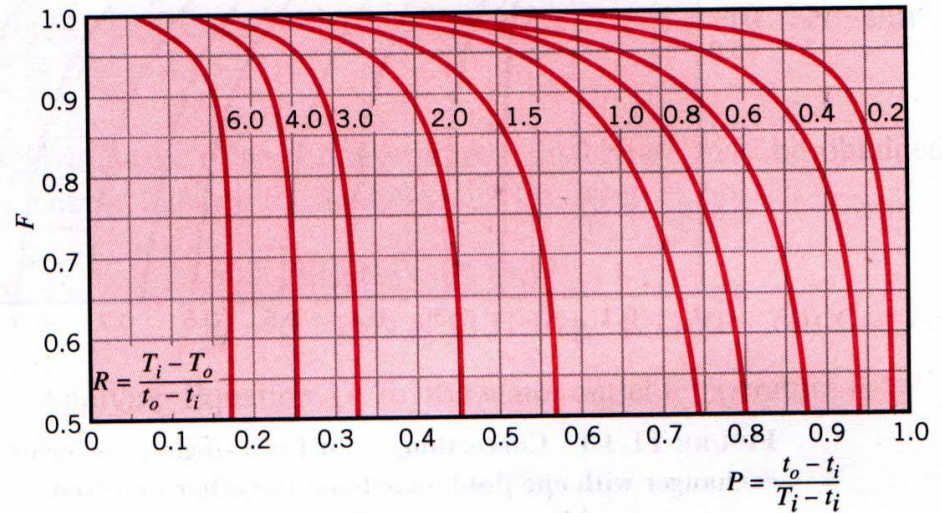
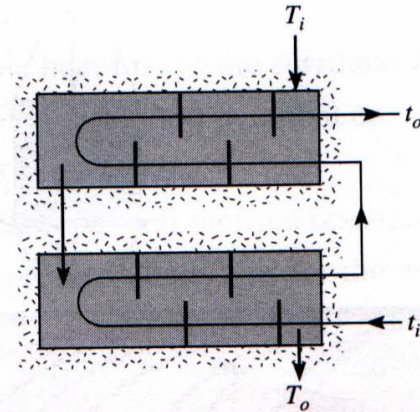
$$\Delta t_{cn} = \varepsilon_{\Delta t} \Delta t_{nc}$$

$$\varepsilon_{\Delta t} = f(P, R)$$

$$P = \frac{t_2'' - t_2'}{\Delta t_{\max}} = \frac{\delta t_2}{\Delta t_{\max}};$$

$$R = \frac{t_1' - t_1''}{t_2'' - t_2'} = \frac{\delta t_1}{\delta t_2}$$

$\varepsilon_{\Delta t}$  xác định bằng đồ thị



**FIGURE 11.11** Correction factor for a shell-and-tube heat exchanger with two shell passes and any multiple of four tube passes (four, eight, etc. tube passes).



# XÁC ĐỊNH ĐỘ CHÊNH NHIỆT ĐỘ TRUNG BÌNH (cắt nhau)

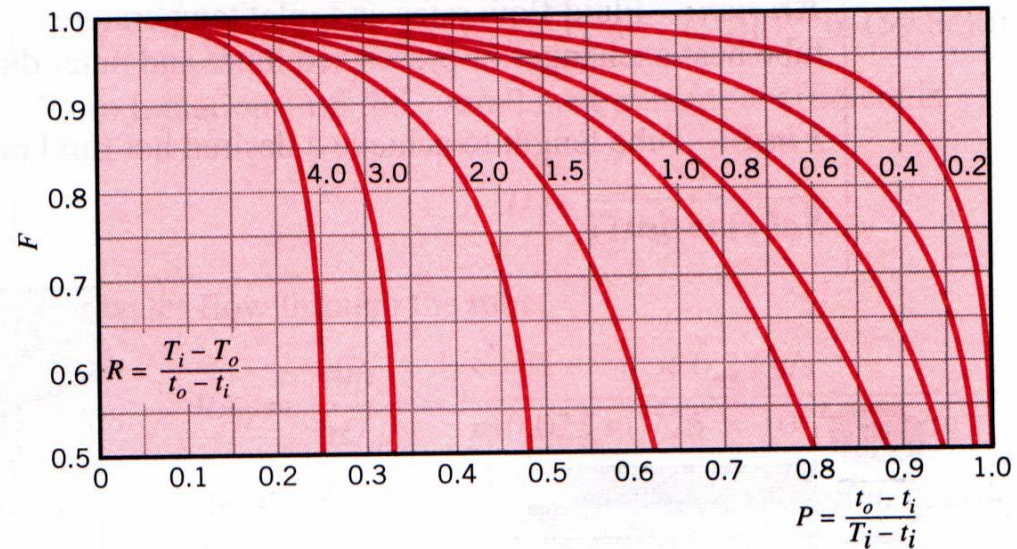
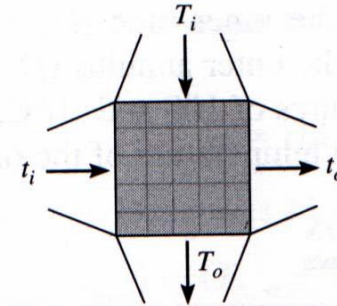
$$\Delta t_{cn} = \varepsilon_{\Delta t} \Delta t_{nc}$$

$$\varepsilon_{\Delta t} = f(P, R)$$

$$P = \frac{t_2'' - t_2'}{\Delta t_{\max}} = \frac{\delta t_2}{\Delta t_{\max}};$$

$$R = \frac{t_1' - t_1''}{t_2'' - t_2'} = \frac{\delta t_1}{\delta t_2}$$

$\varepsilon_{\Delta t}$  xác định bằng đồ th



**FIGURE 11.12** Correction factor for a single-pass, cross-flow heat exchanger with both fluids unmixed.

# TÍNH NHIỆT ĐỘ CUỐI CHẤT TẢI NHIỆT

- Biết  $t'_1, t'_2, W_1, W_2$ , tính  $t''_1, t''_2$  với nhiệt độ trung bình số học

$$\left. \begin{aligned} \Delta t &= \frac{t'_1 + t''_1}{2} - \frac{t'_2 + t''_2}{2} \quad \mathbf{K} \quad \square \\ Q &= kF\Delta t \\ Q &= W_1 (t'_1 - t''_1) = W_2 (t'_2 - t''_2) \end{aligned} \right\} \Rightarrow Q = \frac{t'_1 - t'_2}{\frac{1}{2W_1} + \frac{1}{kF} + \frac{1}{2W_2}}$$



# Tuabin nước

## Mục lục

<b>Chương 1 : KHÁI NIỆM CHUNG &amp; PHÂN LOẠI TUABIN</b> .....	3
<i>Hình 1-1: Sơ đồ một NMTĐ</i> .....	3
<i>Hình 1-11: Cắt dọc NMTĐ với tuabin Kaplan</i> .....	12
<b>Bảng 2-1. Hệ số tỷ tốc của tuabin tâm trục</b> .....	25
<b>Bảng 2-2. Hệ số tỷ tốc của tuabin gáo</b> .....	25
<b>Bảng 2-3. Hệ số tỷ tốc của tuabin cánh quay đặt đứng</b> .....	25
<b>Bảng 2-4. Phân nhóm theo tỷ tốc ở tuabin cùng hệ loại</b> .....	25
<i>Hình 3-3 : Các kiểu ống hút</i> .....	29
<i>a. Vấn đề điều chỉnh tuabin :</i> .....	30
<i>c. Máy điều tốc :</i> .....	32
Công thức 4-1 còn có thể viết ở dạng :.....	35
$H_s = 10 - \nabla/900 - \sigma_H - 1,5$ (m).....	(4-2)
36	
Trong đó : $\nabla$ - cao độ mặt nước hạ lưu so với mặt nước biển (m) .....	36
<b>Chương 5 : THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH VÀ ĐƯỜNG ĐẶC TÍNH CỦA TUABIN</b> .....	38
<i>Hình 5-1 : Bộ thí nghiệm năng lượng</i> .....	38
Đặc tính này biểu thị quan hệ giữa các thông số của tuabin với cột áp tuabin, với các giá trị độ mở $a_0$ khác nhau và $n = \text{const}$ : $Q = f(H)$ ; $N = f(H)$ ; $\eta = f(H)$ . Cột áp của tuabin là một đại lượng thay đổi theo hàng tháng, hàng năm. ....	41
<i>b. Đường đặc tính tổng hợp của tuabin :</i> .....	41
<i>Đường đặc tính tổng hợp chính của tuabin</i> .....	41
<i>Đường đặc tính tổng hợp vận hành của tuabin :</i> .....	41
<i>c. Đặc tính quay lồng của tuabin:</i> .....	42

## Chương 1 : KHÁI NIỆM CHUNG & PHÂN LOẠI TUABIN

### 1.1 Tuabin nước và sự phát triển của nó

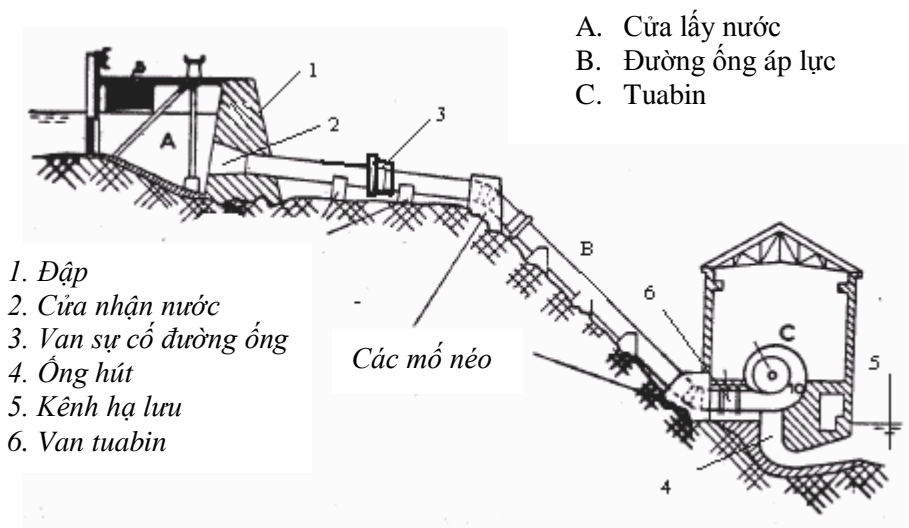
Hiện nay ngành năng lượng học đang phát triển mạnh. Người ta tích cực tìm kiếm những nguồn năng lượng khác nhau để sử dụng cho các ngành kinh tế. Trong đó năng lượng truyền thống : than, dầu, khí đốt, hạt nhân, thủy điện được coi là các dạng năng lượng cơ bản; còn năng lượng mặt trời, năng lượng gió, năng lượng thủy triều và năng lượng thủy điện cực nhỏ..là những dạng năng lượng mới.

Thủy năng – năng lượng của dòng chảy sông suối là một dạng năng lượng được con người sử dụng từ rất lâu. Hàng nghìn năm trước, ở Ai Cập, Ấn Độ, Trung Quốc, người ta đã dùng bánh xe nước đơn giản sử dụng động năng của dòng chảy. Tuy nhiên mãi tới thế kỷ thứ XVI thì việc sử dụng năng lượng nước mới tương đối rộng rãi và bánh xe nước mới có những cải tiến lớn và phát triển đến ngày nay.

Máy thủy lực là danh từ chung chỉ các thiết bị dùng để chuyển hoá năng lượng chất lỏng thành cơ năng trên các cơ cấu làm việc của máy (bánh xe công tác, pittông...) hay ngược lại.

Tuabin nước là một loại máy thủy lực, biến năng lượng của chất lỏng (ở đây là dòng nước) thành cơ năng trên trục quay của tuabin để quay máy phát điện hay các cơ cấu máy khác.

Tuabin nước được lắp đặt tại NMTĐ để chuyển hoá năng lượng nước thành cơ năng và cơ năng được chuyển hoá thành điện năng nhờ máy phát điện, khi nước từ thượng lưu chảy theo đường dẫn tới tuabin, rồi chảy ra hạ lưu.



Hình 1-1: Sơ đồ một NMTĐ

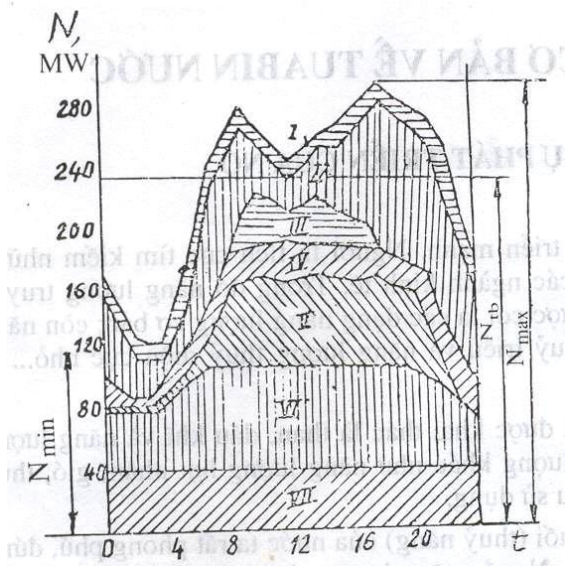
Nhà máy thủy điện có hàng loạt ưu điểm :

- Hiệu suất của NMTĐ có thể đạt được rất cao so với nhà máy nhiệt điện.
- Thiết bị đơn giản, dễ tự động hoá và có khả năng điều khiển từ xa.
- Ít sự cố và cần ít người vận hành.
- Có khả năng làm việc ở các chế độ phụ tải thay đổi

- Thời gian mở máy và dừng máy ngắn.
- Không làm ô nhiễm môi trường.

Mặt khác, nếu khai thác thủy năng tổng hợp, kết hợp với tưới tiêu, giao thông và phát điện thì giá thành điện sẽ giảm xuống, giải quyết triệt để hơn vấn đề của thủy lợi và môi trường sinh thái của một vùng rộng lớn quanh đó.

Vốn đầu tư xây dựng NMTĐ đòi hỏi lớn hơn so với vốn xây dựng nhà máy nhiệt điện. Nhưng giá thành một kWh của thủy điện rẻ hơn nhiều so với nhiệt điện nên tính kinh tế chung vẫn là tối ưu hơn. Tuy nhiên, người ta cũng không thể khai thác nguồn năng lượng này bằng bất cứ giá nào. Xây dựng công trình thủy điện thực chất là một sự chuyển đổi điều kiện tài nguyên và môi trường. Sự chuyển đổi này có thể tạo ra các điều kiện mới, giá trị mới sử dụng cho các lợi ích kinh tế xã hội nhưng nó cũng có thể gây ra những tổn thất về xã hội và môi trường mà chúng ta khó có thể đánh giá được hết. Người ta chỉ khai thác thủy năng tại các vị trí công trình cho phép về điều kiện kỹ thuật, có hiệu quả kinh tế sau khi đã so sánh giữa lợi ích và các tổn thất.



Ở những thành phố và khu công nghiệp lớn thường phải sử dụng kết hợp nhiều nhà máy nhiệt điện, điện nguyên tử và thủy điện. Chúng cần làm việc đồng bộ với nhau và sao cho đạt hiệu quả cao nhất. Hình 1-2 là biểu đồ công suất điện sử dụng cho một ngày đêm.

Biểu đồ bao gồm những vùng chính I - điện cho những thiết bị dùng điện của các nhà máy phát điện. II - điện sinh hoạt, dân dụng. III - điện cho các cơ quan làm việc giờ hành chính. IV - điện cho các phương tiện giao thông. V - điện cho các cơ sở làm việc hai ca. VI - điện cho các cơ sở làm việc ba ca

**Hình 1-2** : Biểu đồ công suất điện sử dụng theo ngày

Các thông số đặc trưng của biểu đồ :

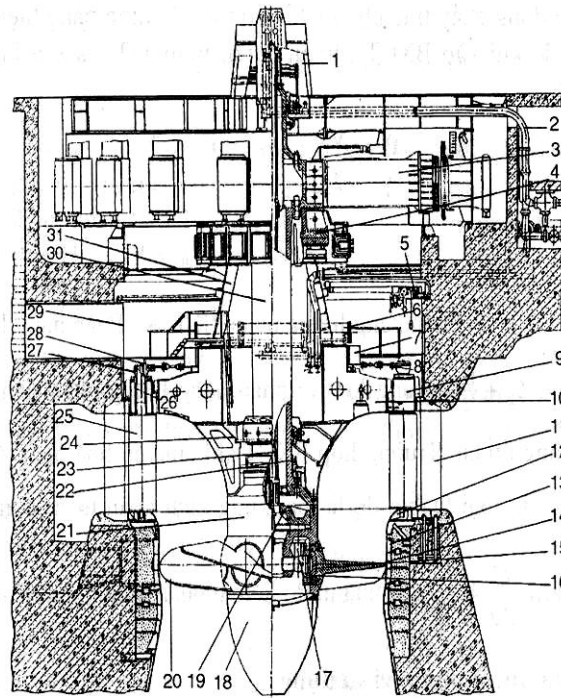
$N_{max}$  – công suất lớn nhất trong ngày, tính bằng MW, còn gọi là đỉnh của biểu đồ.

$N_{min}$  – công suất nhỏ nhất trong ngày, tính bằng MW

$N_{tb}$  – công suất trung bình ngày, tính bằng MW.

Trong biểu đồ, phần nằm dưới giá trị  $N_{min}$  là vùng cơ bản, phần nằm giữa  $N_{min}$  và  $N_{tb}$  là vùng trung bình, phần nằm giữa  $N_{tb}$  và  $N_{max}$  là vùng đỉnh. Vùng cơ bản do các nhà máy điện nguyên tử và nhiệt điện cung cấp. Vùng đỉnh do các nhà máy thủy điện cung cấp. Còn vùng trung bình do sự điều tiết của từng địa phương. Ở những nơi có trạm thủy điện tích năng thì vùng đỉnh và vùng trung bình do nhà máy thủy điện tích năng đảm nhiệm.

Trong NMTĐ, tuabin nước thường được nối với máy phát điện. Máy phát điện nối với tuabin nước gọi là *máy phát điện thủy lực*, khối máy bao gồm tuabin nước ghép với máy phát điện gọi là *tổ máy thủy lực*, thường gọi tắt là *tổ máy*. Hình 1-3; 1-4 là kết cấu tổ máy thủy điện lớn đặt đứng.

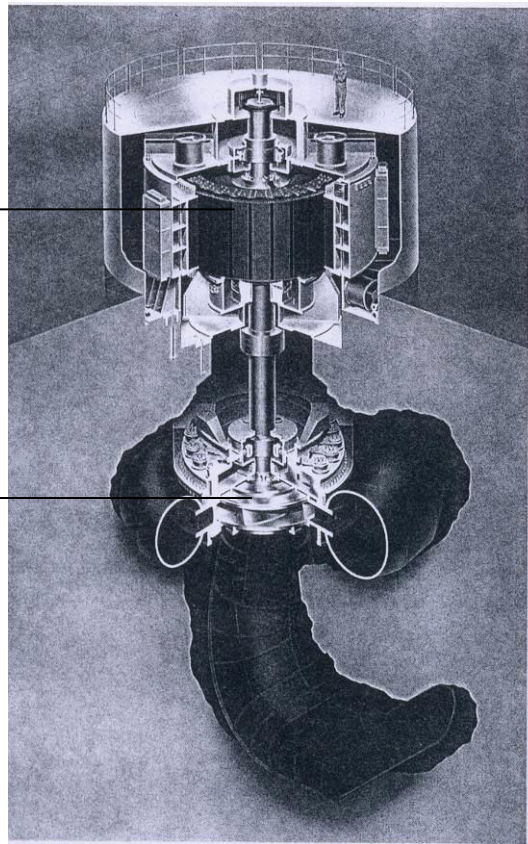


**Hình 1-3:** Kết cấu tổ máy đặt đứng với tuabin cánh quay.

1.Chóp nhận dầu; 2. Ống dầu; 3. Máy phát điện; 4. Ổ đỡ; 5. Palăng; 6.Động cơ secvô; 7. Vành điều chỉnh BPHD; 8.Thanh quay; 9.Vành trên; 10.Nắp TB; 11.Stato TB; 12.Vành dưới; 13.Buồng BXCT; 14.Cánh BXCT; 15.Đầu trục; 16.thanh quay; 17.Thanh kéo; 18.BXCT; 19.Pittông; 20.Côn ống hút; 21.Vỏ BXCT; 22.Chống rò; 23.Thanh kéo; 24. Ổ hướng TB; 25.Cánh hướng; 26.Vòng lót; 27.Thanh quay; 28.Nắp đậy; 29.Hãm TB; 30.Trục; 31.Giá đỡ.

Máy phát điện

Tuabin



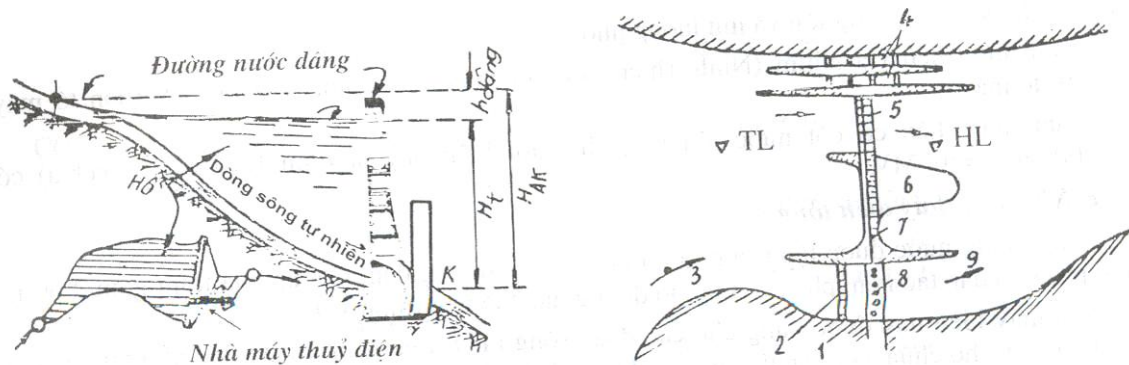
**Hình 1-4 :** Tổ máy phát điện tuabin

## 1.2 Sơ đồ các kiểu nhà máy thủy điện :

Trong thực tế có 3 phương pháp tập trung năng lượng của dòng nước tương ứng với 3 sơ đồ nhà máy thủy điện (hình 1-5; 1-6; 1-7) : Nhà máy thủy điện kiểu lòng sông, nhà máy thủy điện đường dẫn, nhà máy thủy điện tổng hợp.

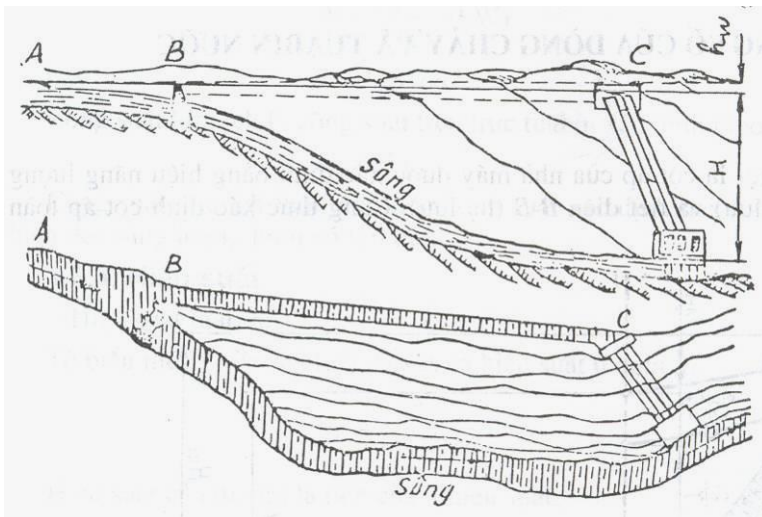
### a. Nhà máy thủy điện kiểu lòng sông (hay sau đập)

Để tập trung năng lượng, người ta dùng đập cột áp  $H$  là độ chênh mực nước trước và sau đập (tương ứng thượng và hạ lưu). Đập có hồ chứa nước lớn để điều tiết lưu lượng của dòng sông.



**Hình 1-5 :** Sơ đồ nhà máy thủy điện kiểu lòng sông

1- bờ sông; 2- lưới chắn rác; 3- dòng thượng lưu; 4- âu thuyền; 5- cửa xả nước không tải; 6-7- đập đất; 8- nhà máy thủy điện; 9- dòng chảy hạ lưu



**Hình 1-6 :** Sơ đồ nhà máy thủy điện kiểu đường dẫn

Cột áp ở các trạm thủy điện này không lớn, thông thường không lớn hơn  $30 \div 40\text{m}$ . Nhà máy thủy điện Thác Bà trên sông Chảy là nhà máy thủy điện kiểu lòng sông có cột áp  $H = 37\text{ m}$ ,  $N = 120\text{ MW}$  (ba tổ máy).

### b. Nhà máy thủy điện kiểu đường dẫn

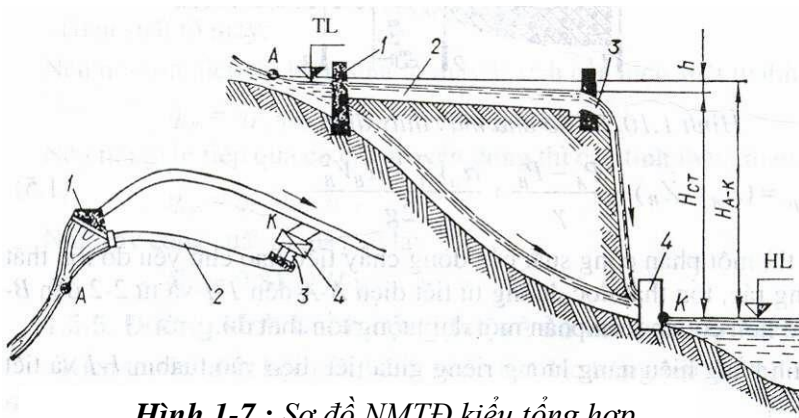
Nước được ngăn bởi một đập thấp rồi chảy theo đường dẫn (kênh, máng, tuynen, ống dẫn) đến nhà máy thủy điện. Ở đây cột áp cơ bản là do đường dẫn tạo nên, còn đập chỉ để ngăn nước lại để đưa vào đường dẫn. Kiểu NMTĐ này thường dùng ở các sông suối có độ dốc lòng sông lớn và lưu lượng nhỏ.

Nhà máy thường đặt sau đập đối với cột nước lớn, hoặc là một bộ phận của đập đối với cột nước nhỏ. Các trạm thủy điện với phương pháp tập trung năng lượng bằng đập gọi là nhà máy kiểu lòng sông hay sau đập. Nó áp dụng cho các con sông ở đồng bằng, trung du nơi có độ dốc lòng sông nhỏ, lưu lượng sông lớn. Trong thực tế, chiều cao của đập bị hạn chế bởi kỹ thuật đắp đập và diện tích bị ngập.



Nhà máy thủy điện Đa Nhim (Ninh Thuận) có cột nước  $H = 800\text{m}$ ,  $N = 160$  MW (bốn tổ máy) là nhà máy kiểu đường dẫn.

**c. Nhà máy thủy điện kiểu tổng hợp**



**Hình 1-7 : Sơ đồ NMTĐ kiểu tổng hợp**

Năng lượng nước được tập trung là nhờ đập và cả đường dẫn. Cột áp của trạm gồm 2 phần : một phần do đập tạo nên, phần còn lại do đường dẫn tạo nên. Nhà máy kiểu này được dùng cho các đoạn sông mà ở trên sông có độ dốc nhỏ thì xây đập ngăn nước và hồ chứa, còn ở phía dưới có độ dốc lớn thì

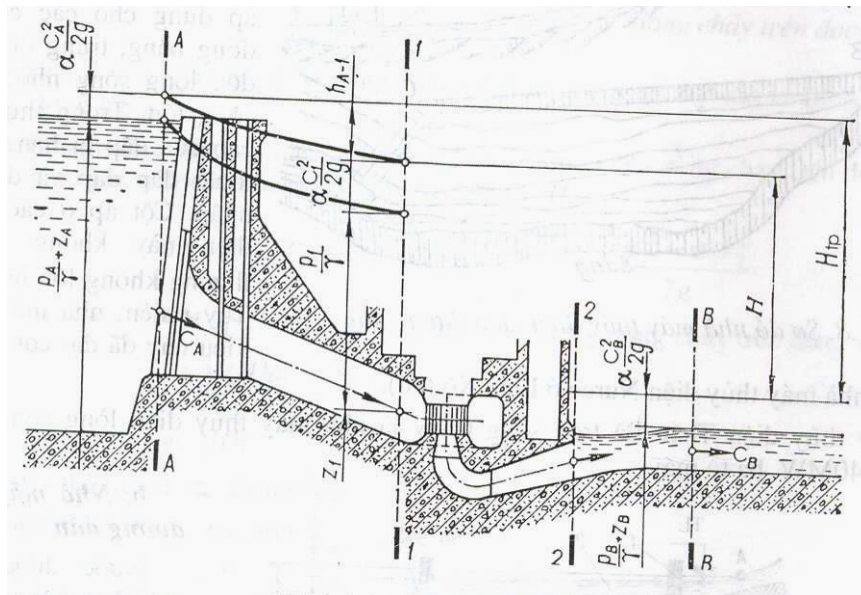
xây đường dẫn.

Nhà máy thủy điện Hòa Bình ( $H = 88\text{m}$ , 8 tổ máy, mỗi tổ 220 MW) và Trị An ( $H = 50\text{m}$ , 4 tổ máy, mỗi tổ 100 MW) là các nhà máy kiểu tổng hợp.

**1.3 Các thông số của dòng chảy và tuabin nước**

**a. Cột áp**

Cột áp toàn phần hay còn gọi là cột áp của nhà máy được xác định bằng hiệu năng lượng riêng của tiết diện A-A (thượng lưu) và tiết diện B-B (hạ lưu). Công thức xác định *cột áp toàn phần* như sau :



**Hình 1-8 : Sơ đồ cột áp NMTĐ**

$$H_{tp} = (Z_A - Z_B) + \frac{P_A - P_B}{\gamma} + \frac{\alpha_A V_A^2 - \alpha_B V_B^2}{2g} \quad (1-1)$$

Khi dòng chảy vào tuabin thì một phần công suất của dòng chảy tiêu hao chủ yếu do tổn thất cột áp qua cửa ngăn, cửa chống rác, tổn thất dọc đường từ tiết diện

A-A đến 1-1 và từ 2-2 đến B-B. Vì thế cột áp của tuabin nhỏ hơn cột áp toàn phần một đại lượng tổn thất đó.

Cột áp tuabin xác định theo công thức :

$$H = (Z_1 - Z_2) + \frac{P_1 - P_2}{\gamma} + \frac{\alpha_1 V_1^2 - \alpha_2 V_2^2}{2g} \quad (1-2)$$

Trong đó :  $Z_1, V_1$  : Cao trình mặt nước và vận tốc tại mặt cắt bố trí van thượng lưu của NMTĐ

$Z_2, V_2$  : Cao trình mặt nước và vận tốc tại mặt cắt ra của ống hút.

$\gamma$  : Trọng lượng riêng của nước.

Cột áp là một trong những thông số quan trọng để thiết kế tuabin.

### b. Lưu lượng

Là chỉ lưu lượng dòng chảy đi qua tuabin, ký hiệu là Q, đơn vị m<sup>3</sup>/s

Lưu lượng tuabin cũng là một trong những thông số chính để thiết kế tuabin.

### c. Công suất

Công suất dòng chảy được xác định theo công thức sau :

$$N_{dc} = 9,81QH \quad (1-3)$$

Công suất trên trục tuabin, tính bằng kW được xác định :

$$N_T = N_{dc}\eta_T \quad (1-4)$$

Công suất trên trục tuabin luôn nhỏ công suất dòng chảy vì trong quá trình biến đổi năng lượng luôn luôn có tổn thất.

### d. Hiệu suất tuabin

Từ biểu thức (1-3) và (1-4) ta suy ra hiệu suất tuabin  $\eta_T$  :

$$\eta_T = \frac{N_T}{9,81QH} \quad (1-5)$$

### e. Đường kính bánh xe công tác và số vòng quay tuabin

Đường kính BXCT là một thông số thiết kế cơ bản của tuabin. Tùy thuộc vào từng dạng BXCT của các loại tuabin khác nhau, có các quy ước về đường kính.

Đường kính tuabin thường được ký hiệu là  $D_1$ .

Số vòng quay của tuabin thông thường chính là số vòng quay của máy phát (nếu nối trực tiếp), vì vậy khi chọn số vòng quay của tuabin cần chú ý đến số vòng quay đồng bộ của máy phát :

$$n = \frac{6000}{2P} \quad (1-6)$$

Trong đó : 2P - số đôi cực của máy phát ứng với tần số  $f = 50$  Hz

Có thể chọn số vòng quay đồng bộ theo bảng sau :

**Bảng 1-1**

Số đôi cực 2P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n, v/ph	3000	1500	1000	750	600	500	428,6	375	333	300	273	250

Hai đại lượng này đặc trưng cho kích thước và cỡ tuabin. Chúng có quan hệ mật thiết với nhau và được xác định bởi cột áp và lưu lượng của tuabin. Thường tuabin có công suất lớn thì đường kính lớn. Nhưng tuabin có cột áp càng lớn thì số vòng quay càng lớn và kích thước càng nhỏ.

## 1.4 Phân loại và phạm vi sử dụng của tuabin

### a. Các dạng tác động của dòng nước

Một cách chung nhất có thể xem năng lượng của dòng nước gồm có 2 dạng : thế năng và động năng (trong đó thế năng bao gồm vị năng và áp năng)

Theo biểu thức (1-2) :  $H = (Z_1 - Z_2) + \frac{P_1 - P_2}{\gamma} + \frac{\alpha_1 V_1^2 - \alpha_2 V_2^2}{2g}$  , ta có :

$(Z_1 - Z_2) + \frac{P_1 - P_2}{\gamma}$  : Thành phần thế năng

$\frac{\alpha_1 V_1^2 - \alpha_2 V_2^2}{2g}$  : Thành phần động năng

Năng lượng  $E_{1-2}$  do dòng chảy trao cho tuabin có thể xác định bằng hiệu năng lượng đơn vị của dòng chảy trước khi vào BXCT và sau khi ra khỏi BXCT

$E_{1-2} = \text{Phần năng lượng phản kích} + \text{Phần năng lượng xung kích}$

Tuỳ thuộc vào dạng năng lượng nào của dòng chảy tác động vào BXCT tuabin là chủ yếu mà ta có thể chia tác động của dòng nước thành 2 dạng:

- Tác động phản kích (do thành phần thế năng tác động là chủ yếu)
- Tác động xung kích (do thành phần động năng tác động là chủ yếu)

### b. Phân loại tuabin

Vì điều kiện thiên nhiên (địa hình, địa chất và thủy văn) của các NMTĐ rất khác nhau, cho nên cột nước của NMTĐ và lưu lượng nước đi qua tuabin cũng rất khác nhau. Phạm vi biến đổi cột nước rất lớn từ một vài mét đến hàng nghìn mét. Phạm vi biến đổi của lưu lượng nước cũng rất lớn từ vài l/s ở thủy điện nhỏ kiểu gia đình đến hàng trăm m<sup>3</sup>/s ở những NMTĐ lớn. Vì vậy, tuabin phải có nhiều kiểu, nhiều cỡ khác nhau mới đáp ứng được nhu cầu sử dụng năng lượng nước.

Tuỳ theo kiểu tác động của dòng nước và BXCT mà chia tuabin thành hai loại chính : *tuabin phản kích* và *tuabin xung kích*. Loại tuabin lại được chia làm nhiều hệ khác nhau. Trong mỗi hệ lại chia làm nhiều kiểu tuabin theo mẫu BXCT và các cỡ kích thước khác nhau.

## TUABIN PHẢN KÍCH

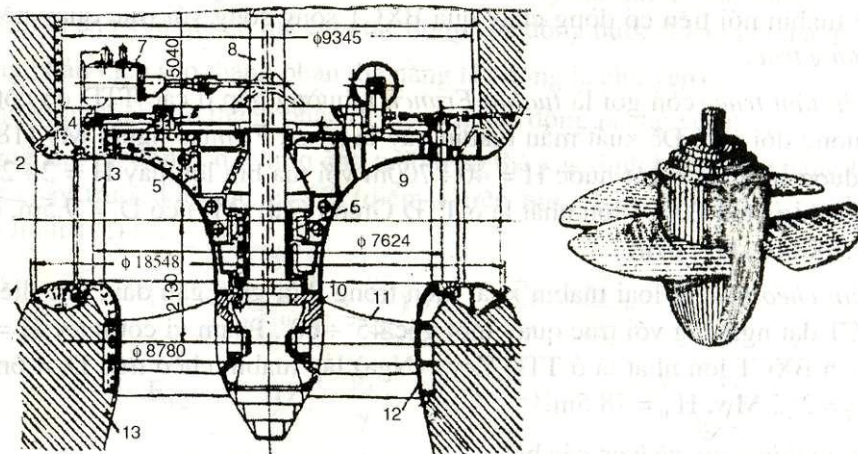
Tuabin phản kích là hệ tuabin được sử dụng rộng rãi nhất, bao gồm phạm vi cột nước từ 1,5m đến 700m. Phụ thuộc vào hướng dòng chảy của dòng nước đi qua BXCT mà chia tuabin phản kích thành nhiều loại khác nhau.

Trong tuabin phản kích cả hai phần thế năng và động năng đều tác động nhưng chủ yếu là phần thế năng. Trong hệ tuabin này, áp suất ở cửa vào luôn lớn hơn ở cửa ra. Dòng chảy qua tuabin là dòng liên tục điền đầy toàn bộ máng dẫn cánh. Trong vùng BXCT, dòng chảy biến đổi cả động năng và thế năng. Trong đó vận tốc dòng chảy qua tuabin tăng dần, áp suất giảm dần, tạo ra độ chênh áp mặt cánh sinh ra mômen quay trực.

+ **Tuabin hướng trục** (Có dòng chảy qua BXCT song song với trục quay)

**Tuabin chong chóng** (còn gọi là tuabin *Propeller* hay tuabin *cánh quạt*) :

Thuộc loại tuabin phản kích, dùng ở NMTĐ cột nước thấp  $H = 6 \div 80m$



**Hình 1-9** Tuabin chong chóng trục đứng công suất lớn.

1. Buồng xoắn; 2. Stato; 3. Cánh hướng dòng; 4. Vành trên BPHD; 5. Nắp tuabin; 6. Vành điều chỉnh;  
7. Động cơ secvô; 8. Trục tuabin; 9. Ổ hướng; 10. Bầu BXCT; 11. Cánh BXCT; 12. Buồng BXCT; 13. Ống hút.

Tuabin chong chóng có kết cấu đơn giản nhất trong các loại tuabin phản kích. Kết cấu của nó cũng thay đổi tùy thuộc vào cột nước và công suất tác dụng và cách lắp đặt (đặt đứng hoặc nằm). Trên hình 1-9 là kết cấu tuabin chong chóng đặt đứng, gồm có các bộ phận :

+ *Bánh xe công tác tuabin* gồm có bầu và các cánh BXCT gắn cố định trên bầu, thông thường là 4 đến 8 cánh. Cánh BXCT có thể chế tạo cùng với bầu thành một khối hoặc chế tạo riêng rồi gắn chặt với bầu bằng bulông. BXCT là bộ phận chuyên hoá năng lượng nước. Khi nước chảy trên mặt cong của cánh, do nước phải đổi hướng nên tạo ra một áp lực tác dụng lên bề mặt cánh BXCT, gây nên mômen quay làm quay BXCT tuabin.

+ *Buồng BXCT* là chỗ lắp đặt BXCT. Buồng BXCT có dạng hình trụ. Khe hở giữa buồng và cánh BXCT nằm trong phạm vi  $(0,0005 \div 0,001)D_1$ , trong đó  $D_1$  là đường kính BXCT.

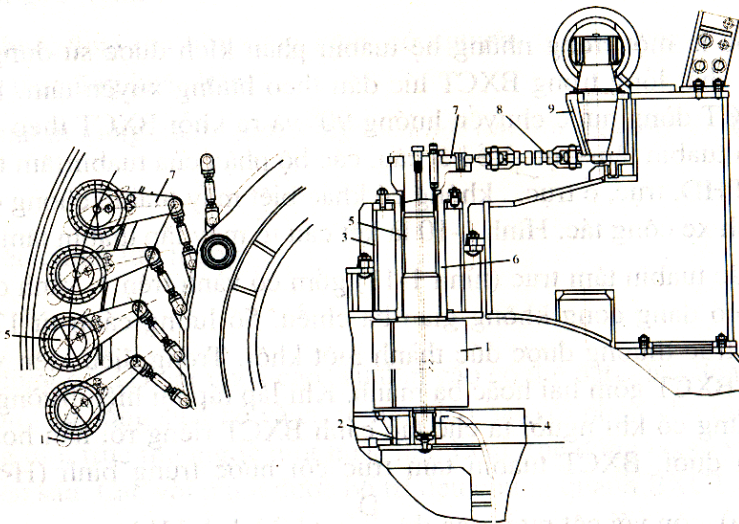
+ *Buồng tuabin* là bộ phận dẫn nước vào BXCT. Có nhiều loại buồng tuabin. Ở NMTĐ, buồng tuabin thường có dạng xoắn ốc, gọi là *buồng xoắn*. Kích thước, kết cấu buồng tuabin có ảnh hưởng quyết định đến kích thước NMTĐ.

+ *Stato tuabin* có nhiệm vụ truyền tải trọng nằm phía trên nó xuống móng NMTĐ. Các tải trọng này gồm : trọng lượng bản thân các phần quay và không quay của tổ máy, áp lực thủy động dọc trục tác dụng lên BXCT, tải trọng sàn và bộ đỡ máy phát điện. Răng buồng xoắn cũng làm nhiệm vụ Stato.

+ *Bộ phận hướng dòng (BPHD)* nằm phía trong stato làm nhiệm vụ :

- Thay đổi trị số và hướng của vận tốc dòng chảy trong khoảng không gian giữa BPHD và BXCT để tạo điều kiện thuận lợi cho dòng chảy đi vào cánh BXCT nhằm nâng cao hiệu suất tuabin.

- Thay đổi công suất của tuabin bằng cách thay đổi lưu lượng nước đi qua tuabin.



**Hình 1-10:** Bộ phận hướng dòng hình trụ với cơ cấu điều chỉnh.

1. Cánh hướng dòng; 2. Vành dưới; 3. Vành trên; 4. Ổ trục cánh hướng. 5. Trục quay cánh;  
6. Ổ hướng cánh hướng dòng 7. Thanh quay; 8. Thanh kéo; 9. Vành điều chỉnh.

Để làm nhiệm vụ trên, các cánh hướng dòng được bố trí đều chung quanh BXCT và mỗi cánh hướng được gắn vào hai vành trên và dưới. Các cánh hướng dòng có thể quay được quanh trục cánh có ổ trục tại vành trên và dưới và đầu trục gắn vào vành điều chỉnh qua hệ thống thanh kéo, thanh quay (hình 1-10)

Vành điều chỉnh được điều khiển từ động cơ sevô của máy điều tốc. Khi các cánh hướng dòng quay thì không những khoảng cách giữa các cánh hướng dòng (gọi là *độ mở cánh hướng*  $a_0$ ) thay đổi (nên lưu lượng đi vào tuabin thay đổi) mà cả hướng của vận tốc đi vào BXCT cũng thay đổi.

Số lượng cánh hướng dòng thường nằm trong khoảng từ 16 cánh đến 32 cánh. Tuabin nhỏ ( $D_1 < 225$  cm) có 16 cánh. ở tuabin lớn, với  $D_1 < 650$  cm có 24 cánh, còn với  $D_1 > 700$  cm có 32 cánh. Tuabin cực nhỏ, BPHD thường có cánh cố định chuyên hướng của vận tốc dòng chảy vào BXCT và thường có số cánh ít hơn (10 ÷ 14 cánh). Để giảm bớt tổn thất thủy lực ở BPHD, hình dáng các cánh hướng dòng phải thuận dòng và bề mặt tiếp xúc với nước phải nhẵn và phải phối hợp với buồng tuabin, trụ stato sao cho góc tới của dòng chảy trong các chế độ làm việc của tuabin là bé nhất.

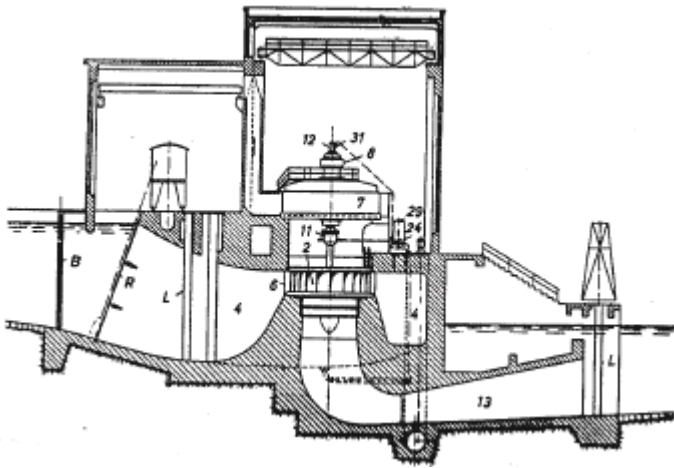
Hiện tại, đối với tuabin phản kích đặt đứng thường dùng BPHD kiểu trụ như theo hình 1-10 .

Ngoài các bộ phận trên còn có nắp tuabin và bộ phận đỡ trục (ổ hướng của tuabin) v.v..

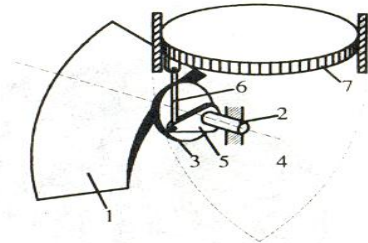
**Tuabin cánh quay (còn gọi là tuabin Kaplan) :**

Thuộc loại tuabin phản kích, thường gặp ở các NMTĐ vừa và lớn với cột nước thấp và trung bình. Mẫu tuabin này do kỹ sư *Vikto Kaplan* người Tiệp Khắc đề xuất (1913). Cột nước làm việc của tuabin  $H = 6 \div 80$ m.

Mặc dù các bộ phận nói chung giống tuabin chong chóng, song kết cấu tuabin Kaplan phức tạp hơn (xem hình 1-12 và 1-13).

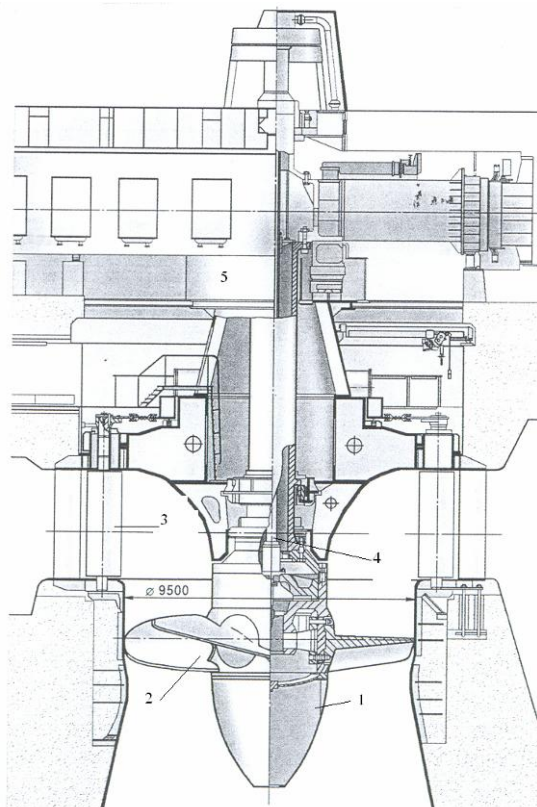


**Hình 1-11:** *Cắt dọc NMTĐ với tuabin Kaplan*



**Hình 1-12:** *Cơ cấu quay cánh*

Sự khác nhau chủ yếu ở chỗ cánh BXCT 1 và bầu BXCT 4 được chế tạo riêng biệt. Ở đây cánh BXCT có trục quay cánh 2 và ổ đỡ nên cánh có thể quay được. Bên trong bầu BXCT 4 lắp đặt pittông động cơ servo 7 có các tai nối với các cánh BXCT qua thanh kéo 6 và thanh quay 5 làm quay đồng thời các cánh BXCT 1. Nhờ vậy, khi cột nước làm việc và lưu lượng của tuabin thay đổi ta có thể thay đổi góc đặt cánh của tuabin để quá trình chuyển hoá năng lượng đạt kết quả cao nhất.



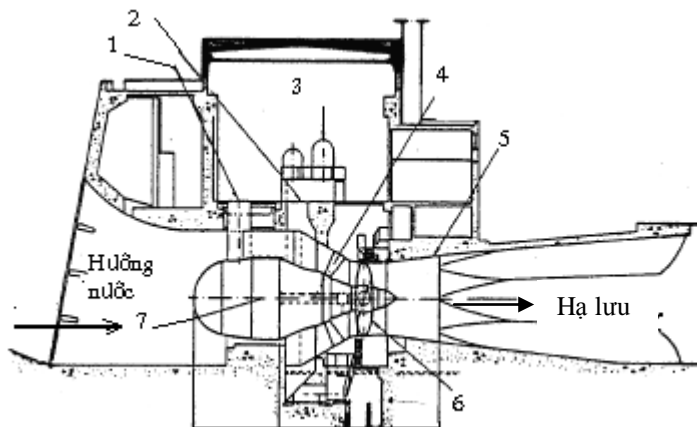
1. Bánh xe công tác
2. Cánh BXCT
3. Cánh hướng dòng
4. Cơ cấu xoay cánh BXCT
5. Máy phát

**Hình 1-13:** *Kết cấu tuabin Kaplan*

**Tuabin Capxun** (Tuabin *Bulb*- tuabin “*bầu*”, hay còn gọi là tuabin *chạy thẳng*) :

Tuabin Capxun thuộc loại phản kích kiểu Kaplan, được sử dụng với cột áp thấp nhất. Nó có đầy đủ các bộ phận của tuabin và có máy phát nằm bên trong “bầu” như tên gọi của nó. Điểm khác biệt so với tuabin Kaplan là dòng chảy nước hỗn động (theo hướng dọc trục và hướng kính) đi vào cánh hướng và không qua buồng xoắn. Trục cánh hướng đặt nghiêng (thông thường  $60^{\circ}$ ) so với trục tuabin. Trái với các kiểu tuabin khác là các cánh hướng hình nón. BXCT tuabin Capxun giống như của tuabin Kaplan, nhưng có thể khác biệt về số lượng cánh tùy thuộc vào cột nước và dòng chảy.

Hình 1-14 đưa ra sơ đồ bố trí NMTĐ sử dụng tuabin Capxun. Dòng nước chảy dọc vào tổ máy theo tâm máng dẫn, qua máy phát, cánh tĩnh, cánh hướng dòng, BXCT và theo ống thoát đổ ra kênh hạ lưu

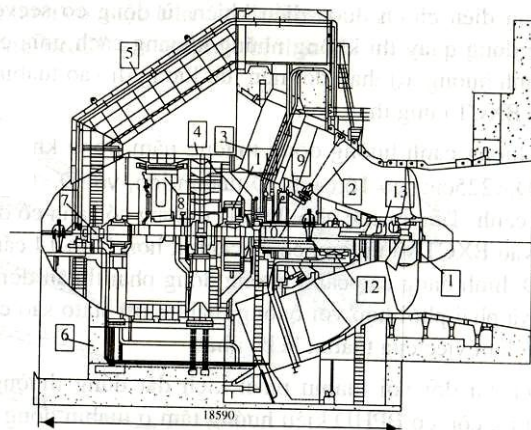


1. Cửa vào buồng máy phát
2. Cửa vào buồng tuabin
3. Cụm dầu thủy lực
4. Cánh hướng
5. Ống thoát
6. BXCT
7. “Bầu” tuabin

**Hình 1-14 :** Sơ đồ NMTĐ dùng tuabin

**Hình 1-15:** Tổ máy tuabin Capxun

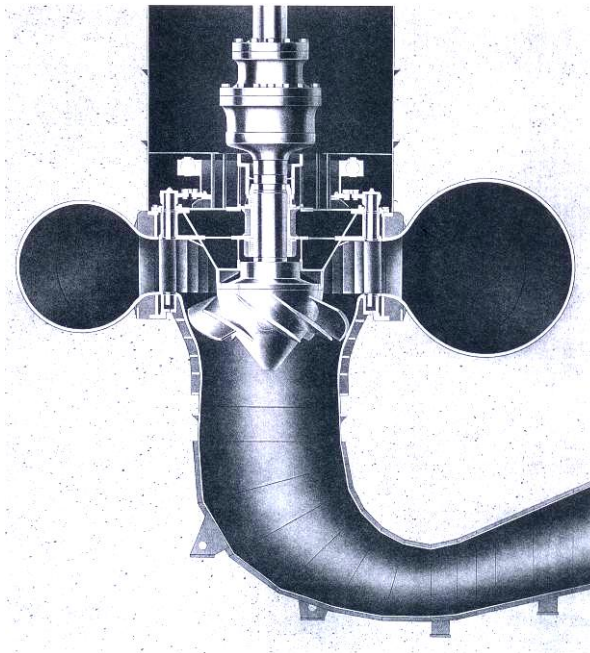
1. BXCT; 2. Cánh hướng dòng;
3. Stato TB; 4. Cấp xun; 5. Lối vào;
6. Trụ đỡ; 7. Nhận đầu;
8. Rôto MPĐ; 9. Thanh kéo;
10. Vành điều chỉnh BPHD; 11. Ổ đỡ;
12. Ổ hướng; 13. Vỏ BXCT.



**+ Tuabin chéo trục**

Tuabin chéo trục được sử dụng ở các NMTĐ có cột nước  $H = 30 \div 200m$ . Nó thuộc hệ tuabin cánh quay. BXCT gồm có  $10 \div 14$  cánh được gắn vào bầu hình chóp nhờ các trục cánh. Trục cánh làm với trục tuabin một góc  $\alpha = 30^{\circ}, 45^{\circ}, 60^{\circ}$  nên dòng chảy trong BXCT có hướng chéo trục. Tuabin chéo trục là tuabin trung gian giữa tuabin tâm trục và cánh quay, nó kết hợp được các ưu điểm của hai hệ tuabin kể trên. Cũng như ở tuabin cánh quay, các cánh BXCT quay được quanh trục của nó nhờ cơ

cấu quay cánh nên hiệu suất của nó cao hơn tuabin tâm trục ở hầu hết các chế độ làm việc. Mặt khác số cánh BXCT của loại tuabin này nhiều hơn so với tuabin cánh quay nên có thể làm việc với cột nước cao hơn nhưng mà vẫn không bị xâm thực.



**Hình 1-16 :** *Cắt dọc tuabin chéo trục*

#### + **Tuabin cánh kép**

Muốn cho tuabin cánh quay làm việc với cột nước cao hơn thì phải tăng số lượng cánh BXCT từ  $6 \div 10$  cánh. Như vậy, bầu BXCT phải có đường kính lớn mới có thể bố trí được bộ phận quay cánh BXCT trong đó. Mặt khác như vậy sẽ làm giảm khả năng thoát nước cũng như đặc tính xâm thực của tuabin. Để có thể tăng số cánh mà vẫn bảo đảm đường kính bầu không vượt quá trị số cho phép, tốt hơn hết là trên mỗi trục cánh lắp hai cánh, chẳng hạn dùng 8 cánh thì chỉ cần dùng 4 bộ trục cánh là đủ.

#### + **Tuabin tâm trục** (còn gọi là tuabin *Francis*) :

Thường gặp ở các NMTĐ có cột nước trung bình và tương đối cao. Đề xuất mẫu tuabin này là của kỹ sư *Francis* người Mỹ (1855). Tuabin tâm trục được sử dụng ở cột nước  $H = 30 \div 700\text{m}$  với tuabin lớn hay  $H = 2 \div 200\text{m}$  với tuabin nhỏ.

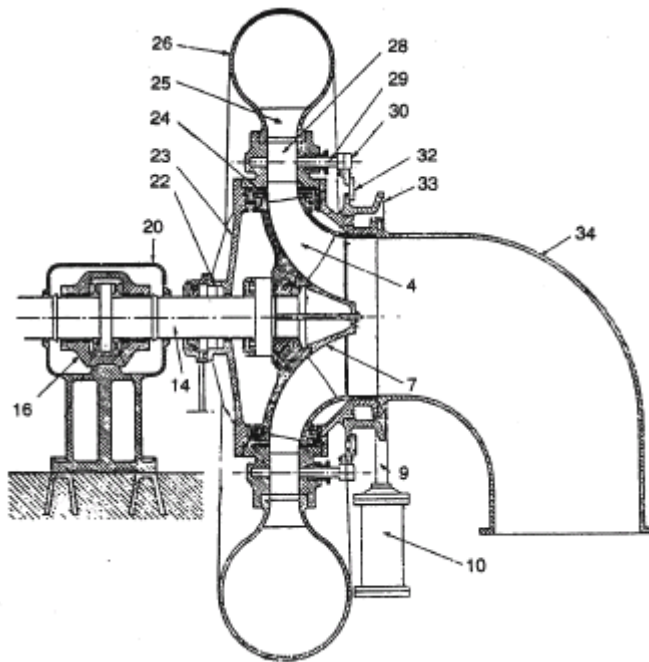
Tuabin tâm trục là một trong những hệ tuabin phản kích được sử dụng rộng rãi nhất. Chuyển động của chất lỏng trong BXCT lúc đầu theo hướng xuyên tâm. Khi đi qua rãnh giữa các cánh BXCT dòng nước chuyển hướng  $90^\circ$  và ra khỏi BXCT theo hướng dọc trục, vì thế được gọi là *tuabin tâm trục*

Về kết cấu, các bộ phận của tuabin tâm trục như : buồng tuabin, ống hút, BPHD, trục, ổ trục...không có khác biệt mấy tuabin chong chóng và tuabin cánh quay, trừ BXCT.s

BXCT tuabin tâm trục (hình 1-17) có vành trên 1 và vành dưới 3. Giữa hai vành là các cánh có dạng cong không gian 3 chiều, số lượng cánh từ 12 đến 22 chiếc.. BXCT tuabin tâm trục thường được đúc thành một khối. Trong điều kiện vận chuyển hạn chế có thể chế tạo BXCT gồm hai hoặc ba mảnh. Khi lắp ráp tại hiện trường sẽ







4. BXCT
7. Côn BXCT
9. Thanh truyền động cơ sevô
10. Động cơ sevô
14. Trục tuabin
16. Bệ gối đỡ
20. Nắp gối
22. Vành chắn nước trực
23. Nắp tuabin
24. Vành chắn khí BXCT
25. Cánh tĩnh
26. Buồng xoắn
28. Cánh hướng
29. Cổ cánh hướng
30. Đòn bẫy cánh hướng
32. Thanh nối
33. Vành điều chỉnh
34. Ống thoát

Hình 1-19: Tuabin Francis trực ngang

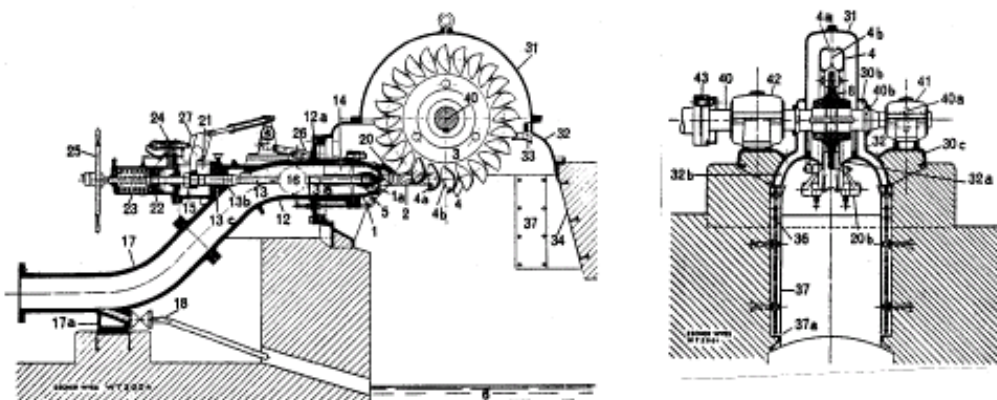
## TUABIN XUNG KÍCH

Tuabin xung kích có các bộ phận chính sau đây : Vòi phun điều chỉnh lưu lượng, BXCT, vỏ, trục, bộ phận cắt dòng. Đặc điểm chung của tuabin xung kích là dòng chảy từ khi ra khỏi vòi phun sẽ tác động vào các cánh BXCT ở dạng tia tự do trong môi trường áp lực không khí, chỉ sử dụng phần động năng và chỉ có một số cánh BXCT đồng thời chịu tác động của tia nước, mặt khác BXCT của nó bao giờ cũng đặt cao hơn mực nước hạ lưu. Tuabin xung kích có ba hệ : tuabin gáo, tuabin tia nghiêng và tuabin xung kích hai lần

+ **Tuabin gáo** (Còn gọi là tuabin **Pelton**) :

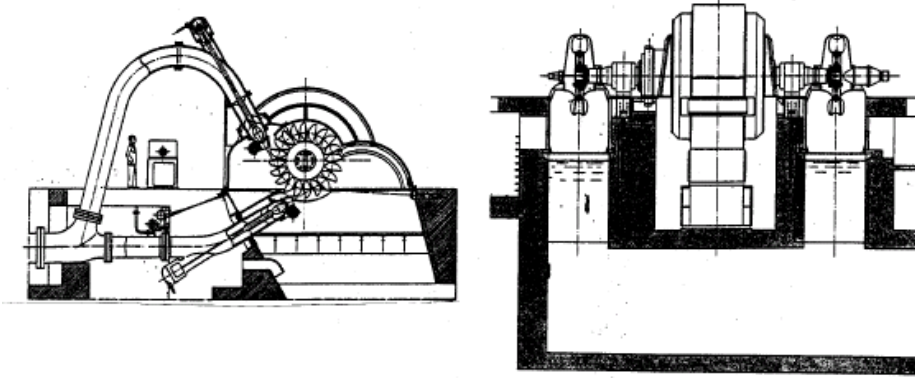
Do kỹ sư người Mỹ *Pelton* đề xuất (1870). Tuabin gáo thường dùng ở NMTĐ cột nước cao, với  $H = 300 \div 2000\text{m}$  ở thủy điện lớn và  $40 \div 250\text{m}$  ở thủy điện nhỏ

Tuabin gáo có nguyên lý làm việc khác với tuabin phản kích nên về cấu tạo cũng khác hẳn. Tuabin gáo có thể đặt đứng hoặc ngang, loại trục nằm ngang thường có công suất bé và có từ một đến hai vòi phun cho một BXCT, số lượng BXCT trên cùng một trục thường là một hoặc hai.



Hình 1-20 : Tuabin Pelton một vòi phun

1. Vòi phun 2. Kim phun 3. BXCT 4. Gáo 5. Đầu kim 6. Mực nước hạ lưu  
 8. Đĩa BXCT 12. Khuyá cong 13. Trụ van kim 17. Khuyá cong dưới 18. Ống xả nước 20.  
 Đầu lệch dòng 21. Thanh chống 22. Pitton động cơ secvô dịch chuyển đầu kim 23. Lò xo  
 kín van kim 24. Van solenoid điều khiển động cơ secvô 25. Vỏ lăngdịch chuyển đầu van kim  
 31 và 32. Vỏ tuabin 32a. Tấm chắn hướng nước từ BXCT vào hạ lưu 32b. Rãnh thoát tia  
 nước khỏi trục 34. Tấm thép lót 40. trục tuabin 40a. Cam gối dọc trục 42. Gối ngoài tuabin  
 43. Vị trí nổi trục máy phát



**Hình 1-21 :** Tuabin Pelton trục ngang hai BXCT và mỗi BXCT có hai vòi phun

Trong tuabin Pelton, nước từ thượng lưu theo đường ống áp lực qua cửa van, đoạn ống chuyển tiếp rồi vào vòi phun truyền động năng dòng chảy vào BXCT. Sau khi ra khỏi BXCT, nước được tháo xuống kênh xả hạ lưu.

Trong vòi phun có van kim tác dụng điều chỉnh lưu lượng thông qua việc điều chỉnh tiết diện dòng tia vào BXCT. BXCT gồm có 14 ÷ 60 cánh giống như gáo, giữa có sống nhô (như lưỡi dao) phân chia gáo thành hai phần bằng nhau. Các cánh BXCT được gắn chặt vào đĩa (bằng cách hàn hay ghép bulông) nằm trên trục quay.

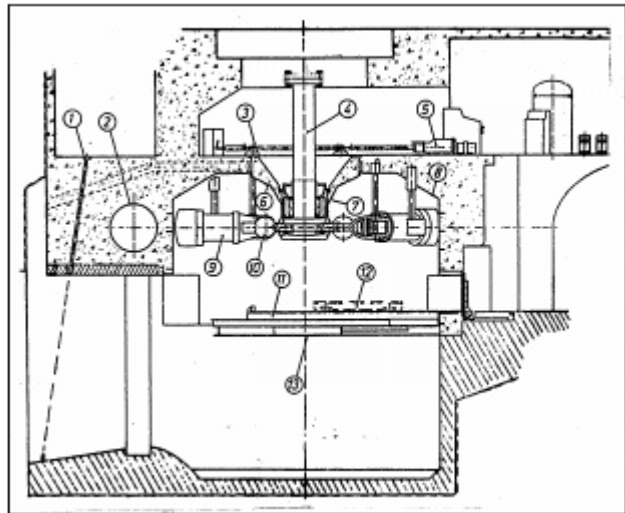
Để cho nước tác dụng vào cánh gáo khỏi bắn tung tóe khi chuyển từ gáo này sang gáo khác ở đầu dưới khoét miệng lõm vào. Ở tuabin gáo cột nước cao có đường ống dài còn có bộ phận cắt dòng để hướng một phần hay toàn bộ tia nước không cho vào BXCT để tránh hiện tượng nước va xảy ra khi đóng nhanh van kim của nó.

Ở các tuabin gáo có máy điều tốc tự động thì sự chuyển động có phối hợp giữa van kim và bộ phận cắt dòng được thực hiện nhờ bộ liên hợp nằm trong máy điều tốc. Vỏ che ngoài BXCT có nhiệm vụ không cho nước từ BXCT bắn ra ngoài, hình dáng vỏ che phải đảm bảo để nước từ vỏ che không rơi ngược vào lưng gáo.

Loại trục đứng có số vòi phun nhiều hơn, thường từ hai đến sáu, các vòi phun được bố trí đều chung quanh BXCT.

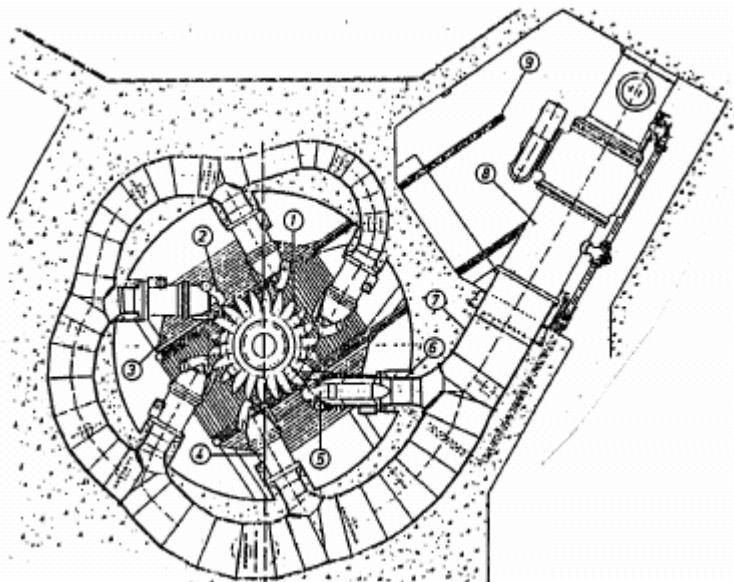
Hình 1-22 và 1-23 dưới đây mô tả mặt cắt dọc và cắt ngang tuabin gáo trục đứng nhiều vòi phun.

1. Ống để kiểm tra hiệu suất
2. Ống phân phối
3. Cơ cấu lệch dòng
4. Trục tuabin
5. Động cơ sevô cơ cấu lệch
6. Nắp vỏ đường pit
7. Ổ hướng
8. Vỏ tuabin
9. Vòi phun chính với đầu kim
10. BXCT
11. Ray tẩm chắn
12. Tẩm chắn
13. Sàn kiểm tra



**Hình 1-22:** Tuabin gáo trục đứng nhiều vòi phun, mặt cắt dọc

1. BXCT
2. Cơ cấu lệch dòng
3. Sàn kiểm tra
4. Vòi phun chính
5. Kim phun
6. Chỗ rẽ nhánh
7. Ống phân phối
8. Mối nối co dẫn
9. Rãnh thoát



**Hình 1-23 :** Tuabin gáo trục đứng nhiều vòi phun, mặt cắt ngang

#### + Tuabin tia nghiêng

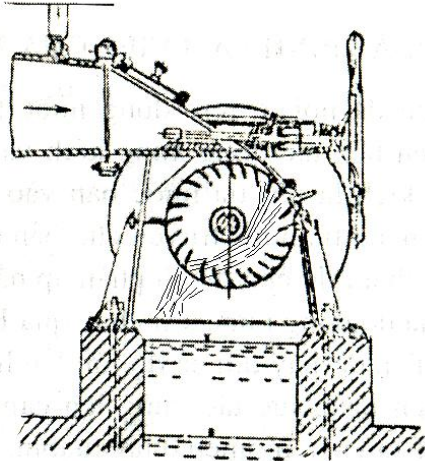
Tuabin tia nghiêng là loại tuabin xung kích có thông số kém hơn tuabin gáo. Nguyên lý làm việc của tuabin tia nghiêng cũng giống như tuabin gáo nhưng vòi phun bố trí trong mặt song song với trục quay với một góc nghiêng khoảng  $22^{\circ}$ . Với góc nghiêng này vòi phun hướng dòng tia chảy vào bao cánh. Xung lực của dòng tia tác dụng vào các cánh BXCT nên loại này có tên gọi là tuabin tia nghiêng

Phạm vi sử dụng của tuabin tia nghiêng: cột áp  $H = 50 \div 400\text{m}$ , với công suất  $N = 10 \div 4000\text{ kW}$ , hiệu suất  $\eta = 75 \div 80\%$ . Tuabin này sử dụng rộng rãi cho các trạm có công suất nhỏ và trung bình.

BXCT tuabin tia nghiêng có cấu tạo đơn giản hơn so với BXCT của tuabin gáo, vì vậy chế tạo chúng cũng đơn giản hơn. Vòi phun của tuabin tia nghiêng có kết cấu giống như tuabin gáo.

**+ Tuabin xung kích hai lần (Còn gọi là tuabin Banki)**

Tuabin xung kích hai lần còn gọi là tuabin tác dụng kép. Nó là tuabin có kết cấu đơn giản nhất. Tuabin này thường có kết cấu trục ngang, trên trục gắn BXCT có dạng gần như guồng nước. BXCT gồm có hai hoặc ba đĩa, giữa các đĩa có gắn từ 12 ÷ 48 cánh cong đặt song song với trục.



**Hình 1-24:** Tuabin xung kích hai lần

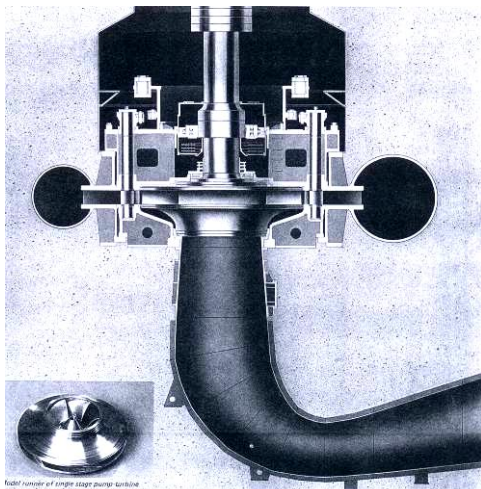
Nước được dẫn qua đường ống vào tuabin qua vòi phun có tiết diện hình chữ nhật. Dòng tia đi ra khỏi vòi phun tác dụng lên cánh lần thứ nhất, đi vòng qua trục phía trong BXCT, lại đi ra và tác dụng lần thứ hai vào cánh.

Do sự tác động hai lần của dòng tia vào cánh BXCT nên gọi là tuabin tác động kép. Lần tác dụng thứ nhất cánh nhận khoảng 70 ÷ 80% năng lượng dòng tia. Lần thứ hai khoảng 30 ÷ 20% năng lượng còn lại.

Việc điều chỉnh lưu lượng của vòi phun được thực hiện bằng lưỡi gà nối với tay điều chỉnh. Khi vặn tay quay này thì tiết diện vòi phun này sẽ thay đổi.

Phạm vi tác dụng của tuabin xung kích hai lần với cột áp  $H = 10 \div 100\text{m}$ . Hiệu suất có thể đạt 60 ÷ 83%. Tuabin này được sử dụng rộng rãi với các trạm có công suất nhỏ, từ một vài kW đến hàng ngàn kW.

**+ Tuabin bơm (Pump – Turbine)**



**Hình 1-25:** Tuabin bơm

Ngoài các kiểu tuabin đã trình bày trên, người ta đã phát triển thêm một loại máy thủy lực hoạt động thuận nghịch : vừa như là một tuabin phát điện vừa là một máy bơm nước ở chế độ chạy bù gọi là tuabin bơm sử dụng cho các NMTĐ tích năng.

**c. Phạm vi sử dụng cột nước của các loại tuabin thường dùng hiện nay**

Phạm vi cột nước của mỗi kiểu BXCT tuabin ( $H_{\min} - H_{\max}$ ) được qui định (một cách gần đúng) xuất phát từ chiều cao hút cho phép hợp lý (xét về mặt kinh tế) và độ bền cơ học của cánh BXCT và cánh bộ phận hướng nước.

**Bảng 1-2 : Phạm vi sử dụng của các tuabin**

Hệ tuabin	Phạm vi cột nước H (m)	$N_{max}$ (MW)	Kích thước lớn nhất $D_1$ (m)
<i>Phân kích</i>			
* Hướng trục :			
Chạy thẳng	2 - 20	50	8
Cánh quay	6 - 80	250	10,5
Cánh quạt	6 - 80	150	9
Cánh kép	30 - 100	250	8
* Chéo trục	30 - 200	300	8
* Tâm trục	30 - 700	800	10
<i>* Tuabin bơm (thuận nghịch)</i>			
Hướng trục	2 - 15	30	8
Chéo trục	20 - 100	300	7,5
Tâm trục	30 - 600	450	9,5
<i>Xung kích</i>			
* Gáo	300 - 2000	350	7,5
* Tia nghiêng	50 - 400	50	4
* Xung kích hai lần	10 - 100	-	-

Nhờ những thành tựu của ngành chế tạo tuabin trong những năm gần đây nên phạm vi sử dụng cột nước của nó không ngừng được mở rộng. Trước đây tuabin hướng trục, đặc biệt là tuabin cánh quay trục đứng thường sử dụng với cột nước  $H = 15 \div 50m$ , ngày nay phạm vi đó đã mở rộng đến  $10 \div 80m$ . Sử dụng tuabin hướng trục trục đứng với cột nước thấp hơn ( $H < 10m$ ) phạm vi nói trên sẽ làm tăng kích thước cũng như trọng lượng tổ máy, giá thành xây dựng nhà máy cũng tăng lên. Bởi thế trong những năm gần đây đối với phạm vi cột nước  $H = 3 \div 15m$  người ta đã sử dụng tổ máy Capxun trục ngang có tỷ số lớn và rẻ hơn.

Sở dĩ sử dụng tuabin cánh quay trục đứng ở phạm vi cột nước tương đối cao ( $H = 50 \div 80 m$ ) là để tăng hiệu suất bình quân của tổ máy trong trường hợp nhà máy làm việc với phụ tải và cột nước thay đổi tương đối lớn. Vì tuabin tâm trục làm việc trong điều kiện đó sẽ cho hiệu suất bình quân tương đối thấp. Nhưng mặt khác, tuabin hướng trục đứng có đặc tính xâm thực kém hơn so với tuabin tâm trục, bởi thế tuabin cánh quay hạn chế làm việc ở cột nước cao. Vì vậy gần đây, người ta đã sử dụng hệ tuabin mới, có thể kết hợp được các ưu điểm của các hệ tuabin nói trên, như có hiệu suất bình quân tương đối cao khi cột nước H và phụ tải dao động lớn (của tuabin cánh quay) và có đặc tính xâm thực và độ sâu lắp đặt tuabin tương đối nhỏ (của tuabin tâm trục). Đó là hệ tuabin chéo trục, trong thực tế đã sử dụng với phạm vi cột nước  $H = 30 \div 200m$ .

Tuabin tâm trục hiện nay thường dùng với cột nước  $H = 30 \div 700m$ , như vậy nó đã thay thế phạm vi cột nước  $H = 300 \div 700m$  mà đáng lẽ trước đây thường dùng tuabin gáo. Trong phạm vi cột nước nói trên nên dùng tuabin gáo chỉ khi phụ tải của tuabin đảm nhận dao động nhiều, nước lẫn nhiều tạp chất và điều kiện xây dựng không cho phép tuabin lắp đặt ở độ sâu quá lớn. Ở các điều kiện khác, nên sử dụng tuabin tâm trục vì hiệu suất của nó lớn hơn tuabin gáo từ  $2 \div 3\%$ .

Hiện nay, tuabin gáo chủ yếu dùng ở cột nước lớn hơn  $500m$  ( $H = 500 \div 2000m$ ).

Đối với tuabin cỡ nhỏ, vì điều kiện xây dựng cũng như khả năng chế tạo nên phạm vi sử dụng cột nước có thể thay đổi. Chẳng hạn, với tuabin gáo cỡ nhỏ có thể sử dụng với cột nước  $H \geq 100m$ ; tuabin tâm trục :  $H = 3 \div 80m$ ; tuabin cánh quạt  $H = 2 \div 16m$  v.v...

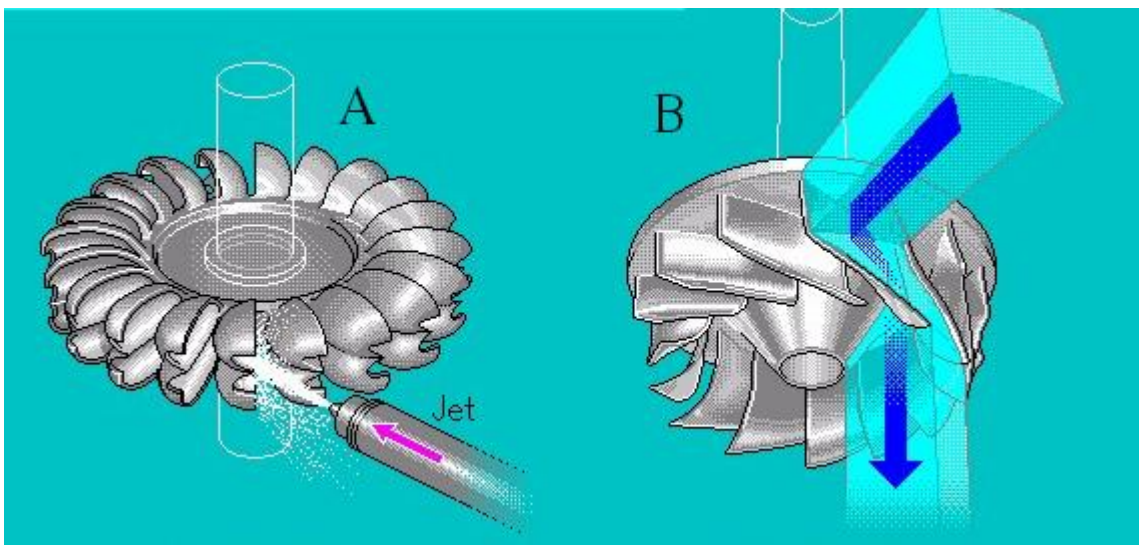
## Chương 2 : QUÁ TRÌNH LÀM VIỆC CỦA TUABIN

### 2.1 Quá trình tác động của dòng nước lên cánh BXCT

Như đã nói ở trên, dòng nước tác động vào cánh tuabin có hai cách khác nhau về nguyên tắc :

+ *Tác động xung kích* : Khi tia nước bắn vào bản chắn (cánh BXCT), bản chắn ngăn tia nước lại, động năng tia nước truyền cho bản chắn, xung lực này làm cho BXCT quay, ở đây không có sự tham dự của thành phần áp năng. Quá trình chuyển động của tia nước từ khi đi vào cánh tuabin cho đến khi ra khỏi tuabin xảy ra trong môi trường không khí có áp suất không đổi.

Như đã nói ở trên, để điều chỉnh tuabin xung kích trên vòi phun có van kim tác dụng điều chỉnh lưu lượng nước đến BXCT.



**Hình 2-1** : Tác động của dòng nước. A-Tác động xung kích; B-Tác động phản kích

+ *Tác động phản kích* : Do dòng nước khi chảy qua BXCT bắt buộc phải chảy trong các rãnh giữa hai cánh BXCT, làm thay đổi cả độ lớn lẫn hướng của vận tốc nước. Do nước phải đổi hướng chảy tạo nên phản lực tác dụng lên cánh BXCT. Phản lực này tác động lên tất cả các cánh BXCT tạo nên mômen quay tuabin. Quá trình tác động của dòng chảy lên cánh BXCT xảy ra trong môi trường nước có áp suất thay đổi, tức áp lực nước tại các điểm khác nhau của dòng nước không giống nhau.

Chuyển động dòng chảy trong BXCT ở chế độ thiết kế đảm bảo dòng chảy vào thuận nhất gọi là dòng chảy “vào không va” (góc tới của dòng chảy và góc đặt cánh tại mép vào trùng nhau), đồng thời dòng chảy ra khỏi BXCT có vận tốc nhỏ nhất, thường được gọi là điều kiện “ra thẳng góc”.

Biểu thức công suất tuabin  $N_T = 9,81QH\eta$  cho thấy để thay đổi công suất cần thay đổi lưu lượng nước  $Q$  qua tuabin bằng cách thay đổi độ mở của cánh hướng dòng tuabin. Như vậy sẽ làm thay đổi chế độ thiết kế dòng chảy của tuabin chong chóng và tuabin tâm trục (do cánh cố định trên BXCT) dẫn đến có tổn thất và hiệu suất tuabin giảm xuống nhiều.

Đối với tuabin Kaplan, Capxun, chéo trục do có thể điều chỉnh được cánh trên BXCT nên khi thay đổi lưu lượng nước có thể phối hợp các điều chỉnh (điều chỉnh

cánh hướng và điều chỉnh cánh BXCT) để vẫn duy trì chế độ làm việc thuận dòng nên vẫn có hiệu suất cao ở các chế độ lưu lượng làm việc khác nhau.

## 2.2 Phương trình điều chỉnh lưu lượng tuabin

Ta có phương trình điều chỉnh lưu lượng tuabin như sau :

$$Q = \frac{\frac{\eta_{tl}gH}{\omega} + \omega r_2^2}{\frac{1}{2\pi b_0} \operatorname{ctg}\alpha_0 + \frac{r_2}{F_2} \operatorname{ctg}\varphi} \quad (2-1)$$

Trong đó :  $\eta_{tl}$  - hiệu suất thủy lực

$\omega$  - vận tốc góc tuabin;  $\omega = \text{const}$

$F_2$  - diện tích tiết diện ra BXCT

$r_2$  - bán kính mômen quay khảo sát

Từ biểu thức trên ta có thể thay đổi lưu lượng bằng cách thay đổi một trong ba đại lượng :  $b_0$ ,  $\alpha_0$ ,  $\varphi$

- Chiều cao cánh hướng  $b_0$

- Góc ra của cánh hướng  $\alpha_0$

- Góc ra đặt cánh bánh công tác  $\varphi$

Điều chỉnh lưu lượng bằng cách thay đổi  $b_0$  có thể thực hiện nhờ một van chụp. Cách điều chỉnh này có thể ứng dụng cho tuabin cỡ nhỏ. Đối với tuabin cỡ trung bình và cỡ lớn thì điều chỉnh này rất khó, phức tạp về mặt kết cấu và gây nên tổn thất thủy lực nhiều.

Điều chỉnh lưu lượng bằng cách thay đổi góc ra của cánh hướng  $\alpha_0$  được dùng phổ biến nhất. Đối với cả ba loại tuabin (hướng trục, tâm trục và hướng chéo) người ta thay đổi lưu lượng nhờ hệ thống cánh hướng. Khi các cánh hướng quay thì độ mở cánh hướng  $a_0$  thay đổi và lưu lượng qua nó thay đổi.

Điều chỉnh lưu lượng bằng cách thay đổi góc  $\varphi$  được ứng dụng kết hợp với việc điều chỉnh độ mở cánh hướng  $a_0$  tuabin hướng trục và chéo trục cánh xoay có thể điều chỉnh kép, cùng một lúc thay đổi hai đại lượng  $\alpha_0$  và  $\varphi$ . Nhờ điều chỉnh kép đồng đi ra khỏi cánh hướng luôn phù hợp với góc nghiêng của cánh bánh công tác. Hiệu suất lớn nhất của  $a_0$  tuabin hướng trục và chéo trục cánh xoay không thay đổi trong phạm vi khá lớn khi thay đổi công suất. Đó là ưu điểm lớn của tuabin cánh xoay so với tuabin tâm trục hoặc chong chóng.

## 2.3 Luật tương tự của tuabin

Tuabin nước là loại máy thủy lực có kích thước lớn thường khó có điều kiện thí nghiệm nguyên hình để hiệu chỉnh tính toán mà thường phải thu nhỏ lại thành mô hình để làm thí nghiệm, sau đó dựa vào luật tương tự để suy ra đặc tính thực của tuabin từ kết quả thí nghiệm.

Biện pháp mô hình phải thỏa mãn ba điều kiện tương tự :

+ **Tương tự về hình dạng:** Hình dạng phần dẫn dòng phải đồng dạng, điều đó có nghĩa các kích thước hình học tương ứng của chúng phải *theo một tỷ lệ nhất định*

+ **Tương tự về động học :** Sự phân bố vận tốc tại các điểm tương ứng của dòng chảy bên trong phần dẫn dòng của tuabin thực và mô hình phải tương tự nhau.



+ **Tương tự động lực học** : Các lực quán tính, ma sát, trọng lực tác dụng lên dòng nước ở phần dẫn dòng tại các điểm tương ứng tỷ lệ với nhau.

+ **Các chuẩn số** : Từ những công thức suy diễn theo điều kiện của tiêu chuẩn tương tự động lực học người ta rút ra một số những chuẩn số : Râylnold, Frut, Ôle... Mỗi chuẩn số này đặc trưng cho một thành phần lực nào đó tác dụng lên dòng chảy trong tuabin. Chuẩn số Râylnold (ký hiệu Re) đặc trưng cho lực nhớt của dòng chảy. Công thức Frut (ký hiệu Fr) đặc trưng cho lực trọng trường. Chuẩn số Ôle (ký hiệu Eu) đặc trưng cho áp lực. Ngoài ra còn nhiều loại chuẩn số khác, nhưng yêu cầu tối thiểu là hai chuẩn số Re và Fr sao cho  $Re_M = Re_T$  và  $Fr_M = Fr_T$  ( $M$ -ký hiệu cho tuabin mô hình;  $T$  - ký hiệu cho tuabin thực).

+ **Các quan hệ tương tự**

Ta có các biểu thức sau phối hợp các thông số  $n$ ,  $Q$ ,  $N$  đảm bảo cho tuabin mô hình và tuabin thực làm việc tương tự :

$$\text{Quan hệ tốc độ quay : } \frac{n_M}{n_T} = \frac{D_{1T}}{D_{1M}} \sqrt{\frac{H_M}{H_T}} \quad (2-2)$$

$$\text{Quan hệ lưu lượng : } \frac{Q_M}{Q_T} = \left( \frac{D_{1M}}{D_{1T}} \right)^2 \sqrt{\frac{H_M}{H_T}} \quad (2-3)$$

$$\text{Quan hệ công suất : } \frac{N_M}{N_T} = \left( \frac{D_{1M}}{D_{1T}} \right)^2 \frac{H_M}{H_T} \sqrt{\frac{H_M}{H_T}} \quad (2-4)$$

$$\text{Quan hệ cột áp : } \frac{H_M}{H_T} = \left( \frac{n_M}{n_T} \right)^2 \left( \frac{D_{1M}}{D_{1T}} \right)^2 \quad (2-5)$$

Trong đó,  $D_1$ - đường kính tuabin;  $H$ - cột nước làm việc của tuabin.

+ **Chú ý** : Các công thức trên đã bỏ qua hiệu suất thủy lực của tuabin mô hình và tuabin thực vì chúng gần như tương đương nhau.

## 2.4 Các đại lượng qui dẫn

Tuabin nước có thể làm việc trong phạm vi cột nước, tốc độ quay, lưu lượng, công suất khác nhau với các cỡ tuabin khác nhau. Để đặc trưng cho mỗi kiểu tuabin cần phải có các đại lượng đặc trưng, qui về một điều kiện tiêu chuẩn nào đó, như qui về  $D_1 = 1m$ ;  $H = 1m$  chẳng hạn. Các đại lượng qui về với điều đó gọi là đại lượng qui dẫn:

- Tốc độ quay qui về điều kiện  $D_1 = 1m$ ;  $H = 1m$  gọi là **tốc độ quay qui dẫn**, ký hiệu  $n'_1$ .

- Lưu lượng qui về điều kiện  $D_1 = 1m$ ,  $H = 1m$  gọi là **lưu lượng qui dẫn**, ký hiệu  $Q'_1$ .

- Công suất qui về điều kiện  $D_1 = 1m$ ,  $H = 1m$  gọi là **công suất qui dẫn**, ký hiệu  $N'_1$ .

Để có được các đại lượng qui dẫn kể trên không nhất thiết phải chế tạo ra một tuabin có đường kính BXCT bằng 1m và thí nghiệm với cột nước  $H = 1m$  mà ta có thể làm thí nghiệm với một tuabin mẫu có cột nước  $H$  và đường kính  $D_1$  tùy ý. Sau đó đo số vòng quay  $n_M$ , lưu lượng  $Q_M$  và cột nước  $H_M$  và tính đổi ra các đại lượng qui dẫn theo các công thức về luật tương tự trên :

Từ luật tương tự ta có :

$$\frac{n'_1}{n} = \frac{D_1}{1} \sqrt{\frac{1}{H}} \quad (2-6)$$

$$\frac{Q'_1}{Q} = \frac{1}{D_1^2} \sqrt{\frac{1}{H}} \quad (2-7)$$

$$\frac{N'_1}{N} = \frac{1}{D_1^2 H} \sqrt{\frac{1}{H}} \quad (2-8)$$

Biết các đại lượng qui dẫn  $n'_1$ ,  $Q'_1$  và  $N'_1$  ta có thể xác định  $n$ ,  $Q$  và  $N$  của tuabin dự định thiết kế theo các công thức sau (cũng của luật tương tự):

$$n_T = \frac{n'_1 \sqrt{H_T}}{D_{1T}} \quad (2-9)$$

$$Q_T = Q'_1 D_{1T}^2 \sqrt{H_T} \quad (2-10)$$

$$N = 9,81 Q'_1 D_{1T}^2 H_T^{3/2} \eta_T \quad (2-11)$$

Như vậy khi biết các thông số qui dẫn ta dễ dàng xác định các thông số thực khi biết cột nước  $H_T$  và đường kính tuabin  $D_{1T}$ .

### 2.5 Hệ số tỷ tốc $n_s$ ( còn gọi là số vòng quay đặc trưng ) :

Để đặc trưng cùng một lúc cho ba thông số chính của tuabin là  $n$ ,  $H$ ,  $N$ , người ta dùng một đại lượng gọi là **hệ số tỷ tốc**, ký hiệu là  $n_s$ . Hệ số tỷ tốc được định nghĩa là *tốc độ quay của tuabin khi làm việc ở cột nước  $H = 1m$  phát ra công suất  $N = 1$  mã lực (1 mã lực = 0,736 kW). Để tìm hệ số tỷ tốc khi biết  $N$ ,  $n$ ,  $H$  ta sử dụng các công thức tương tự (2-2) và (2-4), rút ra :*

$$n_s = \frac{1,167n\sqrt{N(kw)}}{H^{5/4}} \quad (2-12)$$

$$n_s = 3,65n'_1 \sqrt{Q'_1 \eta} \quad (2-13)$$

+ **Lưu ý** : Hiện tại, nhiều nước phương Tây định nghĩa *hệ số tỷ tốc là tốc độ quay tuabin khi làm việc ở cột nước  $H = 1m$  phát ra công suất  $1kW$  (  $1kW = 1,167$  mã lực).*

Vì vậy, nếu tính hệ số tỷ tốc theo công thức  $n_s = \frac{n\sqrt{N(kW)}}{H^{5/4}}$  thì sẽ nhỏ hơn trị số  $n_s$  tính theo công thức (2-12) của Liên bang Nga là 1,167

Từ công thức (2-13) ta nhận thấy, tỷ tốc của các tuabin cùng kiểu bằng nhau vì lúc đó  $n'_1$  và  $Q'_1$  là hằng số. Khi chế độ làm việc của tuabin thay đổi (công suất hay số vòng quay thay đổi) còn  $H = \text{const}$  thì hệ số tỷ tốc  $n_s$  cũng sẽ thay đổi. Điều đó giải thích lý do vì sao *khi so sánh tính chất của các kiểu tuabin theo tỷ tốc ta phải tính đối  $n_s$  với một chế độ làm việc của các tuabin được so sánh như nhau.*

Tỷ tốc  $n_s$  càng tăng thì kích thước tuabin giảm xuống và ngược lại. Do đó theo quan điểm kinh tế (kích thước và trọng lượng tuabin nhỏ) nên chọn tuabin có tỷ tốc cao. Muốn thế, phải tăng hiệu suất  $\eta$  hoặc tăng  $Q_1'$  và  $n_1'$ . Với trình độ kỹ thuật hiện nay,  $\eta$  cũng chỉ tăng đến giới hạn nhất định. Bởi thế muốn tăng  $n_s$  trong thực tế hiện nay của ngành chế tạo tuabin thường dựa theo hai biện pháp cơ bản : tăng  $n_1'$  và  $Q_1'$ .

Kinh nghiệm cho thấy : tăng  $Q_1'$  để tăng  $n_s$  lợi hơn nhiều so với tăng  $n_1'$ , vì rằng khi tỷ tốc của hai tuabin khác kiểu bằng nhau thì tuabin nào có  $Q_1'$  lớn bao giờ cũng có kích thước nhỏ hơn mặc dù lúc đó số vòng quay  $n$  của cả hai đều bằng nhau.

**Bảng 2-1. Hệ số tỷ tốc của tuabin tâm trục**

Kiểu tuabin	TT 45	TT 75	TT 115	TT 170
$H_{\max}$ (m)	45	75	115	170
$n_s$	350-300	350-300	300-250	250-220
Kiểu tuabin	TT 230	TT 310	TT 400	TT 600
$H_{\max}$ (m)	230	310	400	500-600
$n_s$	220-175	175-155	155-125	125-115

**Bảng 2-2. Hệ số tỷ tốc của tuabin gáo**

Kiểu tuabin	G 400-600	G 700	G 1650	G 2000
$H_{\max}$ (m)	400-600	700	1650	2000
$n_s$	23	20	13	8

**Bảng 2-3. Hệ số tỷ tốc của tuabin cánh quay đặt đứng**

Kiểu tuabin	CQ 10	CQ 15	CQ 20	CQ 30	CQ 40
$H_{\max}$ (m)	10	15	20	30	40
$N_s$	1200	1200-900	900-730	730-600	600-500

Qua các bảng trên cho thấy : *tuabin gáo có tỷ tốc thấp, tuabin tâm trục có tỷ tốc trung bình, tuabin chong chóng, cánh quay có tỷ tốc cao.* Và trong mỗi hệ cũng được chia thành ba nhóm : tỷ tốc cao, trung bình và chậm.

**Bảng 2-4. Phân nhóm theo tỷ tốc ở tuabin cùng hệ loại**

Hệ tuabin	Nhóm tỷ tốc chậm	Nhóm tỷ tốc trung bình	Nhóm tỷ tốc cao
Chong chóng	300-400	400-600	600-800
Cánh quay	300-450	500-700	800-1000
Tâm trục	60-150	150-250	250-400
Gáo	4-10	14-25	30-60

## 2.6 Tính toán hiệu suất tuabin thực từ tuabin mô hình

Trong các công thức về luật tương tự tuabin thực tế có chứa các giá trị hiệu suất, tuy nhiên một cách gần đúng đã bỏ qua các trị số này. Thực tế cho thấy tuabin mô hình và tuabin thực cùng làm việc ở chế độ tương tự sẽ có hiệu suất khác nhau, phụ thuộc vào cột áp và đường kính BXCT của tuabin. Nguyên nhân là do sự khác nhau về tổn

thất trong hai tuabin trên. Nhưng bản chất vấn đề tồn thất trong tuabin lại hết sức phức tạp, người ta chưa tìm ra những phương pháp tính chính xác các dạng tồn thất này.

Trong thực tế để xác định hiệu suất của tuabin thực theo hiệu suất mô hình thường phải dùng đến các công thức kinh nghiệm.

Khi cột áp  $H \leq 150\text{m}$  dùng công thức sau :

$$\eta_{\max T} = 1 - (1 - \eta_{\max M})^5 \sqrt{\frac{D_{1M}}{D_{1T}}} \quad (2-14)$$

Khi cột áp  $H \geq 150\text{m}$  :

$$\eta_{\max T} = 1 - (1 - \eta_{\max M})^5 \sqrt{\frac{D_{1M}}{D_{1T}}} \cdot \sqrt{\frac{H_M}{H_T}} \quad (2-15)$$

Hai công thức trên chỉ đúng ở chế độ tối ưu của tuabin. Còn các chế độ khác ngoài chế độ tối ưu thì việc hiệu chỉnh hiệu suất tuabin thực từ tuabin mô hình sẽ phức tạp hơn, cần đến những nghiên cứu đặc biệt về vấn đề này.

## 2.7 Vấn đề tồn thất trong mô hình hóa tuabin

Như đã biết, công suất tuabin bao giờ cũng nhỏ hơn công suất dòng nước vì có các dạng tồn thất khác nhau. Nếu  $N_{dc}$  là công suất của dòng chảy,  $N_T$  là công suất tuabin thì tồn thất năng lượng  $\Delta N$  sẽ là :  $\Delta N = (1 - \eta)N_{dc}$ , trong đó  $\eta$  - tổng hiệu suất (hay hiệu suất) của tuabin. Tồn thất trong tuabin gồm có : tồn thất thủy lực, tồn thất thể tích (còn gọi là tồn thất lưu lượng) và tồn thất cơ khí. Ta hãy xét các dạng tồn thất này để đánh giá sự khác nhau giữa hiệu suất của tuabin thực và tuabin mô hình.

### a. Tồn thất thủy lực

#### Tồn thất ma sát

Tồn thất ma sát trong tuabin cũng giống như tồn thất dọc đường trong đường ống của lý thuyết thủy lực. Tồn thất này liên quan đến chiều dài phần dẫn dòng, hệ số độ nhám, tốc độ dòng chảy, bán kính thủy lực.

Ta thấy rằng độ nhám tương đối của phần dẫn dòng trong mô hình thu nhỏ thường không thể đảm bảo tỷ lệ tương tự hình học với tuabin thực. Độ nhám tương đối này cũng phụ thuộc vào đường kính BXCT  $D_1$  và cột áp  $H$ .

#### Tồn thất cục bộ

Hiệu suất thủy lực của tuabin nếu chỉ tính tồn thất cục bộ là :

$$\eta_{tlc} = 1 - k_c Q_1^2 \quad (2-16)$$

Hai tuabin tương tự cùng làm việc ở các chế độ giống nhau thì hệ số  $k_c = \text{const}$  và chúng có cùng một thông số lưu lượng qui dẫn  $Q_1$ .

Vậy ta có thể kết luận rằng : đối với tuabin mô hình và tuabin thực tương tự thì hiệu suất thủy lực chỉ tính đến tồn thất cục bộ không thay đổi. Khi mô hình hóa tồn thất thủy lực chỉ còn lại sự khác nhau về tồn thất ma sát dọc đường, phụ thuộc vào  $D_1$  và  $H$ .

### b. Tồn thất thể tích

Dòng chảy qua tuabin có một phần lưu lượng dò qua khe hở giữa rôto và stato. Phần lưu lượng này không tham gia vào việc biến đổi năng lượng.

Hiệu suất thể tích khi đó được tính :

$$\eta = 1 - K_q \frac{1}{Q_1'} \quad (2-17)$$

Từ biểu thức trên ta thấy hiệu suất thể tích của tuabin mô hình và tuabin thực tương tự cùng làm việc ở các chế độ giống nhau thì không thay đổi. Vì rằng chúng có cùng hệ số  $K_q$  và  $Q_1'$ . Tuy nhiên khe hở giữa BXCT và vỏ của tuabin thực và mô hình không nhất thiết tương tự, nó phụ thuộc cấp gia công chính xác.

### c. *Tổn thất cơ khí*

Tổn thất cơ khí là tổn thất năng lượng do ma sát cơ khí ở các ổ trượt, ổ đỡ, trong các đệm chống thấm giữa bộ phận chuyển động và bộ phận không chuyển động của tuabin, đồng thời do ma sát giữa các bộ phận quay với nước ở phần dẫn dòng (gọi là ma sát đĩa).

Hiệu suất ma sát cơ khí trong ổ đỡ, ổ trượt :

$$\eta_{ms} = 1 - k_{ms} M_{ms} \frac{n_1'}{Q_1'} \quad (2-18)$$

Trong đó :  $k_{ms} = \frac{\pi}{30\gamma D_1^3 H}$  - hệ số ma sát

$M_{ms}$  – mômen ma sát ở các ổ đỡ, ổ trượt.

Từ biểu thức trên ta nhận thấy hiệu suất cơ khí do tổn thất ma sát của tuabin mô hình và tuabin thực tương tự khác nhau. Đối với tuabin có công suất lớn thì hiệu suất cơ khí lớn hơn tuabin có công suất nhỏ.

Tuy nhiên trong cân bằng năng lượng tuabin thì tổn thất cơ khí tương đối nhỏ so với các dạng tổn thất khác. Thường hiệu suất cơ khí của tuabin chỉ nằm trong khoảng 96%-98%.

Vì hiệu suất cơ khí của tuabin khá cao nên việc đánh giá sự khác nhau của hiệu suất cơ khí tuabin thực và mô hình tương tự cũng được bỏ qua. Vì vậy ta không xét đến tổn thất cơ khí do ma sát đĩa.

Qua những khảo sát và phân tích sự khác nhau của các dạng hiệu suất của tuabin thực và mô hình ta có thể rút ra kết luận sau : *Hiệu suất do tổn thất ma sát dọc đường của tuabin thực và mô hình tương tự thay đổi phụ thuộc vào đường kính BXCT và cột áp tuabin. Còn hiệu suất thủy lực do tổn thất cục bộ, hiệu suất thể tích của tuabin thực và mô hình tương tự giống nhau. Hiệu suất cơ khí cơ bản phụ thuộc vào công suất tuabin.*

## Chương 3 : BỘ PHẬN DẪN NƯỚC VÀO VÀ RA - HỆ THỐNG ĐIỀU TỐC CỦA TUABIN

### 3.1 Buồng tuabin :

Buồng tuabin là phần nối liền công trình dẫn nước của NMTĐ với tuabin, có nhiệm vụ đưa nước vào bánh xe công tác sau khi qua bộ phận hướng dòng. Buồng tuabin cần đảm bảo những yêu cầu chính sau đây :

- Dẫn nước đều đặn lên chu vi các cánh hướng nước, để tạo nên dòng chảy đối xứng với trục tuabin.

- Tổn thất thủy lực trong buồng tuabin, tại trục stato và tại cánh hướng dòng là nhỏ nhất

- Buồng có kích thước nhỏ nhất và kết cấu đơn giản. Dễ tiếp nối với đường dẫn của NMTĐ.

- Thuận tiện cho việc bố trí tuabin và các thiết bị phụ của nó trong gian máy.

Kinh nghiệm cho thấy, kích thước và hình dạng buồng tuabin có ảnh hưởng đến tổn thất năng lượng trong buồng và các phần nước chảy qua tiếp theo. Nói chung buồng có kích thước lớn thì hiệu suất cao hơn. Mặt khác kích thước buồng quyết định kích thước khối tuabin và kích thước phần dưới nước của nhà máy, do đó mà nó liên quan trực tiếp đến giá thành xây dựng của NMTĐ.

Các kiểu buồng tuabin thường gặp trong NMTĐ là :

+ **Kiểu buồng xoắn** : Buồng tuabin có dạng xoắn ốc, làm bằng thép hoặc bê tông, dòng chảy trong buồng tuabin là có áp. Đây là buồng tuabin thường gặp nhất ở NMTĐ và có ưu điểm là :

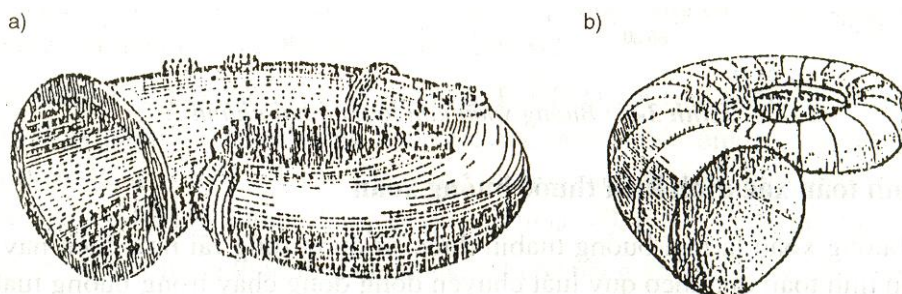
- Điều kiện thủy lực tốt, có hiệu suất và khả năng thoát nước tốt

- Có thể dùng với bất kỳ cột nước nào. Tuy nhiên nếu cột nước thấp và lưu lượng lớn thì nên dùng tuabin dòng chảy thẳng với buồng tuabin kiểu trụ tròn

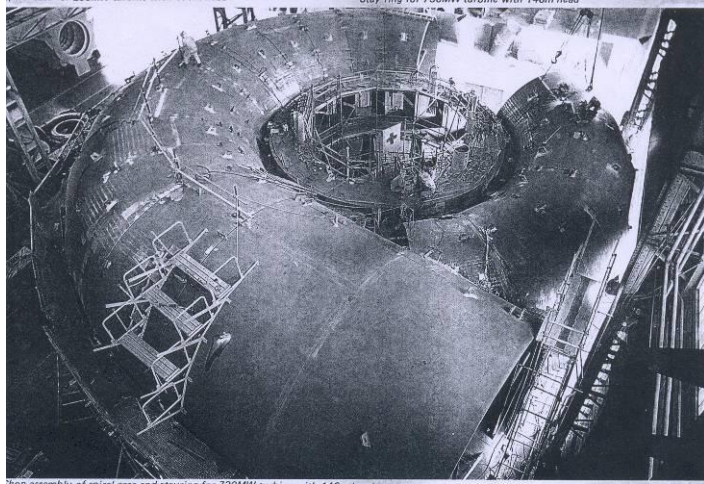
- Kích thước bé nên giảm được khối lượng xây dựng nhà máy và có thể dễ dàng thi công với bất kỳ cột nước nào

**Buồng xoắn bê tông**: Thường dùng cho trạm thủy điện cột nước thấp ( $H < 40m$ ). Khi cột nước lớn hơn 50m buồng xoắn bê tông phải được lót bằng thép tấm dày từ  $10 \div 16$  mm và được giằng néo chặt vào bê tông để cùng chịu lực.

**Buồng xoắn kim loại** :



Hình 3-1 : Buồng xoắn kim loại : a/ Bằng gang; b/ Bằng thép hàn



**Hình 3-2 : Buồng xoắn tổ hợp hàn**

Buồng xoắn kim loại được dùng trong trường hợp cột nước lớn hơn 30m, tương ứng với tuabin tâm trục và các loại tuabin hướng trục cột nước cao. Buồng xoắn có thể làm bằng gang đúc hoặc tổ hợp thép hàn như hình vẽ.

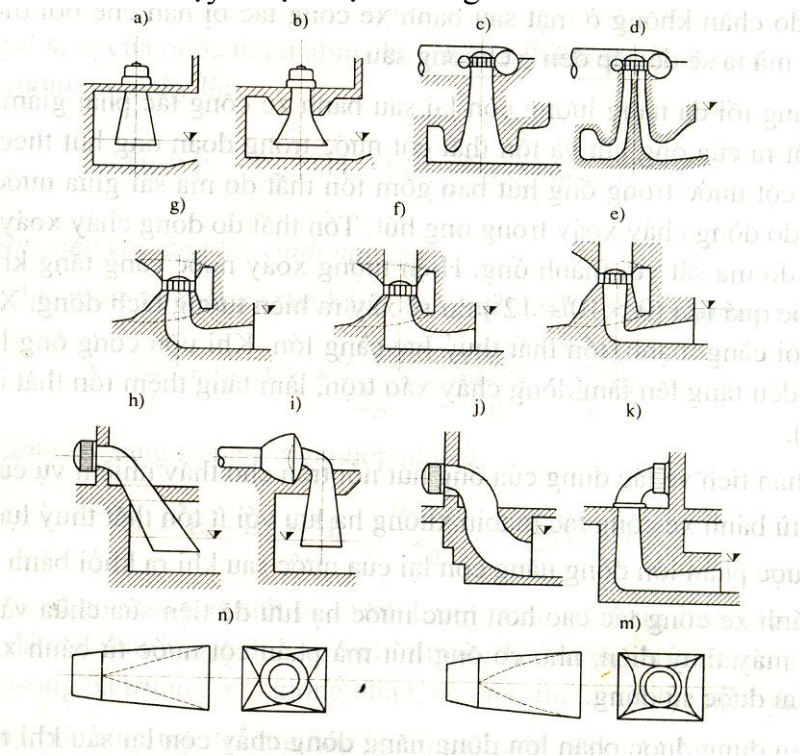
+ **Kiểu buồng hở** : Là loại buồng đơn giản nhất thường dùng ở trạm TĐ nhỏ cột nước thấp  $H < 5m$  và  $D_1 < 1,2m$ . Giới hạn cột nước sử dụng là 10m và

giới hạn đường kính BXCT là  $D_1 = 1,6m$ , vận tốc nước không vượt quá 1m/s. Buồng hở có thể làm bằng gỗ, gạch hoặc đá xây hay bằng bê tông, thường có các kiểu sau đây : *Hở chữ nhật trục đứng, hở chữ nhật trục ngang và hở dạng xoắn ốc.*

### 3.2 Ống hút :

Ống hút (của tuabin phản kích) có tác dụng tăng thêm cột nước sử dụng chính là độ chân không tạo ra sau BXCT, có nghĩa là tăng độ chênh áp lực tác dụng lên mặt BXCT tuabin. Tuy nhiên, độ chân không ở mặt sau BXCT bị hạn chế bởi điều kiện xảy ra khí thực tuabin mà ta sẽ đề cập sau.

Như vậy nhiệm vụ của ống hút là :

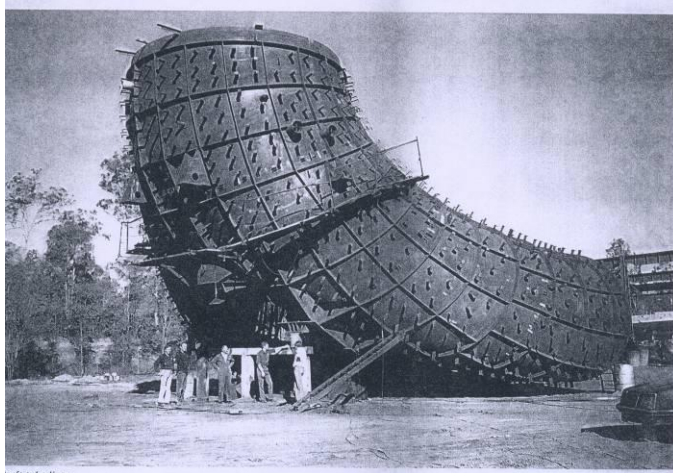


**Hình 3-3 : Các kiểu ống hút**

- Dẫn nước từ BXCT của tuabin xuống hạ lưu với ít tổn thất thủy lực nhất.

- Sử dụng được phần lớn động năng còn lại của nước sau khi ra khỏi BXCT.

Thực tế xây dựng các NMTĐ đã xuất hiện rất nhiều kiểu ống hút với hình dáng rất khác nhau, hình trên đưa ra một số kiểu thường gặp.



**Hình 3-4:** Ống hút của tuabin cỡ lớn

### 3.3 Hệ thống điều tốc tuabin :

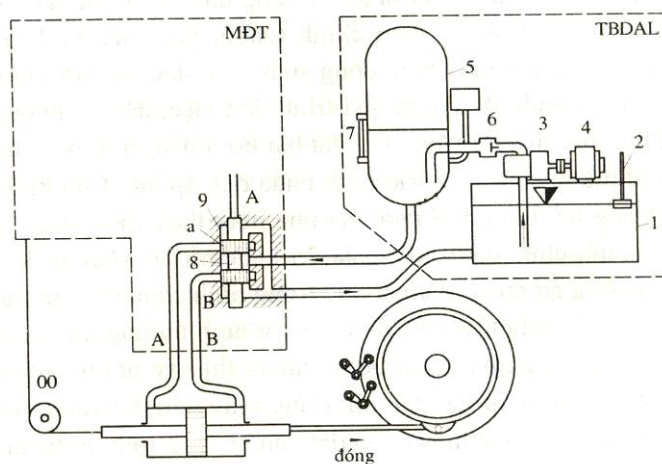
#### a. Vấn đề điều chỉnh tuabin :

Đối với lưới điện hiện đại, yêu cầu tần số điện không đổi (50Hz hoặc 60Hz), hay nói chính xác hơn, phạm vi biên đổi rất nhỏ, dưới 0,1%. Vì vậy nó đòi hỏi tốc độ quay của tuabin không được thay đổi. Song, khi phụ tải thay đổi, mômen (tương ứng với công suất phát của tuabin) và mômen cản (tương ứng với phụ tải) sẽ mất cân bằng, làm tốc độ quay của tuabin thay đổi.

Muốn giữ tốc độ quay của tuabin không đổi, phải tạo nên cân bằng mới giữa mômen quay và mômen cản, tức là phải thay đổi công suất phát để nó tương ứng với trị số phụ tải mới. Để thay đổi công suất trên trục tuabin, người ta thường thay đổi lưu lượng qua tuabin bằng cách thay đổi độ mở cánh hướng dòng của tuabin phản kích, hay thay đổi độ mở vòi phun của tuabin xung kích.

**Hình 3-5:** Sơ đồ hệ thống điều chỉnh tự động tuabin.  
MĐT-Máy điều tốc;  
TBDAL-Thiết bị dầu áp lực;

1. Thùng chứa dầu;
2. Phao đo;
3. Bơm dầu;
4. Động cơ điện;
5. Bình dầu áp lực;
6. Van một chiều;
7. Đo mức dầu;
8. Ngăn dầu áp lực;
9. Ngăn dầu không áp.





Việc tăng giảm độ mở tuabin để thay đổi công suất hay dừng máy có thể thao tác bằng tay khi yêu cầu chính xác của tần số điện không cao và lực đóng mở tuabin không lớn, tức chỉ được dùng ở trạm thủy điện nhỏ.

Để đảm bảo chất lượng điện đưa lên lưới (gồm điện áp và tần số) cũng như để đảm bảo yêu cầu dừng máy cấp tốc người ta phải tiến hành thao tác điều chỉnh tuabin một cách tự động, tức bộ phận điều chỉnh lưu lượng qua tuabin phải được thao tác bằng các động cơ secvô có lực thao tác lớn nhờ áp lực dầu từ các ống dẫn dầu áp lực. Dầu áp lực này được cung cấp từ thiết bị dầu áp lực và được điều khiển, khống chế từ thiết bị điều tốc. Ba bộ phận này hợp lại thành *hệ thống điều chỉnh tự động tốc độ quay của tuabin*

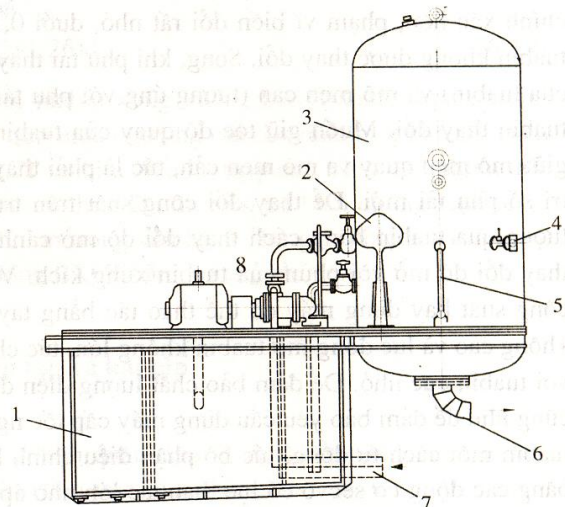
**b. Thiết bị dầu áp lực:**

Như trên đã trình bày, để thao tác điều tốc cần có hệ thống dầu áp lực làm nguồn cung cấp năng lượng, lấy dầu áp lực làm môi chất truyền lực cho động cơ secvô. Thiết bị dầu áp lực có nhiệm vụ cung cấp dầu áp lực cho tủ điều chỉnh tốc độ tuabin và trong một số trường hợp, còn cung cấp dầu áp lực cho động cơ secvô đóng mở van đĩa, van cầu, van tháo không tải...(dùng chung một hệ thống dầu)

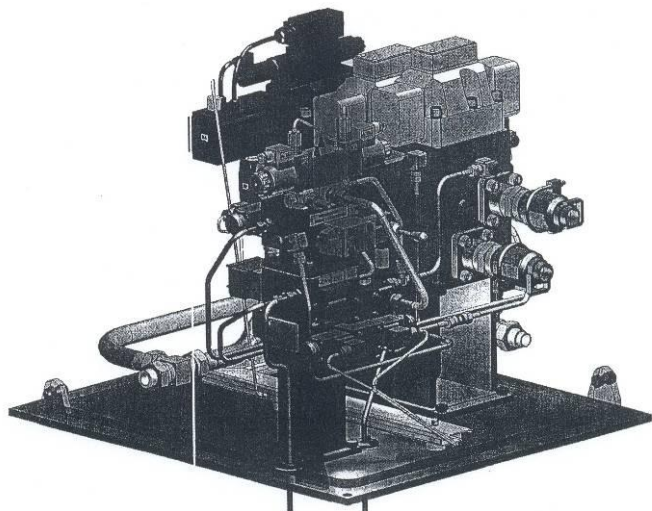
Trong bình chứa dầu áp lực, dầu chỉ chiếm 30 ÷ 40% thể tích, phần còn lại là không khí nén. Nhờ tính đàn hồi của không khí nén mà sóng áp lực sinh ra khi thao tác điều chỉnh tuabin được giảm đi rất nhiều. Lượng dầu và áp lực dầu trong bình chứa đảm bảo cho các bộ phận thao tác điều chỉnh tuabin làm việc bình thường, nó là nguồn dự trữ năng lượng, nên giảm nhẹ được công suất bơm dầu (so với dùng bơm dầu trực tiếp vào bộ phận điều chỉnh tuabin).

**Hình 3-6** : Sơ đồ kết cấu thiết bị dầu áp lực

1. Thùng chứa dầu;
2. Thiết bị tự động điều khiển;
3. Bình chứa dầu áp lực;
4. Khí nén từ máy nén khí đến;
5. Thước đo mực dầu trong bình chứa;
6. Dầu đến động cơ secvô;
7. Dầu xả từ hệ thống điều chỉnh tuabin về;
8. Bơm dầu.



Trong quá trình làm việc, dầu và không khí nén trong bình chứa dầu bị hao hụt do rò rỉ, vì vậy phải đặt hai bơm dầu (một bơm làm việc, một bơm dự trữ) để bơm dầu từ thùng chứa dầu vào bình chứa dầu áp lực. Còn không khí nén thì được các máy nén khí trong hệ thống khí nén của nhà máy cung cấp theo định kỳ. Áp lực khí nén trong bình chứa dầu thường là 25 kG/cm<sup>2</sup>, 40 kG/cm<sup>2</sup> hoặc 63 kG/cm<sup>2</sup>. Do thao tác điều khiển động cơ secvô, làm áp lực trong bình chứa dầu sụt xuống. Khi áp lực trong bình chứa dầu sụt xuống bớt 2 ÷ 3 kG/cm<sup>2</sup> so với bình thường thì các máy bơm dầu hoạt động nhờ các role áp lực. Khi áp lực đạt bình thường thì role tự động điều khiển dừng máy bơm. Để bơm dầu không chịu áp lực dầu khi dừng máy, lắp đặt van một chiều



**Hình 3-7:** Cụm điều khiển thiết bị dầu áp lực

trên đường ống. Để đảm bảo an toàn vận hành, cần lắp đặt van an toàn trên bình chứa dầu. Ngoài ra còn có phao chỉ mức dầu, áp kế... Dầu ở thiết bị dầu áp lực là dầu sạch, có độ nhớt 4-5<sup>0</sup>E ở nhiệt độ 50<sup>0</sup>C.

**c. Máy điều tốc :**

Máy điều tốc gồm các cơ cấu phức tạp để thao tác điều chỉnh tự động tốc độ quay của tuabin cũng như các thao tác điều khiển, khống chế chế độ làm việc của tuabin. Các bộ phận chính của máy điều tốc gồm có :

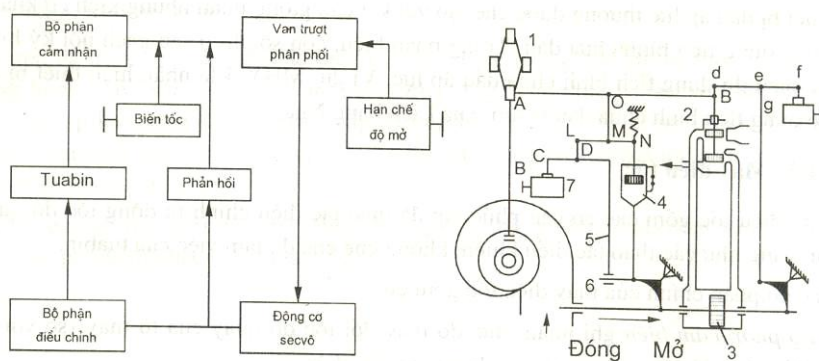
**Bộ phận cảm biến :** Ghi nhận mức độ thay đổi tốc độ quay của tổ máy.

**Bộ phận khuếch đại :** Làm nhiệm vụ nhận tín hiệu từ bộ phận cảm biến và khuếch đại tín hiệu.

**Bộ phận phân phối dầu áp lực :** Căn cứ vào tín hiệu từ bộ phận cảm biến để điều phối dầu áp lực tới động cơ servô thao tác đóng mở bộ phận hướng dòng của tuabin. Đó là van trượt phân phối (còn gọi là van điều phối).

**Bộ phận chấp hành :** Thực hiện mệnh lệnh đóng mở các cánh hướng tuabin. Đó là động cơ servô gồm xilanh và pittông di chuyển bên trong xilanh theo hướng đóng hoặc mở các cánh hướng tuabin tùy thuộc vào hướng tác dụng của dầu áp lực, do van trượt phân phối điều phối.

**Bộ phận phản hồi :** Nhằm đưa tín hiệu vị trí pittông động cơ servô phản hồi trở lại để bộ phận cảm biến trở về vị trí cũ ứng với trạng thái cân bằng mới của tuabin.

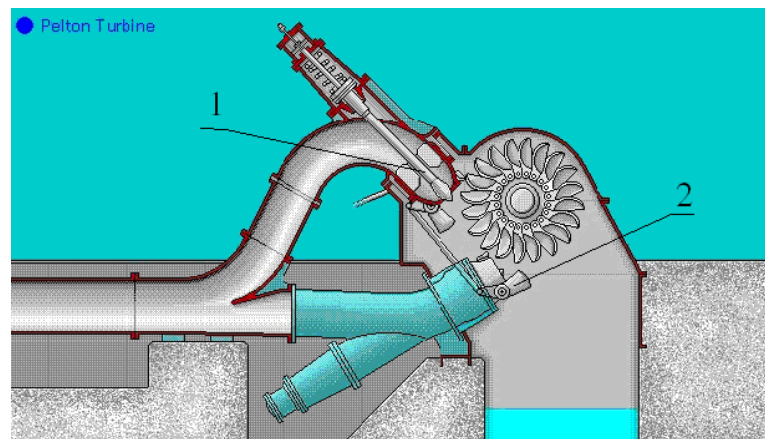


**Hình 3-8:** Sơ đồ nguyên lý làm việc của các cơ cấu thao tác trong máy điều tốc  
 1.Con lắc; 2.Van trượt phân phối; 3.Động cơ servô; 4. Phản hồi mềm; 5. Phản hồi cứng;  
 6. Tuabin; 7. Cơ cấu biến tốc; 8. Trục quay; 9. Cơ cấu giới hạn độ mở.

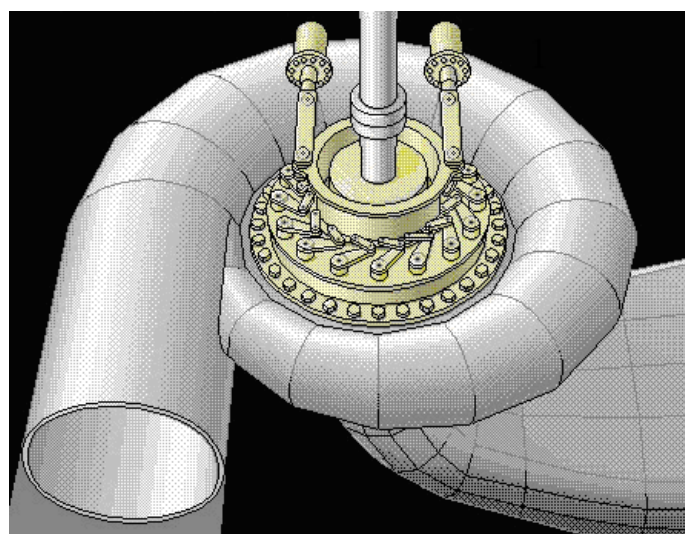
Ngoài ra, trong máy điều tốc còn có một số bộ phận điều khiển như cơ cấu biến tốc, cơ cấu giới hạn độ mở.. dùng để thay đổi phụ tải tổ máy đảm nhận, hay khống chế độ mở tối đa của cánh hướng dòng..

Ở tuabin tâm trục hay tuabin chong chóng, máy điều tốc chỉ nhằm thay đổi độ mở bộ phận hướng dòng, gọi là *máy điều tốc điều chỉnh đơn* (có một bộ phận điều chỉnh). Ở tuabin cánh quay hay tuabin gáo có thêm thiết bị làm lệch tia nước thì phải dùng loại *máy điều tốc điều chỉnh kép*. Ở tuabin cánh quay, có hai bộ phận điều chỉnh, đó là bộ phận điều chỉnh độ mở cánh hướng dòng và bộ phận điều chỉnh góc đặt cánh BXCT của tuabin. Góc đặt cánh BXCT được thay đổi tùy thuộc vào cột nước và độ mở cánh hướng dòng, vì vậy, phải có cầu nối giữa hai bộ phận điều chỉnh này gọi là *bộ phận liên hợp*. Ở tuabin gáo cũng vậy, khi đóng chậm vòi phun bằng van kim để giảm áp lực nước và thì thiết bị làm lệch tia nước phải cắt ngay tia nước ra khỏi gáo rồi sau đó mới từ từ trở về vị trí cũ nên cũng cần phải có thêm bộ phận điều chỉnh thứ hai để thao tác thiết bị làm lệch tia nước.

Ở máy điều tốc nhỏ, thiết bị dầu áp lực và tất cả các bộ phận của thiết bị điều tốc được bố trí trong cùng một tủ điều tốc, còn ở thủy điện lớn thì thiết bị dầu áp lực bố trí riêng, các bộ phận của thiết bị điều tốc (trừ động cơ servo) được bố trí trong *tủ điều tốc*. Ở thủy điện lớn, động cơ servo thường gồm hai chiếc, bố trí sát nắp tuabin hoặc nằm trên nắp tuabin.



**Hình 3-9:** Điều tốc tuabin gáo. 1- van kim; 2- cơ cấu lệch dòng



**Hình 3-10:** Cơ cấu điều tốc tuabin Francis

## Chương 4 : HIỆN TƯỢNG XÂM THỰC VÀ CHIỀU CAO HÚT CỦA TUABIN

### 4.1 Hiện tượng xâm thực trong tuabin:

Nghiên cứu điều kiện làm việc của tuabin khi có ống hút cho thấy ở phía dưới cánh BXCT (tức ở mặt sau của rôphin cánh BXCT, nơi gần vị trí nối tiếp với ống hút), khi tuabin làm việc, xuất hiện chân không do vận tốc nước chảy qua BXCT lớn.

Hơn nữa, khi chảy trong các rãnh giữa hai cánh BXCT vận tốc nước phân bố không đều, dẫn đến áp suất nước ở mặt sau của cánh giảm xuống rất thấp, làm xuất hiện hiện tượng xâm thực.

+ **Giải thích:** Hạ thấp áp suất chất lỏng đến áp suất hoá hơi thì trong chất lỏng hình thành các bọt khí, rồi các bọt khí tràn đầy chất lỏng, vì do trong chất lỏng có chứa nhiều hạt bụi là những hạt nhân hoà tan không khí trong chất lỏng (cũng cần nhắc rằng áp suất hoá hơi lại phụ thuộc vào nhiệt độ chất lỏng).

Sau khi hình thành bọt khí thì không thể tiếp tục hạ thấp áp suất chất lỏng, bởi vì thể tích bọt khí chiếm chỗ sẽ tăng lên nhanh chóng. Khi áp suất tăng lên thì các bọt khí sẽ bị nén và ngưng tụ thành chất lỏng.

Nghiên cứu dòng chảy trong BXCT của tuabin có thể nhận thấy dòng chảy ở đây có lưu tốc cao (làm giảm nhanh chóng áp suất) và mạch động áp lực lớn (mạch động áp lực chính là các quá trình biến thiên – dao động áp suất lớn theo chu kỳ rất bé, khoảng 0,1 giây). Khi áp suất hạ thấp xuống gần áp suất hoá hơi thì do có mạch động áp lực nên có thời điểm áp suất thấp hơn áp suất hoá hơi, hình thành vùng bọt khí cục bộ, rồi bọt khí bị phá vỡ khi áp suất tăng cao hơn áp suất hoá hơi. Càng hạ thấp áp suất thì số lượng bọt khí tăng lên nhanh chóng và các bọt khí cũng được hình thành và phá vỡ liên tục dưới dạng mạch động. Quá trình tồn tại bọt khí gồm hai pha : pha hình thành các bọt khí ở vùng áp suất thấp và pha phá vỡ các bọt khí ở vùng áp suất cao. Tại đây, hơi nước trong bọt khí ngưng tụ, hình thành lỗ trống làm cho nước chung quanh ập vào tâm bọt khí với tốc độ cao, nước va đập vào nhau mạnh tại tâm bọt khí, làm áp suất tại tâm bọt khí có thể lên tới hàng ngàn atmôphe.

Tại bề mặt kim loại do có các bọt khí bị phá vỡ liên tục sẽ tạo nên các va đập mạnh lên bề mặt kim loại một cách liên tục với tần số cao làm cho nó bị “mỏi”, dẫn đến bị phá huỷ, hình thành các lỗ hồng dày đặc như tổ ong, có khi sâu tới 10 ÷ 40 mm. Đi liền với sự phá huỷ cơ học còn có sự phá huỷ do điện phân và hoá học làm tăng nhanh tốc độ phá huỷ bề mặt kim loại.

Tác dụng điện hóa có thể giải thích như sau :

Khi bọt khí bị nén trong điều kiện áp suất và nhiệt độ cao làm cho giữa các bộ phận phần nước qua của tuabin có sự chênh lệch về nhiệt độ (do xâm thực) hình thành các pin nhiệt điện. Dưới tác dụng của hiện tượng điện phân xảy ra trên bề mặt kim loại và hiện tượng phóng điện trong các bọt khí sẽ gây nên hiện tượng ăn mòn kim loại.

Ngoài ra trong quá trình xảy ra xâm thực luôn luôn kèm theo các phản ứng hóa học tại các điểm bị công phá. Một trong những sản phẩm của các phản ứng hóa học là các loại axit. Các axit này làm tăng khả năng ăn mòn kim loại. Điều này được khẳng định bằng thực nghiệm. Nếu thay các chi tiết bằng gốm, thủy tinh đặc biệt thì sự phá hoại ít đi.

Các dạng xâm thực và các nơi thường bị xâm thực ( xem hình 4-1)

- *Xâm thực hình dạng* : tại mặt sau của cánh BXCT, nơi xuất hiện vùng áp suất thấp

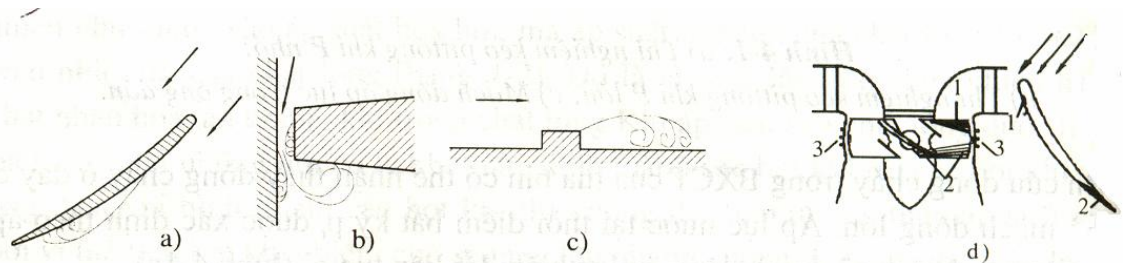
- *Xâm thực khe hẹp*: tại các khe hẹp (như khe hở giữa cánh BXCT với buồng BXCT tuabin, khe hở giữa van kim và miệng vòi phun) do vận tốc nước ở đây rất lớn làm áp suất giảm xuống rất thấp.

- *Xâm thực cục bộ* : tại những chỗ gồ ghề cục bộ làm cho dòng chảy không bám vào bề mặt của thành dẫn được, gây nên xoáy nước và hình thành vùng chân không cục bộ.

Khi xuất hiện hiện tượng xâm thực thì tuabin có các biểu hiện sau :

- Tuabin làm việc không bình thường, máy rung mạnh và có tiếng ồn lớn.
- Tổn thất thủy lực lớn, hiệu suất tuabin giảm xuống rõ rệt.

Hiện tượng xâm thực làm xấu đi các chỉ tiêu vận hành an toàn và kinh tế của tuabin. Làm giảm mạnh công suất, khả năng thoát nước và hư hỏng các phần nước qua của tuabin. Vì vậy, trong vận hành không cho phép để xảy ra hiện tượng xâm thực tuabin. Muốn vậy, phải *đảm bảo điều kiện áp suất nước ở bất kỳ điểm nào trong tuabin đều lớn hơn áp suất hoá hơi của nước.*



**Hình 4-1** : Các dạng khí thực và các vị trí thường bị xâm thực.

- a) Tại mặt sau cánh BXCT; b) Tại buồng BXCT; c) Tại bề mặt gồ ghề;  
d) Các vị trí thường bị xâm thực ở tuabin hướng trục.

1. Mặt sau cánh BXCT (mép vào); 2-Mặt sau cánh BXCT (mép ra); 3-Buồng BXCT.

#### 4.2 Hệ số xâm thực và chiều cao hút của tuabin:

Người ta qui định một hệ số ký hiệu  $\sigma$  là một đại lượng không thứ nguyên, trị số của nó phụ thuộc vào tình hình dòng chảy ở phần dẫn dòng BXCT tuabin. Ở chế độ làm việc tương tự, trị số này không đổi (là hằng số và là một trong các thông số đặc trưng cho mỗi kiểu tuabin nhất định), được gọi là **hệ số xâm thực** của tuabin, với giá trị đó thì tuabin bắt đầu xảy ra xâm thực tại chế độ làm việc đã cho. Để xác định hệ số xâm thực  $\sigma$  người ta làm thí nghiệm mô hình trên bộ thí nghiệm xâm thực tuabin.

$$\text{Đặt :} \quad H_s = H_a - H_{bh} - \sigma H - 1,5 \text{ (m)} \quad (4-1)$$

trong đó :  $H_a$  – áp suất khí trời (tính theo mét cột  $H_2O$ )

$H_{bh}$  – áp suất hoá hơi (tính theo mét cột  $H_2O$ )

$\sigma$  - hệ số xâm thực

$H$  - cột nước tính toán (m)

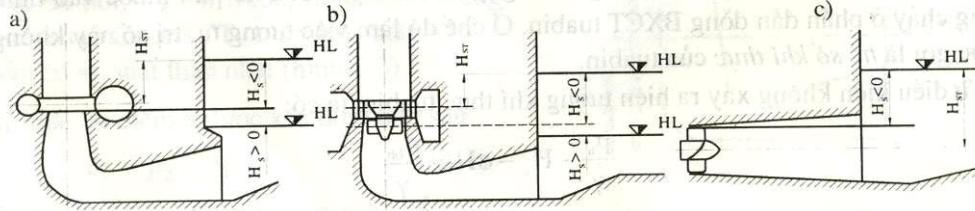
$H_s$  - Gọi là **chiều cao hút của tuabin**.

**Chú ý** : - Giá trị 1,5 m trong công thức trên có ý nghĩa dự phòng để bảo đảm mức độ an toàn nhất định bởi vì hiện tượng xâm thực có thể xảy ra sớm hơn so với số liệu thí nghiệm mô hình.

Công thức 4-1 còn có thể viết ở dạng :

$$H_s = 10 - \nabla/900 - \sigma H - 1,5 \text{ (m)} \quad (4-2)$$

Trong đó :  $\nabla$  - cao độ mặt nước hạ lưu so với mặt nước biển (m)



**Hình 4-2:** Quy định về chiều cao hút  $H_s$  và chiều cao hút lắp đặt  $H_{st}$

Chiều cao hút của tuabin là khoảng cách từ mép ra cao nhất của cánh BXCT tuabin đến mực nước hạ lưu (xem hình 4-2). Ở đây  $H_s$  lấy giá trị dương khi mực nước hạ lưu nằm thấp hơn BXCT và lấy giá trị âm khi mực nước hạ lưu nằm cao hơn BXCT.

**Ý nghĩa chiều cao hút :** Với một chiều cao hút nào đó cho trước, thay vào biểu thức 4-1 hoặc 4-2 trên ta sẽ tìm được một giá trị  $\sigma'$  nào đó (giá trị  $\sigma'$  này còn được gọi là hệ số xâm thực công trình). So sánh  $\sigma'$  với trị số  $\sigma$  tại chế độ làm việc nhất định có được do làm thí nghiệm mô hình (xem trên đường đặc tính tổng hợp vận hành của tuabin), nếu  $\sigma' > \sigma$  thì áp suất tuyệt đối của dòng nước tại vị trí khảo sát sẽ lớn hơn áp suất hóa hơi và sẽ không xuất hiện xâm thực trong tuabin và ngược lại.

**Bảng 4-1: Quan hệ giữa áp suất khí trời với cao độ (so với mặt biển)**

$\Delta_T$ (m)	0	100	200	300	400	500	600	800	1000	1200
$H_a = p_a/\gamma$ (m)	10,33	10,21	10,09	9,97	9,85	9,73	9,62	9,34	9,16	8,94

**Bảng 4-2 : Quan hệ giữa áp suất hoá hơi và nhiệt độ nước**

$t^{\circ}\text{C}$	0	5	10	15	20	25	30	40
$H_{bh} = p_{bh}/\gamma$ (m)	0,06	0,09	0,13	0,17	0,24	0,32	0,43	0,75

### 4.3 Các biện pháp phòng chống xâm thực

Muốn loại trừ hoặc đề hạn chế tác hại do xâm thực đến mức thấp nhất, trong thực tế ngành tuabin thường sử dụng các biện pháp sau đây :

- Xác định chiều cao hút  $H_s$  hợp lý. Chiều cao hút tính toán của tuabin phải xác định sao cho bằng chiều cao hút cho phép. Với chiều cao hút đó, một mặt sẽ đảm bảo tuabin làm việc không xảy ra xâm thực hoặc có xâm thực nhẹ với mức độ cho phép, đồng thời đảm bảo cho tuabin không lắp đặt ở độ sâu quá thấp so với mực nước hạ lưu ( $H_s$ ) kinh tế. Chẳng hạn ở Nga, chiều cao hút  $H_s$  chọn sao cho độ sâu lớn nhất của tuabin so với mực nước hạ lưu thường khoảng  $6 \div 8\text{m}$ . Nếu chọn nhỏ hơn phạm vi nói trên sẽ làm tăng khối lượng xây dựng và giá thành phần dưới nước của NMTĐ.

- Nghiên cứu và hoàn thiện các kiểu BXCT sao cho có thể giảm hệ số xâm thực, có nghĩa là đảm bảo cho tuabin có chiều cao hút lớn hơn. Đồng thời việc giảm hệ số xâm thực sẽ cho phép tăng phạm vi cột nước sử dụng của các kiểu tuabin. Chính vì vậy người ta có thể sử dụng tuabin tâm trục với cột nước  $H = 700\text{m}$ .

- Một trong các biện pháp bảo vệ các bộ phận của phần nước chảy qua của tuabin khỏi bị phá hoại do tác dụng xâm thực là chọn hợp lý các nguyên vật liệu chế tạo.

- Biện pháp hạn chế xâm thực trong vận hành NMTĐ : Duy trì tuabin làm việc ở chế độ không khí thực hoặc xâm thực chỉ biểu hiện ở mức nhẹ. Dẫn không khí vào phía dưới BXCT để làm giảm bọt khí thực và giảm áp lực mạch động. Nếu không khí được dẫn đúng nơi và số lượng không khí vừa phải thì có thể làm giảm độ rung máy.

## Chương 5 : THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH VÀ ĐƯỜNG ĐẶC TÍNH CỦA TUABIN

### 5.1 Thí nghiệm mô hình tuabin

Tuabin nước là thiết bị có kích thước lớn, vì vậy khó có điều kiện để làm thí nghiệm với kích thước nguyên mẫu tại hiện trường. Người ta thường xác định các đặc tính năng lượng, xâm thực và lồng tốc cũng như việc nghiên cứu thiết kế tuabin thường được tiến hành trong phạm vi phòng thí nghiệm với kích thước nhất định, thu nhỏ nhiều lần so với kích thước tuabin thật.

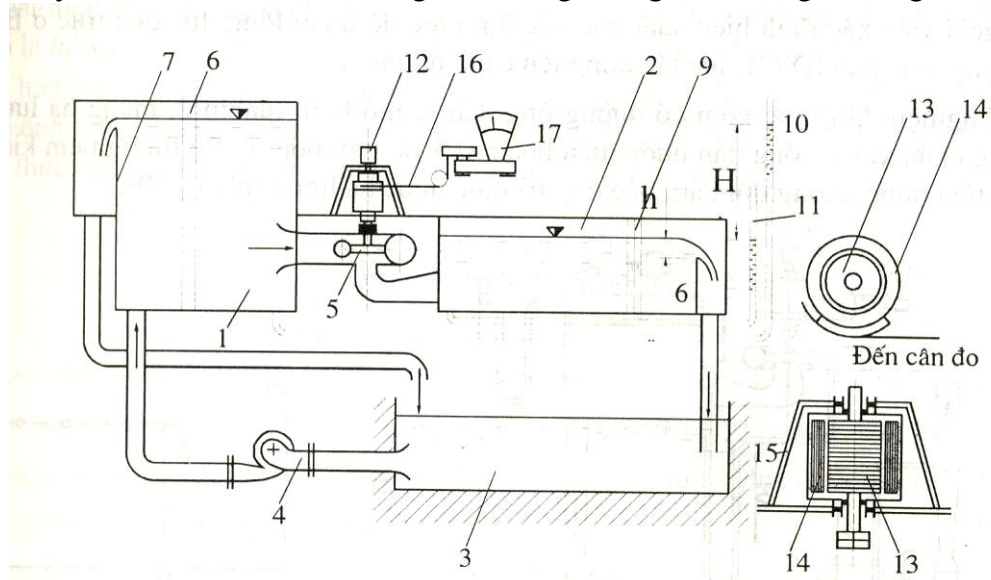
Như đã đề cập ở phần luật tương tự tuabin trong chương 2, để đảm bảo thí nghiệm chính xác, tuabin mô hình và tuabin thực phải tuân theo các tiêu chuẩn tương tự.

Thí nghiệm mô hình chia ra hai loại : thí nghiệm đặc tính năng lượng và thí nghiệm xâm thực.

#### a. Thí nghiệm đặc tính năng lượng của tuabin

Mô hình tuabin dùng trong bộ thí nghiệm năng lượng có đường kính trong khoảng  $250 \div 460$  (800) mm. Bộ thí nghiệm năng lượng gồm có máng thượng lưu 1, máng hạ lưu 2, bể chứa 3, máy bơm 4, mô hình tuabin 5 có buồng xoắn và ống hút tương tự hình học được lắp vào giữa hai máng 1 và 2.

Khi làm việc, nước từ máng 1 chảy qua tuabin vào máng 2. Lưu lượng được đo bằng đập tràn thành mỏng 6 (công thức tính lưu lượng theo giá trị  $h$  được kiểm định bằng phương pháp dung tích). Nước sau khi qua đập tràn chảy vào bể chứa 3, từ đó dùng bơm bơm nước lên máng thượng lưu 1 hình thành hệ thống chảy tuần hoàn. Để duy trì mực nước ở máng thượng lưu không đổi ta đặt ngưỡng tràn 7 ; nước tràn được đưa về bể chứa 3. Lưới chắn 8 và 9 nhằm làm cho dòng chảy ở các máng trở nên bằng phẳng, chảy êm. Cột nước ở bộ thí nghiệm năng lượng nằm trong khoảng  $2 \div 6$ m.



Hình 5-1 : Bộ thí nghiệm năng lượng

Các trị số đo đặc chính trong bộ thí nghiệm là : lưu lượng  $Q$  (đo bằng lớp nước tràn  $h$ ), cột nước  $H$  (xác định từ các ống đo áp 10,11 phần tổn thất trước cửa vào buồng xoắn có thể xem xét bổ sung), tốc độ quay  $n$  (xác định bằng máy đo tốc độ quay



hay đếm 12) và công suất trên trục tuabin  $N_T$ . Để đo công suất này dùng máy hãm. Thường dùng kiểu điện từ. Rôto 13 của máy hãm gắn vào trục tuabin mô hình, còn stato 14 của máy hãm gắn vào giá 15. Khi rôto quay lực tương hỗ điện từ kéo stato, song nó bị dây thừng 16 nối vào cân đo 17 hãm lại. Biết lực kéo của dây là  $P$ , bán kính quay là  $r$  thì có thể xác định được mômen trên trục tuabin  $M = P.r$  (N.m). Công suất trên trục tuabin là :

$$N = \frac{M.n}{9550} \text{ (kW)}. \quad (5-1)$$

Hiệu suất tuabin mô hình tính theo công thức :

$$\eta_M = \frac{N}{9,81.Q.H} \quad (5-2)$$

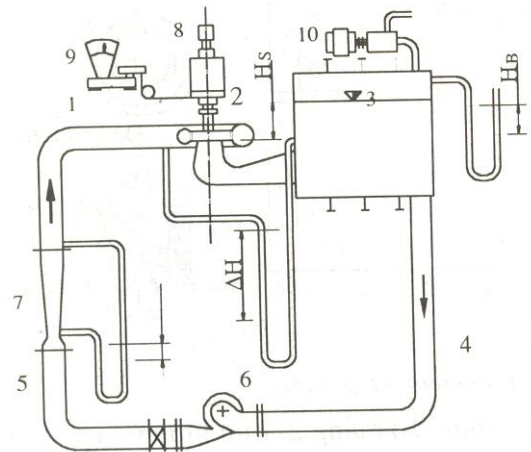
Thí nghiệm tiến hành theo trình tự sau : Đặt độ mở cánh hướng  $a_0$  ở một số vị trí, đó là các vị trí 8/8, 7/8, 6/8, 5/8, 4/8, 3/8 (ít khi dùng 2/8) của độ mở cánh hướng lớn nhất. Cho tuabin làm việc với tốc độ quay  $n$  khác nhau bằng cách thay đổi mức hãm, rồi đo đạc các thông số  $Q$ ,  $H$ ,  $n$ ,  $M$  ở các chế độ làm việc ổn định. Từ đó tính được  $n'_1$ ,  $Q'_1$ ,  $\eta_M$  và xây dựng các đường cong quan hệ giữa từng cặp thông số hoặc nhiều thông số với nhau. Từ các đường đặc tính quan hệ xây dựng đặc tính tổng hợp của mô hình. Trong thí nghiệm năng lượng, ngoài việc xác định hiệu suất còn xác định tốc độ quay lồng, lực dọc trục ở BXCT, lực tác động lên cánh BXCT, lực tác động lên cánh hướng.

### b. Thí nghiệm xâm thực

Người ta sử dụng bộ thí nghiệm xâm thực để xác định các chỉ tiêu về xâm thực, mô hình tuabin dùng trong thí nghiệm xâm thực có đường kính khoảng 250 ÷ 460 mm

Bộ thí nghiệm xâm thực gồm có đường ống dẫn 1, mô hình tuabin 2, máng hạ lưu kiểu kín (thùng chứa kín 3), ống dẫn nước tuần hoàn 4,5 và máy bơm 6. Bộ thí nghiệm kiểu kín với dung tích nước không đổi đảm bảo duy trì mực nước hạ lưu.

Khi tiến hành thí nghiệm, đo các thông số sau : lưu lượng  $Q$  đo bằng ống Venturi 7 (đo trị số  $\Delta h$ ), cột nước  $H$  đo bằng độ chênh áp  $\Delta H$  (có cộng thêm cột nước vận tốc trong đường ống 1), công suất  $N$  đo bằng máy hãm 8 và cân đo 9, độ chân không ở mặt thoáng thùng chứa 3 đo bằng chân không kế. Bơm chân không 10 tạo chân không trong thùng chứa 3. Để trong quá trình thí nghiệm không sản sinh hiện tượng xâm thực trong máy bơm 6, máy bơm được đặt thấp hơn thùng chứa 3 khoảng 10 ÷ 15 m. Khi cho bộ thí nghiệm làm việc phải gia nhiệt cho nước thí nghiệm, nhất là khi cần điều chỉnh bơm bằng khoá van đặt ở cạnh máy bơm. Để duy trì nhiệt độ nước dùng ống xoắn gia nhiệt, có khi phải thêm nước ở thùng chứa 3 và xả bớt nước từ đường ống 5. Thông thường bộ thí nghiệm này sử dụng cột nước trong khoảng 20 ÷ 30m. Song để thu nhập số liệu đáng tin cậy, sử dụng bộ thí nghiệm với cột nước tối thiểu 150 ÷ 200m hoặc cao hơn.



Hình 5-2 Bộ thí nghiệm khí thực

Nguyên lý xác định hệ số khí thực như sau : Giữ áp lực nước tại mặt thoáng thùng chứa kín 3 không đổi và bằng  $p_3 (= \gamma H_3)$ . *Hệ số xâm thực công trình* xác định theo công thức :

$$\sigma = \frac{\frac{p_3}{\gamma} - H_s - \frac{p_{bh}}{\gamma}}{H} \quad (5-3)$$

Trong đó :  $p_{bh}$  là áp suất hoá hơi của nước ở nhiệt độ thí nghiệm

$H_s$  là khoảng cách từ thùng chứa 3 đến cao độ đặt BXCT tuabin

Thay đổi  $p_3$  bằng cách điều chỉnh bơm chân không, ứng với các giá trị  $p_3$  tạo ra và nhiệt độ của nước ta có các giá trị  $\sigma$  theo công thức 5-3 trên, tiến hành đo và vẽ các đường quan hệ  $\eta_M = f(\sigma)$  cho từng độ mở  $a_0$  của cánh hướng. Khi giảm *hệ số xâm thực công trình*  $\sigma$  đến một trị số nào đó thì bắt đầu xuất hiện hiện tượng hiệu suất tuabin giảm rõ rệt do có hiện tượng xâm thực tuabin, ta gọi đó là *hệ số xâm thực tới hạn*  $\sigma_T$  ở chế độ đó của tuabin. Do trị số  $\sigma_T$  tìm được trong thí nghiệm mô hình là lúc đã xảy ra hiện tượng khí thực, nên khi xác định cao trình đặt tuabin phải có độ dự trữ xâm thực trong công thức tính toán. Sử dụng các trị số  $\sigma_T$  tìm được có thể vẽ được các đường đồng trị số xâm thực trên đường đặc tính tổng hợp chính của tuabin.

## 5.2 Đường đặc tính của tuabin

### a. Đường đặc tính đơn

Với kết quả thực nghiệm, sau khi xác định được các thông số ở chế độ khác nhau, ta có thể thiết lập quan hệ giữa từng cặp thông số với nhau khi các thông số khác là hằng số. Quan hệ này được biểu diễn dưới dạng đồ thị và gọi là đường đặc tính đơn.

#### **Đặc tính công tác:**

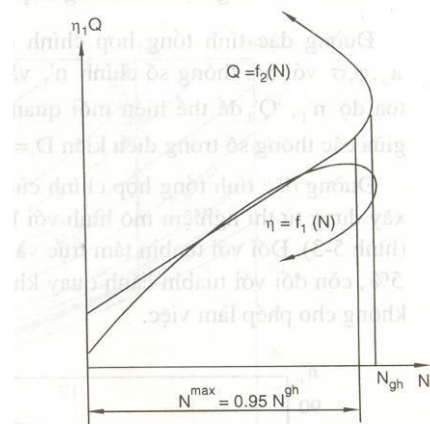
Nếu dùng công suất hay lưu lượng làm đối số, ta gọi là đường đặc tính công tác. Trong quá trình làm việc của tuabin, do thông số  $n$  không đổi, còn  $H$  biến đổi chậm nên cũng có thể xem  $H = \text{const}$ , chỉ có  $Q$  (hay  $N$ ) biến đổi trong phạm vi lớn làm các thông số khác biến đổi lớn.

- Nếu xem xét các thông số  $a_0, \eta, Q$  thay đổi theo  $N$  thì gọi là đường đặc tính công tác công suất.

- Nếu xem xét các thông số  $a_0, \eta, N$  thay đổi theo  $Q$  thì gọi là đường đặc tính công tác lưu lượng.

Khi tăng công suất thì  $\eta$  tăng từ 0 đến cực đại rồi giảm xuống, còn công suất tuabin thì chỉ có thể tăng đến một giới hạn nào đó ( $N_{M\text{TĐ}_{gh}}$ ) dù cho thông số lưu lượng tăng thêm (tăng độ mở cánh hướng). Bởi vì lúc đó lưu lượng tăng thêm nhưng hiệu suất giảm nhanh nên công suất tuabin giảm, làm cho đường  $Q = f(N)$  có dạng móc câu như hình vẽ 5-3. Vì vậy, thường chỉ cho tuabin làm việc trong phạm vi  $N < (0,95 \div 0,97)N_{gh}$ . Đường giới hạn  $95\%N_{gh}$  này được gọi là *đường dự trữ* (còn gọi là *đường hạn chế*) công suất 5% của tuabin.

Khi  $N = 0$  thì  $\eta = 0$  còn  $Q > 0$ . Trị số lưu lượng lúc này gọi là *lưu lượng không tải*  $Q_{kt}$ . Lúc này, năng lượng trên trục quay do nước tạo ra chỉ vừa đủ cân bằng với sức cản môi trường để hình thành tốc độ quay đó.



Hình 5-3 : Đặc tính công tác  $\eta, Q = f(N)$

### Đặc tính vòng quay

Đặc tính này biểu thị các thông số của tuabin  $Q$ ,  $N$ ,  $\eta$  là hàm số của vòng quay  $n$  đối với các độ mở  $a_0$  khác nhau.

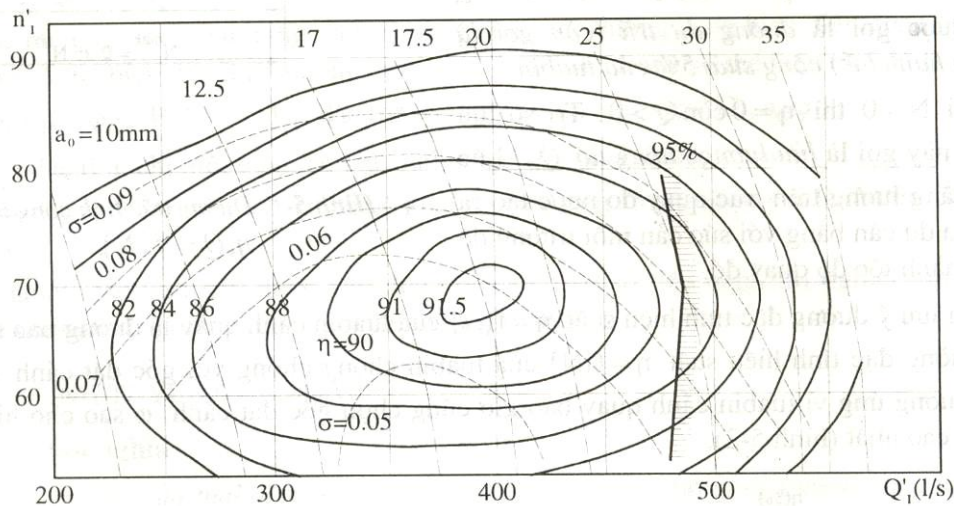
### Đặc tính cột áp

Đặc tính này biểu thị quan hệ giữa các thông số của tuabin với cột áp tuabin, với các giá trị độ mở  $a_0$  khác nhau và  $n = \text{const}$  :  $Q = f(H)$ ;  $N = f(H)$ ;  $\eta = f(H)$ . Cột áp của tuabin là một đại lượng thay đổi theo hàng tháng, hàng năm.

### b. Đường đặc tính tổng hợp của tuabin :

#### Đường đặc tính tổng hợp chính của tuabin

Đường đặc tính tổng hợp chính của một kiểu tuabin đặc trưng cho mẫu tuabin đó, được xây dựng từ thí nghiệm mô hình với  $D_1 = \text{const}$  và  $H = \text{const}$ , do nhà chế tạo tuabin cung cấp. Đặc tính này là lý lịch của tuabin mô hình và qua đó đánh giá khả năng làm việc và chất lượng của tuabin mô hình, nó là tài liệu gốc để chọn tuabin. Đối với tuabin tâm trục và chong chóng bao giờ cũng có đường dự trữ công suất 5%, còn đối với tuabin cánh quay không có đường này vì ở điểm này đặc tính xâm thực đã không cho phép làm việc.



Đường đặc tính tổng hợp chính của tuabin nói lên mối quan hệ giữa các thông số  $a_0$ ,  $\varphi$ ,  $\sigma$  với hai thông số chính  $n_1'$  và  $Q_1'$ , được thể hiện bằng các đường đồng

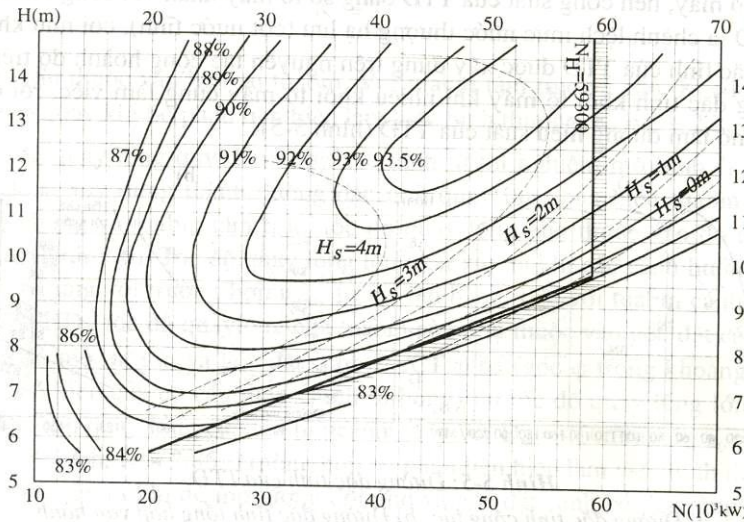
Hình 5-4 : Đường đặc tính tổng hợp chính của tuabin

trị số trên toạ độ  $n_1'$ ,  $Q_1'$  để thể hiện mối quan hệ giữa các thông số trong điều kiện  $D_1 = 1\text{m}$  và  $H = 1\text{m}$ .

#### Đường đặc tính tổng hợp vận hành của tuabin :

Đường đặc tính tổng hợp vận hành là đường đặc tính tổng hợp của tuabin thực, làm việc ở NMTĐ.

Trong thực tế vận hành NMTĐ thì đường kính tuabin đã xác định và tốc độ quay của tuabin không đổi, nên chỉ còn các thông số khác biến đổi tùy thuộc vào cột nước và lưu lượng làm việc (hay công suất làm việc) của NMTĐ. Vì vậy, đường đặc tính tổng hợp vận hành của tuabin biểu diễn mối quan hệ của các thông số như  $\eta$ ,  $a_0$ ,  $H_s$ ... với hai thông số chính là  $Q$  (hoặc  $N$ ) và  $H$  (khi  $D_1 = \text{const}$ ,  $n = \text{const}$ ) - hình 5-5. Nó được dùng để chỉ đạo vận hành NMTĐ là chủ yếu, cũng có khi dùng nó trong việc chọn lựa tuabin. Đường đặc tính tổng hợp vận hành được xây dựng từ đường đặc tính tổng hợp chính của tuabin.



Hình 5-5: Đường đặc tính tổng hợp vận hành tuabin

Trên đường đặc tính tổng hợp vận hành có đường giới hạn công suất làm việc lớn nhất của tuabin là đường xiên, còn đường thẳng đứng là giới hạn do điều kiện làm việc của máy phát điện. Cột nước tương ứng với giao điểm của hai đường này là cột nước nhỏ nhất mà tuabin có

thể phát đủ công suất tính toán, gọi là *cột nước tính toán*.

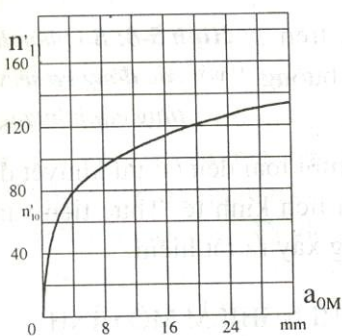
**c. Đặc tính quay lồng của tuabin:**

Trường hợp phụ tải tổ máy bị cắt đột ngột mà cánh hướng dòng không đóng lại thì tốc độ quay của tuabin sẽ tăng lên và sau một thời gian ngắn sẽ đạt tới trị số cực đại, ta gọi *tổ máy quay lồng*, tốc độ quay lớn nhất khi tổ máy quay lồng gọi là *tốc độ quay lồng*, ký hiệu  $n_1$ . Hiện tượng quay lồng xảy ra khi có sự cố ở bộ phận hướng dòng của tuabin hoặc ở bộ phận điều chỉnh tuabin trong vận hành hoặc khi thí nghiệm quay lồng tuabin trong phòng thí nghiệm.

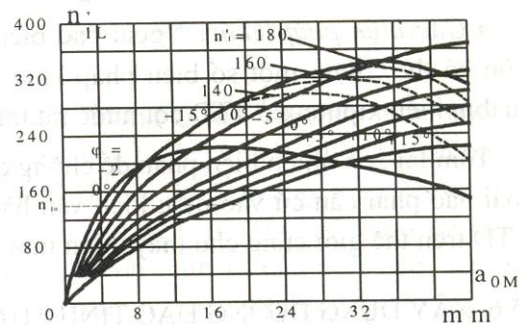
Tốc độ quay lồng tuabin thường được đặc trưng qua đại lượng quy dẫn của chúng, xác định theo công thức :

$$n_1 = n'_{11} \frac{\sqrt{H_{\max}}}{D_1} \tag{5-4}$$

Trong đó,  $n'_{11}$  là tốc độ quay lồng quy dẫn, lấy từ đường đặc tính quay lồng của kiểu tuabin đó.



Hình 5-6: Đặc tính quay lồng của tuabin tâm trục  $D_1=460\text{mm}$



Hình 5-7: Đặc tính quay lồng của tuabin cánh quay  $D_1=460\text{mm}$

Trị số tốc độ quay lồng quy dẫn được xác định từ thí nghiệm mô hình. Từ kết quả thí nghiệm thu được xây dựng thành đường đặc tính quay lồng của kiểu tuabin đó. Tốc độ quay lồng lớn nhất xảy ra khi các cánh hướng dòng được mở lớn nhất, tức ứng với trường hợp  $a_{0\max}$  trong vận hành. Đối với tuabin cánh quay, ngoài độ mở  $a_0$  của BPHD, tốc độ quay lồng tuabin còn phụ thuộc vào góc đặt cánh BXCT  $\varphi$ .

## Chương 6 : LẮP ĐẶT- VẬN HÀNH TUABIN

### 6.1 Lắp đặt tổ máy :

Một đặc điểm của công trình thủy điện lớn là tổ máy có kích thước rất lớn (đường kính tổ máy có thể tới hàng chục mét, chiều cao có thể tới mấy chục mét). Vì vậy, ở nhà máy chế tạo chỉ có thể chế tạo các bộ phận chi tiết và lắp thử thành cụm rồi tháo ra (theo định vị) và có khi còn phân thành các mảnh nhỏ để có thể vận chuyển đến công trường. Do đó, công tác lắp đặt tổ máy tốn khá nhiều thời gian. Hơn nữa, có một số bộ phận của tuabin như buồng xoắn, ống hút tuabin của NMTĐ lớn, nó cũng là kết cấu bê tông của NMTĐ.

*Công tác lắp đặt tổ máy gồm :*

- Lắp đặt phần thiết bị đặt sẵn (chôn trong bê tông), những phần này thường là phần côn ống hút, stato tuabin, buồng xoắn, đường ống, bulông móng... Các chi tiết này được lắp đặt hiệu chỉnh xong mới đổ bê tông, cũng có thể đổ bê tông trước song phải chừa vị trí để lắp đặt phần thiết bị đặt sẵn này.

- Công tác lắp cụm (tổ hợp). Với tổ máy lớn thì BXCT, rôto máy phát, nắp tuabin, stato máy phát... có thể phân thành nhiều mảnh chở đến công trường nhà máy rồi mới lắp thành BXCT, rôto máy phát, nắp tuabin, stato máy phát... Thường tổ chức lắp cụm tại sàn lắp máy, riêng các mảnh stato có thể tổ hợp thành stato tại vị trí làm việc.

- Công tác lắp đặt các thiết bị vào vị trí làm việc. Sau khi lắp cụm xong, các thiết bị được cầu vào vị trí làm việc theo tuần tự BXCT, nắp tuabin, stato máy phát, rôto máy phát, nối trục.

*Công tác căn chỉnh :* Do ở nhà máy chế tạo thiết bị không thể kiểm tra đầy đủ các yêu cầu về lắp đặt được, vì vậy công tác căn chỉnh tại công trường rất quan trọng, có ý nghĩa quyết định đến chất lượng của tổ máy trong vận hành.

Các vấn đề cần kiểm tra hiệu chỉnh trong lắp đặt tổ máy là :

- Kiểm tra mối hàn buồng xoắn kim loại hàn.  
- Kiểm tra độ tròn, độ đồng tâm (BXCT, côn ống hút, stato, rôto, các chi tiết tròn xoay), khe hở giữa các phần quay và không quay, cao độ của các chi tiết (xác định theo cao độ lắp đặt tuabin).

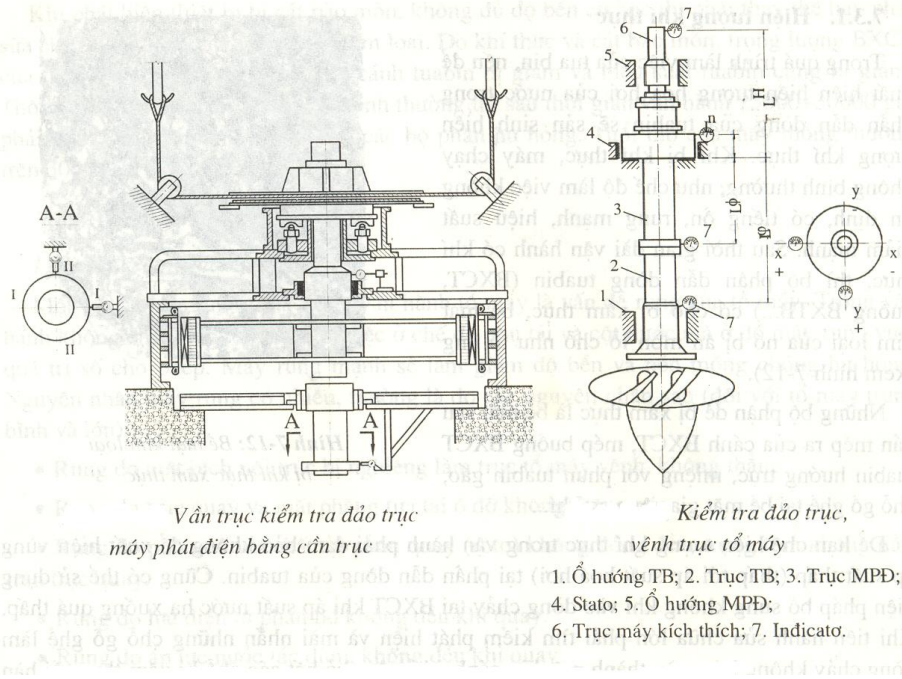
- Kiểm tra độ thẳng đứng (độ cong vênh), độ đảo trục. Điều này rất quan trọng vì khi nối trục, trục có thể bị vênh, nghiêng, không đồng tâm... dẫn đến đảo trục, khi vận hành máy sẽ bị rung.

- Kiểm tra cân bằng tĩnh, cân bằng động, không chế độ rung cho phép.

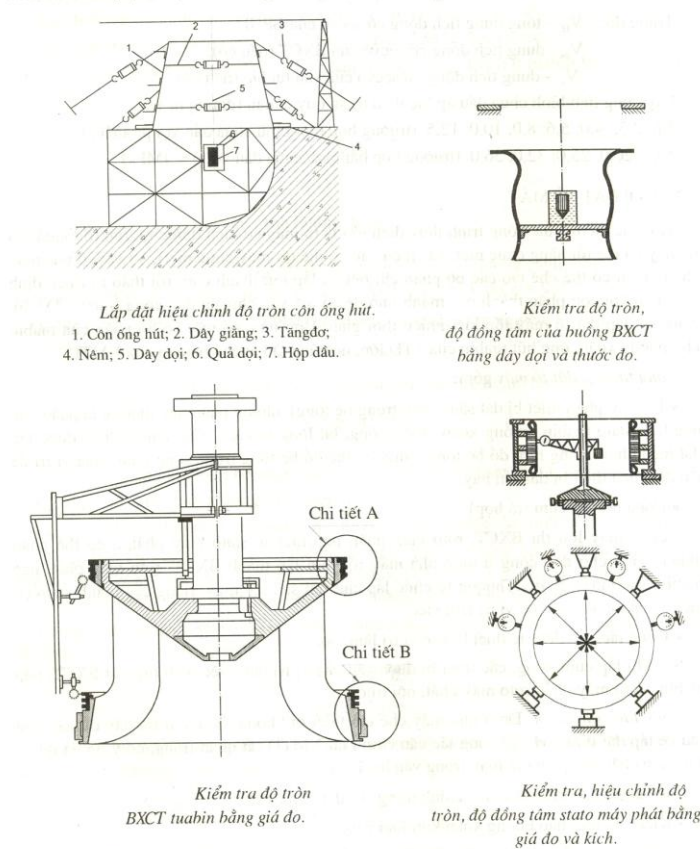
*Công việc kiểm tra độ tròn, độ đồng tâm và dụng cụ đo, hiệu chỉnh :*

- Kiểm tra hiệu chỉnh độ tròn của côn ống hút. Kéo dịch thành ống bằng tăng đơ.  
- Kiểm tra độ tròn, độ đồng tâm của buồng BXCT bằng dây dọi và thước đo.  
- Kiểm tra độ tròn, độ đồng tâm tại mặt bích nối trục.  
- Kiểm tra độ tròn của BXCT bằng giá đo có gắn đồng hồ so.  
- Kiểm tra độ tròn, độ đồng tâm của stato máy phát bằng dây dọi, thước đo hoặc giá đo có gắn đồng hồ so và dùng kích để hiệu chỉnh độ tròn của stato máy phát.  
- Vẫn trực kiểm tra độ đồng tâm của rôto máy phát.  
- Kiểm tra độ đồng tâm giữa mặt bích trục tuabin và mặt bích trục máy phát.

- Kiểm tra độ đồng tâm của trục tổ máy. Bằng cách sau khi nối trục xoay trục  $180^{\circ}$ , thông qua số đọc trên đồng hồ so để xác định độ đảo trục, độ cong vênh khi nối trục.



**Hình 6-1 : Kiểm tra căn chỉnh tuabin**



**Hình 6-2 : Lắp đặt tuabin**

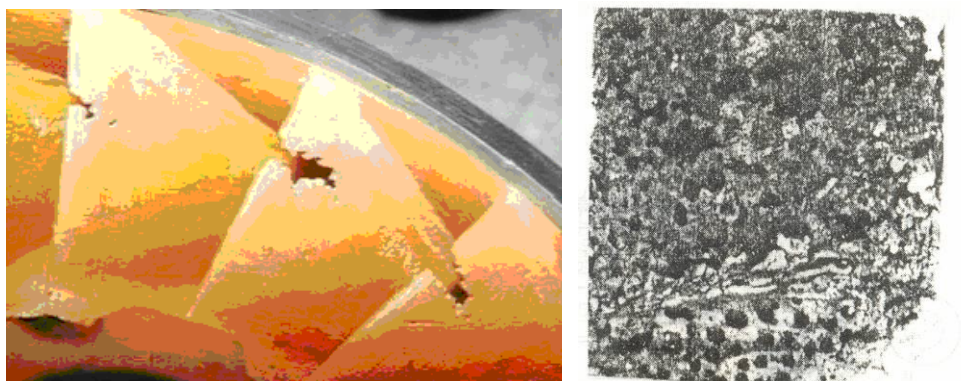
## 6.2 Một số vấn đề trong vận hành tổ máy :

Trong vận hành thông thường tổ máy làm việc ở vùng hiệu suất cao, rung ít. Hạn chế vận hành ở cột nước thấp. Đối với tuabin tâm trục, công suất nhỏ nhất trong vận hành tổ máy thường là  $(50\% \div 60\%)N_{Tmax}$ , còn đối với tuabin cánh quay, công suất nhỏ nhất trong vận hành tổ máy thường là  $(30\% \div 40\%)N_{Tmax}$ .

### a. Hiện tượng xâm thực :

Như đã trình bày ở chương 4, khi bị xâm thực, máy chạy không bình thường, như chế độ làm việc không ổn định, có tiếng ồn, rung mạnh, hiệu suất giảm mạnh. Sau thời gian dài vận hành có xâm thực, thì bộ phận dẫn dòng

tuabin (BXCT, buồng BXCT...) có chỗ bị xâm thực, bề mặt kim loại của nó bị ăn mòn lỗ chỗ như tổ ong.



**Hình 6-3 :** Cánh BXCT và bề mặt kim loại bị xâm thực

Để hạn chế hiện tượng xâm thực trong vận hành phải đảm bảo không để xuất hiện vùng áp suất thấp (thấp tới áp suất hơi hoá hơi) tại phần dẫn dòng của tuabin. Cũng có thể sử dụng biện pháp bổ sung không khí vào dòng chảy tại BXCT khi áp suất nước hạ xuống quá thấp. Khi tiến hành sửa chữa lớn phải tìm kiếm phát hiện và mài nhẵn những chỗ gồ ghề làm dòng chảy không bám vào thành prôphin cánh, phải đục bỏ hết các chỗ bị xâm thực rồi hàn đắp lại hoặc phun kim loại rồi mài nhẵn. Để hạn chế xâm thực, vật liệu thép làm BXCT phải là thép không rỉ, có độ bền mỏi cao.

**b. Hiện tượng cát bào mòn :**

Khi dòng chảy qua tuabin lẫn nhiều hạt cát thạch anh có độ cứng lớn (thường gặp ở sông suối miền núi mùa lũ, nơi tuyển quặng...), với vận tốc lớn, cát sẽ bào mòn các bộ phận dẫn dòng như : đường ống, vòi phun, cánh BXCT tuabin thành các rãnh theo phương dòng chảy. Để hạn chế cát bào mòn cánh BXCT tuabin thông thường phải làm bể lắng cát trên đường dẫn nước, làm lắng đọng các hạt cát cứng có kích thước lớn ( $d > 0,25$  mm) không cho chúng chảy vào đường ống dẫn nước và BXCT tuabin.

Khi phát hiện thiết bị bị cát bào mòn, không đủ độ bền cơ học thì phải thay thế hay phải sửa chữa bằng hàn đắp hoặc phun kim loại.



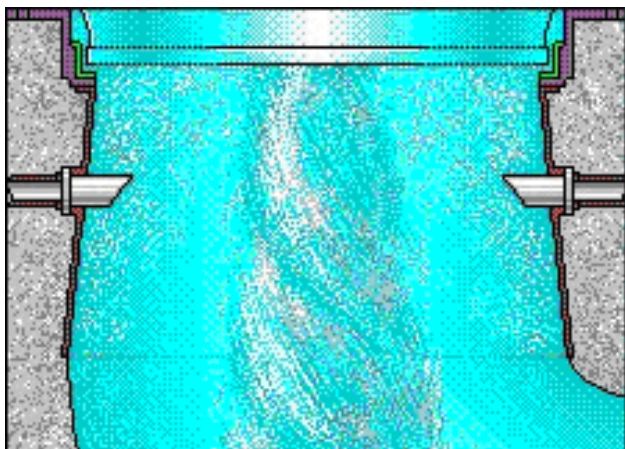
**Hình 6-4:** BXCT bị cát bào mòn

Do xâm thực và cát bào mòn, trọng lượng BXCT của tuabin sẽ bị giảm, độ bền của cánh tuabin bị giảm và hiệu suất cũng giảm. Thông thường với tuabin làm việc bình thường thì sau thời gian vận hành  $25000 \div 30000$  giờ phải sửa chữa lớn tổ máy, thay thế các bộ phận hư hỏng. Tuổi thọ của máy thông thường trên 30 năm.

**c. Hiện tượng xoáy trung tâm**

Khi bánh công tác quay ở tốc độ bình thường, dòng nước xả ra từ ống hút chảy theo hướng trục và mômen lớn nhất được tạo ra. Tuy nhiên, nếu lưu lượng thay đổi, góc ra dòng chảy cũng thay đổi.

Khi tốc độ xoáy của dòng chảy từ BXCT vượt quá một mức nhất định, xuất hiện một khoảng chân không bên trong ống hút dưới BXCT. Hiện tượng này gọi là “Xoáy trung tâm”.



**Hình 6-5:** Hiện tượng xoáy trung tâm

Khi lưu lượng dòng chảy tăng, góc ra trở nên lớn hơn, phát sinh hiện tượng xoáy trung tâm có hướng ngược với hướng quay của BXCT.

Khi lưu lượng dòng chảy giảm, góc ra trở nên nhỏ hơn, xoáy trung tâm có hướng cùng chiều với chiều quay của BXCT.

Khi xoáy trung tâm trở nên nhiễu loạn, chấn động xuất hiện, công suất phát của tuabin có thể giảm xuống.

Khi xoáy trung tâm phát sinh trong trường hợp quá tải, có lượng nước rất

lớn trong ống hút, do vậy tương đối ổn định và không có vấn đề gì đặc biệt xảy ra.

Tuy nhiên, nếu xoáy trung tâm phát sinh tải nhỏ, sẽ dẫn đến dao động.

Nó phát sinh và mất dần trong một chu kỳ lặp lại không đổi, sóng chu kỳ cũng phát sinh trong ống hút và kết quả là sự rung động được truyền ra bên ngoài.

#### **d. Hiện tượng xoáy cục bộ**

Ngoài xâm thực và xoáy trung tâm, sự rung động cũng có thể phát sinh bởi “Xoáy cục bộ”, loại xoáy có thể phát sinh riêng lẻ dọc theo dòng chảy qua các cánh BXCT.

“Xoáy cục bộ” phát sinh tương đối thường xuyên dọc theo dòng chảy.

#### **Các biện pháp khắc phục**

Ống cấp không khí đưa dòng không khí tới vùng trống chân không và khử chân không.

Các gờ (xem hình) được bố trí để kiểm chế các thành phần lưu tốc trong dòng xoáy ở ống hút và các gờ này ngăn cản phát sinh xoáy trung tâm.

#### **e. Vấn đề rung :**

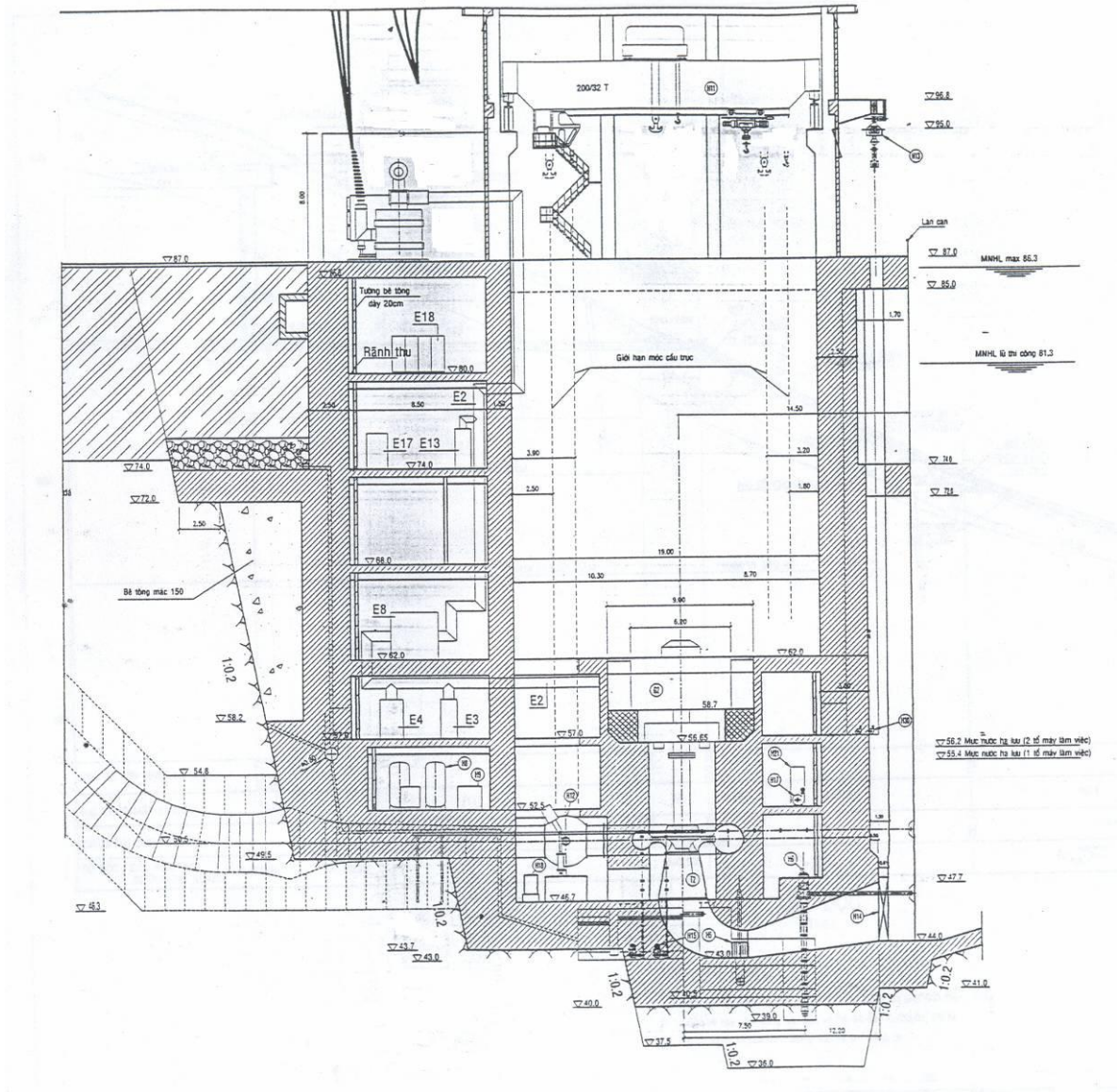
Một vấn đề cần lưu ý nữa trong vận hành tổ máy là vấn đề rung của tổ máy. Trong vận hành không cho phép tổ máy làm việc ở chế độ phụ tải và cột nước mà ở đó máy rung vượt quá trị số cho phép. Máy rung mạnh sẽ làm giảm độ bền và nền móng chóng hư hỏng. Nguyên nhân máy rung có nhiều, thường là do các nguyên nhân sau (đối với tổ máy trung bình và lớn) :

- Rung do mặt bích nối trục bị nghiêng làm trục tổ máy vênh, không thẳng.
- Rung do trục quay và mặt phẳng tựa tại ổ đỡ không thẳng góc.
- Rung do phân bố vật chất tại phần quay (rôto) không đồng đều, trọng tâm không nằm trên trục quay.
- Rung do lực điện từ phân bố không đều khi quay.
- Rung do áp lực nước tác dụng không đều khi quay.
- Rung do khuyết tật tại ổ đỡ, ổ hướng.
- Rung do bulông móng không chặt
- Rung do hiện tượng xâm thực của tuabin.



## Chương 7 : TUABIN FRANCIS LẮP ĐẶT TẠI NMTĐ A VƯƠNG

NMTĐ A Vương (tỉnh Quảng Nam), cách thành phố Đà Nẵng 110 km về phía tây có tổng công suất 210 000 KW gồm hai tổ máy được trang bị tuabin Francis trực đứng. Hình dưới là cắt ngang nhà máy qua tâm tổ máy (thiết kế bố trí thiết bị).



Hình 7-1: Cắt ngang NMTĐ A Vương

### 7.1 Cơ sở lựa chọn tuabin :

Cột nước tác dụng lên tuabin thay đổi khoảng từ 321 m đến 266 m, với giải cột nước này chắc chắn không thể sử dụng hệ tuabin cánh quay (Kaplan, Capxun hay Chong chóng) vì hệ tuabin này chỉ sử dụng cho cột nước thấp và lưu lượng lớn.

Như vậy ứng với cột nước này có hai lựa chọn là sử dụng tuabin Pelton hoặc là tuabin Francis. Tuy nhiên với độ thay đổi mức nước rất lớn này, sử dụng tuabin Francis là hợp lý hơn vì tuabin Francis có hiệu suất tương đối cao, kết cấu đơn giản và tin cậy trong vận hành trong khi tuabin Pelton là hoàn toàn không thích hợp.

Để thuyết phục hơn có thể so sánh hai loại tuabin thông qua tham khảo biểu đồ chỉ số giá giữa hai loại tuabin theo cột nước và lưu lượng tổ máy, khi đó tuabin Pelton có chỉ số giá  $P = 1.5$  còn tuabin Francis có  $P = 1.15$ . Tức tuabin Pelton đắt hơn loại Francis đến 30%.

Như vậy, có thể kết luận loại tuabin duy nhất có thể áp dụng cho thủy điện A Vương là tuabin Francis

## 7.2 Các thông số thiết kế chính của tuabin :

*Các đặc tính :*

- Công suất định mức : 107 MW
- Cột nước tính toán : 300 m
- Tốc độ định mức : 375 v/ph
- Tốc độ lồng : 650 v/ph (xấp xỉ)
- Cao trình đặt tuabin : 50.5 m
- Chiều quay : Theo chiều kim đồng hồ nhìn từ trên xuống

*Điều kiện vận hành :*

Tuabin sẽ vận hành dưới các điều kiện mực nước và cột nước hiệu dụng như sau :

*Cao trình mực nước thượng lưu ( So với mực nước biển )*

- Mực nước gia cường (MNGC) : 381.2 m
- Mực nước dâng bình thường (MNDBT) : 380.0 m
- Mực nước chết (MNC) : 340.0 m

*Mực nước hạ lưu :*

- Lớn nhất (lũ kiểm tra) : 86.30 m
- Một tổ làm việc ở công suất định mức : 55.40 m
- Hai tổ làm việc ở công suất định mức : 56.20 m
- Thấp nhất : 54.30 m

*Cột nước hiệu dụng :*

- Lớn nhất (một tổ làm việc) : 321.0 m
- Tính toán (hai tổ làm việc 142.5 MW) : 300.0 m
- Thấp nhất (hai tổ làm việc) : 266.0 m

## 7.3 Tính toán các thông số tuabin :

*Công suất tuabin :*

Công suất tuabin được xác định theo công thức sau :

$$N_T = \text{Công suất tổ máy/hiệu suất máy phát} \quad (7-1)$$

$$= 105\,000/0,982 = \mathbf{107\,000\,KW}$$

(Đối với NMTĐ A Vương hiệu suất máy phát lấy gần đúng 0,982)

*Lưu lượng thiết kế của tuabin :*

Lưu lượng thiết kế của tuabin được xác định từ công thức (1-5)

$$N_T = 9,8.Q.H.\eta_T, \text{ suy ra :}$$

$$Q = \frac{N_T}{9,8.H.\eta_T} = \frac{107000}{9,8.300.0,93} = \mathbf{39,2\,m^3/s}$$

Trong đó : H - cột nước tính toán, bằng 300m

$\eta_T$  - hiệu suất tuabin tại điểm tính toán ước tính  $\approx 0,93$

**Tốc độ định mức và hệ số tỷ tốc :**

Tốc độ định mức của tuabin được xác định theo công thức :

$$n = \frac{n_s \cdot H^{1.25}}{N_T^{0.5}} \quad (7-2)$$

Với :  $n_s$  : hệ số tỷ tốc tuabin (m-kW)  
 $H$  : cột nước tính toán (= 300 m)  
 $N_T$  : công suất tuabin (=107 000 kW)  
 $n_s$  được xác định theo các công thức kinh nghiệm sau :

$$n_s = \frac{21000}{H + 25} \quad \text{JEC -4001 (1992)} \quad (7-3)$$

$$n_s = \frac{3470}{H^{0.625}} \quad \text{WP. 1976} \quad (7-4)$$

$$n_s = \frac{1914}{H^{0.512}} \quad \text{WP. 1987} \quad (7-5)$$

Từ đó ta có kết quả tính toán dưới đây :

Công thức	JEC-4001	WP. 1976	WP. 1987
$n_s$ (v/ph)	99.6	98.2	103
$N$ (v/ph)	380	374.8	393

Từ kết quả bảng trên, ta có thể chọn tốc độ định mức của tuabin :

$n = 375$  v/ph và  $n_s = 98.3$  v/ph (lấy theo bảng 1-1 về tốc độ đồng bộ tuabin)

**Chiều cao hút  $H_S$  và cao trình đặt tuabin :**

Chiều cao hút  $H_S$  được tính theo công thức sau (chưa đưa vào giá trị 1,5 m dự trữ theo công thức 4-1 ) :

$$H_S = H_a - H_{bh} - \sigma H \quad (7-6)$$

Với :  $H_a$  : cột áp khí quyển (lấy theo bảng 4-1 với cao trình của tuabin là 50.5m, bằng 10,27m)

$H_{bh}$  : cột áp hoá hơi ở nhiệt độ trung bình  $t = 26^\circ\text{C}$ , lấy theo bảng 4-2, xấp xỉ 0,36 m.

$\sigma$  : hệ số khí thực tính toán

$H$  : cột áp tính toán (= 300m)

Hệ số khí thực tính toán  $\sigma$  có thể ước tính theo nhiều công thức kinh nghiệm khác nhau :

Theo công thức của hãng HITACHI : 
$$\sigma = 0,048 \cdot \left( \frac{n_s}{100} \right)^{1.5} \quad (7-7)$$

Theo công thức của hãng EPDC :  $\sigma = 0,0477 \cdot \left(\frac{n_s}{100}\right)^{1.732}$  (7-8)

Theo công thức WP. 1976 :  $\sigma = 7,54 \cdot 10^{-5} \cdot n_s^{1.41}$  (7-9)

Theo công thức EPRI :  $\sigma = \frac{n_s^{1.61}}{34325}$  (7-10)

Theo công thức USBR :  $\sigma = \frac{n_s^{1.64}}{39564}$  (7-11)

Áp dụng các công thức nêu trên cho NMTĐ A Vương với  $n_s = 98.3$  cho các kết quả ghi dưới đây :

Công thức	HITACHI	EPDC	WP.1976	EPRI	USBR
$\sigma$	0.0468	0.0463	0.0486	0.0470	0.0468
$H_S$ (m)	-4.14	-3.99	-4.68	-4.20	-4.14

Từ kết quả bảng trên chọn :

$$H_S = -4.7 \text{ m}$$

Cao trình đặt tuabin được xác định như sau :

$$\nabla = \nabla_{HL} + H_S$$

Với :  $\nabla$  : cao trình tâm cánh hướng nước

$\nabla_{HL}$  : mực nước hạ lưu ứng với lưu lượng 1 tổ máy (=55.4 m)

$$\nabla = 55.4 + (-4.7) = 50.7 \text{ m}$$

Chọn cao trình đặt tuabin :  $\nabla = 50.5 \text{ m}$

**Hiệu suất trung bình gia quyền của tuabin :**

Hiệu suất trung bình gia quyền của tuabin được tính theo công thức sau :

$$\eta_{tb} = \frac{35\eta_1 + 45\eta_2 + 15\eta_3 + 5\eta_4}{100} \quad (7-12)$$

Với :  $\eta_1$  : Hiệu suất tuabin ở cột nước tính toán và 100% công suất định mức

$\eta_2$  : Hiệu suất tuabin ở cột nước tính toán và 80% công suất định mức

$\eta_3$  : Hiệu suất tuabin ở cột nước tính toán và 60% công suất định mức

$\eta_4$  : Hiệu suất tuabin ở cột nước tính toán và 40% công suất định mức

Dựa vào đường đặc tính nguyên mẫu xây dựng từ đường đặc tính tổng hợp chính của tuabin do nhà chế tạo cung cấp (xem chương 8), ta có :

$$\eta_1 = 94.09; \eta_2 = 94.54; \eta_3 = 91.07; \eta_4 = 85.02$$

$$\text{Từ đó tính được } \eta_{tb} = \mathbf{93,38\%}$$

**Tốc độ quay lồng  $n_1$  :**

Tốc độ lồng tối đa của tuabin được ước tính bằng các công thức kinh nghiệm sau :

Công thức nêu trong WP. 1987 :

$$n_1 = n \cdot (1.5 + 1.533 \cdot 10^{-3} \cdot n_s) \cdot \left(\frac{H_{max}}{H}\right)^{0.422} \quad (7-13)$$

Với :  $n_1$  : Tốc độ quay lồng (v/ph)

$n$  : Tốc độ định mức (= 375 v/ph)

$n_s$  : Hệ số tỷ tốc (= 98.3 v/ph)

$H$  : Cột nước tính toán (= 300 m)

$H_{\max}$  : Cột nước lớn nhất (= 321.1 m)  
 Tính được  $n_1 = 637$  v/ph  
 Công thức của USBR :

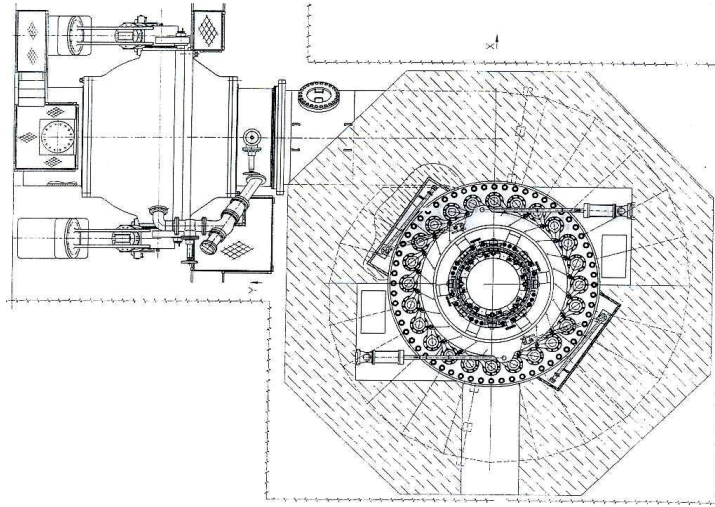
$$n_1 = n \cdot (0.64876 \cdot n_s^{0.2}) \cdot \left( \frac{H_{\max}}{H} \right)^{0.5} \quad (7-14)$$

Tính được  $n_1 = 630$  v/ph

Từ các tính toán trên, tốc độ quay lồng của tuabin ước tính không vượt quá **650** v/ph

#### 7.4 Giới thiệu chung cụm tuabin :

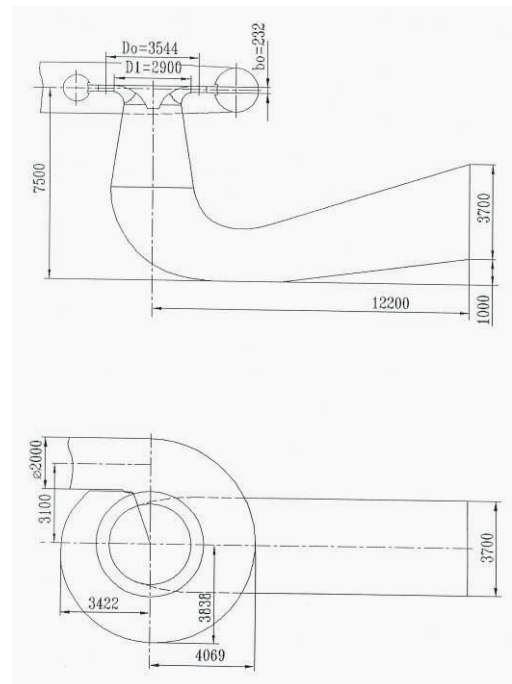
Như trên hình 7-1 trình bày, cụm tuabin gồm van tuabin nối với đường ống áp lực phía trước tuabin, tuabin và hệ thống cơ-thủy lực-điện tử (hệ thống điều tốc).



**Hình 7-2 : Cụm tuabin nhìn từ trên xuống**

Các kích thước chung của tuabin được cho ở hình dưới đây. Trong đó chú ý các kích thước chính như :

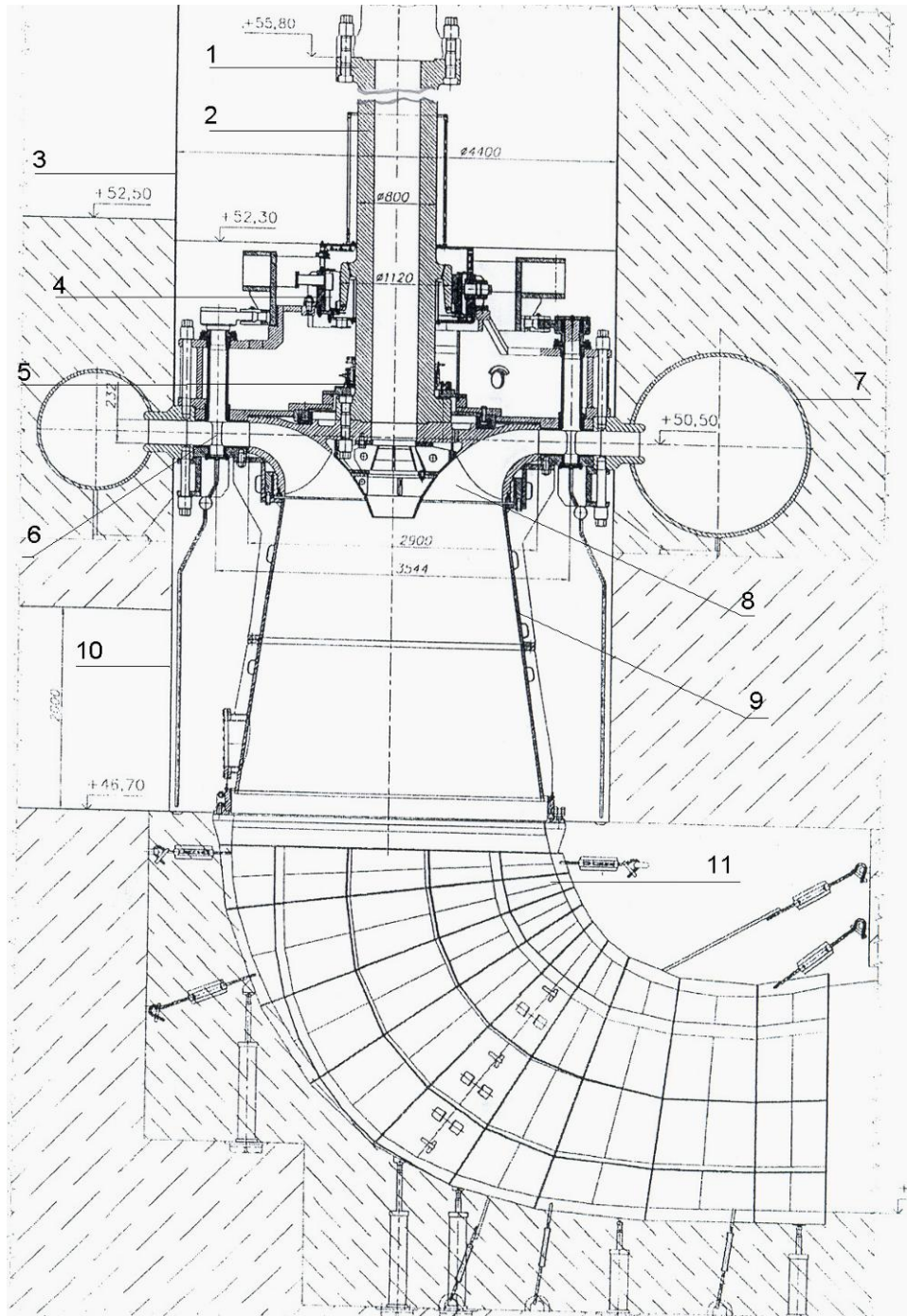
- Đường kính BXCT : 2900 mm
- Đường kính vành điều chỉnh cánh hướng : 3544 mm
- Đường kính phần bùồng xoắn nối với van tuabin : 2000 mm
- Chiều cao phần xả của ống hút : 3700 mm.
- Chiều cao cánh hướng : 232 mm



**Hình 7-3 : Kích thước chính tuabin**

### 7.5 Kết cấu của tuabin :

Hình 7-4 là cắt dọc tuabin Francis với chú thích các bộ phận chính của nó. Kết cấu tuabin gồm các bộ phận chính sau :



1. Nối trục với rôto máy phát.
2. Trục chính.
3. Thép lót hàm tuabin.
4. Ổ hướng.
5. Kín trục.
6. Cánh hướng.
7. Buồng xoắn.
8. Bánh xe công tác.
9. Côn ống hút.
10. Lối vào hàm tuabin.
11. Khuỷa ống xả

Hình 7-4 : Cắt dọc tuabin

#### **Khuỷa cong ống hút :**

Khuỷa cong ống hút có kết cấu hàn gồm nhiều gân tăng cứng làm từ thép cacbon tấm. Được tổ hợp tại công trường, bắt bulông và hàn lại.

#### **Buồng xoắn và Stato tuabin :**

Buồng xoắn và stato tuabin có kết cấu hàn, được chế tạo từ thép tấm cuộn có chiều dày 32 hoặc 36 mm. Buồng xoắn gồm hai nửa sẽ tổ hợp và hàn lại tại công trường. Có bố trí lỗ chui đường kính 600 mm vào bên trong.

Buồng xoắn sẽ được chôn trong bê tông, khi đổ bê tông, để tránh lực tác động vào bê tông khi vận hành sau này, buồng xoắn sẽ được nạp áp suất tương đương với cột áp 300 m. Ngoài ra, khi lắp đặt buồng xoắn sẽ được thử áp 630 m cột nước.

**Thép lót hầm tuabin :**

Làm từ thép tấm thường, có bố trí lỗ chui vào bên trong.

**Côn ống hút :**

Gồm hai phần trên và dưới, có gân làm từ thép tấm. Phần côn trên bắt bulông với tấm nắp dưới tuabin. Phần tiếp xúc với nước làm thép không rỉ. Phần côn dưới có lắp lỗ đường kính 600 mm vào bên trong. Trang bị thêm một van để kiểm tra còn nước bên trong hay không. Phần côn dưới còn có gioăng chống rò rỉ nối với khuỷa cong.

Côn ống hút không chôn vào bê tông, buồng côn ống hút thông với buồng van tuabin.

**Bánh xe công tác :**

Bánh xe công tác có đường kính 2900 mm, làm từ thép hợp kim có tính chống xâm thực cao với 15%Cr và 4% Ni , có kết cấu hàn và cân bằng tĩnh cũng như xử lý nhiệt nhằm giảm ứng suất tại xưởng chế tạo. BXCT gồm mặt bích, cánh và vành. Cánh làm từ thép dày, có biên dạng gia công chính xác và bề mặt phẳng. Bích BXCT sẽ được nối với trục chính. BXCT có các vành kín kiểu labyrinth nối với nắp trên và dưới, các vành này có thể tháo được.

**Trục chính :**

Trục chính có chức năng truyền mômen xoắn từ BXCT đến rôto máy phát. Làm từ thép hợp kim phi rèn. Phần tiếp xúc giữa trục chính và kín trục có vành thép không rỉ. Trục chính kiểu rỗng, đường kính ngoài 800 mm, đường kính trong 560 mm. Phần ngõng trục tiếp xúc với ổ hướng có đường kính 1120 mm. Mặt bích nối với máy phát và bích của BXCT có 18 lỗ bulông M85x4.

**Cơ cấu phân phối :**

Cơ cấu phân phối chính là tổ hợp các bộ phận có chức năng dẫn dòng chảy vào BXCT hay chặn dòng chảy khi dừng máy, bao gồm : *nắp trên, nắp dưới, cánh hướng, Vành điều chỉnh và cơ cấu vận hành cánh hướng.*

Nắp dưới bắt bulông vào stato tuabin và có thể tháo xuống. Nắp trên bắt bulông vào stato. Nắp trên gồm có hai phần : phần trên và phần dưới. Trên mặt bích phần trên bố trí ổ hướng, trên mặt bích phần dưới bố trí kín trục. Vành labyrinth của kín trục bích BXCT gắn vào mặt dưới phần dưới nắp trên. Bề mặt các bộ phận trên đều làm bằng thép không rỉ.

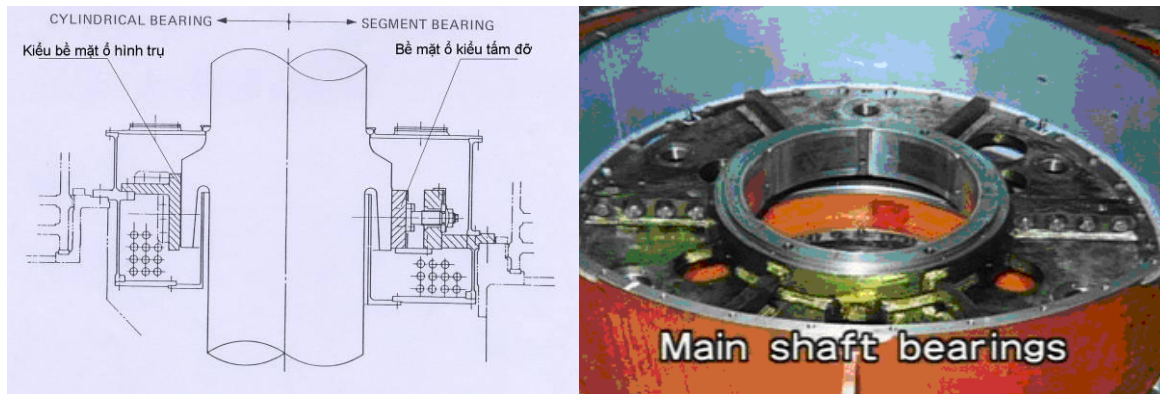
Các cánh hướng làm bằng thép không rỉ có tính chống xâm thực cao. Mỗi cánh hướng có hai ổ để chặn và hướng. Đầu mút dưới đặt tiếp xúc lên bề mặt nắp dưới (không có ổ chặn như thông thường). Cơ cấu vận hành cánh hướng gồm có : vành điều chỉnh, thanh nối, chốt, tay đòn và chốt ma sát.

Vành điều chỉnh là kết cấu thép hàn, được đặt bên trong vòng tròn cánh hướng. Các cánh tay đòn nối với cánh hướng bằng các chốt ma sát.

**Động cơ secvô :**

Các động cơ secvô có chức năng vận hành các cánh hướng với áp lực dầu là 120 bar. Các động cơ này có kết cấu dạng xilanh thủy lực.

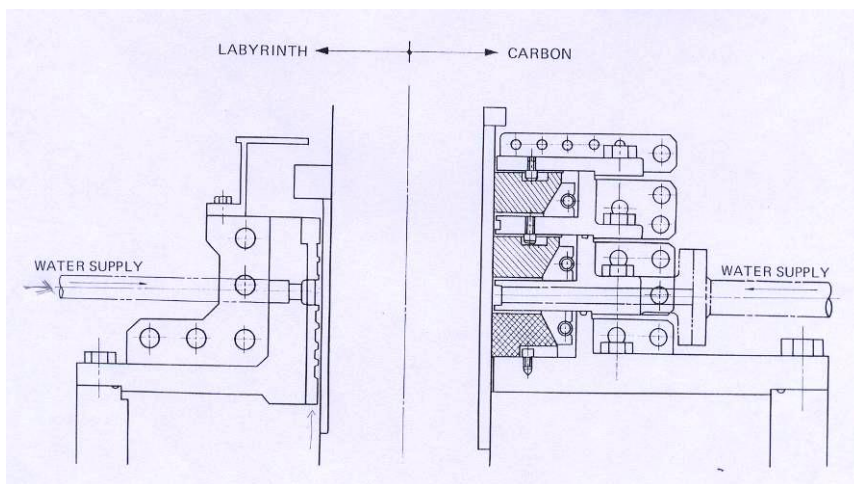
## Ổ hướng :



**Hình 7-5 : Ổ hướng tuabin**

Ổ hướng có tác dụng định vị trục và đỡ các tải trọng mất cân bằng của tuabin. Ổ hướng là loại bôi trơn bằng dầu, có các vấu tự điều chỉnh với bề mặt babbitt. Khe hở giữa các vấu và trục tuabin được điều chỉnh bằng các bulông neo. Vỏ ổ hướng là kết cấu hàn, bích vỏ ổ hướng được đặt trên mặt bích nắp trên tuabin.

## Kín trục :



**Hình 7-6 : Kín trục tuabin**

Kín trục bố trí bên dưới ổ hướng có tác dụng ngăn không cho nước bắn lên phần nắp trên kể cả khi vận hành và đứng yên. Kín trục có hai phần : kín trục chính và kín trục vận hành. Kín trục chính có dạng kín, làm bằng thép không gỉ. Nước sạch được cấp vào kín trục chính, áp

suất nước này phải lớn hơn áp suất dòng chảy tuabin qua vị trí kín trục.

Kín trục vận hành sử dụng khi tuabin dừng, cho phép xem xét và thay thế các bộ phận của kín trục chính không cần phải tháo khô tuabin. Kín trục phụ vận hành bằng khí nén với áp suất khoảng  $8 \text{ kg/cm}^2$ .

## 7.6 Van tuabin

Mỗi tuabin được trang bị một van (kiểu van cầu) đặt phía trước tuabin và nối với đường ống áp lực. Van tuabin được mở bởi hai động cơ sevô thủy lực và đóng bởi hai đối trọng với các chức năng :

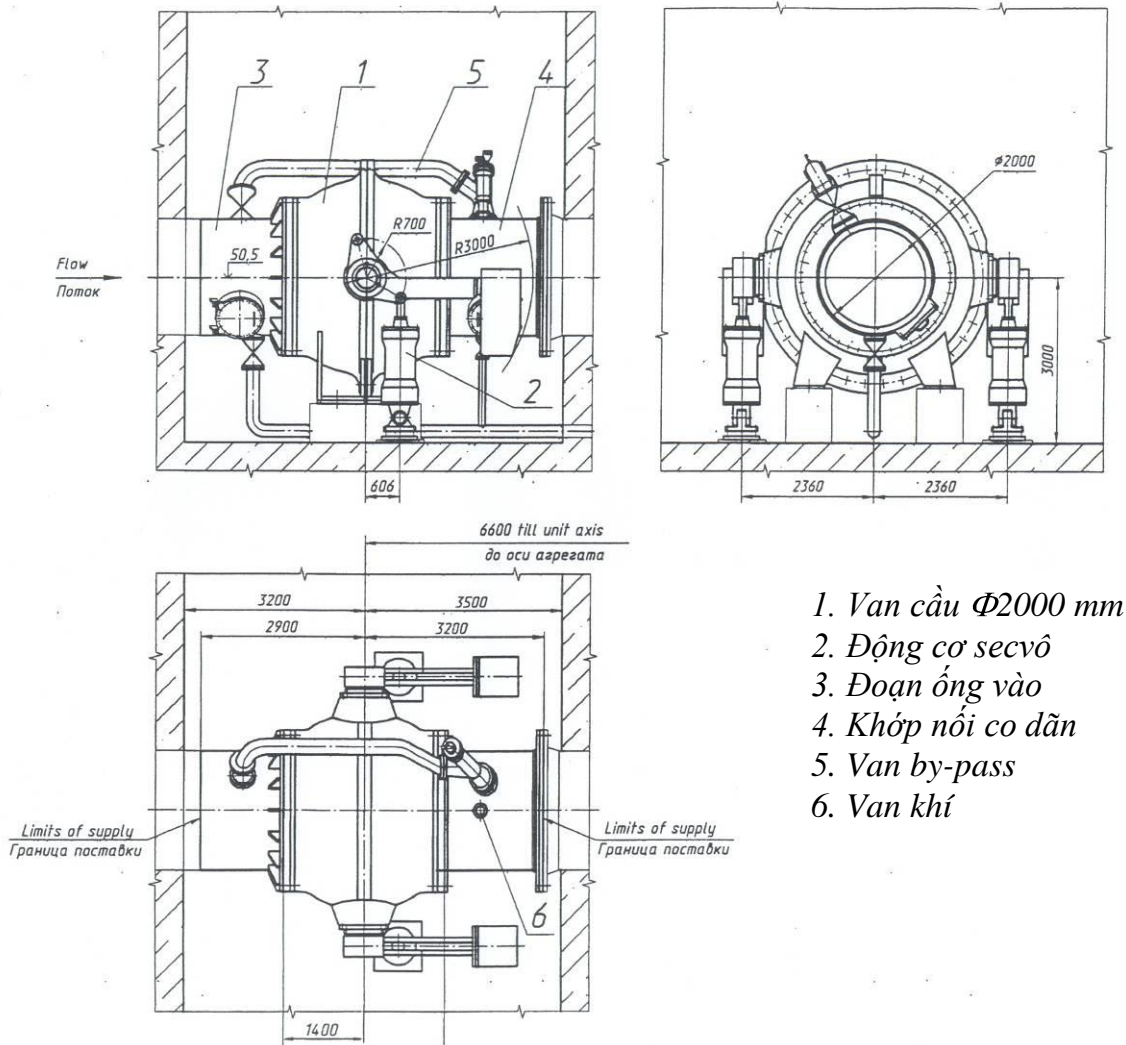
- Đảm bảo kín trục sau khi tổ máy dừng
- Đóng sự cố khi điều khiển tuabin hỏng hoặc đoạn ống sau van bị vỡ
- Tháo khô tuabin để bảo trì



Dầu áp lực phân quay của van được lấy từ hệ thống dầu áp lực tuabin, van có khả năng trượt trên các giá đỡ truyền các tác động dọc trục vào đường ống, tải trọng từ xilanh được truyền lên móng bê tông.

Van phải đóng sau khi tuabin dừng. Van được mở ở điều kiện cân bằng bằng cách mở van by-pass. Bình thường van đóng khi không có dòng chảy, tuy nhiên van được thiết kế để cất lưu lượng sự cố gây ra bởi sự vỡ ống phía hạ lưu van.

Hình dưới mô tả van với các kích thước và bộ phận chính



1. Van cầu  $\Phi 2000$  mm
2. Động cơ servo
3. Đoạn ống vào
4. Khớp nối cơ dẫn
5. Van by-pass
6. Van khí

**Hình 7-7 : Van tuabin**

## **Chương 8 : THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH TUABIN FRANCIS CỦA NHÀ MÁY LMZ (LB NGA)**

### **8.1 Giới thiệu :**

Thí nghiệm mô hình tuabin được thực hiện tại Phòng thí nghiệm nghiên cứu thuỷ lực của Nhà máy LMZ ở Saint. Petecburg.

Mục đích của thí nghiệm là kiểm tra toàn diện các đảm bảo về đặc tính của tuabin thực, đồng dạng với tuabin mô hình ở phòng thí nghiệm.

Mục đích khác nữa là chứng minh tuabin thực không bị ảnh hưởng bởi hiện tượng xâm thực theo các thông số hiệu suất, công suất và lưu lượng trong dãy cột nước, ống hút và mực nước hạ lưu nhỏ nhất.

Các thí nghiệm sau sẽ được thực hiện :

- Thí nghiệm hiệu suất hay đặc tính năng lượng.
- Thí nghiệm xâm thực
- Thí nghiệm lồng tốc
- Đo đặc sự chênh lệch áp suất ở các vòi phun áp trên buồng xoắn.

Các thí nghiệm trên dựa theo hướng dẫn của Tiêu chuẩn IEC 60193-1999.

Trước khi tiến hành thí nghiệm, các thiết bị dụng cụ đo được kiểm tra cũng như hiệu chuẩn thiết bị đo lưu lượng bằng phương pháp cân.

### **8.2 Các thông số cơ bản của tuabin mô hình :**

Kiểu tuabin	Trục đứng
Bánh xe công tác	Loại Francis
Đường kính BXCT	460 mm

### **8.3 Mô tả bộ thí nghiệm :**

Sơ đồ thí nghiệm được cho ở hình dưới đây. Bộ thí nghiệm được trang bị cho phép thí nghiệm tuabin mô hình với đường kính BXCT đến 460 mm, cột áp đến 60 m và lưu lượng từ 0,05 đến 0,9 m<sup>3</sup>/s. Các đầu nối 12, 16 và 17 nối bộ thí nghiệm với thiết bị cân hiệu chuẩn để xác định hệ số lưu lượng. Như vậy bộ thí nghiệm hoạt động như một mạch kín. Van khoá 9 đóng đường ống khi bộ thí nghiệm hoạt động ở chế độ bơm. Van kim điều khiển 6 luôn luôn mở. Nó cũng được sử dụng để thay đổi tốc độ dòng chảy ở chế độ bơm.

Bơm li tâm điều chỉnh tốc độ 7 cấp nước cho các bể 5. Từ các bể 5 nước chảy qua ống cao áp, hệ thống đo lưu lượng thuận nghịch 4 nối với bồn áp lực 2 và tuabin mô hình 1 và sau đó với bồn chân không 3, từ đó quay trở lại ống hút của bơm.

### **8.4 Mô tả tuabin mô hình :**

Bộ phận dẫn nước của tuabin mô hình từ mặt cắt vào buồng xoắn đến phần ra ống hút được chế tạo đồng dạng về mặt hình học với tuabin thực. Đường kính BXCT tuabin mô hình và tuabin thực tuân theo qui luật đồng dạng với một tỷ lệ nhất định. Các dung sai không vượt quá theo tiêu chuẩn IEC 60193-1999.

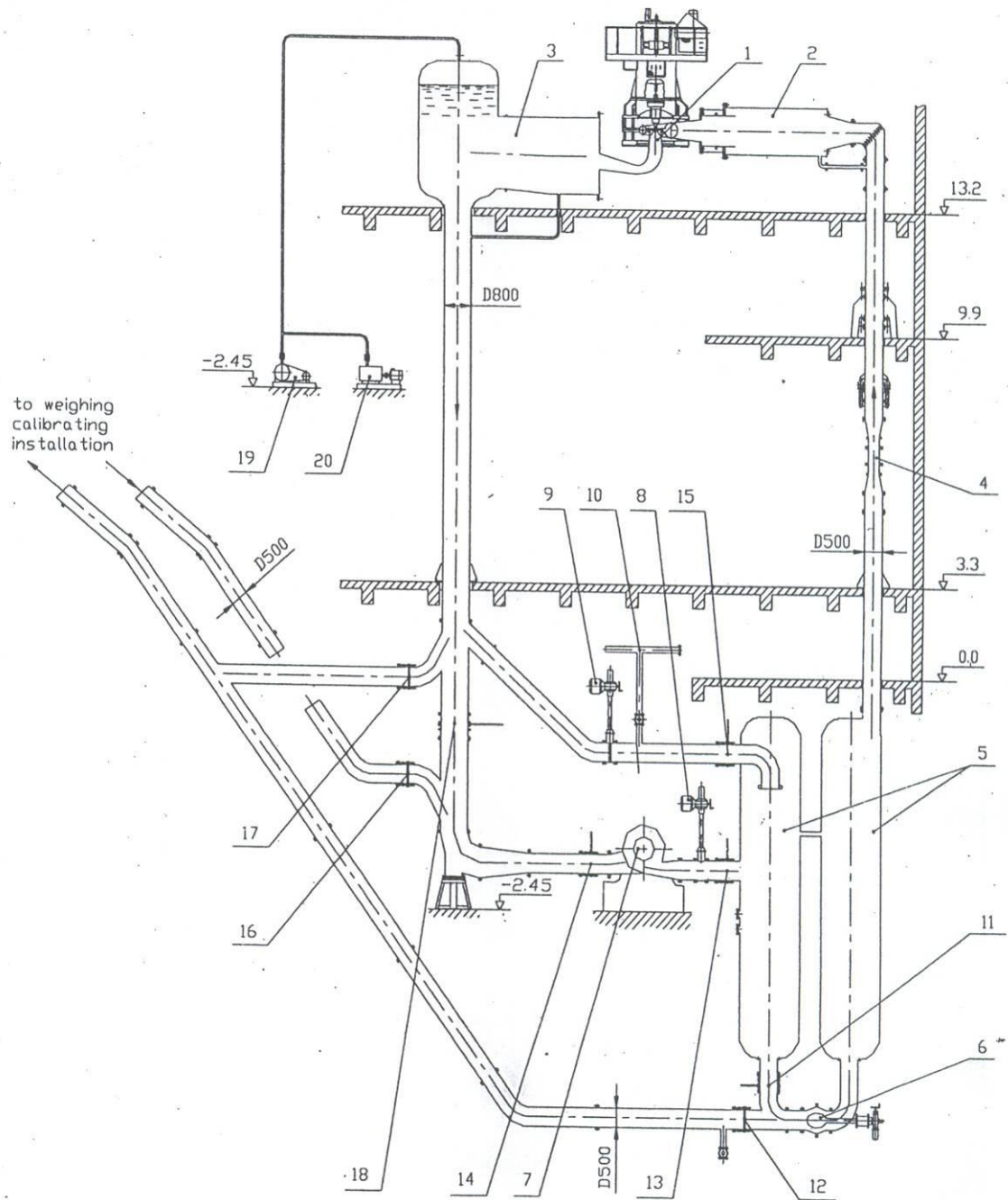
Trong quá trình thí nghiệm, các thông số : Độ mở cánh hướng, tốc độ quay, cột áp và độ chân không ở bồn chân không (khi thí nghiệm khí thực) phải được xác định.

Các cánh hướng điều chỉnh bằng động cơ điện. Độ mở được cài đặt và đọc trên bộ điều khiển.

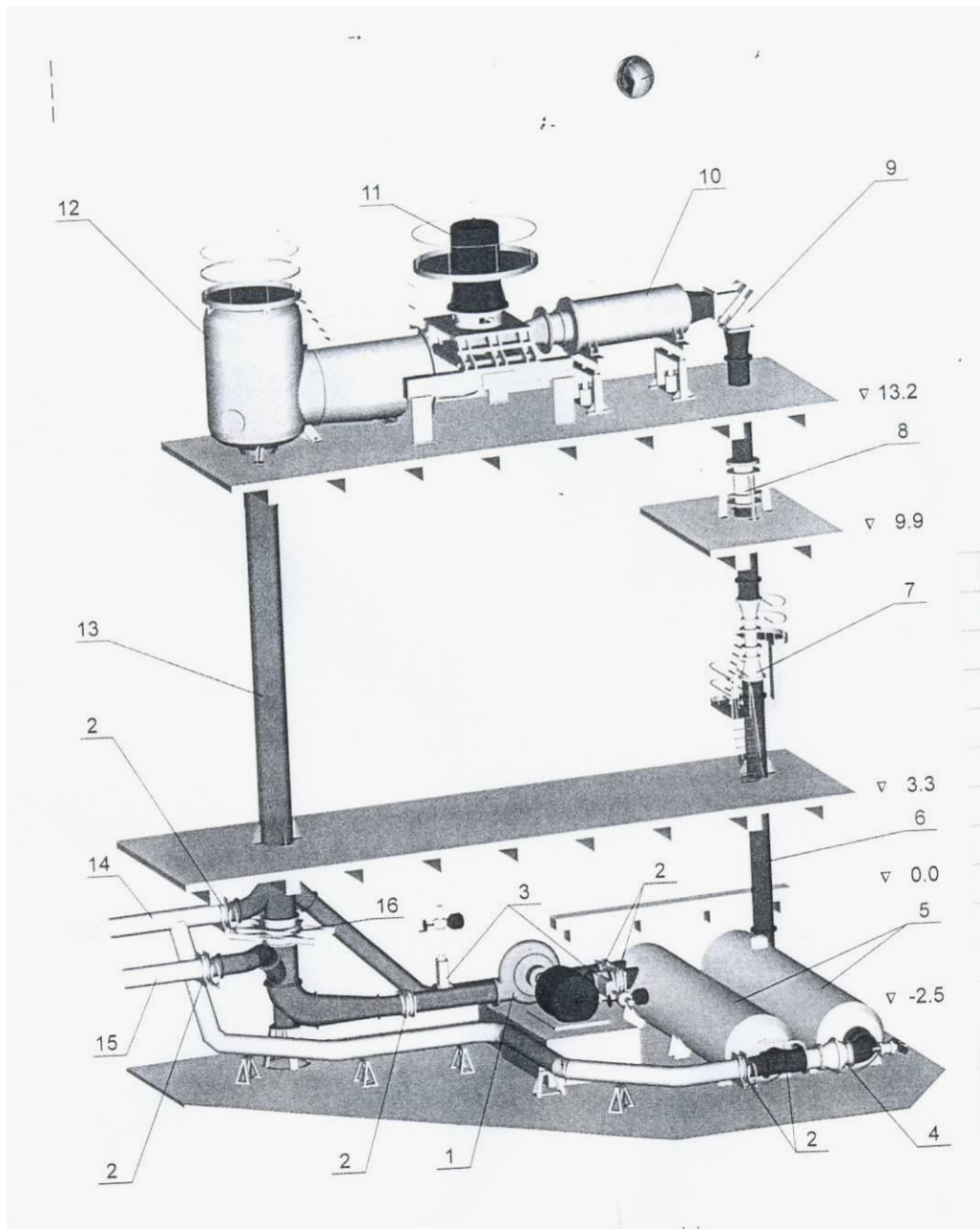
Tốc độ quay được điều chỉnh bằng cách thay đổi tải trên máy phát.

Cột áp được điều chỉnh bằng áp suất vi sai của áp kế có pittông xoay. Áp kế có thiết bị điện tử đặc biệt để chuyển vị trí pittông đến bàn điều khiển. Cột áp tĩnh cài đặt trước phù hợp với giá trị trọng lượng trên tấm pittông.

Độ chân không tạo ra bởi bơm chân không và được điều chỉnh bằng cách đọc trên đồng hồ chỉ thị chính xác.



**Hình 8-1:** Sơ đồ thí nghiệm



**Hình 8-2: Mô hình thí nghiệm**

1. Bơm ly tâm; 2. Mối nối bù; 3. Van cửa; 4. Bộ điều khiển dòng chảy kiểu kim; 5. Bồn cao áp; 6. Ống áp lực; 7. Ống Venturi đo lưu lượng; 8. Khớp co dẫn; 9. Khuỷa cong có cánh hướng dòng; 10. Bồn áp lực; 11. Tuabin mô hình cùng máy phát; 12. Bồn chân không; 13. Ống giảm áp; 14. Đường ống vào đến bộ hiệu chuẩn cân; 15. Đường ống ra đến bộ hiệu chuẩn cân; 16. Đầu nối cơ.

### 8.5 Các phương pháp đo đạc và tính toán :

#### a. Giới thiệu :

Việc ghi nhận và xử lý các dữ liệu được thực hiện tự động bằng hệ thống máy tính và các thiết bị chuyển đổi tín hiệu nối với bộ đếm xung (gọi chung là hệ thống máy tính - HTMT). Có phần mềm chuyên dụng sử dụng cho mục đích này.

Các tham số trạng thái thí nghiệm sau được đo bằng HTMT :

- Mô men trên trục quay
- Tốc độ quay trục
- Sai lệch áp suất ở các mặt cắt đo (đo cột áp)
- Sai lệch áp suất ở ống Venturi (đo lưu lượng)
- Mức độ dòng chảy bằng thiết bị đo dòng từ tính (để quan sát)
- Áp suất tuyệt đối ở mặt cắt ra (xác định hệ số xâm thực)
- Sai lệch áp suất Winter-Kennedy (đo sai lệch áp suất giữa các vòi đo áp trên buồng xoắn)

- Nhiệt độ nước (để tính tỷ trọng, áp suất hoá hơi và độ nhớt động học)

Có các thiết bị điện tử và thủy lực độc lập được sử dụng để xác định :

- Áp suất không khí môi trường xung quanh
- Thể tích không khí trong nước của bộ thí nghiệm.

Các tham số thí nghiệm đo trong 30 giây. Mỗi thông số được đo 30 lần, mỗi lần trong 1 giây. Kết quả thí nghiệm được lấy trung bình theo đoạn thời gian. Các giá trị cần thiết được tính toán, hiển thị và in ra.

### **b. Đo lưu lượng**

Lưu lượng được đo bằng ống Venturi, ngoài ra lưu lượng còn được đo bằng dụng cụ đo điện tử để giám sát.

### **c. Đo cột áp**

Cột áp “H” được xác định bằng hiệu năng lượng giữa mặt cắt đầu vào và đầu ra của tuabin mô hình :

$$H = \frac{E_1}{g} - \frac{E_2}{g} = \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 - \left( \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z \right) \quad (8-1)$$

Trong đó :  $P_1$  và  $P_2$  - Áp suất thủy tĩnh ở mặt cắt đầu vào và đầu ra của tuabin

$V_1$  và  $V_2$  - Tốc độ dòng chảy ở các mặt cắt này,

$Z_1$  và  $Z_2$  - Cao độ của các mặt này so với một mặt chuẩn.

### **d. Đo mômen xoắn**

Stato máy phát quay tự do, có tay đòn nối stato với bộ chuyển đổi đo lực nhận được mômen xoắn “M” trên trục có thể tính được từ lực kéo cánh tay đòn và chiều dài của nó. Từ đó có thể tính được công suất trên trục theo mômen xoắn và tốc độ quay.

### **e. Đo tốc độ quay**

Trên trục tuabin có gắn 1 đĩa có nhiều lỗ, căn cứ vào tín hiệu của lỗ trên đĩa này chuyển vào HTMT để đo tốc độ quay.

### **f. Đo áp suất tuyệt đối ở mặt cắt ra tuabin**

Bộ chuyển đổi áp suất tuyệt đối nối vào bồn chân không ở vị trí được xem như mặt cắt ra của ống hút để đo áp suất tuyệt đối “ $P_{abs}$ ”

Áp suất tuyệt đối liên quan đến chiều cao hút thực (NPSH) :

$$NPSH = \frac{P_{abs} - P_t}{\rho g}, \quad (8-2)$$

Trong đó :  $P_{abs}$  - Áp suất tĩnh tuyệt đối ở tâm mặt cắt đầu ra ống hút, Pa

$P_t$  - Áp suất hoá hơi ở nhiệt độ nước khi đo, Pa.

**g. Đo sai lệch áp suất trên buồng xoắn (hiệu chuẩn cho việc đo lưu lượng tuabin bằng phương pháp Winter-Kennedy)**

Sự sai lệch áp suất giữa các vòi đo trên buồng xoắn, ký hiệu  $P_{w-k}$  được đo bằng các bộ chuyển đổi áp suất vi sai.

**h. Xử lý kết quả thí nghiệm trên máy tính**

HTMT sẽ thu nhận dữ liệu, tính toán các tham số và in ra các báo cáo thí nghiệm. Chương trình máy tính sẽ cho ra các thông số sau :

**Lưu lượng**

Sử dụng biểu thức :

$$Q = K_q \sqrt{\frac{P_q}{\rho g}}, \text{ m}^3/\text{s} \quad (8-3)$$

Trong đó :

$K_q$  - Hệ số lưu lượng, được xác định khi hiệu chuẩn bằng phương pháp cân,  $\text{m}^{2.5}/\text{s}$ ,

$P_q$  - Sai lệch áp suất trên các mặt cắt đo lưu lượng, Pa

$\rho$  - Tỷ khối nước được tính toán theo hàm nhiệt độ  $\rho = f(t_w)$  cài đặt trong chương trình máy tính,  $\text{kg}/\text{m}^3$

$g$  - Gia tốc trọng trường,  $\text{m}/\text{s}^2$

**Cột áp sử dụng các giá trị đo sai lệch áp suất trên các mặt cắt và tốc độ dòng chảy**

Sai lệch áp suất “P”, tương ứng với cột áp thực “H” được tính bằng tổng đại số chênh áp tĩnh giữa mặt cắt vào và ra và sai lệch chiều cao của chúng cũng như chênh lệch về tốc độ dòng chảy trên các mặt này :

$$P = \rho g H = P_{st} + P_{dyn}, \quad (8-4)$$

Trong đó :

$$P_{st} = P_1 + \rho g Z_1 - (P_2 + \rho g Z_2)$$

$$P_{dyn} = \frac{\rho V_1^2}{2} - \frac{\rho V_2^2}{2} = \left( \frac{1}{A_1^2} - \frac{1}{A_2^2} \right) \frac{\rho Q^2}{2} \quad (8-5)$$

Trong đó :  $A_1$  và  $A_2$  - Diện tích các mặt vào và ra tuabin,  $\text{m}^2$

Do đó :

$$P = P_{st} + \left( \frac{1}{A_1^2} - \frac{1}{A_2^2} \right) \frac{\rho Q^2}{2}, \text{ Pa} \quad (8-6)$$

Bộ chuyển đổi áp suất vi sai sử dụng để đo  $P_{st}$ . Mặt cắt vào được lắp 4 vòi đo áp và mặt cắt ra – 8 vòi

**Hiệu suất tuabin sử dụng các giá trị đo mômen, tốc độ quay, lưu lượng và cột áp.**

$$\eta = \frac{\pi n}{30} \frac{M_m}{\rho g H Q} 100 = \frac{\pi}{30} \frac{M_m \cdot n}{P Q} 100\% \quad (8-7)$$

**Hệ số xâm thực  $\sigma$  sử dụng các giá trị đo áp suất tuyệt đối, cột áp và nhiệt độ nước**

$$\sigma = \frac{H_b - H_s - H_v - H_t}{H} = \frac{P_{abs} - P_t}{P} \quad (8-8)$$

Trong đó :  $P_{abs} = \rho g(H_b - H_s - H_v)$  – Áp suất tuyệt đối trên mặt chuẩn cho giá trị chiều cao hút tính bởi chuyển đổi áp suất tuyệt đối,  $\text{kgf/m}^2$

$H_b$  – Áp suất không khí xung quanh, m cột nước

$H_v$  - Độ chân không trong bồn chân không

$P_t = \rho gH_t$  – Áp suất hoá hơi lấy từ hàm  $P_t = f(t_w)$  từ chương trình máy tính,  $\text{kgf/m}^2$

$t_w$  - Nhiệt độ nước,  $^{\circ}\text{C}$

$P = \rho gH$  – Áp suất tương ứng với cột áp thực  $\text{kgf/m}^2$

Chương trình máy tính sẽ đưa ra hai chỉ số : IS - Chỉ số ổn định tốc độ quay; IP – Chỉ số ổn định cột áp. Nếu các chỉ số này không vượt quá giá trị cho phép thì kết quả tính toán được in ra, ngược lại sẽ phải đo đạc lại từ đầu.

**Chương trình máy tính sẽ in ra các giá trị của đường đặc tính tổng hợp**

$$\text{a) Tốc độ qui dẫn} \quad n_{11} = \frac{nD_1}{\sqrt{H}}, \text{ rpm} \quad (8-9)$$

$$\text{b) Lưu lượng qui dẫn} \quad Q_{11} = \frac{Q}{D_1^2 \sqrt{H}}, \text{ m}^3/\text{s} \quad (8-10)$$

$$\text{c) Công suất qui dẫn} \quad N_{11} = \frac{N}{D_1^2 H \sqrt{H}}, \text{ kW} \quad (8-11)$$

$$\text{d) Mômen qui dẫn} \quad M_{11} = \frac{M}{D_1^3 H}, \text{ Nm} \quad (8-12)$$

Các đại lượng trên đặc trưng cho tuabin qui về đường kính BXCT = 1m, cột áp 1m. Trong đó :

$D_1$  - Đường kính BXCT, m

$n$  - Tốc độ quay, rpm

$H$  - Cột áp thực của tuabin mô hình

$Q$  – Lưu lượng thực qua tuabin mô hình,  $\text{m}^3/\text{s}$

$M$  – Mômen xoắn, Nm

$N$  – Công suất tuabin mô hình, kW

Ngoài ra chương trình máy tính còn đưa ra chỉ số Reynolds  $Re_u$  cần thiết để phóng lớn các đường đặc tính thí nghiệm mô hình thành đặc tính của tuabin thực :

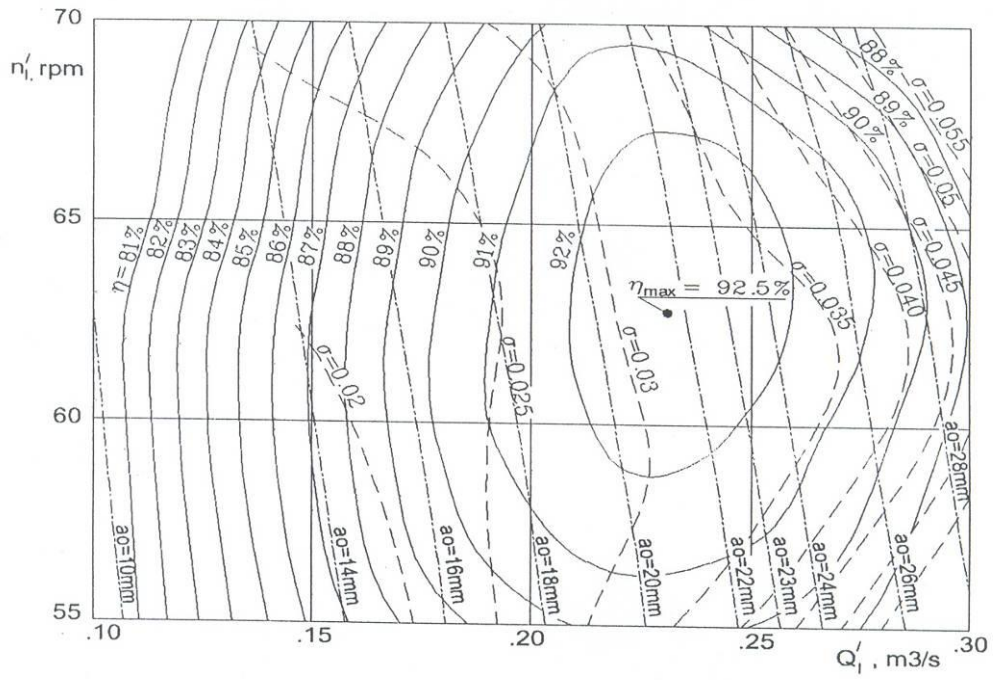
$$Re_u = \frac{D_2 U}{\nu} = \frac{\pi D_2^2 n}{60 \nu} \quad (8-13)$$

Trong đó :  $U$  - tốc độ biên của đường kính  $D_2$ , m/s

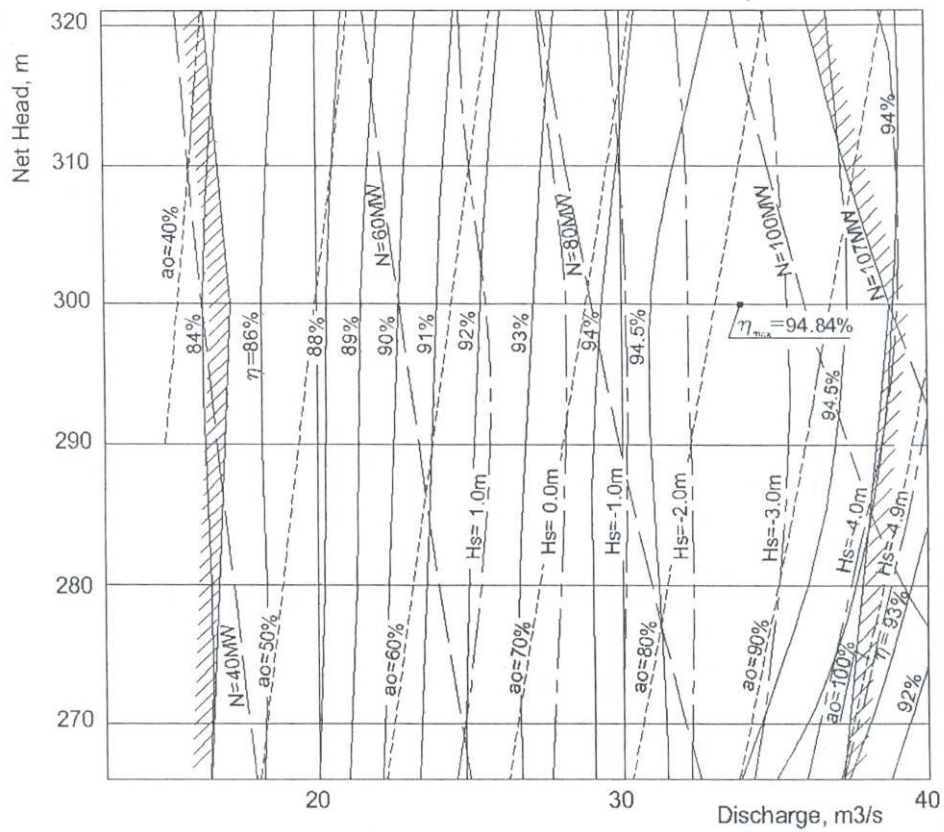
### ***i. Hiệu chuẩn các thiết bị đo***

Các thiết bị chuyển đổi lực, tốc độ quay, áp suất vi sai qua dòng chảy tại các mặt cắt đo của mô hình và chuyển đổi áp suất tuyệt đối được hiệu chuẩn tại hiện trường và kiểm tra trước- sau khi thí nghiệm.

Hiệu chuẩn đo lưu lượng thực hiện bằng thiết bị cân chính xác.



**Hình 8-3 : Đặc tính tổng hợp chính**



**Hình 8-4 : Đặc tính tổng hợp vận hành của tuabin thực**

**8.6 Sai số đo**



### a. Sai số hiệu suất

#### Tổng sai số đo hiệu suất

Giá trị tuyệt đối sai số hiệu suất “ $e\eta$ ” được xác định giá trị của tổng các sai số liên quan “ $f\eta$ ” với quan hệ :

$$e\eta = \frac{f\eta}{100} \cdot \eta\% \quad (8-14)$$

Trong đó :  $\eta$  – Giá trị hiệu suất của trạng thái trong đó sai số hiệu suất được xác định.

Tổng sai số liên quan của hiệu suất bao gồm các sai số hệ thống và ngẫu nhiên

$$f\eta = \pm \sqrt{(f\eta)_s^2 + (f\eta)_r^2} \% \quad (8-15)$$

#### Sai số hiệu suất hệ thống :

Sai số hiệu suất hệ thống bao gồm của mômen, tốc độ quay, lưu lượng và cột áp. Sai số hệ thống của các phép đo này được xác định từ độ chính xác của các thiết bị đo liên quan sử dụng để hiệu chuẩn các thiết bị chuyển đổi và từ các lỗi xác định kết quả hiệu chuẩn của các bộ chuyển đổi này.

Sai số hiệu suất hệ thống được tính bằng căn bậc hai của các lỗi sai lệch đề cập trên :

$$(f\eta)_s = \pm \sqrt{(fM)^2 + (fn)^2 + (fQ)^2 + (fP)^2} \% \quad (8-16)$$

$fM$  – Sai số hệ thống việc đo mômen xem như sai lệch giới hạn của thiết bị

$fn$  – Sai số hệ thống việc đo tốc độ quay xem như sai lệch giới hạn của thiết bị

$fQ$  – Sai số hệ thống việc đo lưu lượng qui ra sai lệch của việc đo lưu lượng bằng ống Venturi được hiệu chuẩn bằng phương pháp cân

$fP$  – Sai số hệ thống đo cột áp xem như sai lệch giới hạn của thiết bị.

#### Sai số hiệu suất ngẫu nhiên :

Sai số hiệu suất ngẫu nhiên được đánh giá bằng phương pháp ngẫu nhiên sử dụng việc phân phối của các giá trị ngẫu nhiên tuân theo luật “Student’s” với mức 95% độ tin cậy. Các phép đo phức hợp cùng một chế độ hoạt động của mô hình được sử dụng cho mục đích này. Thông thường sai số hiệu suất ngẫu nhiên không vượt quá  $\pm 0.1\%$  có nghĩa  $(f\eta)_r \leq \pm 0.1\%$

#### Sai số hiệu suất chung

Sai số hiệu suất chung không vượt quá giá trị  $\pm 0.25\%$

### b. Sai số hệ số xâm thực

Sai số của giá trị tới hạn hệ số xâm thực “ $\sigma_{cr}$ ” được xác định trên tất cả các giá trị tuyệt đối giải sai số ngẫu nhiên cho tuabin được đánh giá  $\sigma = \pm 0.005$

## 8.7 Trình tự thí nghiệm

### a. Thí nghiệm hiệu suất

Thí nghiệm được tiến hành với cột áp 20 ÷ 24 m Cột áp đảm bảo chỉ số Reynolds lớn hơn  $7.10^6$ . Tiêu chuẩn IEC chỉ dẫn  $Re > 4.10^6$  cho kiểm tra tuabin Francis.

Thí nghiệm được thực hiện trong phạm vi tốc độ qui dẫn tương ứng với cột áp tuabin nguyên mẫu và độ mở cánh hướng thực khi hoạt động. Để đảm bảo tình trạng ổn định khi đặt độ mở, tốc độ và cột áp, người thí nghiệm thường xuyên thông báo chỉ số đọc các thông số đo.

Độ mở cánh hướng được đặt từ giá trị bé nhất đến lớn nhất. Cột áp tính được giữ ổn định liên tục. trong trường hợp có trục trặc phải tiến hành làm lại

Trong qua trình thí nghiệm, các đường cong sau được in ra:  
 $\eta = f(n_{11})$  và  $n_{11} = f(Q_{11})$  khi  $a_0 = \text{const}$  ( $a_0$  – độ mở cánh hướng)

Các đường này được sử dụng để khảo sát thí nghiệm và xác định các điểm lập. Đặc tính tổng hợp tuabin Francis chính là các đường đồng hiệu suất và đồng độ mở cánh hướng trên toạ độ  $Q_{11} - n_{11}$  và được in ra bởi một chương trình máy tính đặc biệt.

Ngoài ra các đo đạc phức hợp của trạng thái hiệu suất tối ưu cũng được tiến hành. Điểm hiệu suất tối ưu được xác định dựa trên kết quả của cấp thứ nhất.

#### **b. Thí nghiệm xâm thực**

Trước khi thí nghiệm nước thí nghiệm phải đặt trong chân không 2-3 giờ để đảm bảo tổng lượng khí trong nước khoảng 1% (theo thể tích)

Trong quá trình thí nghiệm các đường cong  $\eta = f(\sigma)$ ,  $N_{11} = f(\sigma)$  và  $Q_{11} = f(\sigma)$  được in ra tại mỗi điểm thí nghiệm khi  $a_0 = \text{const}$  và  $n_{11} = \text{const}$ . Giá trị của hệ số  $\sigma$  tới hạn được xác định từ quan hệ  $\eta = f(\sigma)$  với hiệu suất 1% nhỏ hơn hiệu suất ở trạng thái không xâm thực.

Các đường cong  $\sigma$  tới hạn được in ra trên đặc tính tổng hợp bằng một chương trình máy tính chuyên dụng.

#### **c. Thí nghiệm lỏng tốc**

Thí nghiệm được tiến hành tại các điểm vận hành của mô hình cụ thể trong chương trình.

Thí nghiệm thực hiện khi cắt nối trực tuabin với máy phát khi độ mở cánh hướng trong khoảng từ 2 đến 36 mm tương ứng với độ mở thực từ không tải đến độ mở lớn nhất. Thí nghiệm được thực hiện với giá trị  $\sigma$  nhỏ nhất với cột áp thực lớn nhất.

Cột áp tĩnh được giữ nguyên không đổi. Độ mở cánh hướng thay đổi từ giá trị bé nhất đến lớn nhất. Thí nghiệm được thực hiện với từng độ mở.

Trong qua trình thí nghiệm đường cong  $n_{11R} = f(Q_{11R})$  được in ra. Đường cong này đặc trưng cho tuabin mô hình.

#### **d. Đo sai lệch áp giữa các vòi đo trên buồng xoắn**

Thí nghiệm được tiến hành trong phạm vi lưu lượng qui dẫn đầy trên các mức cột áp thực cụ thể và trong tình trạng không xâm thực.

Mục đích của thí nghiệm là xác định hệ số dòng chảy cho từng cặp vòi thí nghiệm và chọn ra một cặp chính xác nhất đặc trưng cho sai lệch áp suất với độ dao động nhỏ nhất

Thí nghiệm tiến hành với tình trạng vận hành thuận lợi nhất của mô hình. Sai lệch áp đo ngang qua cặp vòi đo. Đồng thời, trên mỗi điểm vận hành, các tham số chứa mức dòng chảy được đo. Hệ số dòng chảy được tính toán. Thí nghiệm tiến hành với tất cả độ mở cánh hướng với mỗi cặp vòi qui định. Sau đó cặp tiếp theo được thí nghiệm bằng các công tắc van.

Số liệu thí nghiệm được tính toán để xác định giá trị hệ số dòng chảy trung bình cho các cặp vòi tương ứng cũng như các sai số ngẫu nhiên xem như chỉ số ổn định.

Sai số ngẫu nhiên được đánh giá bằng phương pháp thống kê sử dụng luật phân phối “t” cho các mẫu bé nhất ở mức 95% độ tin cậy.







## Năng lượng hạt nhân ( phần I )

Bách khoa toàn thư mở Wikipedia



Nhà máy điện hạt nhân Ikata, lò phản ứng nước áp lực làm lạnh bằng chất lỏng trao đổi nhiệt thứ cấp với đại dương.



Trạm phát điện hơi nước Susquehanna, lò phản ứng hơi nước. Các lò phản ứng được đặt trong các tòa nhà bảo vệ hình chữ nhật phía trước các tháp làm lạnh.

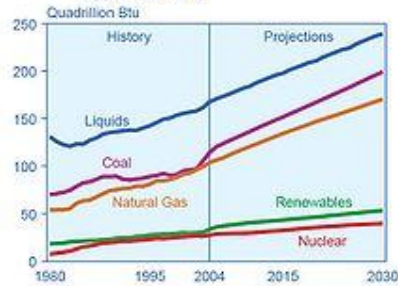


Ba loại tàu năng lượng hạt nhân, từ trên xuống là: du thuyền USS Bainbridge và USS Long Beach với USS Enterprise là hàng không mẫu hạm vận hành bằng năng lượng hạt nhân đầu tiên năm 1964. Các thủy thủ vẽ công thức  $E=mc^2$  của Einstein lên sàn tàu.

**Năng lượng hạt nhân** là một loại công nghệ hạt nhân được thiết kế để tách năng lượng hữu ích từ hạt nhân nguyên tử thông qua các lò phản ứng hạt nhân có kiểm soát. Phương pháp duy nhất được sử dụng hiện nay là phân hạch hạt nhân, mặc dù các phương pháp khác có thể bao gồm tổng hợp hạt nhân và phân rã phóng xạ. Tất cả các lò phản ứng với nhiều kích thước và mục đích sử dụng khác nhau<sup>[1]</sup> đều dùng nước được nung nóng để tạo ra hơi nước và sau đó được chuyển thành cơ năng để phát điện hoặc tạo lực đẩy. Năm 2007, 14% lượng điện trên thế giới được sản xuất từ năng lượng hạt nhân. Có hơn 150 tàu chạy bằng năng lượng hạt nhân và một vài tên lửa đồng vị phóng xạ đã được sản xuất.

## Sử dụng

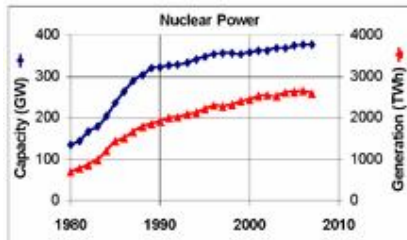
Figure 4. World Marketed Energy Use by Fuel Type, 1980-2030



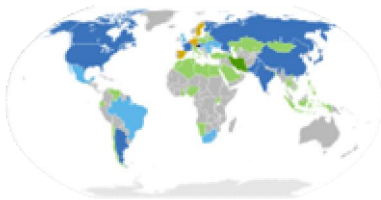
Sources: **History:** Energy Information Administration (EIA), *International Energy Annual 2004* (May-July 2006), web site [www.eia.doe.gov/iea](http://www.eia.doe.gov/iea). **Projections:** EIA, *System for the Analysis of Global Energy Markets* (2007).



Lịch sử và dự án sử dụng năng lượng trên thế giới phân theo nguồn năng lượng giai đoạn 1980-2030, Nguồn: International Energy Outlook 2007, Cục Thông tin Năng lượng Hoa Kỳ (EIA).



Công suất lắp đặt và phát điện từ năng lượng hạt nhân, 1980 - 2007 (EIA).



Hiện trạng sử dụng năng lượng hạt nhân toàn cầu. Nhấn vào hình để xem chú dẫn.

*Xem thêm: [Năng lượng hạt nhân theo quốc gia](#) và [Danh sách các lò phản ứng hạt nhân](#)*

Đến năm 2005, năng lượng hạt nhân cung cấp 2,1% nhu cầu năng lượng của thế giới và chiếm khoảng 15% sản lượng điện thế giới, trong khi đó chỉ tính riêng [Hoa Kỳ](#), [Pháp](#), và [Nhật Bản](#) sản lượng điện từ hạt nhân chiếm 56,5% tổng nhu cầu điện của ba nước này<sup>[2]</sup>. Đến năm 2007, theo báo cáo của [Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế \(IAEA\)](#) có 439 lò phản ứng hạt nhân đang hoạt động trên thế giới<sup>[3]</sup>, thuộc 31 quốc gia<sup>[4]</sup>.

Năm 2007, sản lượng điện hạt nhân trên thế giới giảm xuống còn 14%. Theo [IAEA](#), nguyên nhân chính của sự sụt giảm này là do một trận động đất xảy ra vào ngày 16 tháng 7 năm 2007 ở phía tây Nhật Bản, làm cho nước này ngưng tất cả 7 lò phản ứng của [nhà máy điện hạt nhân Kashiwazaki-Kariwa](#). Một vài nguyên nhân khác như "ngưng hoạt động bất thường" do thiếu nhiên liệu đã xảy ra ở Hàn Quốc và Đức. Thêm vào đó là sự gia tăng hệ số tải của các lò phản ứng để đáp ứng nhu cầu sử dụng chỉ diễn ra trong một thời gian ngắn (cao điểm)<sup>[5]</sup>.

Hoa Kỳ sản xuất nhiều năng lượng hạt nhân nhất cung cấp 19%<sup>[6]</sup> lượng điện tiêu thụ, trong khi đó tỷ lệ điện hạt nhân của Pháp là cao nhất trong sản lượng điện của nước này đạt 78% vào năm 2006<sup>[7]</sup>. Trong toàn [Liên minh châu Âu](#), năng lượng hạt nhân cung cấp 30% nhu cầu điện<sup>[8]</sup>. [Chính sách năng lượng hạt nhân](#) có sự khác biệt giữa các quốc gia thuộc Liên minh châu Âu, và một vài quốc gia khác như [Úc](#), [Estonia](#), và [Ireland](#), không có các trạm năng lượng hạt nhân hoạt động. Khi so sánh với các quốc gia khác thì Pháp có nhiều nhà máy điện hạt nhân, tổng cộng là 16 tổ hợp đang sử dụng.

Ở Hoa Kỳ, khi công nghiệp phát điện từ than và khí được quy hoạch đạt khoảng 85 tỷ đô la Mỹ vào năm 2013, thì các nhà máy phát điện hạt nhân được dự đoán đạt khoảng 18 triệu đô la Mỹ<sup>[9]</sup>.

Bên cạnh đó, một số tàu quân sự và dân dụng (như [tàu phá băng](#)) sử dụng [động cơ đẩy hạt nhân biển](#), một dạng của [động cơ đẩy hạt nhân](#)<sup>[10]</sup>. Một vài động cơ đẩy không gian được phóng lên sử dụng các [lò phản ứng hạt nhân](#) có đầy đủ chức năng: loạt tên lửa của Liên Xô [RORSAT](#) và [SNAP-10A](#) của Hoa Kỳ.

Trên phạm vi toàn cầu, việc hợp tác nghiên cứu quốc tế đang tiếp tục triển khai để nâng cao độ an toàn của việc sản xuất và sử dụng năng lượng hạt nhân như các nhà máy [an toàn bị động](#)<sup>[11]</sup>, sử dụng [phản ứng](#)



tổng hợp hạt nhân, và sử dụng nhiệt của quá trình như trong sản xuất hydro để lọc nước biển, và trong hệ thống sưởi khu vực.

## ***Lịch sử***

### **Nguồn gốc**

Phản ứng phân hạch hạt nhân được Enrico Fermi thực hiện hành công vào năm 1934 khi nhóm của ông dùng neutron bắn phá hạt nhân uranium<sup>[12]</sup>. Năm 1938, các nhà hóa học người Đức là Otto Hahn<sup>[13]</sup> và Fritz Strassmann, cùng với các nhà vật lý người Úc Lise Meitner<sup>[14]</sup> và Otto Robert Frisch cháu của Meitner<sup>[15]</sup>, đã thực hiện các thí nghiệm tạo ra các sản phẩm của urani sau khi bị neutron bắn phá. Họ xác định rằng các neutron tương đối nhỏ có thể cắt các hạt nhân của các nguyên tử urani lớn thành hai phần khá bằng nhau, và đây là một kết quả đáng ngạc nhiên. Rất nhiều nhà khoa học, trong đó có Leo Szilard là một trong những người đầu tiên nhận thấy rằng nếu các phản ứng phân hạch sinh ra thêm neutron, thì một phản ứng hạt nhân dây chuyền kéo dài là có thể tạo ra được. Các nhà khoa học tâm đắc điều này ở một số quốc gia (như Hoa Kỳ, Vương quốc Anh, Pháp, Đức và Liên Xô) đã đề nghị với chính phủ của họ ủng hộ việc nghiên cứu phản ứng phân hạch hạt nhân.

Tại Hoa Kỳ, nơi mà Fermi và Szilard di cư đến đây, những kiến nghị trên đã dẫn đến sự ra đời của lò phản ứng đầu tiên mang tên Chicago Pile-1, đạt được khối lượng tới hạn vào ngày 2 tháng 12 năm 1942. Công trình này trở thành một phần của dự án Manhattan, là một dự án xây dựng các lò phản ứng lớn ở Hanford Site (thành phố trước đây của Hanford, Washington) để làm giàu plutoni sử dụng trong các vũ khí hạt nhân đầu tiên được thả xuống các thành phố Hiroshima và Nagasaki ở Nhật Bản. Việc cố gắng làm giàu urani song song cũng được tiến hành trong thời gian đó.

Sau thế chiến thứ 2, mối đe dọa về việc nghiên cứu lò phản ứng hạt nhân có thể là nguyên nhân thúc đẩy việc phổ biến công nghệ và vũ khí hạt nhân nhanh chóng<sup>[cần dẫn nguồn]</sup>, kết hợp với những điều mà các nhà khoa học nghĩ, có thể là một đoạn đường phát triển dài để tạo ra bối cảnh mà theo đó việc nghiên cứu lò phản ứng phải được đặt dưới sự kiểm soát và phân loại chặt chẽ của chính phủ. Thêm vào đó, hầu hết việc nghiên cứu lò phản ứng tập trung chủ yếu vào các mục đích quân sự. Trên thực tế, không có gì là bí mật đối với công nghệ, và sau đó sinh ra một số nhánh nghiên cứu khi quân đội Hoa Kỳ từ chối tuân theo đề nghị của cộng đồng khoa học tại đất nước này trong việc mở rộng hợp tác quốc tế nhằm chia

sẽ thông tin và kiểm soát các vật liệu hạt nhân. Năm 2006, các vấn đề này đã trở nên khép kín với Hội Năng lượng Hạt nhân Toàn cầu.

Điện được sản xuất đầu tiên từ lò phản ứng hạt nhân thực nghiệm EBR-I vào ngày 20 tháng 12 năm 1951 tại Arco, Idaho, với công suất ban đầu đạt khoảng 100 kW (lò phản ứng Arco cũng là lò đầu tiên thí nghiệm về làm lạnh từng phần năm 1955). Năm 1952, một bản báo cáo của Hội đồng Paley (Hội đồng Chính sách Nguyên liệu của Tổng thống) cho Tổng thống Harry Truman đưa ra một đánh giá "trọng đại bi quan" về năng lượng hạt nhân, và kêu gọi chuyển hướng nghiên cứu sang lĩnh vực năng lượng Mặt Trời<sup>[16]</sup>. Bài phát biểu tháng 12 năm 1953 của Tổng thống Dwight Eisenhower, nói về "nguyên tử vì hòa bình," nhấn mạnh việc khai thác nguyên tử để sản xuất điện và tạo một tiền lệ hỗ trợ mạnh mẽ từ chính phủ Hoa Kỳ cho việc sử dụng năng lượng hạt nhân trên toàn cầu.

### **Những năm trước đây**

Tập tin:Calderhall.jpeg

Calder Hall nuclear power station in the United Kingdom was the world's first nuclear power station to produce electricity in commercial quantities.<sup>[17]</sup>



Trạm năng lượng nguyên tử Shippingport trên Shippingport, Pennsylvania là lò phản ứng thương mại đầu tiên ở Hoa Kỳ và được vận hành năm 1957.

Ngày 27 tháng 6 năm 1954, nhà máy điện hạt nhân Obninsk của Liên Xô trở thành nhà máy điện hạt nhân đầu tiên trên thế giới sản xuất điện hòa vào mạng lưới với công suất không tải khoảng 5 MW điện.<sup>[18][19]</sup>

Sau đó vào năm 1954, Lewis Strauss chủ tịch Ủy ban Năng lượng Nguyên tử Hoa Kỳ (U.S. AEC là tên gọi trước đây của Ủy ban Điều phối Hạt nhân Hoa Kỳ (*Nuclear Regulatory Commission*) và Bộ Năng lượng Hoa Kỳ) nói về điện trong tương lai sẽ "too cheap to meter"<sup>[20]</sup> (quá rẻ để sử dụng). U.S. AEC đã đưa ra một vài bằng chứng dè dặt đề cập đến vấn đề phân hạch hạt nhân lên Quốc Hội Hoa Kỳ chỉ trong vòng vài tháng

trước đó, quy hoạch rằng "các chi phí có thể bị cắt giảm ... [xuống] ... khoảng bằng với chi phí phát điện từ các nguồn truyền thống...". Strauss lúc đó có thể đang mập mờ đề cập đến sự hợp hạch hydro vốn là một bí mật vào thời điểm đó hơn là sự phân hạch urani, nhưng dù gì chẳng nữa ý định của Strauss đã được làm sáng tỏ bởi cộng đồng với lời hứa giá năng lượng rất rẻ từ phân hạch hạt nhân. Sự thất vọng đã gia tăng sau đó khi các nhà máy điện hạt nhân không cung cấp năng lượng đủ để đạt được mục tiêu "too cheap to meter."<sup>[21]</sup>

Năm 1955 "Hội nghị Geneva đầu tiên" của Liên Hiệp Quốc tập hợp phần lớn các nhà khoa học và kỹ sư bàn về khám phá công nghệ. Năm 1957 EURATOM thành lập Cộng đồng Kinh tế châu Âu (bây giờ là Liên minh châu Âu). Cũng cùng năm này cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế cũng được thành lập.

Nhà máy năng lượng nguyên tử thương mại đầu tiên trên thế giới, Calder Hall tại Sellafield, England được khai trương vào năm 1956 với công suất ban đầu là 50 MW (sau này nâng lên 200 MW).<sup>[17][22]</sup> Còn nhà máy phát điện thương mại đầu tiên vận hành ở Hoa Kỳ là lò phản ứng Shippingport (Pennsylvania, tháng 12 năm 1957).

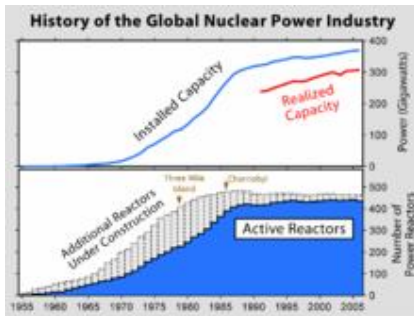
Một trong những tổ chức đầu tiên phát triển năng lượng hạt nhân là Hải quân Hoa Kỳ, họ sử dụng năng lượng này trong các bộ phận đẩy của tàu ngầm và hàng không mẫu hạm. Nó được ghi nhận là an toàn hạt nhân, có lẽ vì các yêu cầu nghiêm ngặt của đô đốc Hyman G. Rickover. Hải quân Hoa Kỳ vận hành nhiều lò phản ứng hạt nhân hơn các đội quân khác bao gồm cả quân đội Liên Xô,<sup>[cần dẫn nguồn]</sup> mà không có các tình tiết chính được công khai. Tàu ngầm chạy bằng năng lượng hạt nhân đầu tiên USS Nautilus (SSN-571) được hạ thủy tháng 12 năm 1954<sup>[23]</sup>. Hai tàu ngầm của Hoa Kỳ khác là USS Scorpion và USS Thresher đã bị mất trên biển. Hai tàu này bị mất do hỏng các chức năng hệ thống liên quan đến các lò phản ứng. Những vị trí này được giám sát và không ai biết sự rò rỉ xảy ra từ các lò phản ứng trên boong.

Quân đội Hoa Kỳ cũng có chương trình năng lượng hạt nhân bắt đầu từ năm 1954. Nhà máy điện hạt nhân SM-1, ở Ft. Belvoir, Va., là lò phản ứng đầu tiên ở Hoa Kỳ sản xuất điện hòa vào mạng lưới thương mại (VEPCO) tháng 4 năm 1957, *trước* Shippingport.

Enrico Fermi và Leó Szilárd vào năm 1955 cùng nhận Bằng sáng chế Hoa Kỳ số 2.708.656 về lò phản ứng hạt nhân, được cấp rất muộn cho công trình của họ đã thực hiện trong suốt dự án Manhattan.

## Năng lượng hạt nhân ( phần II )

### Sự phát triển



Lịch sử sử dụng năng lượng hạt nhân (trên) và số lượng các nhà máy điện hạt nhân hoạt động.

Công suất lắp đặt hạt nhân tăng tương đối nhanh chóng từ dưới 1 gigawatt (GW) năm 1960 đến 100 GW vào cuối thập niên 1970, và 300 GW vào cuối thập niên 1980. Kể từ cuối thập niên 1980 công suất toàn cầu tăng một cách chậm chạp và đạt 366 GW năm 2005. Giữa khoảng thời gian 1970 và 1990, có hơn 50 GW công suất đang trong quá trình xây dựng (đạt đỉnh trên 150 GW vào cuối thập niên 1970 đầu 1980) — năm 2005 có khoảng 25 GW công suất được quy hoạch. Hơn 2/3 các nhà máy hạt nhân được đặt hàng sau tháng 1 năm 1970 cuối cùng đã bị hủy bỏ.<sup>[23]</sup>



Hệ thống cung cấp năng lượng công cộng Washington Các nhà máy điện hạt nhân số 3 và 5 không bao giờ được hoàn thành.

Trong suốt thập niên 1970 và 1980 việc tăng chi phí (liên quan đến các giai đoạn xây dựng mở rộng do các thay đổi về mặt cơ chế và sự kiện tụng của các nhóm phản đối)<sup>[24]</sup> và giảm giá nhiên liệu hóa thạch làm cho các nhà máy năng lượng hạt nhân trong giai đoạn xây dựng không còn sức hấp dẫn. Vào thập niên 1980 (Hoa Kỳ) và 1990 (châu Âu), sự tăng trưởng tải lượng điện đạt ngưỡng và tự do hóa điện năng cũng bổ sung

thêm một lượng lớn công suất tối thiểu mới vốn đã trở nên không còn hấp dẫn nữa.

Cuộc khủng hoảng dầu hỏa năm 1973 tác động đến nhiều quốc gia nặng nhất là Pháp và Nhật Bản vốn là những nước phụ thuộc phần lớn vào lượng dầu hỏa để phát điện (tương ứng 39% ở Pháp và 73% ở Nhật) và đây cũng là động lực để các nước này đầu tư vào năng lượng hạt nhân<sup>[25][26]</sup>. Ngày nay, lượng điện từ năng lượng hạt nhân ở Pháp chiếm 80% và ở Nhật Bản là 30% trong sản lượng điện của các nước này.

Sự chuyên dịch của việc gia tăng sử dụng năng lượng hạt nhân trong cuối thế kỷ 20 xuất phát từ những lo sợ về các tai nạn hạt nhân tiềm ẩn như mức độ nghiêm trọng của các vụ tai nạn, bức xạ như mức độ ảnh hưởng của bức xạ ra cộng đồng, phát triển hạt nhân, và ngược lại, đối với chất thải hạt nhân vẫn còn thiếu các dự án chứa chất thải sau cùng. Những rủi ro trước mắt đối với sức khỏe và an toàn của dân chúng như tai nạn năm 1979 tại Three Mile Island và thảm họa Chernobyl năm 1986 là vấn đề quan trọng thúc đẩy việc ngừng xây dựng các nhà máy điện hạt nhân mới ở một số quốc gia<sup>[27]</sup>, mặc dù các tổ chức chính sách công cộng Brookings Institution đề nghị rằng các lò phản ứng hạt nhân mới không được đặt hàng ở Hoa Kỳ bởi vì việc nghiên cứu của Viện này bao gồm phần chi phí chiếm 15–30% tuổi thọ của nó so với các nhà máy điện chạy bằng than và khí thiên nhiên<sup>[28]</sup>.

Không giống như tai nạn Three Mile Island, thảm họa Chernobyl nghiêm trọng hơn nhiều đã không làm tăng thêm các điều lệ ảnh hưởng đến các lò phản ứng phương Tây kể từ khi các lò phản ứng Chernobyl, là lò phản ứng theo thiết kế RBMK, vẫn còn bàn cãi chỉ sử dụng ở Liên Xô, ví dụ như thiếu các tòa nhà chống phóng xạ "vững vàng".<sup>[29]</sup> Một số lò phản ứng kiểu này vẫn được sử dụng cho đến ngày nay. Tuy nhiên, các thay đổi cũng đã được thực hiện ở các khâu phản ứng (sử dụng urani được làm giàu thấp) và hệ thống điều khiển (ngăn chặn sự vô hiệu hóa hệ thống an toàn) để giảm khả năng xuất hiện các tai nạn tương tự.

Sau đó, tổ chức quốc tế về nâng cao độ nhận thức an toàn và sự phát triển chuyên nghiệp trong vận hành các chức năng liên quan đến hạt nhân được thành lập với tên gọi WANO; World Association of Nuclear Operators.

Ngược lại, các nước như Ireland, New Zealand và Ba Lan đã cấm các chương trình hạt nhân trong khi Úc (1978), Thụy Điển (1980) and Ý (1987) (bị ảnh hưởng bởi Chernobyl) đã thực hiện trưng cầu dân ý bỏ phiếu chống lại năng lượng hạt nhân.

## **Kinh tế**

*Bài chi tiết: [Kinh tế và nhà máy điện hạt nhân mới](#)  
[Xem thêm tranh cãi về năng lượng hạt nhân.](#)*

Đặc điểm kinh tế của các nhà máy hạt nhân mới thường bị ảnh hưởng bởi chi phí đầu tư ban đầu. Tuy vậy, sẽ mang lại nhiều lợi nhuận hơn khi vận hành chúng càng lâu dài càng có thể cho đến khi chúng có khuynh hướng giảm công suất<sup>[30]</sup>. Việc so sánh giá trị kinh tế của nhà máy hạt nhân so với các nguồn khác được đề cập ở bài chi tiết về [tranh cãi về năng lượng hạt nhân](#).

## **Triển vọng**



 [Nhà máy điện hạt nhân Diablo Canyon](#) ở San Luis Obispo County, California, Hoa Kỳ

*[Xem thêm: Chính sách năng lượng hạt nhân và Giảm thiểu sự ấm lên toàn cầu](#)*

Năm 2007, [Watts Bar 1](#), đã hòa vào mạng lưới ngày 7 tháng 2 năm 1996, là lò phản ứng hạt nhân thương mại cuối cùng của Hoa Kỳ hòa vào lưới điện. Đây là một "dấu hiệu" của một chiến dịch thành công trên toàn cầu nhằm từng bước loại bỏ năng lượng hạt nhân. Tuy nhiên, thậm chí ở Hoa Kỳ và ở châu Âu, việc đầu tư nghiên cứu và [chu trình nguyên liệu hạt nhân](#) vẫn tiếp tục, và theo dự đoán của một số chuyên gia về công nghiệp hạt nhân<sup>[31]</sup> cho rằng [khủng hoảng điện năng](#) sẽ làm giá nhiên liệu hóa thạch sẽ tăng, sự [ấm lên toàn cầu](#) và phát thải kim loại nặng từ việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch, các công nghệ mới như các nhà máy [an toàn thụ động](#), và an ninh năng lượng quốc gia sẽ làm sống lại nhu cầu sử dụng các nhà máy điện hạt nhân.

Theo [Tổ chức Hạt nhân Thế giới](#), nhìn trên góc độ toàn cầu trong suốt thập niên 1980 cứ trung bình 17 ngày là có một lò phản ứng hạt nhân mới đưa vào hoạt động, và tỷ lệ đó có thể sẽ tăng lên 5 ngày vào năm 2015.<sup>[32]</sup>

Một số quốc gia vẫn duy trì hoạt động phát triển năng lượng hạt nhân như Pakistan, Nhật Bản, Trung Quốc, và Ấn Độ, tất cả đều đang phát triển công nghệ nhiệt và neutron nhanh, Hàn Quốc (Nam Hàn) và Hoa Kỳ chỉ phát triển công nghệ nhiệt, Nam Phi và Trung Quốc đang phát triển các phiên bản Lò phản ứng modun đáy cuối (PBMR). Một số thành viên của Liên minh châu Âu thuyết phục thúc đẩy các chương trình hạt nhân, trong khi các thành viên khác vẫn tiếp tục cấm sử dụng năng lượng hạt nhân. Nhật Bản có một chương trình xây dựng hạt nhân còn hoạt động với một lò phản ứng mới được hòa vào mạng lưới năm 2005. Ở Hoa Kỳ, 3 côngxooxiom hưởng ứng vào năm 2004 về những thúc giục của Bộ Năng lượng Hoa Kỳ trong chương trình năng lượng hạt nhân 2010 và được trao chi phí cho hoạt động này — Hành động chính sách năng lượng 2005 được ủy quyền bảo lãnh các khoản vay để xây dựng khoảng 6 lò phản ứng mới và cho phép Bộ Năng lượng xây dựng một lò phản ứng theo công nghệ Thế hệ IV lò phản ứng nhiệt độ rất cao để sản xuất cả điện năng và thủy điện. Vào đầu thế kỷ 21, năng lượng hạt nhân có một sức hấp dẫn đặc biệt đối với Trung Quốc và Ấn Độ theo công nghệ lò phản ứng breeder nhanh vì nguồn năng lượng này giúp họ phát triển kinh tế một cách nhanh chóng (xem thêm phát triển năng lượng). Trong chính sách năng lượng của Liên hiệp Vương quốc Anh cũng nêu rằng có sự sụt giảm cung cấp năng lượng trong tương lai, để bù đắp vào sự thiếu hụt đó hoặc là xây dựng các nhà máy năng lượng hạt nhân mới hoặc là kéo dài tuổi thọ của các nhà máy hiện tại. <sup>[cần dẫn nguồn]</sup>

Một trở ngại trong việc sản xuất các nhà máy điện hạt nhân là chỉ có 4 công ty toàn cầu (Japan Steel Works, China First Industries, OMX Izhora và Doosan Heavy Industries) có khả năng sản xuất các vỏ bọc <sup>[33]</sup>, bộ phận này có chức năng làm giảm rủi ro rò rỉ hạt nhân. Japan Steel Works chỉ có thể sản xuất 4 vỏ bọc lò phản ứng 1 năm, tuy nhiên sản lượng có thể tăng lên gấp đôi trong 2 năm tới. Các nhà sản xuất khác đang xem xét những lựa chọn khác nhau bao gồm cả việc tự làm các bộ phận của lò phản ứng cho riêng họ hoặc tìm kiếm cách khác để làm những bộ phận tương tự bằng cách sử dụng các phương pháp thay thế. <sup>[34]</sup> Các giải pháp khác bao gồm việc sử dụng các mẫu thiết kế không đòi hỏi các lớp vỏ bọc chịu áp suất riêng biệt như ở lò phản ứng CANDU cải tiến, Canada hoặc lò phản ứng nhanh làm lạnh bằng natri.

Các công ty khác có thể làm những xưởng luyện kim lớn đòi hỏi các vỏ bọc chịu áp suất như OMZ của Nga, là loại đang được nâng cấp có thể sản xuất từ 3 đến 4 vỏ bọc một năm; <sup>[35]</sup> Doosan Heavy Industries Hàn Quốc; <sup>[36][37]</sup> và Mitsubishi Heavy Industries đang tăng công suất sản xuất các vỏ bọc chịu áp lực và các bộ phận lò hạt nhân lớn khác lên gấp đôi. <sup>[38]</sup>

Sheffield Forgemasters của Anh đang đánh giá lợi nhuận của việc chế tạo các công cụ này đối với xưởng đúc vật liệu hạt nhân.

Theo báo cáo năm 2007 của tổ chức, European Greens, chống hạt nhân tuyên bố rằng "thậm chí nếu Phần Lan và Pháp xây dựng một lò phản ứng nước áp lực kiểu châu Âu (EPR), thì Trung Quốc đã khởi động xây dựng thêm 20 nhà máy và Nhật Bản, Hàn Quốc hoặc đông Âu sẽ thêm 1 hoặc hơn. Xu hướng chung trên toàn cầu về công suất năng lượng hạt nhân sẽ giảm trong vòng 2 đến 3 thập kỷ tới vì với khoảng thời gian dài từ hàng chục năm để xây dựng xong một nhà máy hạt nhân, nên về mặt thực tế thì khó có thể tăng sản lượng thậm chí duy trì vận hành các nhà máy hiện tại cho tới 20 năm tới, trừ khi tuổi thọ của các nhà máy có thể được tăng lên trên mức trung bình là 40 năm."<sup>[39]</sup> Thực tế, Trung Quốc lên kế hoạch xây dựng hơn 100 nhà máy,<sup>[40]</sup> trong khi ở Hoa Kỳ giấy phép của gần phân nửa các lò phản ứng đã được gia hạn đến 60 năm,<sup>[41]</sup> và các dự án xây mới 30 lò phản ứng đang được xem xét.<sup>[42]</sup> Hơn thế, U.S. NRC và Bộ Năng lượng Hòa Kỳ đã bước đầu đặt vấn đề cho phép gia hạn giấy phép lò phản ứng hạt nhân lên 60 năm, cấp lại cứ sau mỗi 20 năm nhưng phải chứng minh được độ an toàn, giảm tải phát thải chất không phải CO<sub>2</sub> từ các lò phản ứng hết tuổi thọ. Các lò này có thể góp phần vào cung cầu điện đang mất cân bằng nhằm phục vụ cho yêu cầu an toàn năng lượng Hoa Kỳ, nhưng có khả năng gia tăng phát thải khí nhà kính.<sup>[43]</sup> Năm 2008, IAEA dự đoán rằng công suất điện hạt nhân có thể tăng gấp đôi vào năm 2030, mặc dù nó không đủ để tăng tỷ lệ điện hạt nhân trong ngành điện.<sup>[44]</sup>

## **Công nghệ lò phản ứng hạt nhân**

*Bài chi tiết: Công nghệ lò phản ứng hạt nhân*



Nhà máy năng lượng hạt nhân Cattenom.

Cũng giống như một số trạm năng lượng nhiệt phát điện bằng nhiệt năng từ việc đốt nhiên liệu hóa thạch, các nhà máy năng lượng hạt nhân biến đổi năng lượng giải phóng từ hạt nhân nguyên tử thông qua phản ứng phân hạch.

Khi một hạt nhân nguyên tử dùng để phân hạch tương đối lớn (thường là urani 235 hoặc plutoni-239) hấp thụ notron sẽ tạo ra sự phân hạch nguyên



từ. Quá trình phân hạch tách nguyên tử thành 2 hay nhiều hạt nhân nhỏ hơn kèm theo đông năng (hay còn gọi là sản phẩm phân hạch) và cũng giải phóng tia phóng xạ gamma và notron tự do.<sup>[45]</sup> Một phần notron tự do này sau đó được hấp thụ bởi các nguyên tử phân hạch khác và tiếp tục tạo ra nhiều notron hơn.<sup>[46]</sup> Đây là phản ứng tạo ra notron theo cấp số nhân.

Phản ứng dây chuyền hạt nhân này có thể được kiểm soát bằng cách sử dụng chất hấp thụ notron và bộ điều hòa notron để thay đổi tỷ lệ notron tham gia vào các phản ứng phân hạch tiếp theo.<sup>[46]</sup> Các lò phản ứng hạt nhân hầu hết có các hệ thống vận hành bằng tay và tự động để tắt phản ứng phân hạch khi phát hiện các điều kiện không an toàn.<sup>[47]</sup>

Hệ thống làm lạnh giải phóng nhiệt từ lõi lò phản ứng và vận chuyển nhiệt đến bộ phận phát điện từ nhiệt năng này hoặc sử dụng vào những mục đích khác. Đặc biệt chất làm lạnh nóng là nguồn nhiệt sẽ được dùng cho các lò nung, và hơi nước nén từ lò nung sẽ làm quay các tốc bin hơi nước vận hành các máy phát điện.<sup>[48]</sup>

Có nhiều kiểu lò phản ứng khác nhau sử dụng các nguyên liệu, chất làm lạnh và các cơ chế vận hành khác nhau. Một vài trong các mẫu này được thiết kế yêu cầu kỹ thuật. Lò phản ứng dùng trong các tàu ngầm hạt nhân và các các tàu hải quân lớn, ví dụ, thường sử dụng nhiên liệu urani được làm giàu rất cao. Việc sử dụng nguyên liệu urani làm giàu rất cao sẽ làm tăng mật độ năng lượng của lò phản ứng và gia tăng hệ số sử dụng của tải lượng nhiên liệu hạt nhân, nhưng giá của nó đắt và có nhiều rủi ro hơn so với các nguyên liệu hạt nhân khác.<sup>[49]</sup>

Một số kiểu lò phản ứng mới dùng cho các nhà máy điện hạt nhân, như các lò phản ứng hạt nhân thế hệ IV, là đối tượng nghiên cứu và có thể được sử dụng để thí nghiệm phát điện trong tương lai. Một vài trong số các kiểu mới này đang được thiết kế để đạt được các phản ứng phân hạch sạch hơn, an toàn hơn và ít rủi ro hơn đối với sự gia tăng nhanh chóng các vũ khí hạt nhân. Các nhà máy an toàn thụ động (như lò phản ứng ESBWR) đang được xây dựng<sup>[50]</sup> và các kiểu khác đang được thuyết phục.<sup>[51]</sup> Các lò phản ứng hợp hạch có thể có triển vọng trong tương lai nhằm giảm bớt hoặc loại bỏ những rủi ro liên quan đến phân hạch hạt nhân.<sup>[52]</sup>

## Tuổi thọ



**Chu trình nguyên liệu hạt nhân** bắt đầu khi urani được khai thác, làm giàu, và chế tạo thành nguyên liệu hạt nhân, (1) đưa đến nhà máy năng lượng hạt nhân. Sau khi sử dụng ở nhà máy, nguyên liệu đã qua sử dụng được đưa tới nhà máy tái xử lý (2) hoặc kho chứa cuối cùng (3). Trong quá trình tái xử lý 95% nguyên liệu đã sử dụng có thể được thu hồi để đưa trở lại nhà máy năng lượng (4).

*Bài chi tiết: [Chu trình năng lượng hạt nhân](#)*

Lò phản ứng hạt nhân là một phần trong chu trình năng lượng hạt nhân. Quá trình bắt đầu từ khai thác mỏ (xem [khai thác mỏ urani](#)). Các mỏ urani nằm dưới lòng đất, được khai thác theo phương thức lộ thiên, hoặc các mỏ đài tại chỗ. Trong bất kỳ trường hợp nào, khi quặng urani được chiết tách, nó thường được chuyển thành dạng ổn định và nén chặt như bánh vàng (yellowcake), và sau đó vận chuyển đến nhà máy xử lý. Ở đây, bánh vàng được chuyển thành urani hexaflorua, loại này sau đó lại được đem đi làm giàu để sử dụng cho các ngành công nghệ khác nhau. Urani sau khi được làm giàu chứa hơn 0,7% U-235 tự nhiên, được sử dụng để làm cần nguyên liệu trong lò phản ứng đặc biệt. Các cần nguyên liệu sẽ trải qua khoảng 3 chu trình vận hành (tổng cộng khoảng 6 năm) trong lò phản ứng, về mặt tổng quát chỉ có khoảng 3% lượng urani của nó tham gia vào phản ứng phân hạch, sau đó chúng sẽ được chuyển tới một hố nguyên liệu đã sử dụng, ở đây các đồng vị có tuổi thọ thấp được tạo ra từ phản ứng phân hạch sẽ phân rã. Sau khoảng 5 năm trong hố làm lạnh, nguyên liệu tiêu thụ nguội đi và giảm tính phóng xạ đến mức có thể xách được, và nó được chuyển đến các thùng chứa khô hoặc đem tái xử lý.

## Năng lượng hạt nhân ( phần III )

### Các nguồn nguyên liệu truyền thống

*Bài chi tiết: [Thị trường urani](#) và [Phát triển năng lượng hạt nhân](#)*

Urani là một nguyên tố khá phổ biến trong vỏ Trái Đất cũng giống như kẽm hoặc germani, và phổ biến gấp khoảng 35 lần so với bạc. Urani là thành phần trong hầu hết các đá và bụi. Thực tế rằng urani quá phân tán là một trở ngại bởi vì khai thác mỏ urani chỉ đạt hiệu quả kinh tế khi nó tập trung hàm lượng cao. Cho đến ngày nay, giá urani có thể thu lợi nhuận đạt khoảng 130 USD/kg, và lượn urani đủ để cung cấp cho các nhà máy hoạt động "ít nhất một thế kỷ" với tốc độ tiêu thụ như hiện nay.<sup>[53][54]</sup> Điều này tương ứng với một mức tài nguyên chắc chắn cao hơn mức bình thường cho hầu hết các khoáng vật. Điểm giống nhau cơ bản với các khoáng vật kim loại khác đó là giá tăng gấp đôi từ mức được kỳ vọng trong hiện tại có thể tạo ra mức tăng gấp 10 lần đối với tài nguyên đã cân nhắc. Tuy nhiên, giá năng lượng hạt nhân chiếm phần lớn trong công trình nhà máy năng lượng. Vì vậy, đóng góp của nguyên liệu vào giá điện toàn cầu chỉ là một phần tương đối nhỏ, thậm chí giá nhiên liệu leo thang có ảnh hưởng tương đối nhỏ đến giá thành phẩm. Ví dụ, giá urani tăng gấp đôi trên thị trường có thể tăng chi phí nguyên liệu đối với các lò phản ứng nước nhẹ lên 26% và giá điện khoảng 7%, trong khi đó việc tăng gấp đôi giá khí thiên nhiên có thể góp phần làm tăng thêm 70% vào giá điện. Ở mức giá nguyên liệu cao, việc khai thác các nguồn khí trong đá granit và dưới biển sẽ mang lại lợi nhuận.<sup>[55][56]</sup>

Các lò phản ứng nước nhẹ hiện tại ít bị ảnh hưởng lớn từ nguyên liệu hạt nhân, vì quá trình phân hạch chỉ sử dụng rất ít đồng vị hiếm urani-235. Tái xử lý hạt nhân có thể sử dụng lại từ nguồn chất thải của lò này và đạt hiệu quả cao hơn đối với những lò được thiết kế sử dụng những nguồn nguyên liệu phổ biến.<sup>[57]</sup>

### Breeding

*Bài chi tiết: [Phản ứng Breeder](#)*

Ngược lại với lò phản ứng nước nhẹ hiện nay sử dụng urani-235 (chiếm 0,7% tổng lượng urani tự nhiên), các lò phản ứng fast breeder sử dụng urani-238 (chiếm 99,3% urani tự nhiên). Người ta tính toán rằng lượng urani-238 đủ để sử dụng cho các nhà máy hạt nhân đến 5 tỷ năm.<sup>[58]</sup>

Công nghệ breeder đã được sử dụng cho một số lò phản ứng, nhưng chi phí xử lý nguyên liệu cao đòi hỏi giá urani vượt hơn 200 USD/kg.<sup>[59]</sup> Tháng 12 năm 2005, chỉ có một lò phản ứng loại này hoạt động là lò BN-

600 ở Beloyarsk, Nga. Công suất điện đầu ra của nó là 600 MW — Nga cũng đã có kế hoạch xây thêm một lò khác tên BN-800, ở Beloyarsk. Tương tự, lò phản ứng Monju của Nhật Bản đã được lên kế hoạch để khởi công nhưng đã bị ngừng từ năm 1995, trong khi đó cả Trung Quốc và Ấn Độ cũng dự định xây các lò phản ứng kiểu này.

Một loại lò thay thế khác có thể sử dụng urani-233 sinh ra từ thori làm nguyên liệu phân hạch trong chu trình nguyên liệu thori. Thori phổ biến hơn urani khoảng 3,5 lần trong vỏ Trái Đất, và có đặc điểm phân bố khác nhau. Nguồn nguyên liệu này sẽ làm tăng lượng nguyên liệu phân hạch lên đến 450%.<sup>[60]</sup> Không giống quá trình biến đổi U-238 thành plutoni, các lò phản ứng fast breeder không cần quy trình này — nó có thể thể hiện một cách đầy đủ hơn so với các nhà máy truyền thống. Ấn Độ đã thấy công nghệ này, khi mà họ có nguồn thori dồi dào hơn urani.

## Tổng hợp

Những người ủng hộ năng lượng hợp hạch đề nghị nên sử dụng deuterium hoặc triti là các đồng vị của hidro, làm nguyên liệu và trong một vài kiểu lò phản ứng hiện nay cũng dùng lithi và boron. Năng lượng đầu ra của chúng bằng với năng lượng đầu ra hiện tại trên toàn cầu và nó sẽ không tăng thêm trong tương lai, và các nguồn tài nguyên lithi đã được phát hiện hiện tại có thể cung cấp cho ít nhất 3000 năm nữa, lithi từ nước biển khoảng 60 triệu năm, và quá trình tổng hợp phức tạp hơn chỉ sử dụng deuteri khai thác từ nước biển có thể cung cấp nguyên liệu cho 150 tỉ năm.<sup>[61]</sup> Mặc dù quá trình này chưa trở thành thực tế nhưng các chuyên gia tin rằng tổng hợp hạt nhân là một nguồn năng lượng đầy hứa hẹn trong tương lai vì nó tạo ra các chất thải phóng xạ có thời gian sống ngắn, phát thải cacbon ít.

## Nước

*Xem thêm: Nước#Sử dụng trong công nghiệp và Tác động môi trường của năng lượng hạt nhân*

Cũng giống như tất cả các dạng nhà máy phát điện sử dụng tuốc bin hơi nước, các nhà máy điện hạt nhân sử dụng rất nhiều nước để làm lạnh. Sellafield, nhà máy này không còn sản xuất điện, sử dụng lượng nước tối đa là 18.184,4 m<sup>3</sup> một ngày và 6.637,306 m<sup>3</sup> nước được xử lý từ nước thải một năm để tạo hơi nước (số liệu từ Environment Agency).<sup>[cần dẫn nguồn]</sup> Đối với hầu hết các nhà máy điện, 2/3 năng lượng tạo ra từ nhà máy điện hạt nhân trở thành nhiệt không có ích (xem chu trình Carnot), và lượng nhiệt đó được mang ra khỏi nhà máy ở dạng nước nóng (chúng vẫn không bị nhiễm phóng xạ). Nước giải phóng nhiệt bằng cách

đưa vào các tháp làm lạnh ở đó hơi nước bốc lên và đọng sương rồi rơi xuống (mây) hoặc thả trực tiếp vào nguồn nước như ao làm lạnh, hồ, sông hay đại dương.<sup>[62]</sup> Trong trường hợp có hạn hán sẽ là một khó khăn đối với các nhà máy do nguồn cung cấp nước làm lạnh bị cạn kiệt.<sup>[63][64]</sup>

Nhà máy điện hạt nhân Palo Verde gần Phoenix, Arizona là nhà máy phát điện hạt nhân duy nhất không nằm gần nguồn nước lớn. Thay vào đó, nó sử dụng nước thải đã qua xử lý từ các đô thị lân cận để làm nước làm lạnh, với lượng nước thải khoảng 76.000.000 m<sup>3</sup> mỗi năm.<sup>[cần dẫn nguồn]</sup>

Giống như các nhà máy năng lượng truyền thống, các nhà máy năng lượng hạt nhân tạo ra một lượng lớn nhiệt thừa, nó bị thải ra khỏi bộ phận ngưng tụ sau khi qua tuốc bin hơi nước. Bộ phận phát điện kép của các nhà máy có thể tận dụng nguồn nhiệt này theo như đề xuất của Oak Ridge National Laboratory (ORNL) trong quá trình cộng năng lượng<sup>[65]</sup> để tăng hệ số sử dụng nhiệt. Ví dụ như sử dụng hơi nước từ các nhà máy năng lượng để sản xuất hidro.<sup>[66]</sup>

## **Chất thải phóng xạ**

*Xem thêm về nội dung này tại Chất thải phóng xạ.*

Việc lưu giữ và thải chất thải hạt nhân an toàn vẫn còn là một thách thức và chưa có một giải pháp thích hợp. Vấn đề quan trọng nhất là dòng chất thải từ các nhà máy năng lượng hạt nhân là nguyên liệu đã qua sử dụng. Một lò phản ứng công suất lớn tạo ra 3 mét khối (25–30 tấn) nguyên liệu đã qua sử dụng mỗi năm.<sup>[67]</sup> Nó bao gồm urani không chuyển hóa được cũng như một lượng khá lớn các nguyên tử thuộc nhóm Actini (hầu hết là plutoni và curi). Thêm vào đó, có khoảng 3% là các sản phẩm phân hạch. Nhóm actini (urani, plutoni, và curi) có tính phóng xạ lâu dài, trong khi đó các sản phẩm phân hạch có tính phóng xạ ngắn hơn.<sup>[68]</sup>

## **Chất thải phóng xạ cao**

*Xem thêm: Chất thải phóng xạ cao*

Nguyên liệu đã qua sử dụng có tính phóng xạ rất cao và phải rất thận trọng trong khâu vận chuyển hay tiếp xúc với nó.<sup>[cần dẫn nguồn]</sup> Tuy nhiên, nguyên liệu hạt nhân đã sử dụng sẽ giảm khả năng phóng xạ sau hàng ngàn năm. Có khoảng 5% cần nguyên liệu đã phản ứng không thể sử dụng lại được nữa, vì vậy ngày nay các nhà khoa học đang thí nghiệm để tái sử dụng các cần này để giảm lượng chất thải. Trung bình, cứ sau 40 năm, dòng phóng xạ giảm 99,9% so với thời điểm loại bỏ nguyên liệu đã sử dụng, mặc dù nó vẫn còn phóng xạ nguy hiểm.<sup>[57]</sup>

Cần nguyên liệu hạt nhân đã sử dụng được chứa trong các bồn nước chống phóng xạ. Nước có chức năng làm lạnh đối với các sản phẩm phân hạch vẫn còn phân rã và che chắn tia phóng xạ ra môi trường. Sau vài chục năm các bồn chứa trở nên lạnh hơn, nguyên liệu ít phóng xạ hơn sẽ được chuyển đến nơi chứa khô, ở đây nguyên liệu được chứa các thùng bằng thép và bê tông cho đến khi độ phóng xạ của nó giảm một cách tự nhiên ("phân rã") đến mức an toàn đủ để tiếp tục thực hiện các quá trình xử lý khác. Việc chứa tạm thời này kéo dài vài năm, vài chục năm thậm chí cả ngàn năm tùy thuộc vào loại nguyên liệu. Hầu hết các chất thải phóng xạ của Hoa Kỳ hiện tại được chứa ở các vị trí tạm thời có giám sát, trong khi các phương pháp thích hợp cho việc thải vĩnh cửu vẫn đang được bàn luận.

Cho đến năm 2007, Hoa Kỳ thải ra tổng cộng hơn 50,000 tấn nguyên liệu đã qua sử dụng từ các lò phản ứng hạt nhân.<sup>[69]</sup> Phương pháp chứa dưới lòng đất ở núi Yucca ở Hoa Kỳ đã được đề xuất là cách chôn cất thải vĩnh viễn. Sau 10.000 năm phân rã phóng xạ, theo tiêu chuẩn Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ, nguyên liệu hạt nhân đã qua sử dụng sẽ không còn là mối đe dọa đối với sức khỏe và an toàn của cộng đồng.<sup>[cần dẫn nguồn]</sup>

Lượng chất thải có thể được giảm thiểu bằng nhiều cách, đặc biệt là tái xử lý. Lượng chất thải còn lại sẽ có độ phóng xạ ổn định sau ít nhất 300 năm ngay cả khi loại bỏ các nguyên tố trong nhóm actini, và lên đến hàng ngàn năm nếu chưa loại bỏ các nguyên tố trên. {{Fact}} Trong trường hợp tách tất cả các nguyên tố trong nhóm actini và sử dụng các lò phản ứng **fast breeder** để phá hủy bằng sự biến tổ một vài nguyên tố không thuộc nhóm actini có tuổi thọ dài hơn, chất thải phải được cách ly với môi trường vài trăm năm, cho nên chất thải này được xếp vào nhóm có tác động lâu dài. Các lò phản ứng hợp hạch có thể làm giảm số lượng chất thải này.<sup>[70]</sup> Người ta cũng tranh luận rằng giải pháp tốt nhất đối với chất thải hạt nhân là chứa tạm thời trên mặt đất cho đến khi công nghệ phát triển thì các nguồn chất thải này sẽ trở nên có giá trị trong tương lai.

Theo một tin tức trên chương trình năm 2007 phát trên *60 Minutes*, năng lượng hạt nhân làm cho nước Pháp có không khí sạch nhất trong các quốc gia công nghiệp, và có giá điện rẻ nhất trong toàn châu Âu.<sup>[71]</sup> Pháp tái xử lý chất thải hạt nhân của họ để giảm lượng chất thải và tạo ra nhiều năng lượng hơn.<sup>[72]</sup> Tuy nhiên, các bài báo vẫn tiếp tục chỉ trích như "Ngày nay chúng ta tích trữ các thùng chứa chất thải bởi vì các nhà khoa học hiện tại không biết cách nào để giảm thiểu hoặc loại bỏ chất độc hại, nhưng *có lẽ* 100 năm nữa *có lẽ* các nhà khoa học sẽ... Chất thải hạt nhân là một vấn đề của nhà nước rất khó giải quyết và cũng là vấn đề chung không quốc gia

nào có thể giải quyết được. Viễn cảnh hiện tại, đang đi theo gót chân Asin của ngành công nghiệp hạt nhân ... Nếu Pháp không thể giải quyết được vấn đề này, hãy cầu Mandil, sau đó nói rằng 'Tôi không thấy chúng ta có thể tiếp tục chương trình hạt nhân của mình như thế nào.'<sup>[72]</sup> Xa hơn nữa, việc tái xử lý sẽ lại có những chỉ trích khác như theo Hiệp hội Các vấn đề nhà Khoa học quan tâm (*Union of Concerned Scientists*).<sup>[73]</sup>

### **Chất thải phóng xạ thấp**

*Xem thêm: Chất thải phóng xạ thấp*

Ngành công nghiệp hạt nhân cũng tạo ra một lượng lớn các chất thải phóng xạ cấp thấp ở dạng các công cụ bị nhiễm như quần áo, dụng cụ cầm tay, nước làm sạch, máy lọc nước, và các vật liệu xây lò phản ứng. Ở Hoa Kỳ, Ủy ban điều phối hạt nhân (*Nuclear Regulatory Commission*) đã cố gắng xét lại để cho phép giảm các vật liệu phóng xạ thấp đến mức giống với chất thải thông thường như thải vào bãi thải, tái sử dụng...  
.<sup>[cần dẫn nguồn]</sup> Hầu hết chất thải phóng xạ thấp có độ phóng xạ rất thấp và người ta chỉ quan tâm đến chất thải phóng xạ liên quan đến mức độ ảnh hưởng lớn của nó.<sup>[74]</sup>

### **Chất thải phóng xạ và chất thải công nghiệp độc hại**

Ở các quốc gia có năng lượng hạt nhân, chất thải phóng xạ chiếm ít hơn 1% trong tổng lượng chất thải công nghiệp độc hại, là các chất độc hại trừ khi chúng phân hủy hoặc được xử lý khi đó thì trở nên ít độc hơn hoặc hoàn toàn không độc.<sup>[57]</sup> Nhìn chung, năng lượng hạt nhân tạo ra ít chất thải hơn so với các nhà máy điện chạy bằng nhiên liệu hóa thạch. Các nhà máy đốt than đặc biệt tạo ra nhiều chất độc hại và một lượng tro phóng xạ mức trung bình do sự tập trung các kim loại xuất hiện trong tự nhiên và các vật liệu phóng xạ có trong than. Ngược lại với những điều mà người ta cho là đúng từ trước đến, năng lượng than thực tế tạo ra nhiều chất thải phóng xạ thải vào môi trường hơn năng lượng hạt nhân. Tính bình quân lượng ảnh hưởng đến dân số từ các nhà máy sử dụng cao gấp 100 lần so với các nhà máy hạt nhân.<sup>[75]</sup>

### **Tái xử lý**

*Xem thêm: Tái xử lý hạt nhân*

Việc tái xử lý có khả năng thu hồi đến 95% từ urani và plutoni còn lại trong nguyên liệu hạt nhân đã sử dụng, để trộn vào hỗn hợp nguyên liệu oxit mới. Công đoạn này làm giảm lượng phóng xạ có thời gian phân rã lâu tồn tại trong chất thải, khi tạo ra các sản phẩm phân hạch có thời gian sống ngắn, thể tích của nó giảm đến hơn 90%. Tái xử lý nguyên liệu hạt

nhân dân dụng từ các lò phản ứng năng lượng đã được thực hiện trên phạm vi rộng ở Anh, Pháp và (trước đây) Nga, sắp tới là Trung Quốc và có thể là Ấn Độ, và Nhật Bản đang thực hiện việc mở rộng quy mô trên toàn nước Nhật. Việc xử lý hoàn toàn là không thể thực hiện được bởi vì nó đòi hỏi các lò phản ứng breeder, là loại lò chưa có giá trị thương mại. Pháp được xem là quốc gia khá thành công trong việc tái xử lý chất thải này, nhưng hiện tại chỉ thu hồi được khoảng 28% (về khối lượng) từ nguyên liệu sử dụng hàng năm, 7% trên toàn nước Pháp và 21% ở Nga.<sup>[76]</sup>

Không giống các quốc gia khác, Hoa Kỳ đã dừng tái xử lý dân dụng từ năm 1976 đến năm 1981 cũng là một phần trong luật chống phát triển hạt nhân của quốc gia này, kể từ đó vật liệu được tái xử lý như plutoni có thể được dùng trong các vũ khí hạt nhân: tuy nhiên, tái xử lý hiện nay lại được cho phép tiến hành.<sup>[77]</sup> Thậm chí, hiện tại nguyên liệu hạt nhân đã sử dụng tất cả được xử lý như chất thải.<sup>[78]</sup>

Tháng 2 năm 2006, một sáng kiến mới ở Hoa Kỳ do *Global Nuclear Energy Partnership* thông báo. Đó là sự cố gắng của quốc tế để tái xử lý nguyên liệu theo cách làm cho sự phát triển hạt nhân không thể thực hiện được, trong khi sản xuất năng lượng hạt nhân đang có ích đối với các quốc gia đang phát triển.<sup>[79]</sup>

## Tách Urani

### *Bài chi tiết: Tách urani*

Việc làm giàu urani tạo ra hàng tấn urani đã tách ra (DU), bao gồm U-238 đã tách hầu hết đồng vị U-235 để phân hạch. U-238 là kim loại thô có giá trị kinh tế — ví dụ như sản xuất máy bay, khiên chống phóng xạ, và vỏ bọc vì nó có tỷ trọng lớn hơn chì. Urani đã tách cũng được sử dụng trong đạn dược như đầu đạn DU, vì khuynh hướng của urani là vỡ dọc theo các dải băng cắt đoạn nhiệt.<sup>[80][81]</sup>

Một vài ý kiến cho rằng U-238 có thể gây ra các vấn đề về sức khỏe trong nhóm người tiếp xúc một cách quá mức với vật liệu này, như các đội xe chuyên chở và người dân sống trong các khu vực xung quanh nơi có lượng lớn đạn dược bằng DU được sử dụng như khiên, bom, đạn, đầu đạn hạt nhân. Vào tháng 1 năm 2003 Tổ chức Y tế Thế giới công bố một báo cáo rằng sự ô nhiễm từ đạn dược DU ở mức độ địa phương đến vài chục mét từ các vị trí gây ảnh hưởng và phóng xạ nhiễm vào thực vật và nguồn nước địa phương là *cực kỳ thấp*. Báo cáo cũng nêu rằng lượng DU sau khi đi vào theo đường tiêu hóa sẽ thải ra ngoài khoảng 70% sau 24 giờ và 90% sau vài ngày.<sup>[82]</sup>



## **Tranh luận về sử dụng năng lượng hạt nhân**

*Bài chi tiết: [Tranh cãi về năng lượng hạt nhân](#)*

Các đề xuất sử dụng năng lượng hạt nhân thì cho rằng năng lượng hạt nhân là một nguồn năng lượng bền vững làm giảm phát thải cacbon và gia tăng an ninh năng lượng do giảm sự phụ thuộc vào nguồn dầu mỏ nước ngoài.<sup>[83]</sup> Các đề xuất cũng nhấn mạnh rằng các rủi ro về lưu giữ chất thải phóng xạ là rất nhỏ và có thể giảm trong tương lai gần khi sử dụng công nghệ mới nhất trong các lò phản ứng mới hơn, và những ghi nhận về vận hành an toàn ở phương Tây là một ví dụ khi so sánh với các loại nhà máy năng lượng chủ yếu khác.

Các ý kiến chỉ trích thì cho rằng năng lượng hạt nhân là nguồn năng lượng chứa đựng nhiều tiềm năng nguy hiểm và phải giảm tỷ lệ sản xuất năng lượng hạt nhân, đồng thời cũng tranh luận rằng liệu các rủi ro có thể được giảm thiểu bằng công nghệ mới không. Những ý kiến ủng hộ đưa ra quan điểm rằng năng lượng hạt nhân không gây ô nhiễm môi trường không khí, đối ngược hoàn toàn với việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch và cũng là nguồn năng lượng có triển vọng thay thế nhiên liệu hóa thạch. Các ý kiến ủng hộ cũng chỉ ra rằng năng lượng hạt nhân chỉ là theo đuổi của các nước phương Tây để đạt được sự độc lập về năng lượng. Còn các ý kiến chỉ trích thì cho rằng vấn đề là ở chỗ lưu giữ chất thải phóng xạ như ô nhiễm phóng xạ do các tai họa, và những bất lợi của việc phát triển hạt nhân và sản xuất điện tập trung.

Các tranh cãi về kinh tế và an toàn được xem là hai mặt của vấn đề tranh luận.