

***Giới thiệu môn học***  
**QUÁ TRÌNH VÀ THIẾT BỊ TRUYỀN NHIỆT**  
**(Hệ Đại Học)**

Lý thuyết : 30 tiết

Hình thức thi giữa và cuối kỳ: Tự luận hoặc Trắc nghiệm khách quan

---

# Nội dung: 4 chương

0 Chương 1: Truyền nhiệt

0 Chương 2: Đun nóng – Làm nguội – Ngưng tụ

0 Chương 3: Cô đặc

0 Chương 4: Kỹ thuật lạnh

---

# Tài Liệu Tham Khảo

- [1]. Khoa Máy-TB Hóa học – Giáo trình Truyền nhiệt – NXB ĐH Công Nghiệp Tp.HCM
- [2]. Phạm Văn Bôn, Hoàng Minh Nam, Vũ Bá Minh - Quá trình và thiết bị công nghệ hóa học - Ví dụ và bài tập - Trường đại học bách khoa thành phố Hồ Chí Minh.
- [3]. Đỗ Trọng Đài, Nguyễn Trọng Khuông, Trần Quang Thảo, Võ Thị Ngọc Tươi, Trần Xoa - Cơ sở quá trình và thiết bị công nghệ hóa học. Tập1- NXB đại học và trung học chuyên nghiệp. Hà Nội 1981
- [4]. Phạm Xuân Toàn – Các quá trình, thiết bị trong công nghệ hóa chất và thực phẩm. Tập 3: Các quá trình truyền nhiệt – NXN KHKT 2003

- 
- [5]. Nguyễn Bin - Tính toán quá trình, thiết bị trong công nghệ hóa chất và thực phẩm. Tập 1 - NXB KHKT 1999
- [6]. Hoàng Đình Tín, Lê Chí Hiệp – Nhiệt động lực học kỹ thuật – NXB KHKT 1997
- [7]. Phạm Văn Bôn, Nguyễn Đình Thọ - Quá trình và thiết bị công nghệ hóa học - Truyền nhiệt - NXB Đại học quốc gia TP.HCM 1998
- [8]. Bùi Hải, Dương Đức Hồng, Hà Mạnh Thư – Thiết bị trao đổi nhiệt – NXB KHKT 1999
- [9]. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tùy, Đinh Văn Thuận – Kỹ thuật lạnh ứng dụng – NXB Giáo dục
-

# Mục đích môn học

---

Môn học giúp cho sinh viên có khả năng:

- Nắm được những kiến thức cơ bản về quá trình truyền nhiệt của một số quá trình trong ngành công nghệ hóa học.
- Hiểu biết, nắm vững nguyên lý làm việc; cấu tạo, tính toán thiết bị truyền nhiệt.

# Một số khái niệm cơ bản

▪ Nhiệt độ là gì: là đại lượng vật lý, đặc trưng cho mức độ nóng của nhiệt, là thông số làm cơ sở để so sánh, đánh giá mức độ nóng của vật này và vật khác.

▪ Đơn vị nhiệt độ:

- Độ Celcius, ký hiệu -  $t(^{\circ}\text{C})$

- Độ kenvin, ký hiệu -  $T(\text{K})$ .

▪ Mối liên hệ:  $T = t + 273$

Và  $\Delta T = \Delta t$

# Một số khái niệm cơ bản

▪ Nhiệt dung riêng:  $C$  (J/kg.độ) or (cal/kg.độ)

Là nhiệt lượng tỏa ra hay thu vào để 1kg vật chất biến thiên 1 độ.

$$+ 1\text{cal} = 4,186\text{J}$$

$$+ 1\text{J} = 0,24\text{cal}$$

$$+ 1\text{kcal} = 1000\text{cal}$$

$$+ 1\text{kJ} = 1000\text{J}$$

▪ Khối lượng riêng: là khối lượng của 1 đơn vị thể tích,  $\rho$  (kg/m<sup>3</sup>).

# Một số khái niệm cơ bản

▪ Áp suất: là đại lượng vật lý, biểu thị cho lực tác dụng vuông góc lên 1 đơn vị diện tích.

$$+ Pa = N/m^2 = kg/m.s^2$$

+ 1at = 760mmHg  $\approx$  10mH<sub>2</sub>O – áp suất khí quyển

▪ Áp suất chân không: Cho biết áp suất trong hệ thống thấp hơn áp suất khí quyển

$$+ P_{ck} = P_{kq} - P_{td} > 0$$

$$+ P_{du} = P_{td} - P_{kq} < 0$$

▪ Áp suất dư: Cho biết áp suất trong hệ thống cao hơn áp suất khí quyển:

$$+ P_{dur} = P_{td} - P_{kq} > 0$$



# Một số khái niệm cơ bản

- Một số đơn vị đo theo hệ tiêu chuẩn SI
  - Kích thước hình học (chiều dài, chiều rộng, chiều cao, đường kính....):
    - Mét (m).
    - Thời gian: Giây (s)
    - Khối lượng: Kilogram (kg)
    - Nhiệt lượng:  $J = N \cdot m = kg \cdot m^2/s^2$
    - Công suất:  $W = J/s$

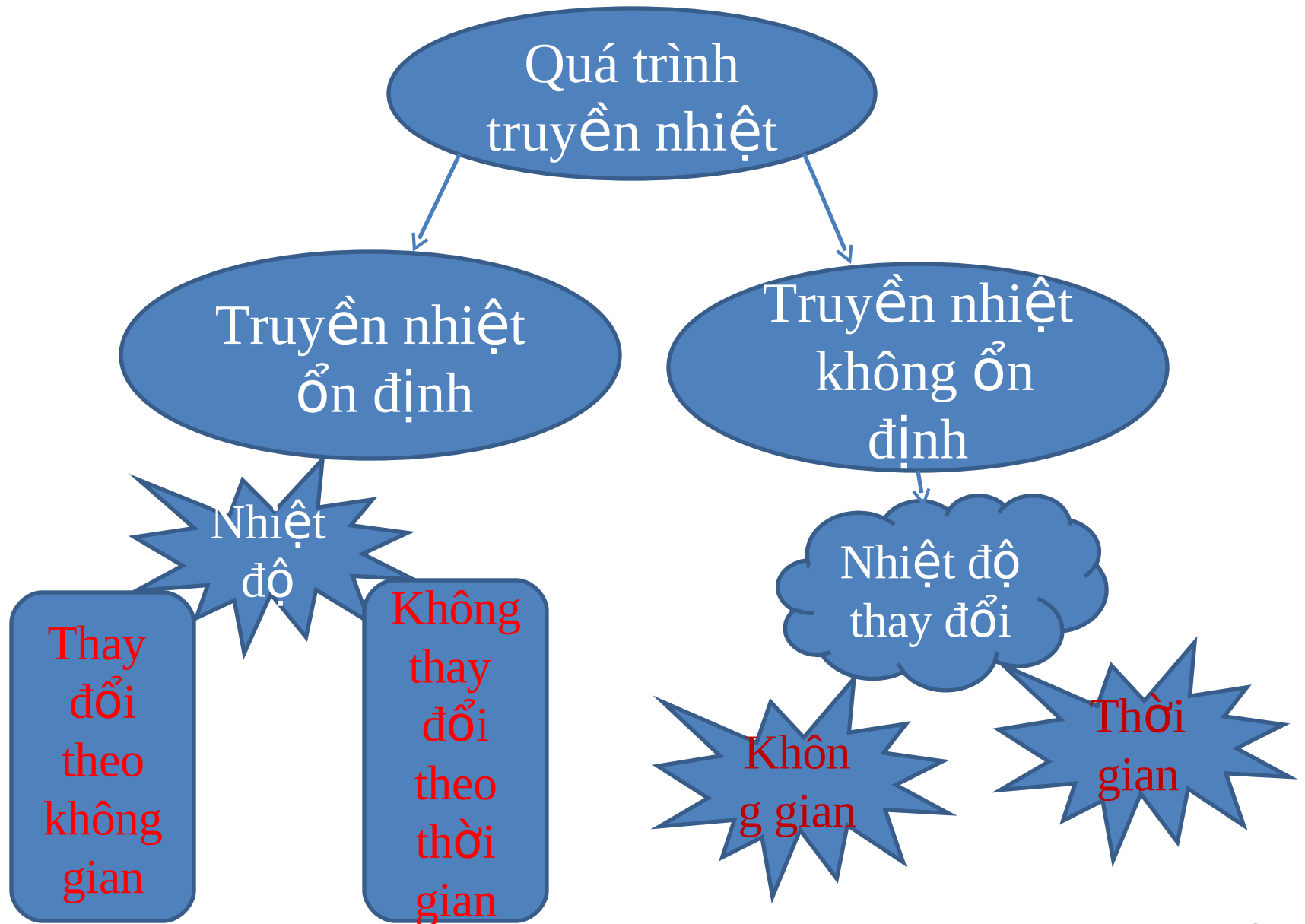
---

*Chương 1:*  
*Cơ sở truyền*  
*nhật*

---

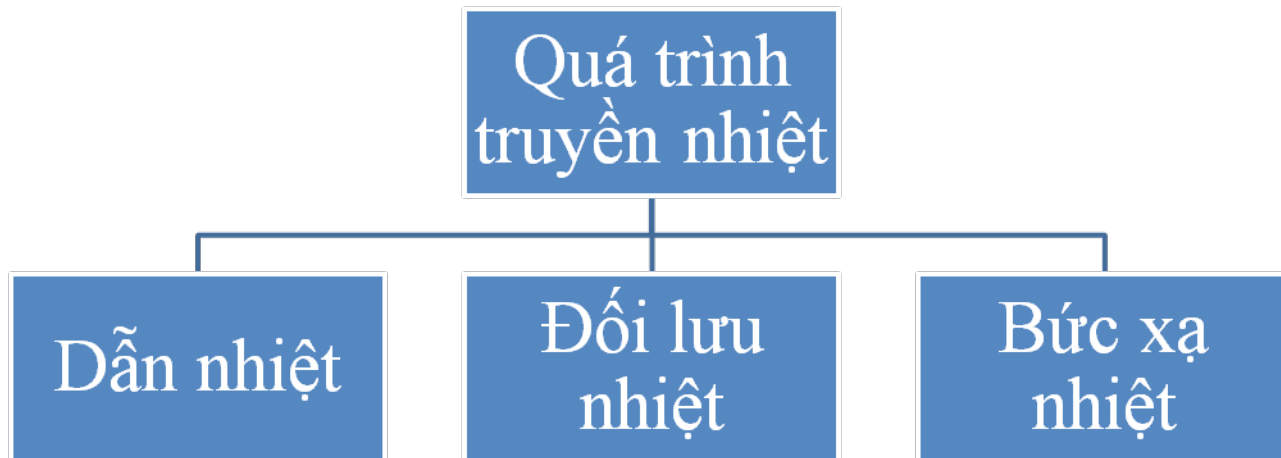
## Tầm quan trọng của truyền nhiệt

- Truyền nhiệt là lĩnh vực quan trọng, không thể thiếu trong công nghiệp sản xuất, cũng như trong đời sống xã hội.
- Trong ngành CNHH, các quá trình (vật lý, hóa học, sinh học) muốn xảy ra có hiệu quả cần phải có điều kiện xác định (nhiệt độ, áp suất, lượng chất, thời gian.....)



## Quá trình truyền nhiệt

- ✓ Là quá trình một chiều
- ✓ Truyền từ nơi nhiệt độ cao → nhiệt độ thấp
- ✓ Từ vật này sang vật khác, từ không gian này sang không gian khác



## 1.1. Dẫn nhiệt

### 1.1.1. Khái niệm

1. Dẫn nhiệt là gì: là quá trình truyền nhiệt từ phần tử này đến phần tử khác khi chúng tiếp xúc với nhau và có nhiệt độ khác nhau.

Thường diễn ra trong vật rắn

2. Trường nhiệt độ là gì: là tập hợp tất cả các giá trị nhiệt độ trong vật thể hoặc môi trường tại một thời điểm  $\Delta\tau$  nào đó.

Ta cũng có: Trường nhiệt độ ổn định

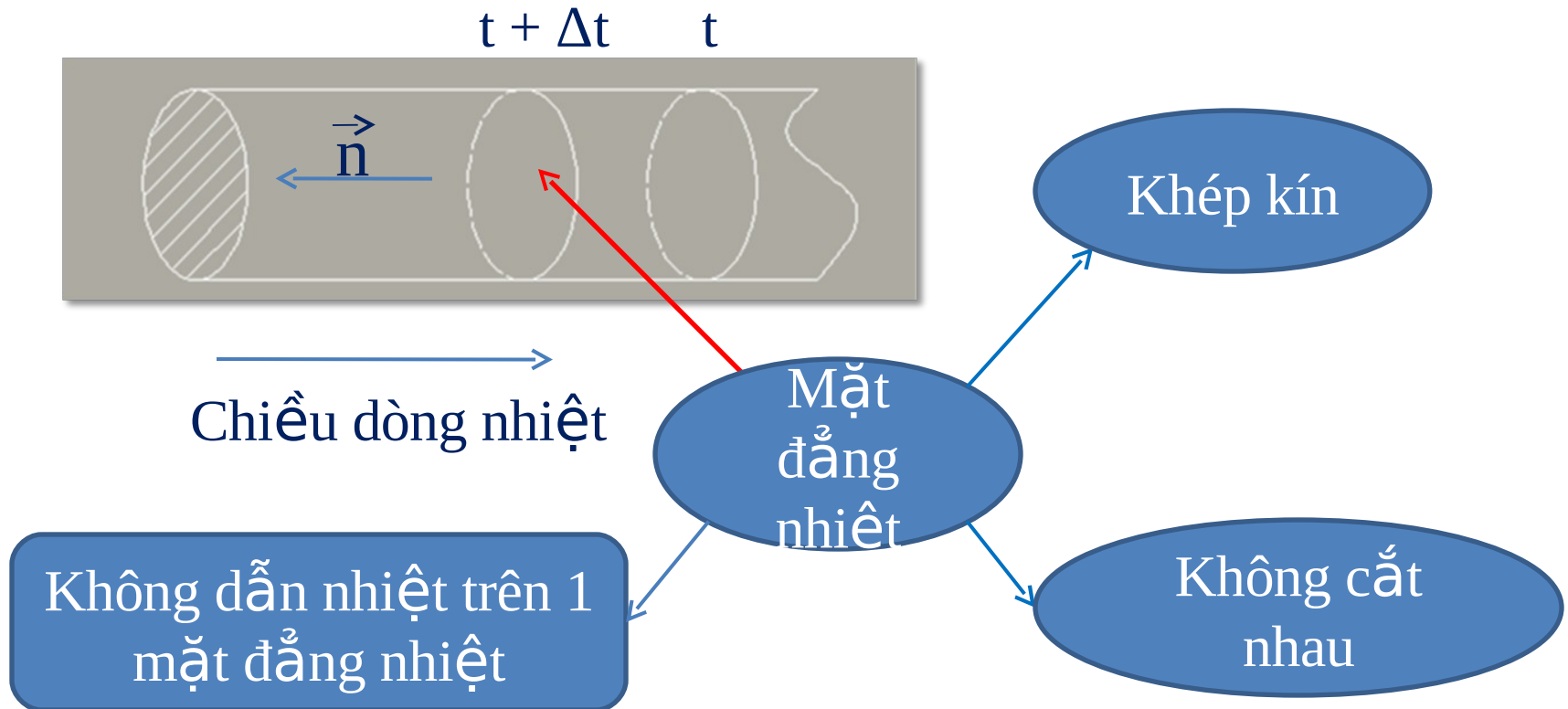
$$t = f(x, y, z)$$

Trường nhiệt độ không ổn định

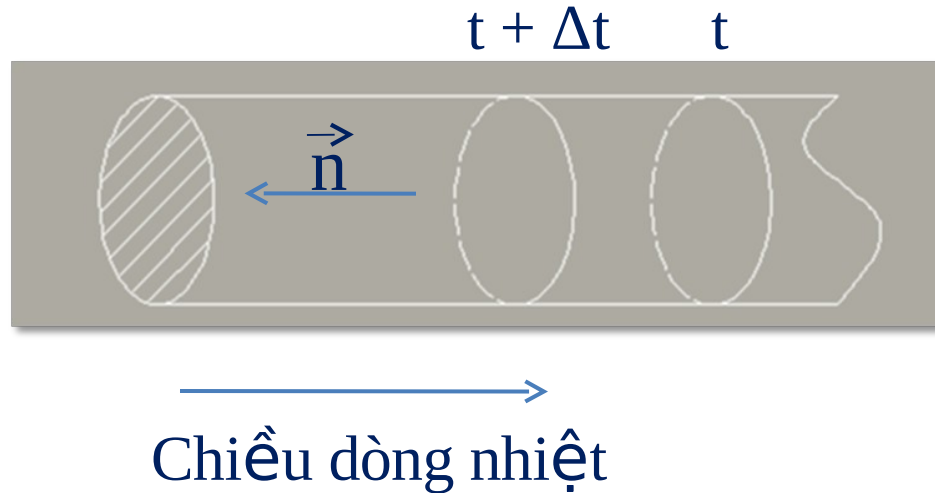
$$t = f(x, y, z, \tau)$$

## 1.1.1. Khái niệm

3. Mặt đẳng nhiệt: là tập hợp các điểm có cùng nhiệt độ ở một thời điểm  $\tau$  xác định



## 1.1.1. Khái niệm



4. Gradient nhiệt độ: là mức đo độ biến thiên nhiệt độ ở một điểm cho trước của vật thể, bằng độ biến thiên nhiệt độ trên một đơn vị chiều dài theo phương pháp tuyến của mặt đẳng nhiệt

$$\text{Gradt} = \lim_{\Delta n \rightarrow 0} (\Delta t / \Delta n) = dt/dn \text{ (độ/m)}$$

Khi  $\text{Gradt} \neq 0$ : Có hiện tượng dẫn nhiệt xảy ra.



## Định luật dẫn nhiệt Fourier

Theo Fourier, nhiệt lượng truyền qua mặt đẳng nhiệt tỷ lệ gradt, diện tích bề mặt đẳng nhiệt và thời gian.

Biểu thức:  $Q' = - \lambda \cdot \text{gradt} \cdot F \cdot \tau$  (J)

**Truyền nhiệt ổn định** nên không phụ thuộc thời gian.

Khi đó:  $Q = Q' / \tau = - \lambda \cdot \text{gradt} \cdot F$  (W)

**Trong đó:** Q: nhiệt lượng (W = J/s)

gradt: Gradient nhiệt độ (độ/m)

F: Diện tích mặt đẳng nhiệt (m<sup>2</sup>)

$\lambda$ : hệ số dẫn nhiệt hay độ dẫn nhiệt  
(w/m.độ)

Đặt  $q = Q/F$  (W/m<sup>2</sup>): **mật độ dòng nhiệt**

## Độ dẫn nhiệt

✓ Độ dẫn nhiệt (hệ số dẫn nhiệt) là lượng nhiệt tính bằng J truyền đi bằng dẫn nhiệt qua  $1\text{m}^2$  bề mặt trong thời gian 1 giây khi chênh lệch nhiệt độ trên 1m chiều dài theo phương pháp tuyến của mặt đẳng nhiệt là 1 độ

Ký hiệu:  $\lambda$  – đơn vị đo: (W/m.độ)

✓ Hệ số dẫn nhiệt là đại lượng đặc trưng cho khả năng dẫn nhiệt của vật, phụ thuộc vào:

- + Cấu tạo vật chất
- + khối lượng riêng
- + áp suất, nhiệt độ của vật...

## Độ dẫn nhiệt

✓  $\lambda_{\text{rắn}} > \lambda_{\text{lỏng}} > \lambda_{\text{khí}}$

✓ Đối với vật rắn đồng chất, một cách gần đúng hệ số dẫn nhiệt được xác định như sau:

$$\lambda = \lambda_0(1+bt)$$

Trong đó:  $\lambda$  – độ dẫn nhiệt ở  $t^{\circ}\text{C}$

$\lambda_0$  – độ dẫn nhiệt ở  $0^{\circ}\text{C}$

$b$  – là hệ số nhiệt độ được xác định bằng thực nghiệm

$t$  – nhiệt độ làm việc ( $^{\circ}\text{C}$ )

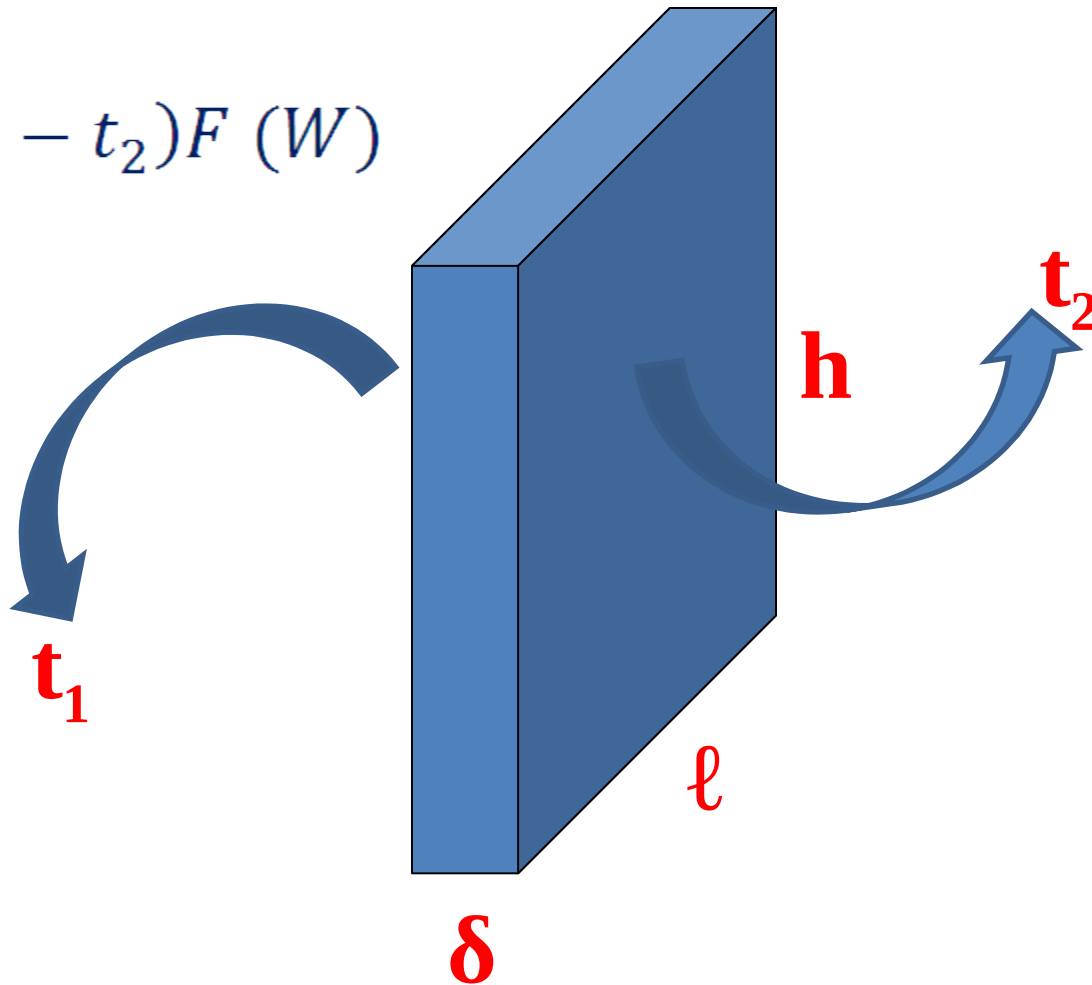
## Độ dẫn nhiệt của một số loại vật liệu

TT	Tên chất	$\lambda$ , W/m.độ	TT	Tên chất	$\lambda$ W/m.độ
01	Amiăng vải	0,279	07	Nhôm	211
02	Amiăng sợi	0,1115	08	Đồng thanh	64
03	Gạch xây dựng	0,2325÷ 0,28	09	Đồng thau	93
04	Gạch chịu lửa	1,005	10	Đồng đỏ	384
05	Gạch cách nhiệt	0,1395	11	Thép	46,5
06	Bông thủy tinh	0,0372	12	Thép không rỉ	17,5

## 1.1.2. Dẫn nhiệt qua tường phẳng

- Trường hợp tường phẳng 1 lớp:

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_1 - t_2) F \text{ (W)}$$



## Dẫn nhiệt qua tường phẳng 1 lớp

**Ví dụ:** Tường phẳng 1 lớp là gạch thường dày 200mm, kích thước 2000×3000mm. Nhiệt độ 2 bên tường lần lượt là 600°C và 50°C. Biết hệ số dẫn nhiệt của tường là 20W/m.độ. Tính nhiệt lượng truyền qua tường.

**Hướng dẫn:**

$$\delta = 200\text{mm} = 0,2\text{m}; \ell \times h = 2000 \times 3000\text{mm} = 2 \times 3\text{m}$$

$$t_1 = 600^\circ\text{C}; t_2 = 50^\circ\text{C}; \lambda = 20\text{W/m.độ}$$

$$\text{Diện tích: } F = \ell \times h = 2 \times 3 = 6\text{m}^2$$

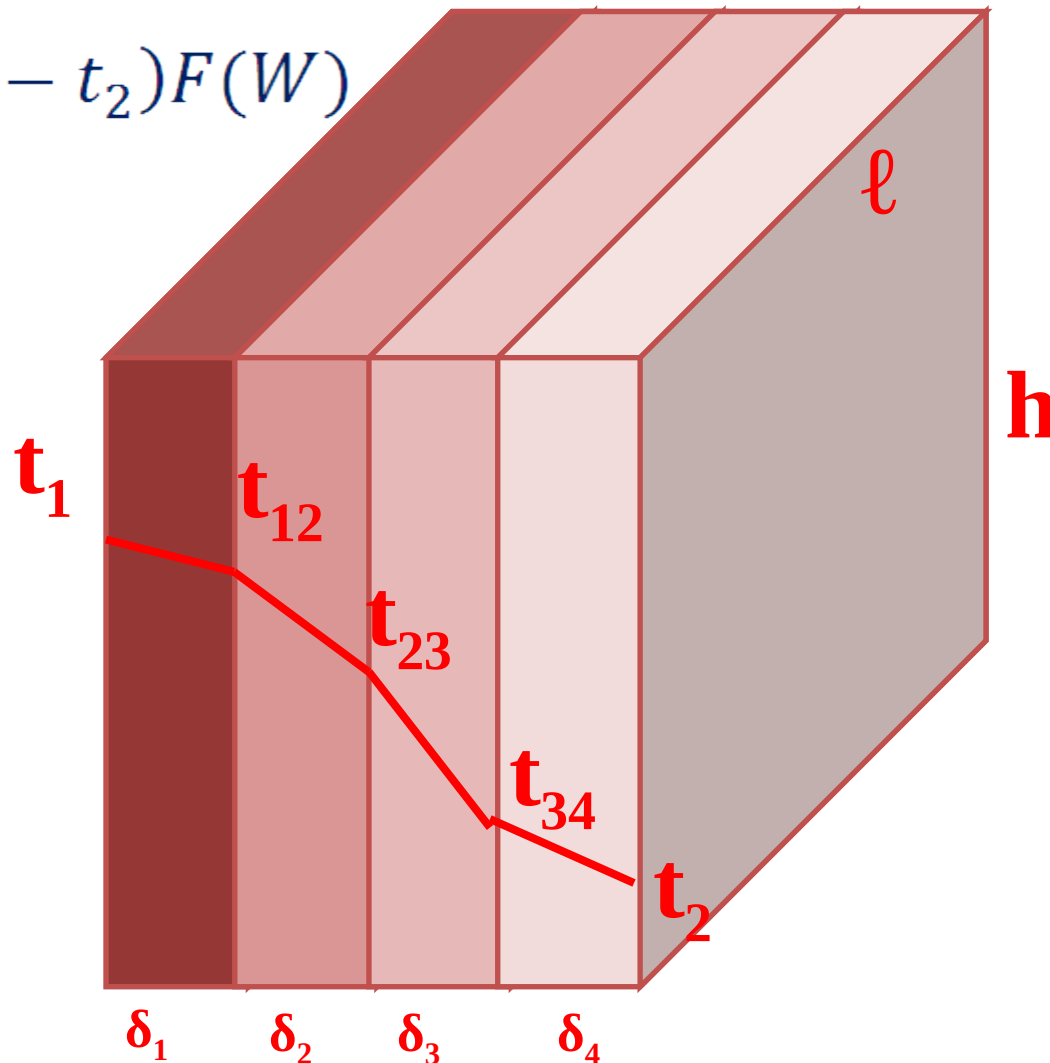
$$\text{Nhiệt lượng } Q = (\lambda / \delta) \cdot (t_1 - t_2) \cdot F$$

$$= (20/0,2) \cdot (600 - 50) \cdot 6 = 330000\text{W}$$

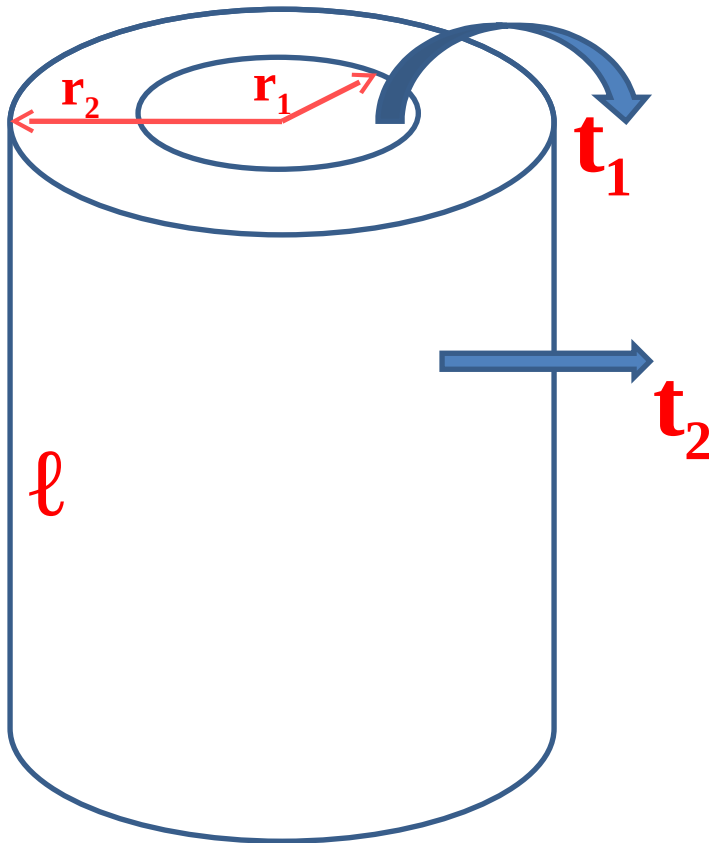
$$= 330\text{KW}$$

# - Trường hợp tường phẳng nhiều lớp

$$Q = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}} (t_1 - t_2) F(W)$$



## 1.1.3. Dẫn nhiệt qua tường ống - Trường hợp tường ống 1 lớp



$$Q = \frac{2\pi\ell}{\frac{1}{\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1}} (t_1 - t_2) (W)$$

Trường hợp  $r_2/r_1 < 2$  thì ta có thể tính theo tường phẳng

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_1 - t_2) F (W)$$

Với:  $\delta = r_2 - r_1$

$$F = 2\pi r \ell$$

$$r = (r_1 + r_2)/2$$



## Dẫn nhiệt qua tường ống 1 lớp

**Ví dụ:** Một ống truyền nhiệt có đường kính trong 50mm, ngoài 57mm. Hệ số dẫn nhiệt thành ống  $\lambda = 50(\text{W/m.độ})$ . Tính nhiệt lượng truyền qua ống, nếu ống có chiều dài 10m, nhiệt độ vách trong  $50^\circ\text{C}$  và nhiệt độ vách ngoài  $10^\circ\text{C}$  .

**Hướng dẫn:** (**phương pháp chính xác**)

$$d_1 = 50\text{mm} = 0,05\text{m}; d_2 = 57\text{mm} = 0,057\text{m}$$

$$t_1 = 50^\circ\text{C}; t_2 = 10^\circ\text{C}; \lambda = 50\text{W/m.độ}; \ell = 10\text{m}$$

$$\text{Nhiệt lượng: } Q = \frac{2\pi\ell(t_1 - t_2)}{\frac{1}{\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1}}$$

$$= \frac{2\pi \cdot 10(50 - 10)}{\frac{1}{50} \ln \frac{57}{50}} = 959058 = 959\text{KW}$$

## Dẫn nhiệt qua tường ống 1 lớp

### Phương pháp gần đúng:

Vì  $d_2/d_1 = 57/50 = 1,14 < 2$ : **TƯỜNG PHẪNG**

Bề dày:  $\delta = (d_2 - d_1)/2$

$$= (57 - 50)/2 = 3,5\text{mm} = 0,0035\text{m}$$

Diện tích bề mặt truyền nhiệt:  $F = \pi d_{tb} \ell$ ,

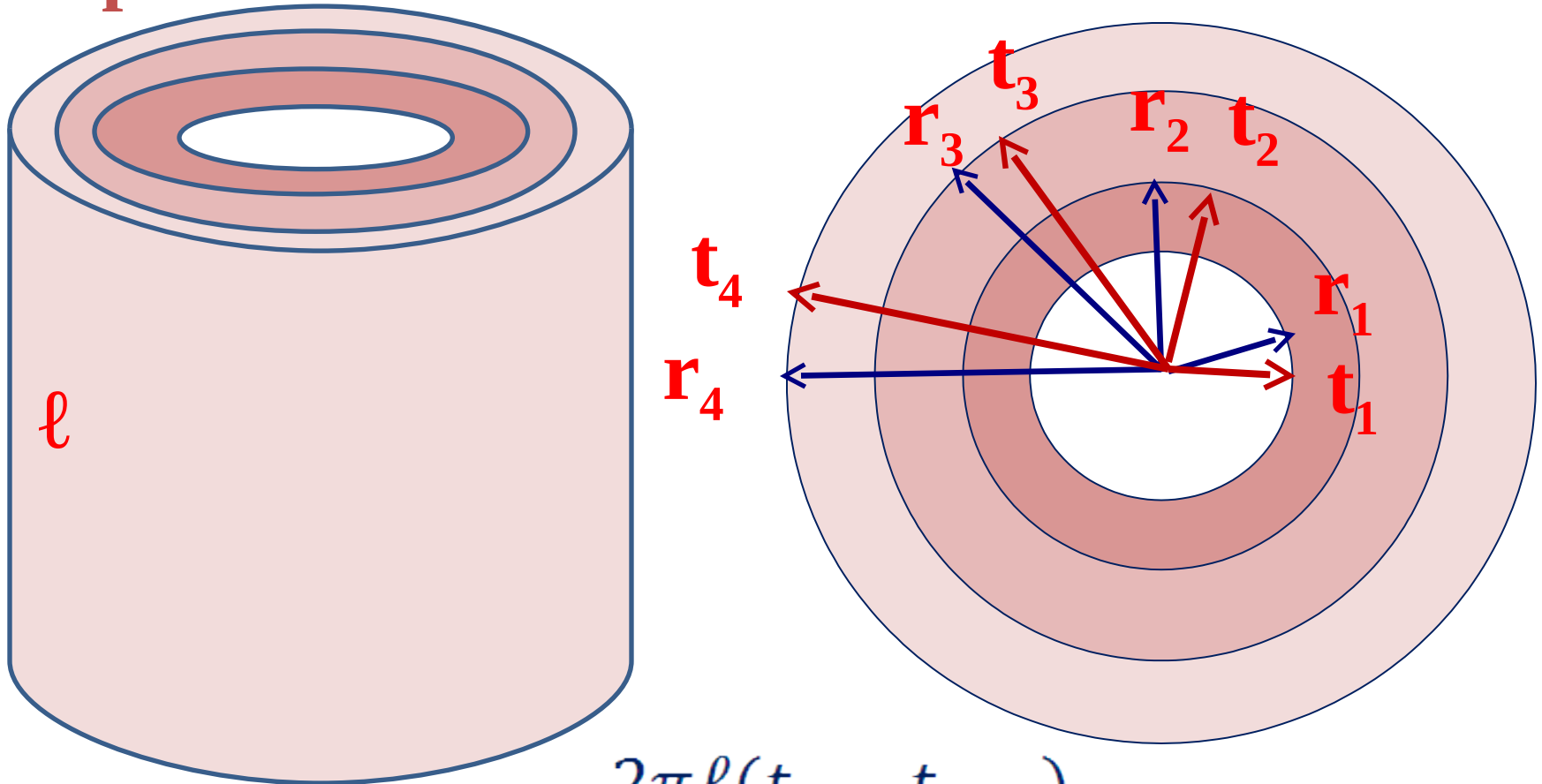
Với  $d_{tb} = (d_1 + d_2)/2 = (57 + 50)/2 = 53,5\text{mm}$

Nhiệt lượng:  $Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_1 - t_2) F$

$$= \frac{50}{0,0035} (50 - 10) 1,674$$

$$= 956571,4\text{W} = 956,57\text{KW}$$

# - Trường hợp dẫn nhiệt qua tường ống nhiều lớp

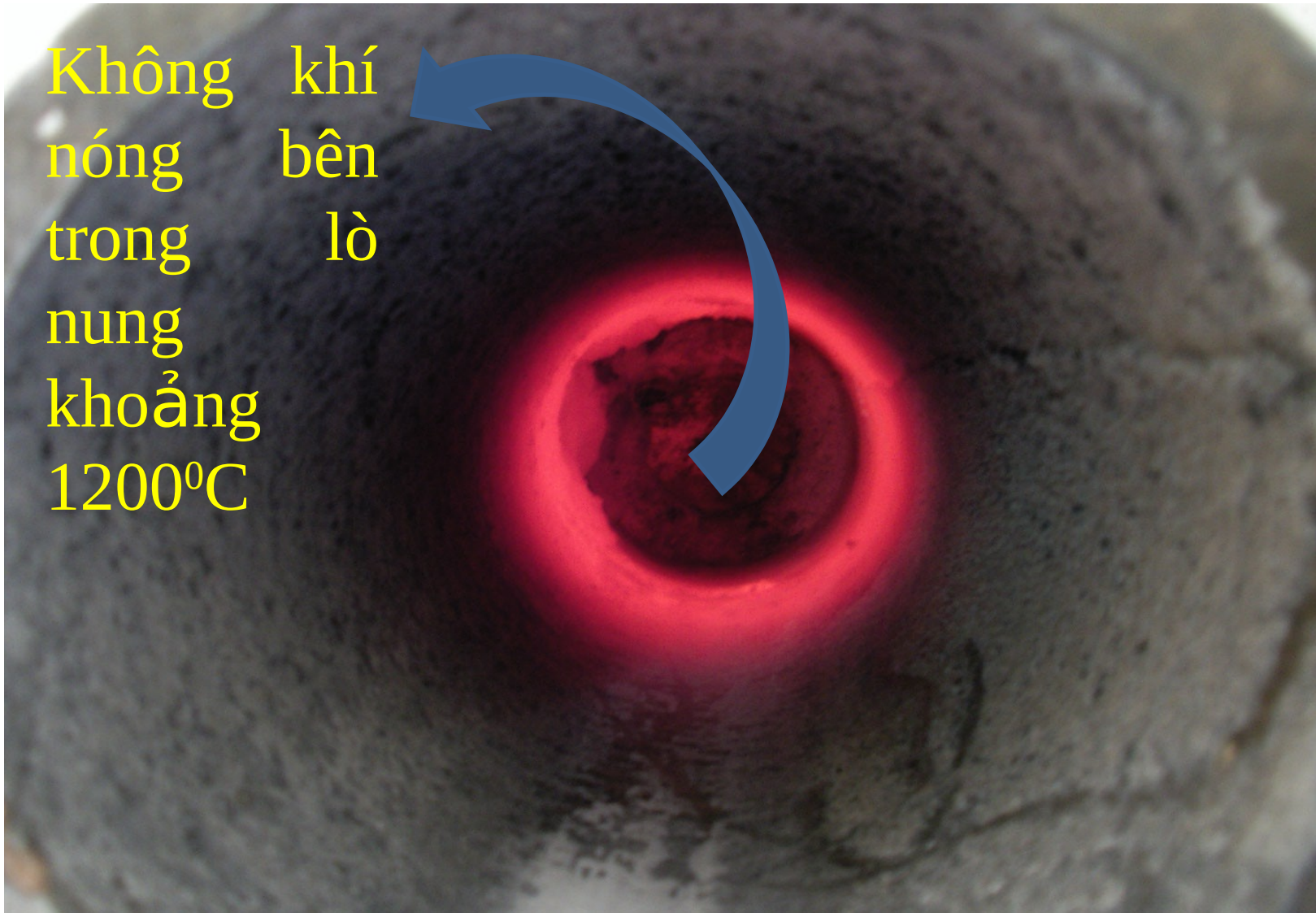


$$Q = \frac{2\pi\ell(t_1 - t_{n+1})}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\lambda_i} \ln \frac{r_{i+1}}{r_i}} W$$

## 1.2. Đối lưu nhiệt

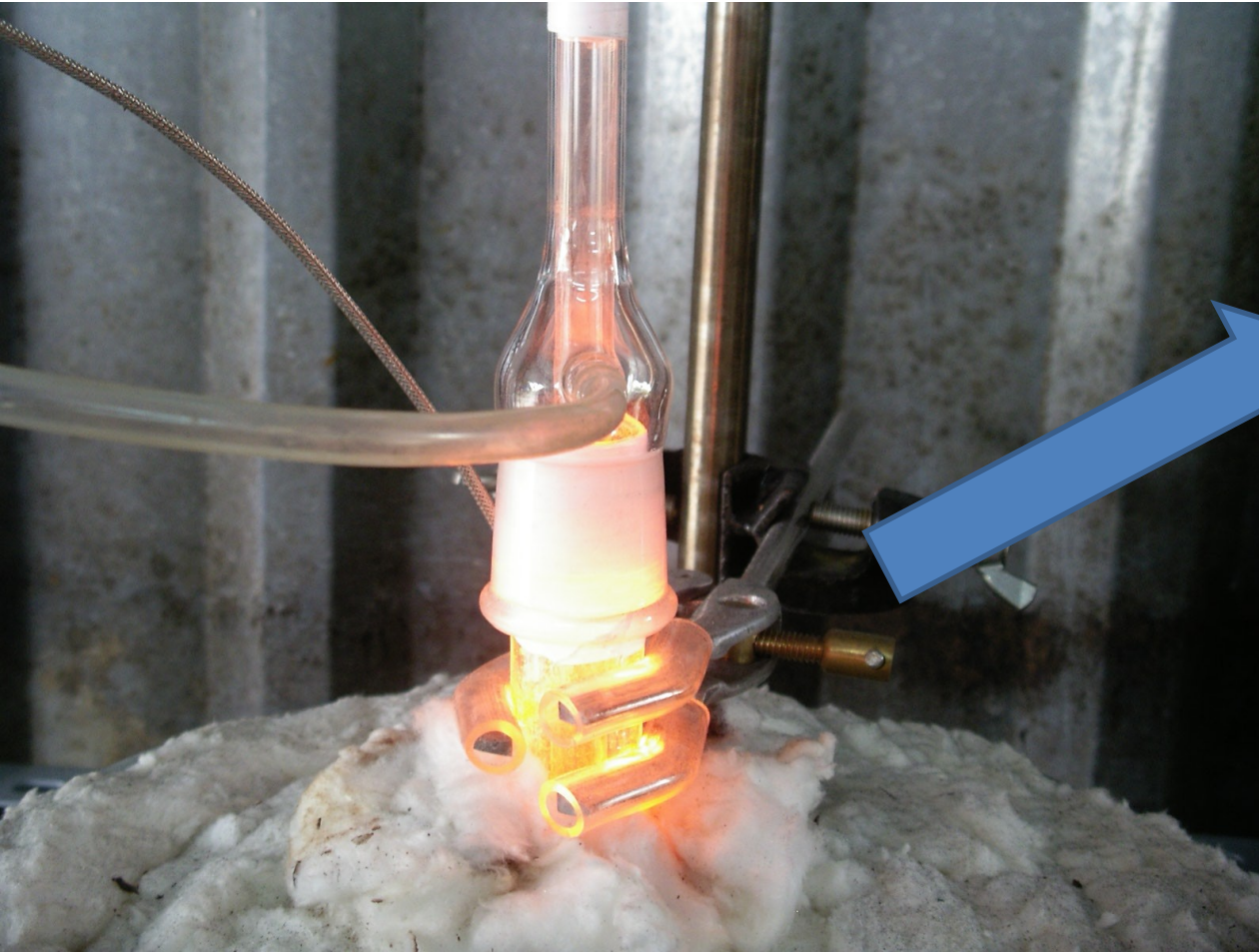
### 1.2.1. Khái niệm

1. Đối lưu nhiệt: là quá trình truyền nhiệt ở môi trường lưu chất, khi lưu chất chuyển động trong không gian từ vùng có nhiệt độ này sang vùng có nhiệt độ khác .
2. Quá trình trao đổi nhiệt bằng đối lưu gọi là **quá trình cấp nhiệt**
3. Quá trình cấp nhiệt: là quá trình vận chuyển nhiệt lượng từ lưu chất đến bề mặt vật rắn hay ngược lại



Không khí  
nóng bên  
trong lò  
nung  
khoảng  
1200°C





Không khí nóng  
bên trong lò  
nung khoảng  
 $1200^{\circ}\text{C}$

## **Đổi lưu nhiệt**

**Đổi lưu nhiệt tự nhiên**

**Đổi lưu nhiệt cưỡng bức**

## 1.2.2. Định luật cấp nhiệt

1. Định luật cấp nhiệt New ton:

Nhiệt lượng  $Q$  do diện tích bề mặt  $F$  của vật thể có nhiệt độ  $t_T$  cấp cho môi trường xung quanh trong khoảng thời gian  $\tau$  tỷ lệ với hiệu số nhiệt độ giữa vật thể và môi trường với  $F$  và  $\tau$

$$\text{Phương trình: } Q' = \alpha.F.(t_T - t_{Xq}).\tau \quad (\text{J})$$

Do không phụ thuộc thời gian nên

$$Q = Q' / \tau = \alpha.F.(t_T - t_{Xq}) \quad (\text{W})$$



2. Hệ số cấp nhiệt:  $\alpha = \frac{Q}{F\tau(t_T - t_{xq})} \left[ \frac{W}{m^2\text{độ}} \right]$



Hệ số cấp nhiệt  $\alpha$  là lượng nhiệt do một đơn vị bề mặt tường cấp cho môi trường xung quanh (hay ngược lại) nhận được từ môi trường xung quanh trong một đơn vị thời gian khi hiệu số nhiệt độ là một đơn vị

3. Ví dụ: Cho tường phẳng có kích thước  $4 \times 6\text{m}$ , nhiệt độ bề mặt tường là  $100^\circ\text{C}$ , không khí nóng xung quanh có hệ số cấp nhiệt  $\alpha = 20 \text{ (W/m}^2\cdot\text{độ)}$  và nhiệt độ là  $120^\circ\text{C}$ . Tính nhiệt lượng truyền được:

Hướng dẫn: Tường  $4 \times 6\text{m} \rightarrow F = 24\text{m}^2$

Nhiệt độ tường  $t_T = 100^\circ\text{C}$

Nhiệt độ lưu chất  $t_{xq} = 120^\circ\text{C}$

Hệ số cấp nhiệt  $\alpha = 20$   
( $\text{W/m}^2\cdot\text{độ}$ )

Nhiệt lượng:  $Q = \alpha F(t_{xq} - t_T) = 20 \cdot 24 \cdot (120 - 100)$

## 1.2.4. Đồng dạng nhiệt

□ Trong quá trình truyền nhiệt bằng đối lưu được đặc trưng bằng một hệ phương trình:

➤ Phương trình dòng liên tục

➤ Phương trình vi phân cấp nhiệt Fourier-Kirchoff

→ rất phức tạp

==> Giải các phương trình này phải dựa vào các thuyết đồng dạng

□ Dựa vào các phương trình vi phân về cấp nhiệt và thuyết đồng dạng ta rút ra các chuẩn số đồng dạng

→ rút ra được các phương trình chuẩn số cho quá trình cấp nhiệt

- ❑ **2 hiện tượng vật lý chỉ có thể đồng dạng với nhau khi:**
  - Cùng bản chất vật lý
  - Cùng được mô tả bằng phương trình hay hệ phương trình vi phân (kể cả điều kiện đơn trị)
- ❑ **Đồng dạng các hiện tượng vật lý là đồng dạng về các đại lượng cùng mô tả cho hiện tượng đó.**

- Nếu 1 hiện tượng vật lý được biểu diễn bằng phương trình  $f(\rho, \lambda, \mu, \tau, l...)$  thì hiện tượng thứ 2 đồng dạng với nó khi:

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = C_\rho \quad \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = C_\lambda \quad \frac{\mu_1}{\mu_2} = C_\mu$$

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = C_\tau \quad \frac{\ell_1}{\ell_2} = C_\ell$$

**=> Các chuẩn số đồng dạng**

- ❑ Khi 2 hiện tượng vật lý đồng dạng thì các chuẩn số đồng dạng bằng nhau
- ❑ Chuẩn số đồng dạng là các đại lượng không có thứ nguyên

## 1.2.4. Phương trình chuẩn số về cấp nhiệt

### □ Chuẩn số Nusselt

- Chuẩn số **Nusselt** đặc trưng cho quá trình cấp nhiệt ở bề mặt phân giới.
- Trong quá trình truyền nhiệt ổn định thì lượng nhiệt truyền đi do dẫn nhiệt phải bằng lượng nhiệt truyền đi do cấp nhiệt.

$$Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda}$$

$l$ : Đặc trưng hình học

$\alpha$ : hệ số cấp nhiệt

$\lambda$ : hệ số dẫn nhiệt

## □ Chuẩn số Reynolds

- Đặc trưng cho truyền nhiệt khi đối lưu cưỡng bức (tương quan giữa lực ÷ và lực ma sát phân tử trong dòng)

$$Re = \frac{\omega.l}{\nu} = \frac{\rho.\omega.l}{\mu}$$

$l$ : Đặc trưng hình học

$\omega$ : vận tốc của dòng lưu chất

$\nu$ : độ nhớt động học

$\mu$ : độ nhớt động lực học

$\rho$ : khối lượng riêng của lưu chất



## □ Chuẩn số Prandtl

- Đặc trưng cho tính chất vật lý của môi trường

$$\text{Pr} = \frac{\nu}{a} = \frac{C_p \cdot \mu}{\lambda}$$

$C_p$ : nhiệt dung riêng của môi trường

$\mu$ : độ nhớt động lực học của môi trường

$\lambda$ : hệ số dẫn nhiệt

$a$ : hệ số dẫn nhiệt độ

$\nu$ : độ nhớt động học

## □ Chuẩn số Galile

- Đặc trưng cho lực ma sát phân tử và trọng lực trong dòng

$$Ga = \frac{g.l^3}{\nu^2}$$

l: đặc trưng hình học

g: gia tốc trọng trường

$\nu$ : độ nhớt động học

## □ Chuẩn số Grashoff

➤ Đặc trưng cho truyền nhiệt khi đối lưu tự nhiên

$$Gr = Ga.\beta.\Delta t = \frac{g.l^3}{\nu^2}.\beta.\Delta t$$

$l$ : đặc trưng hình học

$g$ : gia tốc trọng trường

$\nu$ : độ nhớt động học

$\beta$ : hệ số dẫn nở thể tích

$\Delta t$ : hiệu nhiệt độ giữa bề mặt truyền nhiệt và dòng

## 1.2.5. Các công thức thực nghiệm về cấp nhiệt

- ❖ Xem trong Giáo trình và sổ tay QT&TB CNHH

## 1.3. Bức xạ nhiệt

### 1.3.1. Khái niệm

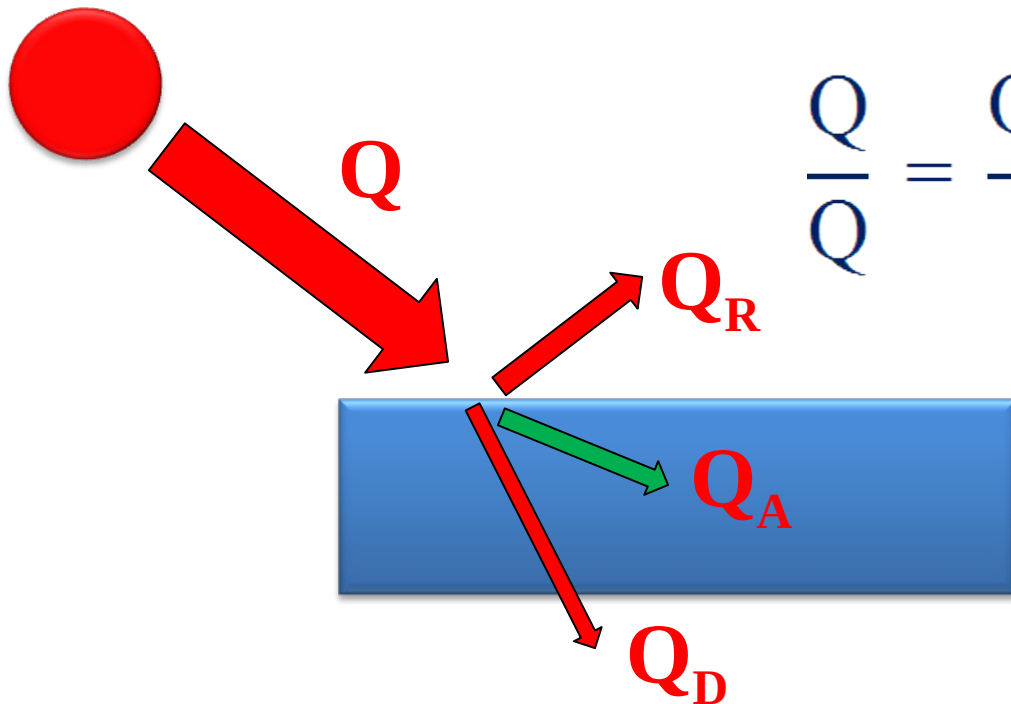
1. Khái niệm: trao đổi nhiệt bằng bức xạ là quá trình trao đổi nhiệt được thực hiện bằng sóng điện từ.
2. Tất cả các vật thể nhiệt độ cao hơn  $0(K)$  đều phát ra những tia năng lượng dưới dạng tia bức xạ và lan truyền trong không gian xung quanh vật thể

## 1.3.2. Các định luật cơ bản về bức xạ nhiệt

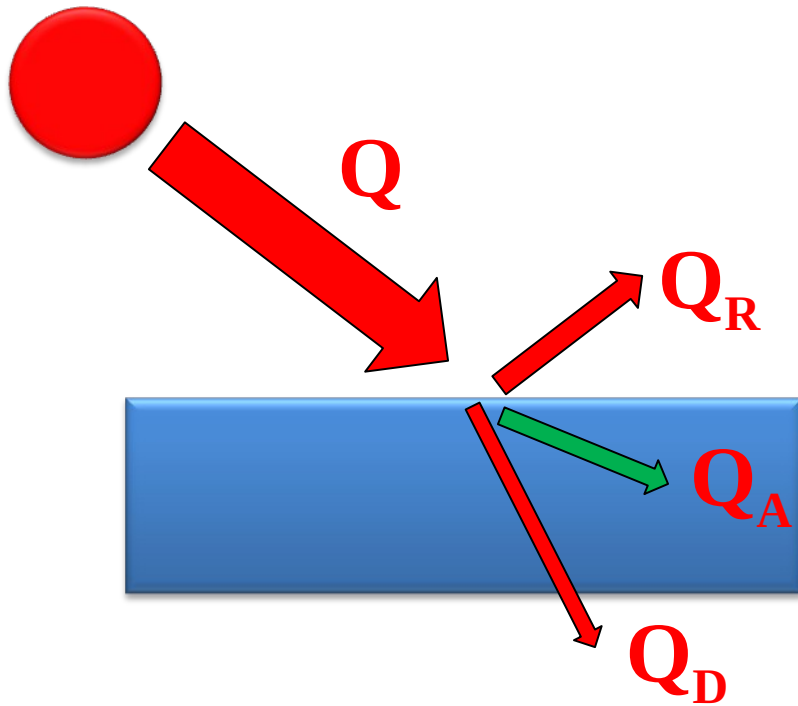
Theo định luật bảo toàn năng lượng thì:

$$Q = Q_A + Q_D + Q_R$$

Chia 2 vế phương trình cho  $Q$  ta được:



$$\frac{Q}{Q} = \frac{Q_A}{Q} + \frac{Q_D}{Q} + \frac{Q_R}{Q} = 1$$



$A = \frac{Q_A}{Q}$ : Khả năng hấp thụ của vật thể

$D = \frac{Q_D}{Q}$ : Khả năng khúc xạ của vật thể

$R = \frac{Q_R}{Q}$ : Khả năng phản xạ của vật thể



$$\mathbf{A + R + D = 1}$$

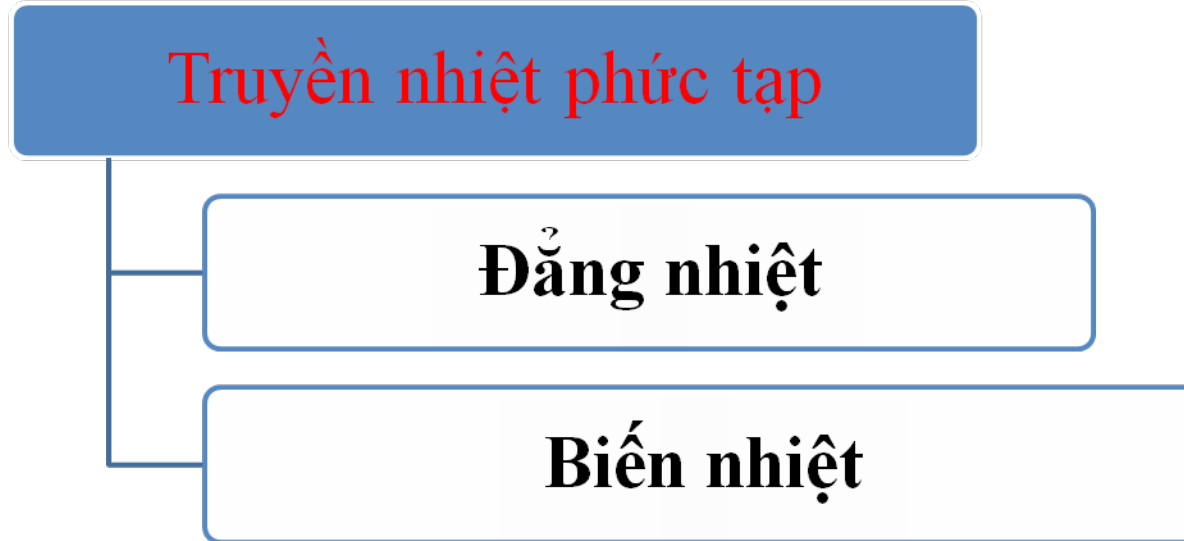
Nếu  $A=1$  thì  $D=R=0$ , vật gọi là vật đen tuyệt đối

Nếu  $R=1$  thì  $D=A=0$ , vật gọi là vật trắng tuyệt đối

Nếu  $D=1$  thì  $A=R=0$ , vật gọi là vật trong suốt

## 1.4. Truyền nhiệt phức tạp

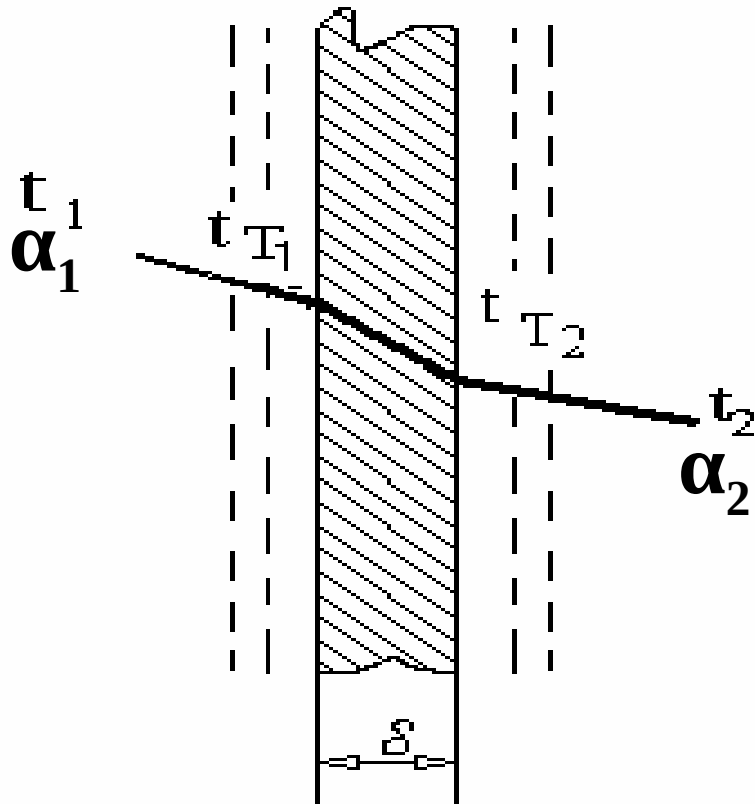
1. Khái niệm: quá trình truyền nhiệt từ lưu thể này sang lưu thể khác qua tường ngăn gọi là truyền nhiệt phức tạp





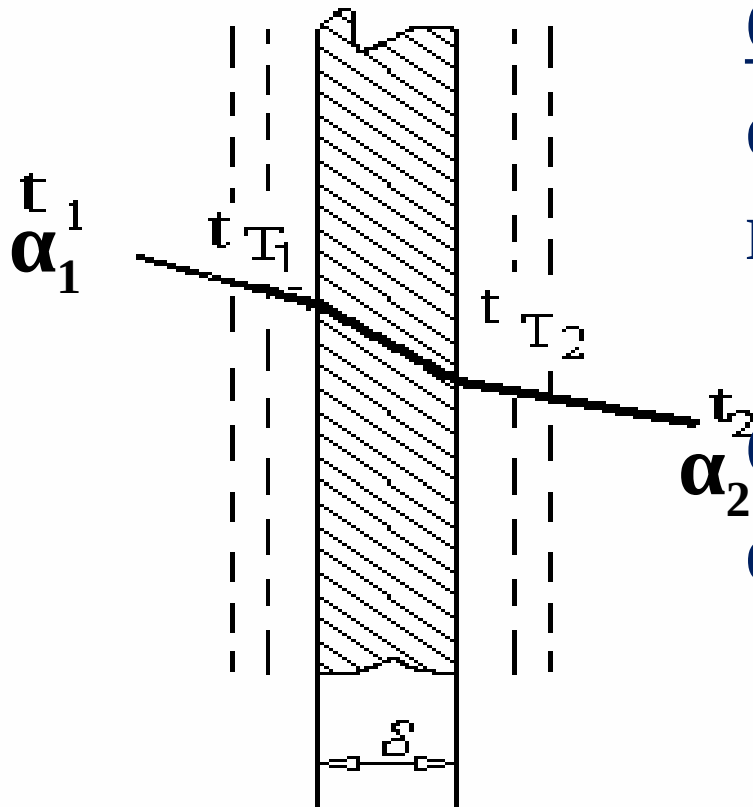
## 1.4.1. Truyền nhiệt đẳng nhiệt qua tường phẳng và tường ống

### - Trường hợp tường phẳng 1 lớp



Quá trình truyền nhiệt từ lưu thể nóng ( $t_1; \alpha_1$ ) tới lưu thể nguội ( $t_2; \alpha_2$ ) qua tường gồm 3 giai đoạn:

# Truyền nhiệt đẳng nhiệt qua tường phẳng 1 lớp



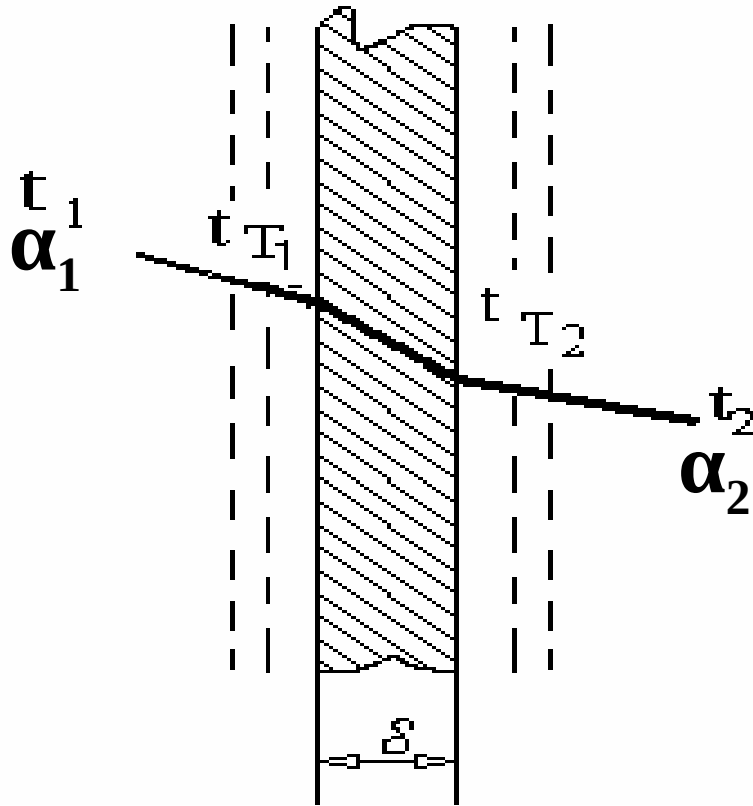
Giai đoạn 1: quá trình cấp nhiệt từ lưu thể nóng đến tường

$$Q = Q_1 = \alpha_1(t_1 - t_{T1})F$$

Giai đoạn 2: dẫn nhiệt qua tường phẳng

$$Q = Q_2 = \frac{\lambda}{\delta} (t_{T1} - t_{T2})F$$

# Truyền nhiệt đẳng nhiệt qua tường phẳng 1 lớp



Giai đoạn 3: quá trình cấp nhiệt từ tường đến lưu thể nguội

$$Q = Q_3 = \alpha_2(t_{T2} - t_2)F$$

# Truyền nhiệt đẳng nhiệt qua tường phẳng 1 lớp

Từ 3 phương trình ta được:

$$Q = \frac{(t_1 - t_2)F}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

Ta đặt:  $\Delta t = t_1 - t_2$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

Hệ số truyền nhiệt  
Đơn vị:  $W/(m^2 \text{ độ})$



$$Q = K.F.\Delta t$$

- Trường hợp truyền nhiệt đẳng nhiệt qua tường phẳng nhiều lớp

Tương tự ta cũng được:

$$Q = KF \Delta t$$

Trong đó:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \left[ \frac{W}{m^2 \text{độ}} \right]$$

$$\Delta t = t_1 - t_2$$

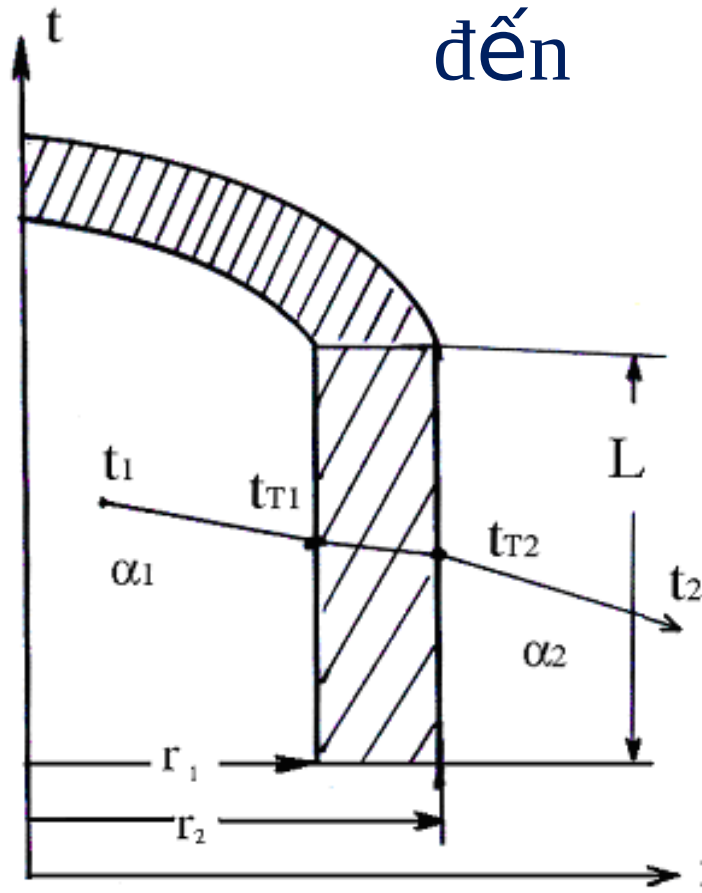
# - Truyền nhiệt dạng nhiệt qua tường ống

## Ống

### - Trường hợp tường ống 1 lớp:

Nhiệt lượng truyền từ lưu thể nóng đến lưu thể nguội qua tường ống

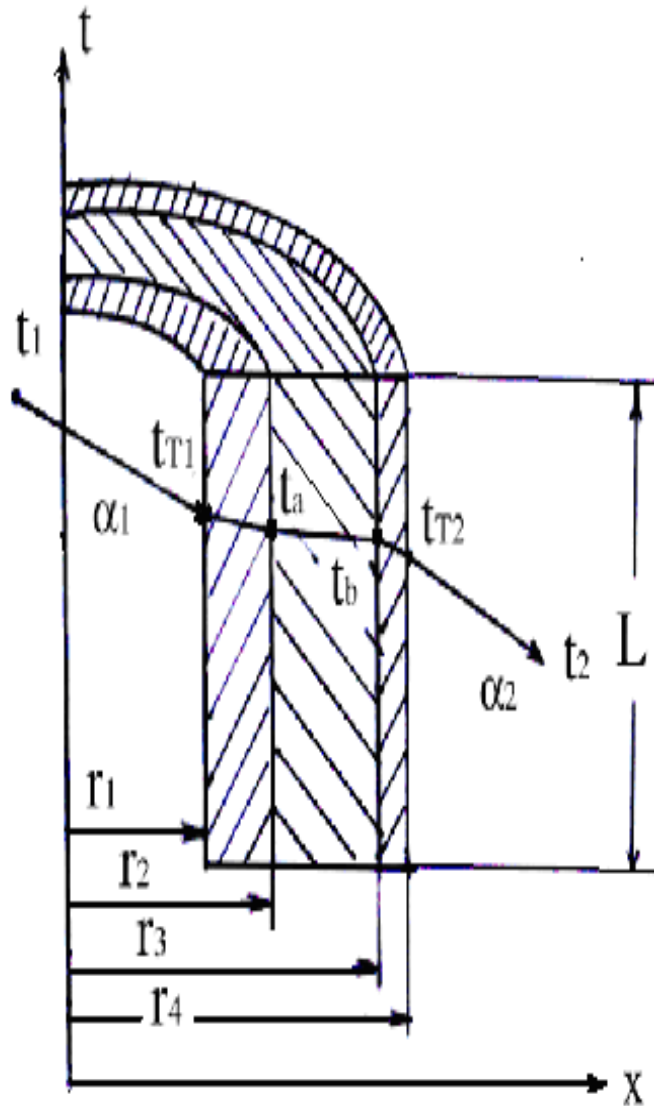
$$Q = K2\pi\ell\Delta t$$



$$K = \frac{1}{\frac{1}{r_1 \cdot \alpha_1} + \frac{1}{\lambda} \cdot \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{r_2 \cdot \alpha_2}}, \left[ \frac{W}{m \cdot ^\circ C} \right]$$

$$\Delta t = t_1 - t_2$$

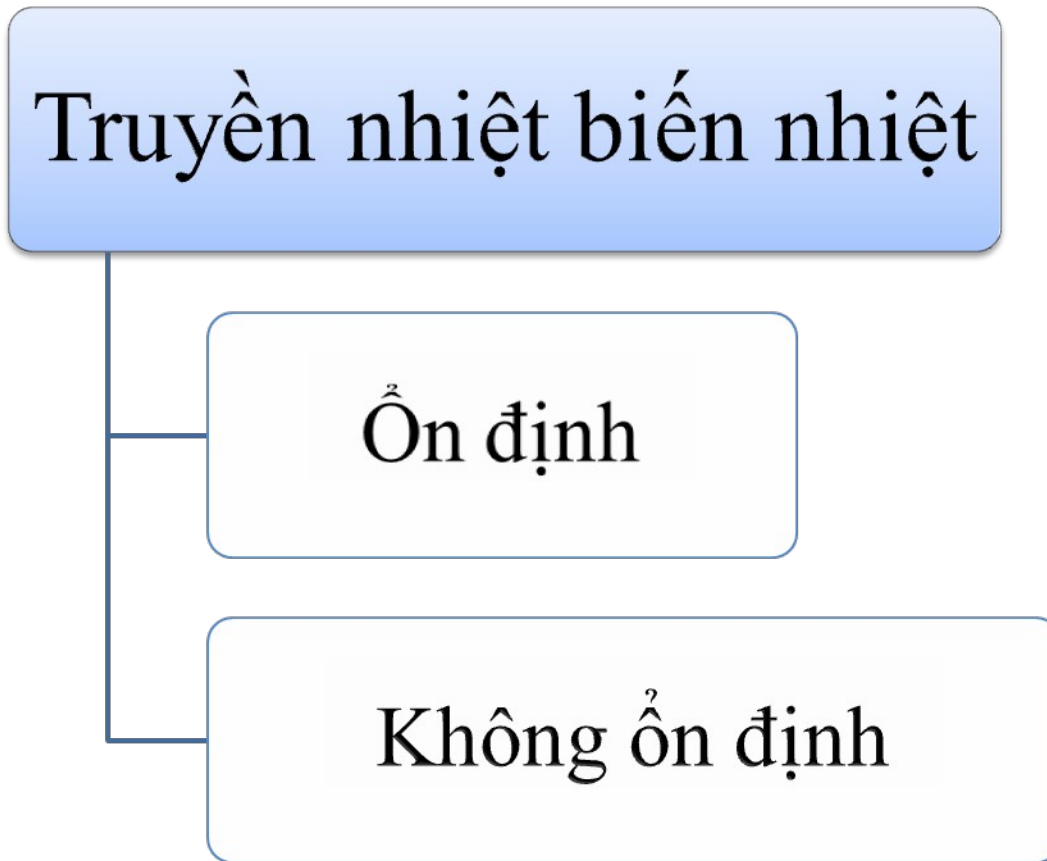
## - Trường hợp tường ống nhiều lớp:



$$Q = K2\pi\ell\Delta t \quad \Delta t = t_1 - t_2$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{r_1 \cdot \alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{\lambda_i} \ln \frac{r_{i+1}}{r_i} + \frac{1}{r_{n+1} \cdot \alpha_2}}, \left[ \frac{W}{m \cdot ^\circ C} \right]$$

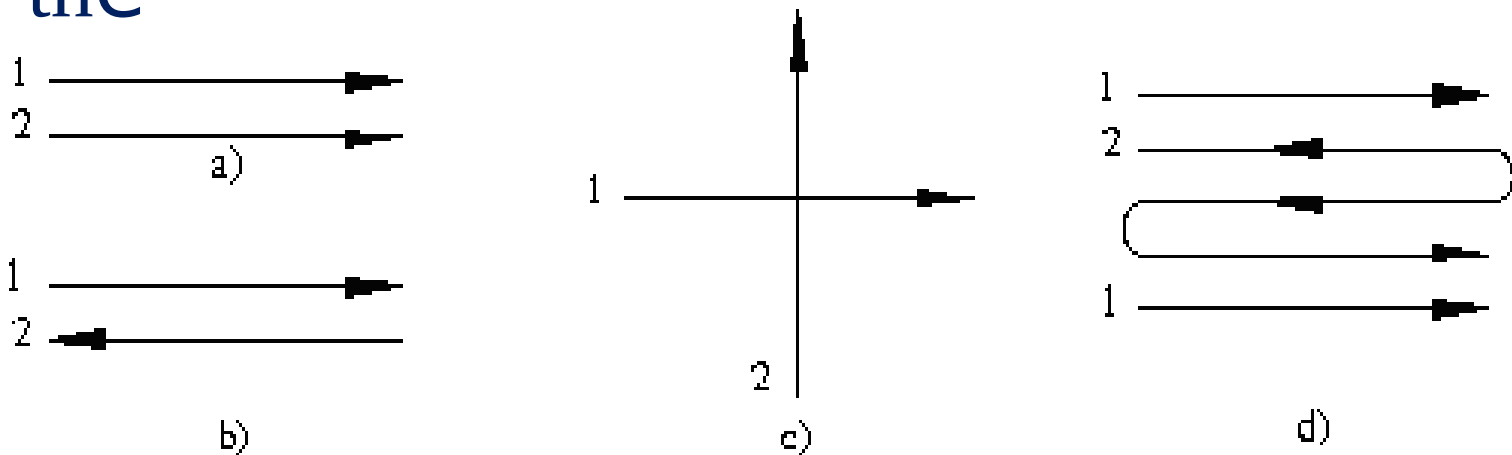
## 1.4.2. Truyền nhiệt biến nhiệt





## 1.4.2.1. Truyền nhiệt biến nhiệt ổn định

### 1. Chiều chuyển động lưu thể



Lưu thể nóng nhiệt độ giảm  $t_{1đ} - t_{1c}$

Lưu thể nguội có nhiệt độ tăng  $t_{2d} - t_{2c}$

→ Hiệu số nhiệt độ của hai lưu thể thay đổi dọc theo bề mặt truyền nhiệt

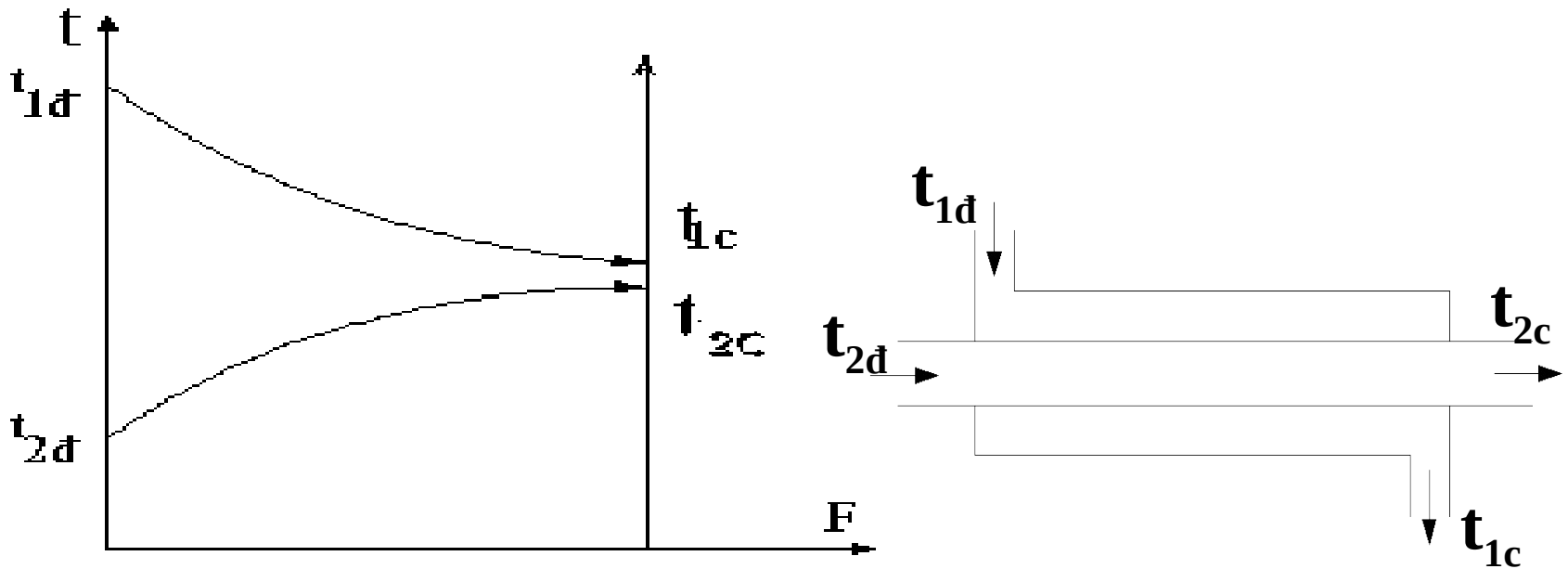
## 2. Hiệu số nhiệt độ trung bình

Lượng nhiệt lưu thể nóng truyền đến lưu thể nguội được tính như sau

$$Q = KF\Delta t_{\log}$$

$$\Delta t_{\log} = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}} = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{\ln \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}}$$

### 3. Trường hợp chảy xuôi chiều

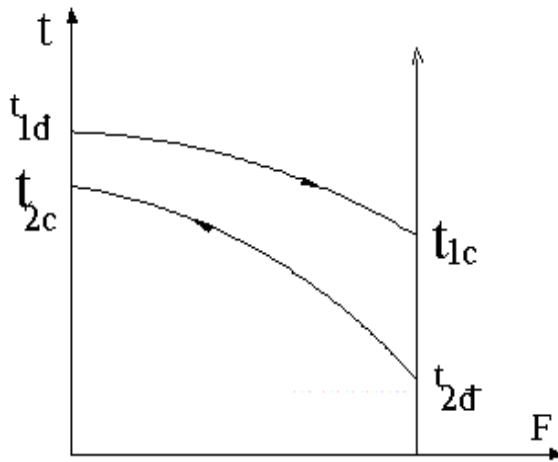


$$\Delta t_{\max} = t_{1d} - t_{2d}$$

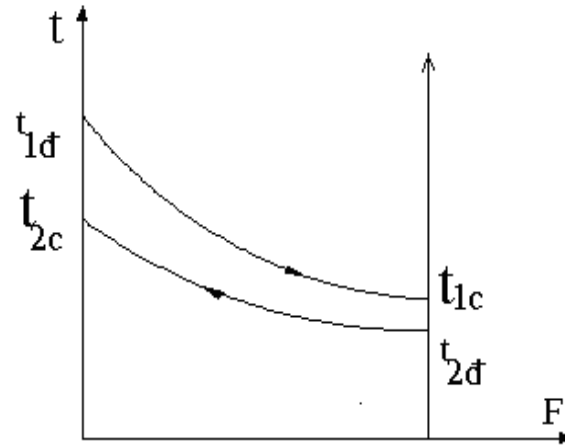
$$\Delta t_{\min} = t_{1c} - t_{2c}$$

Trường hợp  $\Delta t_{\max} / \Delta t_{\min} < 2$ .  
ta có thể tính trung bình  
cộng

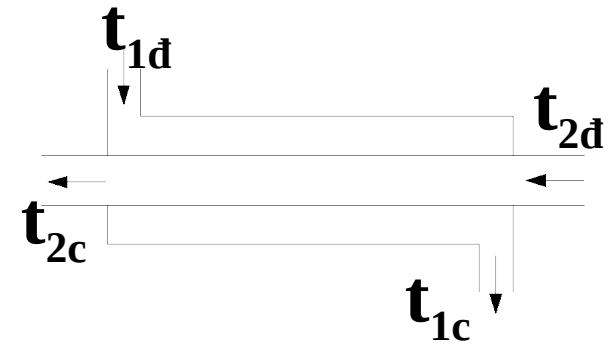
## 4. Trường hợp chảy ngược chiều



a)



b)

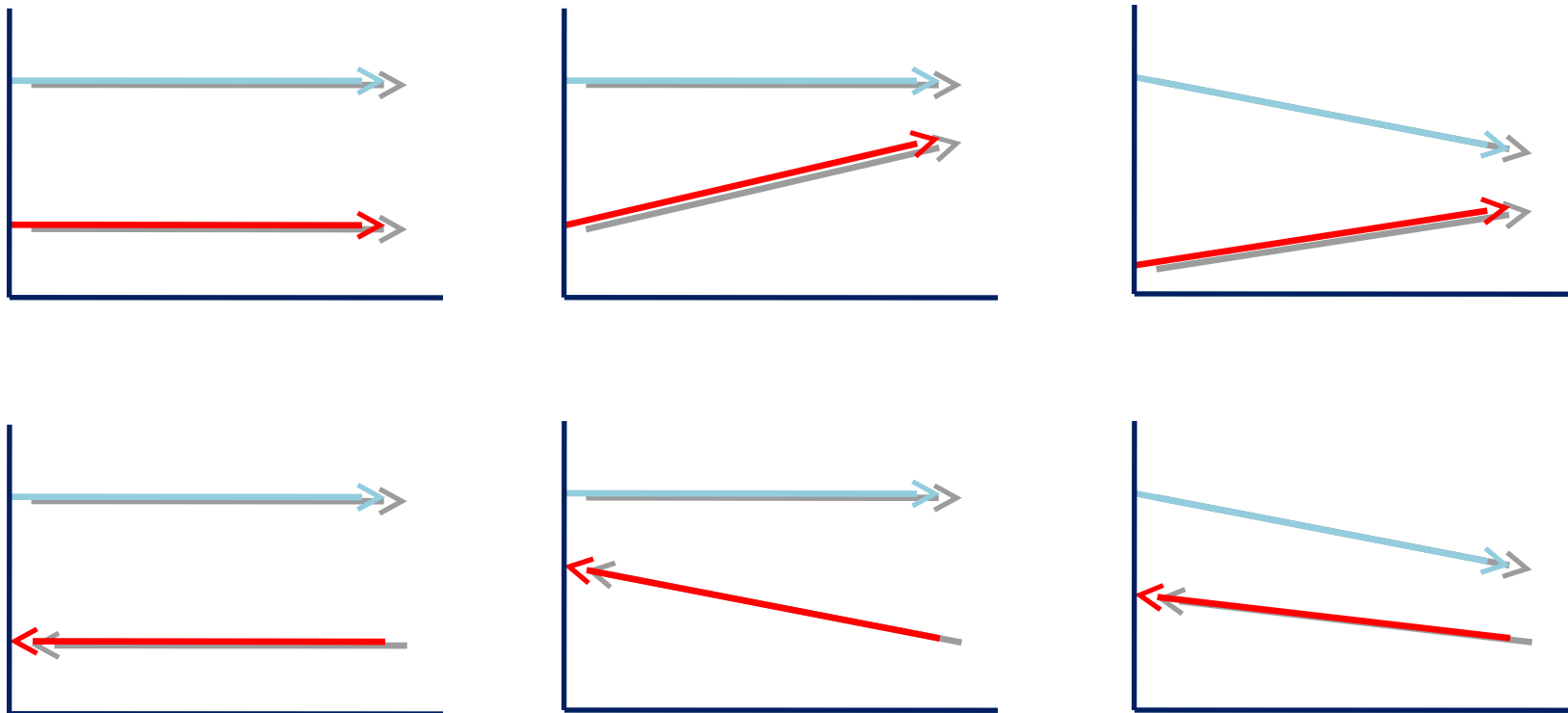


$$\Delta t_1 = t_{1d} - t_{2c} ; \Delta t_2 = t_{1c} - t_{2d}$$

$$\text{Nếu } \Delta t_1 > \Delta t_2 \rightarrow \Delta t_{\max} = \Delta t_1 ; \Delta t_{\min} = \Delta t_2$$

$$\text{Nếu } \Delta t_1 < \Delta t_2 \rightarrow \Delta t_{\max} = \Delta t_2 ; \Delta t_{\min} = \Delta t_1$$

## 5. Chọn chiều lưu thể



## Quy ước tính toán quá trình

- ❑ Dòng nóng : **1**
- ❑ Dòng lạnh : **2**
- ❑ Lưu lượng dòng lỏng là **G**  
(kg/s)
- ❑ Lưu lượng dòng hơi là **D** (kg/s)
- ❑ Dòng đi vào là **d**
- ❑ Dòng đi ra là **c**

## Cân bằng năng lượng

1. Trao đổi nhiệt giữa 2 dòng lỏng

Dòng nóng:  $t_{1c} < t_{1đ}$

Nhiệt lượng tỏa ra:  $Q_1 = G_1 C_1 (t_{1đ} - t_{1c}) \text{ (w)}$

Dòng lạnh:  $t_{2c} > t_{2đ}$

Nhiệt lượng thu vào:  $Q_2 = G_2 C_2 (t_{2c} - t_{2đ}) \text{ (w)}$



$$Q_1 = Q_2 + Q_{tt}$$

## Cân bằng năng lượng

2. Trao đổi nhiệt giữa dòng lỏng và dòng hơi

Dòng nóng: hơi.

Dòng lạnh: lỏng.

} **Quá trình ngưng tụ**

Nhiệt lượng tỏa ra:  $Q_1 = D_1 r_1 = D_1 (i_1 - C_1 t_1) \text{ (w)}$

Dòng lạnh:  $t_{2c} > t_{2đ}$

Nhiệt lượng thu vào:  $Q_2 = G_2 C_2 (t_{2c} - t_{2đ}) \text{ (w)}$


$$Q_1 = Q_2 + Q_{tt}$$



## Cân bằng năng lượng

2. Trao đổi nhiệt giữa dòng lỏng và dòng hơi

Dòng nóng: lỏng.

Dòng lạnh: lỏng - hơi.

} **Quá trình hóa hơi**

Nhiệt lượng tỏa ra:  $Q_1 = G_1 C_1 (t_{1đ} - t_{1c})$  (w)

Dòng lạnh: hóa hơi ở nhiệt độ không đổi  $t_2$  (°C)

Nhiệt lượng thu vào:  $Q_2 = D_2 r_2 = D_2 (i_2 - C_2 t_2)$  (w)


$$Q_1 = Q_2 + Q_{tt}$$

## Cân bằng năng lượng

3. Trao đổi nhiệt giữa hai dòng hơi

Dòng nóng: hơi ngưng tụ → lỏng.

Dòng lạnh: lỏng bay hơi.

Nhiệt lượng tỏa ra:  $Q_1 = D_1 r_1 = D_1(i_1 - C_1 t_1) (w)$

Nhiệt lượng thu vào:  $Q_2 = D_2 r_2 = D_2(i_2 - C_2 t_2) (w)$



$$Q_1 = Q_2 + Q_{tt}$$

❖ Một số lưu ý khi chọn chiều lưu thể  
Khi 2 lưu thể xuôi chiều,  $t_c$  của dòng lạnh **luôn thấp hơn**  $t_c$  của dòng nóng.

Khi 2 lưu thể ngược chiều,  $t_c$  của dòng lạnh **có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn**  $t_c$  của dòng nóng.

Không bao giờ nhiệt độ cuối của dòng lạnh ( $t_{2c}$ ) cao hơn nhiệt độ đầu dòng nóng ( $t_{1d}$ )

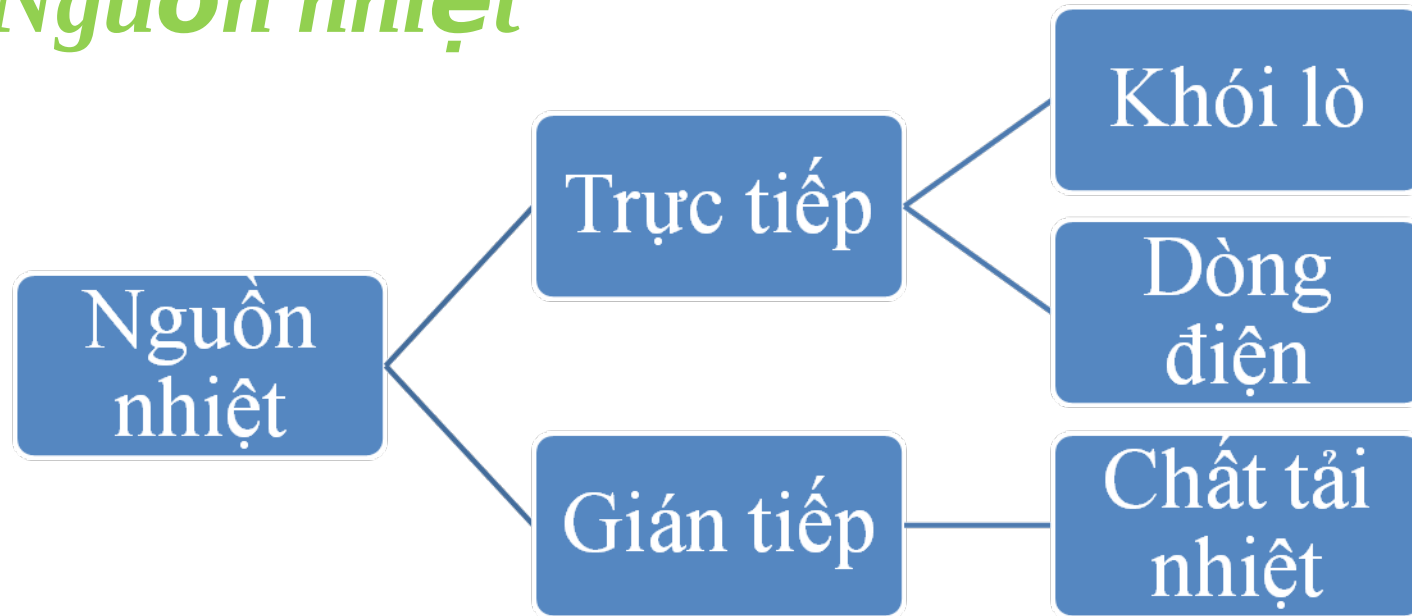
---

*Chương 2:*  
*Đun nóng-Làm*  
*nguội-Ngưng tụ*

## 2.1. Đun nóng

### 2.1.1. Nguồn nhiệt và các phương pháp đun nóng

#### a. Nguồn nhiệt



## *Chọn chất tải nhiệt*

- Nhiệt độ đun nóng và khả năng điều chỉnh nhiệt độ.
- Độ độc và tính hoạt động hoá học.
- Độ an toàn khi đun nóng.
- Rẻ tiền và dễ kiếm.

## *Một số chất tải nhiệt thường dùng*

### **1. Hơi nước bão hòa**

#### ❖ Ưu điểm:

- Lượng nhiệt cung cấp lớn
- Đun nóng được đồng đều
- Hệ số cấp nhiệt lớn (10.000 – 15.000 w/m<sup>2</sup>.độ )
- Dễ điều chỉnh nhiệt độ đun nóng
- Vận chuyển đi xa

## *Một số chất tải nhiệt thường dùng*

### **1. Hơi nước bão hòa**

❖ Nhược điểm:

- Nhiệt độ đun nóng hạn chế ( $t^0$  tăng  $\rightarrow$   $r$  giảm), thường sử dụng để đun nóng  $\leq 180^{\circ}\text{C}$
- Phải có lò hơi tạo ra hơi nước bão hòa



## *Một số chất tải nhiệt thường dùng*

### **2. Khói lò**

#### ❖ Ưu điểm:

Đun nóng bằng khói lò có thể tạo được nhiệt độ cao hơn  $1000^{\circ}\text{C}$

#### ❖ Nhược điểm:

Hệ số cấp nhiệt rất nhỏ không quá  $100\text{w}/\text{m}^2.\text{độ}$

Nhiệt dung thể tích nhỏ

## *Một số chất tải nhiệt thường dùng*

### **2. Khói lò**

❖ Nhược điểm:

- Hệ số cấp nhiệt rất nhỏ không quá  $100\text{w/m}^2.\text{độ}$
- Nhiệt dung thể tích nhỏ
- Đun nóng không được đồng đều
- Khó điều chỉnh nhiệt độ
- Thường có bụi và khí độc của nhiên liệu
- Lượng oxy dư và hiệu suất thấp  $\leq 30\%$

## *Một số chất tải nhiệt thường dùng*

### **3. Dòng điện**

#### ❖ Ưu điểm:

Đun nóng bằng dòng điện có thể tạo nhiệt độ rất cao,  $3200^{\circ}\text{C}$ .

Dễ điều chỉnh nhiệt độ chính xác

Hiệu suất truyền nhiệt cao, 95%

#### ❖ Nhược điểm:

Thiết bị phức tạp

Giá thành cao → chưa được sử dụng rộng rãi

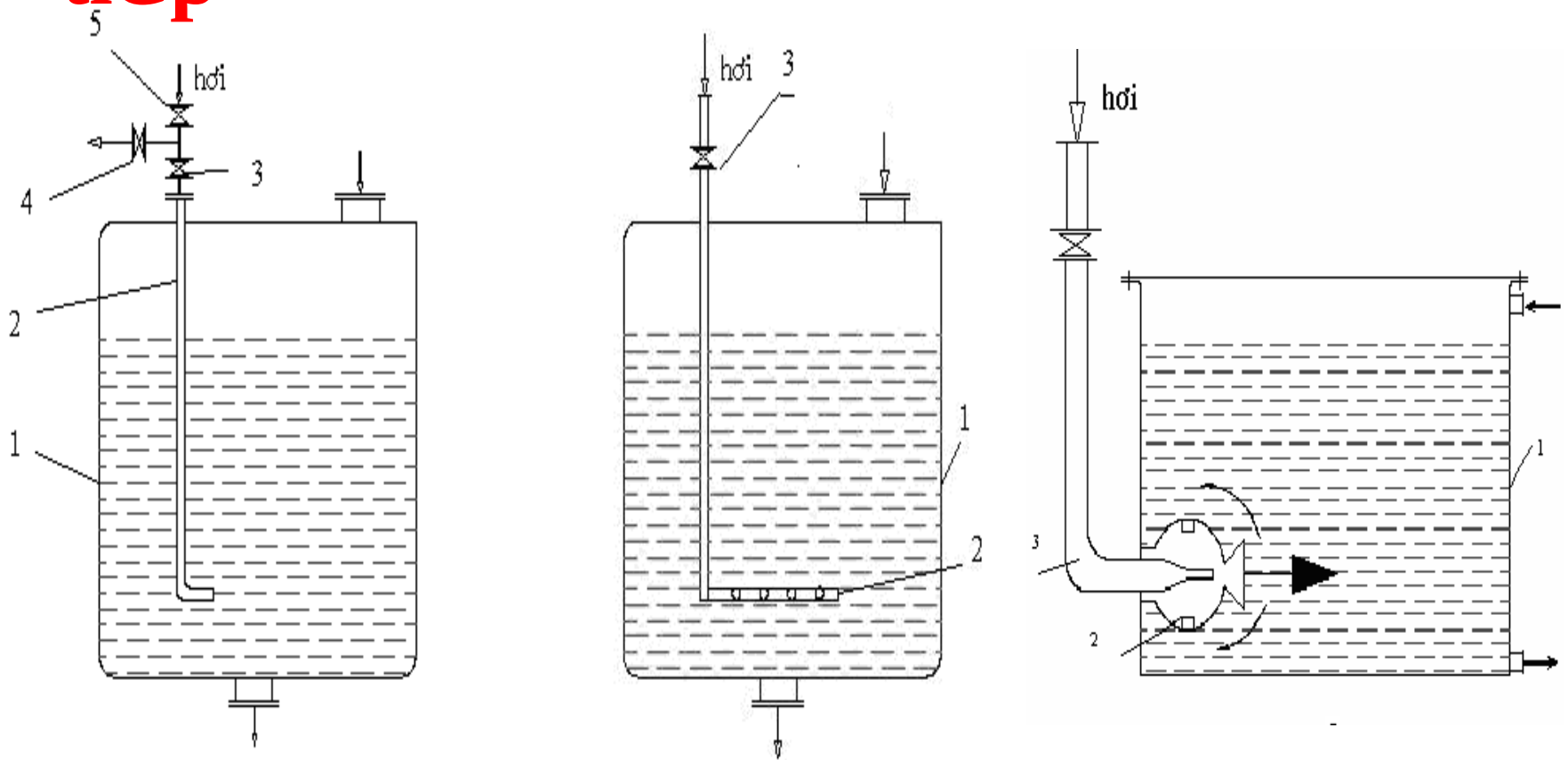
## 4. **Chất tải nhiệt đặc biệt**

Khi cần đun nóng nhiệt độ cao ( $> 180^{\circ}\text{C}$ ), ta sử dụng chất tải nhiệt:

- Hơi quá nhiệt
- Chất lỏng có nhiệt độ sôi cao mà không bị phân hủy
- Các dung môi hữu cơ: Glycerin, diphenyl, etediphenyl
- Hỗn hợp các muối và kim loại nóng chảy

## 5. **Khí thải và chất lỏng thải**

## 2.1.2. Đun nóng bằng hơi nước trực tiếp



## Đun nóng bằng hơi nước trực tiếp

Đơn giản, cho phép pha loãng và không có phản ứng xảy ra → thường đun nóng nước

Lượng hơi nước cần dùng:

$$D.i + G_2.C_2.t_{2đ} = D.C_n.t_{2c} + G_2.C_2.t_{2c} + Q_{tt}.\tau$$

$$D.i - D.C_n.t_{2c} = G_2.C_2.t_{2c} - G_2.C_2.t_{2đ} + Q_{tt}.\tau$$

$$D = \frac{G_2.C_2.(t_{2c} - t_{2đ}) + Q_{tt}.\tau}{(i - C_n.t_{2c})}$$

## Đun nóng bằng hơi nước gián tiếp

Chất lỏng cần đun không được phép pha loãng, thường trong các thiết bị ống xoắn, ống chùm, vỏ áo....

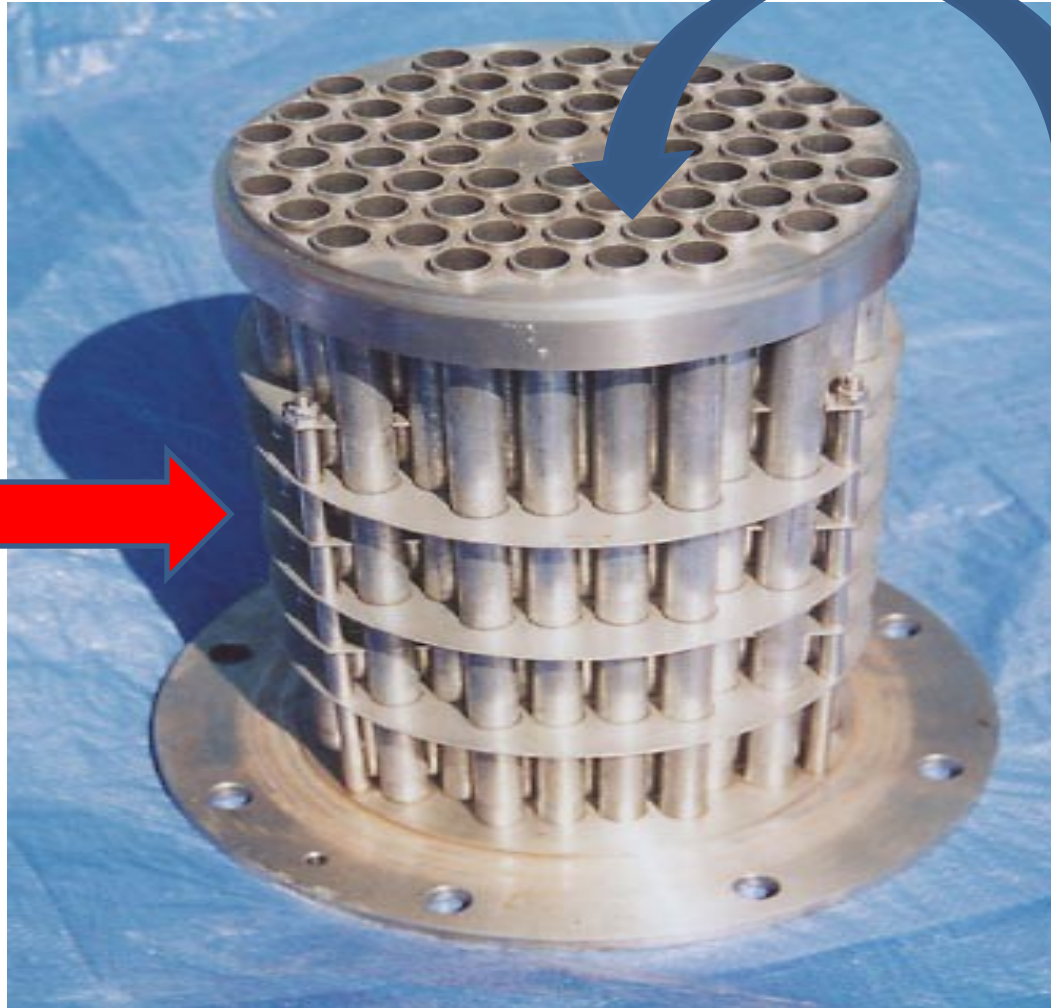
Lượng hơi nước cần dùng:

$$D = \frac{G_2 C_2 (t_{2c} - t_{2đ}) + Q_{tt} \cdot \tau}{i - C_n t_n}$$

$$D = \frac{G_2 C_2 (t_{2c} - t_{2đ}) + Q_{tt} \cdot \tau}{r}$$

## Đun nóng bằng hơi nước gián tiếp

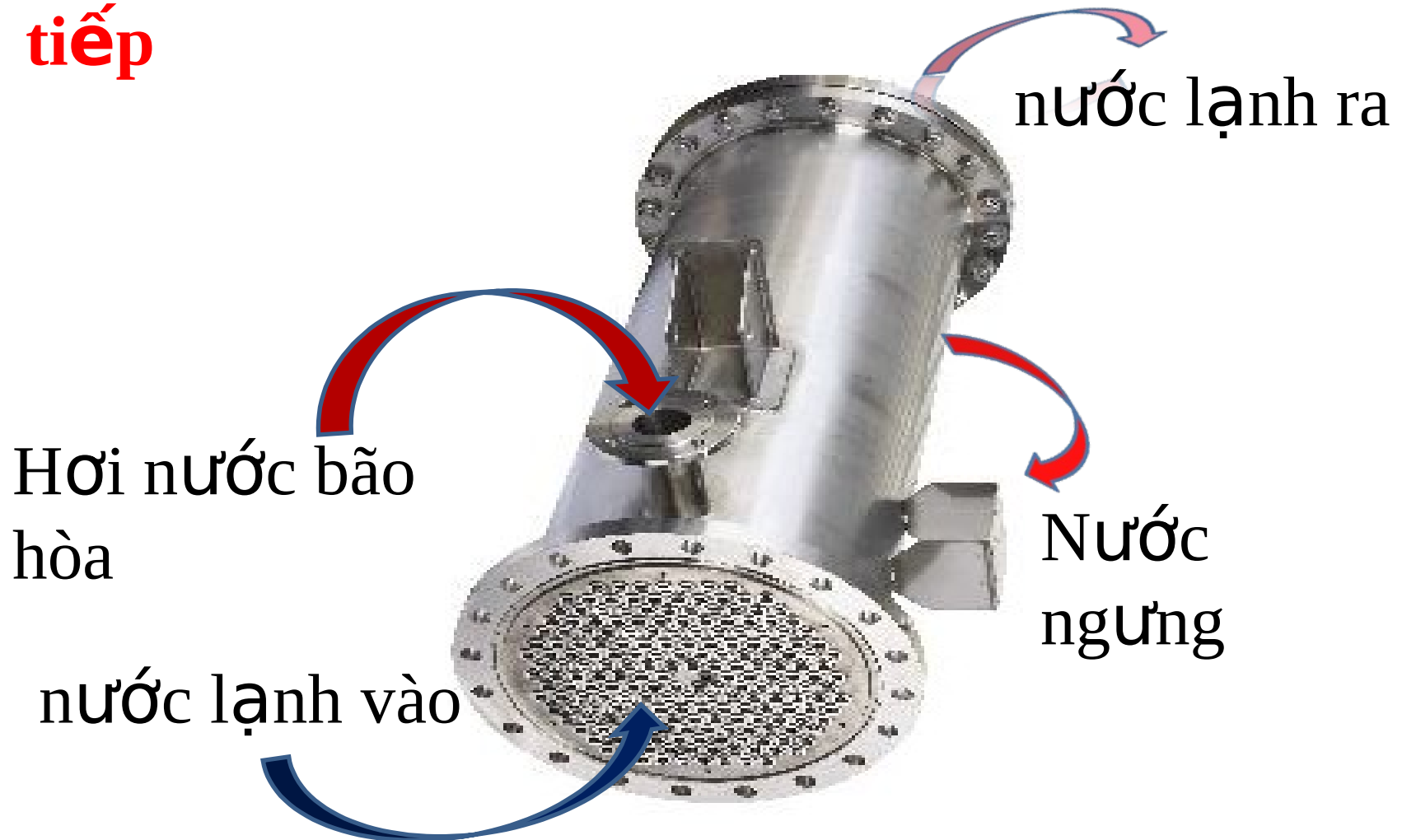
Hơi  
bão  
hòa đi  
giữa  
không  
gian  
các  
ống



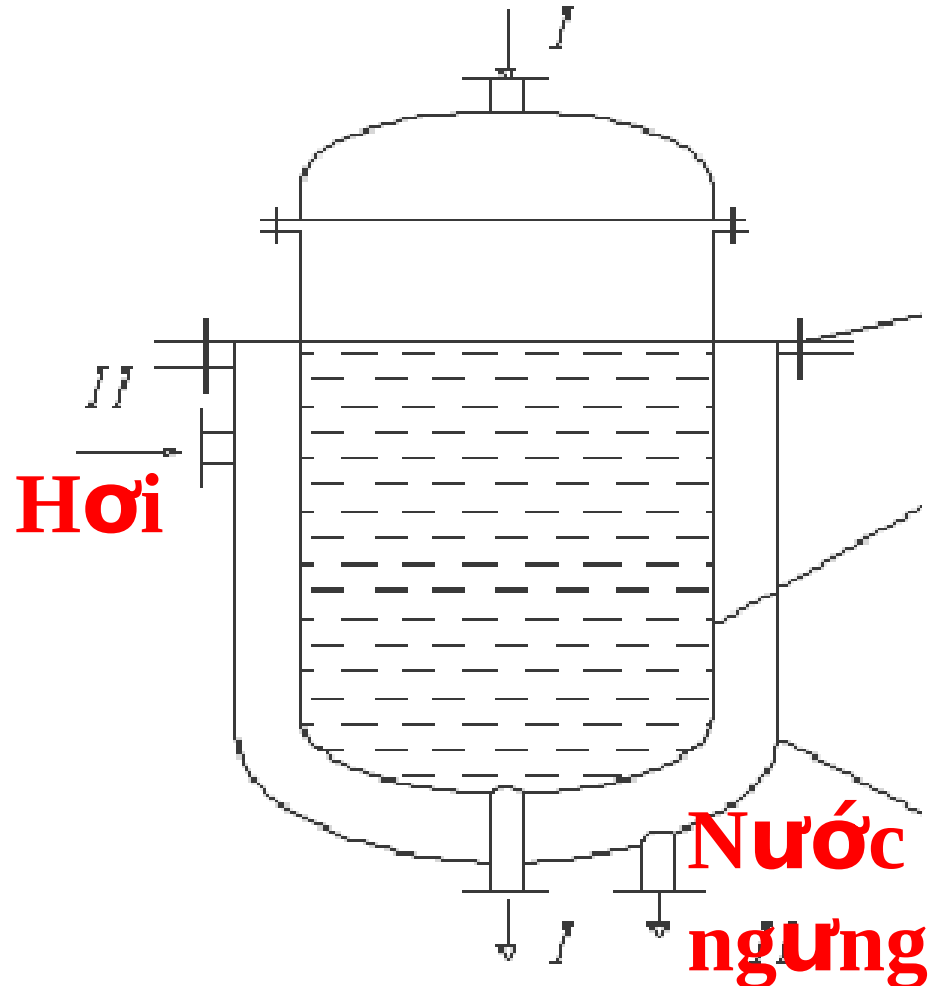
Lưu  
thể  
lạnh



## Đun nóng bằng hơi nước gián tiếp



## Đun nóng bằng hơi nước gián tiếp

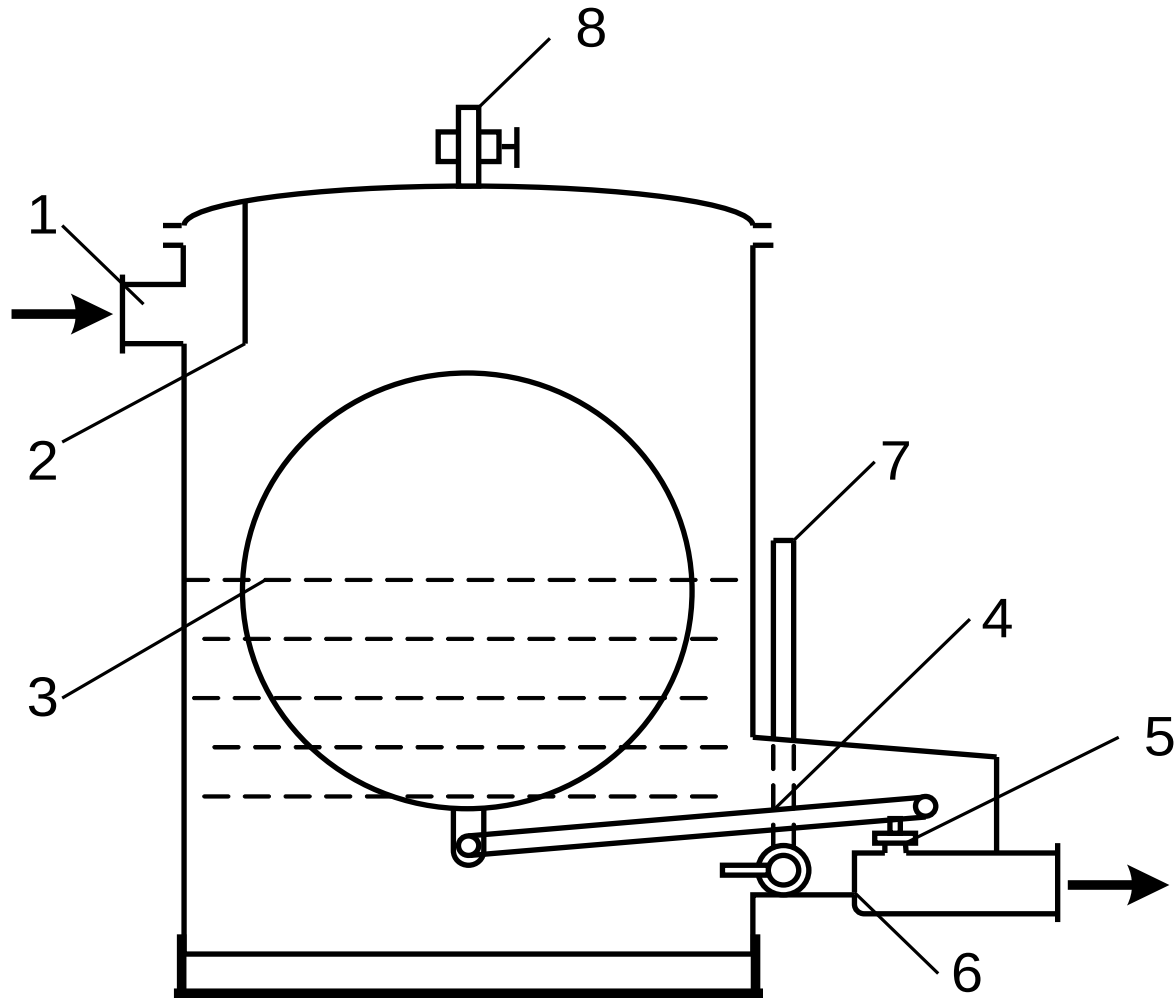


## **Đun nóng bằng hơi nước gián tiếp**

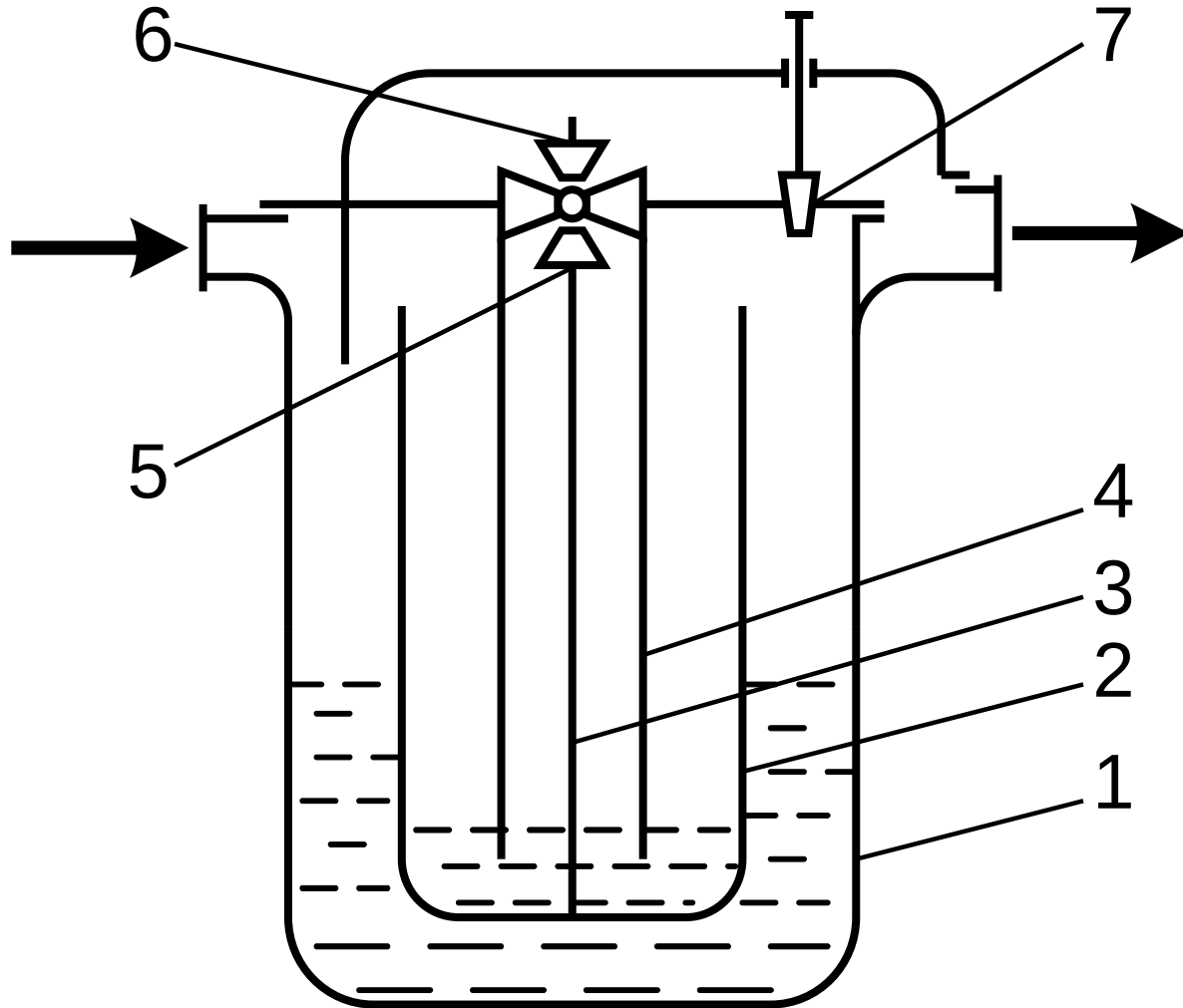
□ Để thiết bị trao đổi nhiệt làm việc hiệu quả, ta phải tháo nước ngưng ra liên tục.

□ Tháo nước ngưng, phải đảm bảo hơi nước nước bão hòa không bị thất thoát ra bên ngoài

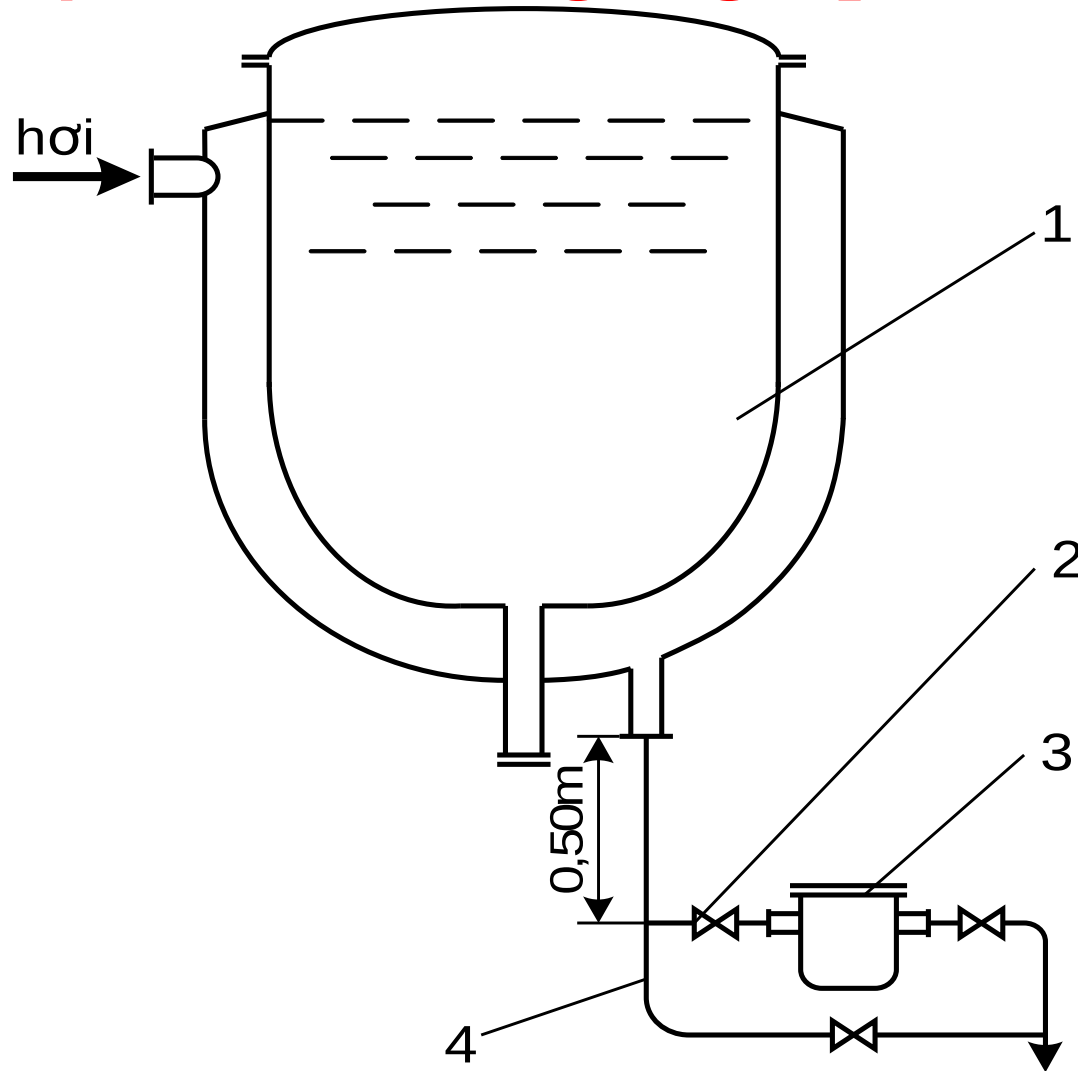
# Thiết bị tháo nước ngưng – phao kín



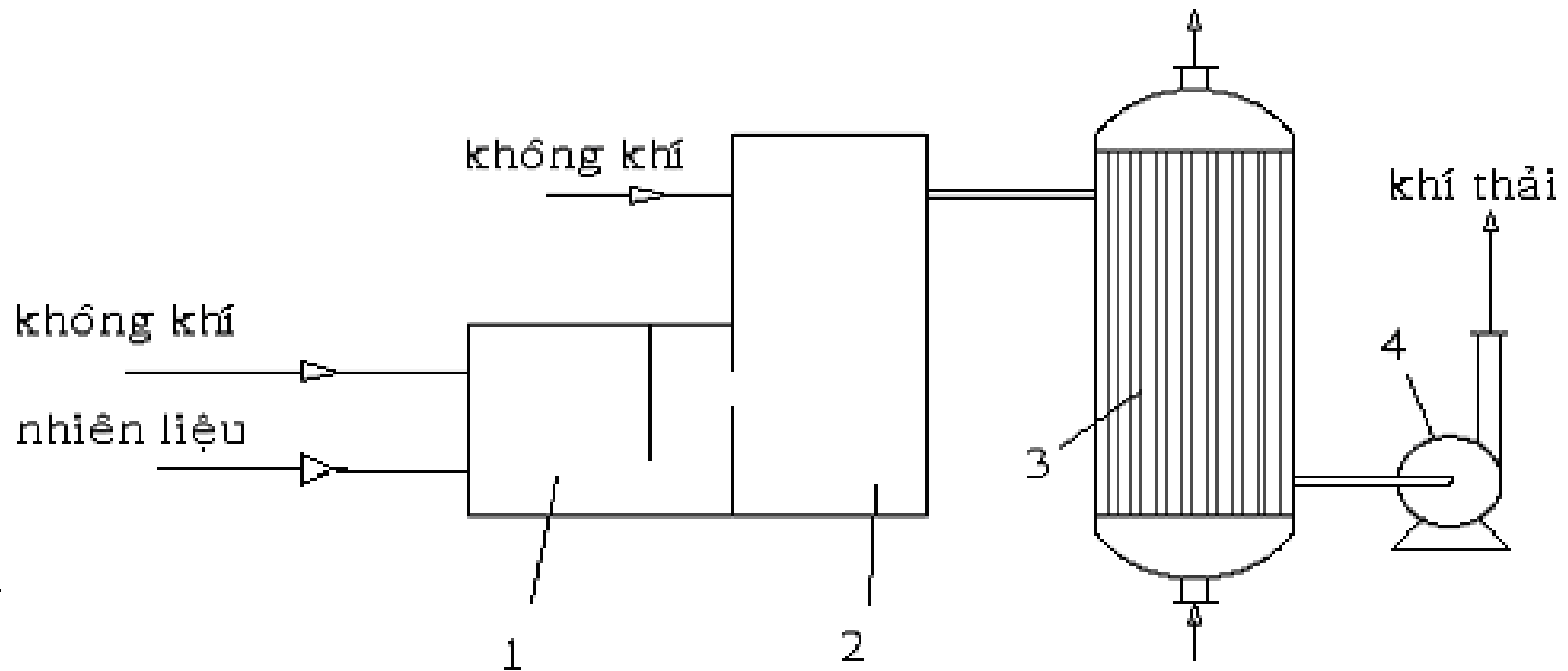
## Thiết bị tháo nước ngưng – phao hờ



## Thiết bị tháo nước ngưng – phao hờ



## 2.1.3. Đun nóng bằng khói lò

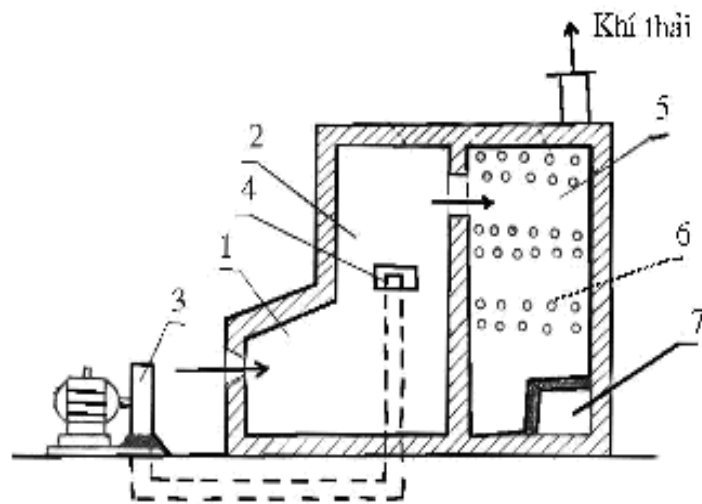


Hình 2-4

Sơ đồ đun nóng bằng khói lò

1- lò đốt, 2- phòng trộn, 3- thiết bị truyền nhiệt, 4- quạt

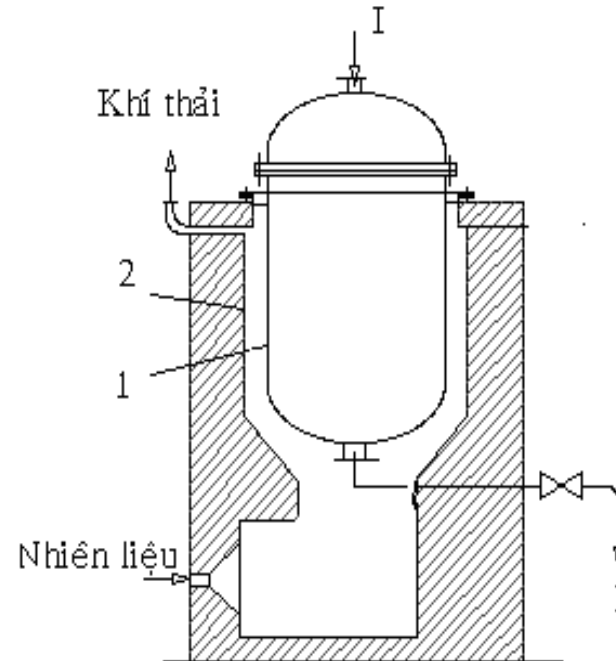
## Đun nóng bằng khói lò



Hình 2-5

Sơ đồ lò ống

1.lò đốt 2.phòng trộn 3.quạt 4.cửa khí vào  
5.phòng truyền nhiệt 6.ống truyền nhiệt 7.cửa dẫn khí thải.

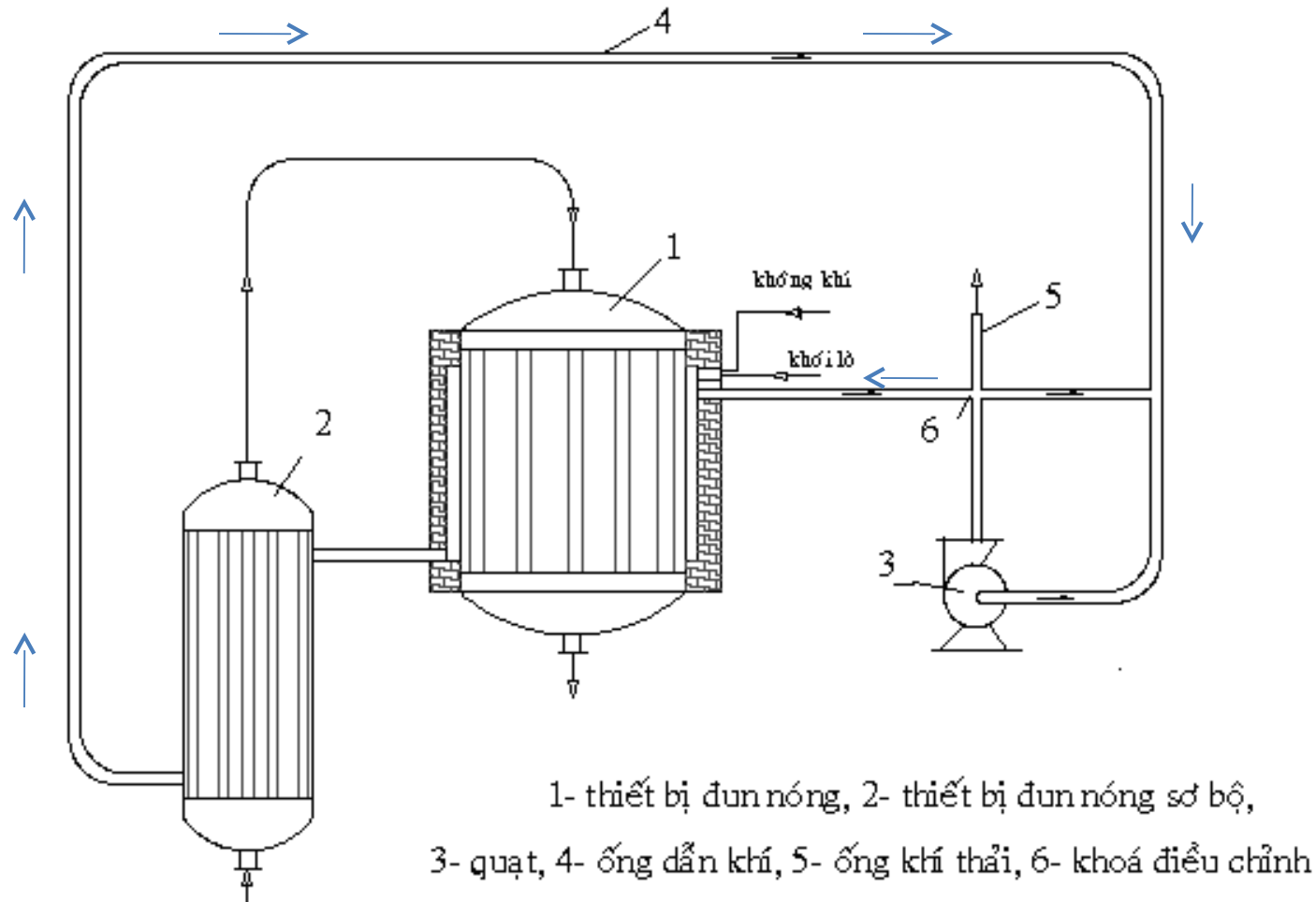


Hình 2-6

Sơ đồ lò kiểu nổi phản ứng đun  
nóng bằng khói lò  
1. nổi phản ứng 2. lò đốt



## Đun nóng bằng khói lò

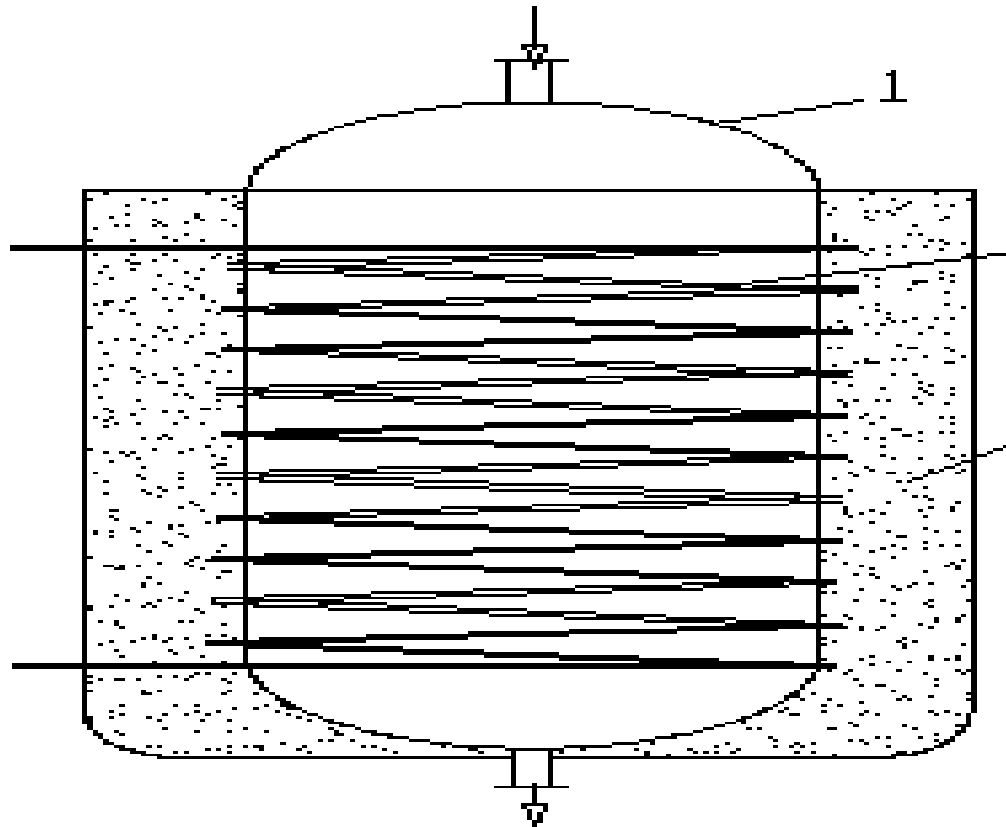


Hình 2.7 Sơ đồ đun nóng có tuần hoàn khí thải

## 2.1.4. Đun nóng bằng dòng điện

Điện năng → Nhiệt năng

□ Lò điện cảm ứng

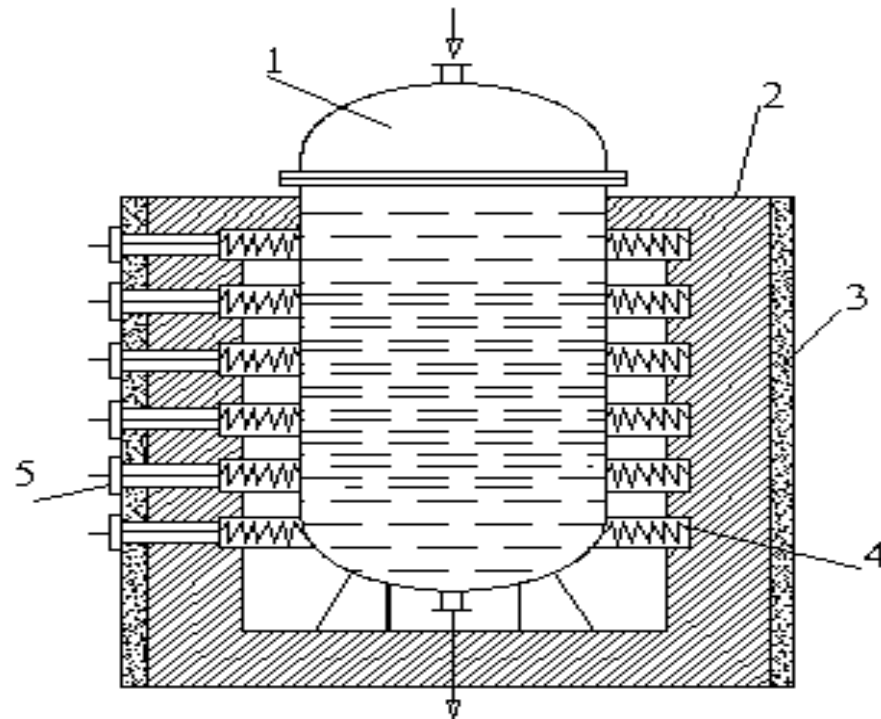


## **Đun nóng bằng dòng điện**

- Lò hồ quang điện:
  - Nhiệt độ cao 1500 – 2500°C,
  - Khó điều chỉnh.
  - Nhiệt độ không đồng đều,
  - Làm nóng chảy kim loại.

## Đun nóng bằng dòng điện

- Lò điện trở
- Lò điện trở trực tiếp
- Lò điện trở gián tiếp

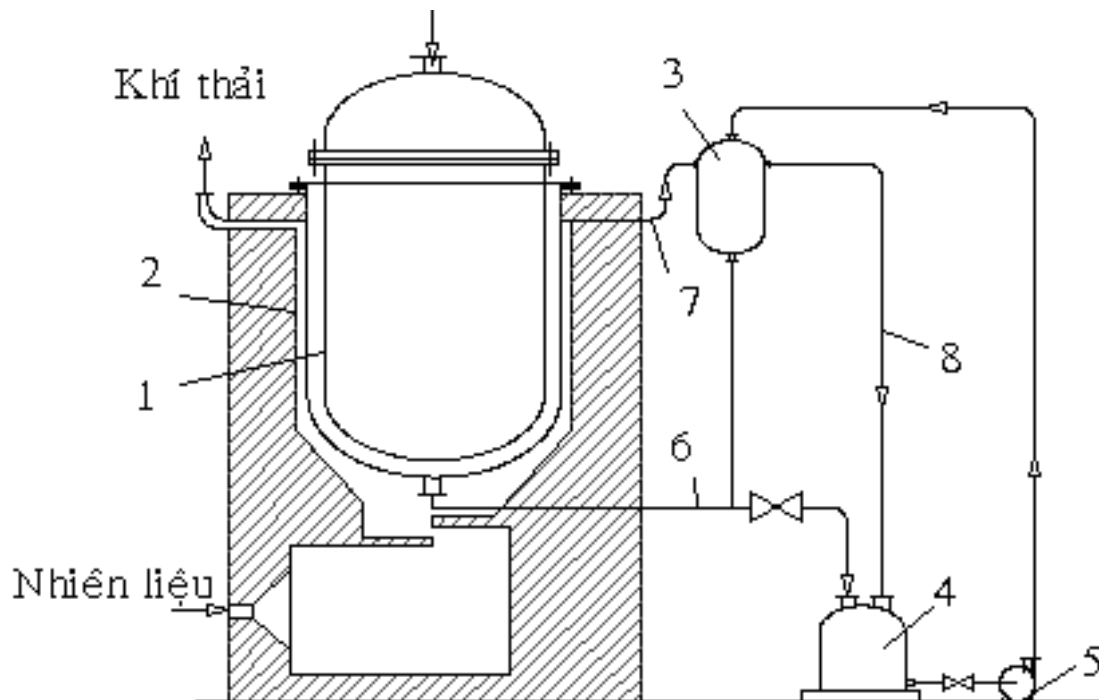


## 2.1.5. Một số thiết bị trao đổi nhiệt

### **Đun nóng bằng chất tải nhiệt đặc biệt**

- Đun nóng đồng đều nhiệt độ cao (360 – 500°C)
- Đun nóng được đồng đều
- Điều chỉnh dễ dàng
- An toàn

# Đun nóng bằng chất tải nhiệt đặc biệt

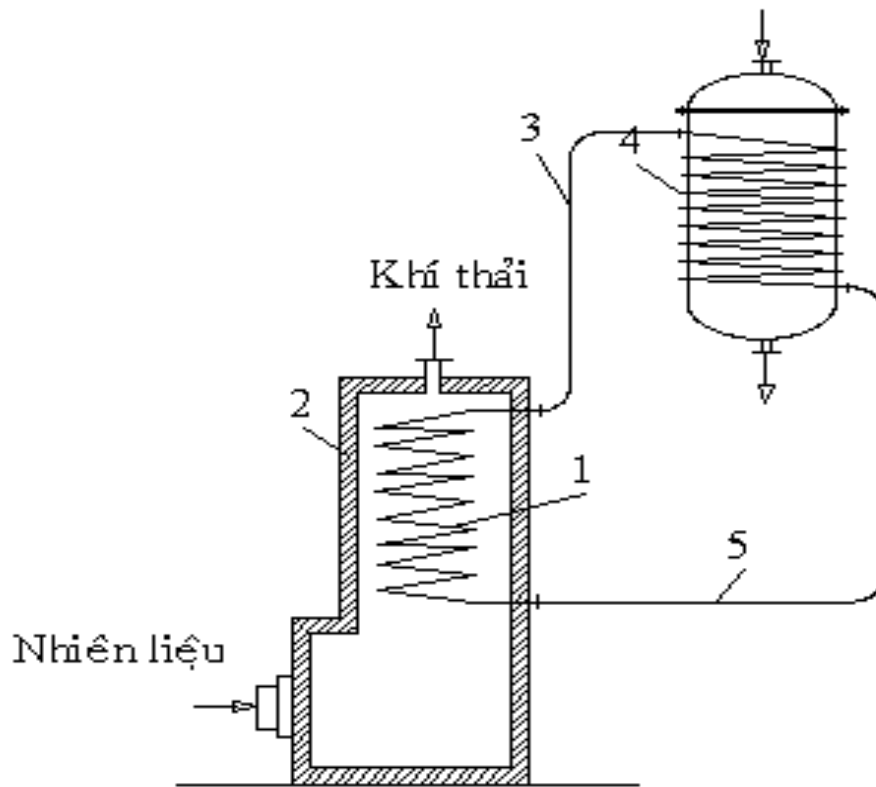


Hình 2-10

Hệ thống đun nóng bằng dầu khoáng

- 1- thiết bị đun nóng, 2- vỏ bọc ngoài,
- 3- bình giãn, 4- thùng chứa, 5,6,7,8- ống dẫn

## Đun nóng bằng hơi quá nhiệt



Hình 2-11

Đun nóng bằng nước quá nhiệt tuần hoàn tự nhiên

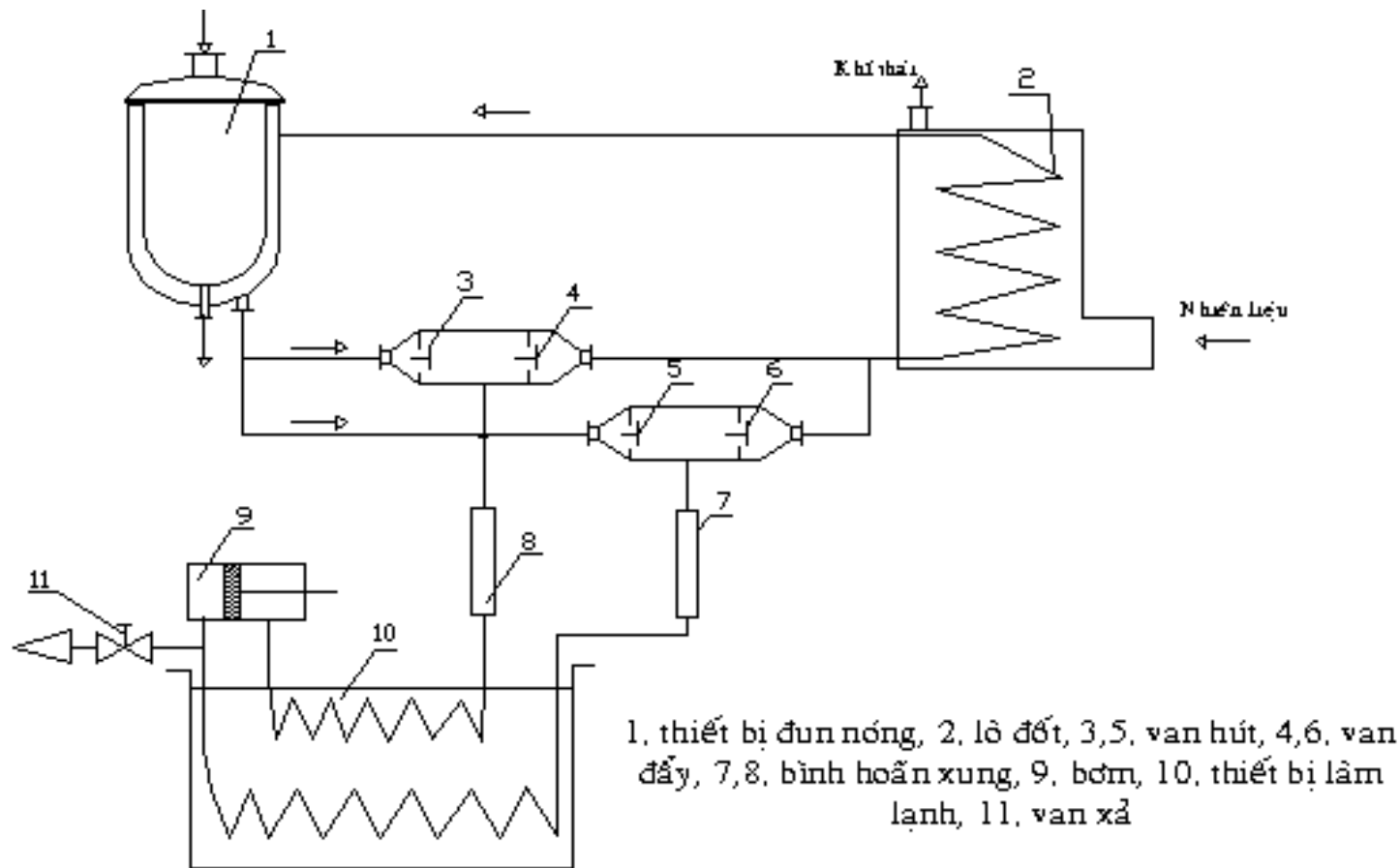
1, ống trao đổi nhiệt 2, lò đốt

3, 5, ống dẫn chất lỏng tuần hoàn 4, ống xoắn đun nóng

**Ưu điểm:** không tiêu hao năng lượng để tạo nên dòng tuần hoàn

**Nhược điểm:** tốc độ dòng tuần hoàn thấp → hiệu quả truyền nhiệt không cao.

## Đun nóng bằng hơi quá nhiệt

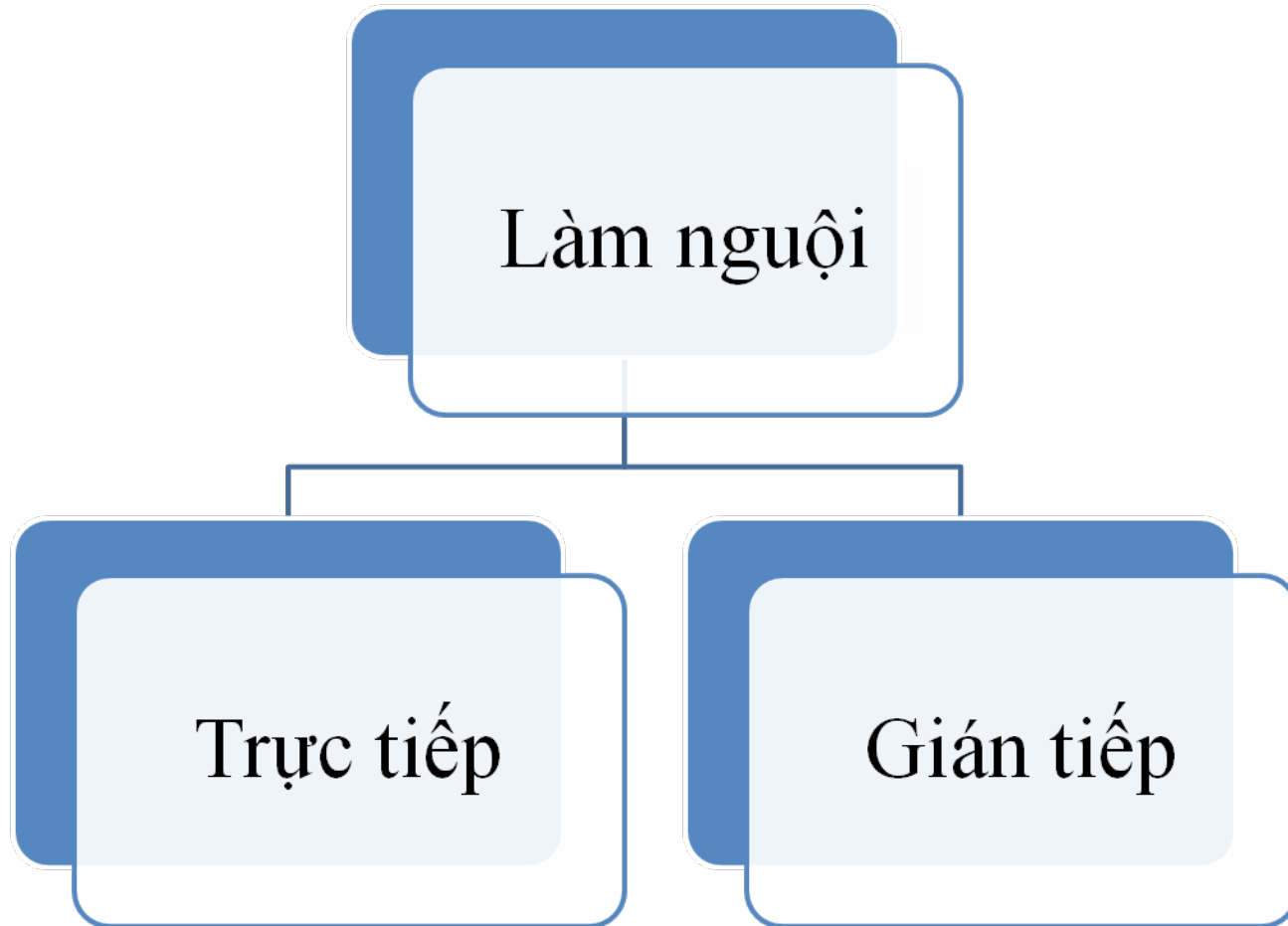


Hình 2 12

Sơ đồ đun nóng bằng nước quá nhiệt tuần hoàn  
hoàn cường bức



## 2.2. Làm nguội và ngưng tụ



## 2.2.1. Làm nguội trực tiếp

- Làm nguội bằng nước đá
- Phương pháp tự bay hơi
- Làm nguội khí

## 2.2.2. Làm nguội gián tiếp

❑ Quá trình truyền nhiệt giữa chất cần làm nguội – chất làm nguội qua tường ngăn trong thiết bị

❑ Tác nhân làm nguội: nước, không khí

❑ Làm nguội nhiệt độ  $15 - 30^{\circ}\text{C}$ , ta dùng chất tải nhiệt có nhiệt độ thấp

❑ Làm nguội: chọn chiều lưu thể

### 2.2.3. Ngưng tụ

❑ Quá trình chuyển hơi → lỏng (có sự biến đổi trạng thái phase).

❑ Chất lỏng có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ sôi ở áp suất xác định: lỏng quá lạnh

❑ Chất lỏng ở nhiệt độ sôi: lỏng bão hòa

❑ Hơi ở nhiệt độ sôi: hơi bão hòa

❑ Hơi có nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ sôi: hơi quá nhiệt

## Ngưng tụ

- ✓ Ngưng tụ gián tiếp: ngưng tụ bề mặt
- ✓ Ngưng tụ trực tiếp: ngưng tụ trong hỗn hợp

## Ngưng tụ gián tiếp

□ Quá trình trao đổi nhiệt giữa hơi nước bão hòa và nước lạnh qua tường ngăn. Hơi nước được ngưng tụ trên bề mặt truyền nhiệt.

□ Hơi nước bão hòa và nước lạnh đi ngược chiều nhau: hơi từ trên xuống dưới, nước lạnh đi từ dưới lên.

## Ngưng tụ gián tiếp

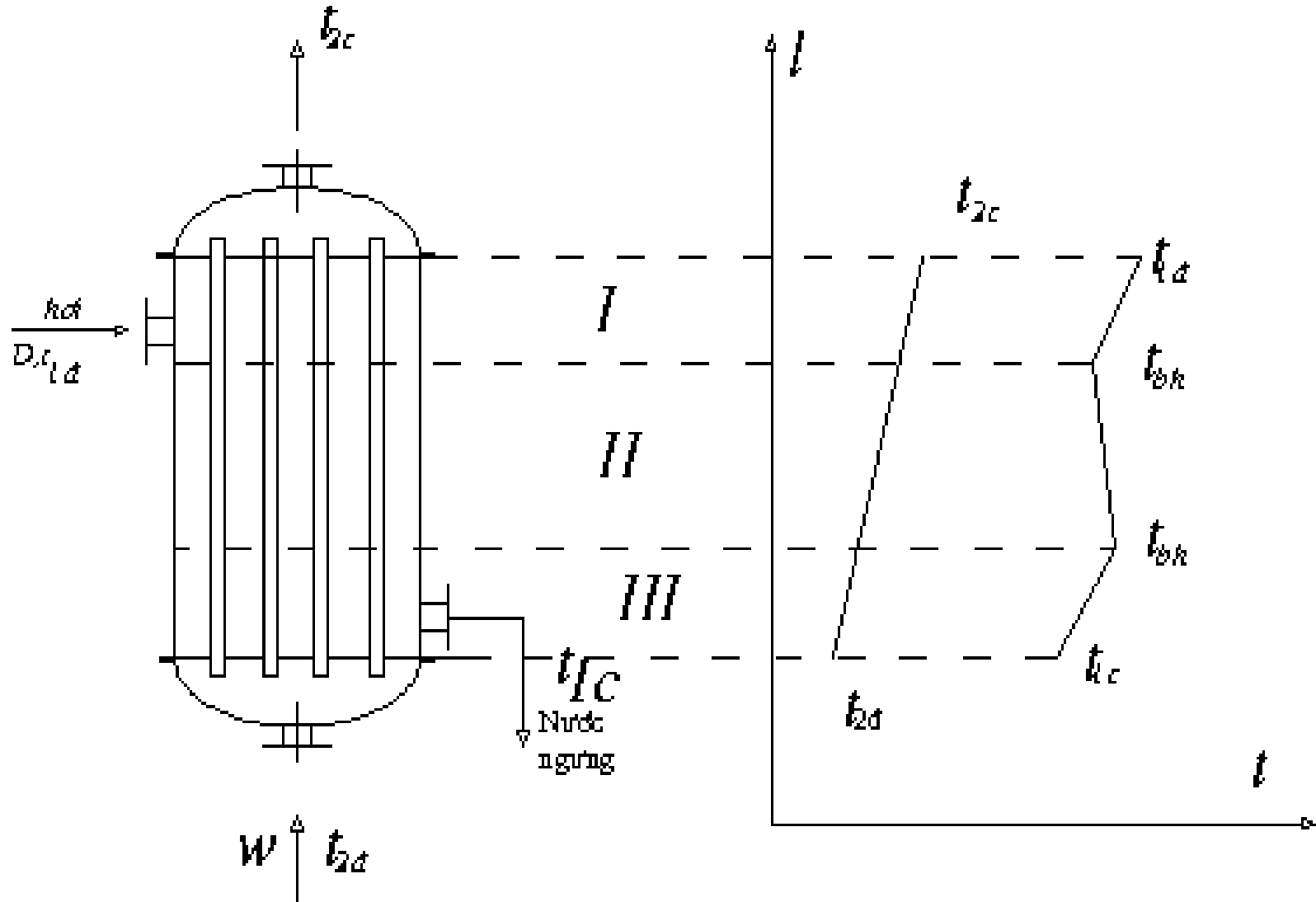
□ Thực tế trong quá trình ngưng tụ, còn diễn ra quá trình làm nguội. Ngưng tụ hơi quá nhiệt thành lỏng quá lạnh. Khi đó tính toán truyền nhiệt ta phải tính cho 3 quá trình sau:

✓ Hơi quá nhiệt → hơi bão hòa

✓ Hơi bão hòa → lỏng bão hòa

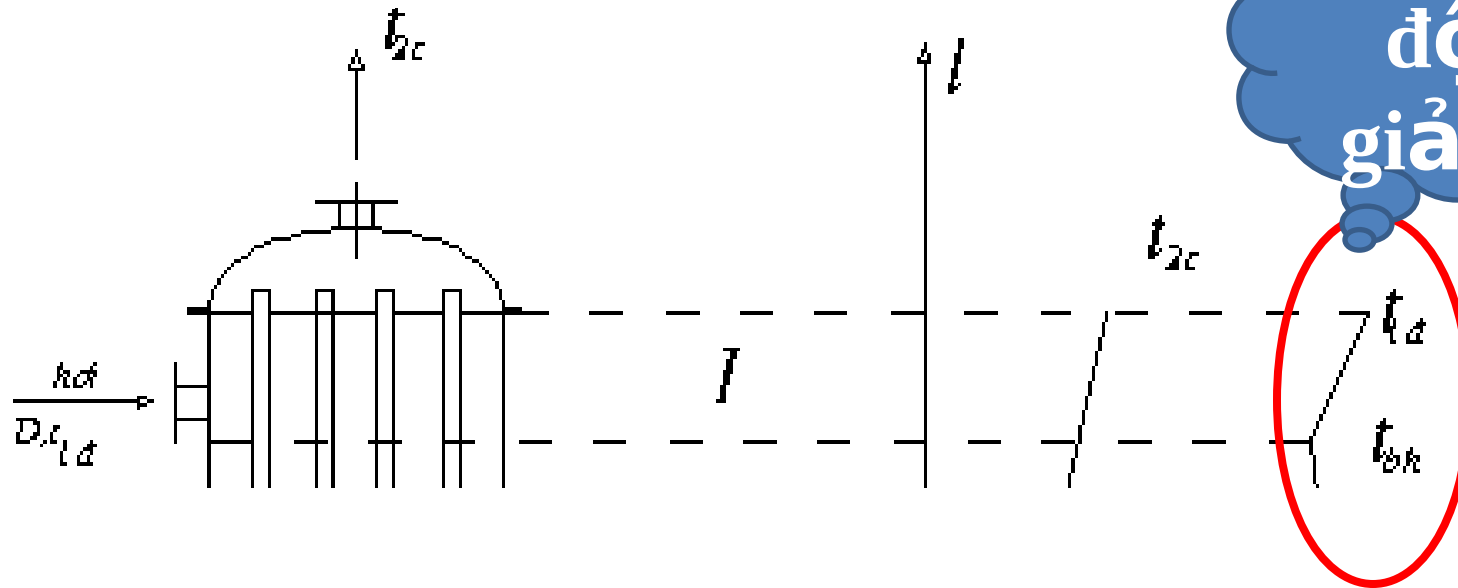
✓ Lỏng bão hòa → lỏng quá lạnh

# Ngưng tụ gián tiếp





## Ngưng tụ gián tiếp

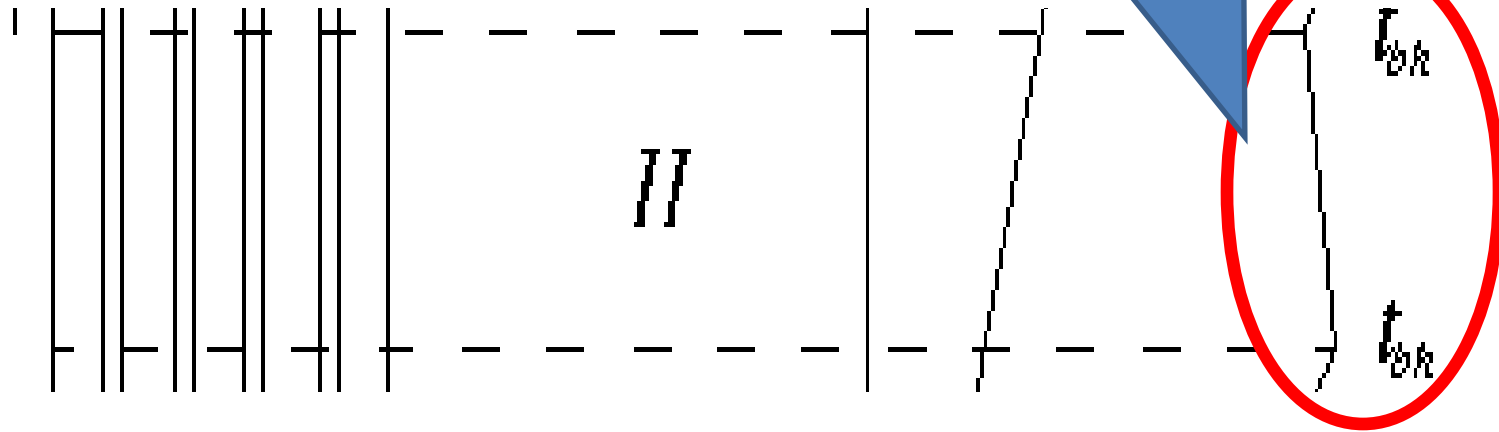


□ Tính toán nhiệt lượng:

➤ Hơi quá nhiệt → hơi bão hòa : quá trình làm nguội hơi (nhiệt độ giảm). Khi đó

$$Q_I = DC_{1h}(t_{1d} - t_{1bh})$$

## Ngưng tụ gián tiếp

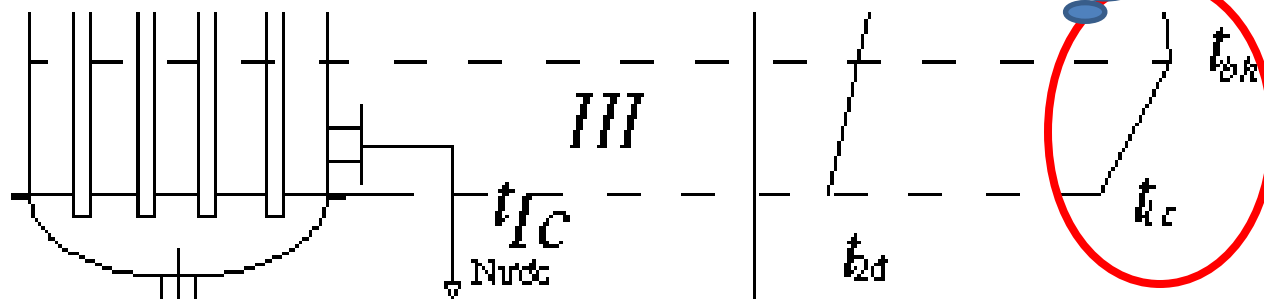


□ Tính toán nhiệt lượng:

➤ Hơi bão hòa → lỏng bão hòa: quá trình ngưng tụ, có sự biến đổi trạng thái; nhiệt độ không đổi. Khi đó  $Q_{II} = Dr$

Nhiệt độ  
giảm

## Ngưng tụ gián tiếp



□ Tính toán nhiệt lượng:

➤ Lỏng bão hòa → lỏng quá lạnh: quá trình làm nguội, trạng thái không đổi, nhiệt độ giảm dần. Khi đó

$$Q_{III} = D \cdot C_{1L} (t_{bh} - t_{1c})$$

## Ngưng tụ gián tiếp

□ Nhiệt lượng dòng nóng tỏa ra:

$$Q_1 = Q_I + Q_{II} + Q_{III}$$

□ Nhiệt lượng dòng nóng tỏa ra, làm cho dòng lạnh nóng lên. Nhiệt lượng dòng lạnh nhận vào:

$$Q_2 = G_2 C_2 (t_{2c} - t_{2d})$$

□ Cân bằng năng lượng:

$$Q_1 = Q_2 + Q_{tt}$$

## Ngưng tụ gián tiếp

□ Tính diện tích bề mặt truyền nhiệt:

$$F_1 = F_2 = F_3$$

□ Trong đó:

$$F_1 = \frac{Q_I}{K_1 \Delta t_1}$$

$$F_2 = \frac{Q_{II}}{K_2 \Delta t_2}$$

$$F_3 = \frac{Q_{III}}{K_3 \Delta t_3}$$

## Ngưng tụ trực tiếp

- ❑ Nguyên tắc: phun nước vào trong hơi. Hơi ngưng tụ tỏa nhiệt làm nước nóng dần. Nước ngưng tụ trộn lẫn với nước lỏng phun vào hơi
- ❑ Thường ngưng tụ hơi của chất lỏng không có giá trị kinh tế.
- ❑ Ngưng tụ hơi của chất lỏng không tan

## Ngưng tụ trực tiếp

□ Để tăng hiệu quả quá trình → diện tích bề mặt tiếp xúc lớn:

➤ Cho nước phun qua vòi phun

➤ Cho chảy qua nhiều tấm ngăn có lỗ nhỏ

□ Ưu điểm: năng suất cao, cấu tạo đơn giản, dễ dàng chống ăn mòn.

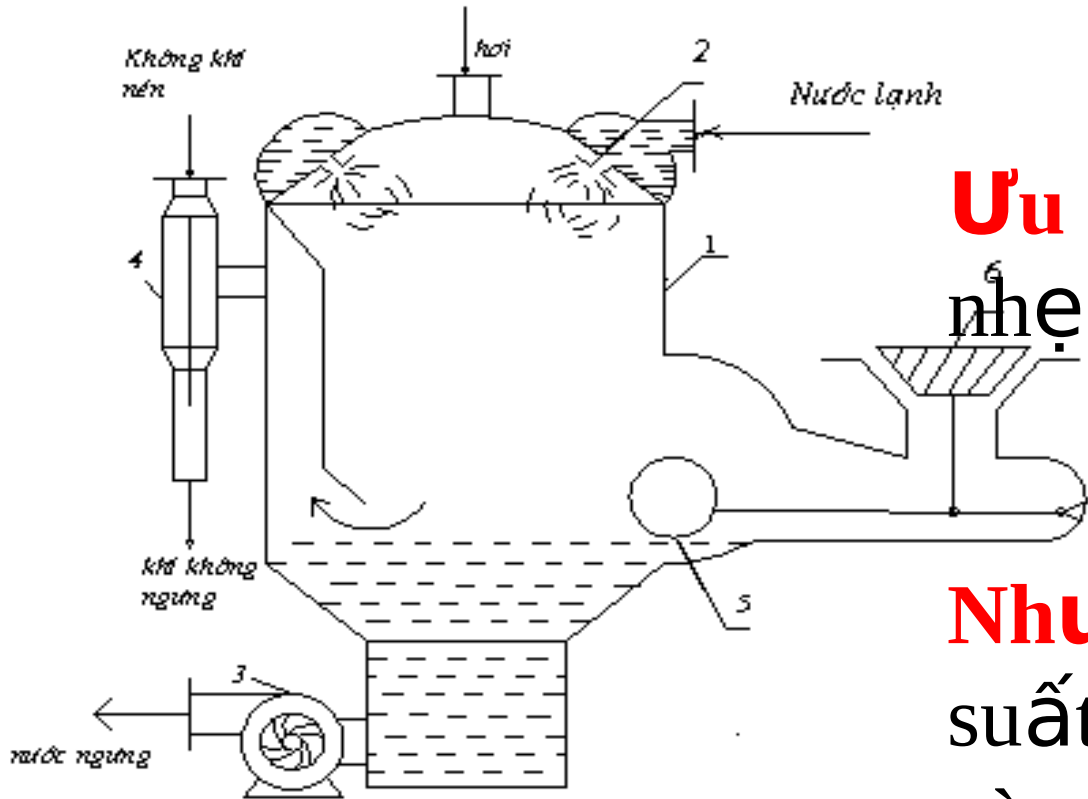
## Ngưng tụ trực tiếp

- Theo chiều chuyển động của lưu thể:
  - Thiết bị ngưng tụ xuôi chiều.
  - Thiết bị ngưng tụ ngược chiều.
- Theo chiều cao thiết bị:
  - Thiết bị ngưng tụ loại thấp.
  - Thiết ngưng tụ loại cao.



## Chương 2 – Đun nóng, làm nguội, ngưng tụ

# Thiết bị ngưng tụ trực tiếp loại khô xuôi chiều



Hình 2-14

Thiết bị ngưng tụ loại khô xuôi chiều, thấp

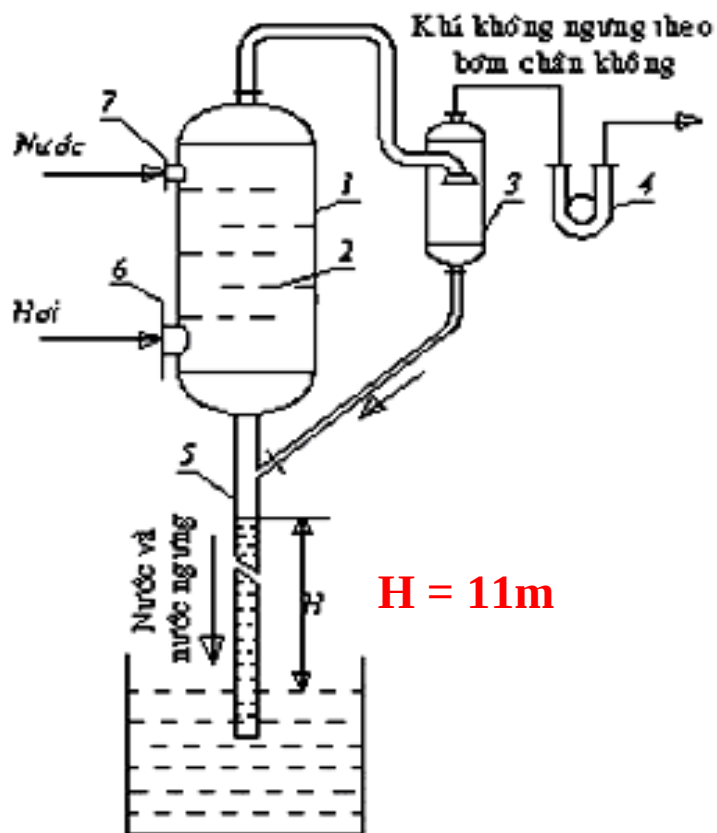
1. thân thiết bị;
2. vòi phun;
3. bơm ly tâm;
4. bơm tia hút khí không ngưng;
5. phao;
6. van.

**Ưu điểm:** thiết bị gọn nhẹ.

**Nhược điểm:** năng suất nhỏ; nước tháo ra còn được đưa đi sử dụng lại

## Chương 2 : Đun nóng - Làm nguội - Ngưng tụ

# Thiết bị ngưng tụ trực tiếp loại khô ngược chiều – TBNT Baromet



Hình 2-15

Thiết bị ngưng tụ trực tiếp (bazômet)

1.thân 2.tấm chắn 3.bộ phận tách giọt 4.bơm chân không

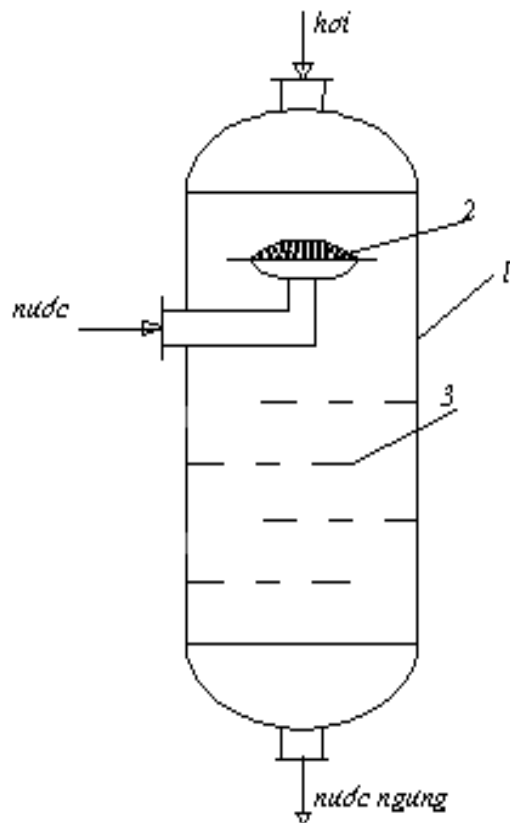
5.ống bazômet 6.cửa dẫn hơi nước vào 7.cửa dẫn nước lạnh vào

**Ưu điểm:** nước tự chảy ra được → không cần bơm; năng suất cao. Thường được dùng trong hệ thống cô đặc nhiều

**Nhược điểm:** thiết bị công kênh

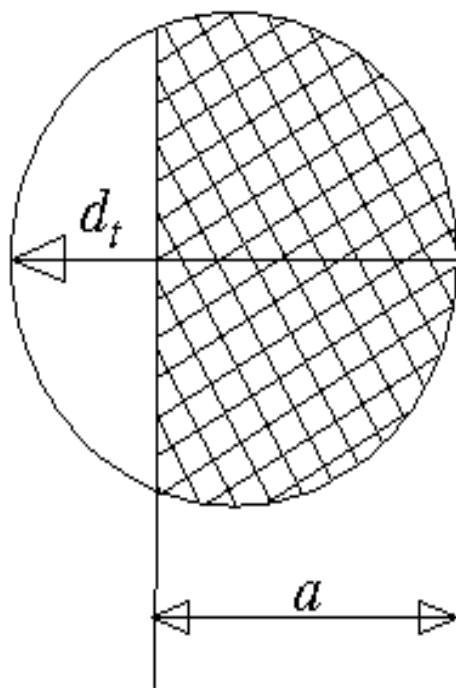
## Chương 2 : Đun nóng - Làm nguội - Ngưng tụ

# Thiết bị ngưng tụ trực tiếp loại ướt xuôi chiều.



Hình 2-16

Thiết bị ngưng tụ loại ướt xuôi chiều  
1.Thân 2,hoa sen 3,tấm chắn



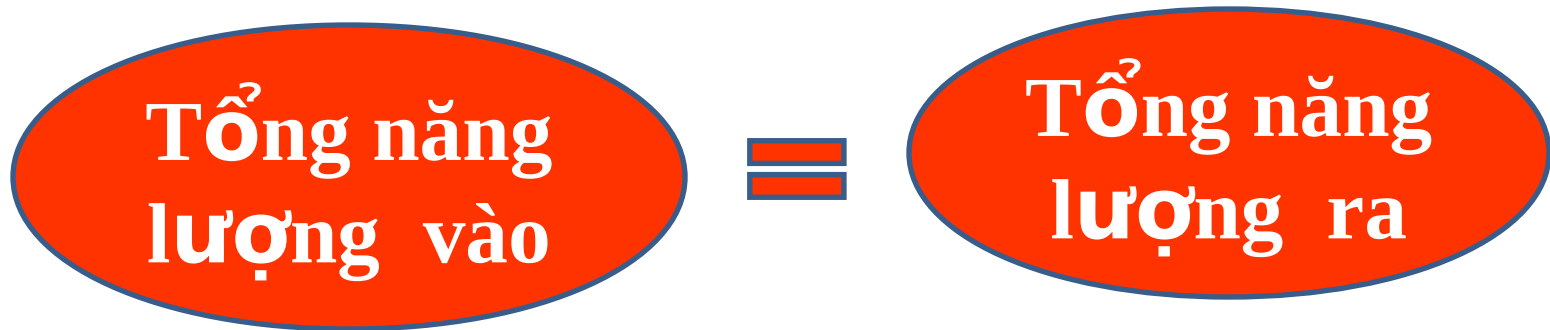
Hình 2-17

Tấm chắn hình viên phân  
 $d_t$  đường kính trong của thiết bị

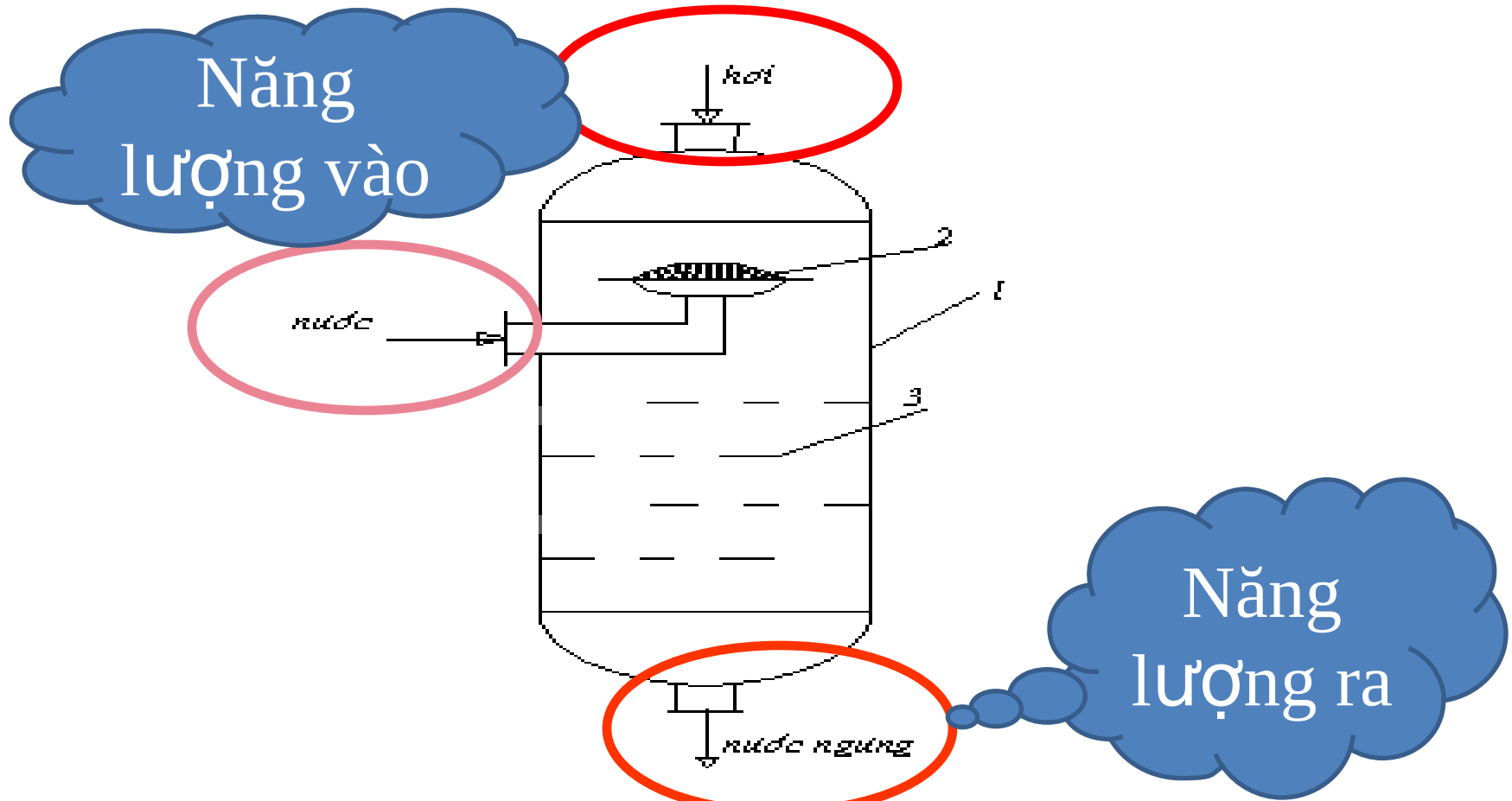
Loại này thường dùng trong trường hợp không thể đặt ống baromet

## 2.2.4. Tính toán thiết bị ngưng tụ

□ Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng:



## Tính toán lượng nước tưới vào thiết bị



Hình 2-16

Thiết bị ngưng tụ loại ướt xuôi chiều  
1.Thần 2.hoa sen 3.tấm chắn

## Tính toán lượng nước tưới vào thiết bị

□ Năng lượng vào:

➤ Hơi nước vào:  $Q_1 = D \times i$

➤ Nước làm nguội:  $Q_2 = G_2 C_2 t_{2đ}$

$$Q_v = Q_1 + Q_2$$

□ Năng lượng ra: nước làm nguội và nước ngưng trộn lẫn nhau nên:

$$Q_R = (D + G_2) C_{hh} t_{2C}$$

□ Khi tính toán bỏ qua sự tổn thất năng lượng, và xem như không có khí không ngưng

□ Cân bằng năng lượng:  $Q_v = Q_R$

## Tính toán lượng nước tưới vào thiết bị

□ Lượng nước làm nguội (nước tưới):

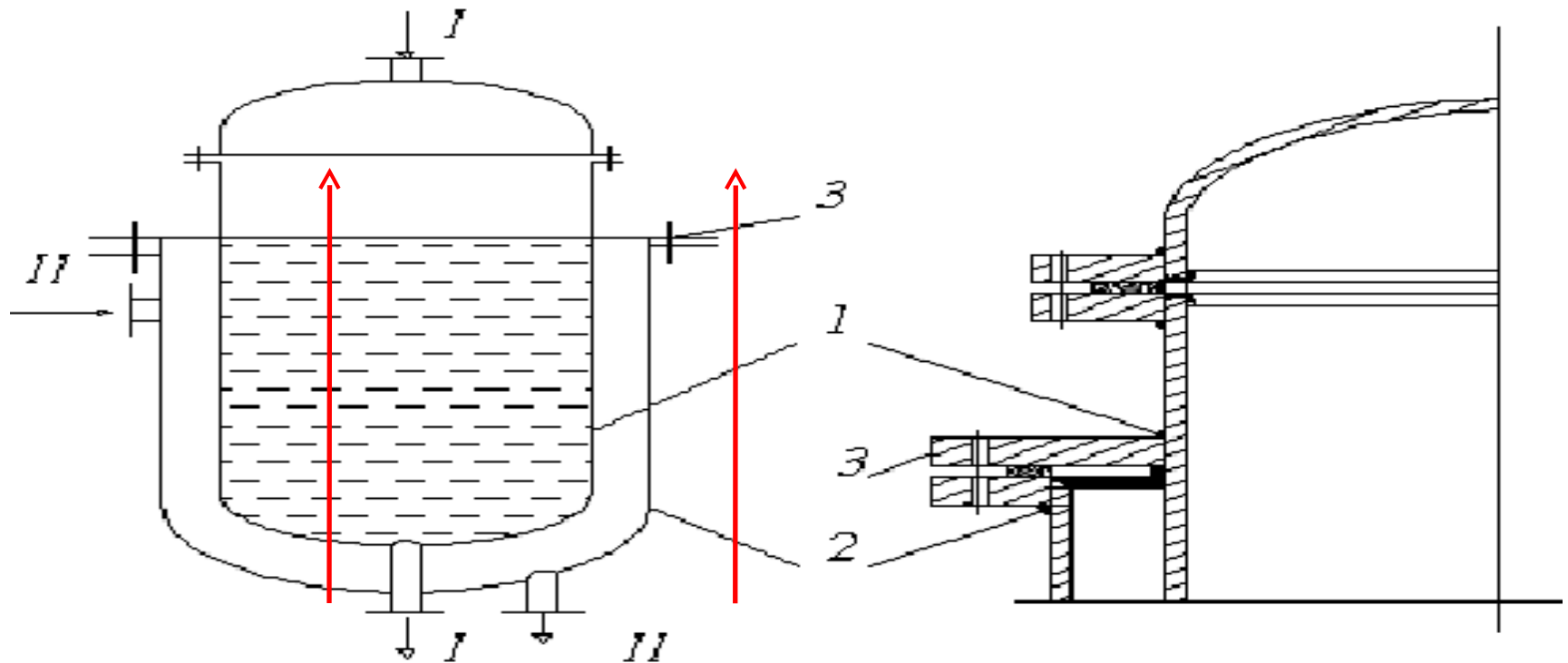
$$G_2 = \frac{D(I - C \cdot t_{2c})}{C \cdot (t_{2c} - t_{2d})} \quad (\text{Kg/s})$$

□ Các kích thước cơ bản của TBNT (**sinh viên tham khảo giáo trình**):

## 2.3. Cấu tạo các thiết bị trao đổi nhiệt

### 2.3.1. Cấu tạo các thiết bị trao đổi nhiệt gián

#### Loại vỏ bọc (vỏ áo)

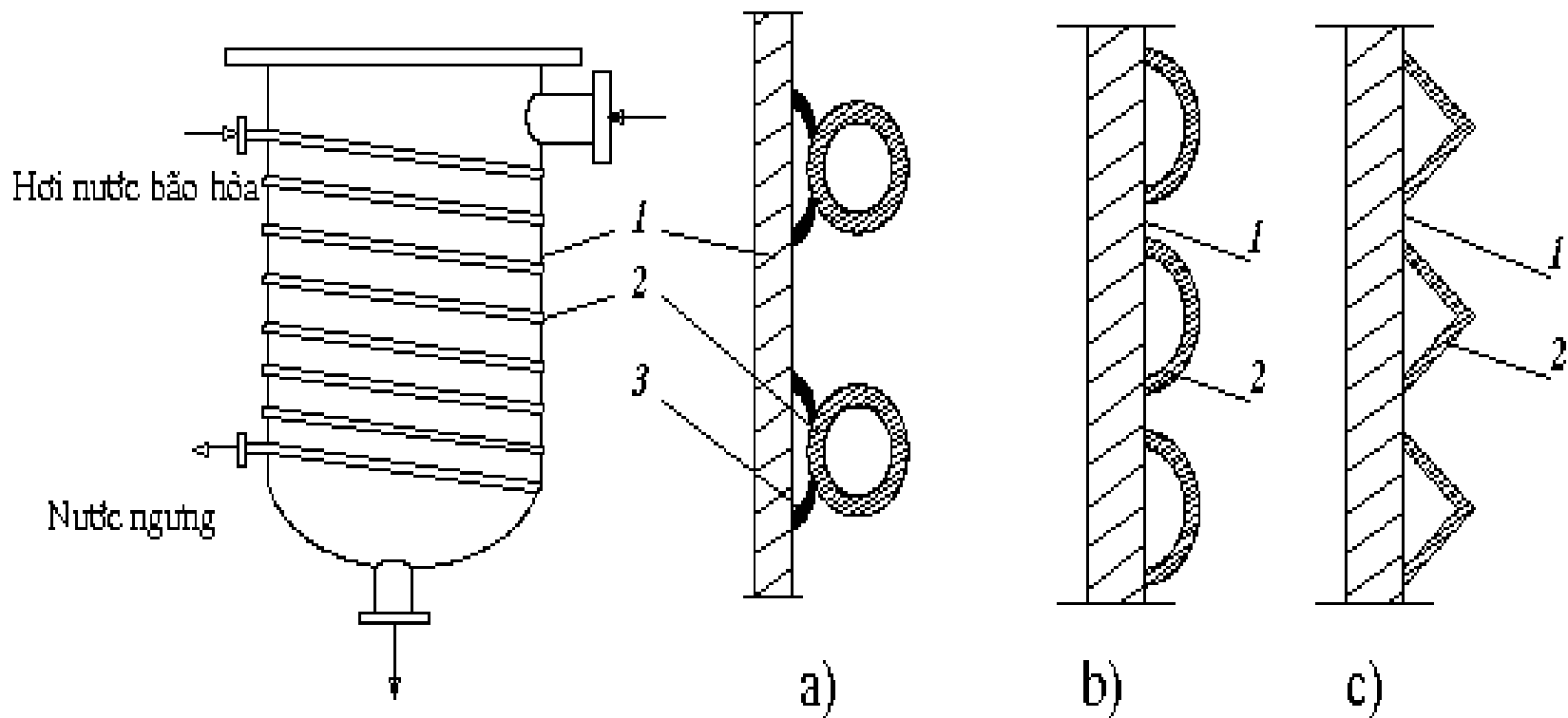


Hình 2-18

Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu vỏ bọc  
1.thân thiết bị 2.vỏ bọc ngoài 3.mặt bích



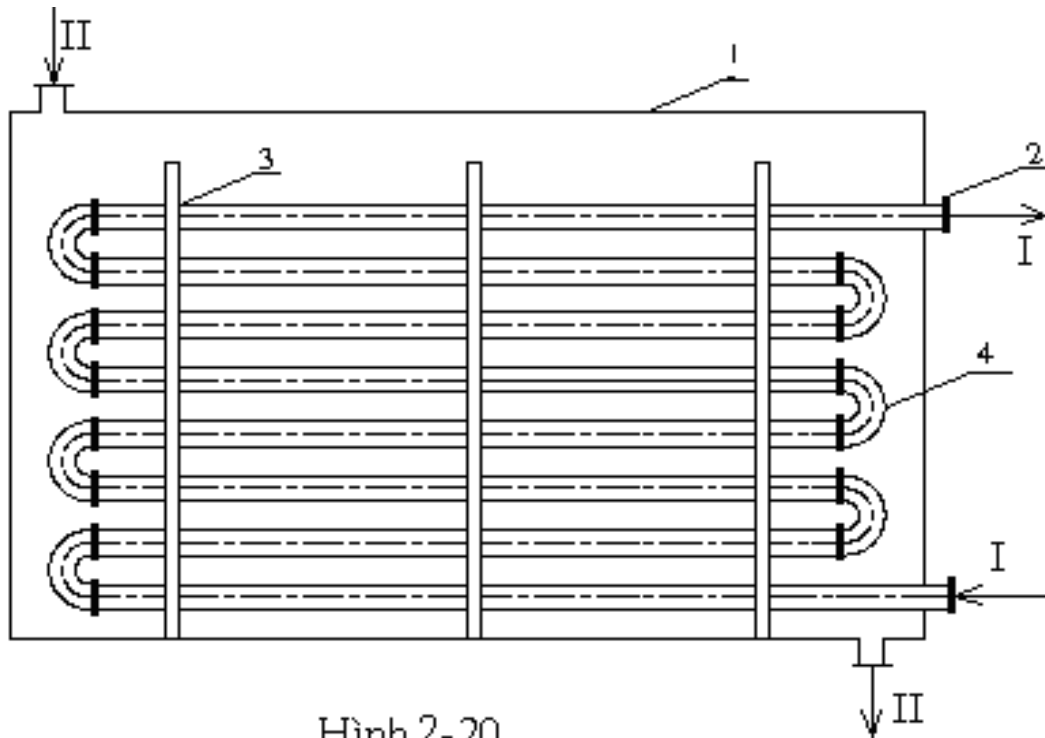
## Loại vỏ bọc (vỏ áo)



a, b, c- các dạng kết cấu của ống xoắn với vỏ  
1, vỏ thiết bị 2, ống xoắn

Hình 2-19 Thiết bị trao đổi nhiệt có ống xoắn bên ngoài vỏ

## Loại ống gấp khúc



Hình 2-20

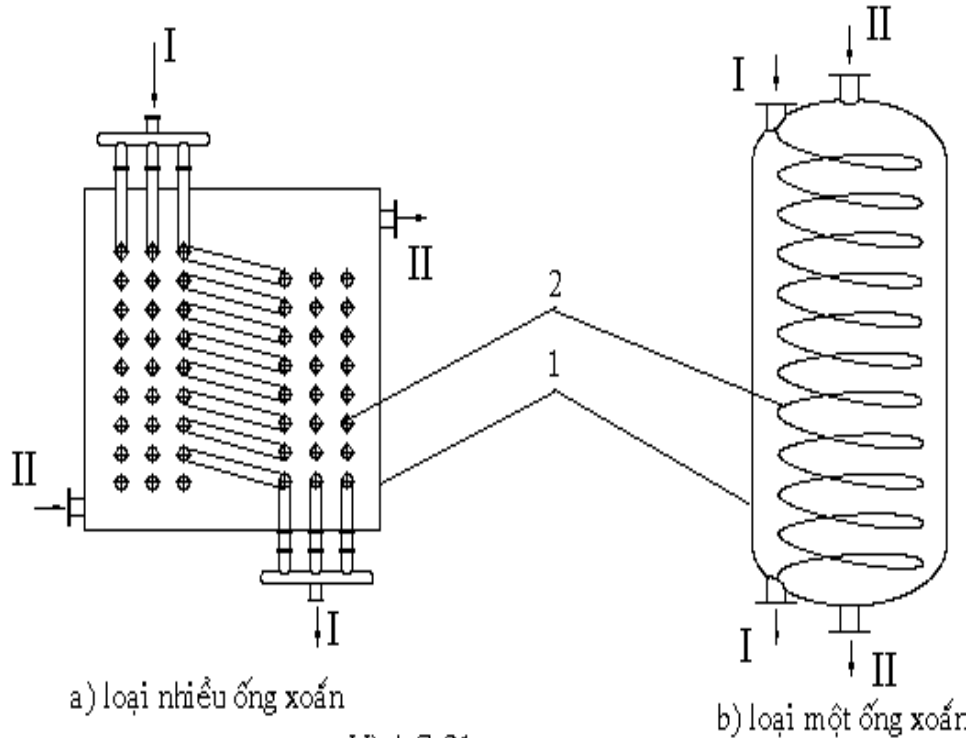
Thiết bị trao đổi nhiệt ống gấp khúc

1. vỏ thiết bị; 2. ống trao đổi nhiệt; 3. giá đỡ 4. khuỷu ống

**Ưu điểm:** cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo.

**Nhược điểm:** công kênh, tốn nhiều vật liệu chế tạo, khó làm sạch phía trong ống.

## Loại ống xoắn



Hình 7-21

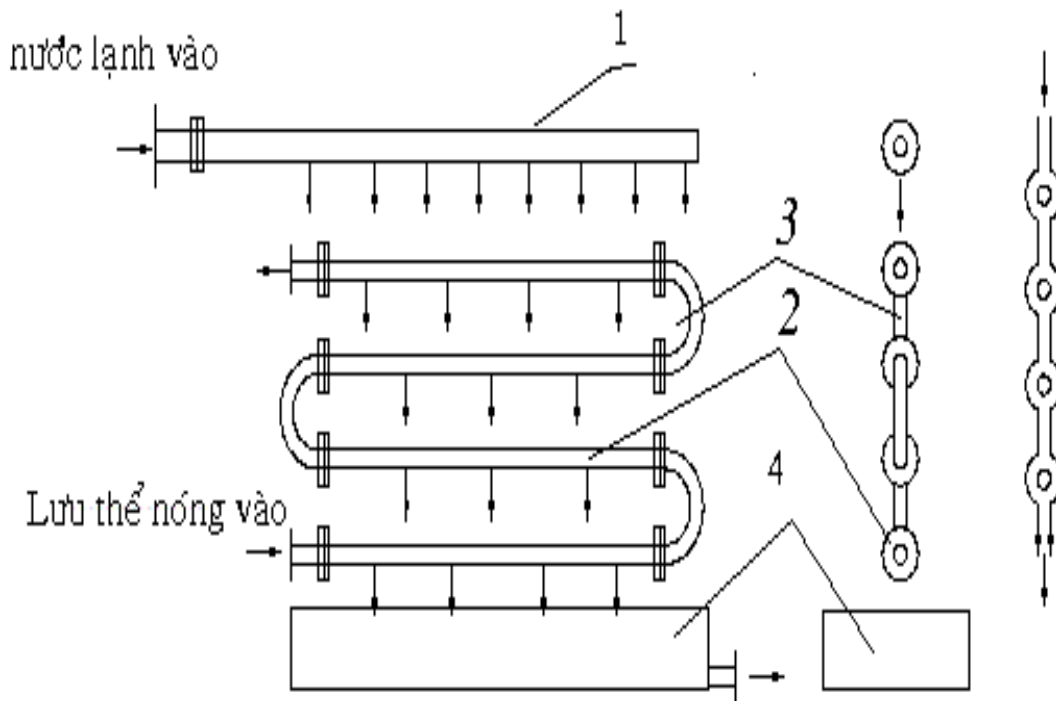
Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu ống xoắn ruột gà

1, vỏ thiết bị, 2, ống trao đổi nhiệt

**Ưu điểm:** chế tạo đơn giản, có thể làm bằng vật liệu chống ăn mòn, dễ kiểm tra và sửa chữa.

**Nhược điểm:** công kênh, hệ số truyền nhiệt nhỏ, khó làm sạch phía trong ống, trở lực lớn.

## Loại ống tưới



Hình 2-22

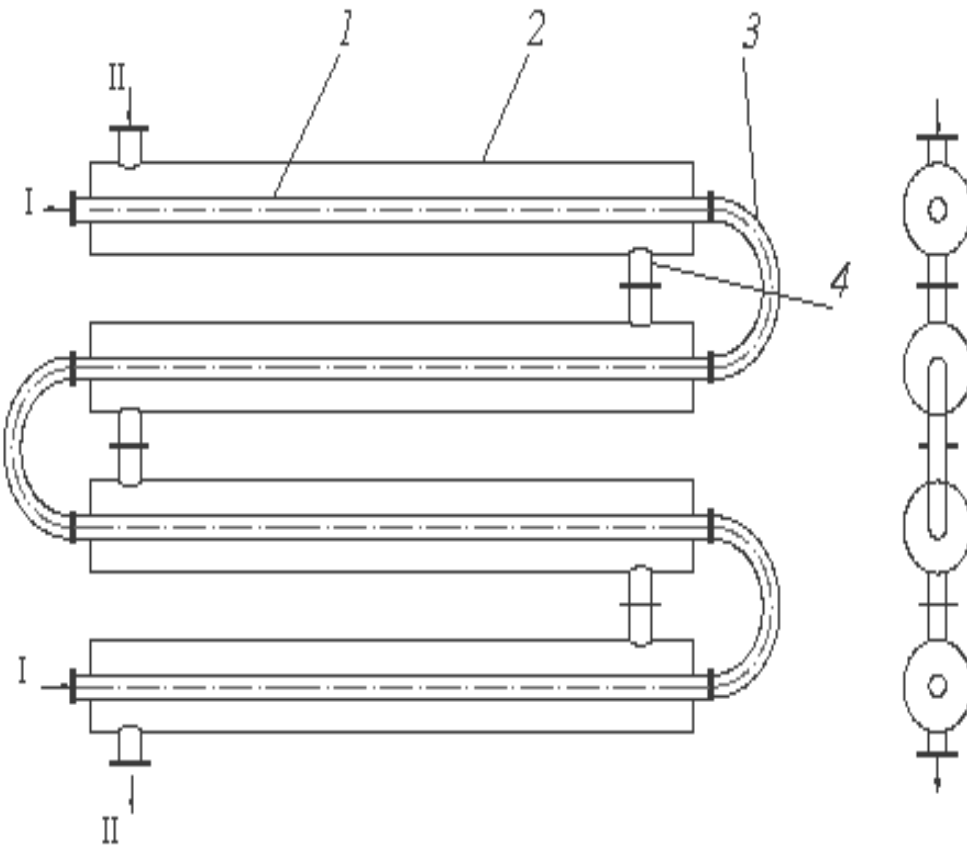
Thiết bị trao đổi nhiệt loại tưới

1, màng tưới; 2, ống truyền nhiệt; 3, khủy nối; 4, máng chứa nước

**Ưu điểm:** cấu tạo đơn giản, dễ quan sát, làm sạch bên ngoài ống, dễ sửa chữa thay thế. Thường dùng làm lạnh chất lỏng có tính chất ăn mòn hoá cao.

**Nhược điểm:** Công kênh, lượng nước không được tưới đều trên toàn bộ bề mặt ống

## Loại ống lồng ống



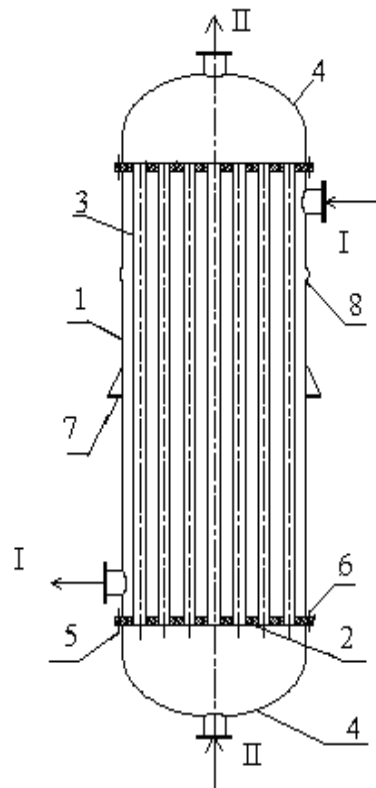
Hình 2-23 Thiết bị truyền nhiệt loại ((ống lồng ống))

1. ống trong; 2. ống ngoài; 3. khủy nối; 4. ống nối

**Ưu điểm:** chế tạo đơn giản, hệ số truyền nhiệt lớn.

**Nhược điểm:** Công kênh, tốn vật liệu chế tạo, khó làm sạch khoảng trống giữa 2 ống

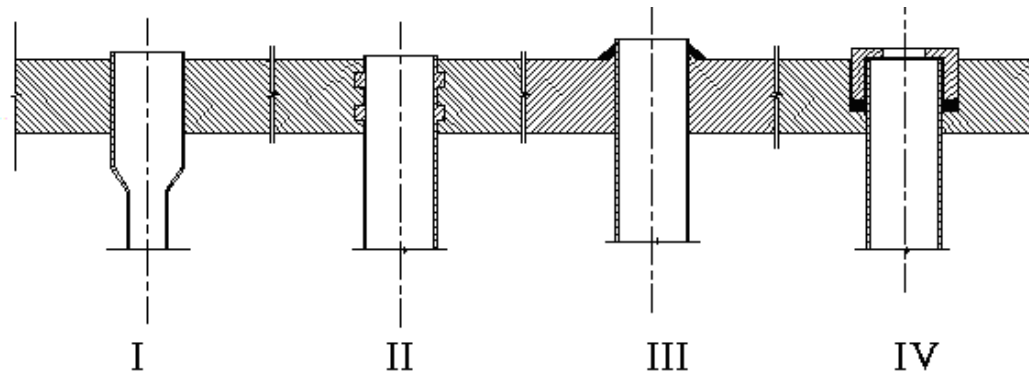
## Loại Ống chùm



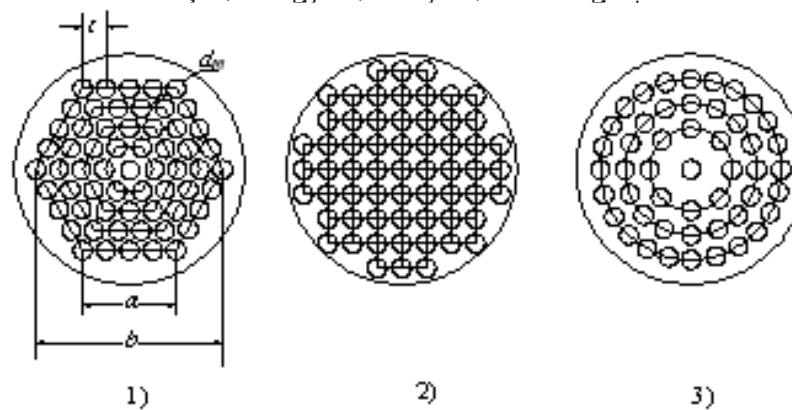
Hình 2-24

Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu ống chùm

1.thân, 2.vỏ ống, 3.ống truyền nhiệt, 4.đáy thiết bị,  
5.mặt bích, 6.bu lông, 7.tai đỡ, 8.vành bù giãn nở

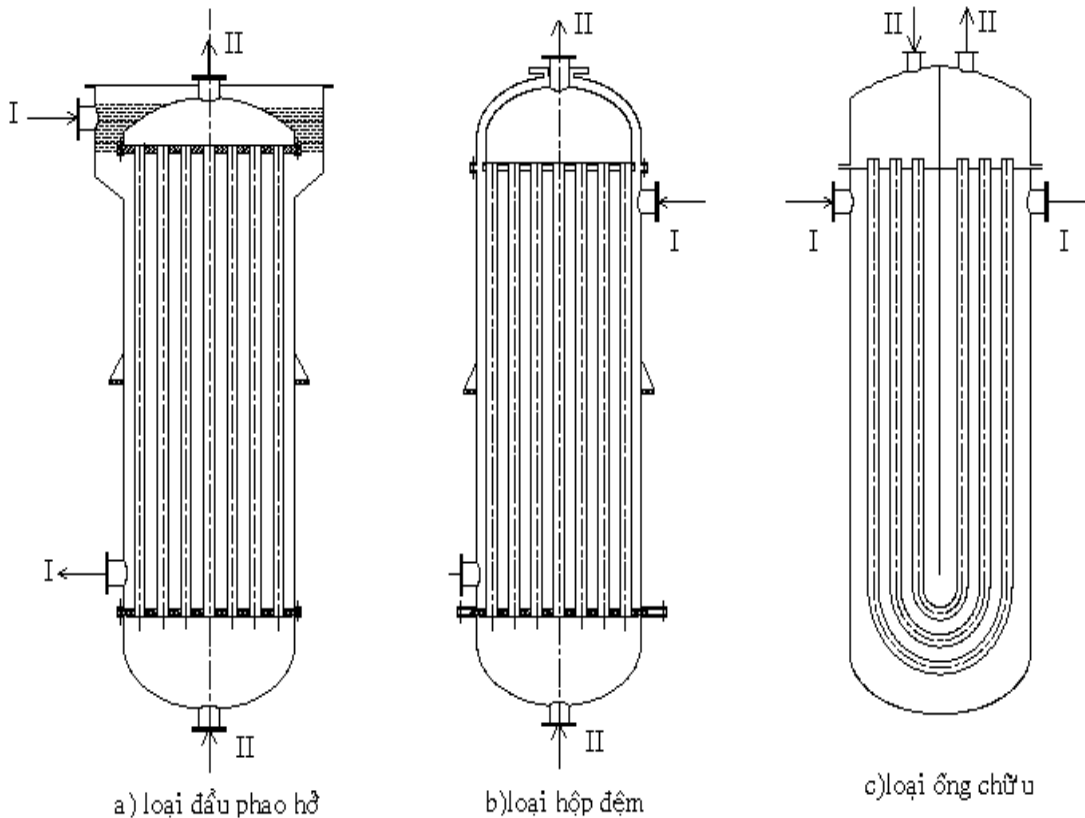


Hình 2-25 Lắp đặt ống trên vỉ ống  
I, II. Nong; III. Hàn; IV. Nối bằng đệm



Hình 2-26 Cách xếp ống trong thiết bị truyền nhiệt  
1.xếp ống theo hình lục giác, 2.xếp theo hình vuông  
3.xếp theo hình tròn

### Loại ống chùm

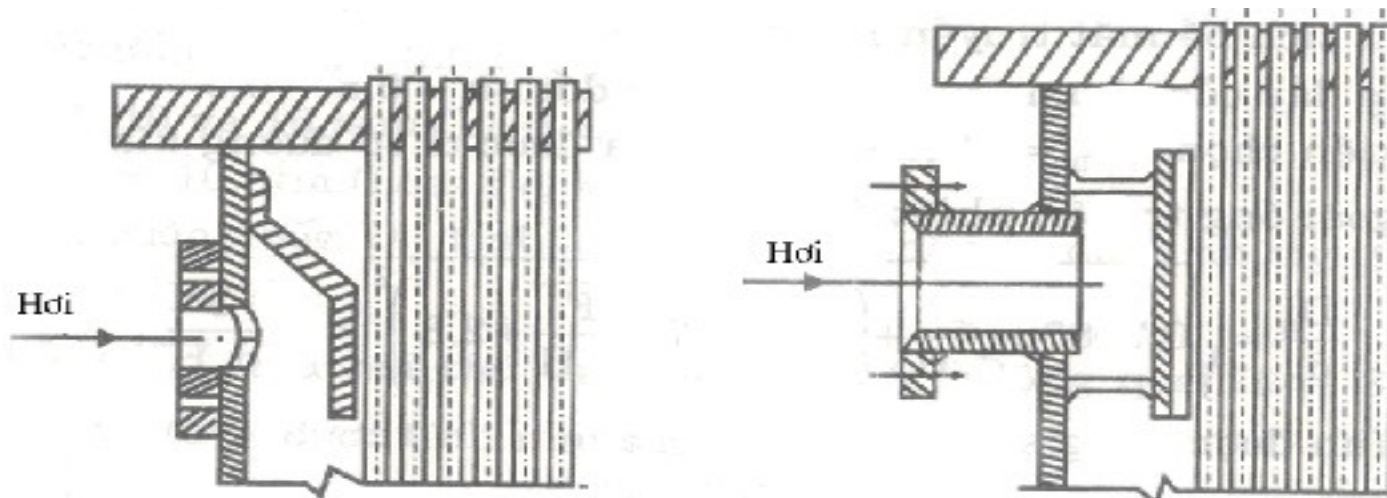


Hình 2.28 Thiết bị trao đổi nhiệt ống chùm có các kết cấu vành bù giãn nở

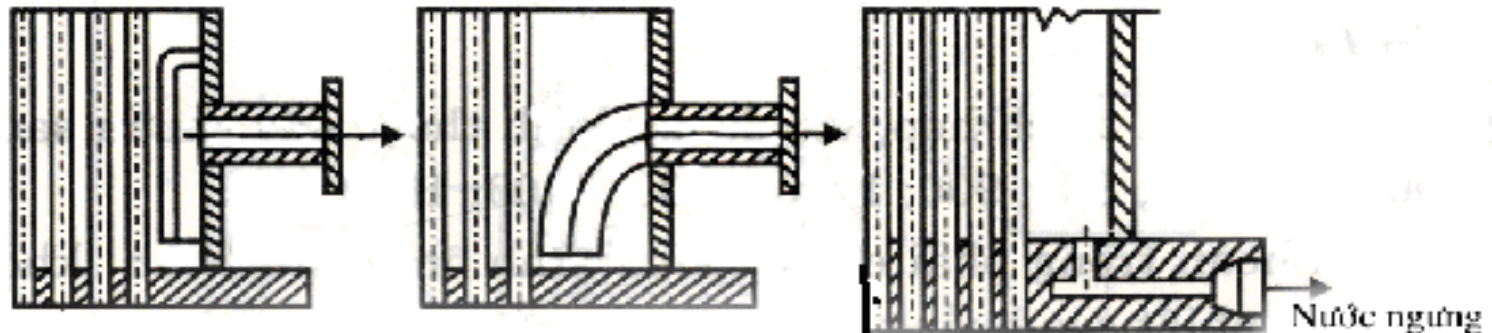
**Ưu điểm:** cấu tạo gọn, chắc chắn, tốn ít kim loại, dễ làm sạch phía trong ống trừ thiết bị hình chữ U.

**Nhược điểm:** Khó chế tạo bằng vật liệu không dẻo và hàn được như (gang hoặc thép silic..)

## Loại Ống chùm



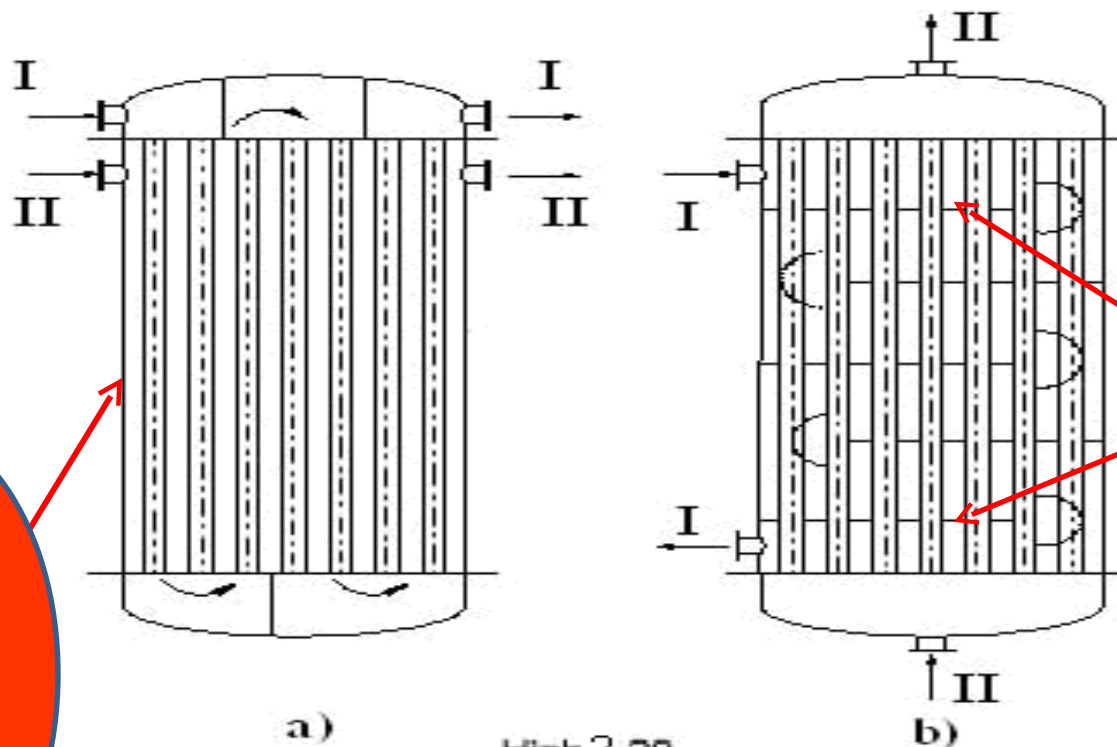
Hình 2-31 Cấu tạo cửa dẫn hơi đốt vào thiết bị truyền nhiệt



Hình 2-30 Cấu tạo các loại cửa tháo nước ngưng



## Loại Ống chùm



a)

Hình 2-29

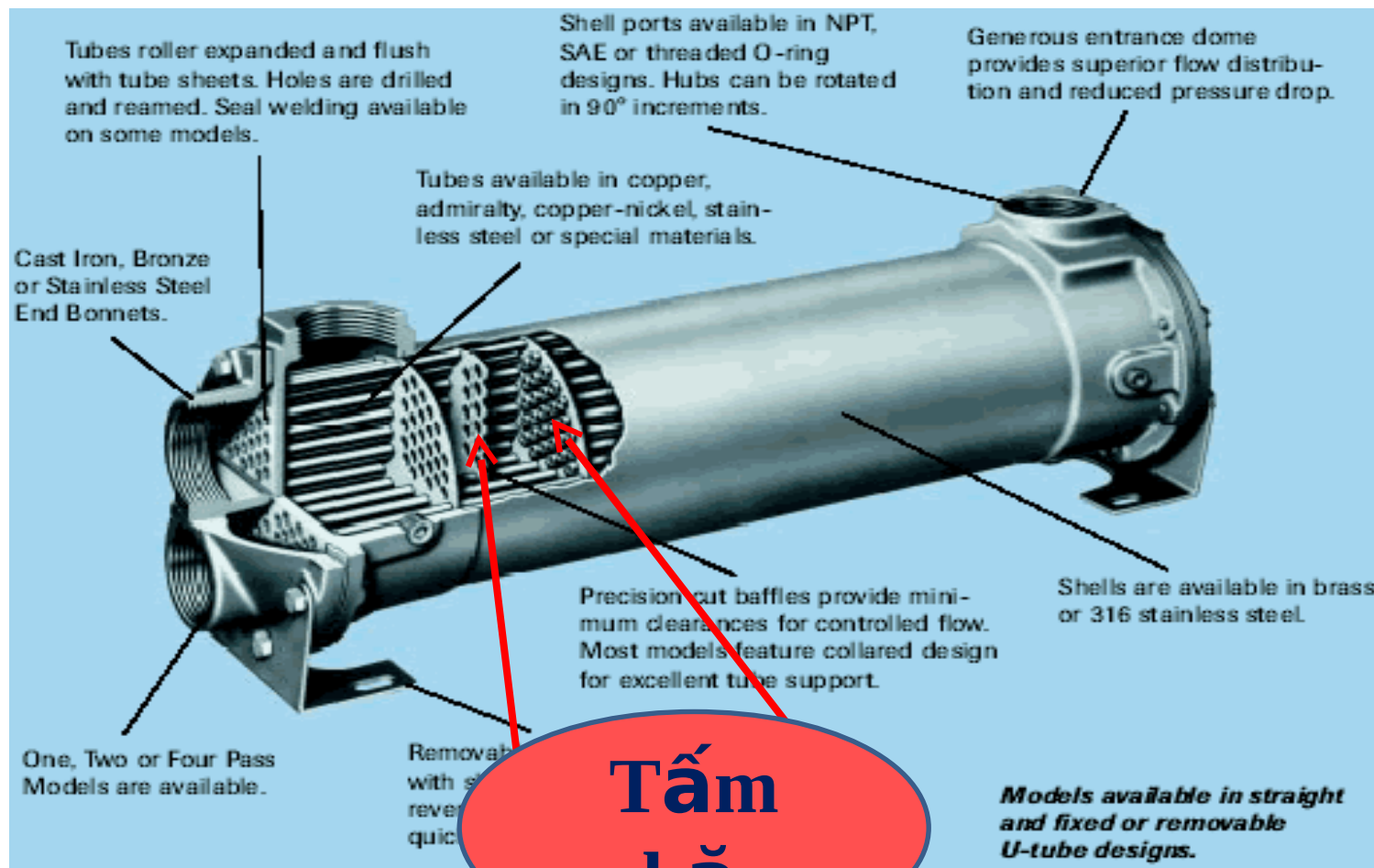
b)

- a. thiết bị trao đổi nhiệt chia ngăn trong
- b. thiết bị trao đổi nhiệt chia ngăn ngoài

Thiết bị ống chùm 1 - 4

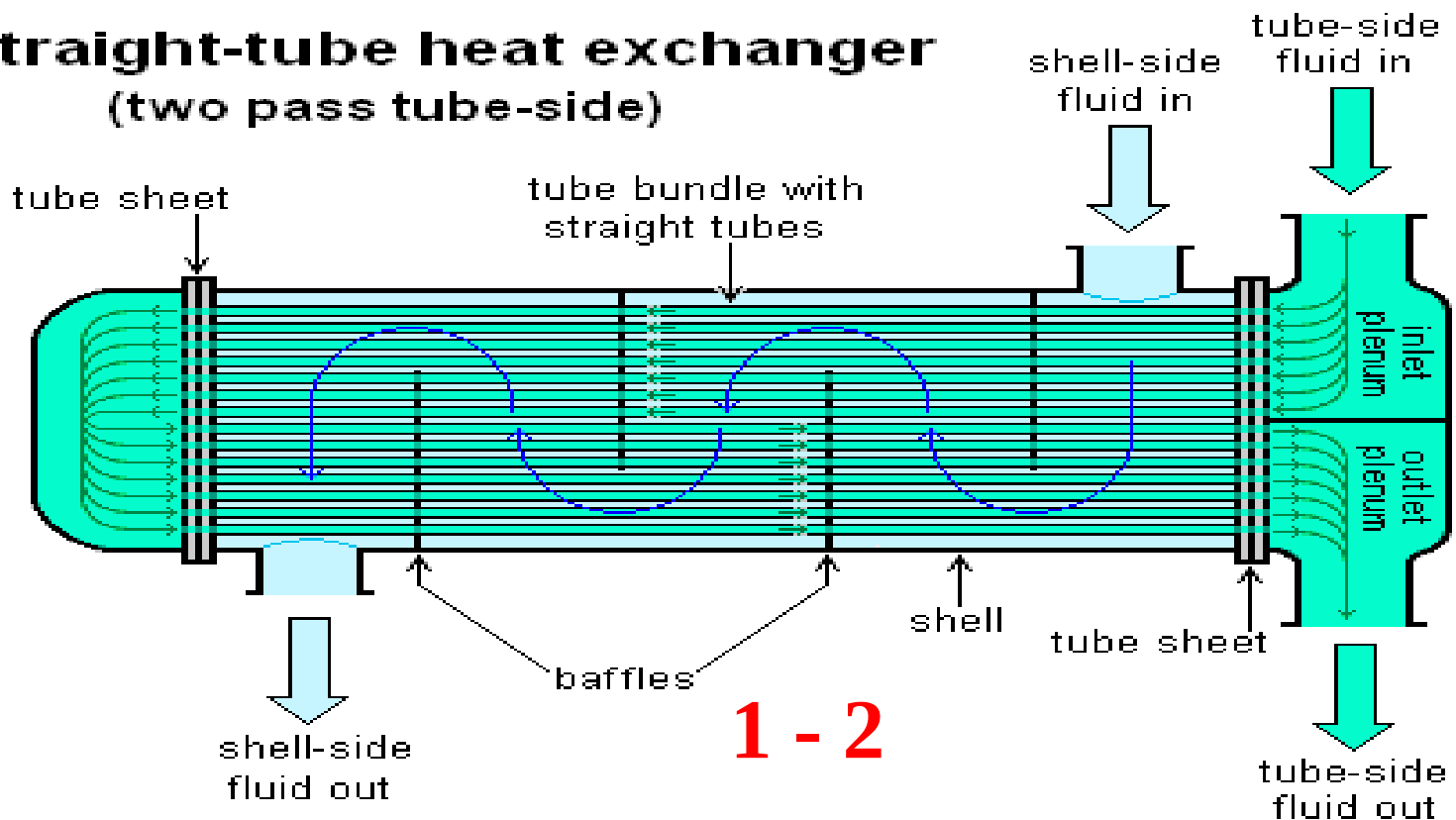
Tấm chắn

# Loại ống chùm

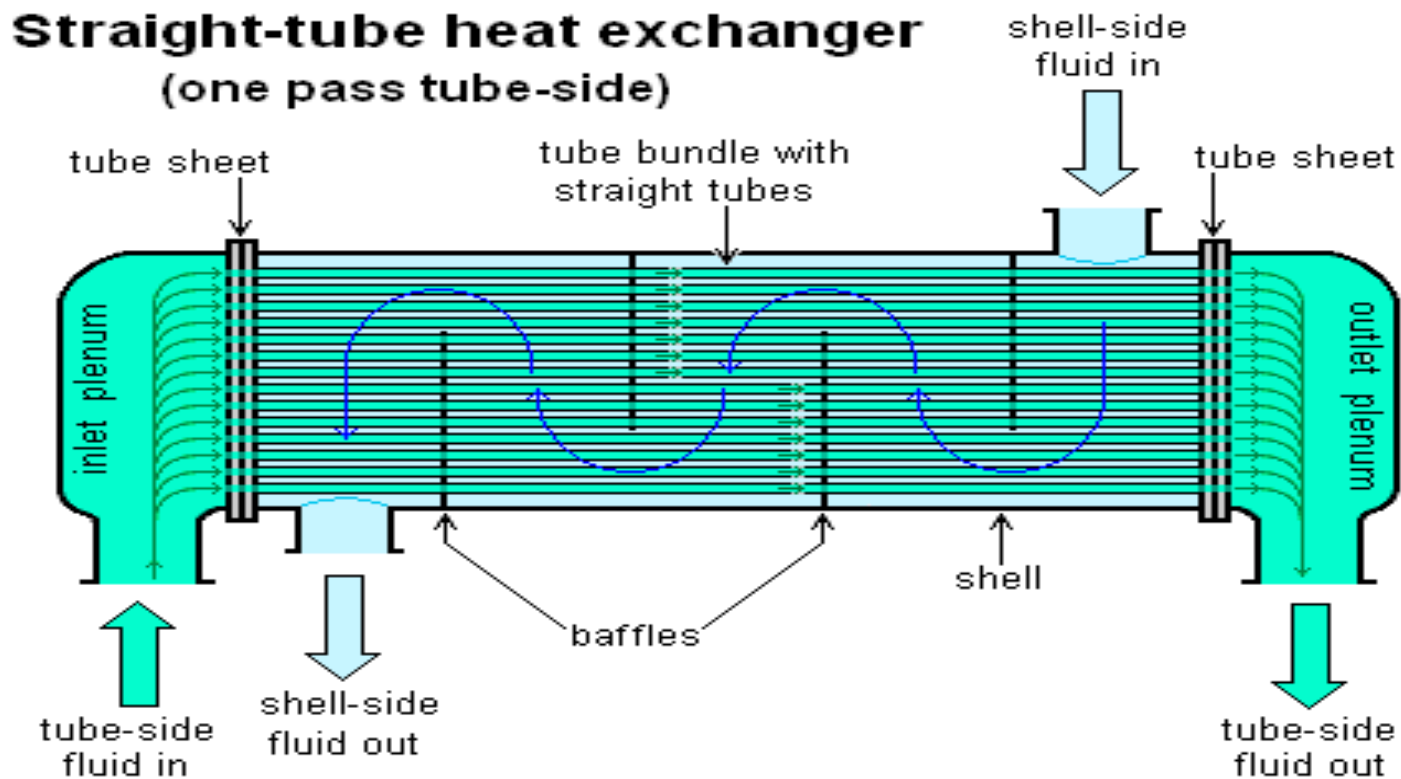


# Loại Ống chùm

**Straight-tube heat exchanger  
(two pass tube-side)**

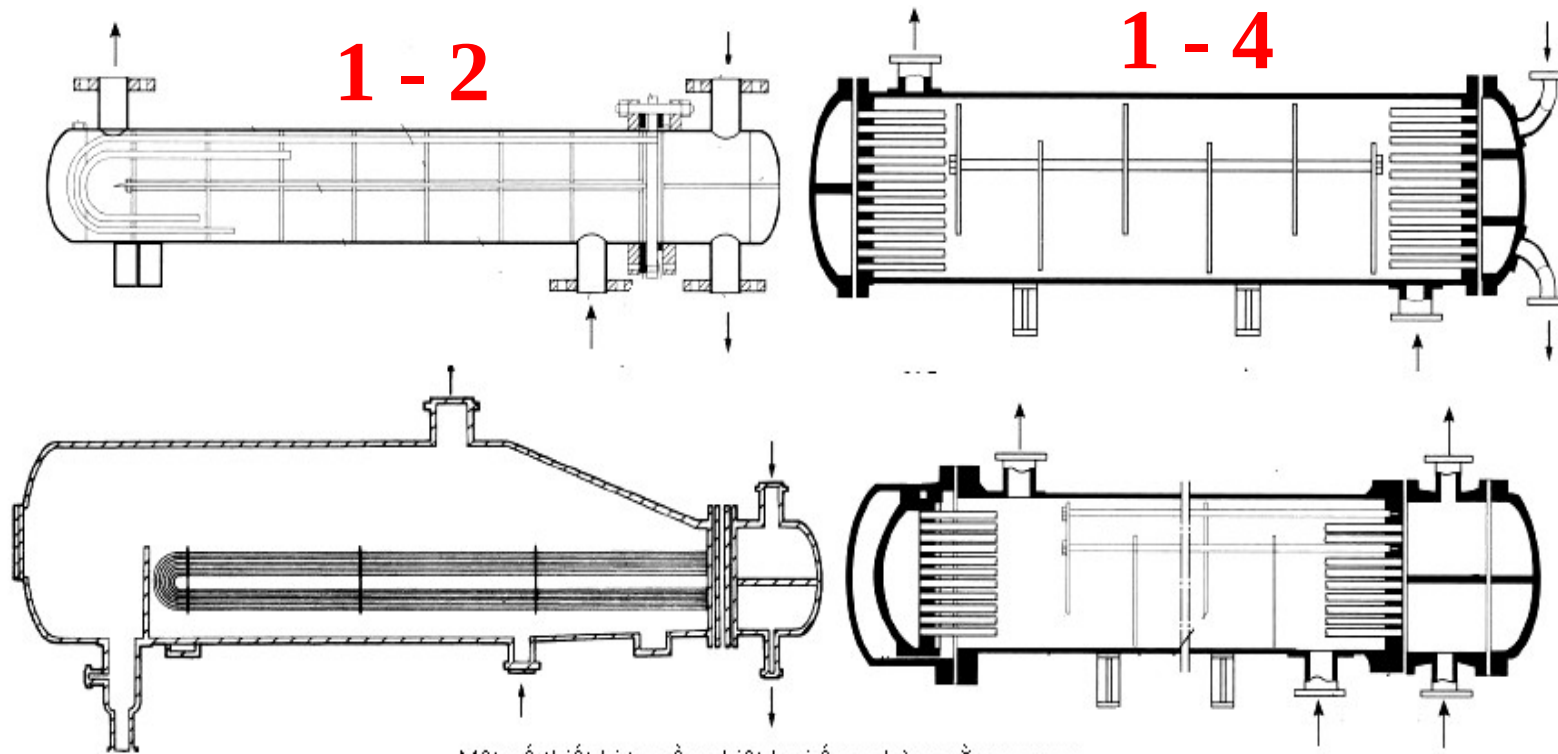


## Loại ống chùm



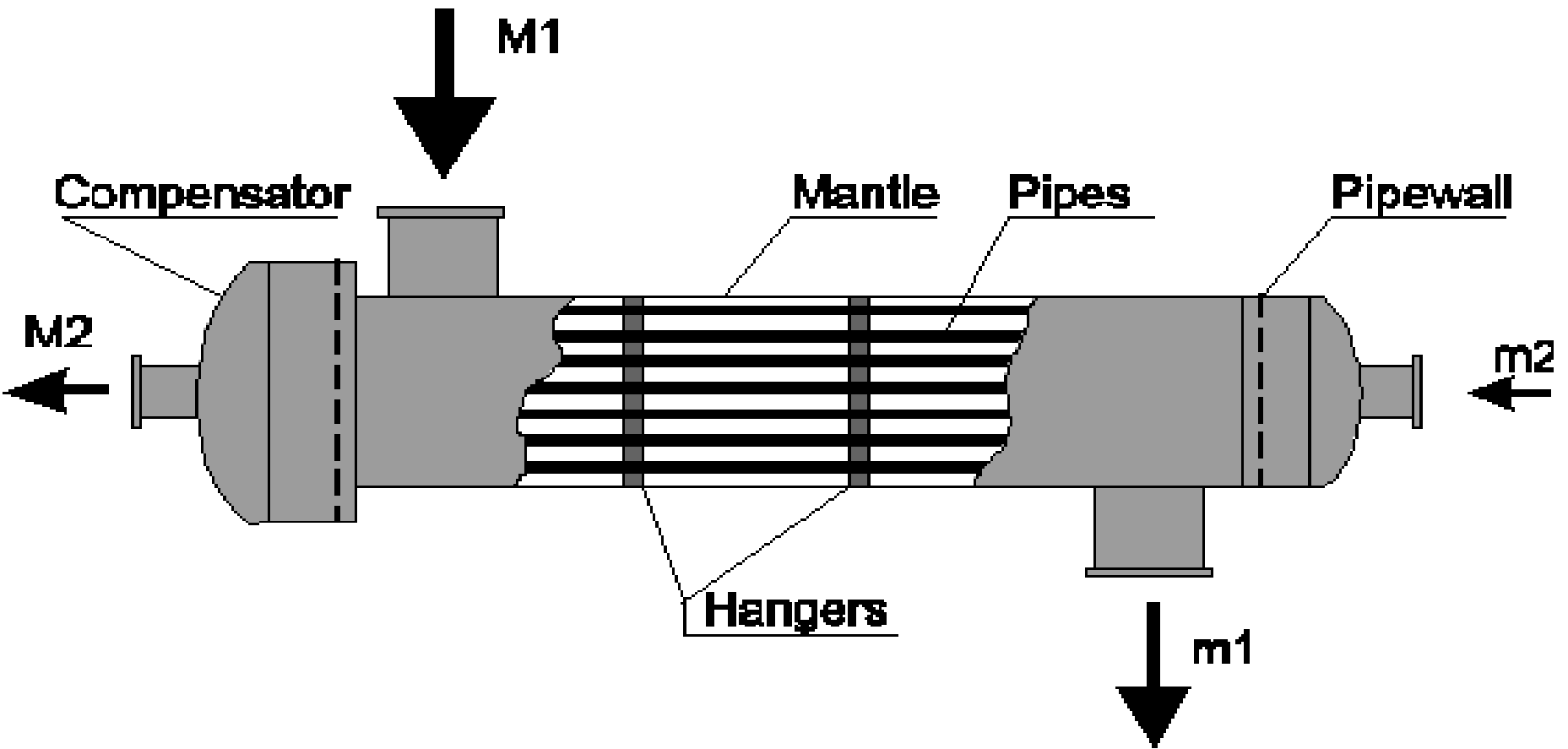
**Ống chùm ngược chiều 1 - 1**

## Loại Ống chùm



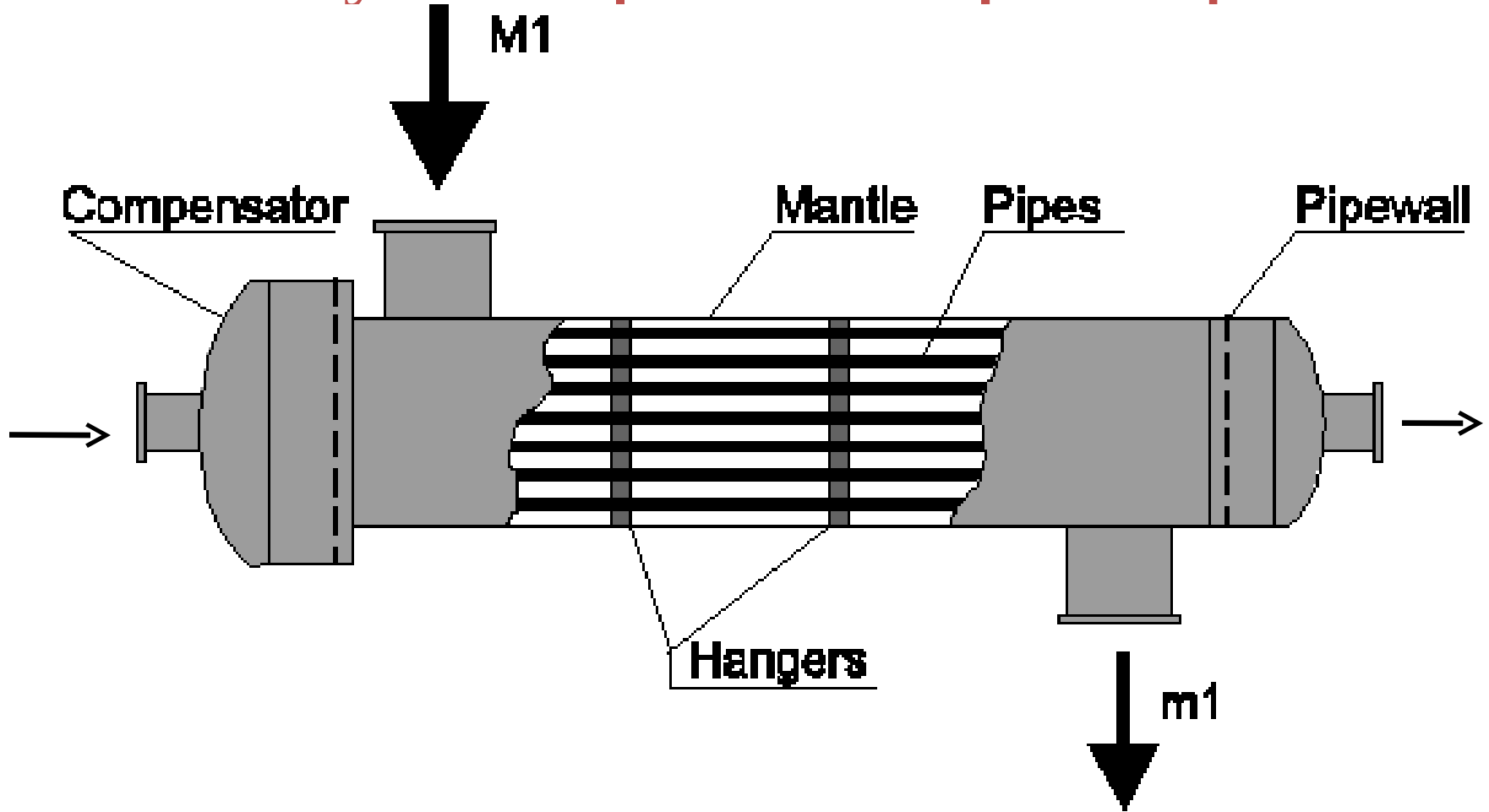
Một số thiết bị truyền nhiệt loại ống chùm nằm ngang

## Chương 2 : Đun nóng - Làm nguội - Ngưng tụ



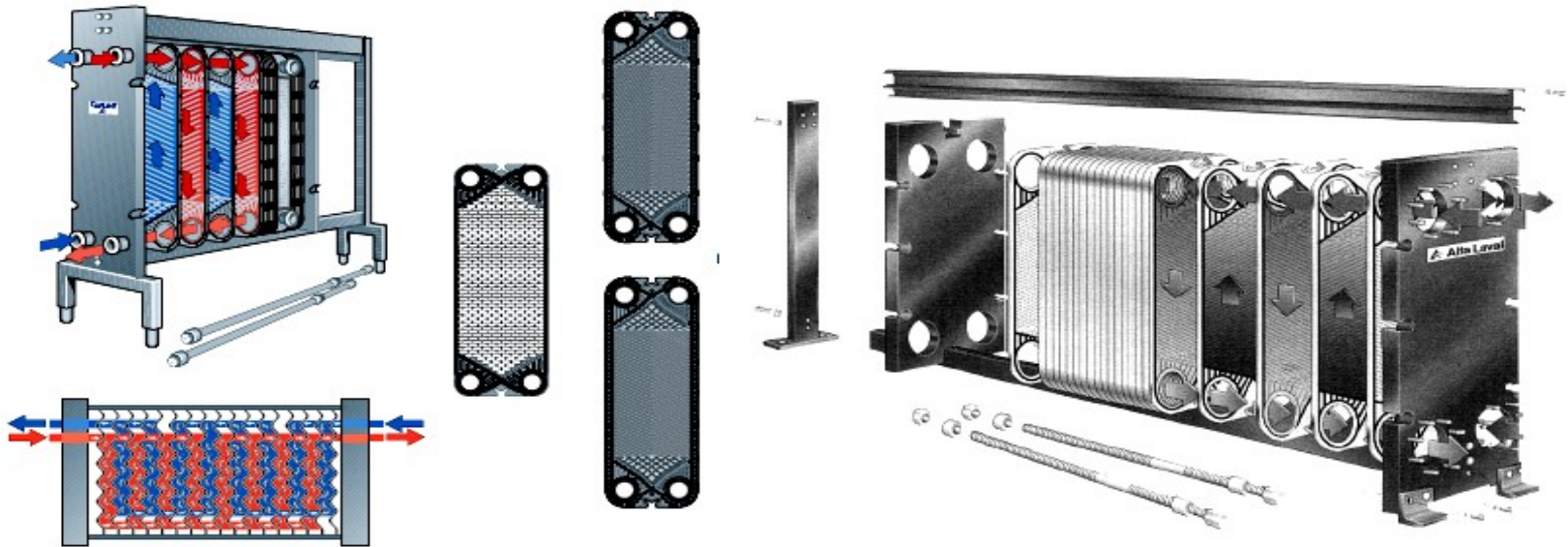
**Ống chùm ngược chiều 1-1**

# Truyền nhiệt biến nhiệt Ổn định



**Ống chùm xuôi chiều 1-1**

## Loại tấm



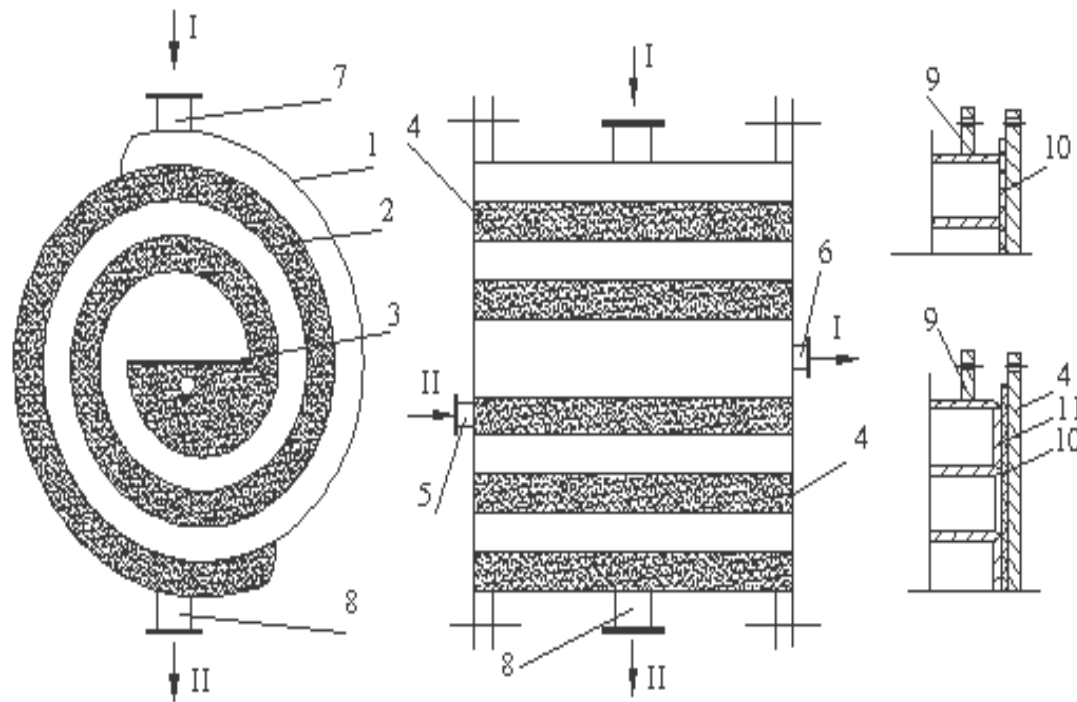
Hình 2-32. Thiết bị trao đổi nhiệt loại tấm

**Ưu điểm:** Cấu tạo gọn nhẹ; hệ số truyền nhiệt

**Nhược điểm:** Khó ghép kín, nên không làm việc áp suất cao.



## Loại hình xoắn ốc



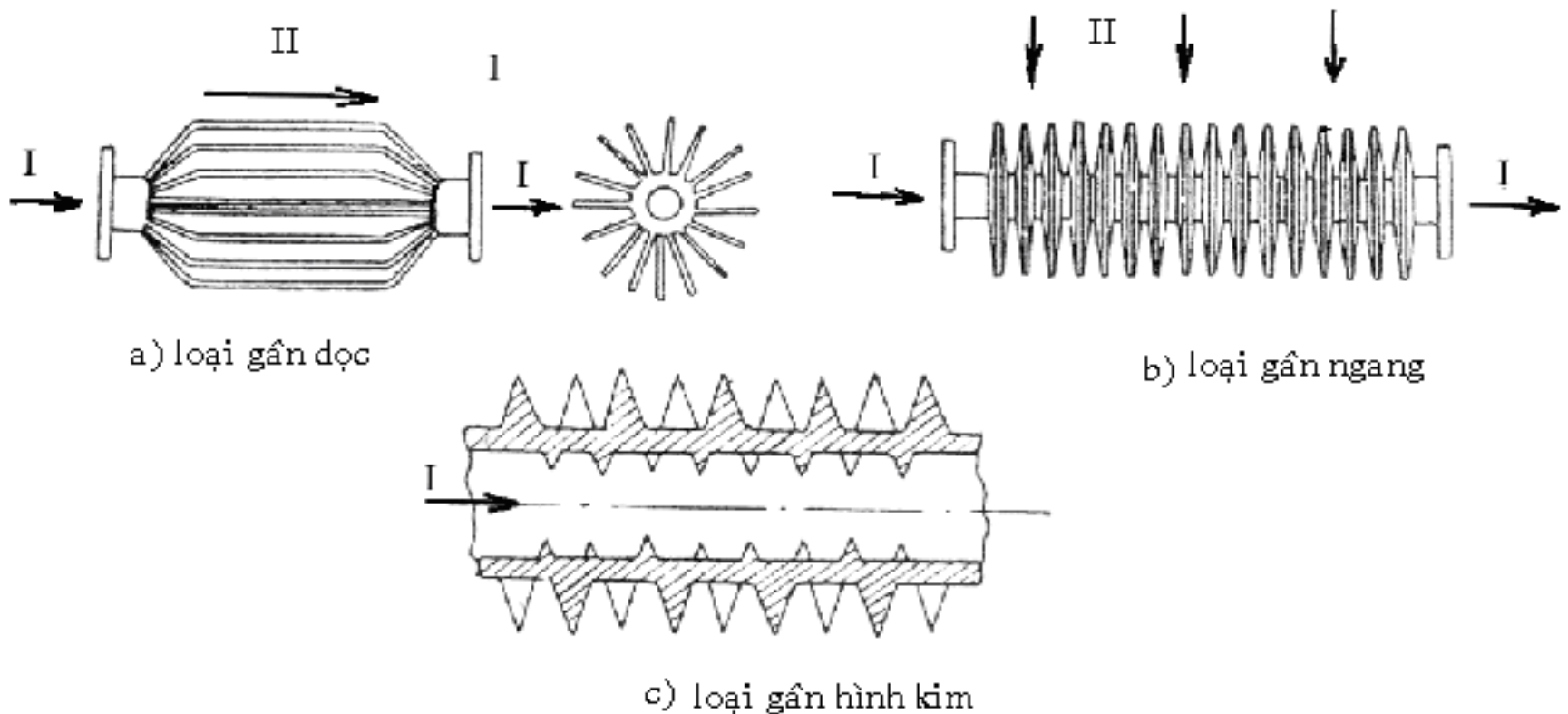
Hình 2.33 Thiết bị truyền nhiệt loại xoắn ốc

1,2. tấm kim loại; 3. tấm ngăn; 4. nắp; 5,6,7,8. ống nối; 9. mặt bích; 10. đệm; 11. thanh ghép kín.

**Ưu điểm:** Thiết bị gọn nhẹ; tốc độ truyền nhiệt lớn, trở lực nhỏ hơn ống chùm

**Nhược điểm:** Cấu tạo phức tạp, khó sửa chữa, không làm việc áp suất cao hơn 6at

## Loại ống có cánh tản nhiệt



Hình 2-34 Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu ống có gân

## 2.4. Tính toán quá trình đun nóng và làm nguội gián đoạn

### 2.4.1. Đun nóng trong thiết bị vỏ bọc hay ống xoắn

---

# *Chương 3: Cô đặc*

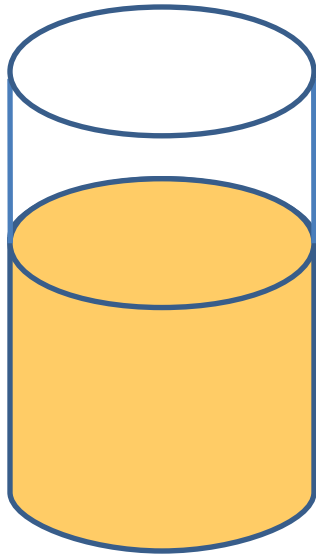
---

---

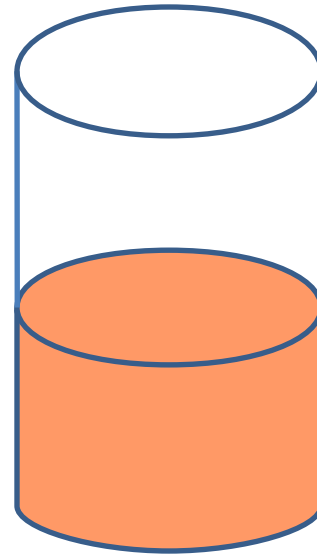
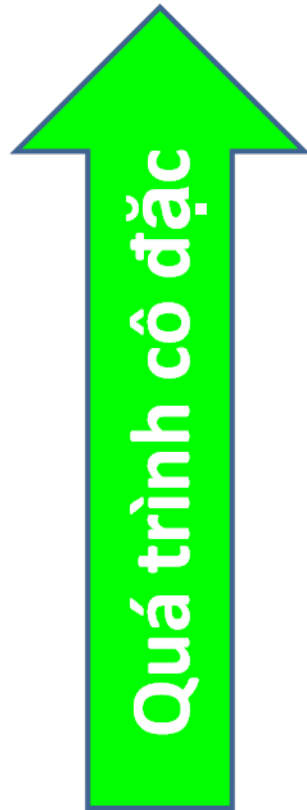
Nội dung:

- Khái niệm
  - Phân loại
  - Cô đặc một nồi
  - Cô đặc nhiều nồi
  - Một số thiết bị cô đặc
-

# 3.1 Những khái niệm cơ bản



Dung  
dịch ban  
đầu



Dung dịch  
sau

- 
- ❑ Định nghĩa: cô đặc là quá trình làm tăng nồng độ cấu tử trong dung dịch bằng cách tách một phần dung môi ở nhiệt độ sôi dưới tác dụng của nhiệt.
  - ❑ Dung môi tách ra trong quá trình cô đặc gọi là **hơi thứ**

# Ứng dụng

- ❑ Làm tăng nồng độ của chất tan trong dung dịch.
- ❑ Tách chất rắn hòa tan ở dạng rắn (kết tinh).
- ❑ Tách dung môi ở dạng nguyên chất (nước cất).



# Phân loại cô đặc

□ Phân loại theo thiết bị cô đặc

➤ Cô đặc một nồi.

➤ Cô đặc nhiều nồi.

# Phân loại cô đặc

- Phân loại theo cách thức hoạt động
  - Hoạt động gián đoạn
  - Hoạt động liên tục

# Phân loại cô đặc

- Phân loại theo áp suất làm việc
  - Cô đặc áp suất thấp.
  - Cô đặc áp suất thường.
  - Cô đặc áp suất cao.

---

# Tính chất vật lý của dung dịch

Nhiệt hòa tan

Nhiệt độ sôi của dung dịch

---

# Nhiệt hòa tan

□ Khi hòa tan chất rắn vào dung môi xảy ra 2 quá trình sau đây:

✓ Phá vỡ mạng lưới tinh thể của chất hòa tan: thu nhiệt -  $Q_{MT}$

✓ Quá trình solvate hóa: tỏa nhiệt -  $Q_{SV}$

 Nhiệt hòa tan:  $Q_{HT} = Q_{MT} + Q_{SV}$

# Nhiệt độ sôi của dung dịch

cùng điều kiện:  $t_{sdd} > t_{sdm}$

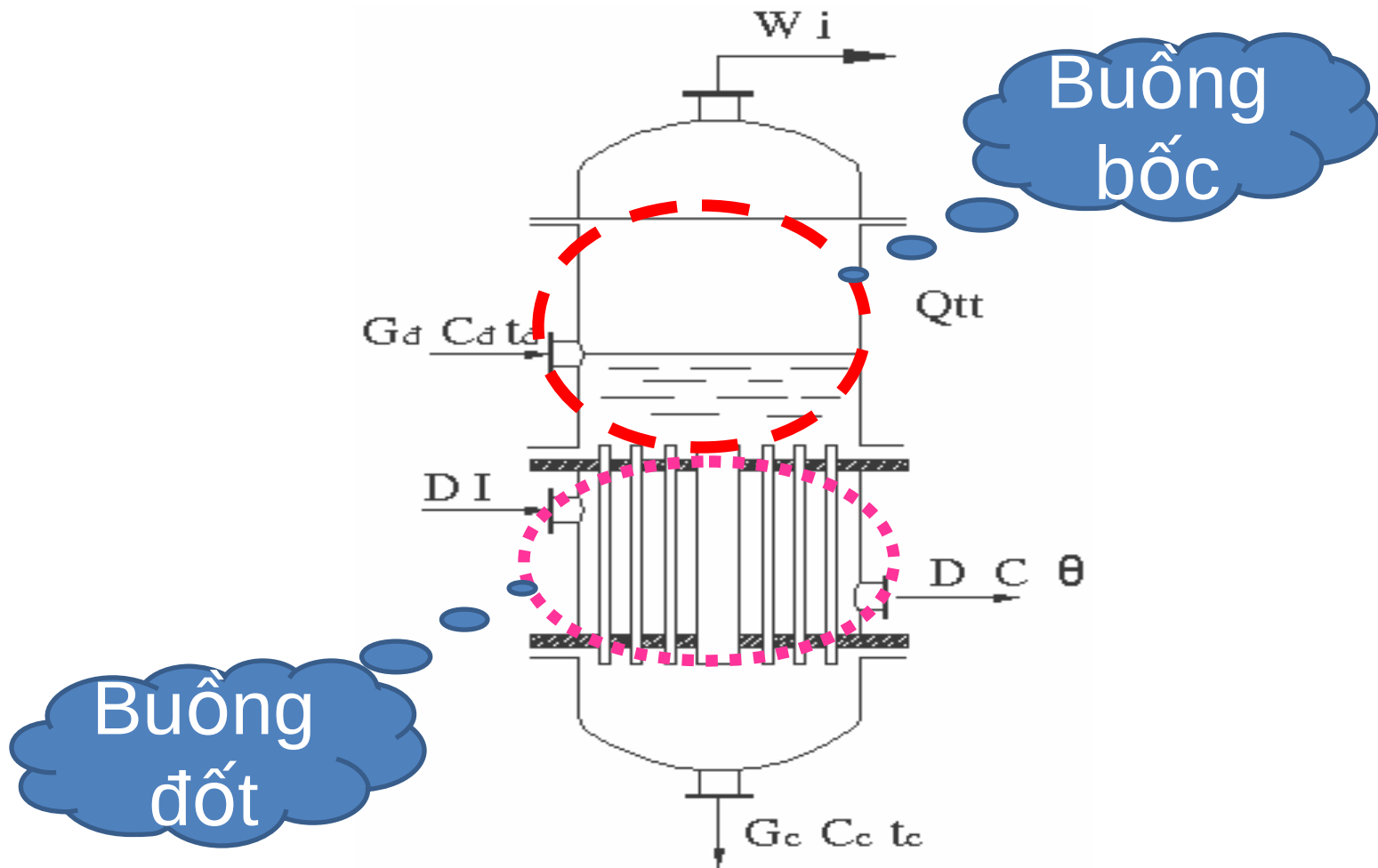
□ Nhiệt độ sôi dung dịch tăng khi nồng độ chất tan tăng.

Đặt  $\Delta' = t_{sdd} - t_{sdm}$ : tổn thất nhiệt độ sôi do nồng độ

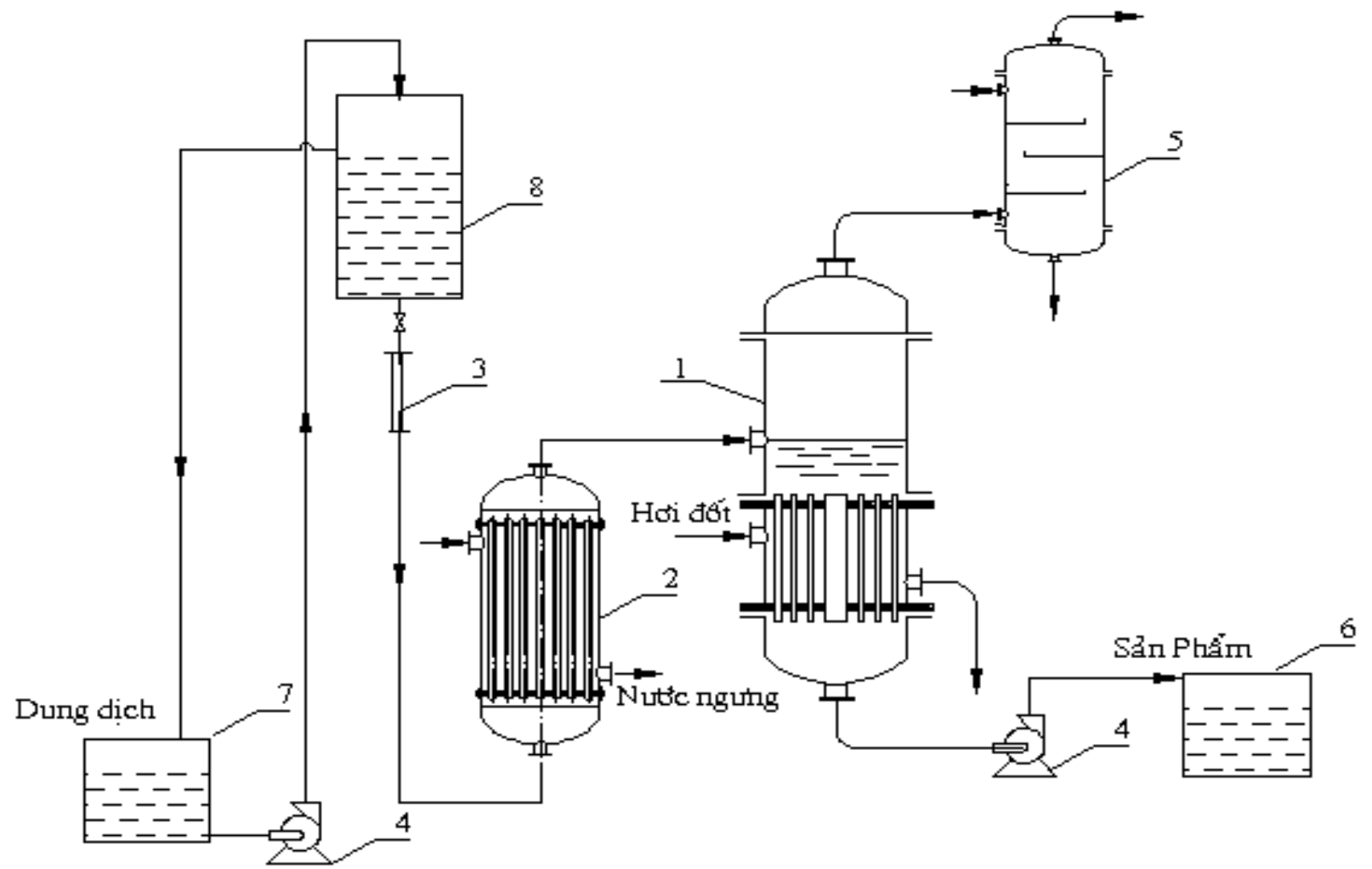
□ Nhiệt độ sôi của dung dịch còn phụ thuộc vào độ sâu của dung dịch trong

## 3.2. Cô đặc 1 nồi

### 3.2.1. Cô đặc một nồi làm việc gián đoạn:



### 3.2.2. Cô đặc một nồi làm việc liên tục:





### 3.2.3. Tính toán cân bằng vật liệu và nhiệt lượng trong cô đặc một nồi

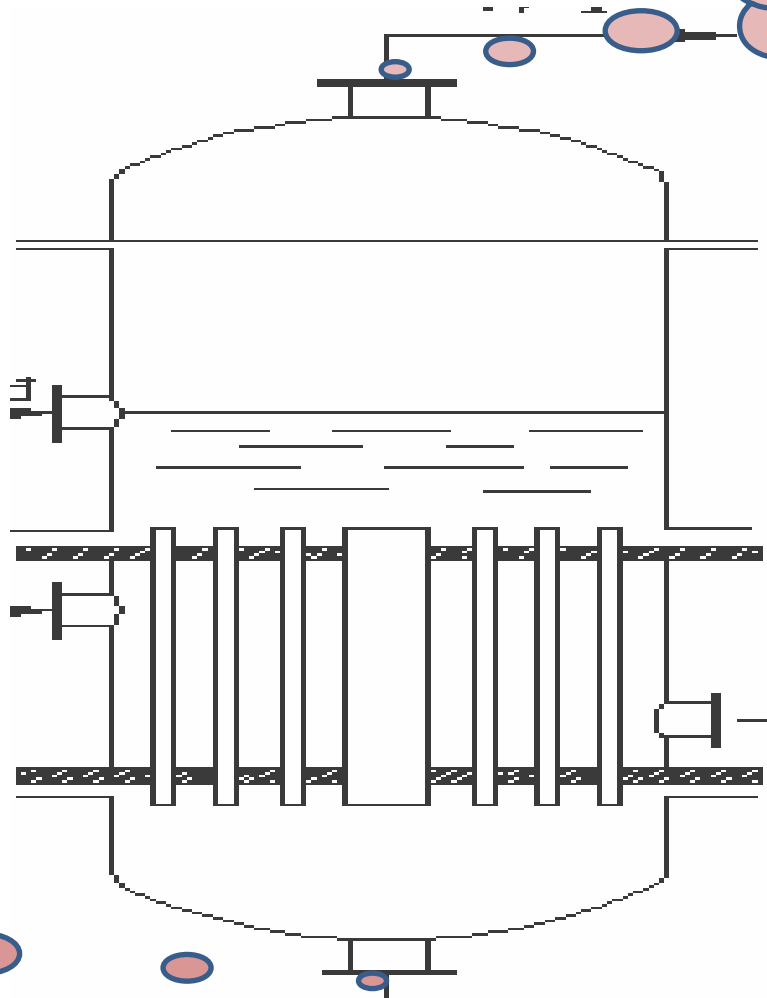
- Cân bằng vật chất:
- $G_d$ : Lưu lượng dung dịch vào nồi (nhập liệu) (kg/s).
- $G_c$ : Lưu lượng dung dịch cuối (sản phẩm) (kg/s).
- $W$ : Lưu lượng hơi thứ tách ra (kg/s)
- $x_d$ : nồng độ phần khối lượng của dung dịch đầu (nhập liệu) (kg/kgdd).
- $x_c$ : nồng độ phần khối lượng của dung dịch cuối (sản phẩm) (kg/kgdd).

# ☐ Cân bằng vật chất

$G_d; X_d$

$W$

$G_c; X_c$



□ Phương trình cân bằng vật chất:

$$G_{\bar{d}} = G_c + W$$

□ Phương trình bảo toàn khối lượng chất tan:

$$G_{\bar{d}} x_{\bar{d}} = G_c x_c$$

□ Lượng hơi thứ tách ra:

$$\begin{aligned} W &= G_{\bar{d}} \left( 1 - \frac{x_{\bar{d}}}{x_c} \right) = G_{\bar{d}} \left( \frac{x_c - x_{\bar{d}}}{x_c} \right) \\ &= G_c \left( \frac{x_c}{x_{\bar{d}}} - 1 \right) = G_c \left( \frac{x_c - x_{\bar{d}}}{x_{\bar{d}}} \right) \end{aligned}$$

---

□ **Cân bằng năng lượng:**

- **$C_d$ : nhiệt dung riêng của dung dịch đầu (J/kg.độ)**
- **$C_c$ : nhiệt dung riêng của dung dịch cuối (J/kg.độ)**
- **$t_d$ : nhiệt độ của dung dịch đầu (vào nồi)**
- **$t_c$ : nhiệt độ của dung dịch cuối (sản phẩm)**
- **D: lượng hơi đốt cần sử**

□ **Cân bằng năng lượng:**

➤  $i_D$ : hàm nhiệt của hơi đốt (J/kg).

➤  $i_W$ : hàm nhiệt của hơi thứ (J/kg).

➤  $C_n$ : nhiệt dung riêng của nước ngưng tụ (J/kg.độ)

➤  $C_w$ : nhiệt dung riêng của dung môi ngưng tụ (J/kg.độ)

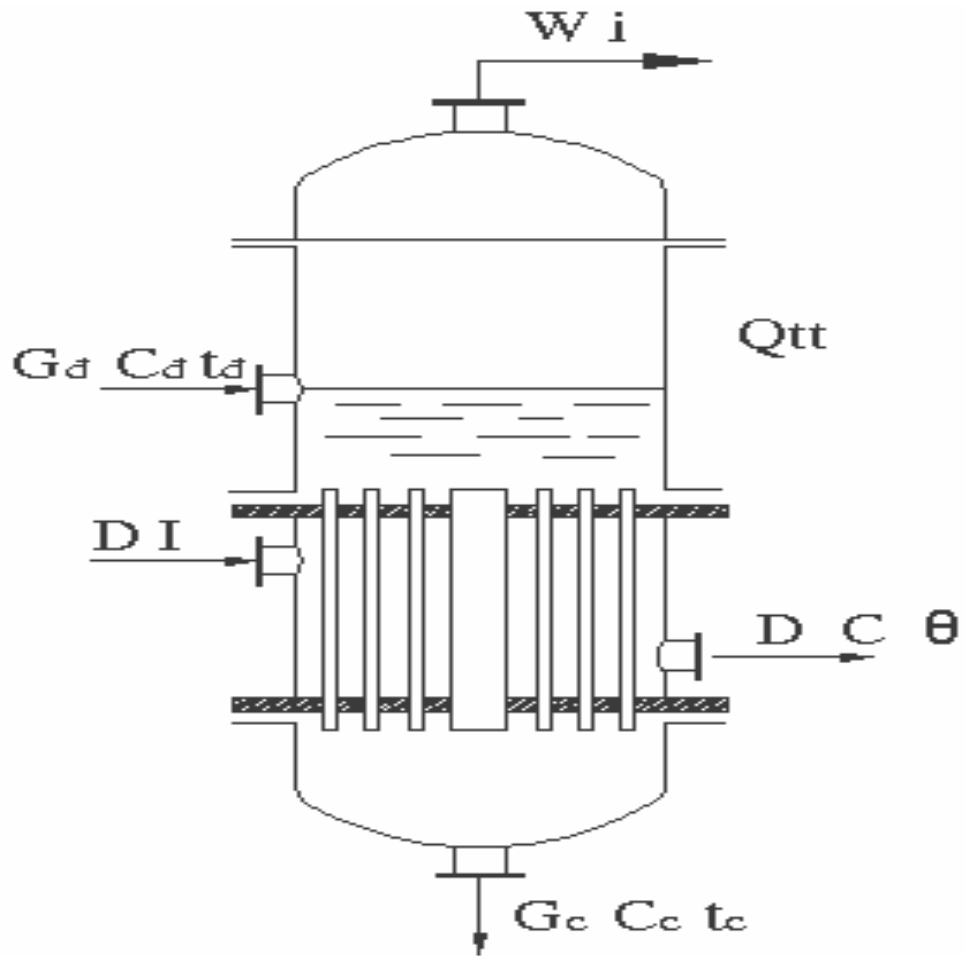
➤  $t_n = \theta$ : nhiệt độ của hơi đốt bằng nhiệt độ của nước ngưng tụ

➤  $Q_{tt}$ : nhiệt lượng tổn thất ra môi trường

Tổng  
lượng  
nhiệt  
vào



Tổng  
lượng  
nhiệt  
ra



Hình 3-2 Thiết bị cô đặc một nồi

## □ Nhiệt vào:

- do dung dịch đầu:  $G_d C_d t_d$  (W)
- do hơi đốt:  $D.i_D$  (W)

## □ Nhiệt ra:

- hơi thứ mang ra:  $W.i_w$  (W)
- nước ngưng tụ:  $DC_n t_n$  (W)
- sản phẩm mang ra:  $G_c C_c t_c$  (W)
- nhiệt tổn thất:  $Q_{tt}$  (W)

## Phương trình:

$$G_d C_d t_d + D.i_D = G_c C_c t_c + DC_n t_n + W.i_w + Q_{tt}$$

□ Nếu dung dịch dầu được đun nóng đến nhiệt độ cuối  $t_c$  thì nhiệt lượng do dung dịch dầu mang vào là:  $G_d C_d t_c$  (W)


□ Nhiệt lượng dầu ra:


➤ Có  $W$  kg dung môi bị tách ra:  $W C_w t_c$  (W)

➤ Sản phẩm mang ra:  $G_c C_c t_c$  (W)

□ Cân bằng:  $G_d C_d t_c = G_c C_c t_c + W C_w t_c$

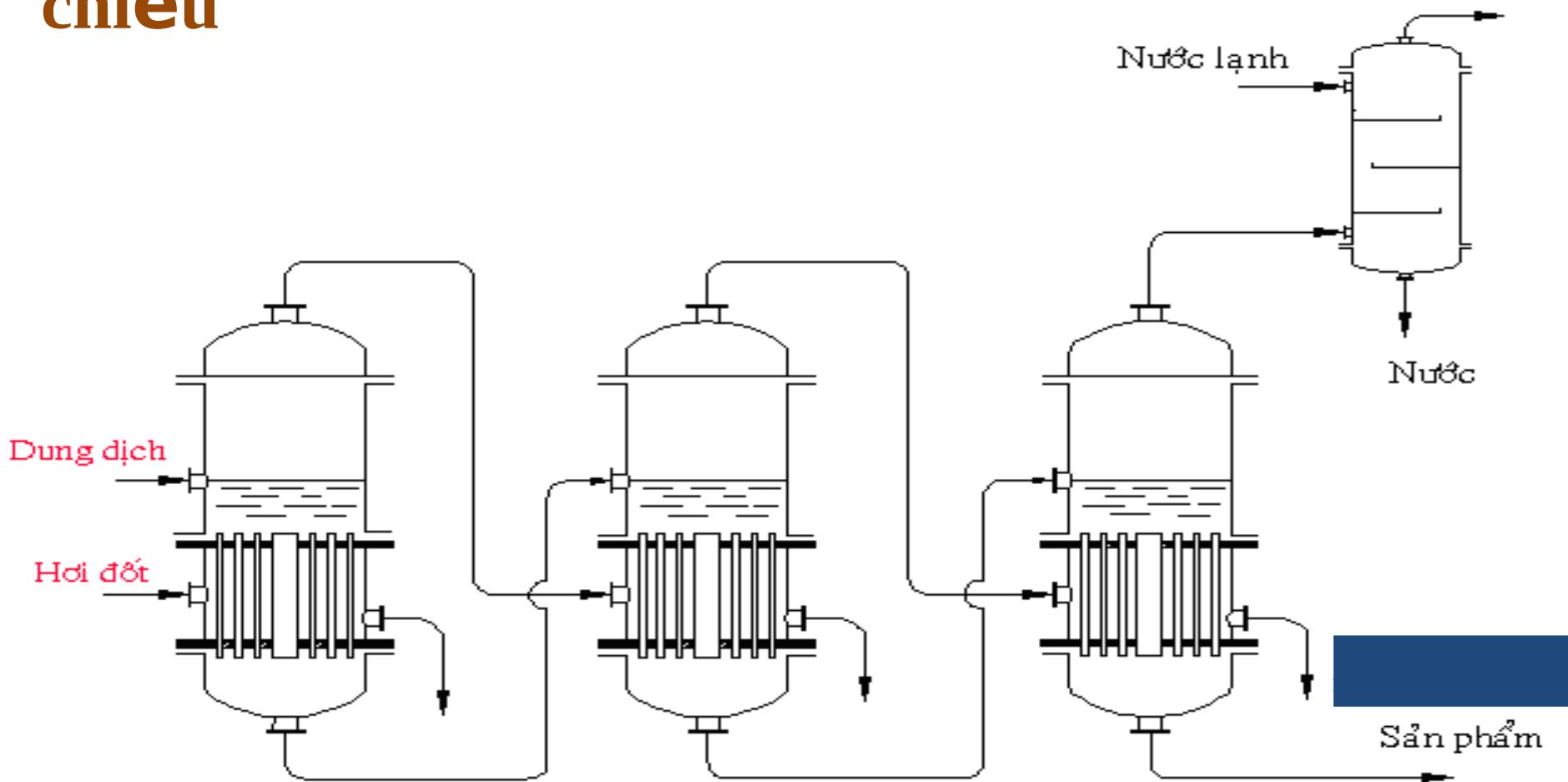



$$D = \frac{W(i_w - C_w t_c) + G_d C_d (t_c - t_d) + Q_{tt}}{(i_D - C_n t_n)}$$


$$F = \frac{Q}{K\Delta t_{hi}} = \frac{D(i_D - C_n t_n)}{K\Delta t_{hi}}$$

# 3.3. Cô đặc nhiều nồi

## 3.3.1. Hệ thống cô đặc nhiều nồi xuôi chiều

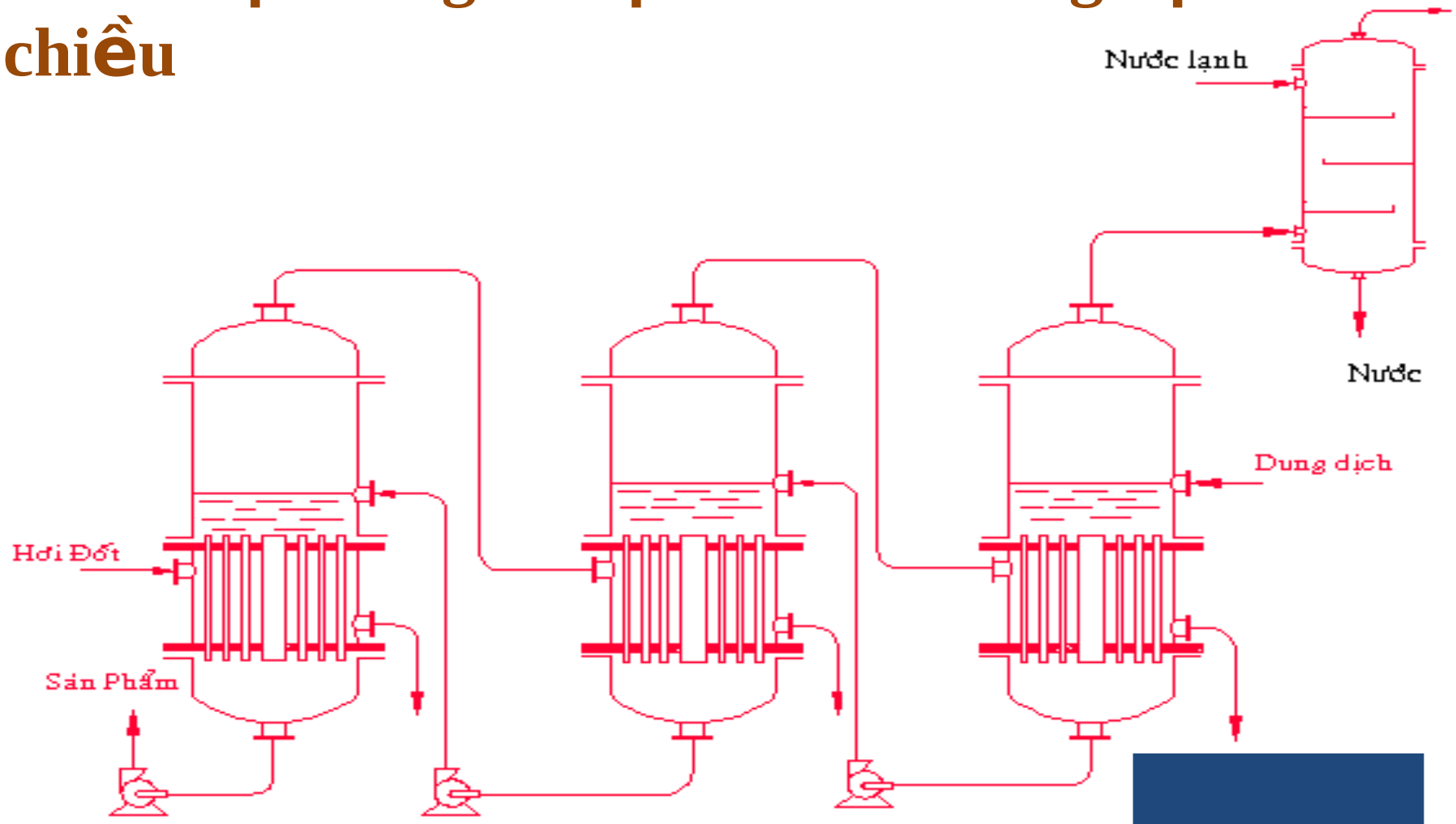


Hình 8-3

Sơ đồ cô đặc nhiều nồi xuôi chiều

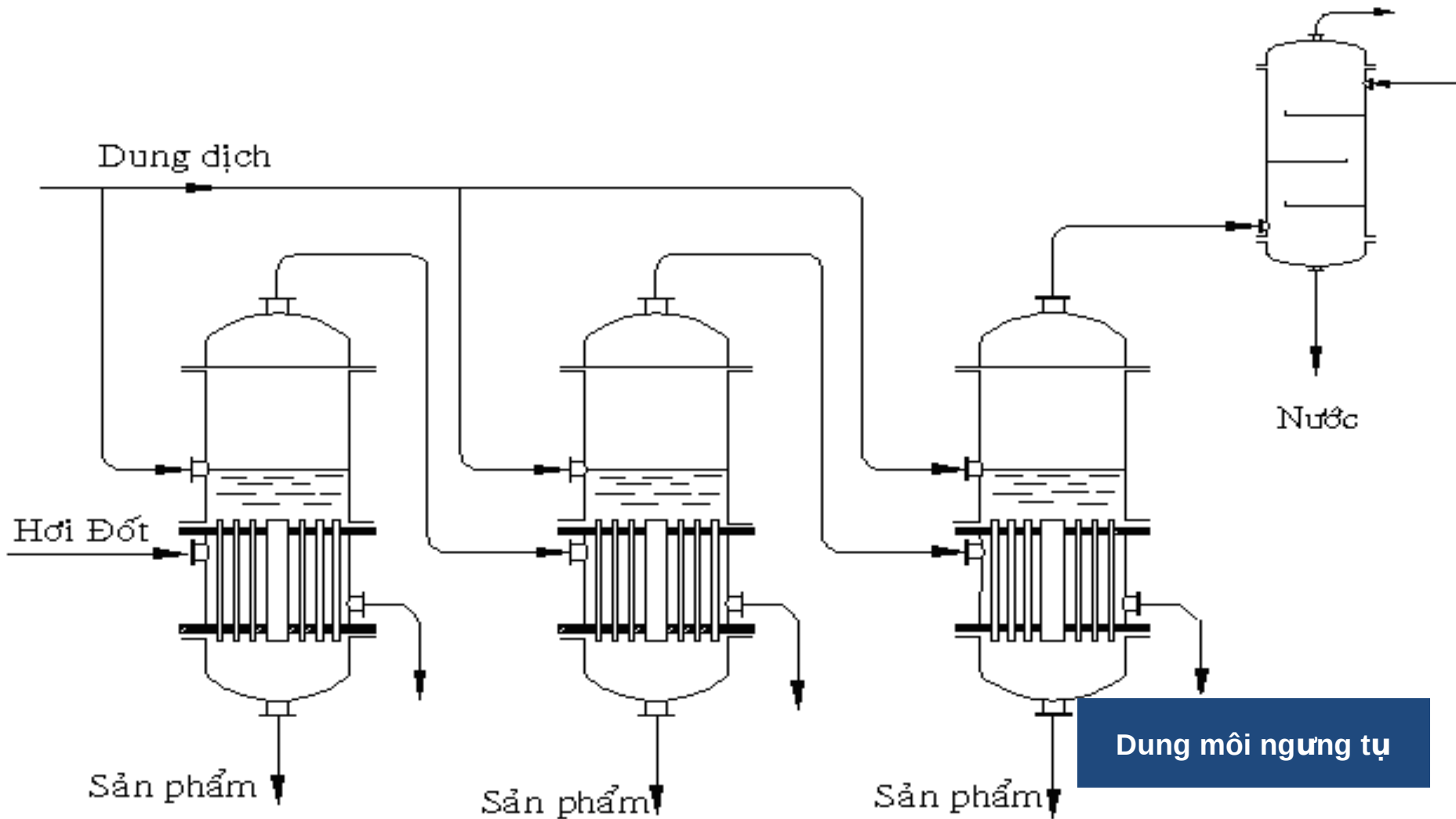
# 3.3.2. Hệ thống cô đặc nhiều nồi ngược chiều

## chiều



Hình 8-4  
Thiết bị cô đặc nhiều nồi ngược chiều

# Cô đặc nhiều nồi



Hình 8-5  
Cô đặc nhiều nồi song song

### 3.3.3. Tính toán cân bằng vật liệu và nhiệt lượng trong cô đặc nhiều nồi

Tương tự như cân bằng trong hệ cô đặc một nồi:

□ Phương trình cân bằng vật chất:

$$G_{\bar{d}} = G_c + W$$

□ Phương trình bảo toàn khối lượng chất tan:

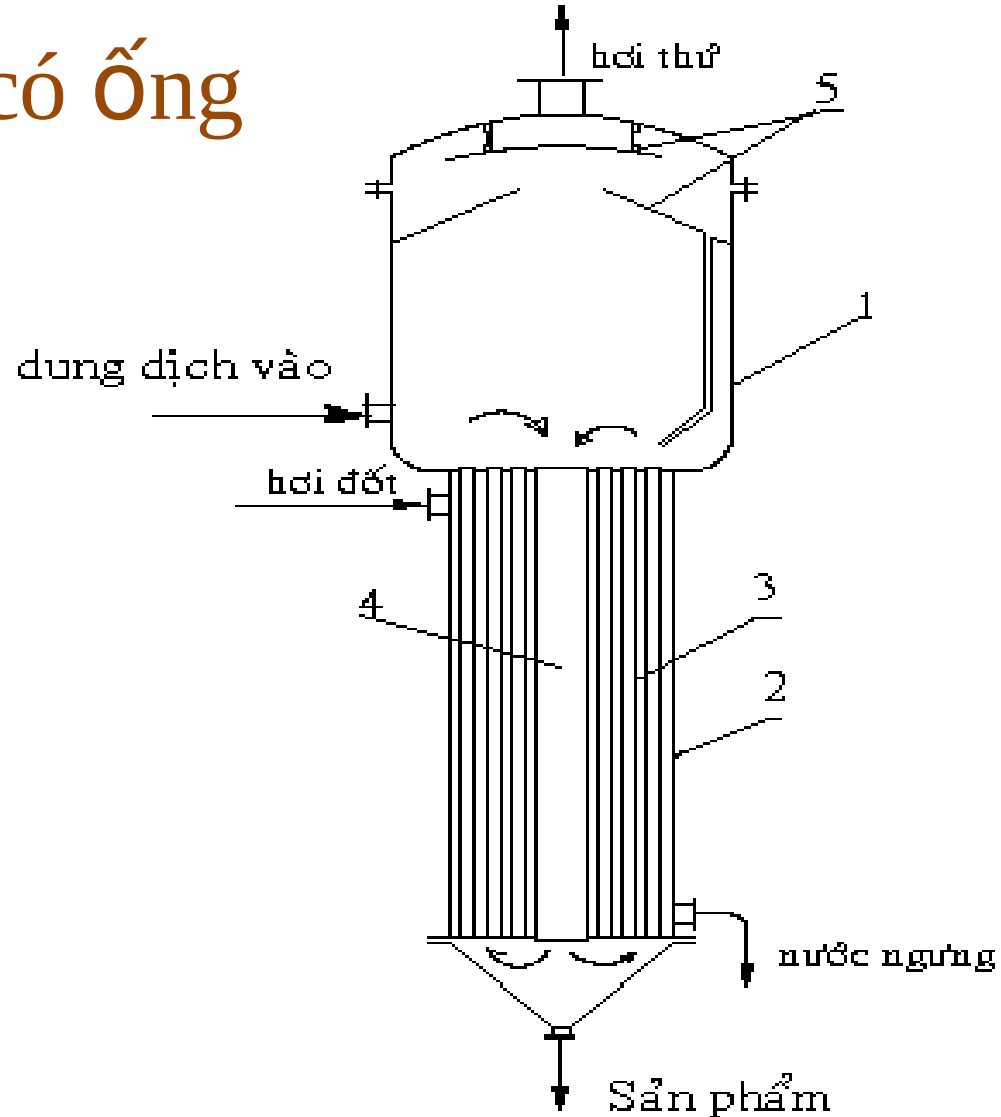
$$G_{\bar{d}} X_{\bar{d}} = G_c X_c$$

□ Lượng hơi thứ tách ra:

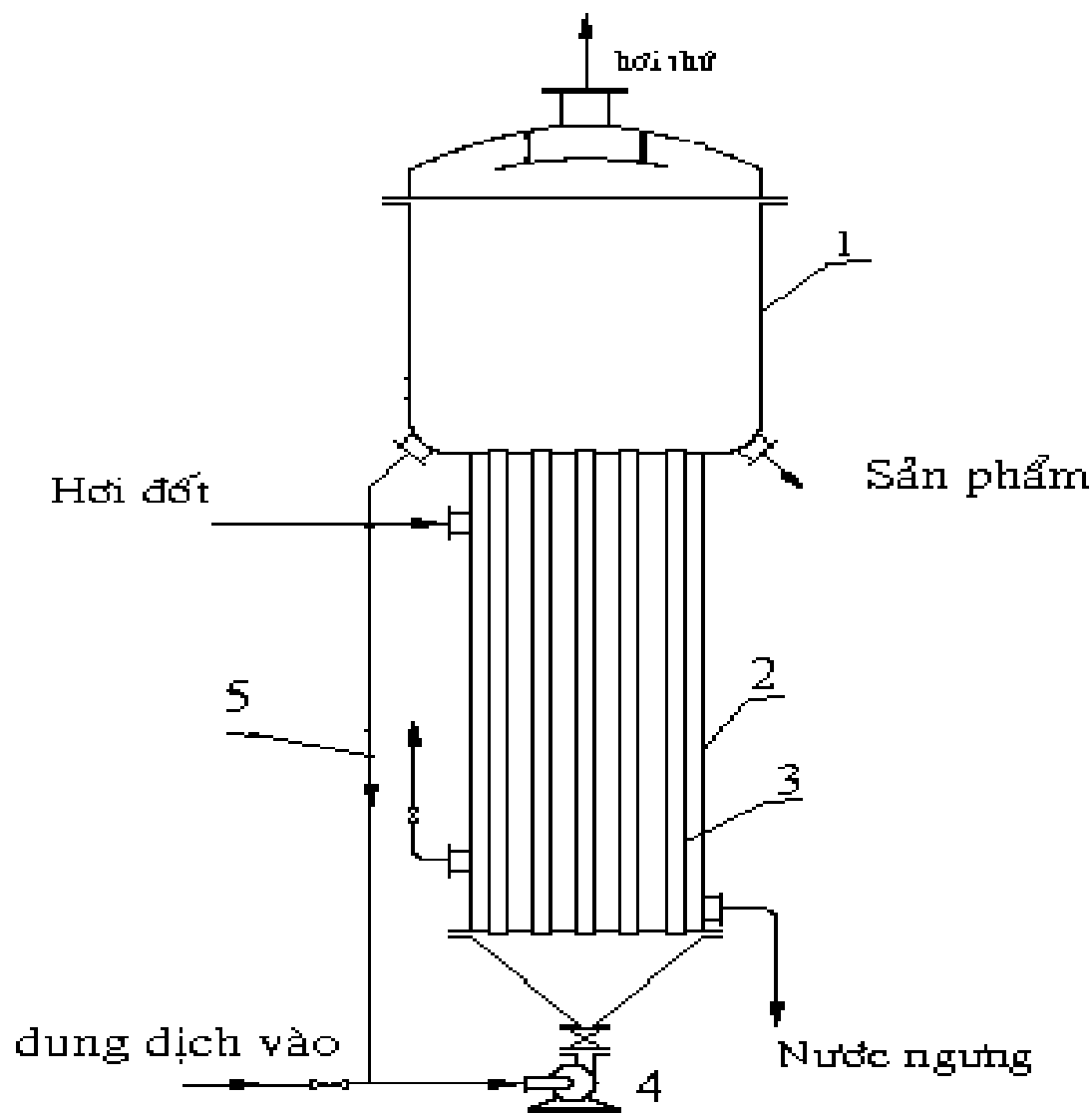
$$W = G_{\bar{d}} \left( 1 - \frac{X_{\bar{d}}}{X_c} \right) = G_{\bar{d}} \left( \frac{X_c - X_{\bar{d}}}{X_c} \right)$$
$$= G_c \left( \frac{X_c}{X_{\bar{d}}} - 1 \right) = G_c \left( \frac{X_c - X_{\bar{d}}}{X_{\bar{d}}} \right)$$

## 3.4. Cấu tạo các thiết bị cô đặc

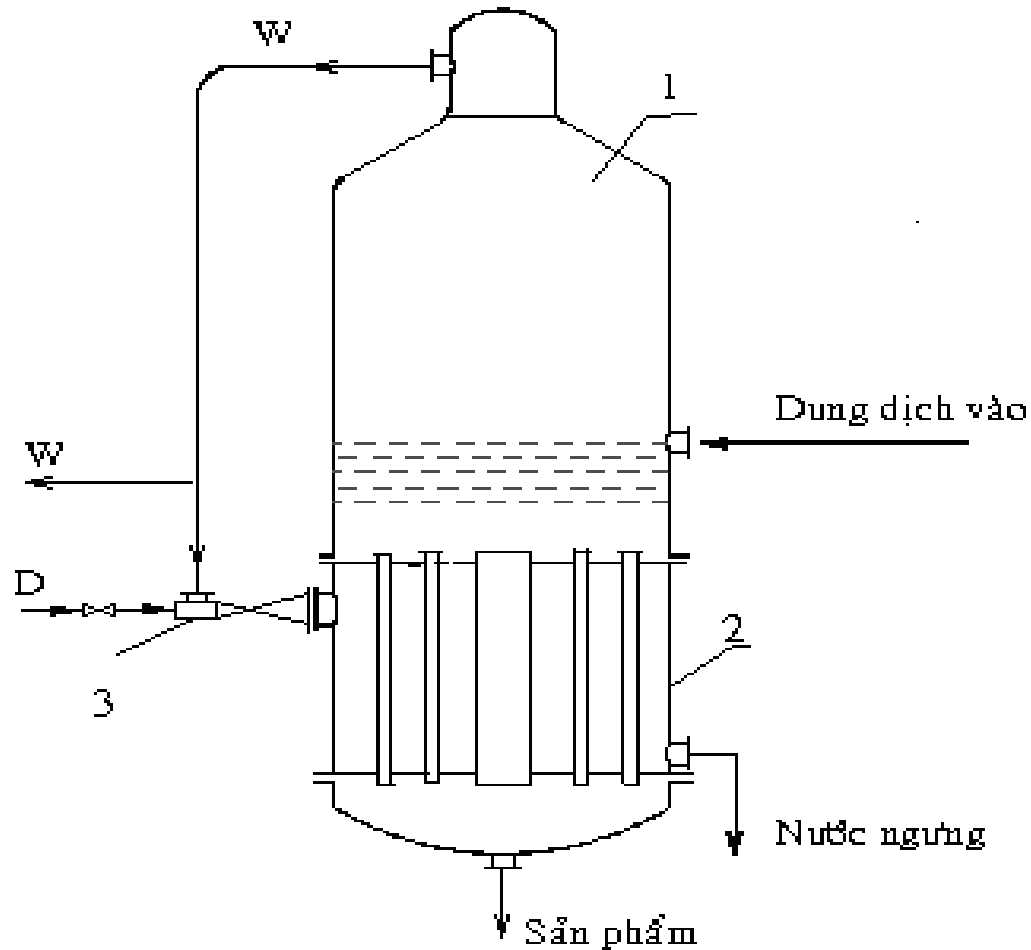
### 3.4.1. Thiết bị cô đặc có ống tuần hoàn trung tâm



### 3.4.2. Thiết bị cô đặc tuần hoàn cưỡng bức

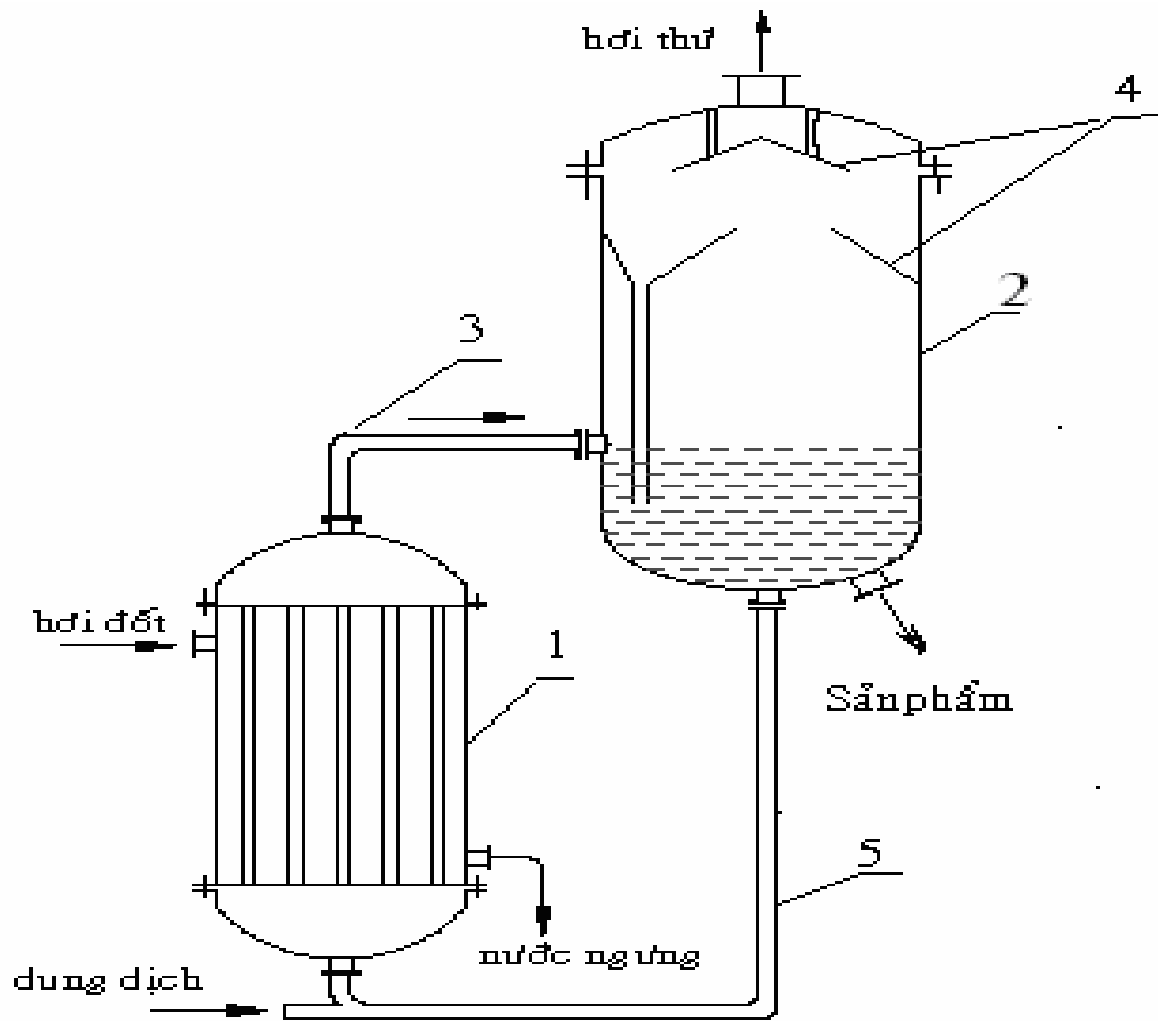


# Thiết bị cô đặc có bơm nhiệt

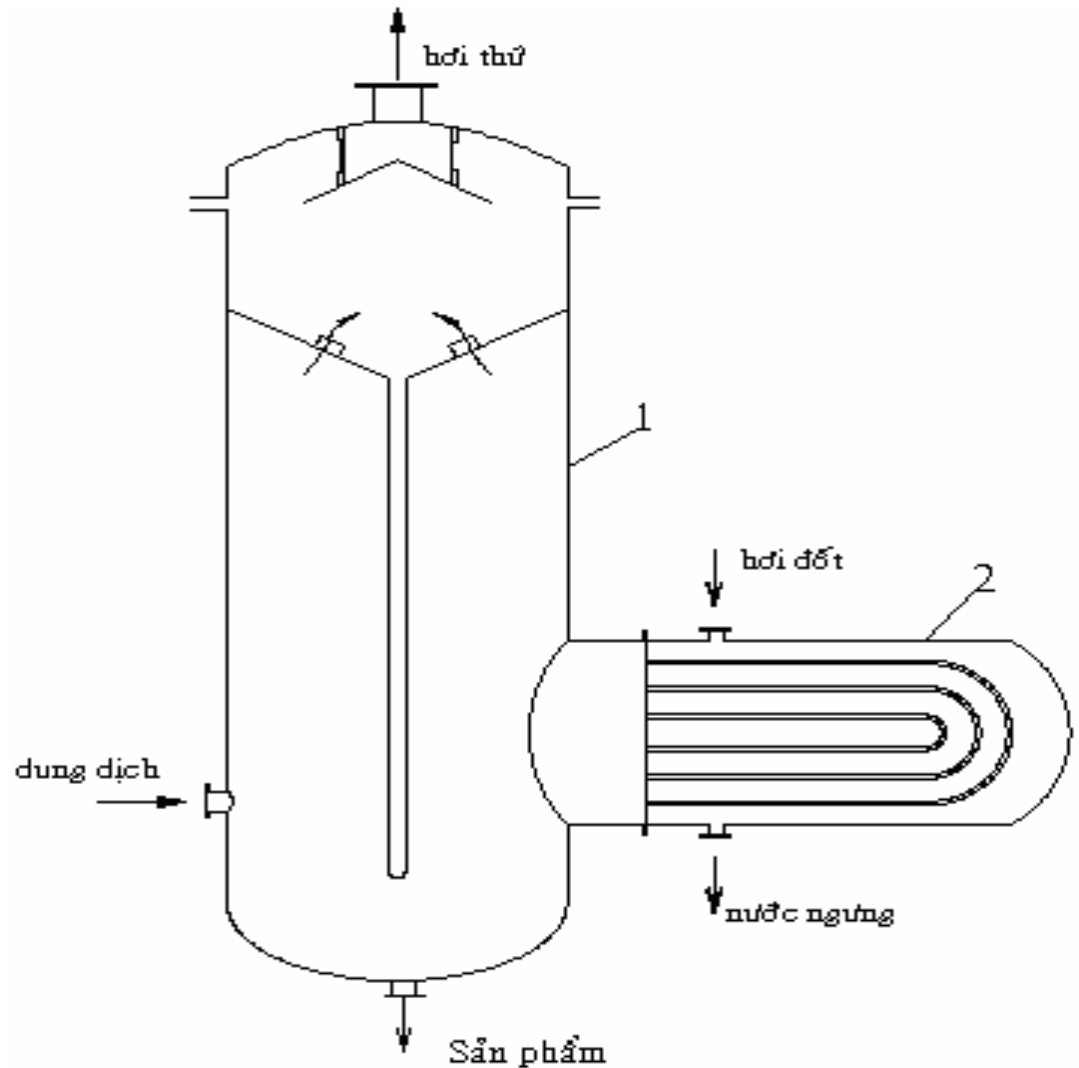




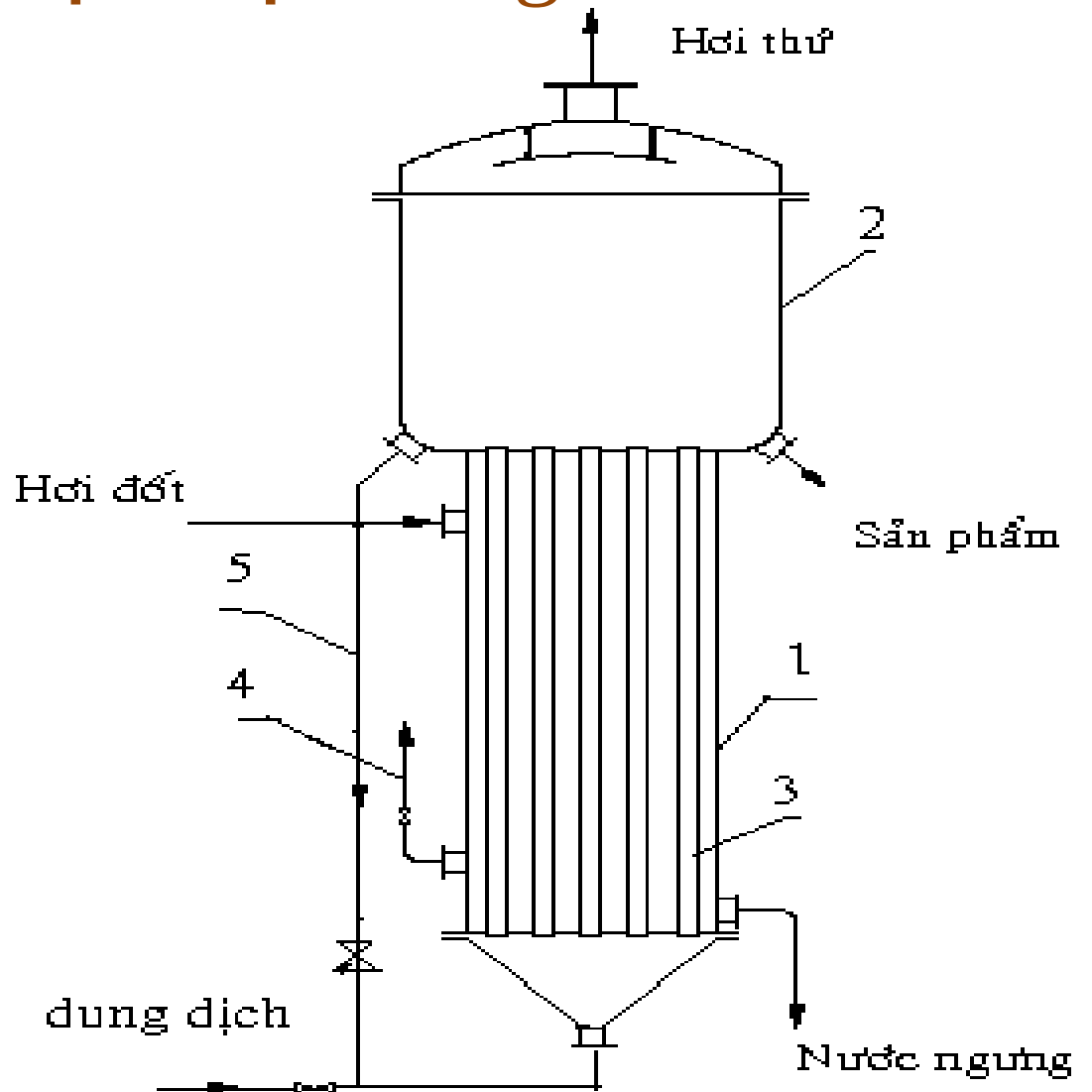
### 3.4.4. Thiết bị cô đặc có buồng đốt ngoài



# Thiết bị cô đặc có buồng đốt ngoài nằm ngang



### 3.4.3. Thiết bị cô đặc loại màng



---

# Chương 4: Kết tinh

---

---

## 4.1. Khái niệm về kết tinh

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

Kết tinh các chất hoà tan trong dung dịch dựa vào độ hoà tan hạn chế của chất rắn. Dung dịch chứa lượng chất hoà tan lớn nhất ở một nhiệt độ nhất định gọi là dung dịch bão hoà ở nhiệt độ đó. Dung dịch quá bão hoà không bền và chất hoà tan thừa sẽ được tách ra khỏi dung dịch.

Nước còn lại sau khi tách tinh thể gọi là nước cái. Các tinh thể được tách ra khỏi nước cái bằng phương pháp lắng, lọc, ly tâm ...

## 4.2. Các phương pháp kết tinh

Trong công nghệ kết tinh có thể chia phương pháp kết tinh thành hai cách sau:

- Kết tinh có tách một phần dung môi (cô đặc)
- Kết tinh không tách dung môi.(làm lạnh dung dịch)

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

## 4.3. Tính toán quá trình kết tinh

Tính toán quá trình kết tinh bao gồm thiết lập cân bằng vật liệu và cân bằng nhiệt lượng của quá trình để xác định năng suất thiết bị (lượng tinh thể) và lượng nhiệt cần cung cấp hay cần lấy đi của quá trình.

### *Cân bằng vật liệu của quá trình kết tinh*

$$G_1 = G_2 + G_3 + W$$

$$G_1 x_1 = G_2 x_2 + G_3 x_3$$

$G_1, G_2, G_3$  - lượng dung dịch đầu, nước cái và tinh thể, (kg) ;

$W$  - Lượng dung môi hay hơi, (kg) ;

$$G_3 = \frac{G_1(x_1 - x_2) + W \cdot x_2}{x_3 - x_2}$$

# Cân bằng nhiệt lượng của quá trình kết tinh

$$G_1 C_1 t_1 + G_3 q_3 = G_2 C_2 t_2 + G_3 C_3 t_2 + w.i + Q + Q_m$$

Trong đó lượng nhiệt vào :

-Do dung dịch đầu  $G_1 C_1 t_1$

-Do kết tinh  $G_3 q_3$

Lượng nhiệt đi ra

-Do nước cái  $G_2 C_2 t_2$

-Do tinh thể  $G_3 C_3 t_2$

-Do bay hơi  $w.i$

-Do chất làm lạnh lấy đi  $Q$

-Do mất ra xung quanh  $Q_m$



---

# Chương 5: Kỹ thuật lạnh

---

## 5.1. Trạng thái không khí

Độ ẩm tuyệt đối của không khí: lượng hơi nước chứa trong  $1\text{m}^3$  không khí ẩm -  $\rho_h(\text{kg}/\text{m}^3)$

Độ ẩm tương đối của không khí (độ bão hòa hơi nước): tỷ số giữa lượng hơi nước trong  $1\text{m}^3$  không khí ẩm với lượng hơi nước trong  $1\text{m}^3$  không khí đã bão hòa hơi nước (cùng điều kiện nhiệt độ, áp suất) -  $\varphi$  (kg/kg).

Hàm ẩm của không khí ẩm: lượng hơi nước tính trên 1kg không khí khô có trong không khí ẩm -  $\bar{Y} \left( \frac{kg\text{ ẩm}}{kg\text{ kkk}} \right)$

Nhiệt lượng riêng của không khí ẩm: tổng nhiệt lượng riêng của không khí khô và hơi nước có trong không khí ẩm -  $H(kj/kg\text{ kkk})$

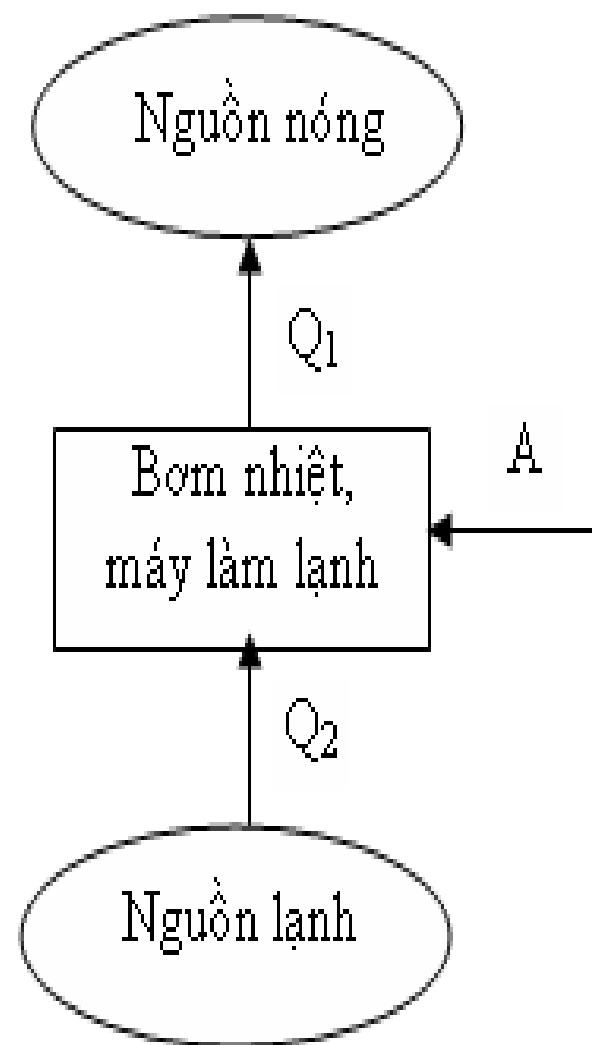
Nhiệt độ điểm sương -  $t_s$ : nhiệt độ giới hạn của quá trình làm lạnh không khí ẩm cho đến khi bão hòa với hàm ẩm không đổi.

Nhiệt độ bầu ướt -  $t_w$ : nhiệt độ ổn định đạt được khi lượng nước bốc hơi vào không khí chưa bão hòa ở điều kiện đoạn nhiệt.

- 
- **Khái niệm cơ bản.**
  - **Tác nhân lạnh, chất tải lạnh, môi trường lạnh.**
  - **Chu trình làm việc của thiết bị lạnh.**
  - **Tính toán một số đại lượng trong chu trình.**
  - **Ứng dụng kỹ thuật lạnh.**
-

## 5.2. Các chu trình lạnh

- ❑ Quá trình làm lạnh: vận chuyển nhiệt lượng từ môi trường có nhiệt độ thấp hơn đến môi trường có nhiệt độ cao  
➔ Phải cung cấp năng lượng từ bên ngoài



❑ **Chất môi giới (môi chất lạnh):**

➤ Là chất trung gian, không thể thiếu được trong thiết bị lạnh.

➤ Chúng biến đổi trạng thái và truyền tải năng lượng.

➤ Trạng thái: rắn, lỏng khí hoặc hơi

❑ **Hệ số làm lạnh -  $\epsilon$ : tỷ số giữa nhiệt lượng môi chất lạnh nhận được từ nguồn lạnh so với công động cơ sinh ra:**

$$\epsilon = \frac{Q_2}{|A|} = \frac{Q_2}{|Q_1| - Q_2}$$

# Khái niệm cơ bản

□ **Năng suất lạnh:**

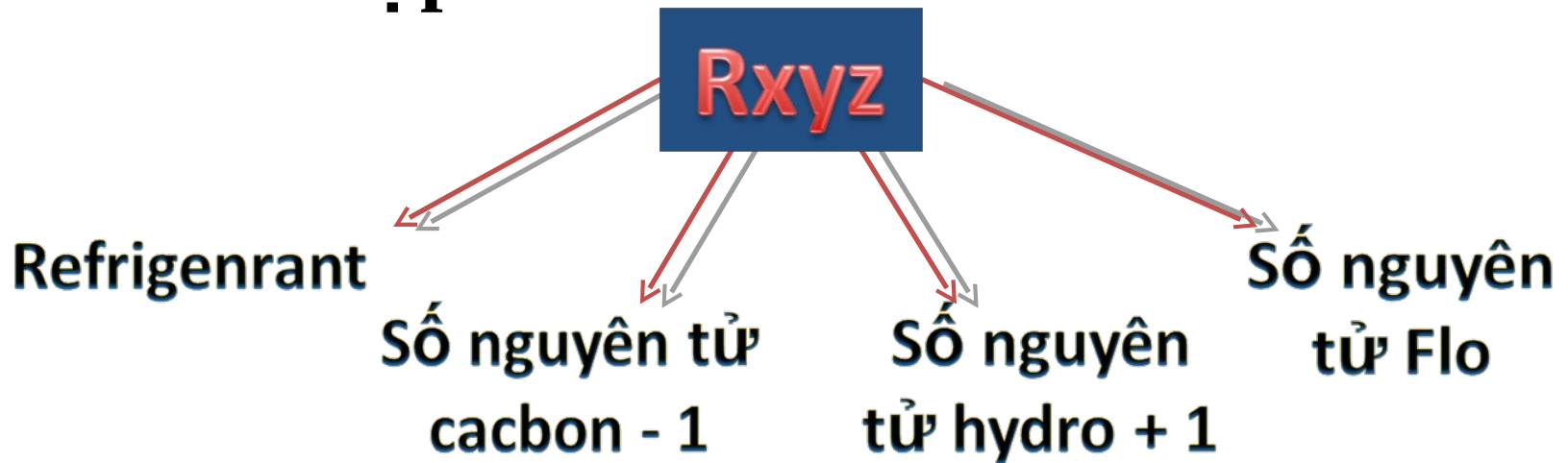
**Năng suất lạnh là lượng nhiệt mà hệ thống lạnh có thể nhận vào từ môi trường cần làm lạnh trong một đơn vị thời gian**

**Đơn vị: kw; kj/h; kcal/h**

# Tác nhân lạnh

□ Nguyên tắc ghi ký hiệu của tác nhân lạnh:

➤ Đối với hợp chất hữu cơ:



Ví dụ: R113 có công thức là  $C_2F_3Cl_3$



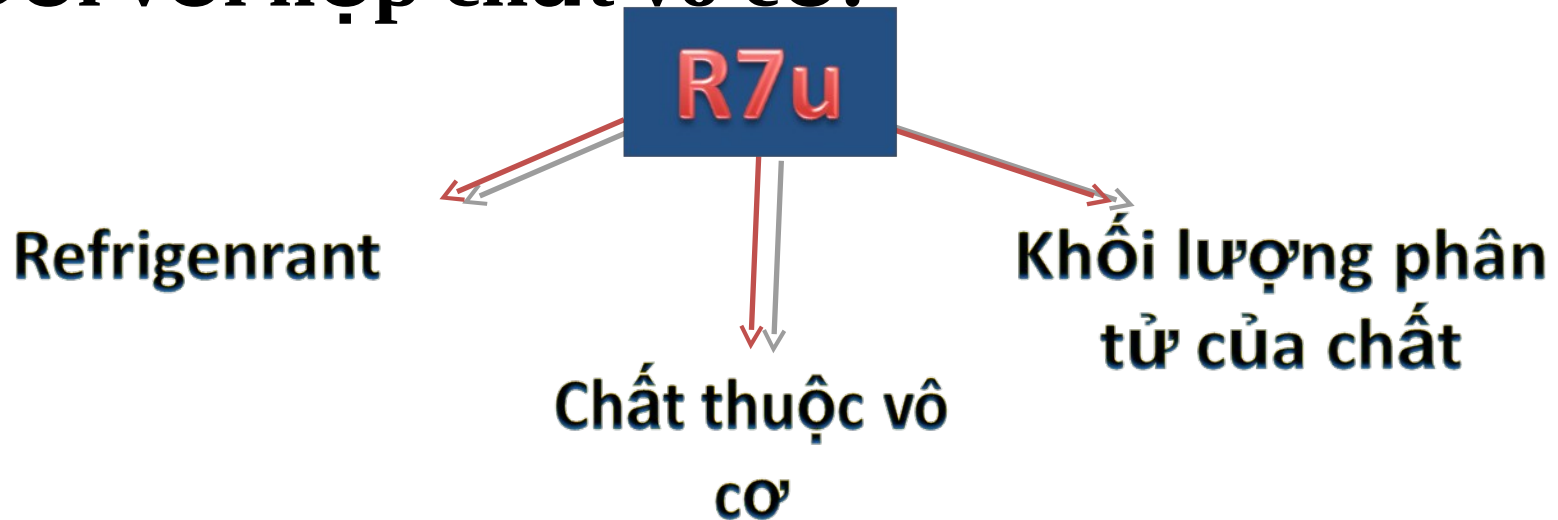
# Tác nhân lạnh

- Nguyên tắc ghi ký hiệu của tác nhân lạnh:
  - Nếu không có flo trong công thức thì ghi “0”. Ví dụ:  $\text{CCl}_4$ : R10.
  - Nếu  $x = 0$  thì không ghi, R12:  $\text{CCl}_2\text{F}_2$
  - Với dẫn xuất của n-ankan, nếu có thêm Brom ghi thêm chữ “B” và số nguyên tử Brom ngay sau chỉ số của Flo. Ví dụ:  $\text{CBrF}_3$ : R13B1
  - Với đồng phân thêm a,b,c,d để phân biệt
  - Các olephin thêm số 1 trước 3 chữ số kia.  
Ví dụ:  $\text{C}_3\text{F}_6$ : R1216
  - Các hợp chất có vòng thêm chữ “C” ngay sau “R”  
ví dụ:  $\text{C}_4\text{F}_8$ : RC318

# Tác nhân lạnh

□ Nguyên tắc ghi ký hiệu của tác nhân lạnh:

➤ Đối với hợp chất vô cơ:



➤ Ví dụ:  $\text{NH}_3$ :R717 – Không khí :R729 –  $\text{CO}_2$  :R744.

➤ Nếu hai chất có cùng khối lượng phân tử, thêm chữ A để ký hiệu. Ví dụ:  $\text{CO}_2$ :R744 –  $\text{N}_2\text{O}$ :R744A

# Tác nhân lạnh

- ❑ Yêu cầu của tác nhân lạnh:
  - Không dễ cháy nổ, không độc hại
  - Bền hóa học trong điều kiện làm việc, không ăn mòn kim loại, vật liệu
  - Mùi, màu sắc đặc trưng, không dẫn điện
  - Có khả năng hòa tan trong nước
  - Có khả năng hòa tan dầu bôi trơn
  - Rẻ tiền, dễ kiếm, dễ vận chuyển, bảo quản.
  - Hệ số dẫn nhiệt và hệ số tỏa nhiệt đối lưu càng lớn càng tốt
  - Ẩn nhiệt hóa hơi lớn

# Tác nhân lạnh

- ❑ Yêu cầu của tác nhân lạnh:
  - Áp suất ngưng tụ ứng với nhiệt độ môi trường xung quanh không quá cao
  - Áp suất bốc hơi ứng với quá trình sôi trong thiết bị bay hơi không nên nhỏ quá.
  - Năng suất lạnh riêng thể tích càng lớn càng tốt
  - Hệ số dẫn nhiệt, cấp nhiệt đối lưu càng lớn càng tốt
  - Nhiệt dung riêng ở thể lỏng nên có giá trị nhỏ
  - Nhiệt độ động đặc phải thấp hơn nhiệt độ bay hơi
  - Nhiệt độ sôi càng thấp càng tốt

# Tác nhân lạnh

❑ **Đặc tính của một số tác nhân lạnh thông thường**

**(Sinh viên tham khảo sách giáo trình)**

# Chất tải lạnh

- ❑ Tải lạnh từ nơi phát sinh tới nơi tiêu thụ
- ❑ Trạng thái: hơi (khí), lỏng, rắn
- ❑ Không có sự biến đổi trạng thái
- ❑ Yêu cầu chất tải lạnh
  - Nhiệt độ đóng băng thấp
  - Độ nhớt nhỏ
  - Nhiệt dung riêng lớn
  - Kém ăn mòn kim loại màu và kim loại đen
  - Bền vững về hóa học trong điều kiện làm việc
  - Không độc, không gây cháy nổ và ít bắt lửa
  - Dễ kiểm, dễ bảo quản, rẻ tiền và dễ vận hành

# Các thiết bị trong hệ thống lạnh

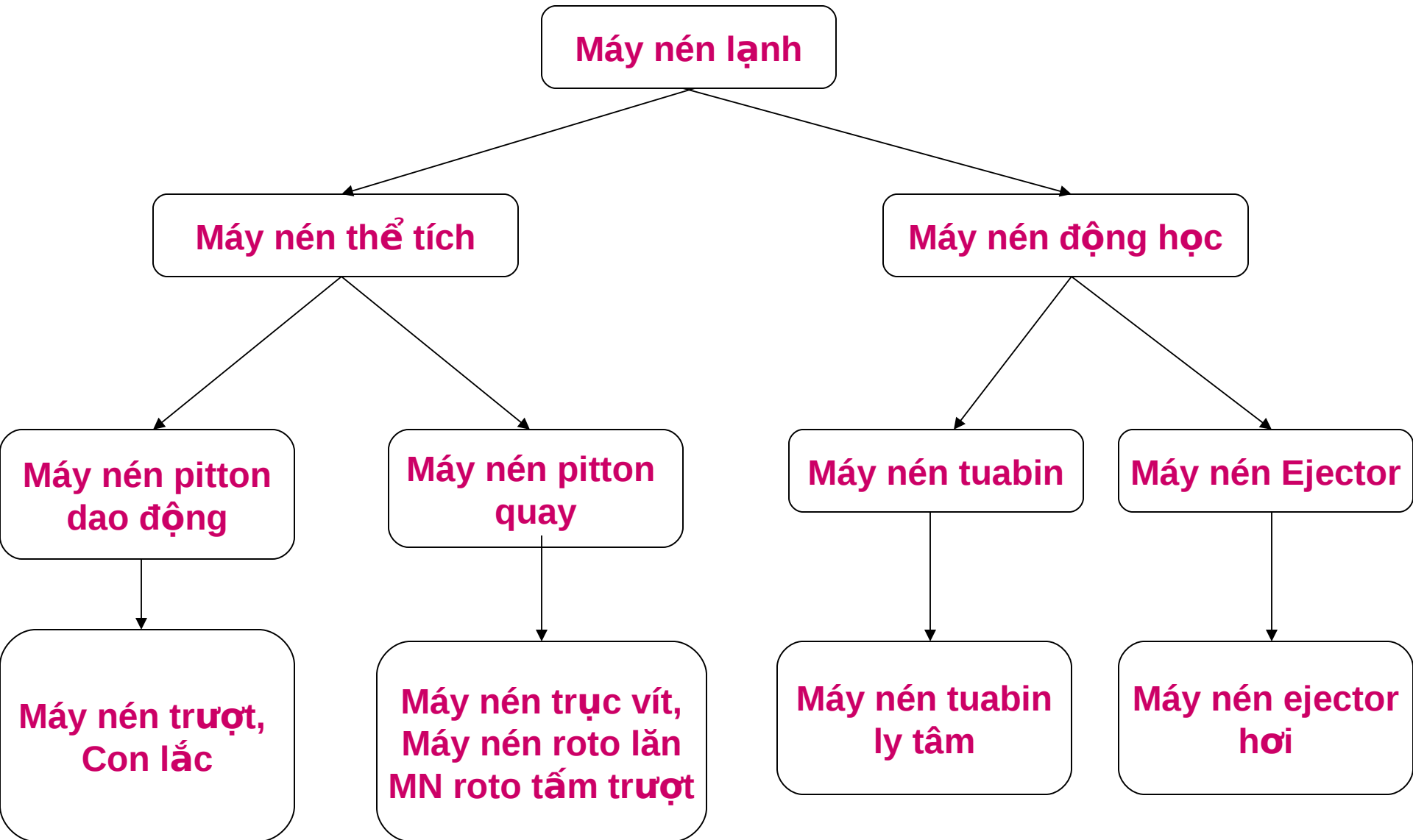
1. Máy nén
2. Thiết bị ngưng tụ
3. Thiết bị bay hơi
4. Bình Tách dầu
5. Bình chứa dầu
6. Bình chứa cao áp
7. Bình tách lỏng
8. Bình trung gian
9. Thiết bị lỏng quá lạnh

# Các thiết bị trong hệ thống lạnh

10. Thiết bị hồi nhiệt
11. Bình tách khí không ngưng
12. Phin lọc và phin sấy
13. Bơm
14. Quạt
15. Van tiết lưu
16. Van, khóa
17. Van 1 chiều và van an toàn
18. Áp kế

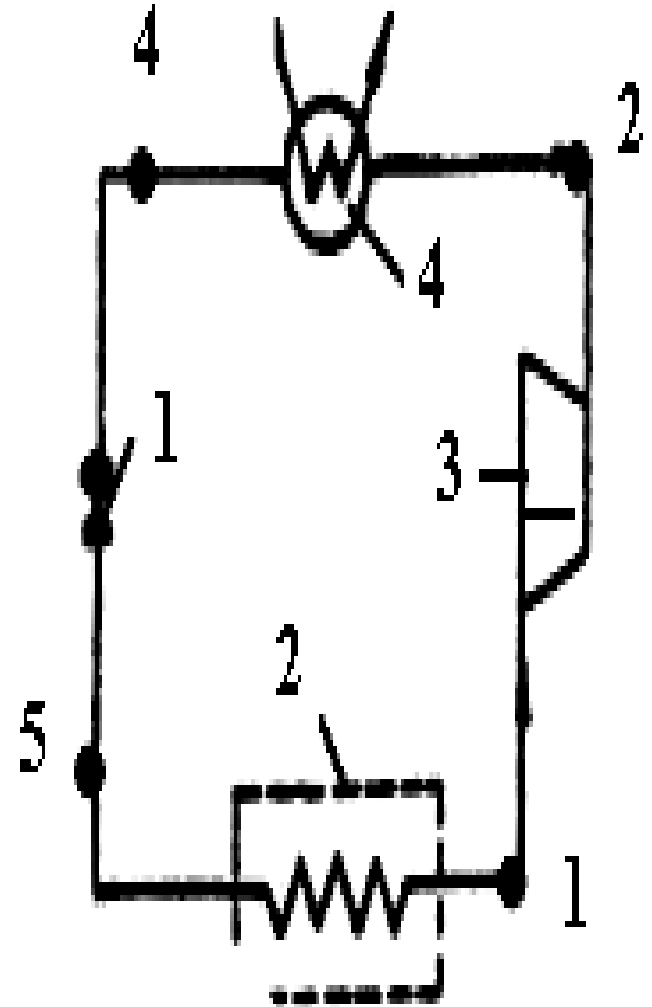


# Máy nén lạnh

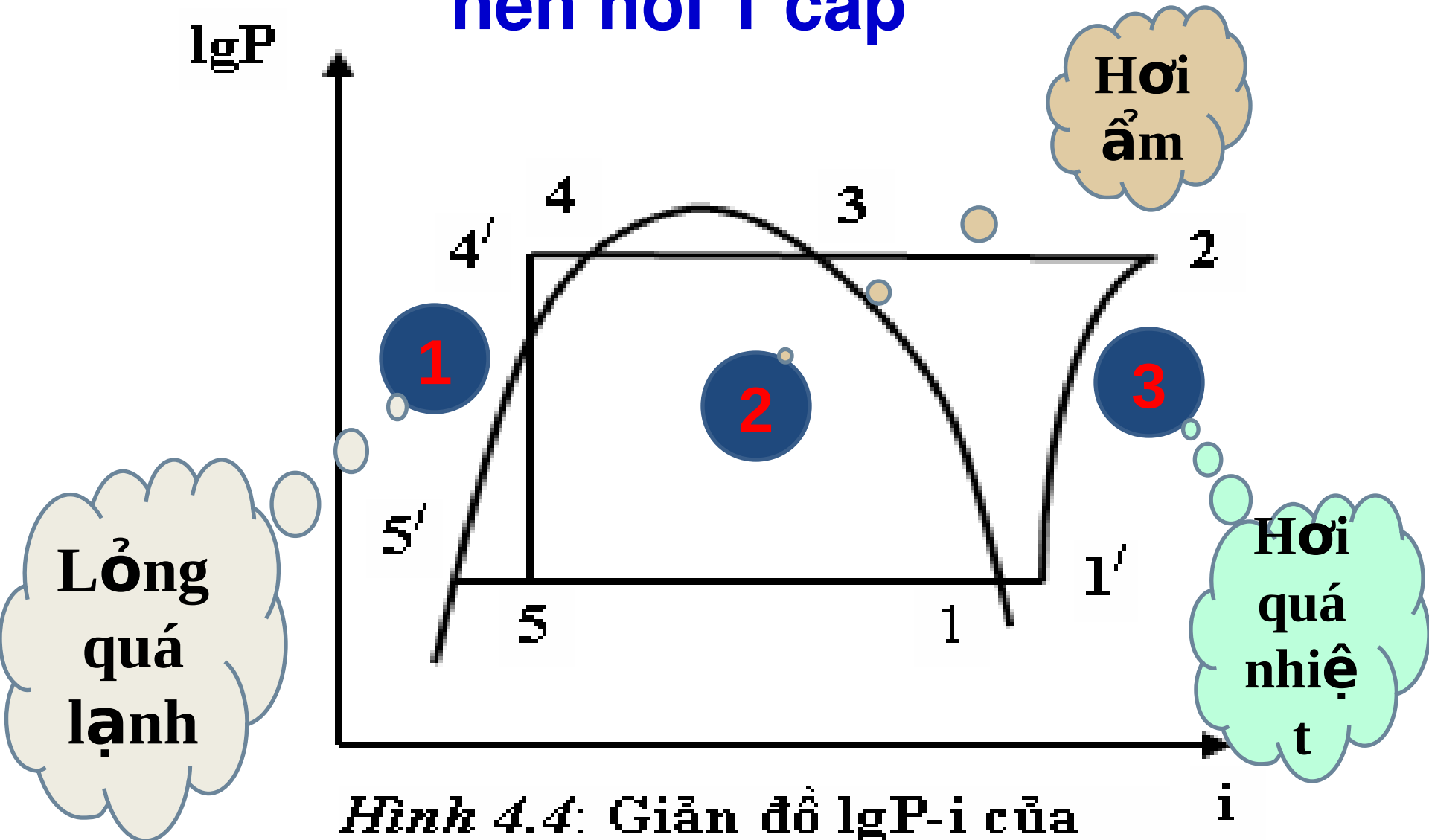


# Chu trình làm việc của máy lạnh nén hơi 1 cấp

- Máy nén: hút hơi và nén hơi môi chất lạnh từ áp suất bốc hơi lên áp suất ngưng tụ (1 – 2)



# Chu trình làm việc của máy lạnh nén hơi 1 cấp



Hình 4.4: Giản đồ  $\lg P$ - $i$  của máy nén một cấp

- 1' - 1: Quá nhiệt hơi môi chất (TNL):  $\Delta t_{qn} = t_h - t_o$ ,  $t_h$ : nhiệt độ hơi môi chất vào máy nén.
- 1 - 2 : Nén đoạn nhiệt hơi môi chất từ áp suất thấp  $P_o$  đến áp suất cao  $P_k$ , đẳng entropy.
- 2 - 3: Làm nguội đẳng áp hơi môi chất từ trạng thái quá nhiệt xuống trạng thái bão hòa.
- 3 - 4: Ngưng tụ môi chất đẳng áp, đẳng nhiệt.
- 4 - 4': Quá lạnh môi chất lỏng đẳng áp.
- 4' - 5: Quá trình tiết lưu đẳng enthalpy ở van tiết lưu.
- 5 - 1: Quá trình bay hơi trong dàn bay hơi đẳng áp và đẳng nhiệt

# 5.3. Tính toán các thiết bị lạnh

□ Công cung cấp cho chu trình:

$$A = G_0 (i_2 - i_1'), \text{ kw}$$

□ Nhiệt lượng mà tác nhân lạnh nhận được khi qua bình bốc hơi (năng suất lạnh riêng khối lượng)

$$q_0 = i_1' - i_5, \text{ kJ/kg}$$

□ Năng suất lạnh của tác nhân

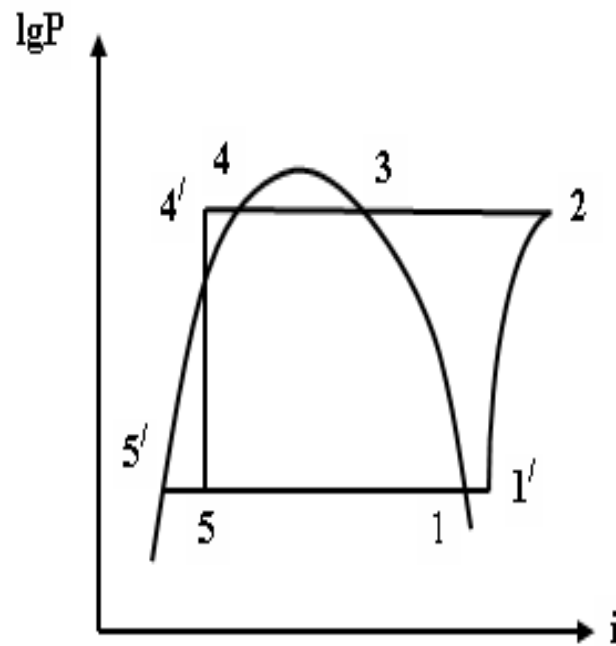
$$Q_0 = G_0 (i_1' - i_5), \text{ kw}$$

□ Nhiệt tải của thiết bị ngưng tụ

$$Q_c = G_0 (i_2 - i_4), \text{ kw}$$

□ Hệ số làm lạnh của chu trình

$$\frac{Q_0}{A} = \frac{i_1' - i_5}{i_2 - i_1'}$$



Hình 4.7. Giản đồ lgP-i của máy nén một cấp

□ **Nhiệt độ ngưng tụ  $t_c$  phụ thuộc vào điều kiện thời tiết (nhiệt độ bên ngoài) mà cụ thể là phụ thuộc vào nhiệt độ trung bình của chất làm mát**

□ **Nếu ngưng tụ bằng không khí:**

$$t_c = t_{kk} + 10^{\circ}\text{C}$$

□ **Nếu ngưng tụ bằng nước:**

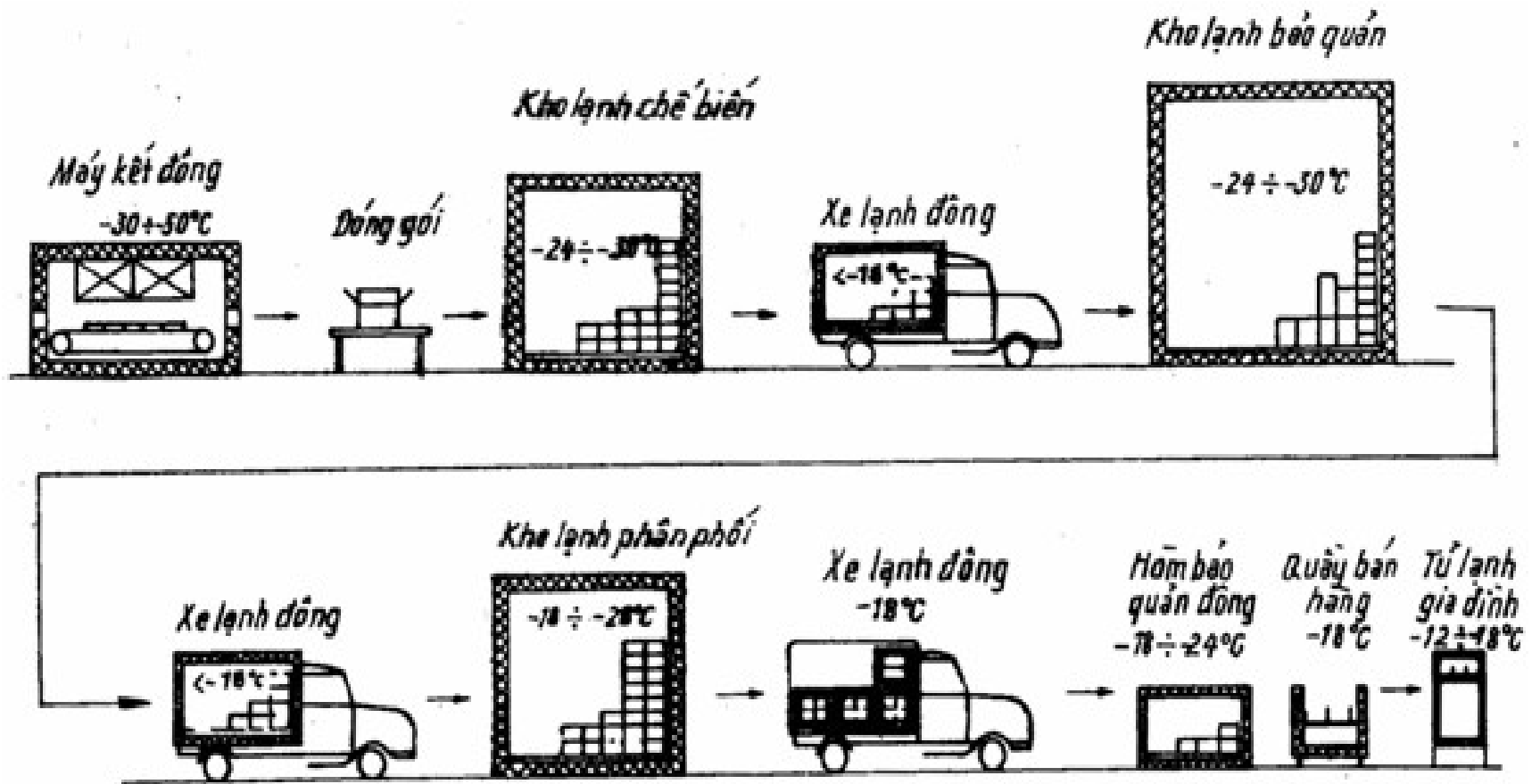
$$t_c = t_n + (5 \div 7)^{\circ}\text{C}$$

□ **Thực tế khi tính năng suất lạnh ta cần phải tính đến các tổn thất nhiệt khác như: tổn thất do nguồn nhiệt bên ngoài truyền vào, tổn thất do quạt, đèn, ...  $Q_0^{\text{TT}} = (1,1 \div 1,15)Q_0$**

# Ứng dụng trong công nghiệp thực phẩm

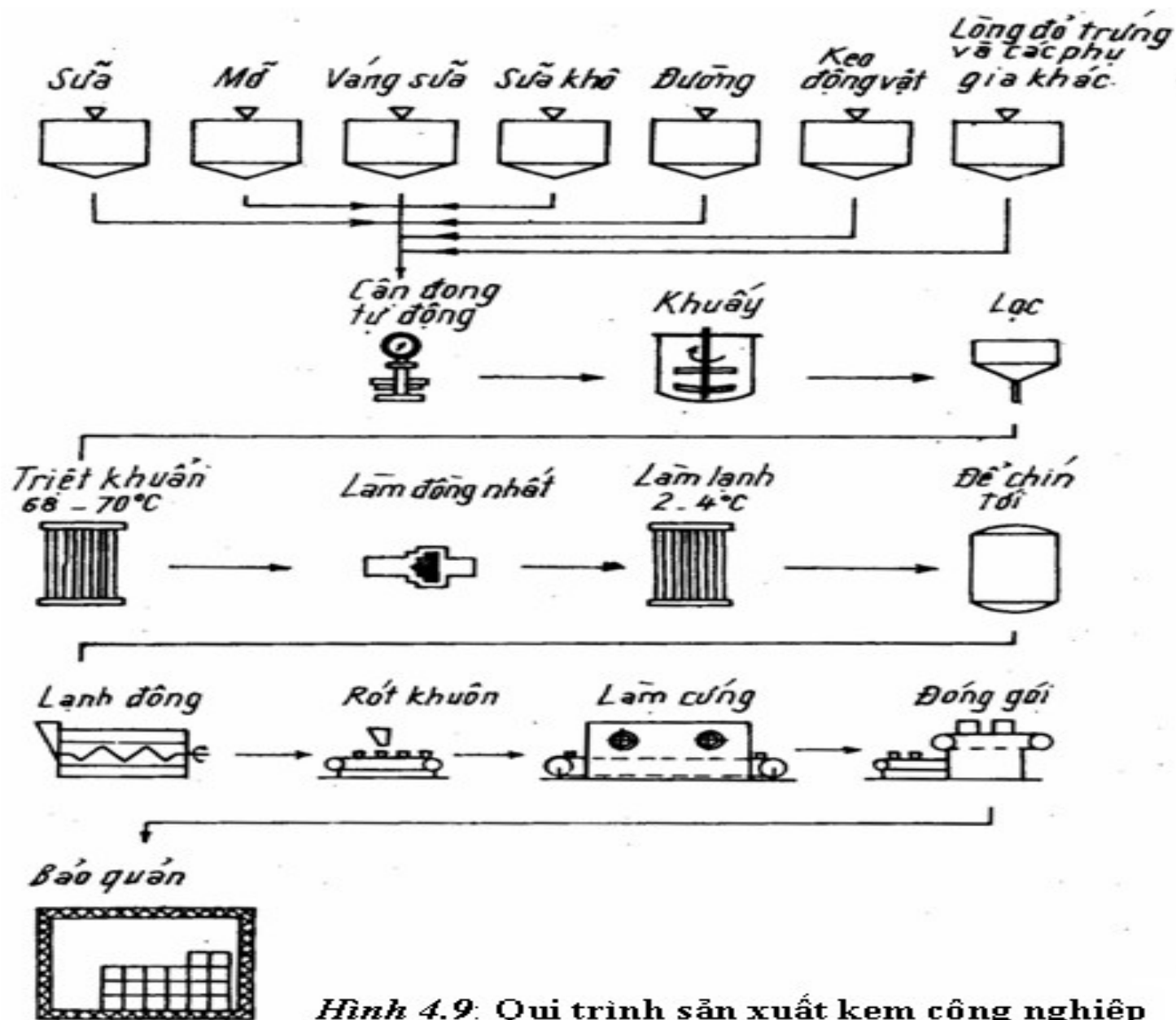
- ❑ Có nhiều nguyên nhân gây hư hỏng thực phẩm, trong đó có 3 nguyên nhân chủ yếu sau đây:
  - Do tác dụng của men của chính thực phẩm.
  - Do vi sinh vật từ bên ngoài.
  - Do độc tố tiết ra từ các loài vi sinh vật

## 5.4. Điều khiển các hệ thống lạnh

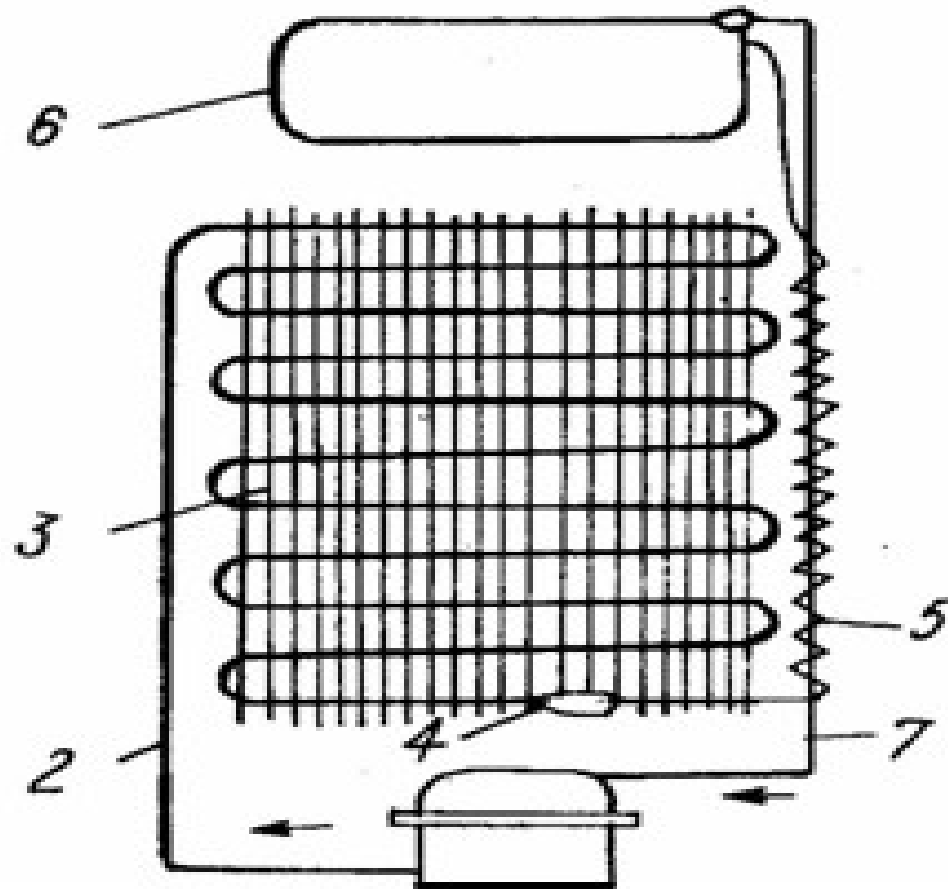


Hình 4-8. Sơ đồ dây chuyền lạnh đông



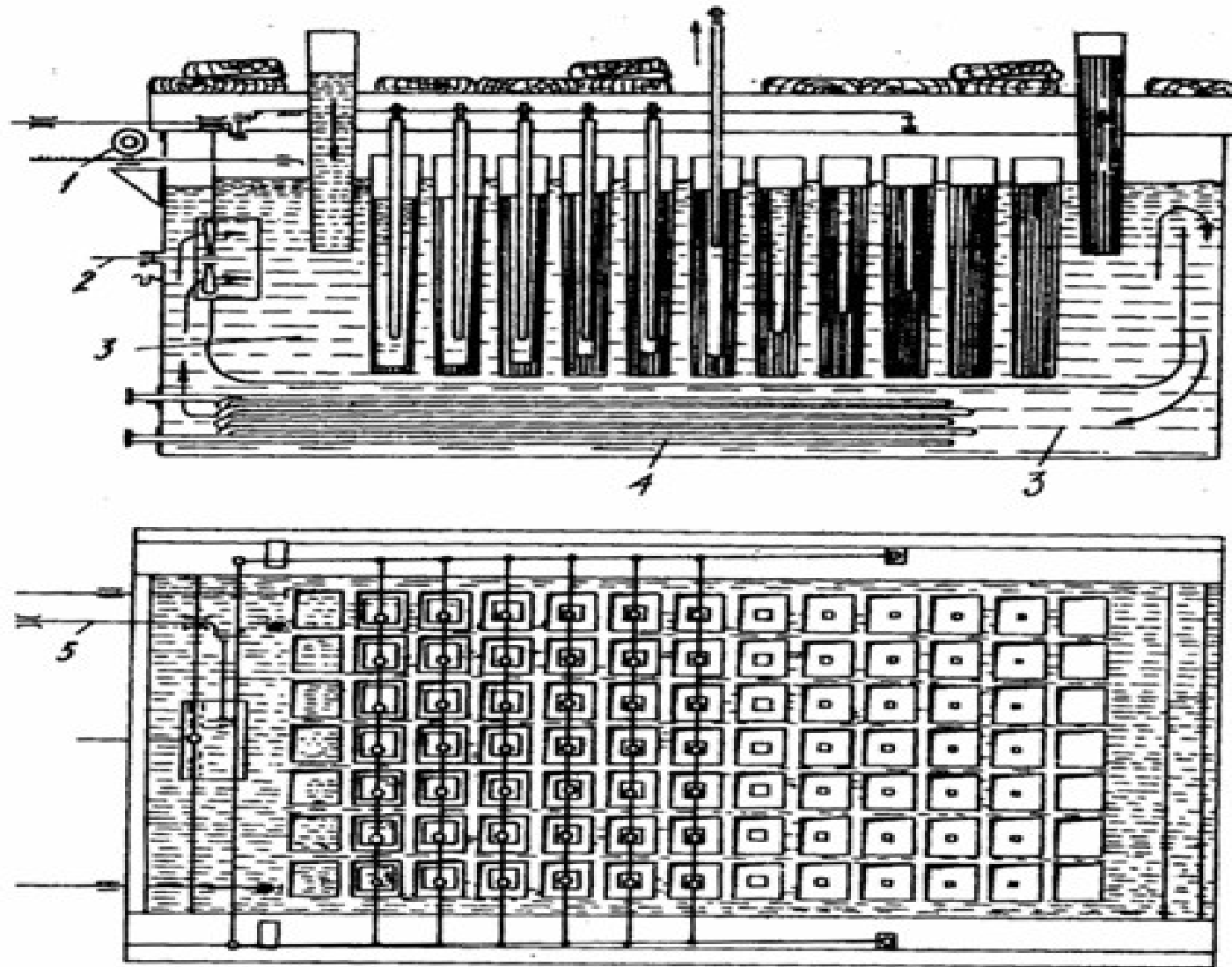


Hình 4.9. Quy trình sản xuất kem công nghiệp



**Hình 4.11: Sơ đồ tủ lạnh gia đình**

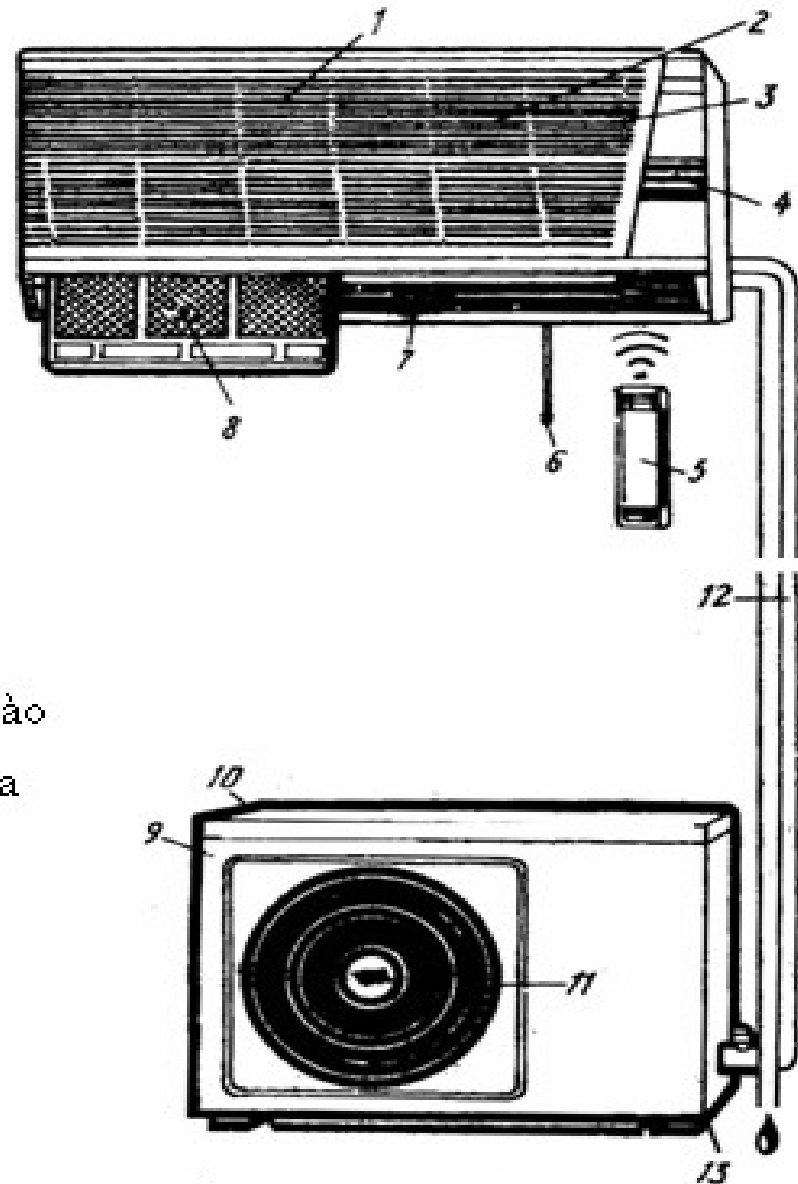
- 1 – lốc ; 2 – ống đẩy ; 3 – dàn ngưng ;
- 4 – phin sấy lọc ; 5 – ống mao ; 6 – dàn bay hơi ; 7 – ống hút



**Hình 4.13: Cách bố trí bê sản xuất đá khô**

- 1 - Cơ cấu dây linh đá ; 2 - Máy khuấy ; 3 - Nước muối ; 4 - Dàn bay hơi  
 5 - Cơ cấu truyền động của cơ cấu lắc

- 1 – cục trong nhà
- 2 – cửa gió vào
- 3 – đầu cảm nhiệt
- 4 – đèn báo hiệu
- 5 – bảng điều khiển
- 6 – dây nối điện
- 7 – cửa thổi gió lạnh
- 8 – phin lọc bụi
- 9 – cục ngoài trời
- 10 – cửa gió giải nhiệt vào
- 11 – cửa gió giải nhiệt ra
- 12 – búi dây
- 13 – đế



**Hình 4.15: Máy điều hòa 2 cục**