

PHẦN I: TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ PHƯƠNG PHÁP CHUNG LUYỆN

1.1. Chung luyện là gì?

Chung luyện là phương pháp tách hỗn hợp chất lỏng cũng như các chất khí đã hóa lỏng thành những cấu tử riêng biệt, tinh khiết bằng cách đun sôi hỗn hợp đầu ở cùng nhiệt độ. Dựa vào độ bay hơi khác nhau của các cấu tử trong hỗn hợp thì các cấu tử dễ bay hơi được tách ở đỉnh tháp, cấu tử khó bay hơi được tách ở đáy tháp.

1.2. Các phương pháp chung luyện

1.2.1. Phân loại theo áp suất

- Chung luyện ở áp suất chân không: được tiến hành ở hệ lỏng có nhiệt độ sôi cao vì chúng dễ bị phân hủy ở nhiệt độ cao.
- Chung luyện ở áp suất thường: dùng để tách hệ lỏng có nhiệt độ sôi bình thường.
- Chung luyện ở áp suất cao: dùng để tách hệ lỏng có nhiệt độ sôi thấp.

1.2.2. Theo nguyên lý làm việc

- Chung luyện liên tục: thực hiện liên tục nghịch dòng và nhiều đoạn.
- Chung luyện gián đoạn: tách sơ bộ hỗn hợp lỏng khi nhiệt độ sôi của các cấu tử cách xa nhau, không cần độ tinh khiết cao.

1.3. Nguyên tắc chung luyện

- Với hỗn hợp chung luyện, chúng đều là những cấu tử bay hơi, có nhiệt độ sôi khác nhau.
- Để đánh giá khả năng bay hơi của các cấu tử ta dựa vào tính chất vật lý là độ bay hơi.
- Quá trình tiếp xúc lỏng hơi càng nhiều thì hiệu quả tách càng cao.
- Quá trình chung luyện được tiến hành trong các thiết bị loại tháp đĩa, tháp chóp, tháp đệm. Tháp chung luyện gồm nhiều đĩa, trên mỗi đĩa xảy ra quá trình chuyển khối giữa pha lỏng và hơi. Hỗn hợp đi vào giữa thân tháp chung luyện. Nhờ các đĩa tiếp liệu trong tháp nên hơi sẽ đi từ đĩa phía dưới lên trên và tiếp xúc với lỏng đi từ trên xuống. Nhiệt độ và nồng độ các cấu tử thay đổi theo chiều cao của tháp.

Cầu tử có nhiệt độ sôi cao bị ngưng tụ lại và được tách ở đáy tháp còn các cầu tử có nhiệt độ sôi thấp sẽ nhận nhiệt tỏa ra từ quá trình ngưng tụ của các cầu tử có nhiệt độ sôi cao và bay hơi lên phía trên và được tách ở đỉnh tháp. Vì vậy khi lặp lại nhiều lần bốc hơi và ngưng tụ thì pha hơi sẽ giàu cầu tử dễ bay hơi, còn trong pha lỏng sẽ giàu cầu tử khó bay hơi.

- Nước ngưng của các thiết bị gia nhiệt được tháo qua thiết bị tháo nước ngưng (13). Thiết bị làm việc liên tục và hỗn hợp đi vào và sản phẩm đi ra ở đáy tháp và đỉnh tháp cũng được liên tục.

1.4. Sơ đồ tháp chóp

1.4.1. Phần sơ đồ vẽ trên giấy A3 (hình 1.4.1)

1.4.2. Thiết bị chưng cất

Trong sản xuất người ta dùng nhiều phương pháp khác nhau để chưng cất. Tuy nhiên yêu cầu chung của các loại tháp là có diện tích tiếp xúc pha lớn. Điều này phụ thuộc vào mức độ phân tán của cầu tử này vào cầu tử kia. Nếu pha khí phân tán vào pha lỏng ta có loại tháp mâm. Nếu pha lỏng phân tán vào pha khí ta có tháp chêm, tháp phun...

- Tháp mâm: thân tháp hình trụ, thẳng đứng phía trong có gắn các mâm có cấu tạo khác nhau, pha lỏng và hơi tiếp xúc nhau, tùy theo cấu tạo đĩa ta có loại tháp:
 - + Tháp mâm chóp (tháp chóp): trên mâm bố trí các chóp dạng tròn, xupap, chữ S...
 - + Tháp mâm xuyên lỗ (tháp đĩa): trên mâm có nhiều lỗ hay rãnh
- Tháp chêm (tháp đệm): tháp hình trụ, gồm nhiều bậc nối với nhau bằng mặt bích hay hàn. Vật chêm cho vào tháp theo phương pháp ngẫu nhiên hay xếp thứ tự.

* Ưu nhược điểm của một số loại tháp chưng luyện:

	Tháp chóp	Tháp đệm	Tháp đĩa
Ưu điểm	<ul style="list-style-type: none"> - Sản phẩm tách có độ tinh khiết cao - Bề mặt tiếp xúc pha tương đối lớn - Trở lực không cao - Dễ kiểm soát quá trình 	<ul style="list-style-type: none"> - Cấu tạo đơn giản - Trở lực thấp - Làm việc với chất lỏng bẩn 	<ul style="list-style-type: none"> - Trở lực tương đối thấp - Hiệu suất khá cao
Nhược điểm	<ul style="list-style-type: none"> - Tiếp xúc pha không liên tục - Cấu tạo tháp phức tạp 	<ul style="list-style-type: none"> - Hiệu suất truyền khối thấp - Độ ổn định không cao, khó vận hành - Khó tăng năng suất - Thiết bị khá nặng nề 	<ul style="list-style-type: none"> - Không làm việc với chất lỏng bẩn - Kết cấu tháp phức tạp

➤ Vậy đề tài của em lựa chọn tháp chưng luyện là tháp chóp.

1.5. Nguyên tắc hoạt động của tháp chóp

- Hỗn hợp sau khi gia nhiệt đến nhiệt độ điểm sôi sẽ đi vào tháp. Lỏng sẽ đi từ trên xuống tiếp xúc trực tiếp với hơi đi từ dưới lên qua các đĩa tiếp liệu trong tháp và phân thành hai pha:
 - + Pha hơi ở đỉnh tháp: Cầu tử có nhiệt độ sôi thấp, dễ bay hơi là cầu tử nhẹ sẽ đi từ dưới lên qua từng đĩa tiếp liệu trong tháp và tiếp xúc với lỏng đi từ trên xuống. Nhiệt độ và nồng độ cầu tử thay đổi theo chiều cao của tháp. Khi đó ở đỉnh tháp ta thu được pha hơi chủ yếu là cầu tử dễ bay hơi tinh khiết và một ít cầu tử khó bay hơi.
 - + Pha lỏng ở đáy tháp: Cầu tử có nhiệt độ sôi cao, khó bay hơi là cầu tử nặng. Khi hơi của các cầu tử đi qua từng đĩa tiếp liệu trong tháp và tiếp xúc với lỏng đi từ trên xuống thì những cầu tử có nhiệt độ sôi cao sẽ bị ngưng tụ và chảy xuống phía đáy tháp. Cuối cùng ta sẽ thu được pha lỏng chủ yếu là cầu tử khó bay hơi tinh khiết và một ít cầu tử dễ bay hơi.
- Đáy tháp luôn được gia nhiệt nhẹ để đun nóng dòng hồi lưu lại tháp.

CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN VỀ HÓA CHẤT

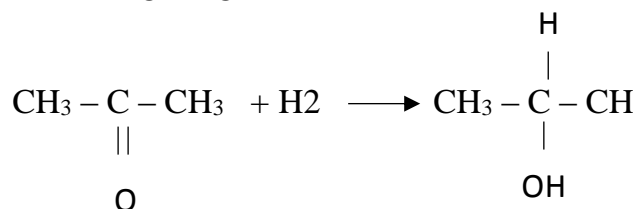
2.1 Giới thiệu về Axeton

2.1.1. Tính chất vật lý

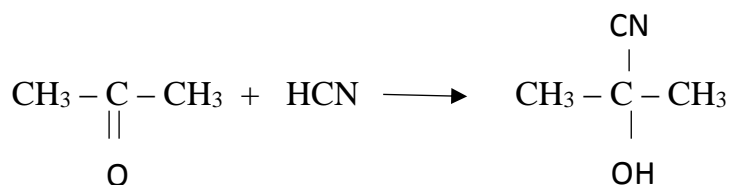
- Axeton là chất lỏng trong suốt không màu, bay hơi nhanh có mùi ghét
- Sôi ở nhiệt độ thấp, tốc độ bay hơi và khả năng hòa tan cao
- Axeton hòa tan trong nước, các dung môi hydrocacbon, và hầu hết các dung môi hữu cơ
- Ngoài ra nó còn hòa tan tốt với mỡ động vật
- Nhiệt độ sôi : $t_s = 56,1$
- Đông đặc ở nhiệt độ : $- 95,5^\circ\text{C}$
- Có tỉ trọng : $d^{20} = 0,792$
- Nhiệt dung riêng : $C_p = 22\text{kcal/mol}$

2.1.2. Tính chất hóa học

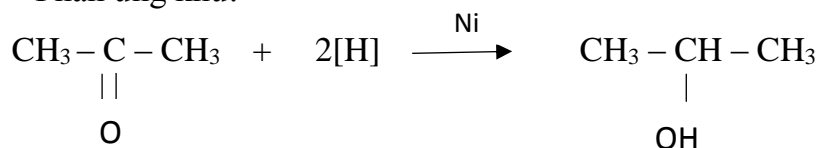
- Axeton có công thức phân tử là CH_3COCH_3 , $M = 58$
- Phản ứng cộng H_2 :



- Phản ứng cộng hidroxianua (HCN):



- Phản ứng khử:

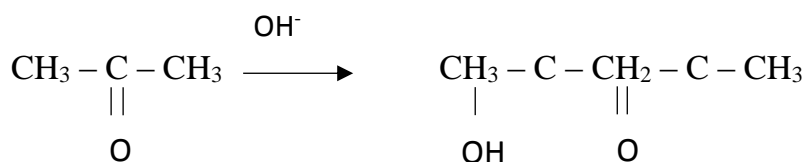


- Phản ứng oxy hóa:

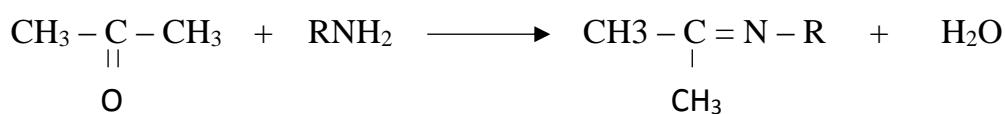
Khác với andehit, axeton không bị oxy hóa bởi dung dịch AgNO_3 , $\text{Cu}(\text{OH})_2$ trong môi trường kiềm. Khi gặp chất oxy hóa mạnh ($\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$, $\text{K}_2\text{CrO}_7/\text{H}_2\text{SO}_4, \dots$) thì axeton bị gãy mạch C cạnh nhóm cacbonnyl tạo axit hữu cơ.

- Phản ứng thế:

Phản ứng thế tạo liên kết $\text{C}=\text{C}$ (phản ứng ancol hóa): Khi có mặt xúc tác là bazơ, phân tử axeton có thể tác dụng với phân tử khác có nhóm $-\text{CH}_2-$ linh động ($-\text{CH}_2-$ bên cạnh nhóm hút e như $\text{C}=\text{O}$, NO_2, \dots).

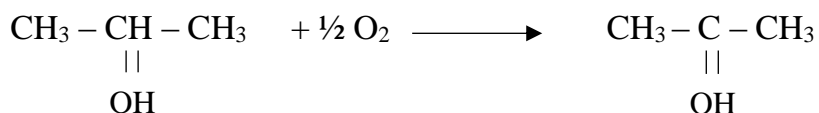


+ Phản ứng thế tạo liên kết $\text{C}=\text{N}$:

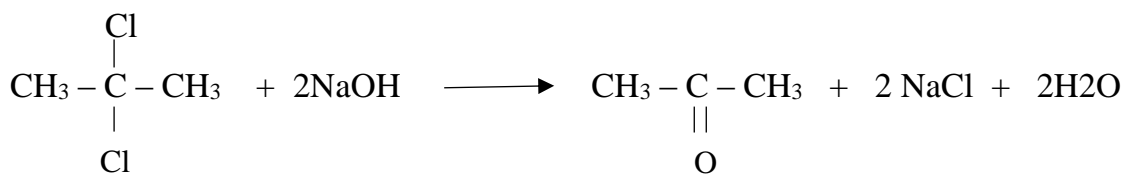


2.1.3. Điều chế

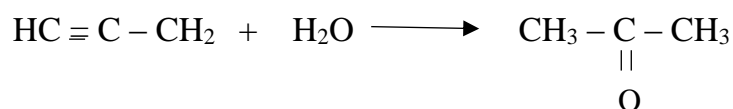
- Từ ancol: Oxy hóa không hoàn toàn ancol bậc 2 thu được xeton:



- Thủy phân 2,2 - diclo propan:



- Hidrat hóa metyl axetilen:



- Từ hidrocarbon: Oxy hóa không hoàn toàn cumen thu được axeton và phenol

2.1.4. Ứng dụng

- Axeton có khả năng hòa tan nhiều chất hữu cơ và cũng dễ dàng được giải phóng ra khỏi các dung dịch đó (do nhiệt độ sôi thấp) nên được dùng làm dung môi trong sản xuất nhiều loại hóa chất, kể cả một số polime.
- Axeton còn dùng làm dung môi để tổng hợp ra nhiều chất hữu cơ quan trọng khác như clorofom, iđofom, bisphenol-A.....

2.2. Giới thiệu về Axit axetic

Axit axetic được sử dụng trong một số chế phẩm y tế tại chỗ, bao gồm cả diệt mụn cóc, trong giảm đau, làm long đờm, dầu xoa bóp và làm se. Nó được sử dụng trong sản xuất của một số hợp chất hóa học, chất dẻo, dược phẩm, thuốc nhuộm, thuốc trừ sâu, hóa chất chụp ảnh, vitamin, kháng sinh, mỹ phẩm và các loại hormone. Nó được sử dụng như là một chất kháng khuẩn, chất làm đông mủ cao su và dầu. Nó được sử dụng trong in dệt, làm chất bảo quản trong thực phẩm và làm dung môi cho nướu răng, nhựa và các loại dầu dễ bay hơi.

Chi tiết chất

- Tên chất: Axit axetic
- Công thức phân tử: $C_2H_4O_2$
- Từ đồng nghĩa: axit Ethanoic, giấm, axit ethylic, axit dấm, axit methanecarboxylic, axit axetic, axit ethanoic băng.

Tính chất vật lý

- Axit axetic là một chất lỏng không màu; nó là chất dễ cháy, và ở nhiệt độ ẩm hơn $39^\circ C$. Axit axetic được coi là một hợp chất hữu cơ dễ bay hơi của các chất ô nhiễm.
- Trọng lượng riêng: $1,049 @ 25^\circ C$
- Điểm nóng chảy: $16,7^\circ C$
- Điểm sôi: $118^\circ C$
- Hơi áp suất: $1,5 \text{ kPa} @ 20^\circ C$

Tính chất hóa học

- Axit axetic là hút ẩm, có nghĩa là nó có xu hướng hấp thụ độ ẩm. Nó pha trộn với rượu ethyl, glycerol, ether, carbon tetrachloride và nước và phản ứng với oxy hóa và các căn cứ. Axit axetic đậm đặc ăn mòn và tấn công nhiều kim loại tạo thành các chất khí dễ cháy hoặc nổ. Nó cũng có thể tấn công một số hình thức nhựa, cao su và chất phủ.

Miêu tả

- Hít axit acetic gây kích ứng mũi, cổ họng và phổi. Nó là một chất có tính ăn mòn, nơi hít hơi tập trung có thể gây ra thiệt hại nghiêm trọng cho các lớp lót của các cơ quan này và sau đó, có thể dẫn đến khó thở.

- Nuốt phải chất này có thể gây ăn mòn nghiêm trọng của miệng và đường tiêu hóa, dẫn đến nôn mửa, tiêu chảy, trụy tuần hoàn, suy thận và tử vong.

- Tiếp xúc qua da với gây tổn thương da, chỉ là đau, tấy đỏ và mụn nước. Bỏng độ thứ hai có thể được hình thành sau một vài phút tiếp xúc. Mẫn cảm da là hậu quả hiếm khi tiếp xúc.

- Axit axetic có thể nhập vào cơ thể do hít phải hơi hoặc tiếp xúc của hơi cho đôi mắt. Việc tiếp xúc cũng có thể do ăn hoặc uống thực phẩm có chứa axit acetic hoặc tiếp xúc với da.

PHẦN II: TÍNH CÔNG NGHỆ THIẾT BỊ CHUNG LUYỆN

CHƯƠNG 1: TÍNH CÂN BẰNG VẬT LIỆU

Gọi: N_F, N_p, N_w : lần lượt là lưu lượng mol hỗn hợp đầu, đỉnh, đáy.

G_F, G_p, G_w : lần lượt là lưu lượng khối lượng hỗn hợp đầu, đỉnh, đáy.

x_F, x_p, x_w : lần lượt là nồng độ phần mol của cấu tử dễ bay hơi trong hỗn hợp đầu, sản phẩm đỉnh và đáy.

a_F, a_p, a_w : lần lượt là nồng độ phần khối lượng của cấu tử dễ bay hơi trong hỗn hợp đầu, sản phẩm đỉnh và đáy.

- Cấu tử dễ bay hơi A: Axeton (CH_3COCH_3)
- Cấu tử khó bay hơi B: Axit axetic (CH_3COOH)
- Lưu lượng khối lượng hỗn hợp đầu: $G_d = 1800 \text{ kg/h}$
- Nồng độ phần %mol hỗn hợp đầu: $x_F = 19 \text{ \%mol} = 0,19 \text{ phần mol}$
- Nồng độ phần %mol sản phẩm đỉnh: $x_p = 93,0 \text{ \%mol} = 0,93 \text{ phần mol}$
- Nồng độ phần %mol sản phẩm đáy: $x_w = 0,05 \text{ \%mol} = 0,0005 \text{ phần mol}$
- Khối lượng phân tử cấu tử A: $M_A = 58 \text{ đvC}$
- Khối lượng phân tử cấu tử B: $M_B = 60 \text{ đvC}$

1.1 Cân bằng vật liệu tính theo lưu lượng khối lượng

* Công thức chuyển nồng độ mol sang nồng độ phần khối lượng cấu tử dễ bay hơi.

$$x_K = \frac{a_K}{M_K} \div \sum \frac{a_i}{M_i}$$

Trong đó: x_K : Nồng độ phần mol của cấu tử dễ bay hơi

M_K : Khối lượng phân tử của cấu tử dễ bay hơi

a_K : Nồng độ phần khối lượng của cấu tử trong hỗn hợp

M_i : Khối lượng phân tử của cấu tử trong hỗn hợp

Từ công thức trên ta có :

$$a_{FA} = \frac{(x_F \cdot M_A)}{(x_F \cdot M_A) + (1 - x_F) \cdot M_B} = \frac{(0,19 \cdot 58)}{(0,19 \cdot 58) + (1 - 0,19) \cdot 60} = 0,1848 \text{ phần khối lượng}$$

$$\Rightarrow a_{FB} = 1 - 0,1848 = 0,8152 \text{ phần khối lượng}$$

- Nồng độ phần khối lượng của sản phẩm đỉnh:

$$a_{PA} = \frac{(x_P \cdot M_A)}{(x_P \cdot M_A) + (1 - x_P) \cdot M_B} = \frac{(0,93 \cdot 58)}{(0,93 \cdot 58) + (1 - 0,93) \cdot 60} = 0,9277 \text{ phần khối}$$

lượng

$$\Rightarrow a_{PB} = 1 - 0,9277 = 0,0723 \text{ phần khối lượng}$$

- Nồng độ phần khối lượng của sản phẩm đáy:

$$a_{WA} = \frac{(x_W \cdot M_A)}{(x_W \cdot M_A) + (1 - x_W) \cdot M_B} = \frac{(0,0005 \cdot 58)}{(0,0005 \cdot 58) + (1 - 0,0005) \cdot 60} = 0,0005 \text{ phần khối lu}$$

$$\Rightarrow a_{WB} = 1 - 0,0005 = 0,9995 \text{ phần khối lượng}$$

* Phương trình cân bằng vật liệu cho toàn tháp.

$$G_F = G_P + G_W \quad (1)$$

G_F : Lưu lượng khối lượng hỗn hợp đầu; kmol/s.

G_P : Lưu lượng khối lượng hỗn hợp sản phẩm đỉnh; kmol/s.

G_W : Lưu lượng khối lượng hỗn hợp sản phẩm đáy; kmol/s.

* Phương trình cân bằng vật liệu đối với cấu tử dễ bay hơi.

$$G_F \times a_F = G_P \times a_P + G_W \times a_W \quad (2)$$

a_F : Nồng độ phần khối lượng của cấu tử dễ bay hơi hỗn hợp đầu.

a_P : Nồng độ phần khối lượng của cấu tử dễ bay hơi trong sản phẩm đỉnh.

a_W : Nồng độ phần khối lượng của cấu tử dễ bay hơi trong sản phẩm đáy.

❖ Từ (1) và (2) ta có đẳng thức:
$$\frac{G_F}{a_P - a_W} = \frac{G_P}{a_F - a_W} = \frac{G_W}{a_P - a_F}$$

* Lưu lượng khối lượng hỗn hợp sản phẩm đỉnh:

$$G_P = G_F \cdot \frac{a_F - a_W}{a_P - a_W} = 1800 \cdot \frac{(0,1848 - 0,0005)}{(0,9277 - 0,0005)} = 357,786 \text{ kg/h}$$

- * Lưu lượng khối lượng hỗn hợp sản phẩm đáy:

$$G_W = G_F - G_P = 1800 - 357,786 = 1442,214 \text{ kg/h}$$

- * Lưu lượng của từng cấu tử:

$$G_{FA} = a_{FA} \times G_F = 0,1848 \times 1800 = 332,64 \text{ (kg/h)}$$

$$G_{FB} = a_{FB} \times G_F = 0,8152 \times 1800 = 1467,36 \text{ (kg/h)}$$

$$G_{PA} = a_{PA} \times G_P = 0,9277 \times 357,786 = 331,918 \text{ (kg/h)}$$

$$G_{PB} = a_{PB} \times G_P = 0,0723 \times 357,786 = 25,868 \text{ (kg/h)}$$

$$G_{WA} = a_{WA} \times G_W = 0,0005 \times 1442,214 = 0,721 \text{ (kg/h)}$$

$$G_{WB} = a_{WB} \times G_W = 0,9995 \times 1442,214 = 1441,49 \text{ (kg/h)}$$

❖ BẢNG CÂN BẰNG VẬT LIỆU TÍNH THEO LƯU LƯỢNG KHỐI LƯỢNG

Vị trí tính toán	A	B	Tổng
a_F (phần khối lượng)	0.1848	0.8152	1
G_F (kg/h)	332,64	1467,36	1800
a_P (phần khối lượng)	0.9277	0.0723	1
G_P (kg/h)	331,918	25,868	357,786
a_W (phần khối lượng)	0.0005	0.9995	1
G_W (kg/h)	0,721	1441,49	1442,211

1.2. Cân bằng vật liệu tính theo lưu lượng mol

- * Ta có khối lượng mol trung bình:

$$N = \frac{G}{M_{hh}} \quad \text{với} \quad M_{hh} = \sum M_i \times x_i$$

Trong đó: G : Lưu lượng khối lượng của cấu tử trong hỗn hợp

M_{hh} : Khối lượng phân tử trung bình của cấu tử trong hỗn hợp

M_i : Nồng độ phần khối lượng của cấu tử dễ bay hơi

x_i : Nồng độ phần mol của cấu tử dễ bay hơi

Ta có: $x_A = x_F$ và $x_B = 1 - x_A$

$$M_{hh} = M_A \times x_A + M_B \times x_B$$

➤ Từ công thức trên ta có :

- Khối lượng mol trung bình của hỗn hợp đầu:

$$M_F = (x_F \cdot M_A) + (1 - x_F) \cdot M_B = (0,19 \cdot 58) + (1 - 0,19) \cdot 60 = 59,62 \text{ kg/kmol}$$

- Khối lượng mol trung bình của sản phẩm đỉnh:

$$M_P = (x_P \cdot M_A) + (1 - x_P) \cdot M_B = (0,93 \cdot 58) + (1 - 0,93) \cdot 60 = 58,14 \text{ kg/kmol}$$

- Khối lượng mol trung bình của sản phẩm đáy:

$$M_W = (x_W \cdot M_A) + (1 - x_W) \cdot M_B = (0,0005 \cdot 58) + (1 - 0,0005) \cdot 60 = 59,999 \text{ kg/kmol}$$

* Lưu lượng phần mol của hỗn hợp sản phẩm đầu:

$$N_F = \frac{G_F}{M_F} = \frac{1800}{59,62} = 30,19 \text{ kmol/h}$$

* Lưu lượng phần mol của hỗn hợp sản phẩm đỉnh:

$$N_P = \frac{G_P}{M_P} = \frac{357,786}{58,14} = 6,15 \text{ kmol/h}$$

* Lưu lượng phần mol của hỗn hợp sản phẩm đáy:

$$N_W = \frac{G_W}{M_W} = \frac{1442,214}{59,999} = 24,03 \text{ kmol/h}$$

* Tính cân bằng vật liệu mol theo phương trình cân bằng vật liệu:

$$+ N_{F_A} = x_{F_A} \cdot N_F = 0,19 \cdot 30,19 = 5,73 \text{ kmol/h}$$

$$+ N_{F_B} = x_{F_B} \cdot N_F = (1 - 0,19) \cdot 30,19 = 24,45 \text{ kmol/h}$$

$$+ N_{P_A} = x_{P_A} \cdot N_P = 0,93 \cdot 6,15 = 5,7 \text{ kmol/h}$$

$$+ N_{P_B} = x_{P_B} \cdot N_P = (1 - 0,93) \cdot 6,15 = 0,43 \text{ kmol/h}$$

$$+ N_{W_A} = x_{W_A} \cdot N_W = 0,0005 \cdot 24,03 = 0,012 \text{ kmol/h}$$

$$+ N_{W_B} = x_{W_B} \cdot N_W = (1 - 0,0005) \cdot 24,03 = 24,01 \text{ mol/h}$$

❖ BẢNG CÂN BẰNG VẬT LIỆU TÍNH THEO LƯU LƯỢNG MOL

Vị trí tính toán	A	B	Tổng
x_F (phần mol)	0.19	0.87	1
N_F (kmol/h)	5,73	24,45	30,18
x_P (phần mol)	0,93	0.07	1
N_P (kmol/h)	5,7	0.43	6,13
x_W (phần mol)	0.0005	0.9995	1
N_W (kmol/h)	0.012	24,01	24,022

1.3 Cân bằng vật liệu tính theo lưu lượng thể tích

$t^{\circ}\text{C}$	Khối lượng riêng của cấu tử	
19°C	cấu tử A (CH_3COCH_3):	cấu tử B (CH_3COOH):
	ρ_A	ρ_B
	792,1 kg/m ³	1049,2 kg/m ³

Ta có: $\rho_{hh} = \sum \rho_i \cdot a_i = (a_i \cdot \rho_A) + (1 - a_i) \cdot \rho_B$

Khối lượng riêng của hỗn hợp đầu:

$$\rho_F = (a_F \cdot \rho_A) + (1 - a_F) \cdot \rho_B = (0,1848 \cdot 792,1) + (1 - 0,1848) \cdot 1049,2$$

$$= 1001,7 \text{ kg/m}^3$$

- Khối lượng riêng của sản phẩm đỉnh:

$$\rho_P = (a_P \cdot \rho_A) + (1 - a_P) \cdot \rho_B = (0,9277 \cdot 792,1) + (1 - 0,9277) \cdot 1049,2$$

$$= 810,7 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_W = (a_W \cdot \rho_A) + (1 - a_W) \cdot \rho_B = (0,0005 \cdot 792,1) + (1 - 0,0005) \cdot 1049,2$$

$$= 1049,1 \text{ kg/m}^3$$

Ta có: $V = \frac{G}{\rho_{hh}}$ lần lượt là lưu lượng thể tích của :

- Lưu lượng thể tích của hỗn hợp đầu: $V_F = \frac{G_F}{\rho_F} = \frac{1800}{1001,7} = 1,8 \text{ m}^3/\text{h}$

+ $V_{FA} = G_{FA} / \rho_A = 332,64 / 792,1 = 0,41 \text{ m}^3/\text{h}$

- + $V_{FB} = G_{FB} / \rho_B = 1467,36 / 1049,2 = 1,39 \text{ m}^3/\text{h}$
- Lưu lượng thể tích của sản phẩm đỉnh: $V_P = \frac{G_P}{\rho_P} = \frac{357,786}{810,7} = 0,44 \text{ m}^3/\text{h}$
- + $V_{PA} = G_{PA} / \rho_A = 331,918 / 792,1 = 0,42 \text{ m}^3/\text{h}$
- + $V_{PB} = G_{PB} / \rho_B = 25,868 / 1049,2 = 0,024 \text{ m}^3/\text{h}$
- Lưu lượng thể tích của sản phẩm đáy: $V_W = \frac{G_W}{\rho_W} = \frac{1442,214}{1049,1} = 1,37 \text{ m}^3/\text{h}$
- + $V_{WA} = G_{WA} / \rho_A = 0,721 / 792,1 = 0,0009 \text{ m}^3/\text{h}$
- + $V_{WB} = G_{WB} / \rho_B = 1441,49 / 1049,2 = 1,37 \text{ m}^3/\text{h}$

Ta có nồng độ phần thể tích (v'_x) của cấu tử A (Axeton) và cấu tử B (Axit axetic):

- Nồng độ phần thể tích của hỗn hợp đầu:
 - + $v'_{FA} = \frac{V_{FA}}{V_F} = \frac{0,41}{1,8} = 0,23 \text{ phần thể tích}$
 - + $v'_{FB} = \frac{V_{FB}}{V_F} = \frac{1,39}{1,8} = 0,77 \text{ phần thể tích}$
- Nồng độ phần thể tích của sản phẩm đỉnh:
 - + $v'_{PA} = \frac{V_{PA}}{V_P} = \frac{0,42}{0,44} = 0,944 \text{ phần thể tích}$
 - + $v'_{PB} = \frac{V_{PB}}{V_P} = \frac{0,024}{0,44} = 0,056 \text{ phần thể tích}$
- Nồng độ phần thể tích của sản phẩm đáy:
 - + $v'_{WA} = \frac{V_{WA}}{V_W} = \frac{0,0009}{1,375} = 0,00065 \text{ phần thể tích}$
 - + $v'_{WB} = \frac{V_{WB}}{V_W} = \frac{1,374}{1,375} = 0,999 \text{ phần thể tích}$

❖ BẢNG CÂN BẰNG VẬT LIỆU TÍNH THEO LƯU LƯỢNG THỂ TÍCH

Vị trí tính toán	A	B	Tổng
G_F (kg/h)	332,64	1467,36	1800
V_F (m ³ /h)	0,41	1,39	1,8
v_F (Phần thể tích)	0,23	0,77	1
G_P (kg/h)	331,918	25,868	357,786
V_P (m ³ /h)	0,42	0,02	0,44
v_P (Phần thể tích)	0,944	0,056	1,0
G_W (kg/h)	0,721	1441,49	1442,211
V_W (m ³ /h)	0,0009	1,37	1,37
v_W (Phần thể tích)	0,00065	0,999	1,0

❖ BẢNG CÂN BẰNG VẬT LIỆU TỔNG HỢP

Các thông số	Nguyên liệu đầu F	Sản phẩm đỉnh P	Sản phẩm đáy W
G, (kg/h)	1800	357,786	1442,211
a_x , phần khối lượng	0.1848	0.9277	0.0005
M_A	58	M_B	60
M, (kg/mol)	59,62	58,14	59,999
N,(kmol)	30,19	6,15	24,03
x, phần mol	0.19	0.93	0.0005
ρ , (kg/m ³)	999,2888	799,4487	1048,8655
V, (m ³ /h)	1,8	0,44	1,37

1.4. Tổng hợp các số liệu vào bảng và thiết lập cân bằng toàn phần theo đơn vị thời gian

Lưu lượng hỗn hợp		G- khối lượng, kg		
Vị trí hỗn hợp		G_F	G_P	G_W
Lưu lượng hỗn hợp, kg/mol/m^3 tính trên đơn vị thời gian.	Giây (s)	0,5	0,099	0.40
	Giờ (h)	1800	357,786	1442,211
	Ngày	43200	8586,864	34613,064
	Tháng	1296000	257605,92	1038391,92
	Năm	15552000	3091271,04	12460703,04

Lưu lượng hỗn hợp		N- khối lượng mol, kmol/h		
Vị trí hỗn hợp		N_F	N_P	N_W
Lưu lượng hỗn hợp, kmol/m^3 tính trên đơn vị thời gian.	Giây (s)	0,0083	0.0017	0.0066
	Giờ (h)	30,19	6,15	24,03
	Ngày	724,56	147,6	576,72
	Tháng	21736,8	4428	17301,6
	Năm	260841,6	53136	207619,2

Lưu lượng hỗn hợp		V- thể tích, (m^3)		
Vị trí hỗn hợp		V_F	V_P	V_W
Lưu lượng hỗn hợp, m^3/h tính trên đơn vị thời gian.	Giây (s)	0.00005	0.00012	0.00038
	Giờ (h)	1,81	0,445	1,375
	Ngày	43,44	10,68	33
	Tháng	1303,2	320,4	990
	Năm	15638,4	3844,8	11880

CHƯƠNG 2: XÁC ĐỊNH SỐ ĐĨA THỰC TẾ THEO PHƯƠNG PHÁP ĐỒ THỊ

2.1 Vẽ đường cong cân bằng x-y và đồ thị t-x-y theo thực nghiệm:

Tra bảng IX.2a- sổ tay quá trình và thiết bị công nghệ hóa chất-tập 2

t, °C	118,1	110,0	103,8	93,1	85,8	79,7	74,6	70,2	66,1	62,6	59,2	56,0
x, %mol	0,0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
y, %mol	0,0	16,2	30,6	55,7	72,5	84	91,2	94,7	96,9	98,4	99,3	100
x, phần mol	0,0	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
y, phần mol	0,0	0,162	0,306	0,557	0,725	0,84	0,912	0,947	0,969	0,984	0,993	1,0

- Dựa vào đồ thị ta nội suy được t_F , t_P , t_W và y_F , y_P , y_W lần lượt là nhiệt độ sôi và thành phần hơi ở cân bằng của hỗn hợp đầu, sản phẩm đỉnh, sản phẩm đáy như sau:

Nội suy từ bảng trên ta có :

Ta có : $x_F = 0,19$ phần mol $\Rightarrow y_F = 0,5319 \Rightarrow t_F = 94,2^\circ\text{C}$

$x_P = 0,93$ phần mol $\Rightarrow y_P = 0,9951 \Rightarrow t_P = 58,2^\circ\text{C}$

$x_W = 0,0005$ phần mol $\Rightarrow y_W = 0,00162 \Rightarrow t_W = 118^\circ\text{C}$

2.1. Xác định chỉ số hồi lưu thích hợp và viết các phương trình đường làm việc

Ta có: $x_F = 0,19$ kmol/kmol

\Rightarrow Thành phần hơi cân bằng của hỗn hợp đầu: $y_{cbF} = 0,5319$ kmol/kmol

* Chỉ số hồi lưu tối thiểu: $R_{x \min} = \frac{x_P - y_{cbF}}{y_{cbF} - x_F} = \frac{0,93 - 0,5319}{0,5319 - 0,19} = 1,164$

* Chỉ số hồi lưu thực tế: $R_x = 1,3 \cdot R_{x \min} + 0,3 = 1,3 \cdot 1,164 + 0,3 = 1,8132$

* Phương trình đường nồng độ làm việc của đoạn luyện: $y = Ax + B$

$$y = \frac{R_x}{R_x + 1} \cdot x + \frac{x_p}{1 + R_x} = \frac{1,8132}{1,8132 + 1} \cdot x + \frac{0,93}{1,8132 + 1}$$

$$= 0,644 x + 0,33 \quad (1)$$

Trong đó:

y là nồng độ phần mol của cấu tử dễ bay hơi trong pha hơi từ dưới lên,

x là nồng độ phần mol của cấu tử dễ bay hơi trong pha lỏng chảy từ đĩa xuống.

R_x là chỉ số hồi lưu

Kiểm tra phương trình làm việc của đoạn luyện: $y_{lv} = f(x)$

Vị trí: x phần mol	$x = 0$	$x = x_F = 0,19$	$x = x_P = 0,93$
y_{lv}	0,33	$y_{lvF} = 0,45$	$y_{lvP} = 0,93$

* Phương trình nồng độ làm việc của đoạn chưng: $y' = A'x' + B'$

▪ Tính y' theo x' : $y' = \frac{R_x + f}{R_x + 1} \cdot x' - \frac{f - 1}{R_x + 1} \cdot x_W$ (IX.22-ST-T2/158)

Với: $f = \frac{N_F}{N_P} = \frac{30,19}{6,15} = 4,9$

$$y' = \frac{R_x + f}{R_x + 1} \cdot x' - \frac{f - 1}{R_x + 1} \cdot x_W = \frac{1,8132 + 4,9}{1,8132 + 1} \cdot x' - \frac{4,9 - 1}{1,8132 + 1} \cdot 0,0005$$

$$= 2,39 x' - 0,0007 \quad (2)$$

Kiểm tra phương trình làm việc của đoạn chưng: $y_{lv} = f(x)$

Vị trí: x phần mol	$x' = 0$	$x' = x_F = 0,19$	$x' = x_W = 0,0005$
y_{lv}	-0,0007	$y_{lvF} = 0,4534$	$y_{lvW} = 0,0005$

* Tính y làm việc (y_{lv}) theo x:

- Tính y_{lv} cho hỗn hợp đầu:

Thay $x_F = 0,19$ vào phương trình đoạn luyện (1) hoặc đoạn chưng (2) ta có:

$$(1): \Rightarrow y'_{lvF} = y_{lvF} = 0,644 x + 0,33 = 0,644 \cdot 0,19 + 0,33 = 0,45$$

- Tính y_{lv} cho sản phẩm đỉnh:

Thay $x_P = 0,93$ vào phương trình đoạn luyện (1) ta có:

$$y'_p = y_{lvp} = 0,644 x + 0,33 = 0,644 \cdot 0,93 + 0,33 = 0,93$$

- Tính y_{lv} cho sản phẩm đáy:

Thay $x_w = 0,0005$ vào phương trình đoạn chưng (2) ta có:

$$y'_w = y_{lvw} = 2,39 x' - 0,0007 = 2,39 \cdot 0,0005 - 0,0007 = 0,0005$$

- Tính x' theo y' ta có phương trình nồng độ làm việc đoạn chưng sau: $x' = f(y')$

$$x' = \frac{R_x + 1}{R_x + f} \cdot y' - \frac{f - 1}{R_x + f} \cdot x_w = \frac{1,8132 + 1}{1,8132 + 4,9} \cdot y' - \frac{4,9 - 1}{1,8132 + 4,9} \cdot 0,0005$$

$$= 0,42 y' + 0,0003 \quad (3)$$

Kiểm tra phương trình làm việc của đoạn chưng Tính x' theo y :

- Thay y'_w vào phương trình ta có (3):

$$x'_w = 0,42 y' + 0,0003 = 0,42 \cdot 0,0005 + 0,0003 = 0,000051 \text{ phần mol}$$

- Thay y'_F vào phương trình (3):

$$\Rightarrow x'_F = 0,42 y' + 0,0003 = 0,42 \cdot 0,45 + 0,0003 = 0,1893 \text{ phần mol}$$

Vị trí: y' phần mol	$y' = 0$	$y' = y_{lvF} = 0,45$	$y' = y_{lvw} = 0,0005$
x'	0,0003	$x'_F = 0,1893$	$x'_w = 0,000051$

- * Đổi y_{lv} (phần mol) sang $a_{y_{lvF}}$ (phần khối lượng): viết tắt: PKL

$$a_{y_{lvF}} = \frac{y_{lvF} \cdot M_A}{(y_{lvF} \cdot M_A) + (1 - y_{lvF}) \cdot M_B} = \frac{0,45 \cdot 58}{(0,45 \cdot 58) + (1 - 0,45) \cdot 60} = 0,44 \text{ PKL}$$

$$a_{y_{lvP}} = \frac{y_{lvP} \cdot M_A}{(y_{lvP} \cdot M_A) + (1 - y_{lvP}) \cdot M_B} = \frac{0,93 \cdot 58}{(0,93 \cdot 58) + (1 - 0,93) \cdot 60} = 0,93 \text{ PKL}$$

$$a_{y_{lvW}} = \frac{y_{lvW} \cdot M_A}{(y_{lvW} \cdot M_A) + (1 - y_{lvW}) \cdot M_B} = \frac{0,0005 \cdot 58}{(0,0005 \cdot 58) + (1 - 0,0005) \cdot 60} = 0,0005 \text{ PKL}$$

* Đổi y_{cb} (phần mol) sang $a_{y_{cb F}}$ (phần khối lượng):

$$a_{y_{cb F}} = \frac{y_{cb F} \cdot M_A}{(y_{cb F} \cdot M_A) + (1 - y_{cb F}) \cdot M_B} = \frac{0,5319 \cdot 58}{(0,5319 \cdot 58) + (1 - 0,5319) \cdot 60} = 0,523 \text{ PKL}$$

$$a_{y_{cb P}} = \frac{y_{cb P} \cdot M_A}{(y_{cb P} \cdot M_A) + (1 - y_{cb P}) \cdot M_B} = \frac{0,9951 \cdot 58}{(0,9951 \cdot 58) + (1 - 0,9951) \cdot 60} = 0,995 \text{ PKL}$$

$$a_{y_{cb W}} = \frac{y_{cb W} \cdot M_A}{(y_{cb W} \cdot M_A) + (1 - y_{cb W}) \cdot M_B} = \frac{0,00162 \cdot 58}{(0,00162 \cdot 58) + (1 - 0,00162) \cdot 60} = 0,0015 \text{ PKL}$$

❖ BẢNG TỔNG HỢP CÁC LOẠI NỒNG ĐỘ

Vị trí	Phần mol			Phần khối lượng		
	x	y _{LV}	y _{CB}	a _x	a _{yLV}	a _{yCB}
x=x _F	0,19	0,45	0,5319	0.1848	0,44	0,523
x=x _P	0,93	0,93	0,9951	0.9277	0,93	0,995
x=x _w	0.0005	0.0005	0,00162	0.0005	0,0005	0,0015

2.3 Xác định số đĩa lý thuyết

Ta vẽ được đồ thị x – y, xác định số bậc tam giác của tháp dựa vào đồ thị

- Số bậc tam giác: 15 \Rightarrow Số đĩa lý thuyết tổng của tháp: 15
- Số đĩa lý thuyết của đoạn luyện: 4
- Số đĩa lý thuyết của đoạn chưng: 11

2.4 Xác định số đĩa thực tế

2.4.1 Tính hiệu suất làm việc của đĩa ở vị trí nhập liệu, trên cùng, dưới cùng

Gọi: η_1 , η_2 , η_3 lần lượt là hiệu suất làm việc đĩa dưới cùng, đĩa tiếp liệu, đĩa trên cùng của tháp.

2.4.1.1. Vị trí đĩa dưới cùng ở đáy tháp

- $x_W = 0,0005$ phần mol $\Rightarrow t_W = 118,019^\circ\text{C} \Rightarrow y_{cbW} = 0,00162$
 \Rightarrow Độ bay hơi tương đối: $\alpha = \frac{y_{cbW} \cdot (1 - x_W)}{(1 - y_{cbW}) \cdot x_W} = \frac{0,00162 \cdot (1 - 0,0005)}{(1 - 0,00162) \cdot 0,0005} = 3,2$

❖ BẢNG TRA ĐỘ NHỚT CỦA CẤU TỬ NGUYÊN CHẤT:

Nhiệt độ t_W	Độ nhớt của axeton	Độ nhớt của axit axetic
$118,019^\circ\text{C}$	$\mu_A = 0,152 \text{ N.s/m}^2$	$\mu_B = 0,346 \text{ N.s/m}^2$

- Độ nhớt của hỗn hợp lỏng:
 $\lg \mu_{hh} = x_W \cdot \lg \mu_A + (1 - x_W) \cdot \lg \mu_B = 0,0005 \cdot \lg 0,152 + (1 - 0,0005) \cdot \lg 0,346$
 $= -0,46$
 $\Rightarrow \mu_{hh} = 0,346 \text{ N.s/m}^2$
- Ta có: $\alpha \cdot \mu_{hh} = 1,12$
 \Rightarrow Hiệu suất làm việc đĩa dưới cùng: $\eta_1 = 48,6 \%$

2.4.1.2. Vị trí đĩa tiếp liệu

- $x_F = 0,19$ phần mol \Rightarrow Nhiệt độ sôi $t_F = 94,71^\circ\text{C} \Rightarrow y_{cbF} = 0,5319$
 \Rightarrow Độ bay hơi tương đối: $\alpha = \frac{y_{cbF} \cdot (1 - x_F)}{(1 - y_{cbF}) \cdot x_F} = \frac{0,5319 \cdot (1 - 0,19)}{(1 - 0,5319) \cdot 0,19} = 4,8$

❖ BẢNG TRA ĐỘ NHỚT CỦA CẤU TỬ NGUYÊN CHẤT:

Nhiệt độ sôi: t_F	Độ nhớt của axeton	Độ nhớt của axit axetic
$94,2^\circ\text{C}$	$\mu_A = 0,178 \text{ N.s/m}^2$	$\mu_B = 0,489 \text{ N.s/m}^2$

- Độ nhớt của hỗn hợp lỏng:
 $\lg \mu_{hh} = x_F \cdot \lg \mu_A + (1 - x_F) \cdot \lg \mu_B = 0,19 \cdot \lg 0,178 + (1 - 0,19) \cdot \lg 0,489$
 $= -0,394$
 $\Rightarrow \mu_{hh} = 0,404 \text{ N.s/m}^2$
- Ta có: $\alpha \cdot \mu_{hh} = 4,48 \cdot 0,404 = 1,957$
 \Rightarrow Hiệu suất làm việc đĩa tiếp liệu: $\eta_2 = 41,2\%$

2.4.1.3. Vị trí đĩa trên cùng ở đỉnh tháp

- $x_P = 0,93$ phần mol \Rightarrow Nhiệt độ sôi $t_P = 58,2^\circ\text{C} \Rightarrow y_{cbP} = 0,9951$

\Rightarrow Độ bay hơi tương đối: $\alpha = \frac{y_{cbP} \cdot (1 - x_P)}{(1 - y_{cbP}) \cdot x_P} = \frac{0,9951 \cdot (1 - 0,93)}{(1 - 0,9951) \cdot 0,93} = 15,3$

❖ BẢNG TRA ĐỘ NHỚT CỦA CẤU TỬ NGUYÊN CHẤT:

Nhiệt độ sôi t_P	Độ nhớt của axeton	Độ nhớt của axit axetic
$58,2^\circ\text{C}$	$\mu_A = 0,233 \text{ N.s/m}^2$	$\mu_B = 0,716 \text{ N.s/m}^2$

- Độ nhớt của hỗn hợp lỏng:

$$\lg \mu_{hh} = x_P \cdot \lg \mu_A + (1 - x_P) \cdot \lg \mu_B = 0,93 \cdot \lg 0,233 + (1 - 0,93) \cdot \lg 0,716$$

$$= -0,598$$

$$\Rightarrow \mu_{hh} = 0,252 \text{ N.s/m}^2$$

- Ta có: $\alpha \cdot \mu_{hh} = 15,28 \cdot 0,252 = 3,85$

\Rightarrow Hiệu suất làm việc đĩa trên cùng: $\eta_3 = 35,3\%$

2.4.2. Số đĩa thực tế

Vị trí đĩa	Đáy tháp, W	Tiếp liệu, F	Đỉnh tháp, P
Hiệu suất	$\eta_1 = 48,6 \%$	$\eta_2 = 41,2\%$	$\eta_3 = 35,3\%$

- Hiệu suất của đoạn luyện: $\eta_{luyện} = \frac{\eta_2 + \eta_3}{2} = \frac{41,2 + 35,3}{2} = 38,3\% = 0,383$

\Rightarrow Số đĩa thực tế của đoạn luyện: $N_{tt.luyện} = \frac{N_{lt.luyện}}{\eta_{luyện}} = \frac{6}{0,4} = 15 \text{ (15 đĩa)}$

- Hiệu suất của đoạn chưng: $\eta_{chưng} = \frac{\eta_1 + \eta_2}{2} = \frac{58 + 43}{2} = 50,5 \% = 0,505$

\Rightarrow Số đĩa thực tế của đoạn chưng: $N_{tt.chưng} = \frac{N_{lt.chưng}}{\eta_{chưng}} = \frac{4}{0,505} = 7,9 \text{ (8 đĩa)}$

- Tổng số đĩa thực tế của tháp chưng luyện là: $N_{tt} = N_{tt.luyện} + N_{tt.chưng}$
 $= 15 + 8 = 23 \text{ đĩa}$

CHƯƠNG 3: TÍNH ĐƯỜNG KÍNH VÀ CHIỀU CAO THÁP

3.1. Tính đường kính tháp:

$$\text{Ta có: } D = 0,0188 \cdot \sqrt{\frac{g_{tb}}{(\rho_y \cdot W_y)_{tb}}} \quad (1)$$

Trong đó: g_{tb} : Lượng hơi (khí) trung bình đi trong tháp (kg/h)

$(\rho_y \cdot W_y)_{tb}$: tốc độ hơi (khí) trung bình đi trong tháp (kg/m².s)

3.1.1. Đường kính của đoạn luyện

3.1.1.1. lượng hơi trung bình đi trong đoạn luyện

$$g_{tb} = \frac{g_d + g_l}{2} \quad (2)$$

Trong đó: - g_{tb} : lượng hơi trung bình đi trong đoạn luyện (kg/h)

- g_d : lượng hơi ra khỏi đĩa trên cùng của tháp (kg/h)

- g_l : lượng hơi đi vào đĩa dưới cùng của đoạn luyện (kg/h)

* Tính lượng hơi ra khỏi đĩa trên cùng của tháp

$$g_d = G_R + G_P = G_P \cdot (R_x + 1) \quad (3)$$

Trong đó: - G_R : lượng lỏng hồi lưu

- G_P : lưu lượng khối lượng của sản phẩm đỉnh. $G_P = 357,786$ kg/h

- R_x : tỷ số hồi lưu. $R_x = 1,8132$

$$\Rightarrow g_d = G_R + G_P = G_P \cdot (R_x + 1) = 357,786 \cdot (1,8132 + 1) = 1006,9 \text{ kg/h}$$

$$\Rightarrow G_R = g_d - G_P = 1006,9 - 357,786 = 649,114 \text{ kg/h}$$

* Cân bằng vật liệu toàn phần từ đĩa tiếp liệu đến đỉnh tháp:

$$g_l = G_l + G_P \quad (4)$$

$$\Rightarrow \text{Lượng lỏng đi vào đĩa tiếp liệu của đoạn luyện: } G_l = g_l - G_P$$

* Cân bằng vật liệu riêng phần cho cấu tử nhẹ từ đĩa tiếp liệu đến đỉnh tháp

$$g_l \cdot a_{y_l} = G_l \cdot a_{x_l} + G_P \cdot a_{x_p} \quad (5)$$

a_{y_l} : là phần khối lượng của hơi đi vào vào đĩa dưới cùng của đoạn luyện

$a_{x_l} = a_F$: là nồng độ phần khối lượng của hỗn hợp đầu

a_{x_p} : là nồng độ phần khối lượng của sản phẩm đỉnh

* Phương trình cân bằng nhiệt lượng toàn phần từ đĩa tiếp liệu đến đỉnh tháp:

$$g_l \cdot r_l = g_d \cdot r_d \quad (6)$$

+ r_l : ẩn nhiệt hóa hơi của hỗn hợp hơi đi vào đĩa dưới cùng của đoạn luyen

+ r_d : ẩn nhiệt hóa hơi của hỗn hợp hơi ra khỏi đỉnh tháp

* Từ phương trình (3), (4), (5) ta có hệ phương trình sau:

$$\begin{cases} g_l = G_l + G_p & (3) \\ g_l \cdot a_{y_l} = G_l \cdot a_{x_l} + G_p \cdot a_{x_p} & (5) \\ g_l \cdot r_l = g_d \cdot r_d & (6) \end{cases}$$

a. Tra bảng I.212 STT1/254 ta có bảng ẩn nhiệt hóa hơi của axeton (r_a) và axit axetic (r_b) nguyên chất ứng với nhiệt độ sau:

Nhiệt độ: t°C	t _f = 94,2°C	t _p = 58,2 °C
Ẩn nhiệt hóa hơi của axeton	114,5323 kcal/kg	124,3143 kcal/kg
(CH ₃ COCH ₃): r_a	479821 J/kg	520637 J/kg
Ẩn nhiệt hóa hơi của axit	92,6933 kcal/kg	89,4045 kcal/kg
axetic(CH ₃ COOH): r_b	387655 J/kg	374124 J/kg

b. Tính (r_l) của hỗn hợp hơi đi vào đĩa dưới cùng của đoạn luyen ở 94,2°C

$$\begin{aligned} r_l &= r_a \cdot a_{y_l} + (1 - a_{y_l}) \cdot r_b = 479821 \cdot a_{y_l} + (1 - a_{y_l}) \cdot 387655 \\ &= 387655 + 92166 \cdot a_{y_l} \quad (J/kg) \quad (7) \end{aligned}$$

c. Tính (r_d) ẩn nhiệt hóa hơi của hỗn hợp hơi ra khỏi đỉnh tháp ở 58,38°C

$$r_d = r_a \cdot a_{y_d} + (1 - a_{y_d}) \cdot r_b \quad (8)$$

- $a_{y_d} = a_{y_{lv_p}}$: nồng độ làm việc (phần khối lượng) của pha hơi đi ra khỏi đỉnh tháp
- $y_d = y_{lv_p}$: là nồng độ làm việc (phần mol) của pha hơi tương ứng với x_p trên đường làm việc.

$x_p = 0,93$ phần mol	$t_p = 58,2^\circ\text{C}$	$y_d = y_{lv_p} = 0,93$ phần mol
-----------------------	----------------------------	----------------------------------

- Đổi $y_d = y_{lv_p}$ (phần mol) sang a_{y_d} (phần khối lượng):

$$a_{y_d} = \frac{y_{lv_p} \cdot M_A}{(y_{lv_p} \cdot M_A) + (1 - y_{lv_p}) \cdot M_B} = \frac{0,93 \cdot 58}{(0,93 \cdot 58) + (1 - 0,93) \cdot 60} = 0,93 \text{ phần khối lượng}$$

- Từ công thức (8) ta có:

$$r_d = r_a \cdot a_{y_d} + (1 - a_{y_d}) \cdot r_b = 520479,1 \cdot 0,93 + (1 - 0,93) \cdot 374318,76$$

$$= 510053 \text{ J/kg}$$

d. Giải hệ phương trình để tìm g_l , G_l , a_{y_l} , r_l

G_P	$a_{x_l} = a_F$	a_{x_P}	g_d	r_d
357,786 kg/h	0.1848	0.9277	1006,9 kg/h	510053 J/kg

Thay các giá trị trên vào hệ phương trình sau:

$$\left\{ \begin{array}{l} g_l = G_l + G_P \quad (4) \\ g_l \cdot a_{y_l} = G_l \cdot a_{x_l} + G_P \cdot a_{x_P} \quad (5) \\ g_l \cdot r_l = g_d \cdot r_d \quad (6) \\ r_l = 387655 + 92166 \cdot a_{y_l} \quad (7) \end{array} \right. \longleftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} g_l = G_l + 357,786 \\ g_l \cdot a_{y_l} = G_l \cdot 0,1848 + 357,786 \cdot 0,9277 \\ g_l \cdot r_l = 1006,9 \cdot 510053 \\ r_l = 387655 + 92166 \cdot a_{y_l} \end{array} \right.$$

$$\longleftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} g_l = 1198,2 \text{ kg/h} \\ G_l = 840,3 \text{ kg/h} \\ a_{y_l} = 265 \text{ phần khối lượng} \\ r_l = 428633 \text{ J/kg} \end{array} \right.$$

⇒ Lượng hơi đi vào đĩa dưới cùng của đoạn luyện: $g_l = 1198,2 \text{ kg/h}$

⇒ Lượng lỏng đi vào đĩa tiếp liệu của đoạn luyện: $G_l = 840,3 \text{ kg/h}$

⇒ Ẩn nhiệt hóa hơi của hỗn hợp hơi đi vào đĩa dưới cùng của đoạn luyện:

$$r_l = 428633 \text{ J/kg}$$

e. Lượng hơi trung bình đi trong đoạn luyện:

$$g_{tb} = \frac{g_d + g_l}{2} = \frac{(822,9 + 11,1)}{2} = 412 \text{ kg/h}$$

1.1.2. Tính lượng lỏng trung bình đi trong đoạn luyện

$$G_{tb} = \frac{G_R + G_I}{2} = \frac{P \cdot R_x + G_I}{2} \quad (9)$$

Ta có: $G_I = 358,88$ (kg/h)

$$G_R = g_d - G_P = 822,9 - 357,786 = 465,114 \text{ kg/h}$$

- Lượng lỏng trung bình đi trong đoạn luyện:

$$G_{tb} = \frac{G_R + G_I}{2} = \frac{465,114 + 358,88}{2} = 412 \text{ kg/h}$$

3.1.1.3. Tính vận tốc hơi trung bình đi trong đoạn luyện của tháp chóp

$$(\rho_y \cdot w_y)_{tb} = 0,065 \cdot \varphi \cdot \sqrt{h \cdot \rho_{y_{tb}} \cdot \rho_{x_{tb}}} \quad (10)$$

Trong đó: - $\varphi = 0,8$: hệ số tính đến sức cản bề mặt

- h : chiều cao tương ứng với $D_{giả\ thiết}$

- $\rho_{y_{tb}}$: khối lượng riêng trung bình của hơi trong đoạn luyện

- $\rho_{x_{tb}}$: khối lượng riêng trung bình của lỏng trong đoạn luyện

a. Tính khối lượng riêng trung bình của hơi trong đoạn luyện

$$\rho_{y_{tb}} = \frac{M_{y_{tb}} \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + t_{tb\text{đ.luyện}})} \quad (11)$$

Ta có: Nhiệt độ trung bình của đoạn luyện: $t_{tb\text{đ.luyện}} = \frac{t_F + t_P}{2} = \frac{94,2 + 58,38}{2} = 76,29^\circ\text{C}$

- Phần khối lượng của hơi đi vào vào đĩa dưới cùng của đoạn luyện: $a_{y_1} = 265$

- Đổi $a_{y_1} = 265$ (phần khối lượng) sang y_1 (phần mol):

$$y_1 = \frac{a_{y_1} / M_A}{(a_{y_1} / M_A) + (1 - a_{y_1}) / M_B} = \frac{265 / 58}{(265 / 58) + (1 - 265) / 60} = 27,04 \text{ phần khối lượng}$$

- $y_d = y_{lvP} = 0,9951$ (phần mol) tại đỉnh tháp

- Nồng độ làm việc (phần mol) trung bình của pha hơi trong đoạn luyện:

$$y_{tb} = \frac{y_1 + y_d}{2} = \frac{27,04 + 0,9951}{2} = 14,07 \text{ phần mol}$$

- Khối lượng mol trung bình của hơi trong đoạn luyện:

$$M_{Y_{tb}} = y_{tb} \cdot M_A + (1 - y_{tb}) \cdot M_B = 14,07 \cdot 58 + (1 - 14,07) \cdot 60 = 31,86 \text{ kg/kmol}$$

$$(11) \Rightarrow \rho_{y_{tb}} = \frac{M_{y_{tb}} \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + t_{tb,d.luyện})} = \frac{31,86 \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + 76,29)} = 1,1 \text{ kg/m}^3$$

b. Tính khối lượng riêng trung bình của lỏng trong đoạn luyện

$$\frac{1}{\rho_{xtb}} = \frac{a_{tb}}{\rho_A} + \frac{(1-a_{tb})}{\rho_B} \Rightarrow \rho_{xtb} = \frac{1}{\frac{a_{tb}}{\rho_A} + \frac{(1-a_{tb})}{\rho_B}}$$

+ Nồng độ phần khối lượng trung bình: $a_{tb} = \frac{a_F + a_P}{2} = \frac{0,1848 + 0,9277}{2} = 0,556$

+ Khối lượng riêng của axeton (CH_3COCH_3) và axit axetic (CH_3COOH) ở nhiệt độ sau:

$t_{tb,d.luyện}, ^\circ\text{C}$	Khối lượng riêng của cấu tử	
76,29 $^\circ\text{C}$	cấu tử A (CH_3COCH_3): ρ_A	cấu tử B (CH_3COOH): ρ_B
	724 kg/m^3	985,3 kg/m^3

$$\Rightarrow \rho_{xtb} = \frac{1}{\frac{a_{tb}}{\rho_A} + \frac{(1-a_{tb})}{\rho_B}} = \frac{1}{\frac{0,556}{724} + \frac{(1-0,556)}{985,3}} = 820,62 \text{ kg/m}^3$$

c. Vận tốc hơi trung bình đi trong đoạn luyện của tháp chóp là:

$$(\rho_y \cdot w_y)_{tb} = 0,065 \cdot \varphi \cdot \sqrt{h \cdot \rho_{y_{tb}} \cdot \rho_{xtb}}$$

$$= 0,065 \cdot 0,8 \cdot \sqrt{h \cdot 1,1 \cdot 820,62} = 1,56 \cdot \sqrt{h}$$

3.1.1.4. Tính đường kính đoạn luyện:

Ta có: + $g_{tb} = 412 \text{ (kg/h)}$: Lượng hơi trung bình đi trong đoạn luyện

+ $(\rho_y \cdot w_y)_{tb} = 1,56 \cdot \sqrt{h}$: Vận tốc hơi trung bình đi trong đoạn luyện

- Lập giả thiết: Nếu $D_{luyện}$ giả thiết = 0,6 thì $h_{luyện}$ tương ứng = 0,25

$$\Rightarrow (\rho_y \cdot w_y)_{tb} = 1,56 \cdot \sqrt{h} = 1,56 \cdot \sqrt{0,25} = 0,78 \text{ kg/m}^2.s$$

$$\Rightarrow w_{y_{tb}} = \frac{0,7375}{\rho_{y_{tb}}} = \frac{0,7375}{1,1} = 0,67 \text{ (m/s)} \text{ là vận tốc hơi trung bình đi trong đoạn luyện.}$$

Từ (1) ta có: $D_{luyện}$ tính toán = $0,0188 \cdot \sqrt{\frac{g_{tb}}{(\rho_y \cdot w_y)_{tb}}}$

$$\Rightarrow D_{\text{luyện, tính toán}} = 0,0188 \cdot \sqrt{\frac{412}{0,78}} = 0,43 \text{ m} < D_{\text{luyện, giả thiết}} = 0,6 \text{ m}$$

Vậy giả thiết đã thỏa điều kiện $D_{\text{luyện, tính toán}} \leq D_{\text{luyện, giả thiết}} \Rightarrow$ Chấp nhận.

3.1.2. Đường kính đoạn chưng

3.1.2.1. Lượng hơi trung bình đi trong đoạn chưng

$$g'_{\text{tb}} = \frac{g'_n + g'_l}{2} = \frac{g_l + g'_l}{2} \quad (12)$$

Trong đó: g'_{tb} : Lượng hơi trung bình đi trong đoạn chưng (kg/h)

g'_n : lượng hơi ra khỏi đĩa trên cùng của đoạn chưng (kg/h)

g'_l : lượng hơi đi vào đoạn chưng (kg/h)

g_l : lượng hơi đi vào đĩa dưới cùng của đoạn luyện (kg/h)

a. Lượng hơi đi ra khỏi đoạn chưng (g'_n) chính là hơi đi vào đoạn luyện (g_l)

$$g'_n = g_l = 1,1 \text{ kg/h}$$

b. Lượng hơi đi vào đoạn chưng

Phương trình cân bằng năng lượng từ đĩa tiếp liệu đến đáy tháp:

$$g'_l \cdot r'_l = g'_n \cdot r'_n = g_l \cdot r_l \quad (13)$$

- $r'_n = r_l$ (J/kg) là ẩn nhiệt hóa hơi của hỗn hợp ra khỏi đoạn chưng chính là ẩn nhiệt hóa hơi đi vào đoạn luyện.

- Cần tính r'_l để suy ra g'_l

* Tính ẩn nhiệt hóa hơi của hỗn hợp ra khỏi đoạn chưng, (r'_n) có $t_F = 94,2^\circ\text{C}$

$$r'_n = r_l = 24676302 \text{ J/kg}$$

* Tính ẩn nhiệt hóa hơi của hỗn hợp đi vào đoạn chưng, (r'_l) có $t_W = 118,019^\circ\text{C}$

$$r'_l = r_a \cdot a_{y'_l} + (1 - a_{y'_l}) \cdot r_b \quad (14)$$

Trong đó: r_a, r_b : là ẩn nhiệt hóa hơi của cấu tử nguyên chất ở $t_W = 118,019^\circ\text{C}$

- $a_{y'_l} = a_{y_{cbW}}$: là nồng độ (phần khối lượng) của hơi đi vào đáy tháp.

- $y'_l = y_{cbW}$: nồng độ (phần mol) của pha hơi ứng với x_w trên đường làm việc.

- Tra bảng I.212 STT1/254 ta có ẩn nhiệt hóa hơi của axeton (CH_3COCH_3) và axit axetic (CH_3COOH) với $t_w = 118,019^\circ\text{C}$:

Nhiệt độ: t_F	$t_w = 118,019^\circ\text{C}$
Ẩn nhiệt hóa hơi của (CH_3COCH_3): r_a	$r_a = 102,8323\text{kcal/kg}$
	$r_a = 430538,27\text{J/kg}$
Ẩn nhiệt hóa hơi của (CH_3COOH): r_b	$r_b = 93,24\text{ kcal/kg}$
	$r_b = 390377,232\text{J/kg}$

- Đổi $y'_1 = y_w$ (phần mol) sang $a_{y'_1} = a_{y_w}$ (phần khối lượng):

$$a_{y'_1} = \frac{y_w \cdot M_A}{(y_w \cdot M_A) + (1 - y_w) \cdot M_B} = \frac{0,00162 \cdot 58}{(0,00162 \cdot 58) + (1 - 0,00162) \cdot 60} = 0,0016 \text{ phần khối lượng}$$

- Từ phương trình (14)

$$\begin{aligned} r'_1 &= r_a \cdot a_{y'_1} + (1 - a_{y'_1}) \cdot r_b = 430538,27 \cdot 0,0016 + (1 - 0,0016) \cdot 390377,232 \\ &= 390441,4897 \text{ J/kg} \end{aligned}$$

- * Từ phương trình (13): $g'_1 \cdot r'_1 = g'_n \cdot r'_n = g_1 \cdot r_1$

\Rightarrow Lượng hơi đi vào đoạn chưng (g'_1):

$$g'_1 = \frac{g'_n \cdot r'_n}{r'_1} = \frac{g_1 \cdot r_1}{r'_1} = \frac{1,1 \cdot 24676302}{390441,4897} = 69,52 \text{ kg/h}$$

- * Tính lượng lỏng đi vào đoạn chưng:

- Ta có phương trình cân bằng vật liệu toàn phần từ đĩa tiếp liệu đến đáy tháp:

$$G'_1 = g'_1 + G_w = 69,52 + 1442,211 = 1511,731 \text{ kg/h}$$

c. Lượng hơi trung bình đi trong đoạn chưng

$$g'_{tb} = \frac{g'_n + g'_1}{2} = \frac{g_1 + g'_1}{2} = \frac{1,1 + 69,52}{2} = 35,31 \text{ kg/h}$$

3.1.2.2. Lượng lỏng trung bình đi trong đoạn chưng

$$G'_{tb} = \frac{G'_1 + G'_n}{2} = \frac{G'_1 + G_1 + G_F}{2} = \frac{1511,731 + 358,88 + 1800}{2} = 1835,3\text{kg/h}$$

3.1.2.3. Tính vận tốc hơi trung bình đi trong đoạn chưng

$$(\rho_{y'} \cdot w_{y'})_{tb} = 0,065 \cdot \varphi \cdot \sqrt{h \cdot \rho_{y'_{tb}} \cdot \rho_{x'_{tb}}} \quad (14)$$

Trong đó: - $\varphi = 0,8$: hệ số tính đến sức cản bề mặt

- $\rho_{y'_{tb}}$: khối lượng riêng trung bình của hơi trong đoạn chưng

- $\rho_{x'_{tb}}$: khối lượng riêng trung bình của lỏng trong đoạn chưng

a. Tính khối lượng riêng trung bình của hơi trong đoạn chưng

$$\rho_{y'_{tb}} = \frac{M_{y'_{tb}} \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + t_{tb,d.chung})} \quad (15)$$

Ta có:

Nhiệt độ trung bình của đoạn chưng: $t_{tb,d.chung} = \frac{t_F + t_W}{2} = \frac{94,2 + 118,019}{2} = 106,1 \text{ } ^\circ\text{C}$

- $y'_l = y_W = 0,00162$: nồng độ (phần mol) tại đáy của đoạn chưng

- $y'_n = y_l = 27,04$ nồng độ làm việc (phần mol) tại đĩa tiếp liệu

- Nồng độ làm việc (phần mol) trung bình của pha hơi trong đoạn chưng:

$$y'_{tb} = \frac{y'_n + y'_l}{2} = \frac{27,04 + 0,00162}{2} = 13,52 \text{ phần mol}$$

- Khối lượng mol trung bình của hơi trong đoạn chưng:

$$M_{y'_{tb}} = y'_{tb} \cdot M_A + (1 - y'_{tb}) \cdot M_B = 13,52 \cdot 58 + (1 - 13,52) \cdot 60 = 32,96 \text{ kg/kmol}$$

$$(15) \Rightarrow \rho_{y'_{tb}} = \frac{M_{y'_{tb}} \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + t_{tb,d.chung})} = \frac{21,514 \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + 106,1)} = 0,7 \text{ kg/m}^3$$

b. Tính khối lượng riêng trung bình của lỏng trong đoạn chưng

$$\frac{1}{\rho_{x'_{tb}}} = \frac{a'_{tb}}{\rho_A} + \frac{(1-a'_{tb})}{\rho_B} \Rightarrow \rho_{x'_{tb}} = \frac{1}{\frac{a'_{tb}}{\rho_A} + \frac{(1-a'_{tb})}{\rho_B}}$$

$$+ \text{Nồng độ phần khối lượng trung bình: } a'_{tb} = \frac{a_F + a_W}{2} = \frac{0,1848 + 0,0005}{2} = 0,09265$$

+Khối lượng riêng của axeton (CH_3COCH_3) và axit axetic(CH_3COOH) ở nhiệt độ sau:

$t_{\text{tb đ.chung}}, ^\circ\text{C}$	Khối lượng riêng của cấu tử	
106,1 $^\circ\text{C}$	cấu tử A (CH_3COCH_3): ρ_A	cấu tử B (CH_3COOH): ρ_B
	684,46 kg/m^3	947,02 kg/m^3

$$\Rightarrow \rho_{x', \text{tb}} = \frac{1}{\frac{a'_{\text{tb}}}{\rho_A} + \frac{(1 - a'_{\text{tb}})}{\rho_B}} = \frac{1}{\frac{0,09265}{684,46} + \frac{(1 - 0,09265)}{947,02}} = 914,52 \text{ kg/m}^3$$

c. Vận tốc hơi trung bình đi trong đoạn chung của tháp chóp là:

$$(\rho_{y'} \cdot w_{y'})_{\text{tb}} = 0,065 \cdot \varphi \cdot \sqrt{h \cdot \rho_{y', \text{tb}} \cdot \rho_{x', \text{tb}}} = 0,065 \cdot 0,8 \cdot \sqrt{h \cdot 0,7 \cdot 914,52}$$

$$= 1,316 \cdot \sqrt{h}$$

3.1.2.4. Tính đường kính đoạn chung

- Ta có: $g'_{\text{tb}} = 35,31$ (kg/h): Lượng hơi trung bình đi trong đoạn chung

+ $(\rho_{y'} \cdot w_{y'})_{\text{tb}} = 1,316 \cdot \sqrt{h}$: Vận tốc hơi trung bình đi trong đoạn chung

+ Lấy $D_{\text{chung}} = D_{\text{luyện}} = 1,2 \Rightarrow h_{\text{chung}} = h_{\text{luyện}} = 0,3$

$$\Rightarrow (\rho_{y'} \cdot w_{y'})_{\text{tb}} = 1,316 \cdot \sqrt{h} = 1,316 \cdot \sqrt{0,3} = 0,72 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$$

$$\Rightarrow w_{y', \text{tb}} = \frac{0,72}{\rho_{y', \text{tb}}} = \frac{0,72}{0,7} = 1,03 \text{ (m/s)} \text{ là vận tốc hơi trung bình đi trong đoạn chung.}$$

$$\text{Ta có: } D_{\text{chung, tính toán}} = 0,0188 \cdot \sqrt{\frac{g'_{\text{tb}}}{(\rho_{y'} \cdot w_{y'})_{\text{tb}}}} = 0,0188 \cdot \sqrt{\frac{35,31}{0,72}} = 0,1316 \text{ m}$$

+ Vì $D_{\text{chung, tính toán}} = 0,1316 \text{ m} < D_{\text{luyện, tính toán}} = 0,43 \text{ m}$ cho nên ta lấy:

$$D_{\text{chung}} = D_{\text{luyện}} = 0,6 \text{ m} \Rightarrow h_{\text{chung}} = h_{\text{luyện}} = 0,25 \text{ m}$$

3.2. Tính chiều cao tháp

$$H = N_{tt} \cdot (h + \delta) + \Delta h$$

- Trong đó:
- $N_{tt} = 23$: là số đĩa thực tế
 - $h = h_{\text{chung}} = h_{\text{luyện}} = 0,25 \text{ m}$: là khoảng cách giữa hai đĩa
 - $\delta = 8 \text{ mm} = 0,008 \text{ m}$: là chiều dày của đĩa
 - $\Delta h = 0,8 \text{ m}$: là khoảng cách giữa đỉnh và đáy tháp

Vậy: $H = N_{tt} \cdot (h + \delta) + \Delta h = 23 \cdot (0,25 + 0,008) + 0,8 = 6,734 \text{ m} \approx 7 \text{ m}$

CHƯƠNG 4: CÂN BẰNG NHIỆT LƯỢNG TÍNH LƯỢNG HƠI ĐÓT CẦN CUNG CẤP

4.1. Lượng hơi đốt cần cung cấp cho tháp chưng

Tổng nhiệt lượng mang vào tháp = Tổng nhiệt lượng mang ra khỏi tháp

$$Q_F + Q_{Dl} + Q_R = Q_Y + Q_W + Q_m$$

4.1.1. Nhiệt lượng do hỗn hợp đầu mang vào tháp chưng luyện

$$Q_F = G_F \cdot C_F \cdot t_F$$

$G_F = 1800$ (kg/h) : là lưu lượng khối lượng của hỗn hợp đầu

C_F : là nhiệt dung riêng của hỗn hợp ở nhiệt độ sôi

$t_F = 94,2$ °C: là nhiệt độ sôi của hỗn hợp đầu

* Ta có: $C_F = a_F \cdot C_A + (1-a_F) \cdot C_B$

- $a_F = 0,1848$: là nồng độ phần khối lượng của hỗn hợp đầu

- C_A, C_B : là nhiệt dung riêng của Axeton - Axit axetic ở nhiệt độ sôi ban đầu

$t_F = 94,2$ °C lấy từ bảng tra I.153 và I.154 ST-T1/171:

t_F , °C	94,2 °C
C_A (Axeton), J/kg.độ	$C_A = 2415,9686$
C_B (Axit axetic), J/kg.độ	$C_B = 2396,374$

$$\Rightarrow C_F = a_F \cdot C_A + (1-a_F) \cdot C_B = 0,1848 \cdot 2415,9686 + (1-0,1848) \cdot 2396,374$$

$$= 2399,995 \text{ J/kg.độ}$$

* Nhiệt lượng do hỗn hợp đầu mang vào tháp chưng

$$Q_F = G_F \cdot C_F \cdot t_F = 1800 \cdot 2399,995 \cdot 94,2 = 406943152,2 \text{ J/h}$$

4.1.2. Nhiệt lượng do lượng lỏng hồi lưu mang vào

$$Q_R = G_R \cdot C_x \cdot t_x = (G_P \cdot R_x) \cdot C_x \cdot t_x$$

Trong đó: $G_R = 648,74$ kg/h: lượng lỏng hồi lưu

$G_P = 357,786$ kg/h: lượng sản phẩm đỉnh

$R_x = 1,8132$: tỷ số hồi lưu

$t_x = t_p = 58,2$ °C: nhiệt độ lỏng hồi lưu lấy bằng nhiệt độ sôi ở đỉnh tháp

C_x : là nhiệt dung riêng của hỗn hợp lỏng hồi lưu

* Ta có: $C_x = a_p \cdot C_A + (1-a_p) \cdot C_B$

- $a_p = 0,9277$ phần khối lượng

- C_A, C_B : là nhiệt dung riêng của Axeton - Axit axetic ở $t_p = 58,2$ °C lấy từ bảng tra I.153 và I.154 ST-T1/171:

t_p °C	58,2 °C
C_A (Axeton), J/kg.độ	$C_A = 2299,073$
C_B (Axit axetic), J/kg.độ	$C_B = 2197,15$

$$\Rightarrow C_x = a_p \cdot C_A + (1-a_p) \cdot C_B = 0,9277 \cdot 2299,073 + (1-0,9277) \cdot 2197,15$$

$$= 2291,7 \text{ J/kg.độ}$$

* Nhiệt lượng do lượng lỏng hồi lưu mang vào

$$Q_R = G_R \cdot C_x \cdot t_x = 648,74 \cdot 2291,7 \cdot 58,2 = 86526956,06 \text{ J/h}$$

4.1.3. Nhiệt lượng do sản phẩm đáy mang ra

$$Q_W = G_W \cdot C_W \cdot t_W$$

Trong đó: $G_W = 1442,211$ kg/h: lưu lượng sản phẩm đáy

$t_W = 118$ °C : nhiệt độ sôi của sản phẩm đáy

C_W : nhiệt dung riêng của sản phẩm đáy

* Ta có: $C_W = a_W \cdot C_A + (1-a_W) \cdot C_B$

- $a_W = 0,0005$ phần khối lượng

- C_A, C_B : là nhiệt dung riêng của Axeton - Axit axetic ở $t_W = 118^\circ\text{C}$ lấy từ bảng tra I.153 và I.154 ST-T1/171:

t_W °C	118 °C
C_A (Axeton), J/kg.độ	$C_A = 2488,934$
C_B (Axit axetic), J/kg.độ	$C_B = 2542,299$

$$\Rightarrow C_W = a_W \cdot C_A + (1 - a_W) \cdot C_B = 0,0005 \cdot 2488,934 + (1 - 0,0005) \cdot 2542,299$$

$$= 2542,27 \text{ J/kg.độ}$$

- * Nhiệt lượng do lượng lỏng hồi lưu mang vào

$$Q_W = G_W \cdot C_W \cdot t_W = 1442,211 \cdot 2542,27 \cdot 118 = 432645791,6 \text{ J/h}$$

4.1.4. Nhiệt lượng hơi mang ra ở đỉnh tháp

$$Q_Y = G_P \cdot (R_x + 1) \cdot \lambda$$

- $G_P = 357,786 \text{ kg/h}$: lượng sản phẩm đỉnh
- $R_x = 1,8132$: tỷ số hồi lưu
- λ : là nhiệt lượng riêng của hỗn hợp hơi ở đỉnh tháp, $t_p = 58,2^\circ\text{C}$

$$\lambda = a_p \cdot \lambda_A + (1 - a_p) \cdot \lambda_B$$

Trong đó: λ_A, λ_B : là nhiệt lượng riêng của Axeton - Axit axetic ở đỉnh tháp

- * Ta có: $\lambda_k = r_k + C_k \cdot t_p$; k : là cấu tử A (Axeton) và B (Axit axetic)

- Bảng tra ẩn nhiệt hóa hơi của Axeton - Axit axetic ở nhiệt độ đỉnh $t_p = 58,2^\circ\text{C}$:

Nhiệt độ	$t_p = 58,2^\circ\text{C}$
cấu tử A (Axeton): r_A	124,3143 Kcal/kg
	520637 J/kg
cấu tử B (Axit axetic): r_B	89,4045 Kcal/kg
	374124 J/kg

- Bảng tra nhiệt dung riêng của Axeton - Axit axetic ở $t_p = 58,2^\circ\text{C}$:

t_p °C	58,2 °C
C_A (Axeton), J/kg.độ	$C_A = 2299,073$
C_B (Axit axetic), J/kg.độ	$C_B = 2197,15$

$$\Rightarrow \lambda_A = r_A + C_A \cdot t_p = 520637 + 2299,073 \cdot 58,2 = 133858,6856 \text{ J/kg}$$

$$\Rightarrow \lambda_B = r_B + C_B \cdot t_p = 374124 + 2197,15 \cdot 58,2 = 501998,13 \text{ J/kg}$$

- * Nhiệt lượng riêng của hỗn hợp hơi ở đỉnh tháp

$$\begin{aligned} \lambda &= a_p \cdot \lambda_A + (1 - a_p) \cdot \lambda_B = 0,9277 \cdot 133858,6856 + (1 - 0,9277) \cdot 501998,13 \\ &= 160475,1674 \text{ J/kg} \end{aligned}$$

- * Nhiệt lượng hơi mang ra ở đỉnh tháp

$$Q_Y = G_P \cdot (R_X + 1) \cdot \lambda = 357,786 \cdot (1,8132 + 1) \cdot 160475,1674 = 161522039,2 \text{ J/h}$$

4.1.5. Nhiệt lượng trao đổi trong tháp

- * Ta có phương trình cân bằng nhiệt lượng cho toàn tháp:

$$Q_F + Q_{D1} + Q_R = Q_Y + Q_W + Q_m$$

$$\Rightarrow Q_{D1} = Q_Y + Q_W + Q_m - (Q_F + Q_R) \quad (*)$$

- * Mặc khác: $Q_{D1} = D_1 \cdot r = Q_{\text{trao đổi}} + Q_m$

$$\Rightarrow Q_{\text{trao đổi}} = Q_{D1} - Q_m \quad (**)$$

- * Thay (*) vào (**) suy ra nhiệt lượng trao đổi trong tháp:

$$Q_{\text{trao đổi}} = Q_Y + Q_W - (Q_F + Q_R)$$

Trong đó:

- $Q_Y = 161522039,2 \text{ J/h}$
- $Q_W = 432645791,6 \text{ J/h}$
- $Q_F = 406943152,2 \text{ J/h}$
- $Q_R = 86526956,06 \text{ J/h}$

$$Q_{\text{trao đổi}} = 161522039,2 + 432645791,6 - (406943152,2 + 86526956,06) \\ = 100697722,5 \text{ J/h}$$

4.1.6. Nhiệt lượng tổn hao ra môi trường xung quanh

$$Q_m = 5\% Q_{\text{trao đổi}} = 0,05 \cdot 100697722,5 = 5034886,125 \text{ J/h}$$

4.1.7. Nhiệt lượng do hơi đốt cung cấp cho đáy tháp

$$Q_{D1} = D_1 \cdot r = Q_{\text{trao đổi}} + Q_m = 100697722,5 + 5034886,125 = 105732608,1 \text{ J/h}$$

- Chọn hơi đốt là hơi nước bão hòa, $P_{hd} = 3,4 \text{ at}$

⇒ Nội suy nhiệt độ và ẩn nhiệt hóa hơi của hơi đốt ở áp suất $P_{hd} = 3,4 \text{ at}$ từ bảng I.250 ST-T1/312 như sau:

$P_{hd}, \text{ at}$	3,4 at
$t_{\text{hơi đốt}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{hơi đốt}} = 132,97^\circ\text{C}$
$r_{hh}, \text{ kcal/kg}$	$r_{hh} = 2141,01 \text{ kcal/kg}$

Đổi đơn vị: $r_{hh} = 2141,01 \text{ kcal/kg} = 2141,01 \cdot 4,1868 \cdot 10^3 = 8963980,668 \text{ J/kg}$

- Lượng hơi đốt để đun sôi hỗn hợp ở đáy tháp:

$$D_1 = \frac{Q_{D1}}{r_{hh}} = \frac{105732608,1}{8963980,668} = 11,795 \text{ kg/h}$$

4.2. Lượng hơi đốt cần cung cấp cho thiết bị đun nóng hỗn hợp đầu

$$Q_{D2} + Q_F' = Q_F'' + Q_m'$$

Q_{D2} : Nhiệt lượng hơi đốt cung cấp

Q_F' : Nhiệt lượng do hỗn hợp đầu mang vào thiết bị đun nóng

Q_F'' : Nhiệt lượng do hỗn hợp đầu mang ra khỏi thiết bị đun nóng

Q_m' : Nhiệt lượng tổn hao ra môi trường xung quanh

Chọn hơi đốt là hơi nước bão hòa, $P_{hd} = 3,4 \text{ at}$

$$\Rightarrow t_{\text{hơi đốt}} = 132,97^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow r_{\text{ngưng tụ}} = 8963980,668 \text{ J/kg}$$

4.2.1. Nhiệt lượng do hỗn hợp đầu mang vào thiết bị đun nóng

$$Q_F' = G_F \cdot C_F' \cdot t_d$$

Trong đó: $G_F' = 1800$ (kg/h) là lưu lượng khối lượng của hỗn hợp đầu

C_F' : là nhiệt dung riêng của hỗn hợp đầu

$t_d = 19$ °C: là nhiệt độ đầu của hỗn hợp

* Ta có: $C_F' = a_F \cdot C_A + (1 - a_F) \cdot C_B$

* $a_F = 0,1848$ là nồng độ phần khối lượng của hỗn hợp đầu

* C_A, C_B : là nhiệt dung riêng của Axeton - Axit axetic ở nhiệt độ ban đầu lấy từ bảng tra I.153 và I.154 ST-T1/171:

t_d °C	19 °C
C_A (Axeton), J/kg.độ	$C_A = 2176,7$
C_B (Axit axetic), J/kg.độ	$C_B = 1988,4$

$$\Rightarrow C_F' = a_F \cdot C_A + (1 - a_F) \cdot C_B = 0,1848 \cdot 2176,7 + (1 - 0,1848) \cdot 1988,4 = 2023,2 \text{ J/kg.độ}$$

* Nhiệt lượng do hỗn hợp đầu mang vào

$$Q_F' = G_F \cdot C_F' \cdot t_d = 1800 \cdot 2023,2 \cdot 19 = 69193440 \text{ J/h}$$

4.2.2. Nhiệt lượng do hỗn hợp mang ra khỏi thiết bị đun nóng

$$Q_F'' = Q_F = 406943152,2 \text{ J/h}$$

4.2.3. Lượng nhiệt trao đổi

$$Q_{\text{trao đổi}} = Q_F'' - Q_F' = 406943152,2 - 69193440 = 337749712,2 \text{ J/h}$$

4.2.4. Lượng nhiệt tổn hao ra môi trường xung quanh

$$Q_m' = 5\% Q_{\text{trao đổi}} = 0,05 \cdot 337749712,2 = 16887485,61 \text{ J/h}$$

4.2.5. Lượng nhiệt cần để đun nóng hỗn hợp đầu:

$$Q_{D2} = D_2 \cdot r = Q_{\text{trao đổi}} + Q_m' = 337749712,2 + 16887485,61 = 354637197,8 \text{ J/h}$$

Ta có: $r_{\text{ngưng tụ}} = 8963980,668$ (J/kg) đã nội suy từ $P_{\text{hd}} = 3,4$ at ở trên

⇒ Lượng hơi đốt để đun sôi hỗn hợp ở đáy tháp:

$$D_2 = \frac{Q_{D2}}{r} = \frac{354637197,8}{8963980,668} = 39,562 \text{ kg/h}$$

KẾT LUẬN

Sau khi hoàn thành môn học Đồ án Quá Trình Thiết Bị này, em đã tiếp thu nhiều kiến thức và có thêm nhiều hiểu biết để tính toán các thành phần cấu tử trong quá trình chưng luyện, hiểu được nguyên lý làm việc của tháp chưng luyện để tách, phân riêng thành các cấu tử riêng biệt.

Cuối cùng em xin cảm ơn cô: Mai Thị Phương Chi, người đã hướng dẫn em làm đồ án môn học này trong thời gian qua.