

NHỮNG QUY ĐỊNH VỀ THIẾT KẾ ĐỒ ÁN MÔN HỌC QUÁ TRÌNH VÀ THIẾT BỊ CÔNG NGHỆ HOÁ HỌC (PHẦN CÔ ĐẶC)

Đồ án môn học “Quá trình và thiết bị công nghệ hoá học” nhằm giúp sinh viên biết vận dụng các kiến thức của môn học “Quá trình và thiết bị công nghệ hoá học” và các môn học khác vào việc thiết kế một thiết bị chính và một số thiết bị trong hệ thống thiết bị để thực hiện một nhiệm vụ kỹ thuật có giới hạn trong các quá trình công nghệ.

Thông qua việc thiết kế đồ án sinh viên cần đạt được các yêu cầu sau :

- 1- Biết sử dụng tài liệu tham khảo: tìm, đọc, tra cứu, ghi chép, sắp xếp . . .
- 2- Nâng cao kỹ năng tính toán, trình bày theo phong cách khoa học.
- 3- Vận dụng đúng những kiến thức, quy định thiết kế khi trình bày bản vẽ thiết kế.
- 4- Nhìn nhận vấn đề thiết kế một cách hệ thống.

A- CÁCH TRÌNH BÀY ĐỒ ÁN MÔN HỌC

Nội dung thiết kế được trình bày trong bản tính toán và hai bản vẽ.

I- Bản tính toán : Gồm các phần sau:

- 1) 1- *Đầu đề thiết kế*
- 2) *Mục lục*
- 3) *Phần mở đầu (dài nhất 2 trang)*
 - Thể hiện nhận thức được mục đích của việc làm đồ án, cách viết phải sát với đầu đề, không dùng lời lẽ sáo rỗng, viển vông
 - Phân tích vắn tắt về phương pháp công nghệ được giao thiết kế nói chung và phương thức cụ thể được chọn (hoặc được giao ở đề bài) nói riêng.

- Nêu tính chất của sản phẩm liên hệ với việc bảo quản và ứng dụng nó thậm chí cả việc bảo vệ môi trường khí thải, chú ý đến những tính chất có liên quan đến việc chọn phương thức sản xuất, chọn thiết bị.
- Giới thiệu kết cấu cơ bản của đồ án (gồm những chương nào, trong đó thể hiện vấn đề gì).

4) *Sơ đồ - Mô tả dây chuyền sản xuất*

- Thuyết minh quá trình tiến hành theo dây chuyền thiết bị sản xuất trong đó ở mỗi thiết bị cần chỉ rõ các thông số công nghệ của chế độ làm việc (kể cả các dòng vào và dòng ra).
- Chú thích đầy đủ các loại thiết bị, đường ống, bơm . . . có trong thiết bị (nếu chọn theo catalogue thì ghi rõ ký mã hiệu), vị trí tương đối giữa các thiết bị, vị trí của dòng vào và dòng ra.
- Nêu nguyên lý làm việc của hệ thống thiết bị
- Trình tự tiến trình diễn ra trên hệ thống thiết bị
- Chỉ rõ những yêu cầu chuẩn bị nguyên liệu trước lúc vào công đoạn, yêu cầu đối với công đoạn, về các chất thải, về an toàn cho người và thiết bị (nếu có).

5) *Tính thiết bị chính*

- Phân tích những tính chất và đặc điểm của thiết bị được chọn, chọn chiều các dòng vật liệu và tác nhân nếu cần.
- Tính toán xác định các kích thước chủ yếu và giá trị các đại lượng quan trọng để đảm bảo cho thiết bị làm việc ở mức độ mong muốn hoặc xác định các thông số ở chế độ làm việc. Lưu ý chọn phương pháp và công thức có cơ sở khoa học và tiên tiến, số liệu tra cứu và chọn lựa đúng. Lưu ý là các công thức và số liệu đều phải chú thích tài liệu tham khảo. Trong thực tế một số số liệu cho trong khoảng khá lớn nên muốn có số liệu chính xác có thể dùng phép nội suy hoặc vẽ đồ thị. Nếu số liệu cần có ở ngoài khoảng đã cho thì dùng phép ngoại suy.

- Thiết kế các chi tiết của thiết bị cho phù hợp với yêu cầu công nghệ và hợp lý về kết cấu.
- 6) *Tính và chọn các thiết bị phụ (Tính cơ khí)*
- Các thiết bị phụ cần tính toán gồm bơm, quạt, bơm chân không (bài toán thiết kế về thủy lực), thiết bị đun nóng, đun sôi, ngưng tụ trực tiếp và gián tiếp (bài toán về truyền nhiệt), thiết bị lắng, lọc, xyclon (bài toán về phân riêng)... .
 - Tùy theo yêu cầu mà thực hiện theo các mức độ thiết kế sau:
 - Tính để xác định kích thước cơ bản của thiết bị đảm bảo yêu cầu công nghệ, cấu trúc cơ bản của thiết bị (chủ yếu là các thiết bị truyền nhiệt).
 - Tính để có cơ sở chọn thiết bị cho hệ thống (các thiết bị thủy lực và phân riêng). Lưu ý về giới hạn bài toán và điều kiện làm việc (ví dụ mức độ làm sạch, nhiệt độ làm việc của thiết bị, độ ẩm khí thải ...) để chọn thiết bị cho phù hợp.

Cần có bổ xung về cấu trúc hay phân tích về sự biến đổi tính chất của quá trình khi thiết bị được chọn làm việc trong miền khác với miền đã được dự liệu cùng những biện pháp khắc phục nếu có.
 - Các thiết bị phụ không được tính toán thì chọn dựa vào catalogue hoặc tự thiết kế dựa vào các cấu trúc đã có.
- 7) *Kết luận*: Đánh giá những kết quả đã đạt được và những điều cần lưu ý.
- 8) *Phân phụ lục (nếu có)*
- 9) *Tài liệu tham khảo*

II- Bản vẽ

Đồ án môn học “ Quá trình và Thiết bị Công nghệ hoá học” yêu cầu thực hiện một bản vẽ lắp thiết bị chính trên giấy khổ A1 và một bản vẽ dây chuyền trên khổ A4. Bản vẽ dây chuyền thiết bị được đóng kèm với bản tính toán.

B – CÁC QUY ĐỊNH CỤ THỂ

1- Quy định về bản tính toán :

- Bản tính toán được trình bày trên khổ giấy A4, có thể viết tay hoặc đánh máy. Nếu viết tay, các trang thuyết minh được trình bày trên trang giấy có kẻ khung theo kích thước sau:

- Lề trái : 3 cm
- Lề phải : 2 cm
- Lề trên : 2 cm
- Lề dưới : 2 cm

Nếu đánh máy, sử dụng cỡ chữ 13, căn lề theo kích thước như trên, dẫn dòng 1,3.

- Các hình vẽ minh họa phải để ở những vị trí hợp lý, có đánh số và chú thích kèm theo.

- Các công thức, số liệu tra cứu đều phải ghi chú tài liệu tham khảo và số trang tương ứng.

Ví dụ : [4 - 125] (tức là tài liệu tham khảo thứ tư, trang 125).

- Chú thích tài liệu tham khảo theo thứ tự đặt ở cuối quyển, trật tự như sau:

Số thứ tự - Tên tác giả - Tên tài liệu -Thứ tự tập - Nhà xuất bản – Nơi xuất bản - Năm xuất bản.

Ví dụ :

- [3] TẬP THỂ TÁC GIẢ, Sổ tay quá trình và thiết bị công nghệ hoá chất, tập2. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1982.

Lưu ý: sắp xếp các tài liệu tiếng Việt trước rồi đến các tài liệu tiếng nước ngoài. Cần viết nguyên tên theo ngôn ngữ mà sách dùng. Nếu phiên âm thì theo qui định quốc gia.

- Phần mục lục: ghi các tiêu đề chính và số thứ tự trang tương ứng.

2- Quy định về Bản vẽ : 2 bản vẽ.

- Kích thước khổ giấy theo đúng qui định:

- Khổ A1 : 594 × 841 mm
- Khổ A4 : 210 × 297 mm

- Với đồ án môn học “ Quá trình và Thiết bị Công nghệ hoá học” yêu cầu một bản vẽ lắp thiết bị chính trên giấy khổ A1 và một bản vẽ dây chuyền trên khổ A4.

- **Bản vẽ dây chuyền công nghệ:** cần vẽ sơ đồ nguyên lý của các thiết bị chính và phụ, kể các dụng cụ đo cần thiết cùng với các đường nối các thiết bị. Những thiết bị được chọn cần chú thích rõ ký hiệu.

Cần thể hiện đủ mối liên hệ giữa các thiết bị trong hệ thống, chú ý vị trí tương đối hợp lý của các thiết bị trong hệ thống. Có thể vẽ các thiết bị phụ, các dụng cụ đo đã chuẩn hoá theo qui ước chung.

(Có thể sử dụng phần mềm Microsoft Office Visio để thể hiện bản vẽ sơ đồ công nghệ)

- **Bản vẽ kỹ thuật thiết bị chính:** Cần tuân theo những nguyên tắc của bản vẽ lắp thiết bị.

- Kích thước khổ giấy: theo đúng qui định A1 : 594 × 841
- Phải kẻ khung đậm xung quanh mép 5mm. Nếu để đóng thì mép trái = 25mm.
- Khổ chữ : 2,5 ; 3,5 ; 5 ; 7 ; 10 ; 14. Chữ và số viết thẳng đứng hoặc nghiêng 75°.
- Khung tên: 140 × 32 mm theo mẫu sau:

	10	20	50	10	30	20
6	1					
10	Số TT	Ký hiệu	Tên chi tiết	Số lượng	Vật liệu	Ghi chú
32	Người vẽ		Nguyễn Văn A	01.01.2006	(TÊN BẢN VẼ)	
	Người hướng dẫn		Nguyễn Văn B			
	Trường Đại học Bách khoa Hà nội LớpKhóa.....				(Vật liệu)	Tỷ lệ
	140					




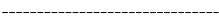
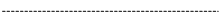
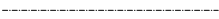

- Thể hiện đủ hình dạng, kích thước bao của thiết bị
- Thể hiện cấu trúc và các chi tiết hoặc cụm chi tiết đã được lắp ghép của thiết bị bằng các hình chiếu, mặt cắt vẫn dùng cho bản vẽ lắp.
- Tỷ lệ thường dùng trong khi vẽ


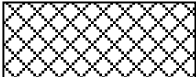
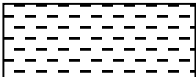
Tỷ lệ thu nhỏ	1:2	1:2,5	1:4	1:5	1:10	1:15	1:20
Tỷ lệ nguyên hình	1:1						

Tỷ lệ phóng to	2:1	2,5:1	4:1	5:1	10:1	20:1	40:1
----------------	-----	-------	-----	-----	------	------	------

➤ Đường nét

Trên bản vẽ kỹ thuật, hình biểu diễn của các vật thể được tạo bởi các đường có tính chất khác nhau như đường bao thấy, đường bao khuất, đường trục, đường gióng... TCVN qui định các loại đường nét và ứng dụng của chúng. Lấy nét cơ bản có bề dày b ($b = 0,6 \pm 1,5\text{mm}$) làm thước đo cho các nét khác.

Các loại nét		
Nét cơ bản		Đường bao thấy, đường chuyển tiếp thấy
Nét liền mảnh		Đường kích thước, đường dóng, đường gạch, đường giới hạn phần vẽ
Nét lượn sóng		Đường cắt lia, đường phân cách hình chiếu và hình cắt
Nét đứt		Đường bao khuất, chuyển tiếp khuất
Nét cắt		Nét biểu thị vết của mặt cắt
Nét chấm gạch mảnh		Đường trục, tâm, trục đối xứng
Nét chấm gạch đậm		Đường bao của phần nằm trước mặt phẳng cắt (đã tưởng tượng bị bỏ đi);
Ký hiệu mặt cắt các vật liệu		

		Kim loại
		Vật liệu phi kim loại
		Chất lỏng

➤ Các qui định về ghi kích thước

Đường kích thước vẽ bằng nét mảnh, có độ rộng bằng $b/3$ và giới hạn hai đầu bằng 2 mũi tên. Độ lớn của mũi tên phụ thuộc vào bề rộng nét cơ bản của bản vẽ. Nếu kích thước ngắn quá không đủ chỗ vẽ mũi tên thì mũi tên được vẽ phía ngoài đường giống. Nếu kích thước nối tiếp nhau mà không đủ chỗ vẽ mũi tên thì cho phép dùng một chấm hoặc một gạch xiên thay cho mũi tên.

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
VIỆN KỸ THUẬT HÓA HỌC
BỘ MÔN QUÁ TRÌNH - THIẾT BỊ CÔNG NGHỆ HÓA VÀ THỰC PHẨM

ĐỒ ÁN MÔN HỌC

THIẾT KẾ HỆ THỐNG THIẾT BỊ CHƯNG LUYỆN LIÊN TỤC
HỖN HỢP HAI CẤU TỬ BENZEN - TOLUEN

Người thiết kế : Nguyễn Văn A
Lớp, khóa : QTTB – K52
Người hướng dẫn : PGS.TS Nguyễn Văn B

HÀ NỘI 201...

Mẫu 2 – Đầu đề

VIỆN KỸ THUẬT HOÁ HỌC
BỘ MÔN QUÁ TRÌNH – THIẾT BỊ CÔNG
NGHỆ HOÁ VÀ THỰC PHẨM

CỘNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

NHIỆM VỤ
THIẾT KẾ ĐỒ ÁN MÔN HỌC

Họ và tên:

MSSV:

Lớp:

Khóa:

I. Đầu đề thiết kế:

II. Các số liệu ban đầu:

III. Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:

1. Phần mở đầu
2. Vẽ và thuyết minh sơ đồ công nghệ (bản vẽ A4)
3. Tính toán kỹ thuật thiết bị chính
4. Tính và chọn thiết bị phụ
5. Kết luận
6. Tài liệu tham khảo.

IV. Các bản vẽ

- Bản vẽ dây chuyền công nghệ: khổ A4
- Bản vẽ lắp thiết bị chính; khổ A1

V. Cán bộ hướng dẫn:

VI. Ngày giao nhiệm vụ: ngày tháng năm

VII. Ngày phải hoàn thành:

Phê duyệt của Bộ môn

Ngày tháng năm
Người hướng dẫn
(Họ tên và chữ ký)

Nội dung bản tính toán gồm các phần sau:

I. Đồ án thiết kế hệ thống cô đặc

1. Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Bin.
Tỷ lệ, nồng độ, thành phần thiết bị trong công nghệ Hoá chất và
Thúc phẩm. Tập 1, 2.
Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 2001.
2. Phạm Xuân Toán.
Công nghệ, thành phần thiết bị trong công nghệ Hoá chất và Thúc phẩm.
Tập 3.
Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 2003.
3. Tập thống kê.
Sách tay quy trình và Thiết bị công nghệ Hoá chất. Tập 1.
Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 2005.
4. Tập thống kê.
Sách tay quy trình và Thiết bị công nghệ Hoá chất. Tập 2.
Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 2005.

2. Quyển viết

2.1. Mở đầu: (giới hạn 2 trang)

- Trình bày về phương pháp cô đặc nói chung và phương thức cụ thể được giao.
- Giới thiệu về vật liệu được gia công (tính chất, ứng dụng . . .)

2.2. Sơ đồ - Mô tả dây chuyền sản xuất

- Vẽ dây chuyền hệ thống cô đặc gồm:
 - Các thiết bị cô đặc,
 - Bể chứa,
 - Thùng cao vị,
 - Thiết bị gia nhiệt,

- Bơm,
 - Hệ thống van,
 - Hệ thống thiết bị ngưng tụ,
 - Hệ thống tháo nước ngưng . . .
- (lưu ý cách bố trí các thiết bị)
- Mô tả cụ thể tiến trình làm việc của hệ thống: cấu tạo, nguyên lý làm việc.

2.3. **Tính thiết bị chính**

Các số liệu ban đầu:

- Năng suất tính theo dung dịch đầu G_d , [kg/h]
- Nồng độ đầu x_d và cuối x_c của dung dịch, [%khối lượng]
- Áp suất của hơi đốt p_1 , [at]
- Áp suất của hơi ngưng tụ p_{ng} , [at]

Trình tự tính toán hệ thống cô đặc n nồi xuôi chiều không lấy hơi phụ

Bước 1: Xác định lượng hơi thứ bốc ra khỏi hệ thống W

$$W = G_d \left(1 - \frac{x_d}{x_c} \right), [kg / h] \quad [4-55]$$

Bước 2: Tính sơ bộ lượng hơi thứ bốc ra ở mỗi nồi bằng cách giả thiết mức phân phối lượng hơi thứ bốc ra ở các nồi.

(Gợi ý: Lượng hơi thứ bốc ra ở nồi sau lớn hơn nồi trước;

Tuy nhiên thường có thể bắt đầu từ phân phối đều $W_i = W/n$).

Bước 3: Tính nồng độ cuối của dung dịch trong mỗi nồi theo công thức:

$$x_i = G_d \frac{x_d}{G_d - \sum_{j=1}^i W_j}, \% \quad [4-57]$$

Bước 4: Tính chênh lệch áp suất chung của hệ thống ΔP (là hiệu số giữa áp suất hơi đốt sơ cấp p_1 ở nồi 1 và áp suất hơi thứ trong thiết bị ngưng tụ p_{ng}):

$$\Delta P = p_1 - p_{ng}, [at]$$

Bước 5: Xác định áp suất, nhiệt độ hơi đốt cho mỗi nồi

- Giả thiết phân bố hiệu số áp suất hơi đốt giữa các nồi

$$\Delta P_1 : \Delta P_2 : \dots : \Delta P_n = a_1 : a_2 : \dots : a_n$$

Gợi ý: Hiệu số áp suất nồi trước lớn hơn nồi sau hoặc cũng có thể bắt đầu từ phân phối đều $\Delta P_i = \Delta P/n$.

- Tính áp suất hơi đốt từng nồi: $p_i = p_{i-1} - \Delta p_{i-1}$ [at]
i=2...n

với
$$\Delta p_{i-1} = \frac{\Delta p \times a_{i-1}}{\sum_{j=1}^n a_j}$$
 [at]

- Tra nhiệt độ hơi đốt T_i của từng nồi dựa vào p_i đã tính được ở trên.
- Xác định nhiệt lượng riêng và nhiệt hoá hơi của hơi đốt và hơi thứ theo áp suất p_i và p_i' [3-315]

Bước 6: Tính nhiệt độ và áp suất hơi thứ ra khỏi từng nồi

$$t_i' = T_{i+1} + \Delta_i''' \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Δ_i''' : Tổn thất nhiệt độ do trở lực đường ống : thường chọn $\Delta_i''' = 1 - 1,5^\circ\text{C}$

Tương ứng với nhiệt độ tính được xác định áp suất hơi thứ của mỗi nồi

Lập bảng tổng hợp số liệu 1

Nồi	Hơi đốt				Hơi thứ				x, %
	p, at	T, °C	i, J/kg	r, J/kg	p', at	t', °C	i', J/kg	r', J/kg	
1									

Bước 7: Tính tổn thất nhiệt độ cho từng nồi

- Tính tổn thất nhiệt độ do áp suất thuỷ tĩnh tăng cao Δ_i'' : $\Delta_i'' = t_{si} - t_i'$
 t_{si} : xác định theo áp suất thuỷ tĩnh p_{tbi} ở lớp giữa của khối chất lỏng [3-312]

$$p_{tbi} = p_i' + \left[\left(h_1 + \frac{H}{2} \right) \rho_s \cdot g / 2 \right], [N/m^2] \quad [4-60]$$

H: chiều cao ống truyền nhiệt, [m]

ρ_s : khối lượng riêng của dung dịch khi sôi, [kg/m³] (tra theo nồng độ) [3-36÷47]

Lưu ý việc chọn chiều cao lớp dung dịch h_1 kể từ miệng ống truyền nhiệt đến mặt thoáng dung dịch trong buồng đốt có ý nghĩa kỹ thuật nói chung có ý nghĩa trực tiếp đối với truyền nhiệt nên phải phân tích để lựa chọn.

- Tính tổn thất nhiệt độ do nồng độ Δ_i' : có thể dùng phương pháp Tysenco

$$\Delta_i = f \cdot \Delta_0 = 16,2 \cdot \frac{t_{si}^2}{r_i'} \cdot \Delta_0, [^{\circ}C] \quad [4-59]$$

- Tổn thất nhiệt độ theo nồng độ Δ_0' của dung dịch tra theo [4-61]
- t_{si} : $^{\circ}K$

$$t_{si} = t_i' + \Delta_i' + \Delta_i'' [^{\circ}C]$$

- Tính tổng tổn thất nhiệt độ của hệ thống:

$$\sum_{i=1}^n \Delta = \sum_{i=1}^n \Delta' + \sum_{i=1}^n \Delta'' + \sum_{i=1}^n \Delta''' [^{\circ}C]$$

Bước 8: Tính hiệu số nhiệt độ hữu ích của hệ thống:

$$\sum_{i=1}^n \Delta T_i = T_1 - T_{ng} - \sum_{i=1}^n \Delta \quad [^{\circ}C]$$

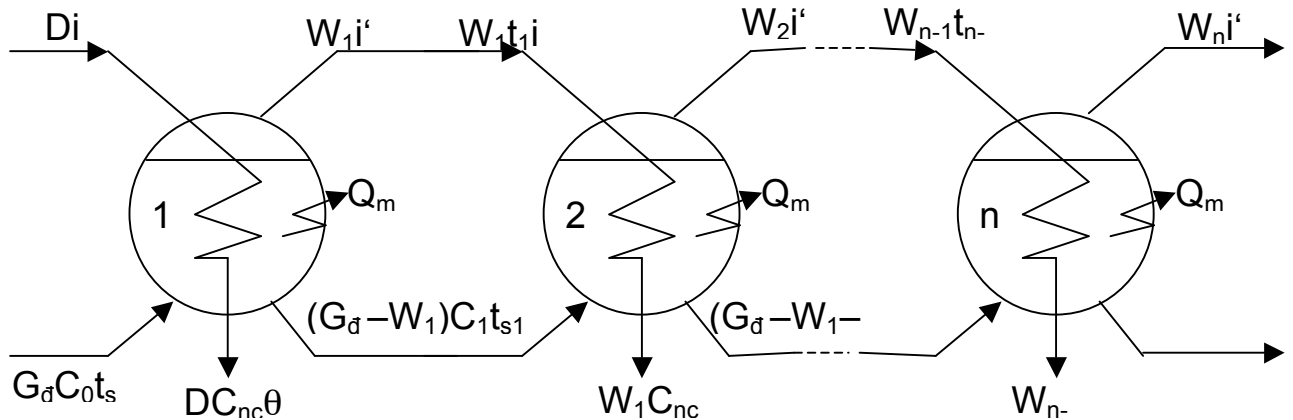
Hiệu số nhiệt độ hữu ích trong mỗi nồi: $\Delta T_i = T_i - t_{si} = T_i - t_i' - \Delta_i' - \Delta_i''$
[$^{\circ}C$]

Lập bảng tổng hợp số liệu 2

Nồi	$\Delta', [^{\circ}C]$	$\Delta'', [^{\circ}C]$	$\Delta''', [^{\circ}C]$	$\Delta T, [^{\circ}C]$	$t_s, [^{\circ}C]$
1					

Bước 9: Thiết lập phương trình cân bằng nhiệt lượng để tính lượng hơi đốt D_i , lượng hơi thứ W_i ở từng nồi.

- Thiết lập sơ đồ:



- Lập hệ phương trình cân bằng nhiệt lượng:

Nồi 1: $Di_1 + G_d C_0 t_{s0} = W_1 i_1' + (G_d - W_1) C_1 t_{s1} + DC_{nc} \theta_1 + Q_{m1}$

Nồi 2: $W_1 i_2 + (G_d - W_1) C_1 t_{s1} = W_2 i_2' + (G_d - W_1 - W_2) C_2 t_{s2} + W_1 C_{nc} \theta_2 + Q_{m2}$

Nồi

3: $W_2 i_3 + (G_d - W_1 - W_2) C_2 t_{s2} = W_3 i_3' + (G_d - W_1 - W_2 - W_3) C_3 t_{s3} + W_2 C_{nc} \theta_3 + Q_{m3}$

...

$$\sum_{i=1}^n W_i = W$$

Trong quá trình tính toán thường lấy lượng nhiệt mất mát bằng 5% lượng nhiệt tiêu tốn để bốc hơi ở từng nồi.

Từ hệ phương trình tính được:

- Lượng hơi đốt vào nồi 1 D
- Lượng hơi thứ và là lượng hơi đốt ở nồi sau W_1, W_2, \dots

Xác định lại tỷ lệ phân phối hơi thứ giữa các nồi trong hệ: $W_1: W_2: W_3:$

...

Lưu ý lượng hơi thứ ra ở mỗi nồi có thể lớn hơn lượng hơi đốt vào ở nồi đó, trừ nồi 1.

Nồi	C, J/kgđộ	C _{nc} , J/kgđộ	θ, °C	W, kg/h		Sai số ε %
				Giả thiết	Tính	
1						

- Nhiệt độ nước ngưng θ lấy bằng nhiệt độ hơi đốt

- Nhiệt dung riêng của nước C_{nc} tra theo nhiệt độ nước ngưng
- Nhiệt dung riêng C_i của dung dịch

Bước 10:

1. Tính hệ số cấp nhiệt α_1 khi ngưng tụ hơi:

- Giả thiết chênh lệch nhiệt độ giữa hơi đốt và thành ống truyền nhiệt nôi 1 là Δt_1 .
- Tùy điều kiện cụ thể mà chọn công thức tính α_1 cho thích hợp.

Tuy nhiên trong các phòng đốt trung tâm, treo hoặc phòng đốt ngoài thẳng đứng ($H < 6m$), hơi ngưng bên ngoài ống, màng nước ngưng chảy dòng thì hệ số cấp nhiệt được tính theo công thức [2-28]

$$\alpha_1 = 2,04 \cdot A \cdot \left(\frac{r}{\Delta t_1 \cdot H} \right)^{0,25} \quad [W/m^2 \text{độ}]$$

Trong đó : - $A = \left(\frac{\rho_{nc}^2 \lambda_{nc}^3}{\mu_{nc}} \right)^{0,25}$ hoặc tra theo nhiệt độ nước ngưng t_m [3-28]

$$t_{mi} = 0,5(t_{ti} + T_i) = T_1 - \Delta t_{1i} / 2, [^{\circ}C]$$

- Ấn nhiệt ngưng r tra theo nhiệt độ hơi đốt T

2. Tính nhiệt tải riêng về phía hơi ngưng tụ :

$$q_{1i} = \alpha_{1i} \cdot \Delta t_{1i}, [W/m^2]$$

Lập bảng số liệu số 4

Nôi	$\Delta t_{1i}, [^{\circ}C]$	$t_m, ^{\circ}C$	A	$\alpha_1, W/m^2 \text{độ}$	$Q_1, W/m^2$
1					

2. Tính hệ số cấp nhiệt α_2 từ bề mặt đốt đến chất lỏng sôi

Tùy thuộc cấu tạo thiết bị, giá trị của nhiệt tải riêng q , áp suất làm việc và chế độ sôi cũng như điều kiện đối lưu của chất lỏng mà chọn công thức tính α_2 cho thích hợp.

Thông thường có thể tính α_2 theo công thức:

$$\alpha_{2i} = 45,3 \cdot p_i^{0,5} \cdot \Delta t_{2i}^{2,33} \cdot \psi_i \quad [\text{W/m}^2\text{độ}]$$

Δt_{2i} : Hiệu số nhiệt độ giữa thành ống truyền nhiệt và dung dịch

$$\Delta t_{2i} = t_{T2i} - t_{ddi} = \Delta T_i - \Delta t_{1i} - \Delta t_{Ti} \quad [^\circ\text{C}]$$

Hiệu số nhiệt độ ở 2 bề mặt thành ống truyền nhiệt : $\Delta t_{Ti} = q_{1i} \cdot \sum r$
[$^\circ\text{C}$]

Tổng nhiệt trở của thành ống truyền nhiệt $\sum r$: $\sum r = r + r_2 + \frac{\delta}{\lambda}$
[$\text{m}^2\text{độ/W}$]

- r_1, r_2 : Nhiệt trở của cặn bẩn ở hai phía của tường , [$\text{m}^2\text{độ/W}$]
- δ : Bề dày ống truyền nhiệt, [m]
- λ : Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu làm ống truyền nhiệt, [W/mđộ]

$$\psi = \left(\frac{\lambda_{dd}}{\lambda_{nc}} \right)^{0,565} \left[\left(\frac{\rho_{dd}}{\rho_{nc}} \right)^2 \left(\frac{C_{dd}}{C_{nc}} \right) \left(\frac{\mu_{nc}}{\mu_{dd}} \right) \right]^{0,435} < 1$$

- Trong cùng điều kiện ψ nội sau nhỏ hơn ψ nội trước.
- λ, ρ, C, μ : lấy theo nhiệt độ sôi của dung dịch.

Lập bảng số liệu 5

Nội	ρ_{dd} , kg/m^3	ρ_{nc} , kg/m^3	M	λ_{dd} , W/mđộ	λ_{nc} , W/mđộ	$\mu_{dd}, \text{Ns/m}^2$	$\mu_{nc}, \text{Ns/m}^2$
1							

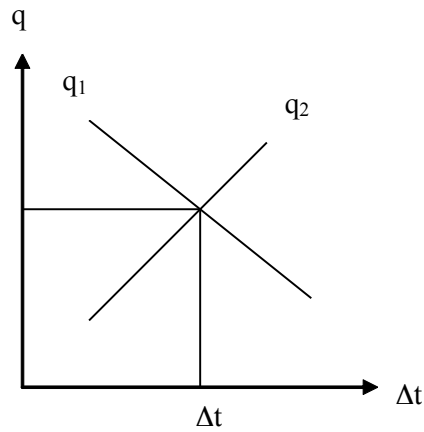
3. Tính nhiệt tải riêng về phía dung dịch

$$q_{2i} = \alpha_{2i} \Delta t_{2i}, [\text{W/m}^2]$$

4. So sánh q_{1i} và q_{2i}

Nếu q_{1i} và q_{2i} chênh lệch nhau không quá 5% thì có thể chấp nhận giả thiết Δt_{1i} và Δt_{2i} ban đầu, nếu lớn hơn 5% thì cần giả thiết lại Δt_{1i} và Δt_{2i} (tính lại từ bước 10).

Lưu ý: Khi $q_{1i} > q_{2i} \rightarrow$ giảm Δt_{1i} ; Khi $q_{1i} < q_{2i} \rightarrow$ tăng Δt_{1i}



Lập bảng số liệu số 6

Nồi	Δt_{2i} , [°C]	ψ	α_1 , W/m ² độ	q_2 , W/m ²
1				

Bước 11

Xác định hệ số truyền nhiệt từng nồi [2,4] để kiểm tra đối chiếu

$$K_i = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{1i}} + r_1 + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + r_2 + \frac{1}{\alpha_2}}, [\text{W/m}^2 \text{độ}]$$

Tuy nhiên nếu tính theo phương pháp phân phối hiệu số nhiệt độ hữu ích theo điều kiện bề mặt truyền nhiệt các nồi bằng nhau và nhỏ nhất thì áp dụng công thức:

$$K_i = \frac{q_{tbi}}{\Delta T_i}, [\text{W/m}^2 \text{độ}]$$

Lượng nhiệt tiêu tốn: $Q_i = \frac{D_i r_i}{3600}, [\text{W}]$

Bước 12: Tính hiệu số nhiệt độ hữu ích cho từng nồi

- Lập tỷ số cho từng nồi : Q_i / K_i
- Tính hiệu số nhiệt độ hữu ích cho từng nồi theo công thức:

$$\Delta T_i^* = \sum_{j=1}^n \Delta T_j \frac{\frac{Q_i}{K_i}}{\sum_{j=1}^n \frac{Q_j}{K_j}}, [^{\circ}\text{C}]$$

Bước 13:

So sánh ΔT_i^* và ΔT_i tính được ban đầu theo giả thiết của phân bố áp suất. Nếu sai số nhỏ hơn 10% (tốt nhất là 5%) thì chấp nhận giả thiết phân phối áp suất, còn nếu lớn hơn thì cần giả thiết lại phân bố áp suất và tính lại từ bước 5.

Lập bảng số liệu số 7

Nồi	K_i , $\text{W/m}^2\text{độ}$	Q_i, W	$\Delta T_i, ^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_i^*, ^{\circ}\text{C}$	Sai số ϵ
1					

Bước 14: Tính bề mặt truyền nhiệt F

Bề mặt truyền nhiệt F có thể tính theo 2 phương thức:

- Theo phương thức bề mặt truyền nhiệt các nồi bằng nhau

$$F_i = \frac{Q_i}{K_i \Delta T_i^*}, [m^2]$$

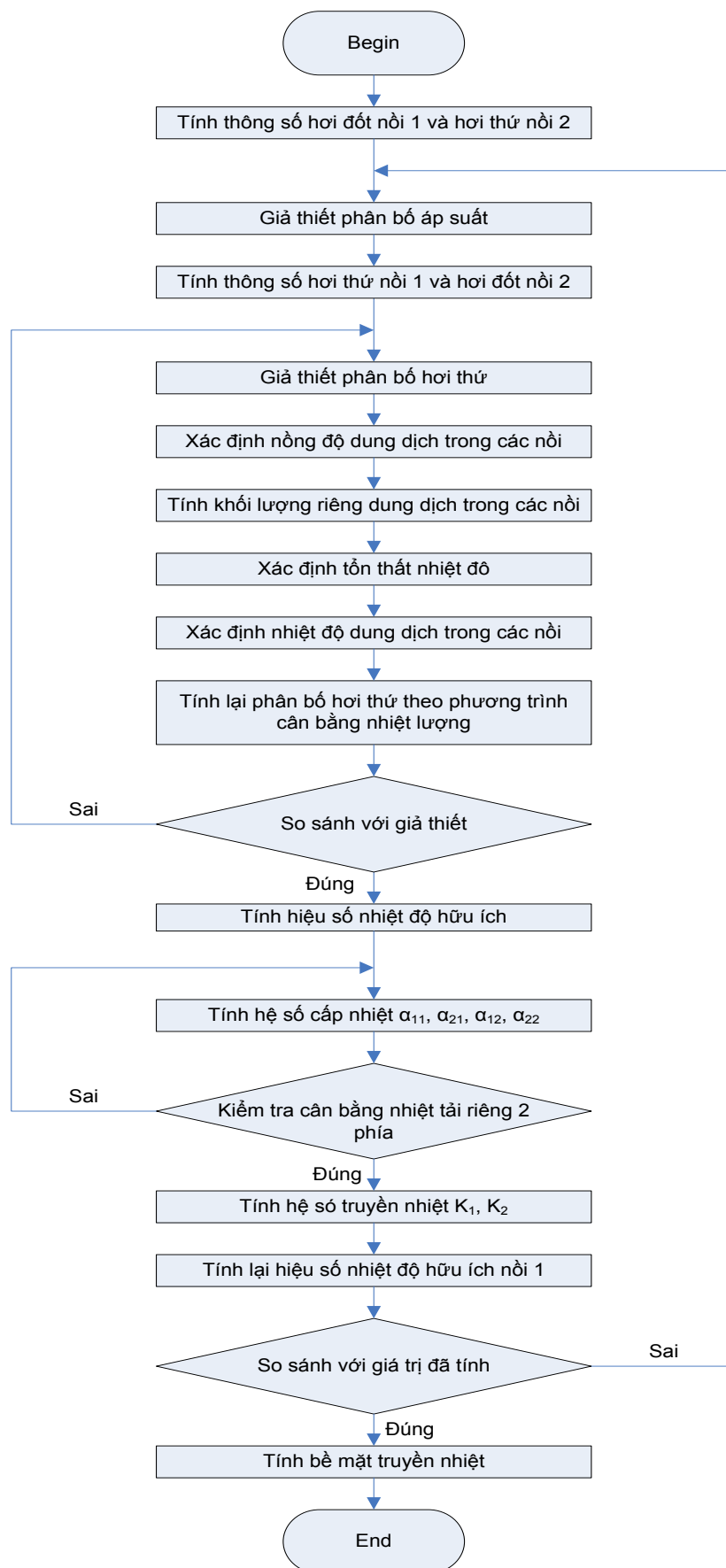
Lưu ý: F_1 và F_2 phải bằng nhau

- Theo phương thức tổng bề mặt truyền nhiệt là nhỏ nhất

$$F_i = \frac{Q_i}{K_i \Delta T_i^*}, [m^2]; \quad \Delta T_i^* = \sum_{j=1}^n \Delta T_j \frac{\sqrt{\frac{Q_i}{K_i}}}{\sum_{j=1}^n \sqrt{\frac{Q_j}{K_j}}}$$

Tuy nhiên nên tính theo phương thức bề mặt truyền nhiệt các nồi bằng nhau.

Sơ đồ khối chương trình máy tính để tính toán hệ thống cô đặc nhiều nồi



2.4. *Tính thiết bị phụ*

2.4.1 Tính thiết bị ngưng tụ Baromet

a) Hệ thống thiết bị

Chọn thiết bị ngưng tụ Baromet (thiết bị ngưng tụ trực tiếp loại khô ngược chiều chân cao).

b) Tính toán hệ thiết bị ngưng tụ

Các số liệu cần biết

- Hơi thứ ở nồi cuối trong hệ thống cô đặc W_n , [kg/h].
- Áp suất ở thiết bị ngưng tụ P_{ng} , [at].
- Các thông số vật lý của hơi thứ ra khỏi nồi cuối của hệ thống.

➤ *Tính lượng nước lạnh G_n cần thiết để ngưng tụ*

$$G_n = \frac{W(i - C_n t_c)}{C_n (t_c - t_d)} W_n \quad [\text{kg/h}] \quad [4, 84]$$

- i : nhiệt lượng riêng của hơi ngưng tụ, J/kg (tra theo áp suất P_{ng})
- t_d, t_c : nhiệt độ đầu và cuối của nước lạnh, [°C]
(tự chọn, thường lấy $t_d = 20 - 30^\circ\text{C}$; $t_c = 45 - 60^\circ\text{C}$)
- C_n : nhiệt dung riêng trung bình của nước, [J/kgđộ]

➤ *Tính đường kính trong D của thiết bị ngưng tụ*

$$D = 0,02305 \sqrt{\frac{W_n}{\rho_h w_h}} \quad [\text{m}] \quad [4-84]$$

- ρ : khối lượng riêng của hơi ngưng, kg/m^3
- w_h : tốc độ hơi trong thiết bị ngưng tụ, kg/s

Tốc độ hơi phụ thuộc vào cách phân phối nước trong thiết bị, tức là theo độ lớn của các tia nước. Khi tính toán có thể lấy vận tốc hơi như sau:

- $w_h = 55 \div 35 \text{ m/s}$ với áp suất làm việc $p_{ng} = 0,1 \div 0,2 \text{ at}$
- $w_h = 35 \div 15 \text{ m/s}$ với áp suất làm việc $p_{ng} = 0,2 \div 0,4 \text{ at}$

➤ *Tính kích thước tấm ngăn*

- Chiều rộng tấm ngăn có dạng hình viên phân b xác định theo:

$$b = d/2 + 50, [\text{mm}]$$

- Đường kính lỗ trên tấm ngăn:
 $d_{lỗ} = 2\text{mm}$ (khi nước làm nguội là nước sạch).
 $d_{lỗ} = 5\text{mm}$ (khi nước làm nguội là nước bẩn).
- Chiều dày tấm ngăn δ : $\delta = 3 \div 5 \text{ mm}$ thường chọn $\delta = 4\text{mm}$.
- Chiều cao gờ cạnh tấm ngăn = 40mm.
- Tổng diện tích bề mặt các lỗ trong toàn bộ mặt cắt ngang của thiết bị ngưng tụ:

$$f = \frac{G_n \cdot 10^{-3}}{3600 \cdot w_c} [\text{m}]$$

- w_c : Tốc độ của tia nước, [m/s]
- $w_c = 0,62\text{m/s}$ khi chiều cao của gờ tấm ngăn = 40mm

- Tính bước lỗ t: lỗ xếp theo hình lục giác đều $t = 0,866d_{lỗ} \left(\frac{f}{f_{tb}} \right)^{0,5}$ [mm]

Chọn $(f/f_{tb}) = 0,025 \div 1$ tùy theo nước sạch hay bẩn

➤ *Tính chiều cao thiết bị ngưng tụ*

Chiều cao thiết bị ngưng tụ phụ thuộc mức độ đun nóng.

Xác định mức độ đun nóng nước $\beta = \frac{t_c - t_d}{t_{bh} - t_d}$

- Tra số bậc, số ngăn, khoảng cách giữa các ngăn theo β (nên đưa vào một bảng số liệu).
- Xác định chiều cao hữu ích của thiết bị ngưng tụ. Lưu ý khoảng cách giữa các ngăn nên giảm dần theo hướng từ dưới lên trên khoảng chừng 50mm cho mỗi ngăn.

➤ *Tính kích thước ống baromet*

- Tính kích thước ống barômet: $d = \sqrt{\frac{0,004(G_n + W_n)}{3600 \cdot 3.14 \cdot w}}$

w : tốc độ của hỗn hợp nước và chất lỏng đã ngưng chảy trong ống barômet,

m/s; thường lấy $w = 0,5-0,6\text{m/s}$.

- Xác định chiều cao ống barômet

$$H = h_1 + h_2 + 0,5 \quad [\text{m}]$$

- h_1 : chiều cao cột nước trong ống barômet: $h_1 = 10,33 \frac{p_{ck}}{760}$

[m]

- Độ chân không trong thiết bị ngưng tụ $p_{ck} = 760 - 735,6.p_{ng}$,
[mmHg]

- h_2 : chiều cao cột nước trong ống barômet để khắc phục toàn bộ trở lực khi nước chảy trong ống

$$h_2 = \frac{w^2}{2g} \left(2,5 + \lambda \frac{H}{d} \right) [\text{m}]$$

λ : hệ số ma sát khi nước chảy trong ống, được tính theo công thức của Braziut: $\lambda = \frac{0,3164}{\text{Re}^{0,25}}$

Cần chiều cao dự trữ 0,5m để ngăn nước dâng lên trong ống và chảy tràn vào đường ống dẫn hơi khi áp suất khí quyển tăng.

Quá trình ngưng tụ tiến hành ở áp suất thấp : 0,1 – 0,2at.

➤ *Tính lượng hơi và khí không ngưng*

- Lượng không khí cần hút tính theo:

$$G_{kk} = 0,000025W_n + 0,000025G_n + 0,01W_n \quad [\text{kg/h}]$$

- W_n : lượng hơi vào thiết bị ngưng tụ, [kg/s]

- Thể tích không khí cần hút ra khỏi thiết bị ngưng tụ:

$$V_{kk} = \frac{288.G_{kk} \cdot (273 + t_k)}{3600(p_{ng} - p_h)} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

- $t_{kk} = t_d + 4 + 0,1(t_c - t_d)$, °C đối với thiết bị ngưng tụ trực tiếp loại khô

- $t_{kk} = t_{2d}$, °C đối với thiết bị ngưng tụ gián tiếp

- $t_{kk} = t_{2c}$, °C đối với thiết bị ngưng tụ trực tiếp

- p_h : áp suất riêng phần của hơi nước trong hỗn hợp, [N/m²] p_h tra theo t_{kk} .

2.4.2 Tính toán bơm chân không

Công suất của bơm được tính theo công thức:

$$N_b = \frac{L}{1000\eta} = \frac{m}{m-1} \times \frac{p_k V_{kk}}{1000\eta} \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{m-1}{m}} - 1 \right] \quad [\text{kW}]$$

- m: chỉ số đa biến, thường lấy m = 1,2- 1,62
- $p_k = p_{ng} - p_h$, $[\text{N/m}^2]$
- $p_1 = p_{ng}$, $[\text{N/m}^2]$
- $p_2 = \text{áp suất khí quyển}$, $[\text{N/m}^2]$
- η : hiệu suất, thường lấy $\eta = 0,6 - 0,75$.

Dựa vào N_b mà chọn bơm theo qui chuẩn [3,513].

2.5 Tính toán cơ khí

I. Buồng đốt

- Tính số ống trong buồng đốt

$$n = \frac{F}{\pi \cdot d \cdot l}$$

Trong đó: F: tổng bề mặt đốt, $[\text{m}^2]$ (lấy giá trị đã qui chuẩn theo [4,80])

l: chiều dài ống tham gia vào quá trình truyền nhiệt, [m]

d: đường kính của ống truyền nhiệt, [m]

$$d = d_{tb} \text{ nếu } \alpha_1 \approx \alpha_2$$

$$d = d_{ng} \text{ nếu } \alpha_1 < \alpha_2$$

$$d = d_{tr} \text{ nếu } \alpha_1 > \alpha_2$$

Chọn và xếp ống theo qui chuẩn [4,48].

- Đối với ống tuần hoàn trung tâm thì lấy bề mặt của ống tuần hoàn trung tâm bằng 25 – 35% tổng bề mặt tiết diện ống truyền nhiệt.
- Với thiết bị loại phòng đốt trong tuần hoàn ngoài và phòng đốt ngoài, cách xếp ống coi như một thiết bị trao đổi nhiệt ống chùm thông thường.
- Với thiết bị loại phòng đốt treo cũng có thể lấy như vậy với tổng tiết diện hình vành khăn tuần hoàn xung quanh.
- Tính đường kính trong buồng đốt
 - Đối với thiết bị phòng đốt ngoài và tuần hoàn ngoài tính như ở thiết bị đun nóng [4,49].

Sau đó chọn D_{tr} theo qui chuẩn.

- Đối với thiết bị ống tuần hoàn trung tâm:

$$D_{tr} = \sqrt{\frac{0,4 \cdot \beta^2 \cdot d_n \cdot \sin \alpha \cdot F}{\psi \cdot l}} + (d_{th} + 2\beta d_n)^2 \quad [m] \quad [4-74]$$

- Đối với thiết bị phòng đốt treo: $D_{noi} = D_{dot} + D_{vk}$

Tính đường kính ống đốt D_{dot} $D_{dot} = t(b-1) + 4d$

Tính D_{vk} theo $S = 25-35\% \cdot f$ với $f = \pi d^2 n / 4$ (n đã chọn theo qui chuẩn).

- Tính chiều dày phòng đốt

Với thiết bị vỏ mỏng $S = \frac{D_{tr} p_b}{2\sigma_b \varphi - p_b} + c \quad [m] \quad [4-$

Lưu ý: Khi $[\sigma] \cdot \varphi / p \geq 50$ thì có thể bỏ qua p ở mẫu số

Trong đó: p_b : áp suất làm việc (áp suất trong thiết bị),
N/m².

- *Môi trường thể khí:* $p_b = p_{mt}$
- *Môi trường khí lỏng:* $p_b = p_{mt}$

σ_b : ứng suất cho phép

- Tính chiều dày lưới đỡ ống

Chiều dày lưới đỡ ống phải đảm bảo các yêu cầu sau đây:

1. *Giữ chặt ống sau khi nung, bền*
2. *Giữ nguyên hình dạng của mạng khi khoan, khi nung cũng như sau khi nung ống*
3. *Bền dưới tác dụng của các loại ứng suất*
4. *Chịu ăn mòn tốt.*

Để thỏa mãn yêu cầu 1: chiều dày S' tối thiểu của mạng ống là:

- $S' \approx 10\text{mm}$ nếu $d_n = 38\text{mm}$
- $S' = d_n / 8 + 5\text{mm}$ nếu $d_n \approx 38 \div 100 \text{ mm}$

Để thỏa mãn cả yêu cầu 4 thì $S = S' + C$

Để thỏa mãn yêu cầu 2 cần bảo đảm tiết diện dọc giới hạn bởi ống là:

$$f = S \cdot (t - d_n) \geq f_{\min} = 4.4d_n + 12, [mm^2]$$

Để thỏa mãn yêu cầu 3 ta tiến hành kiểm tra mạng ống theo uốn:

$$\sigma'_u = \frac{P_b}{3.6 \left(1 - 0.7 \frac{d_n}{l}\right) \left(\frac{S}{l}\right)^2} \leq \sigma_u = 1.4 \sigma_b$$

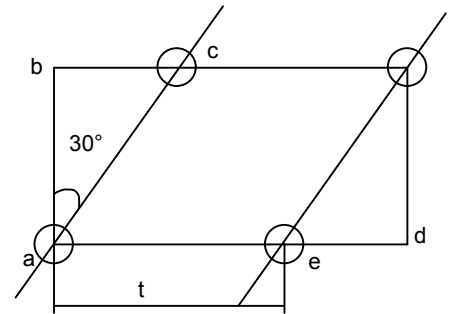
Trong đó:

- p_b : áp suất làm việc, N/m^2
- d_n : đường kính ngoài ống truyền nhiệt, m

$$l = \frac{\bar{a}b + \bar{a}d}{2}$$

Nhìn vào hình vẽ ta có: $ab = t \cdot \cos 30^\circ$

$$ad = t + ed = t + t \sin 30^\circ = t(1 + \sin 30^\circ)$$



5. Tính chiều dày đáy lòai phòng đốt [4-372]

$$S = \frac{D_{tr} \cdot p}{3.8 \sigma_{bk} k \varphi_h - p} \times \frac{D_{tr}}{2h_b} + C, [m]$$

Điều kiện: $k/0.6 < D_{tr}/2h_b \leq 2.5$

Trong đó:

- h_b : chiều cao phần lòai của đáy
- φ_h : hệ số bền của mối hàn hướng tâm
- k : hệ số bền của đáy được tính theo: $k = 1 - d/D_{tr}$
 - Khi đáy có 1 lỗ: nếu lỗ tròn thì d = đường kính lỗ; nếu không phải lỗ tròn thì d = đường kính tương đương lớn nhất
 - Khi đáy có nhiều lỗ thì $d = \sum d_i$
 - Khi đáy không khoét lỗ hay có lỗ được tăng cứng hoàn toàn:
 $k = 1$
- C : lượng dư, m
- $D_{tr}/2h_b$: hệ số hình học, theo kinh nghiệm thường lấy ≈ 2 .

5. Tra bích để lắp đáy và thân, số bulong cần thiết để lắp ghép bích đáy:
→ dựa theo D_{tr} và p để tra.

II. Buồng bốc hơi (tạo không gian hơi và khả năng thu hồi bọt)

1. Tính thể tích phòng bốc hơi [4-66]

$$V = \frac{W}{\rho_h \cdot U_{tt}}, m^3$$

- W : lượng hơi thứ bốc lên trong thiết bị, kg/h
- ρ_h : khối lượng riêng của hơi thứ, kg/m³
- U_{tt} : cường độ bốc hơi thể tích cho phép của khoảng không gian hơi, m³/m³h

Ở áp suất $p_h = 1$ at lấy gần đúng $U_{tt(1at)} = 1600 \div 1700$ m³/m³h

Khi $p_h \neq 1$ at thì $U_{tt} = f \cdot U_{tt(1at)}$, m³/m³h

f : hệ số hiệu chỉnh xác định theo đồ thị

với thiết bị phòng đốt ngoài xác định U_{tt} theo đồ thị.

Thực tế để giảm sự dao động áp suất làm việc trong thiết bị cần khống chế hợp lý sao cho trong buồng bốc và trong buồng đốt có thể tích chất lỏng là nhỏ nhất.

2. Tính chiều cao phòng bay hơi [4-67]

$$H = \frac{4V}{\pi \cdot D_{tr.b.b}^2}, m$$

- $D_{tr.b.b.}$: đường kính trong buồng bốc, được chọn dựa vào đường kính trong buồng đốt, m

Chú ý: Trong thực tế chiều cao của khoảng không gian hơi H không nhỏ hơn 1,5m, khi làm bay hơi những dung dịch tạo bọt mạnh thì chọn $H = 2,5 \div 3m$.

3. Tính chiều dày phòng bốc: như tính chiều dày phòng đốt

4. Tính chiều dày nắp buồng bốc: như tính chiều dày này nắp phòng đốt
5. Tra bích để lắp đáy và thân, số bulông cần thiết để ghép bích đáy
 → Dựa theo $D_{tr.b.b}$ và p để tra.

III. Tính một số chi tiết khác

1. Tính đường kính các ống nối dẫn hơi và dung dịch vào và ra thiết bị [4-69]

$$d_{tr} = \sqrt{\frac{V}{3600 \times 0.785 \times w}}, m$$

Trong đó:

- V: lưu lượng hơi hoặc lỏng chảy trong ống, m³/h
- w: vận tốc thích hợp của hơi hoặc lỏng đi trong ống, m³/h. Thường chọn vận tốc như sau:
 - Chất lỏng ít nhớt: $w = 1 \div 2$ m/s
 - Chất lỏng nhớt: $w = 0.5 \div 1$ m/s
 - Khí (hơi) ở áp suất thường : $w = 10 \div 20$ m/s
 - Hơi nước bão hoà: $w = 20 \div 40$ m/s
 - Hơi quá nhiệt: $w = 30 \div 50$ m/s

Cụ thể cần tính các ống dẫn chính sau đây:

- Ống dẫn hơi đốt vào
- Ống dẫn dung dịch vào
- Ống dẫn hơi thứ ra
- Ống dẫn dung dịch ra
- Ống tháo nước ngưng

Lưu ý ở từng nồi và số nồi của hệ thống để tính kích thước các ống đúng vị trí.

2. Tính và chọn tải treo

Tính khối lượng nồi khi thử thủy lực

$$G_{tl} = G_{nk} + G_{nd}$$

- G_{nk} : khối lượng nồi không, [N]
- G_{nd} : Khối lượng nước được đổ đầy trong nồi, [N]

Chọn số tai treo

Tính lực một tai treo phải chịu (chia đều số tai treo).

Tra tai treo theo quy chuẩn.

3. Chọn kính quan sát

Dựa vào áp suất làm việc để chọn. Nếu áp suất làm việc $< 6at$ thì có thể chọn theo quy chuẩn.

Chọn vật liệu.

Chọn bích lắp, số bu lông.

4. Tính bề dày lớp cách nhiệt [4-40]

$$\delta = 2.8 \frac{d_2^{1.2} \cdot \lambda^{1.35} t_{t2}^{1.3}}{q_l^{1.5}}, [mm]$$

Trong đó:

- d_2 : đường kính ngoài của thiết bị, mm
- λ : hệ số dẫn nhiệt của chất cách nhiệt, W/mđộ
- t : nhiệt độ dung dịch (hoặc hơi bão hoà), °C
- q_l : nhiệt tổn thất tính theo một mét chiều dài của thiết bị, W/m

2. **Bản vẽ**

Thể hiện buồng bốc với các cơ cấu phân ly trên đỉnh và trong buồng, cửa quan sát, buồng đốt cùng ống tuần hoàn chất lỏng, cửa đưa dung dịch vào và ra, lấy nước ngưng, thải khí không ngưng, lớp cách nhiệt, giá đỡ, tai treo.

Xem tham khảo một số bản vẽ mẫu phần phụ lục.

CHUYỂN ĐỔI ĐƠN VỊ HAY GẶP

- a. $N = \text{kgm/s}^2$
- b. $1 \text{ Nm} = 1 \text{ jun (J)} = 1 \text{ Ws} = 4,1868 \text{ cal}$
- c. $1 \text{ Nm/s} = 1 \text{ W}$
- d. $1 \text{ kcal} = 4185 \text{ Nm}$
- e. $1 \text{ Ns/m}^2 = 10 \text{ P}$
- f. $1 \text{ at} = 9,81 \text{ N/cm}^2 = 10 \text{ mH}_2\text{O} = 735 \text{ mmHg} = 735,6 \text{ tor}$

CÁC SỐ LIỆU CHỌN

- $d = 0,032 \text{ m}; \quad \delta = 0,002 \text{ m}; \quad \lambda = 46$
- $r_1 = 0,232 \cdot 10^{-3}$
- $r_2 = 0,387 \cdot 10^{-3} \text{ (KNO}_3, \text{ NH}_4\text{NO}_3, \text{ NaOH)}$
- $r_2 = 0,966 \cdot 10^{-3} \text{ (CaCl}_2\text{)}$
- $r_2 = 0,387 \cdot 10^{-3} \text{ (NaCl)}$

KHỐI LƯỢNG PHÂN TỬ VÀ NHIỆT DUNG RIÊNG (KIỂM TRA KHI TÍNH)

- KNO_3 : $m_1 = 101; \quad C_{nc}: 1013,86$
- NaOH : $m_1 = 40; \quad C_{nc}: 1310,75$
- CaCl_2 : $m_1 = 111; \quad C_{nc}: 702,7$
- NaCl : $m_1 = 58,5; \quad C_{nc}: 888,9$
- NH_4NO_3 : $m_1 = 80; \quad C_{nc}: 1761,5$

MỘT SỐ SỐ LIỆU DÙNG ĐỂ TRA CỨU

1. Tra giá trị Δ^0 , tổn thất nhiệt độ do nồng độ tăng cao

Nồng độ	KNO ₃	NaOH	CaCl ₂	NaCl	NH ₄ NO ₃
5	0.45	1	0.5	0.9	0.2
10	0.9	2.8	1.5	1.9	1.35
15	1.4	5	2.75	3.25	2.5
20	2	8.2	4.5	4.85	3.65
25	2.52	12.2	7	7.5	4.8
30	3.2	17	10.5	10.9	3.95
35	3.85	22	14.25	14	5.1
40	4.52	28	19	18.5	6.25

2. Tra khối lượng riêng của dung dịch NaOH theo nồng độ và nhiệt độ

C / t (°C)	0	15	20	40	60	80	100
4	1055.1	1044.41	1042.8	1035.2	1025.4	1013.9	1000.9
8	1097.2	1088.9	1086.9	1078	1067.6	1056	1043.2
12	1145.5	1133.3	1130.9	1121	1110.1	1098.3	1085.5
16	1190.3	1177.6	1175.1	1164.5	1153.1	1140.8	1127.7
20	1231.1	1221.8	1219.1	1207.9	1196	1183.3	1170
24	1276.9	1265.8	1262.9	1251.2	1238.8	1225.9	1212.4
28	1315.6	1309.4	1306.4	1294.2	1281.4	1268.2	1254.6
32	1365.1	1352	1349	1336.2	1333.2	1309.7	1296
36	1412	1393.3	1390	1376.8	1363.4	1349.8	1336
40	1445.2	1433.4	1430	1416.4	1402.7	1388.9	1375

3. Tra độ nhớt μ của dung dịch NaOH

C / t(°C)	0	10	20	30	40	60	80
5	0.0021	0.0016	0.0013	0.00105	0.00085	0.00067	0.0006
10	0.0031	0.00235	0.00186	0.00145	0.00116	0.00091	0.0007
15	0.00278	0.0021	0.00278	0.0021	0.00165	0.0011	0.00095
20	0.0073	0.0058	0.00448	0.0033	0.00248	0.00163	0.00127
25	0.0125	0.00992	0.00742	0.00525	0.00386	0.00248	0.00206
30	0.02	0.015	0.012	0.0085	0.006	0.0057	0.0048
35	0.03	0.024	0.018	0.013	0.009	0.0075	0.0055