





Đề tài

*" Tính toán hệ thống
chung luyện liên tục
để tách hỗn hợp hai
cấu tử : acetone –
nước "*



MỤC LỤC

Lời mở đầu	5
CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU VỀ ACETONE VÀ QUI TRÌNH CÔNG NGHỆ.....	6
1. Giới thiệu sơ bộ	7
2. Sản xuất Aceton.....	8
3. Công nghệ chưng cất hỗn hợp Acetone –Nước	9
4. Chọn loại tháp chưng cất và phương pháp chưng cất.....	9
5. Sơ đồ qui trình công nghệ và thuyết minh qui trình công nghệ.....	10
CHƯƠNG 2: CÂN BẰNG VẬT CHẤT – CÂN BẰNG NĂNG LƯỢNG.....	14
1. Cân bằng vật chất	15
1.1 Đồ thị cân bằng Acetone – Nước.....	16
1.2 Xác định chỉ số hồi lưu thích hợp.....	17
1.3 Vẽ đường làm việc	19
1.4 Xác định số mâm lý thuyết và số mâm thực tế.....	19
2. Cân bằng năng lượng.....	21
2.1 Cân bằng nhiệt lượng của tháp chưng cất	21
2.2 Cân bằng nhiệt lượng của thiết bị ngưng tụ	23
2.3 Cân bằng nhiệt lượng của thiết bị làm lạnh sản phẩm đỉnh	23
2.4 Cân bằng nhiệt lượng của thiết bị làm nguội sản phẩm đáy (trao đổi nhiệt với nhập liệu ban đầu)	24
CHƯƠNG 3: TÍNH TOÁN THIẾT BỊ CHÍNH.....	25
I. Kích thước tháp	26
1. Đường kính đoạn cất	26
2. Đường kính đoạn luyện	28
3. Chiều cao tháp	30
II. Tính toán chớp và ống chảy chuyên.....	31
A. Tính cho phần cất	31

B. Tính cho phần chung	32
III. Tính chi tiết ống dẫn	37
1. Đường kính ống dẫn hơi vào thiết bị ngưng tụ.....	37
2. Ống dẫn dòng chảy hoàn lưu	38
3. Ống dẫn dòng nhập liệu.....	38
4. Ống dẫn dòng sản phẩm đáy.....	38
5. Ống dẫn từ nồi đun qua tháp.....	39
IV. Tính trở lực tháp	39
A. Tổng trở lực phần cất	39
1. Trở lực đĩa khô ΔP_k	39
2. Trở lực do sức căng bề mặt	40
3. Trở lực của lớp chất lỏng trên đĩa (Trở lực thủy tĩnh ΔP_t)	40
B. Tổng trở lực phần chưng.....	41
1. Trở lực đĩa khô ΔP_k	41
2. Trở lực do sức căng bề mặt.....	41
3. Trở lực của lớp chất lỏng trên đĩa (Trở lực thủy tĩnh ΔP_t)	42
CHƯƠNG 4: TÍNH CƠ KHÍ	44
1. Tính bề dày thân trụ của tháp	45
2. Tính - chọn bề dày đáy và nắp thiết bị	47
3. Chọn bích và vòng đệm.....	48
4. Tính mâm	49
5. Chân đỡ và tai treo thiết bị.....	50
6. Tính bảo ôn.....	53
CHƯƠNG 5: TÍNH THIẾT BỊ PHỤ.....	58
I. Thiết bị gia nhiệt hỗn hợp dầu hay thiết bị làm nguội sản phẩm đáy.....	59
1. Điều kiện nhiệt độ của quá trình	59
2. Nhiệt tải.....	60
3. Chọn thiết bị.....	60

II. Thiết bị làm nguội sản phẩm đỉnh	64
1. Điều kiện nhiệt độ của quá trình	64
2. Nhiệt tải.....	65
3. Chọn thiết bị.....	65
III. Thiết bị ngưng tụ hồi lưu	69
1. Điều kiện nhiệt độ của quá trình	69
2. Nhiệt tải.....	70
3. Chọn thiết bị.....	70
4. Xác định hệ số cấp nhiệt từ dòng sản phẩm đỉnh đến thành ống.....	70
5. Xác định hệ số cấp nhiệt từ thành ống đến nước	71
6. Nhiệt tải riêng.....	72
7. Hệ số truyền nhiệt.....	72
8. Bề mặt truyền nhiệt	72
9. Chiều dài mỗi ống	72
IV. Thiết bị nồi đun	73
1. Điều kiện nhiệt độ của quá trình	73
2. Nhiệt tải.....	74
3. Chọn thiết bị.....	74
4. Xác định hệ số cấp nhiệt từ dòng sản phẩm đỉnh đến thành ống.....	74
5. Tính hệ số cấp nhiệt của sản phẩm đáy nồi	75
6. Hệ số truyền nhiệt.....	75
7. Bề mặt truyền nhiệt	75
8. Chiều dài mỗi ống	75
V. Tính bồn cao vị- Bơm	76
1. Tính bồn cao vị.....	76
2. Tính bơm.....	79
CHƯƠNG 6: TÍNH GIÁ THÀNH THIẾT BỊ.....	81
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	83

LỜI MỞ ĐẦU

Một trong những ngành có sự đóng góp to lớn đến ngành công nghiệp nước ta nói riêng và thế giới nói chung đó là ngành công nghệ hoá học. Đặc biệt là ngành hóa chất cơ bản.

Trong thực tế, chúng ta sử dụng rất nhiều dạng hoá chất khác nhau: hỗn hợp nhiều chất hay đơn chất tinh khiết. Mà nhu cầu về một loại hoá chất tinh khiết cũng rất lớn. Quá trình có thể đáp ứng phần nào độ tinh khiết theo yêu cầu là chưng cất: là quá trình tách các cấu tử trong hỗn hợp lỏng – lỏng, hay hỗn hợp lỏng – khí thành các cấu tử riêng biệt dựa vào độ bay hơi khác nhau của chúng.

Và đối với hệ acetone – nước, do không có điểm đẳng phí nên có thể đạt được bất kỳ độ tinh khiết theo yêu cầu nhờ quá trình chưng cất.

Nhiệm vụ thiết kế: tính toán hệ thống chưng luyện liên tục để tách hỗn hợp hai cấu tử : acetone – nước với các số liệu sau đây:

Năng suất sản phẩm đỉnh : 1500 Kg/h

Nồng độ sản phẩm đỉnh : 98% theo khối lượng

Nồng độ nhập liệu : 30%

Áp suất làm việc : áp suất thường.

CHƯƠNG 1

GIỚI THIỆU VỀ ACETONE VÀ QUI TRÌNH CÔNG NGHỆ

1. Giới thiệu sơ bộ :

Acetone có công thức phân tử : CH_3COCH_3 .Khối lượng phân tử bằng 58.079 đvC

Là một chất lỏng không màu, dễ lưu động và dễ cháy, với một cách êm dịu và có mùi thơm.

Nó hòa tan vô hạn trong nước và một số hợp chất hữu cơ như : eter, metanol, etanol, diacetone alcohol...

Ứng dụng : Acetone được ứng dụng nhiều làm dung môi cho công nghiệp, ví dụ cho vecni, sơn, sơn mài, cellulose acetate, nhựa, cao su ... Nó hoà tan tốt tơ acetate, nitroxenluloz, nhựa phenol focmandehyt, chất béo, dung môi pha sơn, mực in ống đồng. Acetone là nguyên liệu để tổng hợp thủy tinh hữu cơ.

Từ Acetone có thể tổng hợp ceten, sumfonat (thuốc ngủ), các holofom.

Được tìm thấy đầu tiên vào năm 1595 bởi Libavius, bằng chưng cất khan đường, và đến năm 1805 Trommsdorff tiến hành sản xuất Acetone bằng cách chưng cất Acetat của bô tạt và soda : là một phân đoạn lỏng nằm giữa phân đoạn rượu và eter.

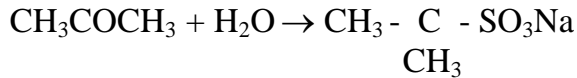
Một số thông số vật lý và nhiệt động của Acetone :

- Nhiệt độ nóng chảy : $-94.6\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Nhiệt độ sôi : $56.9\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Tỷ trọng : d_{20}^4 ;
- Nhiệt dung riêng C_p : 22 Kcal/mol (chuẩn ở $102\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Độ nhớt μ : 0.316 cp (ở $250\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Nhiệt trị : 0.5176 cal/g (ở 20°C)

Tính chất hoá học :

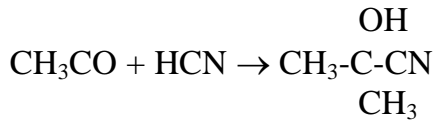
Cộng hợp với natri bisunfit:

OH



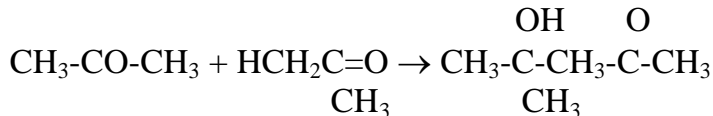
(1-metyl-1-hydroxi etan sunfonát natri)

Cộng hợp axit HCN:



(pH= 4-8)

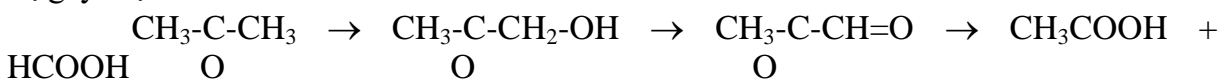
Phản ứng ngưng tụ :



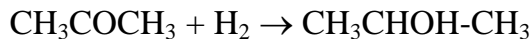
(4-oxy-4-mêtyll-2-pentanon)

Acetone khó bị oxi hóa bởi thuốc thử Pheling, Tôlueen, HNO_3 , KMnO_4 , ...
Chỉ bị oxi hóa bởi hỗn hợp $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$, Sunfôcrômíc $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4$...

Bị gãy mạch cacbon.

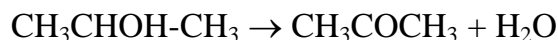


Phản ứng khử hoá :



Điều chế :

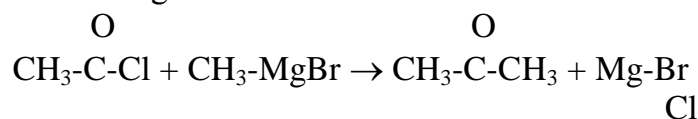
Oxy hóa rượu bậc hai:



Theo phương pháp Piria : nhiệt phân muối canxi của axit cacboxylic:



Từ dẫn xuất cơ magiê :



2. Sản xuất Acetone :

Trong thời kỳ chiến tranh thế giới lần thứ nhất, do nhu cầu về nguồn Acetone rất lớn, tong khi có sự giới hạn trong việc thu được Acetone từ sự chưng cất gỗ, nên để bổ sung nguồn Acetone Hoa Kỳ đã áp dụng phương pháp chưng cất khan $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ – thu được bằng cách lên men rượu có mặt xúc tác vi khuẩn để chuyển carbohydrate thành Acetone và Butyl Alcohol. Công nghệ này được ứng dụng chủ yếu trong suốt chiến tranh thế giới lần thứ nhất và những năm 20 .

Tuy nhiên, đến giữa những năm 20 và cho đến nay công nghệ trên được thay bằng công nghệ có hiệu quả hơn (chiếm khoảng $\frac{3}{4}$ phương pháp sản xuất Acetone của Hoa Kỳ) : Dehydro Isopropyl Alcol.

Ngoài ra, còn một số quá trình sản xuất Acetone khác :

- Oxi hóa Cumene Hydro Peroxide thành Phenol và Acetone.

- Oxi hóa trực tiếp Butan – Propan.
- Lên men Carbo hydrate bởi vi khuẩn đặc biệt.
- Công ty Shell sử dụng nó như một sản phẩm phụ.

Tổng hợp Acetone bằng cách Dehydro Isopropyl Alcol có xúc tác:

- $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3 + 15.9 \text{ Kcal (ở } 327^\circ\text{C)} \xrightarrow{\text{xuctac}} \text{CH}_3\text{COCH}_3 + \text{H}_2$
- Xúc tác sử dụng ở đây : đồng và hợp kim của nó, oxit kim loại và muối.
- Ở nhiệt độ khoảng 325 0C , hiệu suất khoảng 97%.
- Dòng khí nóng sau phản ứng gồm có : Acetone, lượng Isopropyl Alcol chưa phản ứng, H₂ và một phần nhỏ sản phẩm phụ (như Propylene, diisopropyl eter ...). Hỗn hợp này được làm lạnh và khí không ngưng được lọc bởi nước . Dung dịch lỏng được đem đi chưng cất phân đoạn, thu được Acetone ở đỉnh và hỗn hợp của nước, Isopropyl Alcol (ít) ở đáy.

3. Công nghệ chưng cất hỗn hợp Acetone –Nước :

Ta có Acetone là một chất lỏng tan vô hạn trong nước và nhiệt độ sôi của Acetone (56.9 0C ở 760 mmHg) và Nước (100 0C ở 760 mmHg) : là khá cách xa nhau nên phương pháp hiệu quả nhất để thu được Acetone tinh khiết là chưng cất phân đoạn dựa vào độ bay hơi khác nhau của các cấu tử trong hỗn hợp.

Trong trường hợp này ta không thể sử dụng phương pháp cô đặc vì các cấu tử đều có khả năng bay hơi, và không sử dụng phương pháp trích ly cũng như hấp thụ do phải đưa vào một pha mới để tách chúng, có thể làm cho quá trình phức tạp hơn, hay quá trình tách không được hoàn toàn.

4. Chọn loại tháp chưng cất và phương pháp chưng cất :

- Chưng cất là quá trình phân tách các hỗn hợp lỏng thành các cấu tử riêng biệt dựa vào sự khác nhau về độ bay hơi của chúng (hay nhiệt độ sôi), bằng cách lặp đi lặp lại nhiều lần quá trình bay hơi – ngưng tụ, trong đó vật chất đi từ pha lỏng vào pha hơi hoặc ngược lại.
- Đối với chưng cất ta có hai phương pháp thực hiện :
 - Chưng cất đơn giản (dùng thiết bị hoạt động theo chu kỳ):
Phương pháp này sử dụng trong các trường hợp sau :
 - + Khi nhiệt độ sôi của các cấu tử khác xa nhau .
 - + Khi không đòi hỏi sản phẩm có độ tinh khiết cao .
 - + Tách hỗn hợp lỏng ra khỏi tạp chất không bay hơi .
 - + Tách sơ bộ hỗn hợp nhiều cấu tử .
 - Chưng cất liên tục hỗn hợp hai cấu tử (dùng thiết bị hoạt động liên tục): là quá trình được thực hiện liên tục, nghịch dòng, nhiều đoạn.
Ngoài ra còn có thiết bị hoạt động bán liên tục .
- Trong trường hợp này, do sản phẩm là Acetone – với yêu cầu có độ tinh khiết cao khi sử dụng , cộng với hỗn hợp Acetone – Nước là hỗn hợp không có điểm đẳng phí nên chọn phương pháp chưng cất liên tục là hiệu quả nhất.
- Chọn loại tháp chưng cất :

Có rất nhiều loại tháp được sử dụng, nhưng đều có chung một yêu cầu cơ bản là diện tích bề mặt tiếp xúc pha phải lớn, điều này phụ thuộc vào độ phân tán của một lưu chất này vào lưu chất kia .

Ta khảo sát hai loại tháp chưng cất thường dùng là tháp mâm và tháp chêm:

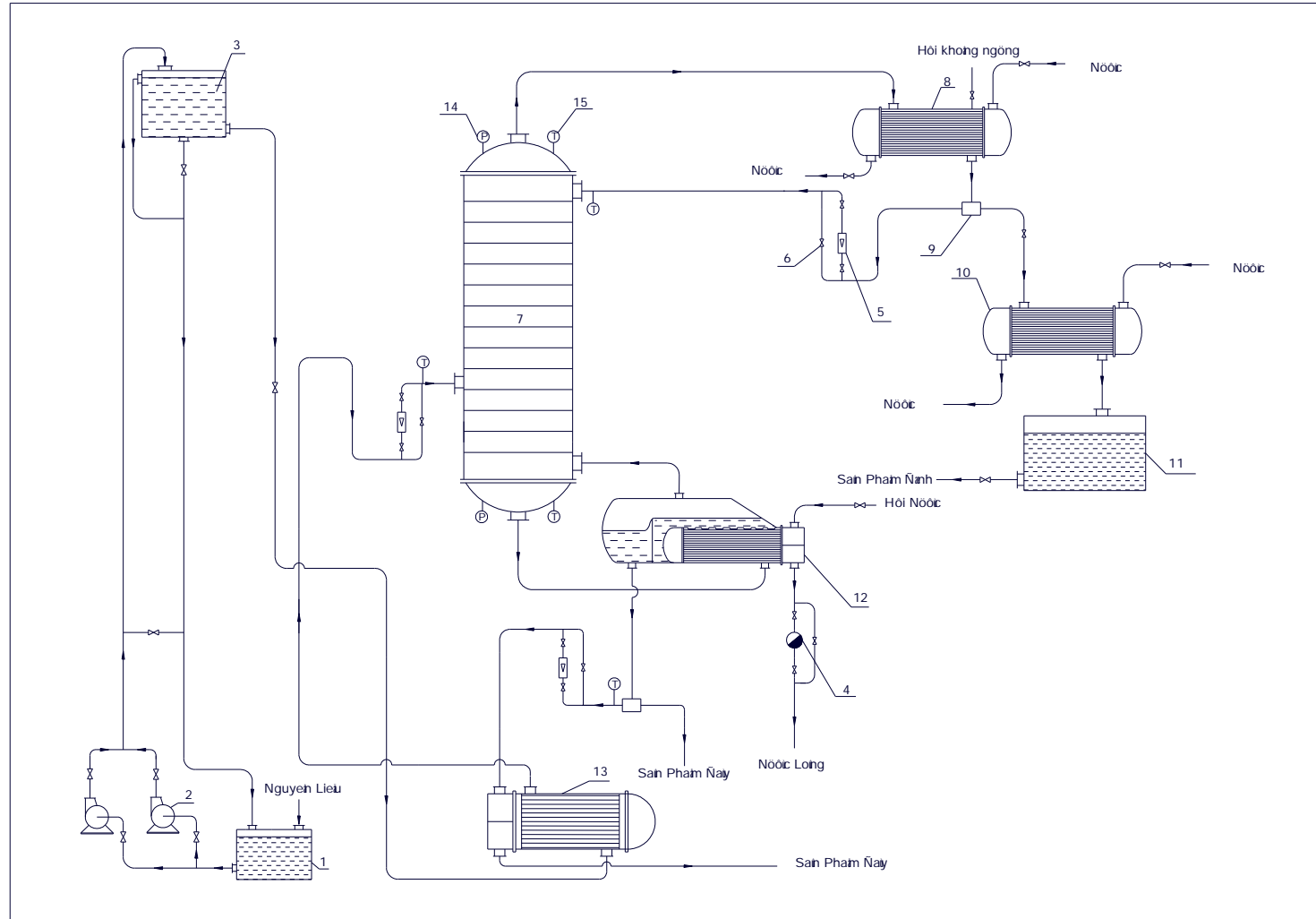
- Tháp mâm gồm thân tháp hình trụ, thẳng đứng, phía trong có gắn các mâm có cấu tạo khác nhau, trên đó pha lỏng và pha hơi được cho tiếp xúc với nhau. Gồm có : mâm chóp, mâm xuyên lỗ , mâm van. Thường sử dụng mâm chóp .
- Tháp chêm là một tháp hình trụ, gồm nhiều đoạn nối với nhau bằng mặt bích hay hàn . Vật chêm được đổ đầy trong tháp theo một hay hai phương pháp : xếp ngẫu nhiên hay xếp thứ tự .

Chọn loại mâm chóp để thực hiện quá trình chưng cất vì những ưu điểm sau:

- Dễ dàng làm vệ sinh thông qua các cửa sửa chữa .
- Với cùng một chức năng, tổng khối lượng tháp mâm thường nhỏ hơn so với tháp chêm.
- Hiệu suất mâm không đổi đối với một khoảng vận tốc dòng lỏng hoặc khí.
- Có thể lắp đặt ống xoắn giải nhiệt trên mâm khi cần thiết .
- Tháp mâm thích hợp trong trường hợp có số mâm lý thuyết hoặc số đơn vị truyền khối lớn .
- Tháp được thiết kế để có thể giữ được một lượng lỏng nhất định trên mâm.
- Chi phí tháp mâm có đường kính lớn rẻ hơn so với tháp đệm .
- Dễ dàng đưa vào hoặc loại bỏ các dòng bên .
- Tính ổn định cao.

5. Sơ đồ qui trình công nghệ và thuyết minh qui trình công nghệ :

a. Sơ đồ qui trình công nghệ (xem trang sau)



Chú thích :

1. Bồn chứa nguyên liệu .
2. Bơm.
3. Bồn cao vị .
4. Bẫy hơi .
5. Lưu lượng kế .
6. Van .
7. Tháp chưng cất .
8. Thiết bị ngưng tụ sản phẩm đỉnh .
9. Bộ phận chỉnh dòng .
10. Thiết bị làm nguội sản phẩm đỉnh .
11. Bồn chứa sản phẩm đỉnh .
12. Nồi đun .
13. Đun sôi nhập liệu bằng sản phẩm đáy .
14. Áp kế .
15. Nhiệt kế .

b. Thuyết minh qui trình công nghệ :

Hỗn hợp Acetone- Nước có nồng độ Acetone 30% (theo khối lượng) , nhiệt độ khoảng 27 °C tại bình chứa nguyên liệu (1) được bơm (2) bơm lên bồn cao vị (3). Từ đó được đưa đến thiết bị gia nhiệt (3) (trao đổi nhiệt với sản phẩm đáy). Ở đây, hỗn hợp được đun sôi đến nhiệt độ sôi . Sau đó, hỗn hợp được đưa vào tháp chưng cất (7) ở đĩa nhập liệu.

Trên đĩa nhập liệu, chất lỏng được trộn với phần lỏng từ đoạn cất của tháp chảy xuống. Trong tháp hơi, đi từ dưới lên gặp chất lỏng từ trên xuống . Ở đây, có sự tiếp xúc và trao đổi giữa hai pha với nhau. Pha lỏng chuyển động trong phần chưng càng xuống dưới càng giảm nồng độ các cấu tử dễ bay hơi vì đã bị pha hơi tạo nên từ nồi đun (12) lôi cuốn cấu tử dễ bay hơi . Nhiệt độ càng lên trên càng thấp, nên khi hơi đi qua các đĩa từ dưới lên thì cấu tử có nhiệt độ sôi cao là nước sẽ ngưng tụ lại, cuối cùng trên đỉnh tháp ta thu được hỗn hợp có cấu tử Acetone chiếm nhiều nhất (có nồng độ 98% theo khối lượng). Hơi này đi vào thiết bị ngưng tụ (8) và được ngưng tụ một phần (chỉ ngưng tụ hồi lưu). Một phần chất lỏng ngưng đi qua thiết bị làm nguội sản phẩm đỉnh (10), được làm nguội đến 30 °C , rồi được đưa qua bồn chứa sản phẩm đỉnh (11). Phần còn lại của chất lỏng ngưng được hồi lưu về tháp ở đĩa trên cùng với tỷ số hoàn lưu tối ưu . Một phần cấu tử có nhiệt độ sôi thấp được bốc hơi, còn lại cấu tử có nhiệt độ sôi cao trong chất lỏng ngày càng tăng . Cuối cùng, ở đáy tháp ta thu được hỗn hợp lỏng gồm hầu hết là cấu tử khó bay hơi (nước). Hỗn hợp lỏng ở đáy có nồng độ Acetone là 2% theo khối lượng, còn lại là nước. Dung dịch lỏng ở đáy đi ra khỏi tháp, một phần được đun, bốc hơi ở nồi đun (12) cung cấp lại cho tháp để tiếp tục làm việc, phần còn lại được trao đổi nhiệt với nhập liệu (sau khi qua bồn cao vị).

Hệ thống làm việc liên tục cho ra sản phẩm đỉnh là Acetone, sản phẩm đáy sau khi trao đổi nhiệt với nhập liệu được thải bỏ.

CHƯƠNG 2

CÂN BẰNG VẬT CHẤT CÂN BẰNG NĂNG LƯỢNG

1. Cân bằng vật chất

- Các số liệu ban đầu :
 Năng suất sản phẩm đỉnh thu được : 1500 (Kg/h)
 Sản phẩm có nồng độ Acetone : 98% theo khối lượng.
 Nhập liệu có nồng độ Acetone : 30% theo khối lượng .
 Thiết bị hoạt động liên tục.
- Các ký hiệu :
 F : lượng nhập liệu ban đầu (Kmol/h)
 D : lượng sản phẩm đỉnh (Kmol/h)
 W : lượng sản phẩm đáy (Kmol/h)
 x_F : nồng độ mol Acetone trong nhập liệu
 x_D : nồng độ mol Acetone trong sản phẩm đỉnh
 x_W : nồng độ mol Acetone trong sản phẩm đáy
- Phương trình cân bằng vật chất cho toàn bộ tháp chưng cất :

$$F = D + W \quad (1)$$

$$F * x_F = D * x_D + W * x_W \quad (2)$$
- Chuyển từ phần khối lượng sang phần mol:

$$x_F = \frac{\frac{\bar{x}_F}{M_1}}{\frac{\bar{x}_F}{M_1} + \frac{(1-\bar{x}_F)}{M_2}} = \frac{\frac{0.30}{58}}{\frac{0.30}{58} + \frac{(1-0.30)}{18}} = 0.117 (\text{phần mol Acetone})$$

$$x_D = \frac{\frac{\bar{x}_D}{M_1}}{\frac{\bar{x}_D}{M_1} + \frac{(1-\bar{x}_D)}{M_2}} = \frac{\frac{0.98}{58}}{\frac{0.98}{58} + \frac{(1-0.98)}{18}} = 0.938 (\text{phần mol Acetone})$$

$$x_W = \frac{\frac{\bar{x}_W}{M_1}}{\frac{\bar{x}_W}{M_1} + \frac{(1-\bar{x}_W)}{M_2}} = \frac{\frac{0.02}{58}}{\frac{0.02}{58} + \frac{(1-0.02)}{18}} = 0.006 (\text{phần mol Acetone})$$

(Chọn sản phẩm đáy có nồng độ khối lượng của Acetone là 2%)

- Tính M_{tb} :

$$\begin{aligned} M_{tb_F} &= x_F * M_1 + (1 - x_F) * M_2 \\ &= 0.117 * 58 + (1 - 0.117) * 18 \\ &= 22.68 (\text{ Kg/Kmol}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{tb_D} &= x_D * M_1 + (1 - x_D) * M_2 \\ &= 0.938 * 58 + (1 - 0.938) * 18 \\ &= 55.52 (\text{ Kg/Kmol}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{tb_W} &= x_W * M_1 + (1 - x_W) * M_2 \\ &= 0.006 * 58 + (1 - 0.006) * 18 \\ &= 18.24 (\text{ Kg/Kmol}) \end{aligned}$$

- Suất lượng sản phẩm đỉnh :

$$D = \frac{\bar{D}}{M_{tb_D}} = \frac{1500}{55,52} = 27.017 (\text{ Kmol/h})$$

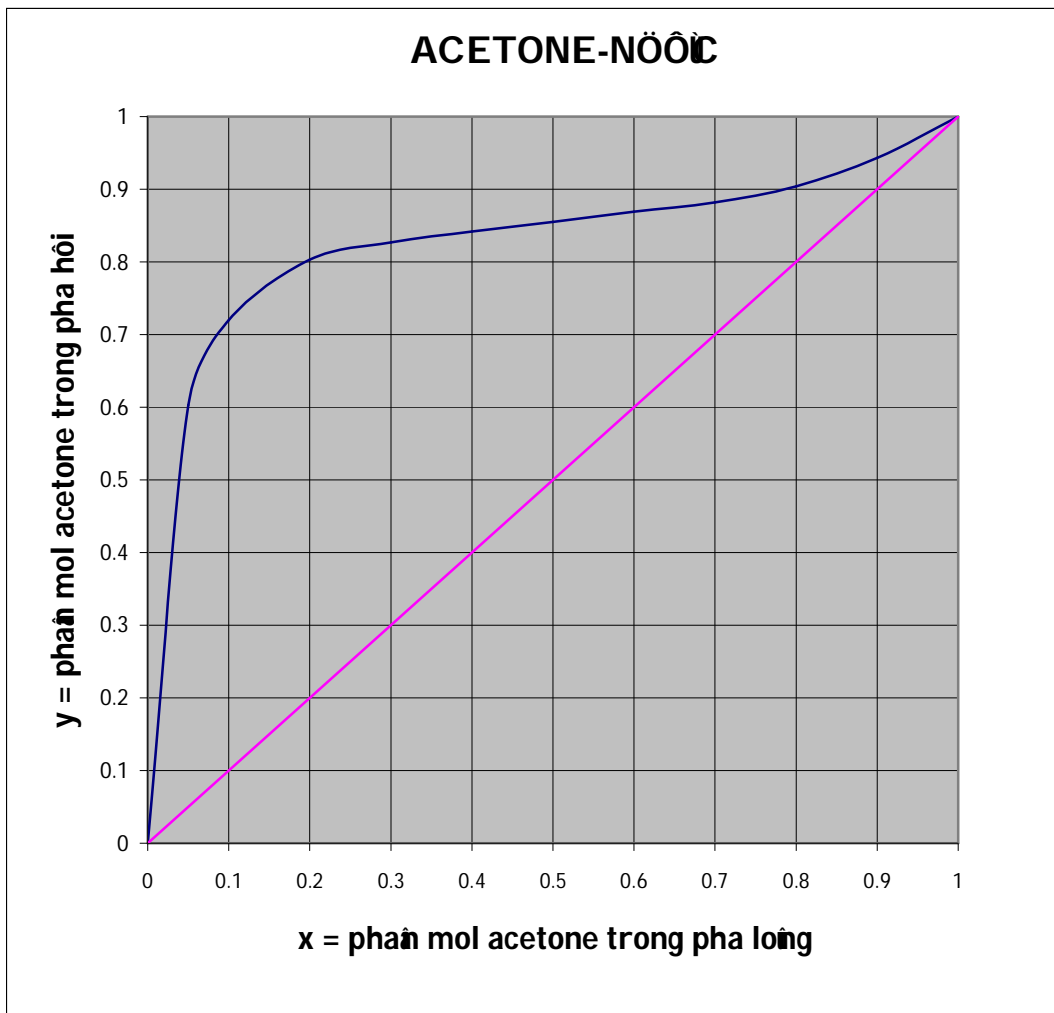
(1) và (2) ta có hệ phương trình :

$$\begin{aligned} &\begin{cases} F = D + W \\ F * x_F = D * x_D + W * x_W \end{cases} \\ \Leftrightarrow &\begin{cases} F = 27.017 + W \\ F * 0.117 = 27.017 * 0.938 + W * 0.006 \end{cases} \\ \Leftrightarrow &\begin{cases} F = 226.84 (\text{Kmol} / h) \\ W = 199.83 (\text{Kmol} / h) \end{cases} \\ \text{hay} &\begin{cases} \bar{F} = 5144.86 (\text{Kg} / h) \\ \bar{W} = 3644.86 (\text{Kg} / h) \end{cases} \end{aligned}$$

1.1 Đồ thị cân bằng Acetone – Nước :

Thành phần cân bằng lỏng (x), hơi (y) tính bằng %mol và nhiệt độ sôi của hỗn hợp hai cấu tử ở 760 mmHg (Acetone – nước):

x	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
y	0	60.3	72	80.3	82.7	84.2	85.5	86.9	88.2	90.4	94.3	100
t	100	77.9	69.6	64.5	62.6	61.6	60.7	59.8	59	58.2	57.5	56.9



1.2 Xác định chỉ số hồi lưu thích hợp :

a. Chỉ số hồi lưu tối thiểu :

Do nhập liệu ở trạng thái lỏng bão hòa, nên R_{min} được xác định như sau:

$$R_{min} = \frac{x_D - y_F^*}{y_F^* - x_F}$$

$$x_F = 0.117 \Leftrightarrow y_F^* = 0.74 \text{ (Xác định từ đường cân bằng)}$$

$$\Rightarrow R_{\min} = 0.3178$$

b. Chỉ số hồi lưu thích hợp :

Cho các giá trị $Rx_i > R_{\min}$ để tìm các giá trị tung độ Bi tương ứng và vẽ các đường nồng độ làm việc của đoạn luyện ứng với các giá trị Bi đó :

$$Bi = \frac{x_D}{Rx_i + 1}$$

Tìm các điểm a ($y = x = x_D$), b ($y = x = x_w$) và đường $x = x_F$ (song song với trục tung). Cứ mỗi giá trị Bi ta vẽ được đường nồng độ làm việc của đoạn luyện và đoạn chưng .

Như vậy ứng với mỗi giá trị Rx_i ta có số đơn vị chuyển khối chưng tương ứng là m_{x_i} .

Ta có bảng sau :

Rx	Bi	m_x	$m_x^* (Rx + 1)$
0.8	0.5211	6.86	12.348
0.9	0.4936	6.00	11.400
0.92	0.4885	5.92	11.366
0.95	0.4810	5.91	11.524
1.0	0.4690	5.89	11.780
1.1	0.4466	5.82	12.222
1.2	0.4263	5.79	12.738
1.3	0.4078	5.74	13.202
1.4	0.3908	5.64	13.536

Thể tích tháp là $V = f * H$

f : tiết diện tháp, m^2

H : chiều cao làm việc của tháp, m

Ta biết tiết diện của tháp tỉ lệ thuận với lượng hơi đi trong tháp, mà lượng hơi lại tỉ lệ thuận với lượng lỏng hồi lưu trong tháp, như vậy tiết diện tháp tỉ lệ với lượng hồi lưu .

Tức là $f \sim (Rx + 1) * GD$

Trong một điều kiện làm việc nhất định thì G_D là không đổi,

nên $f \sim (Rx + 1)$.

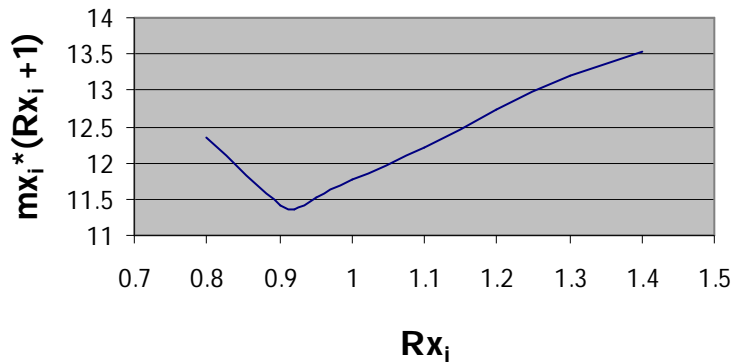
Còn chiều cao tháp tỉ lệ với số đơn vị chuyển khối $H \sim m_x$, nên cuối cùng ta có thể viết $V = f * H \sim m_x (Rx + 1)$

Từ đó ta sẽ lập được sự phụ thuộc giữa Rx _ $m_x * (Rx + 1)$. Mỗi quan hệ này sẽ cho ta tìm được một giá trị Rx mà thể tích của thiết bị chưng cất ứng với nó là tối ưu Rx_{th} .

Vẽ đồ thị quan hệ giữa $(m_{x_i} * (Rx_i + 1) - Rx_i)$ để tìm Rx_{th} .

(Xem trang sau)

Chaso hoai lou thich hop



1.3 Vẽ đường

làm việc :

Phương trình đường làm việc làm cất :

$$y = \frac{R_x}{R_x + 1} x + \frac{x_D}{R_x + 1}$$

$$= 0.479 \cdot x + 0.4885$$

Phương trình đường làm việc phân chưng:

$$y = \frac{R_x + F}{R_x + 1} x - \frac{L - 1}{R_x + 1} x$$

Với $L = \frac{L_0}{D} = 8.396$

$$\Rightarrow y = 4.8521 \cdot x - 0.023$$

1.4 Xác định số mâm lý thuyết và số mâm thực tế :

- Do điều kiện nhập liệu là lỏng bão hòa, ta có đường nhập liệu là đường :

$$x = x_F = 0.117$$

kẻ các đường làm việc của phân cất và phân chưng trên cùng đồ thị được số bậc thang là 5.92 , tương ứng với số mâm lý thuyết là 6 (kể cả nồi đun)

- Xác định hiệu suất trung bình của tháp η_{tb} :

$$\eta_{tb} = f (\alpha , \mu)$$

$$\alpha = \frac{y}{1 - y} \frac{1 - x}{x} : \text{độ bay hơi tương đối}$$

x, y : nồng độ phần mol của cấu tử dễ bay hơi trong pha lỏng, pha hơi

Độ nhớt của hỗn hợp lỏng μ : tra theo nhiệt độ

$$\mu_{tb} = (\eta_1 + \eta_2 + \eta_3) / 3$$

η_1, η_2, η_3 : lần lượt là hiệu suất ở mâm đỉnh, mâm đáy, mâm nhập liệu.

Từ giản đồ x-y, t-x,y : tìm nhiệt độ tại các vị trí và nồng độ pha hơi cân bằng với pha lỏng :

Vị trí mâm đỉnh :

$$\begin{aligned}x_D &= 0.938 \\y_D &= 0.962 \rightarrow \bar{y}_D = 0.988 \\t_D &= 57.55 \text{ }^\circ\text{C}\end{aligned}$$

Vị trí mâm nhập liệu :

$$\begin{aligned}x_F &= 0.117 \\y_F &= 0.74 \rightarrow \bar{y}_F = 0.902 \\t_F &= 68.5 \text{ }^\circ\text{C}\end{aligned}$$

Vị trí mâm đáy :

$$\begin{aligned}x_W &= 0.006 \\y_W &= 0.09 \rightarrow \bar{y}_W = 0.242 \\t_W &= 96.00 \text{ }^\circ\text{C}\end{aligned}$$

- Xác định độ nhớt, độ bay hơi tương đối, hiệu suất tại các vị trí :

Vị trí mâm đỉnh :

$$\begin{aligned}t_D = 57.55 \text{ }^\circ\text{C} &\Rightarrow \mu_{\text{nước}} = 0.49 * 10^{-3} \text{ Ns/m}^2 \\&\mu_{\text{acetone}} = 0.2386 * 10^{-3} \text{ Ns/m}^2\end{aligned}$$

(Tra bảng I.102 và I.101 – Sổ tay tập một)

$$\begin{aligned}\Rightarrow \lg \mu_{hh} &= x_D * \lg \mu_{\text{acetone}} + (1 - x_D) * \lg \mu_{\text{nước}} \\ \Rightarrow \mu_{hh} &= 0.2477 * 10^{-3} \text{ Ns/m}^2 \\ \alpha &= 1.6733 \\ \alpha * \mu &= 0.4145 * 10^{-3} \\ \Rightarrow \eta_1 &= 0.63 \text{ (Hình IX.11- Sổ tay tập 2)}\end{aligned}$$

Vị trí mâm nhập liệu :

$$\begin{aligned}t_F = 68.5 \text{ }^\circ\text{C} &\Rightarrow \mu_{\text{nước}} = 0.4145 * 10^{-3} \text{ Ns/m}^2 \\&\mu_{\text{acetone}} = 0.2175 * 10^{-3} \text{ Ns/m}^2\end{aligned}$$

(Tra bảng I.102 và I.101 – Sổ tay tập một)

$$\begin{aligned}\Rightarrow \lg \mu_{hh} &= x_F * \lg \mu_{\text{acetone}} + (1 - x_F) * \lg \mu_{\text{nước}} \\ \Rightarrow \mu_{hh} &= 0.3844 * 10^{-3} \text{ Ns/m}^2 \\ \alpha &= 21.48 \\ \alpha * \mu &= 8.258 * 10^{-3} \\ \Rightarrow \eta_2 &= 0.31 \text{ (Hình IX.11- Sổ tay tập 2)}\end{aligned}$$

Vị trí mâm đáy :

$$\begin{aligned}t_W = 96 \text{ }^\circ\text{C} &\Rightarrow \mu_{\text{nước}} = 0.2962 * 10^{-3} \text{ Ns/m}^2 \\&\mu_{\text{acetone}} = 0.1759 * 10^{-3} \text{ Ns/m}^2\end{aligned}$$

(Tra bảng I.102 và I.101 – Sổ tay tập một)

$$\begin{aligned}\Rightarrow \lg \mu_{hh} &= x_W * \lg \mu_{\text{acetone}} + (1 - x_W) * \lg \mu_{\text{nước}} \\ \Rightarrow \mu_{hh} &= 0.2953 * 10^{-3} \text{ Ns/m}^2 \\ \alpha &= 16.385\end{aligned}$$

$$\alpha * \mu = 4.838 * 10^{-3}$$

$$\Rightarrow \eta_3 = 0.33 \text{ (Hình IX.11- Sổ tay tập 2)}$$

$$\Rightarrow \mu_{hh} = (\mu_1 + \mu_2 + \mu_3)/3$$

$$= (0.64 + 0.3 + 0.33)/3$$

$$= 0.432$$

$$\Rightarrow N_{tt} = \frac{5.92}{0.432} = 13 \text{ (mâm)}$$

$$\Rightarrow \text{Số mâm thực tế cho phần cất : 10}$$

$$\text{Số mâm thực tế cho phần chưng : 3}$$

$$\text{Và nhập liệu ở mâm số : 10}$$

2. Cân bằng năng lượng

2.1 Cân bằng nhiệt lượng của tháp chưng cất

Phương trình cân bằng năng lượng :

$$Q_F + Q_{D_2} + Q_R = Q_y + Q_w + Q_{xq_2} + Q_{ng_2}$$

- Nhiệt lượng do hỗn hợp đầu mang vào Q_F (j/h)

$$Q_F = \bar{F} \cdot C_F \cdot t_F$$

$$\bar{F} = 5144.86 \text{ (Kg/h)}$$

$t_F = 68.5 \text{ }^\circ\text{C}$: nhiệt độ đi vào của hỗn hợp đầu (ở trạng thái lỏng sôi)

C_F : nhiệt dung riêng :

$$t_F = 68.5 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow C_{\text{nước}} = 4190 \text{ (J/Kg.độ)}$$

$$C_{\text{acetone}} = 2332.62 \text{ (J/Kg.độ)}$$

$$C_F = \bar{x}_F \cdot C_{\text{acetone}} + (1 - \bar{x}_F) \cdot C_{\text{nước}}$$

$$= 0.3 * 2332.62 + (1 - 0.3) * 4190 = 3632.78 \text{ (J/Kg.độ)}$$

$$\Rightarrow Q_F = 5144.86 * 3632.78 * 68.5 = 1.28010^9 \text{ (J/h)} = 355.63 \text{ (KW)}$$

- Nhiệt lượng do hơi đốt mang vào tháp Q_{D_2} (J/h):

$$Q_{D_2} = D_2 * \lambda_2 = D_2 * (r_2 + C_2 * t_2)$$

Dùng hơi nước ở áp suất 2at , $r_2 = 2173 \text{ (Kj/Kg)}$, $t^0 = 119.6 \text{ }^\circ\text{C}$

λ_2 : nhiệt lượng riêng của hơi đốt (J/Kg)

r_2 : ẩn nhiệt hóa hơi (J/Kg)

t_2, C_2 : nhiệt độ $^\circ\text{C}$ và nhiệt dung riêng của nước ngưng (J/Kg.độ)

- Nhiệt lượng do lưu lượng lỏng hồi lưu mang vào :

$$Q_R = G_R * C_R * t_R$$

$C_R = C_D$:nhiệt dung riêng của sản phẩm đỉnh :

$$t_D = 57.3 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow C_{\text{nước}} = 4187.96 \text{ (J/Kg.độ)}$$

$$C_{\text{acetone}} = 2296.06 \text{ (J/Kg.độ)}$$

$$\Rightarrow C_D = C_R = \bar{x}_D * C_{\text{acetone}} + (1 - \bar{x}_D) * C_{\text{nước}}$$

$$= 0.98 * 2296.06 + (1 - 0.98) * 4187.94 = 2333.89 \text{ (J/Kg.độ)}$$

$$G_R = \bar{D} * R = 1500 * 0.92 = 1380 \text{ (Kg/h)}$$

$$t_R = t_D = 57.3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow Q_R = 1380 \cdot 2333.89 \cdot 57.25 = 1.844 \cdot 10^8 = 51.22 \text{ (KW)}$$

- Nhiệt lượng do hơi mang ra ở đỉnh tháp Q_y :

$$Q_y = \bar{D} \cdot (1 + R) \cdot \lambda_D$$

Nhiệt lượng riêng của hơi ở đỉnh tháp λ_D :

$$\lambda_D = \lambda_{\text{acetone}} \cdot \bar{y}_D + \lambda_{\text{nước}} (1 - \bar{y}_D)$$

Với $\bar{y}_D = 0.988$ (phần khối lượng)

λ_{acetone} , $\lambda_{\text{nước}}$: nhiệt lượng riêng của acetone, nước :

$$\lambda_{\text{acetone}} = r_{\text{acetone}} + t_D \cdot C_{\text{acetone}}$$

$$\lambda_{\text{nước}} = r_{\text{nước}} + t_D \cdot C_{\text{nước}}$$

$r_{\text{nước}}$, r_{acetone} , C_{acetone} , $C_{\text{nước}}$ tra ở bảng I.212 và bảng I.153 (Sổ tay tập một) ở $t_D = 57.3 \text{ }^\circ\text{C}$

$$C_{\text{acetone}} = 2296.06 \text{ (J/Kg.độ)}$$

$$C_{\text{nước}} = 4187.94 \text{ (J/Kg.độ)}$$

$$r_{\text{acetone}} = 521.46 \text{ (KJ/Kg)}$$

$$\text{nước} = 2425.6 \text{ (KJ/Kg)}$$

$$\rightarrow \lambda_{\text{nước}} = 2665.36 \cdot 10^3 \text{ (J/Kg)}$$

$$\lambda_{\text{acetone}} = 652.91 \cdot 10^3 \text{ (J/Kg)}$$

$$\rightarrow \lambda_D = 677.06 \text{ (KJ/Kg)}$$

$$\rightarrow Q_y = 1.95 \cdot 10^9 \text{ (J/h)} = 541.65 \text{ (KW)}$$

→ * Nhiệt lượng do sản phẩm đáy mang ra Q_w :

$$Q_w = \bar{W} \cdot C_w \cdot t_w$$

$$\bar{W} = 3644.86 \text{ (Kg/h)}$$

$$t_w = 96 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\bar{x}_w = 0.02 \text{ (phần khối lượng)}$$

$$\text{Ở nhiệt độ } 96 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow C_{\text{acetone}} = 2422 \text{ (J/Kg.độ)}$$

$$C_{\text{nước}} = 4222 \text{ (J/Kg.độ)}$$

$$\rightarrow C_w = 4186 \text{ (J/Kg.độ)}$$

$$\rightarrow Q_w = 1.465 \cdot 10^9 \text{ (J/h)} = 406.86 \text{ (KW)}$$

- Nhiệt lượng tổn thất ra môi trường xung quanh Q_{xq2} :

$$\text{Lấy } Q_{xq2} = 5\% Q_{D_2}$$

- Nhiệt lượng do nước ngưng mang ra Q_{ng2} (J/h)

$$Q_{ng2} = G_{ng2} \cdot C_2 \cdot t_2$$

Vận lượng hơi đốt cần thiết để đun sôi dung dịch ở đáy tháp :

$$D_2 = \frac{Q_y + Q_w + Q_{xq2} - Q_F - Q_R}{\lambda_2} = \frac{Q_y + Q_w - Q_F - Q_R}{0.95 \cdot r_2}$$

$$= 930 \text{ (Kg/h)}$$

2.2 Cân bằng nhiệt lượng của thiết bị ngưng tụ :

- Chỉ ngưng tụ hồi lưu :

$$\bar{D}.R_x.r_D = G_{n1}.C_{n1}.(t_2 - t_1)$$

$$\rightarrow G_{n1} = \frac{\bar{D}.R_x.r_D}{C_{n1}.(t_2 - t_1)}$$

Chọn nhiệt độ vào, ra của nước làm lạnh $t_1 = 27\text{ }^\circ\text{C}$, $t_2 = 40\text{ }^\circ\text{C}$

$$\bar{t} = \frac{(t_1 + t_2)}{2} = \frac{27 + 40}{2} = 33.5\text{ }^\circ\text{C}$$

Nhiệt dung riêng của nước ở nhiệt độ trung bình $C_n = 4180.94\text{ (J/Kg.độ)}$

$$y_D = 0.962 \rightarrow t_D\text{ (hơi)} = 57.3\text{ }^\circ\text{C}$$

An nhiệt hóa hơi $r_{acetone}^{57.3^\circ\text{C}} = 521.46 * 10^3\text{ (J/Kg)}$

$$r_{nuoc}^{57.3^\circ\text{C}} = 2425.60 * 10^3\text{ (J/Kg)}$$

$$\rightarrow r_D = 544.31 * 10^3\text{ (J/Kg)}$$

Suy ra lượng nước lạnh cần tiêu tốn $G_n = 13820\text{ (Kg/h)} = 3.839\text{ (Kg/s)}$

2.3 Cân bằng nhiệt lượng của thiết bị làm lạnh sản phẩm đỉnh :

Phương trình cân bằng năng lượng :

$$\bar{D}.(r_D + C_D.(t_1' - t_2')) = G_{n3}.C_n.(t_2 - t_1)$$

Nhiệt độ vào của sản phẩm đỉnh $t_1' = 57.3\text{ }^\circ\text{C}$

Nhiệt độ ra của sản phẩm đỉnh $t_2' = 30\text{ }^\circ\text{C}$

Nước làm nguội có nhiệt độ vào, ra là : $t_1 = 27\text{ }^\circ\text{C}$, $t_2 = 40\text{ }^\circ\text{C}$

Nhiệt độ trung bình của nước làm lạnh $t_{tb} = (27 + 40) / 2 = 33.5\text{ }^\circ\text{C}$

Nhiệt dung riêng của nước ở nhiệt độ t_{tb} là $C_n = 4176.6\text{ (J/Kg.độ)}$

Nhiệt độ trung bình của sản phẩm đỉnh : $t_{tb}' = (57.3 + 30) / 2 = 43.65\text{ }^\circ\text{C}$

$$\text{Ở } t_{tb}' = 43.65\text{ }^\circ\text{C } C_{acetone} = 2251.86\text{ (J/Kg.độ)}$$

$$C_{nuoc} = 4177.74\text{ (J/Kg.độ)}$$

$$\rightarrow C_D = 2290.38\text{ (J/Kg.độ)}$$

An nhiệt hóa hơi $r_D = 544.31 * 10^3\text{ (J/Kg)}$

Suy ra lượng nước cần dùng :

$$G_{n3} = \frac{\bar{D}.(r_D + C_D.(t_1' - t_2'))}{C_n.(t_2 - t_1)} = 16764.76\text{ (Kg/h)}$$

2.4 Cân bằng nhiệt lượng của thiết bị làm nguội sản phẩm đáy (trao đổi nhiệt với nhập liệu ban đầu):

Phương trình cân bằng nhiệt lượng :

$$Q_1 = \bar{F}.C_F.(t_f - t_f) + Q_{xq} = \bar{W}.C_w.(t_1' - t_2')$$

$$t_f = 27\text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_F = 68.5\text{ }^\circ\text{C}$$

$$\rightarrow \bar{t} = \frac{t_f + t_F}{2} = 47.75\text{ }^\circ\text{C}$$

$$\rightarrow C_{\text{acetone}} = 2265.19 \text{ (J/Kg.độ)}$$

$$C_{\text{nước}} = 4180.81 \text{ (J/Kg.độ)}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow C_f &= x_F \cdot C_{\text{acetone}} + (1 - x_F) \cdot C_{\text{nuoc}} \\ &= 0.3 \cdot 2265.19 + (1 - 0.3) \cdot 4180.81 \\ &= 3606.12 \text{ (J/Kg.độ)} \end{aligned}$$

$$t'_1 = t_w = 96 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Chọn } t'_2 = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\rightarrow \bar{t}' = \frac{t'_1 + t'_2}{2} = 83 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\rightarrow C_{\text{acetone}} = 2379.75 \text{ (J/Kg.độ)}$$

$$C_{\text{nước}} = 4196 \text{ (J/Kg.độ)}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow C_w &= x_w \cdot C_{\text{acetone}} + (1 - x_w) \cdot C_{\text{nuoc}} \\ &= 0.02 \cdot 2379.75 + (1 - 0.02) \cdot 4196 = 4159.67 \text{ (J/Kg.độ)} \end{aligned}$$

$$\text{Chọn } Q_{\text{xq}} = 5\% Q'_w$$

$$\rightarrow 0.95 \cdot \bar{W}' \cdot C_w \cdot (t'_1 - t'_2) = \bar{F} \cdot C_f \cdot (t_F - t_f)$$

$$\rightarrow \bar{W}' = \frac{\bar{F} \cdot C_f \cdot (t_F - t_f)}{0.95 \cdot C_w \cdot (t'_1 - t'_2)} = \frac{1500 \cdot 3606.12 \cdot (68.5 - 27)}{0.95 \cdot 4159.67 \cdot (96 - 70)} = 2184.86 \text{ (Kg / h)}$$

$$\text{Còn } 3644.85 - 2184.86 = 1460 \text{ (Kg/h) thải ra ngoài.}$$

CHƯƠNG 3

TÍNH TOÁN THIẾT BỊ CHÍNH

I. Kích thước tháp

Đường kính tháp được xác định theo công thức sau :

$$D = 0.0188 \sqrt{\frac{g_{tb}}{(\rho_y * \omega_y)_{tb}}}$$

Trong đó g_{tb} : lượng hơi trung bình đi trong tháp (Kg/h)

$(\rho_{tb} * \omega_y)_{tb}$: tốc độ hơi trung bình đi trong tháp (Kg/h)

Vì rằng lượng hơi và lượng lỏng thay đổi theo chiều cao của tháp và khác nhau trong mỗi đoạn cho nên ta phải tính đường kính trung bình riêng cho từng đoạn : đoạn chưng và đoạn cất .

1. Đường kính đoạn cất :

- Nồng độ trung bình của pha lỏng :

$$x_m = (x_F + x_D)/2 = (0.117 + 0.938)/2 = 0.5257$$

- Nồng độ trung bình của pha hơi theo phương trình đường làm việc :

$$\begin{aligned} y_m &= 0.479 * x_m + 0.4885 \\ &= 0.479 * 0.5275 + 0.4885 \\ &= 0.7412 \end{aligned}$$

- Nhiệt độ trung bình của pha hơi, pha lỏng từ giản đồ t-x,y:

$$\begin{aligned} x_m = 0.5275 &\rightarrow t_x = 60.25 \text{ } ^\circ\text{C} \\ y_m = 0.7412 &\rightarrow t_y = 68.3 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

- Khối lượng mol trung bình và khối lượng riêng pha hơi :

$$\begin{aligned} M'_m &= y'_m * M_{\text{acetone}} + (1 - y'_m) * M_{\text{nước}} \\ &= 0.7412 * 58 + (1 - 0.7412) * 18 \\ &= 47.648 \text{ (Kg/ Kmol)} \\ \rho'_y &= \frac{M'_m * T_o}{22.4 * T'_y} = \frac{47.648 * 273}{22.4 * (273 + 68.3)} = 1.701 \text{ (Kg/m}^3 \text{)} \end{aligned}$$

- Khối lượng riêng pha lỏng :

$$\begin{aligned} x'_m = 0.5275 &\rightarrow \bar{x}'_m = \frac{0.5275 * 58}{0.5275 * 58 + (1 - 0.5275) * 18} \\ &= 0.7825 \text{ (phần khối lượng)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_x = 60.25 \text{ } ^\circ\text{C} &\rightarrow \rho'_{\text{acetone}} = 746 \text{ (Kg/m}^3 \text{)} \\ &\rho'_{\text{nước}} = 983 \text{ (Kg/m}^3 \text{)} \end{aligned}$$

(Bảng I.2 – Sổ tay tập một)

$$\begin{aligned} \Rightarrow \frac{1}{\rho'_x} &= \frac{\bar{x}'_m}{\rho'_{\text{acetone}}} + \frac{(1 - \bar{x}'_m)}{\rho'_{\text{nuoc}}} \\ &= \frac{0.7825}{746} + \frac{(1 - 0.7825)}{983} \\ &= 1.270 * 10^{-3} \\ \Rightarrow \rho &= 787.28 \text{ (Kg/m}^3 \text{)} \end{aligned}$$

- Lượng hơi trung bình đi trong đoạn luyện :

$$\begin{aligned} \rho_{tb} &= (g_d + g_l)/2 \text{ (Kg/h)} \\ g_d &: \text{ lượng hơi ra khỏi đĩa trên cùng} \\ g_d &= G_R + G_D = G_D (R_x + 1) \\ &= \bar{D} (R_x + 1) = 1500 (0.92 + 1) \\ &= 2880 \text{ (Kg/h)} \end{aligned}$$

g_1 : lượng hơi đi vào đĩa dưới cùng của đoạn cất

$$g_1 = G_1 + G_D = G_1 + \bar{D}$$

$$= G_1 + 1500 \text{ (Kg/h)}$$

- Lượng hơi g_1 , hàm lượng y_1 , lượng lỏng G_1 được xác định theo hệ phương trình sau :

$$\begin{cases} g_1 = G_1 + \bar{D} \\ g_1 * y_1 = G_1 * x_1 + \bar{D} * \bar{x}_D \quad (x_1 = \bar{x}_F) \\ g_1 * r_1 = g_d * r_d \end{cases}$$

$$r_1 = r_{\text{acetone}} * y_1 + (1 - y_1) * r_{\text{nước}}$$

$$r_d = r_{\text{acetone}} * \bar{y}_D + (1 - \bar{y}_D) * r_{\text{nước}}$$

Tại vị trí nhập liệu :

$$t_F = 68.5 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow r_a = r_{\text{acetone}} = 509.38 \text{ (Kj/Kg)}$$

$$r_b = r_{\text{nước}} = 2388.57 \text{ (Kj/ Kg)}$$

(Bảng I.212-Sô tay tập một)

$$\Rightarrow r_1 = r_a * y_1 + (1 - y_1) * r_b$$

$$= 2388.57 - 1879.19 * y_1$$

Tại vị trí đỉnh tháp :

$$t_D = 57.25 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow r_a = r_{\text{acetone}} = 521.46 \text{ (Kj/Kg)}$$

$$r_b = r_{\text{nước}} = 2425.60 \text{ (Kj/ Kg)}$$

(Bảng I.212-Sô tay tập một)

$$y_D = 0.962 \text{ (phần mol)} \rightarrow \bar{y}_D = 0.988 \text{ (phần khối lượng)}$$

$$r_d = r_a * \bar{y}_D + (1 - \bar{y}_D) * r_b$$

$$= 544.31 \text{ (Kj/ Kg)}$$

$$\Rightarrow g_1 * r_1 = g_d * r_d = 1567612.8$$

$$\Rightarrow \begin{cases} g_1 = G_1 + 1500 \\ g_1 * y_1 = G_1 * 0.30 + 1500 * 0.98 \quad (r_1 = 2388.57 - 1879.19 * y_1) \\ g_1 * r_1 = 1567612.8 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} y_1 = 0.834 \\ g_1 = 1909.448 \\ G_1 = 409.448 \end{cases}$$

$$\Rightarrow g_{tb} = (g_1 + g_d) / 2$$

$$= (1909.448 + 2880) / 2 = 2394.72 \text{ (Kg/h)}$$

- Vận tốc hơi đi trong tháp :

$$(\rho_y * \omega_y)_{tb} = 0.065 * \varphi[\delta] * \sqrt{h * \rho_{x_{tb}} * \rho_{y_{tb}}} \text{ (Kg/m}^2\text{*s)}$$

$\rho_{x_{tb}}$: khối lượng riêng trung bình của pha lỏng:

$$\rho_x = 787.28 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$\rho_{y_{tb}}$: khối lượng riêng trung bình của pha hơi:

$$\rho'_y = 1.701 \text{ (Kg/ m}^3\text{)}$$

h : khoảng cách mâm (m), chọn h = 0.3

$\varphi[\delta]$: hệ số tính đến sức căng bề mặt

$$\frac{1}{\delta_{hh}} = \frac{1}{\delta_{acetone}} + \frac{1}{\delta_{nuoc}} \quad (\delta_{acetone}, \delta_{nuoc} \text{ tra ở bảng I.242- Sổ tay tập một})$$

$$= \left(\frac{1}{17.604} + \frac{1}{64.706} \right)$$

$$\Rightarrow \delta_{hh} = 13.84 < 20 \text{ dyn/cm}$$

Nên theo sổ tay tập hai : $\varphi[\delta] = 0.8$

$$\Rightarrow (\rho_y * \omega_y)_{tb} = 0.065 * 0.8 * \sqrt{0.3 * 787.28 * 1.701} \\ = 1.042 \text{ (Kg/m}^2\text{*s)}$$

\Rightarrow Đường kính đoạn cắt :

$$D_{cát} = 0.0188 * \sqrt{\frac{2394.72}{1.042}} = 0.901 \text{ (m)}$$

Chọn $D_{cát}$ theo tiêu chuẩn : 0.9 (m)

2. Đường kính đoạn luyện :

- Nồng độ trung bình của pha lỏng :

$$x_m = (x_F + x_W)/2 = (0.117 + 0.006)/2 = 0.0615$$

- Nồng độ trung bình của pha hơi theo phương trình đường làm việc :

$$y_m = 4.8521 * x_m - 0.023 \\ = 4.8521 * 0.0615 - 0.023 \\ = 0.2754$$

- Nhiệt độ trung bình của pha hơi, pha lỏng từ giản đồ t-x,y:

$$x_m = 0.0615 \rightarrow t_x = 73.75 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$y_m = 0.2754 \rightarrow t_y = 89.91 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Khối lượng mol trung bình và khối lượng riêng pha hơi :

$$M_m = y_m * M_{acetone} + (1 - y_m) * M_{nuoc} \\ = 0.2754 * 58 + (1 - 0.2754) * 18 \\ = 29.016 \text{ (Kg/ Kmol)}$$

$$\rho_y = \frac{M_m * T_o}{22.4 * T_y} = \frac{29.016 * 273}{22.4 * (273 + 89.91)} = 0.974 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

- Khối lượng riêng pha lỏng :

$$x_m = 0.0615 \rightarrow \bar{x}_m = 0.1743 \text{ (phần khối lượng)}$$

$$t_x = 73.75 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow \rho_{acetone} = 727.44 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$$\rho_{nuoc} = 975.44 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

(Bảng I.2 – Sổ tay tập một)

$$\Rightarrow \frac{1}{\rho_x} = \frac{\bar{x}_m}{\rho_{acetone}} + \frac{(1 - \bar{x}_m)}{\rho_{nuoc}} \\ = \frac{0.1743}{727.44} + \frac{(1 - 0.1743)}{975.44}$$

$$\Rightarrow \rho''_x = 920.73 \text{ (Kg/m}^3 \text{)}$$

- Lượng hơi trung bình đi trong đoạn chung :

$$g'_{tb} = (g'_n + g'_1) / 2 \text{ (Kg/h)}$$

g'_1 : lượng hơi đi vào đoạn chung

g'_n : lượng hơi ra khỏi đoạn chung

Vì lượng hơi ra khỏi đoạn chung bằng lượng hơi đi vào đoạn luyện nên $g'_n = g'_1$

$$\text{Hay } g'_{tb} = (g'_1 + g'_1) / 2$$

Lượng hơi đi vào đoạn chung g'_1 , lượng lỏng G'_1 và hàm lượng lỏng x'_1 được xác định theo hệ phương trình cân bằng vật chất và cân bằng năng lượng :

$$\begin{cases} G'_1 = g'_1 + \bar{W} \\ G'_1 * x'_1 = g'_1 * \bar{y}_w + \bar{W} * \bar{x}_w \\ g'_1 * r'_1 = g'_n * r'_n = g'_1 * r'_1 \end{cases}$$

Với $\bar{W} = 3644.86 \text{ (Kg/h)}$

$$\bar{x}_w = 0.02$$

$x_w = 0.006 \rightarrow$ từ đường cân bằng $y_w = 0.09 \text{ (phần mol)}$

$$\rightarrow \bar{y}_w = 0.242 \text{ (phần khối lượng)}$$

$$g'_1 * r'_1 = 1567612.8$$

$$r'_1 = r_a * \bar{y}_w + (1 - \bar{y}_w) r_b$$

Tại đáy tháp :

$$t_w = 96 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow r_a = 477.71 \text{ (Kj/Kg)}$$

$$r_b = 2273.43 \text{ (Kj/Kg)}$$

(Bảng I.212- Sổ tay tập một)

$$\Rightarrow r'_1 = 1838.86 \text{ (Kg/Kg)}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} g'_1 = 852.49 \text{ (Kg / h)} \\ G'_1 = 4497.35 \text{ (Kg / h)} \\ x'_1 = 0.062 \end{cases}$$

- Lượng hơi trung bình đi trong đoạn chung :

$$g'_{tb} = (g'_1 + g'_1) / 2 = (1909.448 + 760.58) / 2 = 1380.97 \text{ (Kg/h)}$$

- Vận tốc hơi đi trong tháp :

$$(\rho_y * \omega_y)_{tb} = 0.065 * \varphi[\delta] * \sqrt{h * \rho_{x_{tb}} * \rho_{y_{tb}}} \text{ (Kg/m}^2 \cdot \text{s)}$$

$\rho_{x_{tb}}$: khối lượng riêng trung bình của pha lỏng = $\rho''_x = 920.73 \text{ (Kg/m}^3 \text{)}$

$\rho_{y_{tb}}$: khối lượng riêng trung bình của pha hơi = $\rho''_y = 0.974 \text{ (Kg/ m}^3 \text{)}$

h : khoảng cách mâm (m), chọn $h = 0.3$

$\varphi[\delta]$: hệ số tính đến sức căng bề mặt

$$\frac{1}{\delta_{hh}} = \frac{1}{\delta_{acetone}} + \frac{1}{\delta_{nuoc}}$$

(δ_{acetone} , δ_{nuoc} tra ở bảng I.242 ở nhiệt độ $t_y = 89.91^\circ\text{C}$ - Số tay tập một)

$$= \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{60.75} \right)$$

$$\Rightarrow \delta_{\text{hh}} = 12.03 < 20 \text{ dyn/cm}$$

Nên theo số tay tập hai : $\varphi[\delta] = 0.8$

$$\Rightarrow (\rho_y * \omega_y)_{\text{tb}} = 0.065 * 0.8 * \sqrt{0.3 * 920.73 * 0.974}$$

$$= 0.853 \text{ (Kg/m}^2\text{*s)}$$

\Rightarrow Đường kính đoạn chung :

$$D_{\text{chung}} = 0.0188 * \sqrt{\frac{1380.97}{0.853}} = 0.756 \text{ (m)}$$

Chọn D_{chung} theo tiêu chuẩn = 0.8 (m)

Do đó chọn $D_{\text{tháp}} = 0.8 \text{ (m)}$

3. Chiều cao tháp :

- Chiều cao tháp được xác định theo công thức sau :

$$H = N_{\text{tt}} * (H_d + \delta) + (0.8 \div 1.0) \text{ (m)}$$

Với N_{tt} : số đĩa thực tế = 13

δ : chiều dày của mâm, chọn $\delta = 4 \text{ (mm)} = 0.004 \text{ (m)}$

H_d : khoảng cách giữa các mâm (m) , chọn theo bảng IX.4a- Số tay tập hai, $H_d = 0.3 \text{ (m)}$

(0.8 ÷ 1.0) : khoảng cách cho phép ở đỉnh và đáy tháp

$$\Rightarrow H = 13 * (0.3 + 0.004) + (0.8 \div 1.0) = 5 \text{ (m)}$$

II. Tính toán chóp và ống chảy chuyên

- Chọn đường kính ống hơi $d_h = 47 \text{ (mm)} = 0.047 \text{ (m)}$

- Số chóp phân bố trên đĩa :

$$N = 0.1 * \frac{D^2}{d_h^2} = 0.1 * \frac{0.8^2}{0.047^2} = 29 \text{ (chóp)}$$

(D : đường kính trong của tháp)

- Chiều cao chóp phía trên ống dẫn hơi :

$$h_2 = 0.25 * d_h = 0.01175 \text{ (m)}$$

- Đường kính chóp:

$$d_{\text{ch}} = \sqrt{d_h^2 + (d_h + 2 * \delta_{\text{ch}})^2}$$

δ_{ch} : chiều dày chóp, chọn bằng 2 (mm)

$$\Rightarrow d_{\text{ch}} = \sqrt{47^2 + (47 + 2 * 2)^2} = 69.39 \text{ (mm)}$$

Chọn $d_{\text{ch}} = 70 \text{ (mm)}$

- Khoảng cách từ mặt đĩa đến chân tháp :

$$S = 0 \div 25 \text{ (mm)}, \text{ chọn } S = 12.5 \text{ (mm)}$$

- Chiều cao mực chất lỏng trên khe chóp :

$$h_1 = 15 \div 40 \text{ (mm)}, \text{ chọn } h_1 = 30 \text{ (mm)}$$

- Tiết diện tháp :

$$F = \pi * D^2/4 = 3.1416 * 0.8^2/4 = 0.5062 \text{ (m}^2 \text{)}$$
- Bước tối thiểu của chóp trên mâm :

$$t_{\min} = d_{\text{ch}} + 2 * \delta_{\text{ch}} + l_2$$

$$l_2 : \text{ khoảng cách nhỏ nhất giữa các chóp}$$

$$l_2 = 12.5 + 0.25 * d_{\text{ch}} = 12.5 + 0.25 * 71 = 36.25 \text{ (mm)}$$

$$\text{chọn } l_2 = 35 \text{ (mm)}$$

$$\Rightarrow t_{\min} = 70 + 2 * 2 + 35 = 109 \text{ (mm)}$$

A. Tính cho phần cắt :

- Chiều cao khe chóp :

$$b = (\xi * \omega_y^2 * \rho_y) / (g * \rho_x)$$

$$\xi : \text{ hệ số trở lực của đĩa chóp } \xi = 1.5 \div 2, \text{ chọn } \xi = 2$$

$$\omega_y = (4 * V_y) / (3600 * \pi * d_h^2 * n)$$

$$V_y : \text{ lưu lượng hơi đi trong tháp}$$

$$V_y = g_{\text{tb}} / \rho_{y,\text{tb}} = 2193.16 / 1.701 = 1407.83 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

$$\Rightarrow \omega_y = (4 * 1407.83) / (3600 * \pi * 0.047^2 * 29)$$

$$= 7.772 \text{ (m/s)}$$

$$\Rightarrow b = (2 * 7.772^2 * 1.701) / (9.81 * 787.28)$$

$$= 26.6 * 10^{-3} \text{ (m)}$$

$$\text{Chọn } b = 20 \text{ (mm) (} 10 \div 50 \text{ mm)}$$
- Chiều rộng khe chóp : $a = 2 : 7 \text{ mm}$; chọn $a = 2 \text{ (mm)}$
- Số lượng khe hở của mỗi chóp :

$$i = \pi/c * (d_{\text{ch}} - \frac{d_h^2}{4 * b})$$

$$c = 3 \div 4 \text{ mm (khoảng cách giữa các khe) , chọn } c = 3 \text{ (mm)}$$

$$\Rightarrow i = 3.1416/3 * (70 - \frac{47^2}{4 * 20}) = 44.4 \text{ (khe)}$$

Chọn $i = 45 \text{ (khe)}$

G_x : lưu lượng lỏng trung bình đi trong tháp (Kg/h)

$$G_x = \frac{1}{2} * (G_1 + G_F)$$

$$= \frac{1}{2} * (409.448 + 5144.86)$$

$$= 2777.15 \text{ (Kg/h)}$$

z : số ống chảy chuyên , chọn $z = 1$

ω_c : tốc độ chất lỏng trong ống chảy chuyên , $\omega_c = 0.1 \div 0.2 \text{ (m/s)}$

Chọn $\omega_c = 0.15 \text{ (m/s)}$

$\rho_x = 787.28 \text{ (Kg/m}^3 \text{)}$

B. Tính cho phần chưng :

- Chiều cao khe chóp :

$$b = (\xi * \omega_y^2 * \rho_y) / (g * \rho_x)$$

ξ : hệ số trở lực của đĩa chóp $\xi = 1.5 \div 2$, chọn $\xi = 2$

$$\omega_y = (4 * V'_y) / (3600 * \pi * d_h^2 * n)$$

V'_y : lưu lượng hơi đi trong tháp

$$V'_y = g'_{tb} / \rho'_{y,tb} = 1380.97 / 0.984 = 1407.83 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

$$\Rightarrow \omega_y = (4 * 1417.83) / (3600 * 3.1416 * 0.047^2 * 29) = 7.828 \text{ (m/s)}$$

$$\Rightarrow b = (2 * 7.828 * 0.974) / (9.81 * 920.73) = 0.0132 \text{ (m)}$$

Chọn $b = 20 \text{ (mm)}$ ($10 \div 50 \text{ mm}$)

- Chiều rộng khe chóp : $a = 2 : 7 \text{ mm}$; chọn $a = 2 \text{ (mm)}$
- Số lượng khe hở của mỗi chóp :

$$i = \pi/c * (d_{ch} - \frac{d_h^2}{4 * b})$$

$c = 3 : 4 \text{ mm}$ (khoảng cách giữa các khe) , chọn $c = 3 \text{ (mm)}$

$$\Rightarrow i = 3.1416/3 * (70 - \frac{47^2}{4 * 20}) = 44.4 \text{ (khe)}$$

Chọn $i = 45 \text{ (khe)}$

G'_x : lưu lượng lỏng trung bình đi trong tháp (Kg/h)

$$G'_x = \frac{1}{2} * (G'_1 + G_F) = \frac{1}{2} * (4405.44 + 5144.86) = 4775.15 \text{ (Kg/h)}$$

z : số ống chảy chuyên , chọn $z = 1$

ω_c : tốc độ chất lỏng trong ống chảy chuyên , $\omega_c = 0.1 \div 0.2 \text{ (m/s)}$

Chọn $\omega_c = 0.15 \text{ (m/s)}$

$\rho_x = 920.73 \text{ (Kg/m}^3 \text{)}$

l_1 : khoảng cách nhỏ nhất giữa chóp và ống chảy chuyên

Chọn $l_1 = 75 \text{ (mm)}$

δ_c : bề dày ống chảy chuyên, chọn $\delta_c = 2 \text{ (mm)}$

- Chiều cao lớp chất lỏng trên mâm :

$$h_m = h_1 + (S + h_{sr} + b) = 30 + 12.5 + 5 + 20 = 67.5 \text{ (mm)}$$

h_{sr} : khoảng cách từ mép dưới của chóp đến mép dưới của khe chóp

chọn $h_{sr} = 5 \text{ mm}$

- Tiết diện ống hơi :

$$S_{rj} = S_1 = \pi * d_{h,t}^2 / 4 = 3.1416 * 0.047^2 / 4 = 0.001735 \text{ m}^2$$

- Tiết diện hình vành khăn :

$$S_{aj} = S_2 = \pi * (d_{ch,t}^2 - d_{h,n}^2) / 4 = 3.1416 * (0.07^2 - 0.051^2) = 0.001805 \text{ (m}^2 \text{)}$$

- Tổng diện tích các khe chớp :

$$S_3 = i.a.b = 45*0.002*0.02 = 0.0018 \text{ m}^2$$

- Tiết diện lỗ mở trên ống hơi :

$$S_4 = \pi .d_{\text{hơi}}.h_2 = 3.1416 * 0.047*0.01175 = 0.001735 \text{ m}^2$$

Nên ta có $S_1 \cong S_2 \cong S_3 \cong S_4$ (hợp lý)

- Lỗ tháo lỏng :

Tiết diện cắt ngang của tháp $F = 0.5026 \text{ m}^2$

Cứ 1 m^2 chọn 4 cm^2 lỗ tháo lỏng . Do đó tổng diện tích lỗ tháo lỏng trên một mâm là: $0.5026 * 4 / 1 = 2.0104 \text{ cm}^2$

Chọn đường kính lỗ tháo lỏng là $5 \text{ mm} = 0.5 \text{ cm}$

Nên số lỗ tháo lỏng cần thiết trên một mâm là :

$$\frac{2.0104}{\frac{\pi * d^2}{4}} \cong 10 \text{ lỗ}$$

- ** Kiểm tra khoảng cách giữa các mâm :

$$h_{\text{min}} = 23300 * \frac{\rho_y}{\rho_x} * \left(\frac{F * \omega_y}{n * \pi * d_{ch,t}} \right)^2$$

ρ_y, ρ_x : khối lượng riêng trung bình của pha hơi, pha lỏng

$$\rho_y = (\rho'_y + \rho''_y) / 2 = 1.3375 \text{ (Kg/m}^3 \text{)}$$

$$\rho_x = (\rho'_x + \rho''_x) / 2 = 854.005 \text{ (Kg/m}^3 \text{)}$$

ω_y : vận tốc hơi trung bình đi trong tháp

$$\omega_y = \left(\frac{\left(\frac{\rho_y * \omega_y}{\rho_y} \right)_{tb} + \left(\frac{\rho_y * \omega_y}{\rho_y} \right)_{tb}}{2} \right) = 0.7441 \text{ (m/s)}$$

$$h_{\text{min}} = 23300 * \frac{1.3375}{854.005} * \left(\frac{0.5026 * 0.7441}{29 * \pi * 0.071} \right)^2 = 0.12 \text{ (m) } < 0.3 \text{ (m)}$$

Vậy khoảng cách giữa hai mâm là 0.3 m là hợp lý.

- Độ mở lỗ chớp h_s :

$$h_s = 7.55 * \left(\frac{\rho_y}{\rho_x - \rho_y} \right)^{1/3} * H_s^{2/3} * \left(\frac{V_G}{S_s} \right)^{2/3}$$

$$H_s = h_{s0} = b = 20 \text{ (mm)}$$

$$V_G = (V_y + V'_y) / 2 = 0.3924 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$S_s = n * S_3 = 29 * 0.0018 = 0.0522 \text{ (m}^2 \text{)}$$

$$h_s = 7.55 * \left(\frac{1.3375}{854.005 - 1.3375} \right)^{1/3} * 20^{2/3} * \left(\frac{0.3924}{0.0522} \right)^{2/3} = 24.805 \text{ (mm)}$$

Nên ta có $\frac{h_s}{h_{so}} = 1.24 \cong 1$: khá hợp lý

- Chiều cao mực chất lỏng trên gờ chảy tràn :

$$h_{wo} = 2.84 * K * \left(\frac{Q_L}{L_w} \right)^{2/3} = \Delta h$$

Với K : hệ số hiệu chỉnh cho gờ chảy tràn , phụ thuộc vào 2 giá trị :

$$x = 0.226 * \left(\frac{Q_L}{L_w^{2.5}} \right) = 0.226 * \left(\frac{4.772}{0.48^{2.5}} \right) = 6.685$$

Trong đó :

Q_L : lưu lượng pha lỏng trung bình trong tháp được tính như sau :

+ Lưu lượng chất lỏng trong phần cất của tháp :

$$Q_L' = \frac{G_D * R_x * M_m'}{3600 * M_D * \rho_x} = \frac{\bar{D} * R_x * M_m'}{3600 * 55.52 * 787.28} = \frac{1500 * 0.92 * 47.648}{3600 * 55.52 * 787.28} = 0.00042 (m^3 / s)$$

+ Lưu lượng chất lỏng trong phần chưng của tháp :

$$Q_L'' = \left(\frac{G_D * R_x}{M_D} + \frac{G_F}{M_F} \right) * \frac{M_m''}{3600 * \rho_x} = \left(\frac{\bar{D} * R_x}{M_D} + \frac{\bar{F}}{M_F} \right) * \frac{M_m''}{3600 * \rho_x}$$

$$= \left(\frac{1500 * 0.92}{55.52} + \frac{5144.86}{22.68} \right) * \frac{29.016}{3600 * 920.73} = 0.00220 (m^3 / s)$$

+ Lưu lượng chất lỏng trung bình trong tháp :

$$Q_L = (Q_L' + Q_L'') / 2 = 0.0013 (m^3 / s)$$

$$= 4.772 (m^3 / h)$$

L_w : chiều dài gờ chảy tràn = $0.6 * D = 0.48 (m)$

$$\frac{L_w}{D} = 0.6$$

Tra đồ thị hình IX22 trang 186 Sổ tay tập hai, được $K = 1.12$

$$\text{Do đó } h_{ow} = 2.84 * 1.12 * \left(\frac{4.722}{0.48} \right)^{2/3} = 14.60 (mm)$$

- Gradient chiều cao mực chất lỏng trên mâm Δ :

$$\Delta = C_g * \Delta' * n_h$$

- Chiều rộng trung bình của mâm B_m :

$$+ \text{Chiều rộng của ống chảy chuyển : } d_w = 0.08 * D = 0.064 (m)$$

$$+ \text{Diện tích của ống chảy chuyển } S_d = 0.04 * F = 0.02 (m^2)$$

Khoảng cách giữa hai gờ chảy tràn $l = D - 2 * d_w = D (1 - 2 * 0.08) = 0.84D$

+ Diện tích giữa hai gờ chảy tràn :

$$A = F - 2 * S_d = F (1 - 2 * 0.04) = 0.92F$$

$$\text{Chiều rộng trung bình : } B_m = \frac{A}{l} = \frac{0.92 * F}{0.84 * D} = 0.86D = 0.688 (m)$$

- Hệ số điều chỉnh tốc độ pha khí C_g phụ thuộc hai giá trị :

$$+ x = 1.34 * \frac{Q_L}{B_m} = 1.34 * \frac{4.722}{0.688} = 9.197$$

$$+ 0.82 * v * \sqrt{\rho_G} = 0.82 * 0.7806 * 1.3375 = 0.74$$

$$\text{Với } v = \frac{4 * V_G}{\pi * D^2} = \frac{4 * 0.3924}{3.1416 * 0.8^2} = 0.7806(m/s)$$

Tra đồ thị hình 5.10 trang 80 Tập 3 (Kỹ thuật phân riêng) được

$$C_g = 0.71$$

- Giá trị $4 * \Delta'$ tra từ hình 5.14a trang 81 Tập 3 với:

$$x = 9.179$$

$$h_{sc} = 12.5$$

$$h_m = 67.5$$

được $4 * \Delta' = 6.5$ hay $\Delta' = 6.5/4 = 1.625$

- Số hàng chớp $n_h = 5$

Khi đó $\Delta = 0.71 * 1.625 * 5 = 5.77$ (mm)

o Chiều cao gờ chảy tràn h_w :

$$\text{Do } h_m = h_w + h_{ow} + 0.5\Delta =$$

$$\text{Suy ra } h_w = h_m - h_{ow} - 0.5 * \Delta = 67.5 - 14.6 - 0.5 * 5.77 = 50.015 \text{ (mm)}$$

o Kiểm tra sự ổn định của mâm :

$$\Delta < 0.5 (h_{fv} + h_s)$$

Độ giảm áp do ma sát và biến đổi vận tốc pha khí thổi qua chớp khi không có chất lỏng, h_{fv} :

$$h_{fv} = 274 * E * \frac{\rho_y}{\rho_x - \rho_y} * \left(\frac{V_G}{S_r} \right)^2$$

$S_{aj}/S_{rj} \cong 1$, nên theo hình 5.16 trang 83 Tập 3 được $E = 0.65$

$$S_r = n * S_{rj} = 29 * 0.001735 = 0.050837 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\text{Nên } h_{fv} = 274 * 0.65 * \left(\frac{1.3375}{850.01 - 1.3375} \right)^2 * \left(\frac{0.3924}{0.050837} \right)^2 = 16.645 \text{ (mm)}$$

$$\text{Do đó } 0.5 * (h_{fv} + h_s) = 0.5 * (16.645 + 24.805) = 20.725 > \Delta (= 5.77)$$

Vậy mâm ổn định .

• Độ giảm áp của pha khí qua một mâm h_t :

- Chiều cao thủy tĩnh lớp chất lỏng trên lỗ chớp gờ chảy tràn h_{ss} :

$$\begin{aligned} h_{ss} &= h_w - (h_{sc} + h_{sr} + H_s) \\ &= 50.015 - (12.5 + 5 + 20) \\ &= 12.915 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

- Độ giảm áp của pha khí qua một mâm :

$$\begin{aligned} h_t &= h_{fv} + h_s + h_{ss} + h_{ow} + 0.5 * \Delta \\ &= 16.645 + 24.805 + 12.515 + 15.71 + 0.5 * 5.77 = 72.56 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

• Chiều cao lớp chất lỏng không bọt trên ống chảy chuyên :

$$h_d = h_w + h_{ow} + \Delta + h'_d + h_t$$

- Tổng thất thủy lực do dòng lỏng chảy từ ống chảy chuyên vào mâm h'_d được xác định theo biểu thức sau :

$$h'_d = 0.128 * \left(\frac{Q_L}{100 * S_d} \right)^2, \text{ mm chất lỏng}$$

Khoảng cách giữa hai gờ chảy tràn $l = 0.84D = 0.84 * 800 = 672 < 1500$ nên khoảng cách giữa mép trên của gờ chảy tràn và mép dưới của ống chảy chuyên được chọn là 12.5 mm

Do đó khoảng cách giữa mép dưới ống chảy chuyên và mâm :

$$S_1 = 50.015 - 12.5 = 37.515 \text{ (mm)} = 0.0375 \text{ (m)}$$

Nên tiết diện giữa ống chảy chuyên và mâm dưới :

$$S_d = 0.0375 * L_w = 0.0375 * 0.48 = 0.018 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\text{Và } h'_d = 0.128 * \left(\frac{4.722}{100 * 0.018} \right)^2 = 0.88$$

Ta tính được $h_d = 50.015 + 14.6 + 5.77 + 0.88 + 74.955 = 147.10 \text{ (mm)}$

** Chiều cao h_d dùng để kiểm tra mâm : Để đảm bảo điều kiện tháp không bị ngập lụt khi hoạt động, ta có :

$$h_d = 147.10 < 0.5 H = 150$$

- Chất lỏng chảy vào ống chảy chuyên t_c :

$$d_{tw} = 0.8 * \sqrt{h_{ow} * h_o}$$

+ Khoảng cách rơi tự do trong ống chảy chuyên :

$$h_o = H + h_w - h_d = 300 + 50.015 - 147.1 = 202.91 \text{ mm}$$

+ $h_{ow} = 14.60 \text{ (mm)}$

Suy ra $d_{tw} = 0.8 * \sqrt{14.60 * 202.9} = 43.54 \text{ (mm)}$

- Đại lượng này để kiểm tra chất lỏng chảy vào tháp có đều không và chất

lỏng không va đập vào thành : tỷ số $\frac{d_{tw}}{d_w} \leq 0.6$

$$43.54 / 64 = 0.68 \cong 0.6$$

- Độ giảm áp tổng cộng của pha hơi giữa tháp :

$$H_t = N_t * h_t = 13 * 74.955 * 10^{-3} = 0.9744 \text{ m chất lỏng}$$

Vậy ống trở lực toàn tháp :

$$\Delta P = \rho * g * H_t = 854.01 * 9.81 * 0.9744 = 8163.49 \text{ N/m}^2 = 0.102 \text{ at}$$

III. Tính chi tiết ống dẫn

1. Đường kính ống dẫn hơi vào thiết bị ngưng tụ :

$$d = \sqrt{\frac{4 * Q_y}{\pi * v}}$$

Q_y : lưu lượng hơi đi ra khỏi đỉnh tháp (m^3/s)

$$Q_y = \frac{G_y}{3600 * \rho_y} = \frac{2880}{3600 * 1.701} = 0.470 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

v : vận tốc hơi đi qua ống, chọn $v = 30 \text{ (m/s)}$

$$\Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{4 * 0.470}{3.1416 * 30}} = 0.141 \text{ (m)} = 141 \text{ (mm)}$$

Chọn $d_1 = 150 \text{ (mm)}$

Theo sổ tay tập hai – Bảng XIII-32 trang 434 , chọn $l_1 = 130 \text{ (mm)}$ (chiều dài đoạn nối ống)

2. Ống dẫn dòng chảy hoàn lưu :

$$d = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}}$$

Lượng hoàn lưu $G = G_D * R = 1500 * 0.92 = 1380 \text{ (Kg/h)}$

$$Q = \frac{G}{3600 * \rho_x} = \frac{1380}{3600 * 787.28} = 4.869 * 10^{-4} \text{ (m}^3 \text{/h)}$$

(ρ_x : khối lượng riêng pha lỏng trong đoạn cắt = $\rho'_x = 787.28 \text{ Kg/m}^3$)

Chọn $v = 0.6 \text{ (m/s)}$

$$\Rightarrow d_2 = \sqrt{\frac{4 * 4.869 * 10^{-4}}{3.1416 * 0.5}} = 0.035 \text{ (m)} = 35 \text{ (mm)}$$

Chọn $d_2 = 40$

Theo sổ tay tập hai – Bảng XIII-32 trang 434 , chọn $l_2 = 100 \text{ (mm)}$

3. Ống dẫn dòng nhập liệu :

$$d = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}}$$

$$Q = \frac{G_F}{3600 * \rho_F} = \frac{5144.86}{3600 * \rho_F}$$

$t_F = 68.5^\circ\text{C}$ (bảng I.2 – Sổ tay tập một) $\rightarrow \rho_{\text{acetone}} = 734.52 \text{ (Kg/m}^3 \text{)}$

$\rho_{\text{nước}} = 978.32 \text{ (Kg/m}^3 \text{)}$

$$\Rightarrow \rho_F = 0.117 * 734.52 + (1 - 0.117) * 978.32 = 949.80 \text{ (Kg/m}^3 \text{)}$$

$$\Rightarrow Q = 1.505 * 10^{-3} \text{ (m}^3 \text{/s)}$$

Chọn $v = 0.5 \text{ (m/s)}$

$$\Rightarrow d_3 = \sqrt{\frac{4 * 1.505 * 10^{-3}}{3.1416 * 0.5}} = 0.062 \text{ (m)} = 62 \text{ (mm)}$$

Chọn $d_3 = 80 \text{ (mm)}$

$l_3 = 110 \text{ (mm)}$

4. Ống dẫn dòng sản phẩm đáy :

$$d = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}}$$

$$Q = \frac{G_W}{3600 * \rho_W} = \frac{3644.86}{3600 * \rho_W}$$

$t_W = 96^\circ\text{C}$ (bảng I.2 – Sổ tay tập một) $\rightarrow \rho_{\text{acetone}} = 698.2 \text{ (Kg/m}^3 \text{)}$

$\rho_{\text{nước}} = 960.8 \text{ (Kg/m}^3 \text{)}$

$$\Rightarrow \rho_w = 0.006 * 698.2 + (1 - 0.006) * 960.8 = 959.22 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$$\Rightarrow Q = 1.056 * 10^{-3} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Chọn $v = 1.0 \text{ (m/s)}$

$$\Rightarrow d_4 = \sqrt{\frac{4 * 1.056 * 10^{-3}}{3.1416 * 1.0}} = 0.0366 \text{ (m)} = 36.6 \text{ (mm)}$$

Chọn $d_3 = 40 \text{ (mm)}$

$l_3 = 100 \text{ (mm)}$

5. Ống dẫn từ nồi đun qua tháp :

$$d = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}}$$

$$Q = \frac{G_w}{3600 * \rho_y} = \frac{3644.86}{3600 * 0.974} = 1.039 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Chọn $v = 35 \text{ (m/s)}$

$$\Rightarrow d_5 = \sqrt{\frac{4 * 1.039}{3.1416 * 35}} = 0.194 \text{ (m)} = 194 \text{ (mm)}$$

Chọn $d_5 = 200 \text{ (mm)}$

$l_5 = 130 \text{ (mm)}$

IV. Tính trở lực tháp

Trở lực tháp chóp được xác định theo công thức :

$$\Delta P = N_{tt} * \Delta P_d \text{ (N/m}^2\text{)}$$

N_{tt} : số mâm thực của tháp

ΔP_d : tổng trở lực qua một mâm

Ở phần chưng và phần cất, trở lực qua các đĩa không đồng đều . Do đó để chính xác , trở lực sẽ được tính riêng cho từng phần .

A. Tổng trở lực phần cất :

Tổng trở lực qua một đĩa :

$$\Delta P_d = \Delta P_k + \Delta P_s + \Delta P_t$$

1. Trở lực đĩa khô ΔP_k :

$$\Delta P_k = \xi * \rho_y * \omega_o^2 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

ξ : hệ số trở lực đĩa khô, $\xi = 4.5 : 5$, chọn $\xi = 5$

$$\rho_y = \rho'_y = 1.701 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

ω_o : vận tốc hơi qua rãnh chóp (m/s)

$$\omega_o = \frac{V'_y}{n * i * a * b}$$

V'_y : lưu lượng pha hơi trung bình đi trong phần cất

$$V'_y = 1407.83 \text{ (m}^3\text{/h)} = 0.3911 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$\Rightarrow \omega_0 = \frac{0.3911}{29 \cdot 45 \cdot 0.002 \cdot 0.02} = 7.492 \text{ (m/s)}$$

$$\Rightarrow \Delta P_k = 5 \cdot 1.701 \cdot 7.492^2 / 2 = 238.67 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

2. Trở lực do sức căng bề mặt :

$$\Delta P_s = \frac{4 \cdot \sigma}{d_{td}}$$

σ : sức căng bề mặt trung bình của hỗn hợp
 $\text{Ở } t_x = 60.25 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow \sigma_{\text{acetone}} = 18.6 \cdot 10^{-3} \text{ (N/m)}$
 $\sigma_{\text{nước}} = 66.2 \cdot 10^{-3} \text{ (N/m)}$

(Tra bảng I-242 Sổ tay tập một)

$$\frac{1}{\sigma_{hh}} = \frac{1}{\sigma_{\text{acetone}}} + \frac{1}{\sigma_{\text{nuoc}}}$$

$$\Rightarrow \sigma_{hh} = 14.52 \cdot 10^{-3} \text{ (N/m)}$$

d_{td} : đường kính tương đương của khe rãnh :

$$d_{td} = \frac{4 \cdot f_x}{H} = \frac{4 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (a + b)}$$

f_x : diện tích tiết diện tự do của rãnh

H : chu vi rãnh

$$d_{td} = 4.2 \cdot 20 / 2(2+20) = 3.64 \text{ (mm)} = 3.64 \cdot 10^{-3} \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow \Delta P_s = 4 \cdot \sigma / d_{td} = 4 \cdot 14.52 \cdot 10^{-3} / (3.64 \cdot 10^{-3}) = 15.972 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

3. Trở lực của lớp chất lỏng trên đĩa (Trở lực thủy tĩnh ΔP_t)

$$\Delta P_t = \rho_b \cdot g \cdot (h_b - h_r / 2) \text{ (N/m}^2\text{)}$$

ρ_b : khối lượng riêng của bột, thường $\rho_b = (0.4 \div 0.6) \cdot \rho_x$

Chọn $\rho_b = 0.5 \cdot \rho_x = 0.5 \cdot 787.28 \text{ (Kg/m}^3\text{)} = 393.64 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$

h_r : chiều cao của khe chóp (m), $h_r = b = 20 \text{ (mm)} = 0.02 \text{ (m)}$

h_b : chiều cao lớp bột trên đĩa (m)

$$h_b = \frac{(h_c + \Delta - h_x) \cdot (F - f) \cdot \rho_x + h_x \cdot \rho_b \cdot f + (h_{ch} - h_x) \cdot f \cdot \rho_b}{F \cdot \rho_b}$$

h_c : chiều cao đoạn ống chảy chuyên nhô lên trên đĩa

$$h_c = 50.015 \text{ (mm)} = 0.05 \text{ (m)}$$

h_x : chiều cao lớp chất lỏng (không lẫn bột) trên đĩa

$$h_x = S + 0.5 \cdot b = 0.0125 + 0.5 \cdot 0.02 = 0.0225 \text{ (m)} = 22.5 \text{ (mm)}$$

F : phần diện tích bề mặt đĩa có gắn chóp (nghĩa là trừ hai phần diện tích đĩa để bố trí ống chảy chuyên)

$$F_o = F - 2 \cdot S_d = 0.92 \cdot F = 0.4624 \text{ (m}^2\text{)}$$

f : tổng diện tích các chóp trên đĩa

$$f = 0.785 \cdot d_{ch}^2 \cdot n$$

$$= 0.785 \cdot (70/100)^2 \cdot 29 = 0.115 \text{ (m}^2\text{)}$$

h_{ch} : chiều cao của chóp

$$h_{ch} = h_c + \Delta = 0.05 + 0.0157 = 0.0657 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow h_b = \frac{(0.05 + 0.0157 - 0.0225) * (0.4624 - 0.115) * 787.28 * + 0.0225 * 393.64 * 0.115}{0.4624 * 393.64} + \frac{(0.0657 - 0.0225) * 0.115 * 393.64}{0.4624 * 393.64}$$

$$= 0.0786 \text{ (m)} = 78.6 \text{ (mm)}$$

$$\Rightarrow \Delta P_t = 393.64 * 9.81 * (0.0786 - 0.02/2) = 275.14 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

o Tổng trở lực qua một đĩa :

$$\Delta P_d = \Delta P_k + \Delta P_s + \Delta P_t$$

$$= 238.67 + 15.972 + 275.14 = 529.79 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

o Tổng trở lực phần cát:

$$\Delta P_{\text{cát}} = N_{\text{tt.cát}} * \Delta P_{\text{d.cát}} = 10 * 529.79 = 2 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

B. Tổng trở lực phần chung :

Tổng trở lực qua một đĩa :

$$\Delta P_d = \Delta P_k + \Delta P_s + \Delta P_t$$

1. Trở lực đĩa khô ΔP_k :

$$\Delta P_k = \xi * \rho_y'' * \omega_o^2 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

ξ : hệ số trở lực đĩa khô, $\xi = 4.5 \div 5$, chọn $\xi = 5$

$\rho_y = \rho_y'' = 0.974 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$

ω_o : vận tốc hơi qua rãnh chớp (m/s)

$$\omega_o = \frac{V_y''}{n * i * a * b}$$

V_y'' : lưu lượng pha hơi trung bình đi trong phần chung :

$$V_y'' = 1417.83 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

$$= 0.3938 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$\Rightarrow \omega_o = \frac{0.3938}{29 * 45 * 0.002 * 0.02} = 7.545 \text{ (m/s)}$$

$$\Rightarrow \Delta P_k = 5 * 0.974 * 7.545^2 / 2 = 138.61 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

2. Trở lực do sức căng bề mặt :

$$\Delta P_s = \frac{4 * \sigma}{d_{td}}$$

σ : sức căng bề mặt trung bình của hỗn hợp

$$t_x = 73.75 \text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow \sigma_{\text{acetone}} = 16.95 * 10^{-3} \text{ (N/m)}$$

$$\sigma_{\text{nước}} = 63.72 * 10^{-3} \text{ (N/m)}$$

(Tra bảng I-242 Sổ tay tập một)

$$\frac{1}{\sigma_{hh}} = \frac{1}{\sigma_{\text{acetone}}} + \frac{1}{\sigma_{\text{nuoc}}}$$

$$\Rightarrow \sigma_{hh} = 13.39 * 10^{-3} \text{ (N/m)}$$

d_{td} : đường kính tương đương của khe rãnh :

$$d_{td} = \frac{4.f_x}{H} = \frac{4.a.b}{2.(a + b)}$$

f_x : diện tích tiết diện tự do của rãnh

H : chu vi rãnh

$$d_{td} = 4.2.20 / 2(2+20) = 3.64 \text{ (mm)} = 3.64 \cdot 10^{-3} \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow \Delta P_s = 4.\sigma / d_{td} = 4 \cdot 13.39 \cdot 10^{-3} / (3.64 \cdot 10^{-3}) = 14.71 \text{ (N/m}^2 \text{)}$$

3. Trở lực của lớp chất lỏng trên đĩa (Trở lực thủy tĩnh ΔP_t)

$$\Delta P_t = \rho_b \cdot g \cdot (h_b - h_r / 2) \text{ (N/m}^2 \text{)}$$

ρ'_b : khối lượng riêng của bột, thường $\rho'_b = (0.4 \div 0.6) \cdot \rho''_x$

Chọn $\rho'_b = 0.5 \cdot \rho''_x = 0.5 \cdot 920.73 \text{ (Kg/m}^3 \text{)} = 460.365 \text{ (Kg/m}^3 \text{)}$

h_r : chiều cao của khe chớp (m), $h_r = b = 20 \text{ (mm)} = 0.02 \text{ (m)}$

h_b : chiều cao lớp bột trên đĩa (m)

$$h_b = \frac{(h_c + \Delta - h_x) \cdot (F - f) \cdot \rho_x + h_x \cdot \rho_b \cdot f + (h_{ch} - h_x) \cdot f \cdot \rho_b}{F \cdot \rho_b}$$

Δ : chiều cao của chất lỏng trên ống chảy chuyên = $\Delta h = 15.71 \text{ (mm)}$
 $= 0.0157 \text{ (m)}$

h_c : chiều cao đoạn ống chảy chuyên nhô lên trên đĩa

$$h_c = 50.015 \text{ (mm)} = 0.05 \text{ (m)}$$

h_x : chiều cao lớp chất lỏng (không lẫn bột) trên đĩa

$$h_x = S + 0.5 \cdot b = 0.0125 + 0.5 \cdot 0.02 = 0.0225 \text{ (m)} = 22.5 \text{ (mm)}$$

F : phần diện tích bề mặt đĩa có gắn chớp (nghĩa là trừ hai phần diện tích đĩa để bố trí ống chảy chuyên)

$$F_o = F - 2 \cdot S_d = 0.92 \cdot F = 0.4624 \text{ (m}^2 \text{)}$$

$$\rho_b = 393.64 \text{ (Kg/m}^3 \text{)}$$

f : tổng diện tích các chớp trên đĩa

$$f = 0.785 \cdot d_{ch}^2 \cdot n$$

$$= 0.785 \cdot (70/100)^2 \cdot 29 = 0.115 \text{ (m}^2 \text{)}$$

h_{ch} : chiều cao của chớp

$$h_{ch} = h_c + \Delta = 0.05 + 0.0157 = 0.0657 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow h_b = \frac{(0.05 + 0.0157 - 0.0225) \cdot (0.4624 - 0.115) \cdot 920.73 + 0.0225 \cdot 460.365 \cdot 0.115}{0.4624 \cdot 460.365} + \frac{(0.0657 - 0.0225) \cdot 0.115 \cdot 460.365}{0.4624 \cdot 460.365}$$

$$= 0.08125 \text{ (m)} = 81.25 \text{ (mm)}$$

$$\Rightarrow \Delta P_t = 460.365 \cdot 9.81 \cdot (0.08125 - 0.02/2) = 321.78 \text{ (N/m}^2 \text{)}$$

o Tổng trở lực qua một đĩa :

$$\Delta P_d = \Delta P_k + \Delta P_s + \Delta P_t$$

$$= 138.61 + 8.03 + 321.78 = 4576.11 \text{ (N/m}^2 \text{)}$$

o Tổng trở lực phần chung :

$$\Delta P_{chung} = N_{tt.chung} \cdot \Delta P_{d.chung} = 3 \cdot 457.11 = 1425.32 \text{ (N/m}^2 \text{)}$$

Tổng trở lực của tháp ΔP :

$$\Delta P = \Delta P_{cát} + \Delta P_{chung}$$

$$= 5297.9 + 1425.32 = 6723.22 \text{ (N/m}^2 \text{)} = 0.068 \text{ (at)}$$

** Kiểm tra lại khoảng cách mâm $h = 0.3$ m đảm bảo điều kiện hoạt động bình thường của tháp : $h > 1.8 * \frac{\Delta P_d}{\rho_x \cdot g}$

Vì $\Delta P_{d-cát} > \Delta P_{d-chưng}$ nên ta lấy $\Delta P_{d-cát}$ để kiểm tra :

$$1.8 * \frac{529.79}{920.73 * 9.81} = 0.106 < 0.3 \text{ thỏa}$$

Vậy chọn $h = 0.3$ là hợp lý .

CHƯƠNG 4

TÍNH TOÁN CƠ KHÍ

1. Tính bề dày thân trụ của tháp

Thân của tháp được chế tạo bằng phương pháp hàn hồ quang. Thân tháp được ghép từ nhiều đoạn bằng mối ghép bích.

Tra bảng IX.5 ta chọn với đường kính trong của tháp $D = 800(\text{mm})$, khoảng cách giữa các đĩa $H_d = 300(\text{mm})$, chọn khoảng cách giữa hai mặt nối bích $1200(\text{mm})$, số đĩa giữa hai mặt bích $n_d = 4$

Chọn vật liệu làm thân là thép không gỉ X18H10T. Ở nhiệt độ làm việc $t = 0^\circ\text{C}$.

Tốc độ ăn mòn của thép $\leq 0.1 \text{ mm/năm}$.

Dựa vào bảng XII.4 và bảng XII.7 (Tính chất vật lý của kim loại đen và hợp kim của chúng), các thông số đặc trưng của X18H10T (với chiều dày tấm thép $4 \div 25 \text{ mm}$):

Giới hạn bền kéo : $\delta_k = 550.10^6 \text{ N/m}^2$

Giới hạn bền chảy : $\delta_{ch} = 550.106 \text{ N/m}^2$

Hệ số dẫn khi kéo ở nhiệt độ $20 \div 100 \text{ }^\circ\text{C}$ là $16.6 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Khối lượng riêng $\rho = 7.9 \cdot 10^3 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$

Hệ số an toàn bền kéo : $n_k = 2.6$

Hệ số an toàn bền chảy : $n_{ch} = 2.6$

Nhiệt độ nóng chảy : $t = 1400 \text{ }^\circ\text{C}$

Mô đun đàn hồi : $E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$

Hệ số Poatxông $\mu = 0.33$

- Điều kiện làm việc của tháp chưng cất :

Áp suất bên trong tháp (tính tại đáy tháp) với môi trường làm việc lỏng -khí:

$$P = P_h + P_L + \Delta P$$

Áp suất hơi trong tháp : $P_h = 1 \text{ at} = 9.81 \cdot 10^4 \text{ (N/m}^2\text{)}$

Áp suất thủy tĩnh của cột chất lỏng : $P_L = \rho_L \cdot g \cdot H$

$$\rho_L = 854.01 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$H = 1.1 H_0 = 4.347 \text{ (m)}$ (Có kể đến cột chất lỏng ở đáy, nắp)

$P_L = 854.01 * 9.81 * 4.347 = 3.6420 * 10^4 \text{ (N/m}^2\text{)}$
 Tổng trở lực của tháp : $\Delta P = 7780.45 \text{ (N/m}^2\text{)}$
 Do đó áp suất tại đáy tháp : $P = 1.423 * 10^5 \text{ (N/m}^2\text{)} < 0.25 * 10^6 \text{ (N/m}^2\text{)}$
 Theo bảng XIII.8 : giá trị bền hàn của thân hình trụ, hàn hồ quang điện,

$D_t = 800 \text{ (mm)}$, thép hợp kim $\phi h = 0.95$

Do trên thân có khoét lỗ nên hệ số bền của thành hình trụ theo phương dọc được tính theo công thức :

$$\varphi = \varphi_n \cdot \frac{H_0 - \sum d}{H_0} = 0.95 * \left(\frac{5 - 6 * 0.24}{5} \right) = 0.68$$

(Xem tương đương 6 lỗ quan sát đường kính $\phi = 240\text{(mm)}$, chưa tính đến một số lỗ nối ống dẫn hơi)

Ứng suất cho phép $[\delta_k]$ của vật liệu được tính :

$$[\delta_k] = \frac{\delta_k}{n_k} \cdot \eta = \frac{550.10^6}{2.6} \cdot 0.95 = 200.95 * 10^6 \text{ (N / m}^2\text{)}$$

$$[\delta_{ch}] = \frac{\delta_{ch}}{n_{ch}} \cdot \eta = \frac{220.10^6}{1.5} * 0.95 = 139.33 * 10^6 \text{ (N / m}^2\text{)}$$

Chọn $[\delta] = \text{Min} ([\delta_k], [\delta_{ch}]) = 139.33 * 10^6 \text{ (N/m}^2\text{)}$

- Bề dày tháp được tính theo công thức :

$$S' = \frac{P \cdot D_t}{2[\sigma] \cdot \varphi - P}$$

Do $\frac{[\sigma] \cdot \varphi}{P} = \frac{139.33 * 10^6 * 0.68}{1.423 * 10^5} = 665.80 > 25$ nên :

$$S' = \frac{P \cdot D_t}{2[\sigma] \cdot \varphi} = \frac{1.423 * 10^5 * 0.8}{2 * 139.33 * 10^6 * 0.68} = 6.01 * 10^{-4} \text{ (m)}$$

$$= 0.601 \text{ (mm)}$$

- Bề dày thực tế của thân tháp :

$$S = S' + C$$

Trong đó $C = C_a + C_b + C_o$

Chọn thiết bị làm việc trong 15 năm : Hệ số bổ sung do ăn mòn :

$$C_a = 15 * 0.1 = 1.5 \text{ (mm)}$$

Hệ số bổ sung do bào mòn cơ học của môi trường $C_b = 0$

Hệ số bổ sung do sai lệch khi chế tạo và lắp ráp : $C_0 = 0.4 \text{ (mm)}$

Hệ số quy tròn bằng 1.499 (mm)

Do đó $C = 1.5 + 0.4 + 1.499 = 3.399\text{(mm)}$

Khi đó $S = S' + C = 4 \text{ (mm)}$

- Kiểm tra bề dày của thân :

- Kiểm tra điều kiện :

$$\frac{S - C_a}{D} \leq 0.1 \quad (\text{thỏa})$$

$$\frac{4 - 1.5}{800} = 0.003 < 0.1$$

- Kiểm tra áp suất tính toán bên trong thiết bị :

$$[P] = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi \cdot (S - C_a)}{D + (S - C_a)} = \frac{2 \cdot 139.33 \cdot 10^6 \cdot 0.68 \cdot (4 - 1.5)}{800 + (4 - 1.5)} = 5.90 \cdot 10^5 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

Như vậy [P] > P (hợp lý)

Nên chiều dày của thân S = 4(mm)

2. Tính - chọn bề dày đáy và nắp thiết bị

Đáy và nắp cũng là một bộ phận quan trọng thường được chế tạo cùng loại vật liệu với thân thiết bị . Sử dụng thép không gỉ X18H10T .

- Chọn loại đáy nắp hình elip có gờ
- Tính bề dày đáy và nắp giống nhau :

Các thông số đáy và nắp :

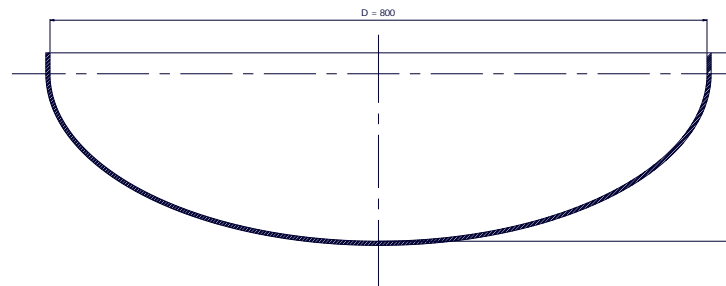
Đáy- nắp elip có :

$$\frac{h_t}{D_t} = 0.25$$

$$\Rightarrow h_t = 0.25 \cdot D_t = 0.25 \cdot 0.8 = 0.2 \text{ (m)} = 200\text{(mm)}$$

Chọn chiều cao gờ h = 25 (mm)

Nên diện tích bề mặt trong 0.76(m²) tra bảng XIII.10 trang 382 Sổ tay tập 2



Bán kính cong bên trong đáy- nắp tháp : R_t = D_t = 800(mm)

Chiều dày đáy và nắp elip của thiết bị chịu áp suất trong :

$$S' = \frac{D_t \cdot P}{3.8 \cdot [\sigma_k] \cdot k \cdot \varphi_h - P} \cdot \frac{D_t}{2 \cdot h_b}$$

Hệ số không thứ nguyên :

$$k = 1 - \frac{d}{D_t} = 1 - \frac{0.2}{0.8} = 0.75$$

(Đường kính lỗ ở nắp : d = 0.2 m)

Do đó :

$$S' = \frac{0.8 * 1.423 * 10^5}{3.8 * 200.95 * 10^6 * 0.75 * 0.95 - 1.423 * 10^5} * \frac{0.8}{2 * 0.2}$$

$$= 0.419 * 10^{-3} \text{ (m)} = 0.419 \text{ (mm)}$$

$$C = C_a + C_b + C_0 = 1.5 + 0.4 + 0 + C_0 + 2 = 4.581 \text{ (mm)}$$

(Đối với đáy nắp đập thì đại lượng bổ sung tăng thêm 2 mm khi $S' < 10 \text{ mm}$ Theo sổ tay tập 2)

- Kiểm tra áp suất dư cho phép tính toán :

. Bề dày đáy nắp cần thỏa biểu thức sau :

$$\frac{S - C_a}{D_t} \leq 0.125$$

$$\frac{5 - 1.5}{800} = 0.0041 < 0.125 \text{ (thỏa)}$$

. Do đó áp suất dư cho phép tính theo công thức :

$$[P] = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi \cdot (S - C_a)}{R_t + \varphi \cdot (S - C_a)} = \frac{2 * 200.96 * 10^6 * 0.95 * (5 - 1.5)}{800 + (54 - 1.5)} = 1.66 * 10^6 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

$$\text{➤ } P = 1.423 * 10^5 \text{ (N/mm}^2\text{)} \text{ (thỏa)}$$

Vậy bề dày đáy nắp thiết bị là 5 (mm)

3. Chọn bích và vòng đệm

a. Bích và đệm để nối và bít kín thiết bị :

Mặt bích là bộ phận dùng để nối các phần của thiết bị cũng như nối các bộ phận khác với thiết bị .

Chọn loại bích liền không cổ bằng thép CT3 .

Bảng XIII-27 trang 417 Sổ tay tập hai . Cho các kiểu bích liền bằng thép CT3 (Kiểu I) với thiết bị đáy nắp như sau :

Đường kính bên trong của thiết bị $D_t = 800 \text{ (mm)}$

Đường kính bên ngoài của thiết bị $D_n = 808 \text{ (mm)}$

Đường kính tâm bu lông $D_b = 880 \text{ (mm)}$

Đường kính mép vát $D_1 = 850 \text{ (mm)}$

Đường kính bích $D = 930 \text{ (mm)}$

Chiều cao bích $h = 22 \text{ (mm)}$

Đường kính bu lông $d_b = M20 \text{ (mm)}$

Số bu lông $z = 24 \text{ (cái)}$

- Theo bảng XIII-31 _ Tương ứng với bảng XIII-27 : kích thước bề mặt đệm bít kín :

$$D_t = 800 \text{ (mm)}$$

$$H = h = 22 \text{ (mm)}$$

$$D_1 = 850 \text{ (mm)}$$

$$D_2 = 847 \text{ (mm)}$$

$$D_4 = 827 \text{ (mm)}$$

$$\text{Và do } D_t < 1000 \text{ (mm) nên } D_3 = D_2 + 1 = 848 \text{ (mm)}$$

$$D_5 = D_4 - 1 = 826 \text{ (mm)}$$

b. Bích để nối các ống dẫn (Bảng XIII-26 trang 409 Sổ tay tập hai)

- Chọn vật liệu là thép CT3 , chọn kiểu 1

Ta có bảng sau :

STT	Loại ống dẫn	D _y (mm)	Kích thước nội						h (mm)	l (mm)
			D _w (mm)	D (mm)	D _b (mm)	D ₁ (mm)	Bulông			
							d _b (mm)	z (con)		
1	Vào TBNT	150	159	260	225	202	M16	8	16	130
2	Hoàn lưu	40	45	130	100	80	M12	4	12	100
3	Nhập liệu	80	89	185	150	128	M16	4	14	110
4	Dòngspđáy	40	45	130	100	80	M12	4	12	100
5	Hoivàođáy	200	219	290	255	232	M16	8	16	130

- Theo bảng XIII.30 tương ứng với bảng XIII-26 : kích thước bề mặt đệm bít kín :

D₁ tra theo bảng XIII-26 .

z : số rãnh

Ta có bảng sau :

STT	D (mm)	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	D ₃ (mm)	D ₄ (mm)	D ₅ (mm)	b (mm)	b ₁ (mm)	z (rãnh)	f (mm)
1	150	202	191	192	171	170	5	11	3	4.5
2	40	80	69	70	55	54	4	1	2	4
3	80	128	115	116	101	100	5	1	3	4
4	40	80	69	70	55	54	5	1	3	4
5	200	232	249	250	229	228	5	1	3	4.5

4. Tính mâm

Chọn bề dày mâm bằng bề dày thân S = 4 (mm) và vật liệu là thép X18H10T

- Chiều cao mực chất lỏng lớn nhất trên mâm khi mâm bị ngập lụt : h_d = 145.49 (mm)

$$P_1 = \rho_l \cdot g \cdot h_d = 854.01 \cdot 9.81 \cdot 0.1455 = 1218.98 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

- Nếu mâm không đục lỗ :

$$\sigma_{\max} = \frac{3(3 + \mu)}{8 \cdot S^2} \cdot P \cdot R^2 = \frac{3(3 + 0.33)}{8 \cdot 0.004^2} \cdot 1218.98 \cdot 0.4^2 = 15.222 \cdot 10^6 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

μ = 0.33 : hệ số Poat xông

- Độ giảm sức bền do các lỗ trên mâm gây ra thể hiện bằng hệ số hiệu chỉnh: φ_b

$$\varphi_b = \frac{t - d_h}{t} = \frac{194 - 47}{194} = 0.758$$

d_h : đường kính ống hơi bằng 47 (mm)

t : (hình vẽ chóp) = $2 * 112 * \cos 30 = 194$

. Ứng suất cực đại của mâm có đục lỗ :

$$\sigma'_{max} = \frac{\sigma_{max}}{\varphi_b} = \frac{15.222 * 10^6}{0.758} = 20.1 * 10^6 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$< [\sigma] = 139.33 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Vậy bề dày mâm là 4 (mm)

5. Chân đỡ và tai treo thiết bị

a. Tính sơ bộ khối lượng tháp :

Khối lượng nắp bằng khối lượng đáy (Giả sử đường ống dẫn vào nắp và đáy gần như nhau) ;

Với nắp đáy elip có $D_t = 800 \text{ (mm)}$, chiều dày $S = 5 \text{ (mm)}$, chiều cao gờ $h = 25 \text{ (mm)}$. Tra bảng XIII.11 trang 384 Sổ tay tập hai , ta có

$$G_{nắp} = G_{đáy} = 1.01 * 30.2 \text{ (Kg)} = 30.504 \text{ (Kg)}$$

$$\Rightarrow G_{nắp - đáy} = 2 * 30.502 = 61 \text{ (Kg)}$$

- Khối lượng mâm :

Đường kính trong của tháp	$D_t = 0.8 \text{ (m)}$
Bề dày mâm	$\delta_m = 0.004 \text{ (m)}$
Đường kính ống hơi	$d_h = 0.047 \text{ (m)}$
Số ống hơi	$n = 29 \text{ (ống)}$
Diện tích ống chảy chuyên hình viên phân	$S_d = 0.04 * F$
Số ống chảy chuyên trên mỗi mâm	$z = 1$
Số mâm	$N_t = 13 \text{ mâm}$

$$M_m = N_t * (F - z * S_d - n * \pi * d_h^2 / 4) * \delta * \rho$$

$$= 13 * (0.5026 * 1 - 0.04 * 0.5026 - 29 * \pi * 0.047^2 / 4) * 0.004 * 7.93 * 10^3 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$$= 177.514 \text{ (Kg)}$$

- Khối lượng chóp trên mâm của toàn tháp :

$$M_{chóp} = N_t * n * (\pi * d_{ch}^2 * h_{ch} * \delta_{ch} + \pi * d_{ch}^2 * \delta_{ch} - i * \delta_{ch} * b * a) * 7.9 * 10^3$$

$$= 13 * 29 * (3.1416 * 0.070^2 * 0.0567 * 0.002 + 3.1416 * 0.07^2 * 0.002 / 4 - 45 * 0.002 * 0.02 * 0.002) * 7.0 * 10^3$$

$$= 98.26 \text{ (Kg)}$$

- Khối lượng mâm :

$$M_{mâm} = \pi * D * H_{thân} * \delta_{thân} * \delta$$

$$= 3.1416 * 0.8 * (5 - 2 * (0.2 + 0.025) - 0.130) * 0.004 * 7.9 * 10^3$$

$$= 351.03 \text{ (Kg)}$$

- Khối lượng ống hơi :

$$M_{ống\ hơi} = \pi * d_h * h_{hơi} * \delta_h * n * N_t * \rho$$

$$= 3.1416 * 0.047 * 0.054 * 0.002 * 29 * 13 * 7.9 * 10^3$$

$$= 47.49(\text{Kg})$$

Với $h_h = h_{\text{chóp}} - h_2 - \delta_{\text{chóp}} + \delta_{\text{hoi}}$
 $= 0.0657 - 0.01175 + 2 - 2 = 0.054 \text{ (m)}$

và h_2 : chiều cao chóp phía trên ống hơi

- Khối lượng máng chảy chuyên :

$$M_m = l_w * h_{cc} * \delta_{cc} * \rho * N_t$$

$$h_{cc} = h - S_1 + h_w + \delta_{mâm}$$

$$= 0.3 - 0.0375 + 0.05 + 0.004 = 0.316 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow M_{mâm} = 0.48 * 0.3165 * 0.002 * 0.004 * 7.9 * 10^3 = 31.20 \text{ (Kg)}$$

- Khối lượng bích nối thân :

Đường kính bên ngoài của tháp $D_n = 0.808 \text{ (m)}$

Đường kính mặt bích của thân $D_b = 0.930 \text{ (m)}$

Chiều cao bích $h = 0.022 \text{ (m)}$

Chia tháp làm 4 đoạn , nên số mặt bích là 8

$$\rho_{CT3} = 7.85 * 10^3 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$$\Rightarrow M_{bích} = 0.785 * (0.93^2 - 0.808^2) * 8 * 0.0222 * 7.85 * 10^3 = 229.96 \text{ (Kg)}$$

- Khối lượng bích nối các ống dẫn :

$$M_b = 0.785 * [(0.26^2 - 0.15^2) * 0.016 + 2 * (0.13^2 - 0.04^2) * 0.012 + (0.185^2 - 0.08^2) * 0.016 + (0.29^2 - 0.2^2 * 0.016)] * 7.85 * 10^3$$

$$= 12.56 \text{ (Kg)}$$

- Khối lượng dung dịch trong tháp (xem $V_{\text{dung dịch}} = 0.85 V_{\text{tháp}}$)

$$M_{dd} = 0.85 (\pi * D_t^2 H_o / 4 + V_{\text{đáy}}) * \rho_{xtb}$$

$$= 0.85 * (3.1416 * 0.8^2 * 5 / 4 + 2 * 79.6 * 10^{-3}) * 854.005$$

$$= 1939.96 \text{ (Kg)}$$

Vậy tổng khối lượng của toàn tháp :

$$M_{\text{tháp}} = 2949 \text{ (Kg)}$$

b. Chọn tai treo :

- Chọn vật liệu làm tai treo là thép CT3 . Tấm lót là vật liệu làm thân:

$$[\sigma_{CT3}] = 130 * 10^6 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

- Chọn số tai treo : $n = 4$

- Tải trọng lên một tai treo (4 tai treo và 4 chân đỡ):

$$Q_0 = \frac{Q}{8} = \frac{2949 * 9.81}{8} = 0.413 * 10^4 \text{ (N)}$$

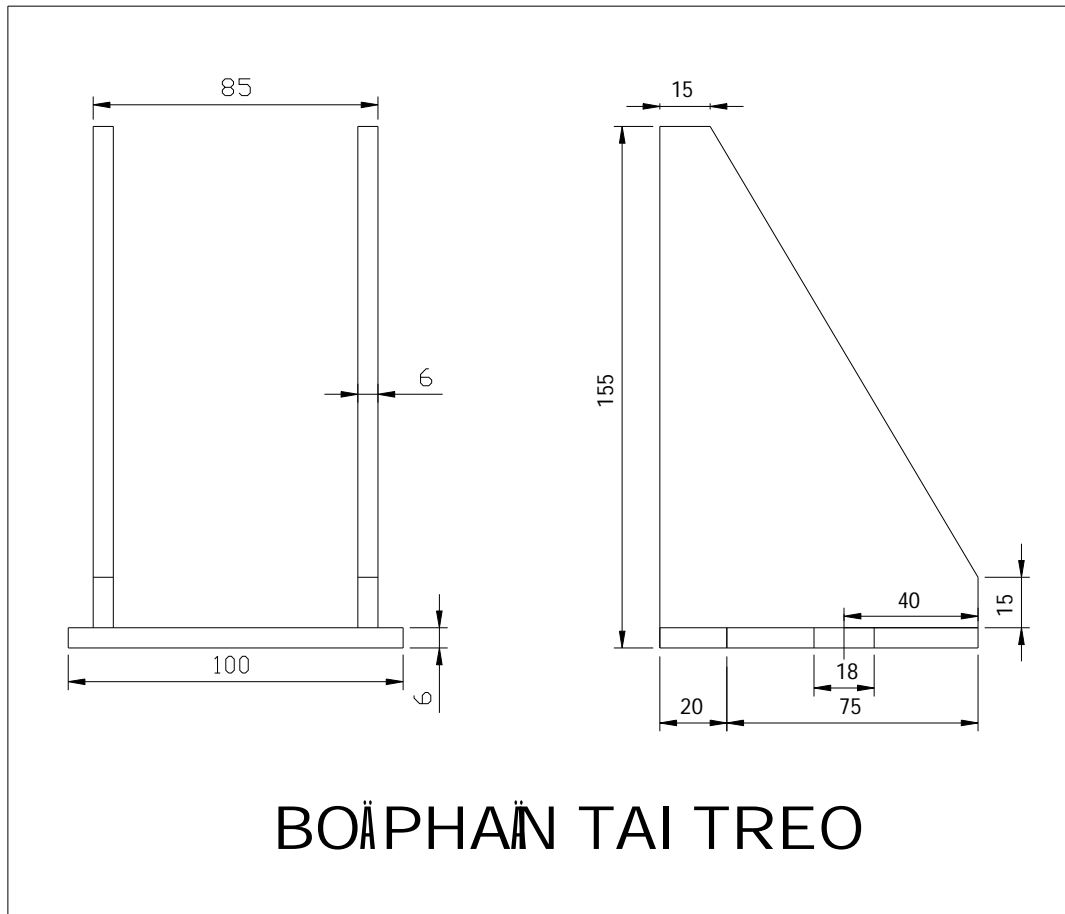
- Chọn tải trọng cho phép lên một tai treo là $0.5 * 10^4 \text{ N}$

Theo bảng XIII.36 Sổ tay tập hai : tai treo thiết bị thẳng đứng .

Bề mặt đỡ $F = 72.5 * 10^4 \text{ (m}^2\text{)}$

Kích thước tai treo : cho ở bảng sau :

Khối lượng tai treo (Kg)	Tải trọng chophép lên bề mặt đỡ $q.10^6 \text{ (N/m}^2\text{)}$	L (mm)	B (mm)	B ₁ (mm)	H (mm)	S (mm)	l (mm)	a (mm)	d (mm)
1.23	0,69	100	75	85	155	6	40	15	18

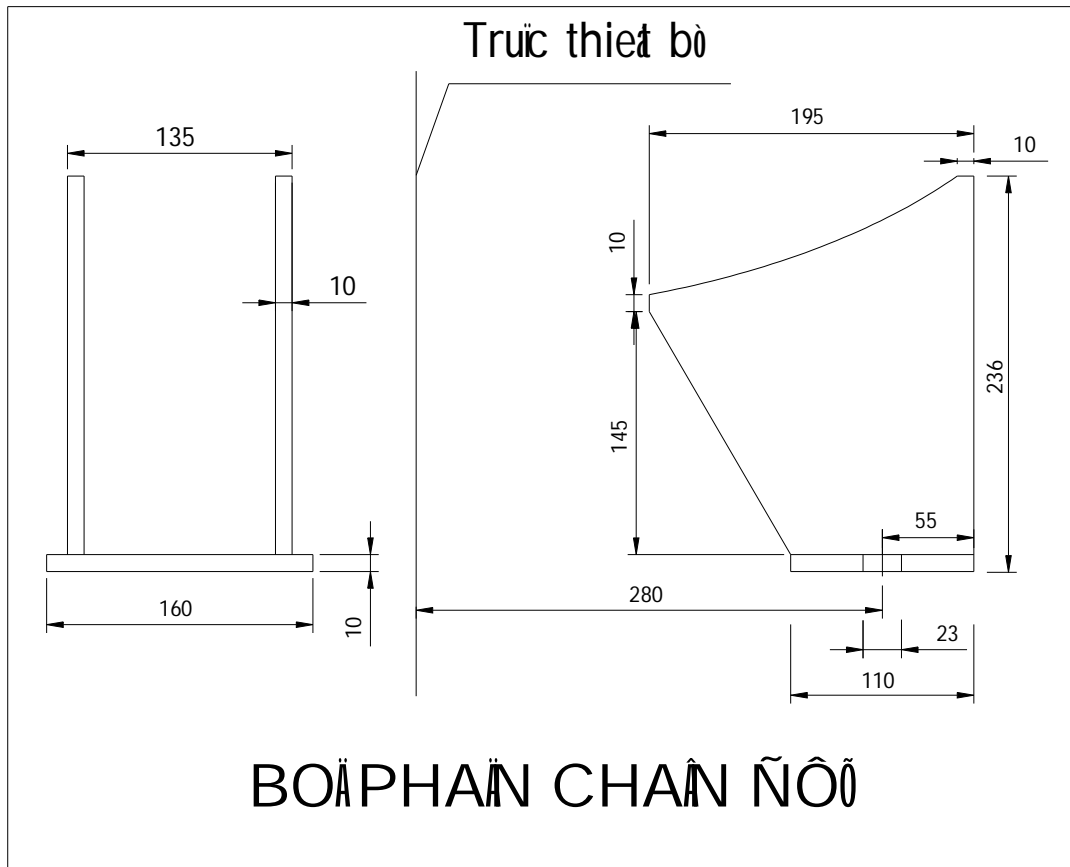


c. Chọn chân đỡ :

Chọn vật liệu làm tai treo là thép CT3 .Tải trọng cho phép lên một chân đỡ: $0.5 \cdot 10^4$ N

Theo bảng XIII.35 Sổ tay tập hai. Chân thép đối với thiết bị thẳng đứng :

Bề mặt đỡ $F \cdot 10^{-4} m^2$	Tải trọng cho phép lên bề mặt đế $q \cdot 10^6 (N/m^2)$	L	B	B ₁	B ₂	H	h	S	l	d
172	0.29	160	110	135	195	240	145	10	55	23



BOA PHAN CHAN NHO

6. Tinh bao on

Voi vận tốc hơi trung bình trong cả 2 phần của tháp : chung và cất :

$\omega_y = 0.7441 < 10$ (m/s) và màng nước ngưng chuyển động dòng, hệ số cấp nhiệt α trong tháp :

$$\alpha = 1.15 * \sqrt{\frac{r \cdot \rho^2 \cdot g \cdot \lambda^3}{\mu \cdot \Delta t \cdot H}} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{độ)}$$

Nhiệt ngưng tụ (ẩn nhiệt hóa hơi) của hơi trong tháp:

(Ở nhiệt độ cao nhất $t = t_w = 96^{\circ}\text{C}$)

$$r = r_{\text{acetone}} * \bar{x}_{\text{acetone}} + r_{\text{nước}} * \bar{r}_{\text{nuoc}}$$

Thành phần khối lượng tính ở giá trị trung bình của tháp và đỉnh tháp :

$$\bar{x}_{\text{acetone}} = \frac{0.98 + 0.02}{2} = 0.5 \text{ (phần trăm khối lượng)}$$

$$\rightarrow \bar{x}_{\text{acetone}} = 0.273 \text{ (phần mol)}$$

- Chọn nhiệt độ ngưng để tính là nhiệt độ cao nhất trong tháp

$$t_{\text{ngung}} = 96^{\circ}\text{C}$$

$$\rightarrow r_{\text{acetone}} = 114.1 \text{ (Kcal /Kg)}$$

$$r_{\text{nước}} = 543 \text{ (Kcal /Kg)}$$

$$\text{Do đó } r = 0.5 * 114.1 + 0.5 * 543 = 328.55 \text{ (Kcal/Kg)}$$

- Để xác định cường độ nhiệt khi chưa có lớp cách nhiệt, chọn nhiệt độ tường bên trong thấp là $t_{w1} = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Từ công thức trên :

$$\alpha = 1.15 * \sqrt[4]{\frac{328.55 * 9.81 * \rho^2 * \lambda^3 * 4186.8}{5 * \mu * \Delta t}} = 46.61 * \sqrt[4]{\frac{\rho^2 * \lambda^3}{\mu * \Delta t}} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{độ)}$$

Các giá trị ρ (Kg/m³), λ (W/m.độ), μ (Ns/m²) tra ở nhiệt độ trung bình của màng :

$$T_m = \frac{t_{ng} + t_{w1}}{2} = \frac{96 + 80}{2} = 88 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$M_{hh} = x_{\text{acetone}} * 58 + (1 - x_{\text{acetone}}) * 18 = 27.48 \text{ (Kg/Kmol)}$$

$$\rho_{hh} = \frac{1}{\frac{x_{\text{acetone}}}{\rho_{\text{acetone}}} + \frac{x_{\text{nuoc}}}{\rho_{\text{nuoc}}}} = \frac{1}{\frac{0.5}{708.6} + \frac{0.5}{966.4}} = 817.66 \text{ (Kg/Kmol)}$$

$$\begin{aligned} \mu &= \text{arclog} (x_{\text{acetone}} * \log \mu_{\text{acetone}} + (1 - x_{\text{acetone}}) \log \mu_{\text{nuoc}}) \\ &= \text{arclog} (0.273 * \log 0.188 + (1 - 0.273) * \log 0.328) * 10^{-3} \\ &= 0.287 * 10^{-3} \text{ (Ns/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{phh} &= 0.5 * C_{\text{acetone}} + (1 - 0.5) * C_{\text{nuoc}} \\ &= 0.5 * 2396 + 0.5 * 4206 = 3301 \text{ (J/Kg.độ)} \end{aligned}$$

$$\lambda_{hh} = 3.58 * 10^{-8} * C_{hh} * \rho_{hh} * \sqrt[3]{\frac{\rho_{hh}}{M_{hh}}} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{độ)}$$

$$= 3.58 * 10^{-8} * 3301 * 817.66 * \sqrt[3]{\frac{817.66}{27.48}}$$

$$= 0.311 \text{ (Kcal/W.h.}^{\circ}\text{C)}$$

$$\Delta t_1 = t_{ng} - t_{w1} = 96 - 80 = 16 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Rightarrow \alpha = 46.61 * \sqrt{\frac{817.66^2 * 0.311^3}{0.287 * 10^{-3} * 16}} = 2132.24 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{độ)}$$

$$\cdot q_{ng} = \alpha_{ng} * \Delta t_1 = 2132.24 * 16 = 35115.78 \text{ (Kcal/m}^2 \cdot \text{h)}$$

Tổng nhiệt trở của thành ống và lớp cặn :

$$\sum r_w = r_{\text{căn1}} + \frac{\delta_w}{\lambda_w} + r_{\text{căn2}}$$

Cường độ nhiệt trung bình :

$$q_{tb} = \frac{q_{ng} + q_{kk}}{2} = \frac{12878.36 + 2144.11}{2} = 7511.23 \text{ (Kcal/m}^2 \cdot \text{h.độ)}$$

Sai số giữa q_{tb} và q_{ng} :

$$\frac{12878.36 - 7511.3}{12878.36} = 0.42 = 42\% > 5\% \text{ . Do đó ta phải tính lặp.}$$

- Tính lặp lần 1 :

$$\text{Chọn } \Delta t_1 = 6 \text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow t_{w1} = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow t_m &= 93 \text{ } ^\circ\text{C} \\ \rho_{hh} &= 812.97 \text{ (Kg/m}^3\text{)} \\ \mu &= 0.272 * 10^{-3} \text{ (Ns/m}^2\text{)} \\ C_{phh} &= 3314.12 \text{ (J/Kg. } ^\circ\text{C)} \\ \lambda_{hh} &= 0.3099 \text{ (Kcal/m.h. } ^\circ\text{C)} \\ \Rightarrow \Delta t_1 &= 6 \text{ } ^\circ\text{C} \\ \alpha_{ng} &= 2738.83 \text{ (Kcal/m}^2\text{.h.độ)} \\ q_{ng} &= 16432.96 \text{ (Kcal/m}^2\text{.h)} \\ \Delta t_w &= 13.61 \text{ (} ^\circ\text{C)} \\ t_{w2} &= 82.4 \text{ (} ^\circ\text{C)} \\ \Delta t_2 &= 53.4 \text{ (} ^\circ\text{C)} \\ q_{kk} &= 1976.2 \text{ (Kcal/m}^2\text{.h)} \\ q_{tb} &= 9204.56 \text{ ((Kcal/m}^2\text{.h)} \end{aligned}$$

Sai số giữa q_{tb} và $q_{ng} = 0.44 > 0.05$. Do đó ta phải tính lặp lần 2.

o Tính lặp lần 2 :

Chọn $\Delta t_1 = 4 \text{ } ^\circ\text{C} \rightarrow t_{w1} = 92 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$\begin{aligned} \rightarrow t_m &= 94 \text{ } ^\circ\text{C} \\ \rho_{hh} &= 810.95 \text{ (Kg/m}^3\text{)} \\ \mu &= 0.269 * 10^{-3} \text{ (Ns/m}^2\text{)} \\ C_{phh} &= 3316.75 \text{ (J/Kg. } ^\circ\text{C)} \\ \lambda_{hh} &= 0.308 \text{ (Kcal/m.h. } ^\circ\text{C)} \\ \Rightarrow \Delta t_1 &= 4 \text{ } ^\circ\text{C} \\ \alpha_{ng} &= 2737.89 \text{ (Kcal/m}^2\text{.h.độ)} \\ q_{ng} &= 10951.56 \text{ (Kcal/m}^2\text{.h)} \\ \Delta t_w &= 9.068 \text{ (} ^\circ\text{C)} \\ t_{w2} &= 86.93 \text{ (} ^\circ\text{C)} \\ \Delta t_2 &= 57.93 \text{ (} ^\circ\text{C)} \\ q_{kk} &= 2187.93 \text{ (Kcal/m}^2\text{.h)} \\ q_{tb} &= 6569.74 \text{ ((Kcal/m}^2\text{.h)} \end{aligned}$$

Sai số giữa q_{tb} và $q_{ng} = 0.4 > 0.05$. Do đó ta phải tính lặp lần 3 :

o Tính lặp lần 3 :

Vẽ đồ thị qua q_{kk} và q_{ng} xác định được $t_{w1} = 95.5 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$\begin{aligned} \rightarrow \Delta t_1 &= 96 - 96.5 = 0.5 \text{ } ^\circ\text{C} \\ t_m &= 95.75 \text{ } ^\circ\text{C} \\ \rho_{hh} &= 809.27 \text{ (Kg/m}^3\text{)} \\ \mu &= 0.265 * 10^{-3} \text{ (Ns/m}^2\text{)} \\ C_{phh} &= 3320.69 \text{ (J/Kg. } ^\circ\text{C)} \\ \lambda_{hh} &= 0.3075 \text{ (Kcal/m.h. } ^\circ\text{C)} \\ \circ \Delta t_1 &= 0.5 \text{ } ^\circ\text{C} \\ \alpha_{ng} &= 5103.35 \text{ (Kcal/m}^2\text{.h.độ)} \\ q_{ng} &= 2551.68 \text{ (Kcal/m}^2\text{.h)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta t_w &= 2.11 \text{ (} ^\circ\text{C)} \\ t_{w2} &= 93.89 \text{ (} ^\circ\text{C)} \\ \Delta t_2 &= 64.89 \text{ (} ^\circ\text{C)} \\ q_{kk} &= 2521.31 \text{ (Kcal/m}^2\text{.h)} \\ q_{tb} &= 2536.495 \text{ (Kcal/m}^2\text{.h)} \end{aligned}$$

Sai số giữa q_{tb} và $q_{ng} = 0.006 < 0.05$ (Thỏa)

- Khi có lớp cách nhiệt, nhiệt lượng tỏa ra môi trường :

$$q_{tt} = 5\% q_{tb} = 0.05 * 2536.495 = 126.28 \text{ (Kcal/m}^2\text{.h)}$$

- Hệ số cấp nhiệt của hơi :

$$\alpha_{ng} = 5103.35 \text{ (Kcal/m}^2\text{.h.}^\circ\text{C)}$$

$$\alpha_{kk} = 2521.31 \text{ (Kcal/m}^2\text{.h.}^\circ\text{C)}$$

$$\text{Do } q_{tt} = \alpha_{ng} (t_{w1} - t_{w2}) = \frac{\lambda_2}{\delta_2} (t_{w2} - t_{w3}) = \frac{1}{\sum r_{wi}} (t_{w1} - t_{w2})$$

- Nhiệt độ của thành phía trong thiết bị :

$$t_{w1} = t_{ng} - \frac{q_{tt}}{\alpha_{ng}} = 96 - \frac{126.82}{5103.35} = 95.975 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Nhiệt trở của thành thiết bị và lớp cấu :

$$\sum r_{w1} = r_{cau1} + \frac{\delta_w}{\lambda_w} = \frac{1}{5000} + \frac{0.004}{14.785} = 0.0004705 \text{ (m}^2\text{.h.}^\circ\text{C/Kcal)}$$

- Nhiệt độ lớp tiếp xúc giữa thành thiết bị và tấm cách nhiệt t_{w2} :

$$q_{tt} = \frac{1}{\sum r_{wi}} (t_{w1} - t_{w2})$$

$$\rightarrow t_{w2} = t_{w1} - q_{tt} * \sum r_{w1} = 95.975 - 126.82 * 0.0004705 = 95.915 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Nhiệt độ lớp cấu tiếp xúc với không khí :

$$t_{w4} = t_{kk} + \frac{q_{tt}}{\alpha_{kk}} = 29 + \frac{126.82}{2521.31} = 29.050 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Nhiệt độ t_{w3} :

$$q_{tt} = \frac{1}{\sum r_{cau2}} (t_{w3} - t_{w4})$$

$$\rightarrow t_{w3} = q_{tt} * r_{cau2} + t_{w4}$$

$$= 126.82 * \frac{1}{2800} + 29.050 = 29.0956 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Do đó bề dày lớp cách nhiệt δ_2 tính theo công thức :

$$\delta_2 = \frac{\lambda_2}{q_{tt}} (t_{w2} - t_{w3})$$

Chọn lớp cách nhiệt là amiăng cactông có hệ số dẫn nhiệt là

$$\lambda = 0.144 \text{ (W/m.}^\circ\text{C)} = 0.124 \text{ (Kcal/m.h.}^\circ\text{C)}$$

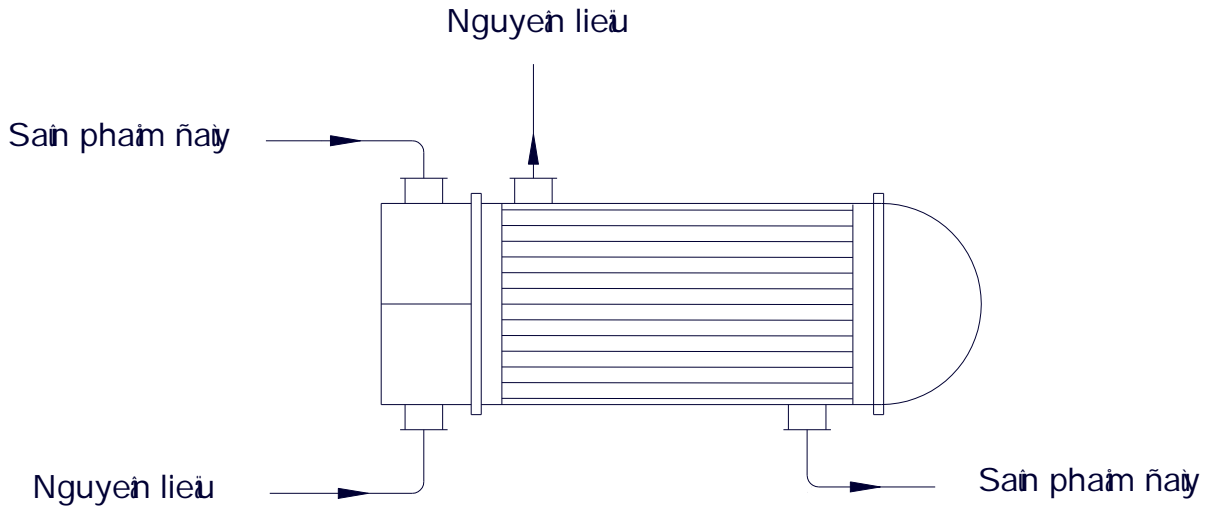
$$\Rightarrow \delta_2 = \frac{0.124}{126.82} (95.915 - 29.0956) = 0.065 \text{ (m)} = 65 \text{ (mm)}$$

CHƯƠNG 5

TÍNH THIẾT BỊ PHỤ

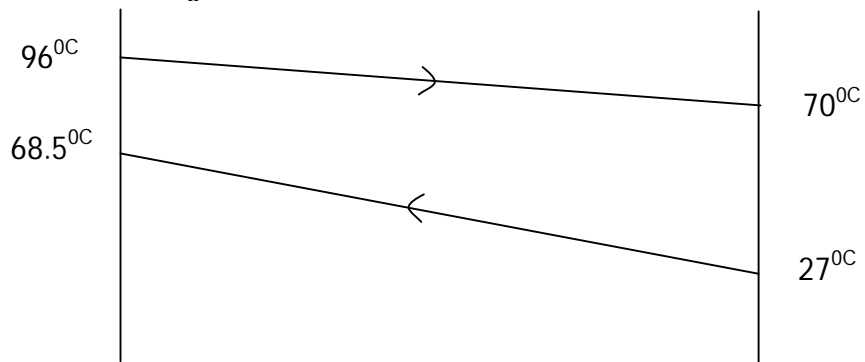
I. Thiết bị gia nhiệt hỗn hợp dầu hay thiết bị làm nguội sản phẩm dầy

1. Điều kiện nhiệt độ của quá trình :



Chênh lệch nhiệt độ đầu nhỏ :

$$\Delta t_n = 96 - 68.5 = 27.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$



Chênh lệch nhiệt độ đầu lớn :

$$\Delta t_L = 70 - 27 = 43 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tỷ số $\frac{\Delta t_L}{\Delta t_n} = \frac{43}{27.5} = 1.56 < 2$ nên có thể tính hiệu số nhiệt độ trung

bình : $\Delta t_{tb} = \frac{\Delta t_L}{\Delta t_n} = 35.25 \text{ } ^\circ\text{C}$

Nhiệt độ trung bình của từng lưu thể :

Do $T_1 - T_2 < t_2 - t_1$ nên :

$$T_{tb} = (T_1 + T_2)/2 = 83 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{tb} = T_{tb} - \Delta_{tb} = 83 - 35.25 = 47.75 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

2. Nhiệt tải :

Nhiệt lượng cần thiết đun nóng nhập liệu (đã tính ở phần cân bằng nhiệt) :

$$\begin{aligned} Q_w' &= \overline{W} \cdot C_w \cdot (T_2 - T_1) \\ &= 2184.86 \cdot 4159.67 \cdot (96 - 70) \\ &= 2.363 \cdot 10^8 \text{ (J/h)} = 65.64 \text{ (KW)} \end{aligned}$$

3. Chọn thiết bị :

a. Chọn loại thiết bị ống chùm, đặt nằm ngang vật liệu là đồng thau, hệ số dẫn nhiệt $\lambda = 93 \text{ W/h.độ}$.

Thiết bị gồm 91 ống, xếp thành 5 hình sáu cạnh, số ống ở vòng ngoài cùng là 31 ống.

Chọn đường kính ngoài của ống $d_h = 0.025\text{m}$, loại ống là 25x2mm.

Đường kính trong của thiết bị :

$$D_{tr} = T \cdot (b - 1) + 4 \cdot d_h$$

t : bước ống, chọn $t = 1.2d_h = 1.2 \cdot 0.025 = 0.03 \text{ (m)}$

$$b = 2 \cdot a - 1 = 2 \cdot 6 - 1 = 11$$

($a = 6$: số ống trên một cạnh của hình sáu cạnh ngoài cùng

$$\Rightarrow D_{tr} = 0.03 \cdot (11 - 1) + 4 \cdot 0.025 = 0.4 \text{ (m)}$$

b. Các lưu chất đều ở trạng thái lỏng . Vì sản phẩm đáy có độ bản cao hơn nên cho chảy bên trong ống, còn nhập liệu cho chảy ở ngoài ống

c. Xác định hệ số cấp nhiệt từ thành ống đến dòng nhập liệu :

- Tiết diện ngang của khoảng ngoài ống là :

$$\begin{aligned} S &= 0.785 \cdot (D_{tr}^2 - n \cdot d^2) \\ &= 0.785 \cdot (0.4^2 - 91 \cdot 0.025^2) = 0.081 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Tốc độ chảy của dòng nhập liệu :

$$w = \frac{\overline{F}}{3600 \cdot \rho_F \cdot S}$$

Ở nhiệt độ trung bình của dòng nhập liệu $t_{tb} = 47.75 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ta tra các thông số :

$$\rho_{\text{acetone}} = 759.48 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$$\rho_{\text{nước}} = 988.51 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$$\rightarrow \rho_F = 919.80 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$$\mu_{\text{acetone}} = 0.251 \cdot 10^{-3} \text{ (Ns.m}^2\text{)}$$

$$\mu_{\text{nước}} = 0.573 \cdot 10^{-3} \text{ (Ns.m}^2\text{)}$$

$$\rightarrow \mu_F = 0.520 \cdot 10^{-3} \text{ (Ns.m}^2\text{)}$$

$$\rightarrow w = 0.019 \text{ (m/s)}$$

- Đường kính tương đương khoảng ngoài ống :

$$d_{td} = \frac{D^2 - n \cdot d^2}{D + n \cdot d} = \frac{0.4^2 - 91 \cdot 0.025^2}{0.4 + 91 \cdot 0.025} = 0.038 \text{ (m)}$$

- Tính chuẩn số Re :

$$Re = \frac{w \cdot d_{td} \cdot \rho}{\mu_F} = 1277.11$$

- Tính chuẩn số Pr :

+ Chọn $\Delta t_1 = 4 \text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow t_{t1} = t_{tb} + \Delta t_1 = 47.75 + 4 = 51.75 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Tra hình V.12 trang 12 Sổ tay tập hai :

$$Pr_{47.75} = 3.55$$

$$Pr_{51.75} = 3.45$$

$$\rightarrow \left(\frac{Pr_{46.75}}{Pr_{51.75}} \right)^{0.25} = \left(\frac{3.55}{3.45} \right)^{0.25} = 1.007$$

- Chuẩn số Gr :

$$Gr = \frac{g \cdot d_{td}^3 \cdot \rho^2 \cdot \beta \cdot \Delta t_1}{\mu^2}$$

β : hệ số giãn nở thể tích, $\beta = 0.574 \cdot 10^{-3} \text{ (1/}^{\circ}\text{độ)}$ (tra bảng 33 trang 420 tập 10)

$$\rightarrow Gr = \frac{9.81 \cdot 0.038^3 \cdot 919.80^2 \cdot 0.574 \cdot 10^{-3} \cdot 4}{(0.052 \cdot 10^{-3})^2} = 3866978.92$$

$$\rightarrow (Gr)^{0.1} = 4.56$$

- Chuẩn số Nu :

$$Nu = 0.15 \cdot \epsilon_1 \cdot Re^{0.33} \cdot Pr^{0.43} \cdot Gr^{0.1} \cdot (Pr/Pr_t)^{0.25}$$

ϵ_1 : hệ số hiệu chỉnh tra theo bảng V.2 trang 15 , sổ tay tập hai

($1/d > 50$ nên chọn $\epsilon_1 = 1$)

$$\rightarrow Nu = 0.15 \cdot 1 \cdot 1277.11^{0.33} \cdot 3.656^{0.43} \cdot 4.56 \cdot 1.007 = 11.00$$

- Hệ số cấp nhiệt $\alpha_1 = \frac{Nu \cdot \lambda}{d_{td}} = \frac{11.00 \cdot 0.591}{0.038} = 171.08 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{độ)}$

(λ tra ở $47.75 \text{ }^{\circ}\text{C}$ bằng $0.591 \text{ W/m} \cdot \text{độ}$)

d. Xác định hồ cấp nhiệt từ dòng sản phẩm đáy đến thành ống :

$T_{tb} = 83 \text{ }^{\circ}\text{C}$, tra các thông số :

$$\rho_{\text{acetone}} = 571 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$$\rho_{\text{nước}} = 969.9 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$$\rightarrow \rho_w = 964.8 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$$\mu_{\text{acetone}} = 0.20 \cdot 10^{-3} \text{ (Ns.m}^2\text{)}$$

$$\mu_{\text{nước}} = 0.35 \cdot 10^{-3} \text{ (Ns.m}^2\text{)}$$

$$\rightarrow \mu_w = 0.349 \cdot 10^{-3} \text{ (Ns.m}^2\text{)}$$

- Vận tốc trong dòng ống :

$$w = \frac{\overline{W'}}{\rho_w \cdot n \cdot 0.785 \cdot d^2} = \frac{2184.86}{3600 \cdot 960.86 \cdot 91 \cdot 0.785 \cdot 0.021^2}$$

$$\rightarrow w = 0.02 \text{ (m/s)}$$

- Tính chuẩn số Re :

$$Re = \frac{\varpi \cdot d \cdot \rho}{\mu_w} = 1163.97$$

$10 < Re < 2000$: chế độ chảy dòng

- Tính chuẩn số Pr :

+ Chọn $\Delta t_2 = 4 \text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow t_{t2} = T_{tb} - \Delta t_2 = 83 - 4 = 79 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Tra hình V.12 trang 12 Sổ tay tập hai :

$$Pr_{79} = 2.65$$

$$Pr_{83} = 2.6$$

$$\rightarrow \left(\frac{Pr_{83}}{Pr_{79}} \right)^{0.25} = \left(\frac{2.6}{2.65} \right)^{0.25} = 0.995$$

- Chuẩn số Gr :

$$Gr = \frac{g \cdot d^3 \cdot \rho^2 \cdot \beta \cdot \Delta t_2}{\mu^2}$$

β : hệ số giãn nở thể tích, $\beta = 0.726 \cdot 10^{-3} \text{ (1/}^{\circ}\text{độ)}$ (tra bảng 33 trang 420 tập 10)

$$\rightarrow Gr = \frac{9.81 \cdot 0.021^3 \cdot 964.80^2 \cdot 0.726 \cdot 10^{-3} \cdot 4}{(0.349 \cdot 10^{-3})^2} = 2016263.3$$

$$\rightarrow (Gr)^{0.1} = 4.27$$

- Chuẩn số Nu :

$$Nu = 0.15 \cdot \varepsilon_2 \cdot Re^{0.33} \cdot Pr^{0.43} \cdot Gr^{0.1} \cdot (Pr/Pr_t)^{0.25}$$

ε_1 : hệ số hiệu chỉnh tra theo bảng V.2 trang 15 , sổ tay tập hai
($l/d > 50$ nên chọn $\varepsilon_2 = 1$)

$$\rightarrow Nu = 0.15 \cdot 1 \cdot 1163.97^{0.33} \cdot 2.6^{0.43} \cdot 4.27 \cdot 0.995 = 9.875$$

- Hệ số cấp nhiệt $\alpha_2 = \frac{Nu \cdot \lambda}{d} = \frac{9.875 \cdot 0.673}{0.021} = 316.47 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{độ)}$

(λ tra ở $47.75 \text{ }^{\circ}\text{C}$ bằng $0.673 \text{ W/m} \cdot \text{độ}$)

e. Nhiệt tải riêng :

$$q_1 = \alpha_1 \cdot \Delta t_1 = 171.08 \cdot 4 = 684.32 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

$$q_2 = \alpha_2 \cdot \Delta t_2 = 316.47 \cdot 4 = 1265.88 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

Sai số giữa q_1 và q_2 :

$$\frac{q_2 - q_1}{q_2} = \frac{1265.88 - 684.32}{1265.88} = 0.495 > 0.05 \text{ (5\%) , Nên ta phải tính lặp}$$

o Tính lặp lần 1 :

Chọn $\Delta t_1 = 4 \cdot (1 + 0.459) = 6 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$\rightarrow t_{t1} = 47.75 + 6 = 53.75 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\rightarrow Pr_{53.75} = 3.35$$

$$Pr_{47.75} = 3.55$$

$$\rightarrow \left(\frac{Pr_{47.75}}{Pr_{53.75}} \right)^{0.25} = \left(\frac{3.55}{3.35} \right)^{0.25} = 1.015$$

- $(Gr)^{0.1} = 4.75$
- $Nu = 13.2$
- $\alpha_1 = 205.29 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{độ)}$
- $q'_1 = 205.26 \cdot 6 = 1231.72 \text{ (W/m}^2)$
- $\frac{q_2 - q'_1}{q_2} = \frac{1265.88 - 1231}{1265.88} = 0.0265 < 0.05 \text{ (Hợp lý)}$

f. Hệ số truyền nhiệt tổng quát :

$$K = \left[\frac{1}{\alpha_1} + r_1 + \frac{\delta}{\lambda} + r_2 + \frac{1}{\alpha_2} \right]^{-1}$$

$$\lambda = \lambda_{Cu} = 93 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{độ)}$$

$$\delta = 2 \text{ (mm)} = 0.002 \text{ (m)}$$

$$\alpha_1 = 205.29 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{độ)}$$

$$\alpha_2 = 316.47 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{độ)}$$

Xem hệ số cấu bẩn của nước bẩn $r_1 = 0.8455 \cdot 10^{-3} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{độ)}$

Xem hệ số cấu bẩn của nước thường $r_2 = 0.5945 \cdot 10^{-3} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{độ)}$

$$K = \left[\frac{1}{205.29} + 0.8455 \cdot 10^{-3} + \frac{0.002}{93} + 0.5945 \cdot 10^{-3} + \frac{1}{316.47} \right]^{-1}$$

$$= 105.11$$

g. Bề mặt truyền nhiệt :

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{\log}} = \frac{65.64 \cdot 1000}{105.11 \cdot 35.25} = 17.72 \text{ (m}^2)$$

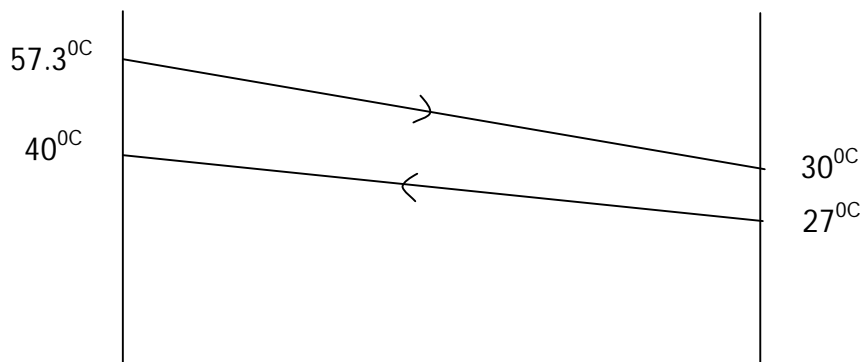
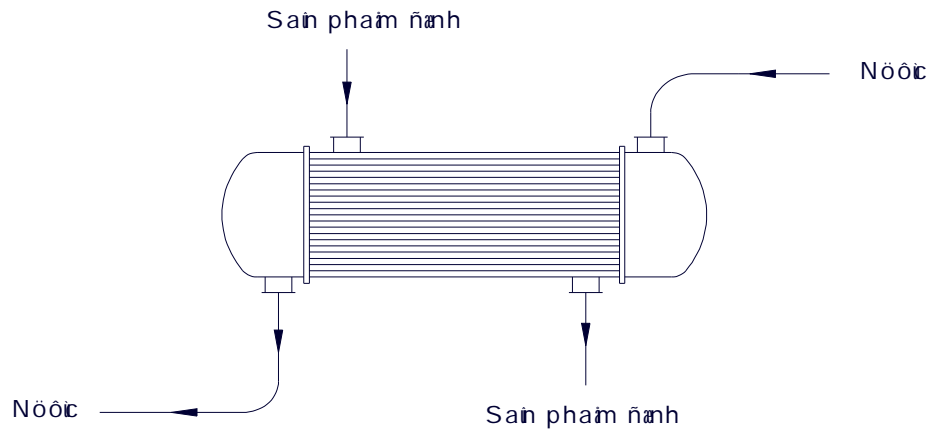
h. Chiều dài mỗi ống :

$$L = \frac{F}{\pi \cdot n \cdot d_h} = \frac{17.72}{3.1416 \cdot 0.025 \cdot 91} = 2.48 \text{ (m)}$$

Chọn $L = 2.5 \text{ (m)}$

II. Thiết bị làm nguội sản phẩm đỉnh

1. Điều kiện nhiệt độ của quá trình :



Chênh lệch nhiệt độ đầu nhỏ :

$$\Delta t_n = 30 - 27 = 3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Chênh lệch nhiệt độ đầu lớn :

$$\Delta t_L = 57.3 - 40 = 17.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Hiệu số nhiệt độ trung bình :

$$\Delta t_{\log} = \frac{17.3 - 3}{\ln\left(\frac{17.3}{3}\right)} = 8.16 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Nhiệt độ trung bình của từng lưu thể :

$$t_{2tb} = (27 + 40)/2 = 33.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{1tb} = t_{2tb} + \Delta t_{\log} = 33.5 + 8.16 = 41.66 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2. Nhiệt tải :

Nhiệt lượng cần thiết để làm nguội sản phẩm đỉnh (đã tính ở phần cân bằng nhiệt):

$$Q_{IN} = \frac{16764.76}{1000 * 3666} * 4176.6(40 - 27) = 252.85 \text{ (KW)}$$

3. Chọn thiết bị :

- a. Chọn giá trị K : tra bảng 4.4 Sách Tính toán quá trình và thiết bị, Nguyễn Bin , được K (ở chế độ đối lưu cưỡng bức) = 300 (Kcal/m².độ)
 hay K = 300*4.1868*1000/3600 = 348.9 (W/m².độ)

- Bề mặt truyền nhiệt :

$$F = \frac{Q}{K.\Delta t_{log}} = \frac{252.85 * 1000}{348.9 * 8.16} = 88.812 \text{ (m}^2\text{)}$$

- F = π.d.n.L

Chọn L = 4 (m)

d = 0.032 (m)

$$\rightarrow n = \frac{F}{\pi.d.L} = 220.86 \text{ (ống)}$$

Chọn theo tiêu chuẩn : thiết bị ống chùm, đặt nằm ngang, vật liệu là đồng thau, hệ số dẫn nhiệt λ = 93 W/h.độ .

Thiết bị gồm 241 ống, xếp thành 8 hình sáu cạnh, số ống ở vòng ngoài cùng là 50 ống. Chọn đường kính ngoài của ống d_h = 0.032m, loại ống là 32x3mm. Chiều dài

$$L = 3.66 \text{ (m)}$$

+ Đường kính trong của thiết bị :

$$D_{tr} = t.(b - 1) + 4.d_h$$

t : bước ống, chọn t = 1.5d_h = 1.5*0.032 = 0.048 (m)

$$b = 2.a - 1 = 2.9 - 1 = 17$$

(a = 9 : số ống trên một cạnh của hình sáu cạnh ngoài cùng

$$\Rightarrow D_{tr} = 0.048 * (17 - 1) + 4 * 0.032 = 0.896 \text{ (m)}$$

Chọn D = 900(mm) = 0.9 (m)

- b. Các lưu chất đều ở trạng thái lỏng . Vì sản phẩm đáy có độ bền cao hơn nên cho chảy bên trong ống, còn nhập liệu cho chảy ở ngoài ống .

- c. Xác định hệ số cấp nhiệt từ dòng sản phẩm đỉnh đến thành ống

- Tiết diện ngang của khoảng ngoài ống là :

$$S = 0.785 * (D_{tr}^2 - n.d^2) \\ = 0.785 * (0.9^2 - 241 * 0.032^2) = 0.442 \text{ m}^2$$

- Tốc độ chảy của dòng sản phẩm đỉnh :

$$w = \frac{\bar{D}}{3600 * \rho_D * S}$$

Ở nhiệt độ trung bình của dòng sản phẩm đỉnh t_{tb} = 41.66 °C, ta tra các thông số :

$$\rho_{acetone} = 766.17 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$$\rho_{nước} = 991.25 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

- $\rho_D = 770.67 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$
- $\mu_{\text{acetone}} = 0.26 \cdot 10^{-3} \text{ (Ns.m}^2\text{)}$
- $\mu_{\text{nước}} = 0.63 \cdot 10^{-3} \text{ (Ns.m}^2\text{)}$
- $\mu_D = 0.27 \cdot 10^{-3} \text{ (Ns.m}^2\text{)}$
- $w = 1.223 \cdot 10^{-3} \text{ (m/s)}$
- Đường kính tương đương ngoài ống :

$$d_{td} = \frac{D^2 - n.d^2}{D + n.d} = \frac{0.9^2 - 241 \cdot 0.032^2}{0.9 + 241 \cdot 0.032} = 0.065 \text{ (m)}$$
- Tính chuẩn số Re :

$$Re = \frac{w \cdot d_{td} \cdot \rho}{\mu_F} = 226.9$$

$10 < Re < 2000$: chế độ chảy dòng
- Tính chuẩn số Pr :
 - + Chọn $\Delta t_1 = 6 \text{ }^\circ\text{C}$ → $t_{t1} = t_{t\text{tb}} - \Delta t_1 = 41.66 - 6 = 35.66 \text{ }^\circ\text{C}$
 - Tra hình V.12 trang 12 Sổ tay tập hai :
 - $Pr_{35.66} = 3.81$
 - $Pr_{41.66} = 3.60$
 - $\left(\frac{Pr_{41.66}}{Pr_{35.66}}\right)^{0.25} = \left(\frac{3.6}{3.81}\right)^{0.25} = 0.986$
- Chuẩn số Gr :

$$Gr = \frac{g \cdot d_{td}^3 \cdot \rho^2 \cdot \beta \cdot \Delta t_1}{\mu^2}$$

β : hệ số giãn nở thể tích, $\beta = 1.53 \cdot 10^{-3} \text{ (1/}^\circ\text{độ)}$
(tra bảng 33 trang 420 tập 10)

→ $Gr = \frac{9.81 \cdot 0.065^3 \cdot 770.67^2 \cdot 1.53 \cdot 10^{-3} \cdot 6}{(0.27 \cdot 10^{-3})^2} = 201493544.7$

→ $(Gr)^{0.1} = 6.767$
- Chuẩn số Nu :

$$Nu = 0.15 \cdot \varepsilon_1 \cdot Re^{0.33} \cdot Pr^{0.43} \cdot Gr^{0.1} \cdot (Pr/Pr_t)^{0.25}$$

ε_1 : hệ số hiệu chỉnh tra theo bảng V.2 trang 15 , sổ tay tập hai
($l/d > 50$ nên chọn $\varepsilon_1 = 1$)

→ $Nu = 0.15 \cdot 1 \cdot 226.9^{0.33} \cdot 3.6^{0.43} \cdot 6.767 \cdot 0.986 = 10.4$
- Hệ số cấp nhiệt $\alpha_1 = \frac{Nu \cdot \lambda}{d_{td}} = \frac{10.4 \cdot 0.165}{0.065} = 26.4 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{độ)}$
(λ tra ở $41.66 \text{ }^\circ\text{C}$ bằng $0.165 \text{ W/m} \cdot \text{độ}$)
- d. Xác định hệ số cấp nhiệt từ thành ống đến nước :

$t_{\text{tb}2} = 33.5 \text{ }^\circ\text{C}$, tra các thông số :

$\rho_{\text{nước}} = 993.95 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$

$\mu_{\text{nước}} = 0.75 \cdot 10^{-3} \text{ (Ns.m}^2\text{)}$

- $\mu_w = 0.349 \cdot 10^{-3} (\text{Ns.m}^2)$
- Vận tốc nước trong ống :

$$w = \frac{G_n}{\rho_n \cdot n \cdot 0.785 \cdot d^2} = \frac{16764.76}{3600 \cdot 993.95 \cdot 241 \cdot 0.785 \cdot 0.026^2}$$
 → $w = 0.0366 \text{ (m/s)}$
- Tính chuẩn số Re :

$$\text{Re} = \frac{\bar{w} \cdot d \cdot \rho}{\mu} = 1261.12$$
 10 < Re < 2300 : chế độ chảy dòng
- Tính chuẩn số Pr :
 - + Chọn $\Delta t_2 = 1 \text{ } ^\circ\text{C} \rightarrow t_{t2} = t_{t1b} + \Delta t_2 = 33.5 + 1 = 34.5 \text{ } ^\circ\text{C}$
 - Tra hình V.12 trang 12 Sổ tay tập hai :
 - $\text{Pr}_{34.5} = 13.5$
 - $\text{Pr}_{33.5} = 14$
 - $\left(\frac{\text{Pr}_{33.5}}{\text{Pr}_{34.5}}\right)^{0.25} = \left(\frac{14}{13.5}\right)^{0.25} = 1.009$
- Chuẩn số Gr :

$$\text{Gr} = \frac{g \cdot d^3 \cdot \rho^2 \cdot \beta \cdot \Delta t_2}{\mu^2}$$

β : hệ số giãn nở thể tích, $\beta = 0.331 \cdot 10^{-3} \text{ (1/độ)}$ (tra bảng 33 trang 420 tập 10)

 → $\text{Gr} = 100235.969$
 → $(\text{Gr})^{0.1} = 3.163$
- Chuẩn số Nu :

$$\text{Nu} = 0.15 \cdot \epsilon_2 \cdot \text{Re}^{0.68} \cdot \text{Pr}^{0.43} \cdot \text{Gr}^{0.1} \cdot (\text{Pr}/\text{Pr}_t)^{0.25}$$

ϵ_2 : hệ số hiệu chỉnh tra theo bảng V.2 trang 15 , sổ tay tập hai
 (l/d > 50 nên chọn $\epsilon_2 = 1$)

 → $\text{Nu} = 15.71$
- Hệ số cấp nhiệt $\alpha_2 = \frac{\text{Nu} \cdot \lambda}{d} = 378.85 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{độ)}$
 (λ tra ở $33.5 \text{ } ^\circ\text{C}$ bằng $0.627 \text{ W/m}^2 \cdot \text{độ}$)
- e. .Nhiệt tải riêng :
 - $q_1 = \alpha_1 \cdot \Delta t_1 = 26.4 \cdot 6 = 158.4 \text{ (W/m}^2)$
 - $q_2 = \alpha_2 \cdot \Delta t_2 = 378.85 \cdot 1 = 378.85 \text{ (W/m}^2)$
 Sai số giữa q_1 và q_2 :

$$\frac{q_2 - q_1}{q_2} = 0.58 > 0.05 \text{ (5\%)} . \text{ Do đó ta phải tính lặp :}$$
 - o Tính lặp lần 1 :
 - Tính chuẩn số Pr :
 - + Chọn $\Delta t_1 = 11 \text{ } ^\circ\text{C} \rightarrow t_{t1} = t_{t1b} - \Delta t_1 = 41.66 - 11 = 30.66 \text{ } ^\circ\text{C}$

Tra hình V.12 trang 12 Sổ tay tập hai :

$$Pr_{30.66} = 3.9$$

$$Pr_{41.66} = 3.6$$

$$\rightarrow \left(\frac{Pr_{41.66}}{Pr_{30.66}} \right)^{0.25} = \left(\frac{3.6}{3.9} \right)^{0.25} = 0.980$$

- Chuẩn số Gr :

$$Gr = \frac{g \cdot d_{td}^3 \cdot \rho^2 \cdot \beta \cdot \Delta t_1}{\mu^2}$$

$$\rightarrow Gr = 369404832$$

$$\rightarrow (Gr)^{0.1} = 7.19$$

- Chuẩn số Nu :

$$Nu = 0.15 \cdot \epsilon_1 \cdot Re^{0.33} \cdot Pr^{0.43} \cdot Gr^{0.1} (Pr/Pr_t)^{0.25}$$

$$\rightarrow Nu = 10.98$$

- Hệ số cấp nhiệt $\alpha_1 = \frac{Nu \cdot \lambda}{d_{td}} = 27.88 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{độ)}$

- $q_1 = \alpha_1 \cdot \Delta t_1 = 27.88 \cdot 11 = 306.69 \text{ (W/m}^2)$

Sai số giữa q_1 và q_2 :

$$\frac{q_2 - q_1}{q_2} = 0.19 > 0.05 \text{ (5%)}$$

o Tính lặp lần 2 :

Chọn $\Delta t_1 = 13$

$$\rightarrow t_{t1} = 41.66 - 13 = 28.86 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\rightarrow Pr_{28.86} = 3.85$$

$$Pr_{41.66} = 3.60$$

$$\rightarrow \left(\frac{Pr_{41.66}}{Pr_{28.66}} \right)^{0.25} = \left(\frac{3.6}{3.85} \right)^{0.25} = 0.983$$

$$- Gr = 436569346.9$$

$$- (Gr)^{0.1} = 7.31$$

$$- Nu = 11.2$$

$$- \alpha_1 = 28.43 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{độ)}$$

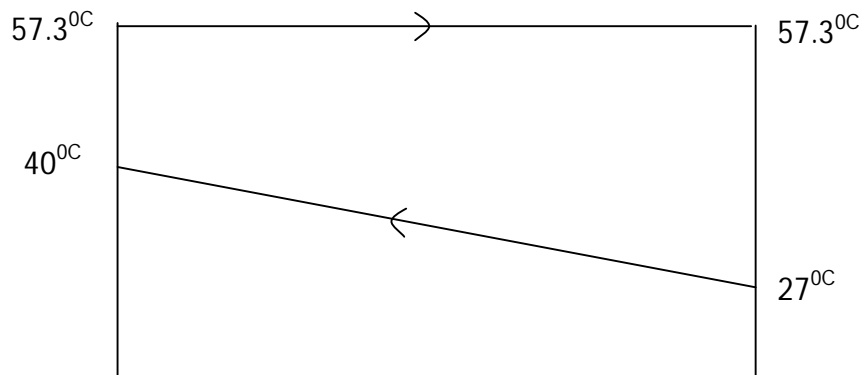
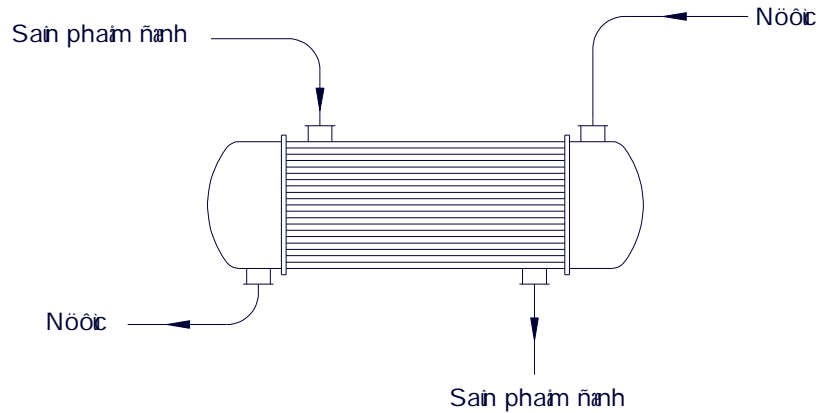
$$- q_1 = 369.58 \text{ (W/m}^2)$$

$$- \frac{q_2 - q_1}{q_2} = 0.024 < 0.05 \text{ (Hợp lý)}$$

Vậy các thông số chọn là phù hợp .

III. Thiết bị ngưng tụ hồi lưu

1. Điều kiện nhiệt độ của quá trình



Thông thường người ta chọn loại thiết bị ngưng tụ với chất làm lạnh bằng nước để ngưng tụ hơi.

Dòng nóng 57.3 °C (hơi) → 57.3 °C (lỏng)

Dòng lạnh 27 °C (lỏng) → 40 °C (lỏng)

Chênh lệch nhiệt độ đầu nhỏ :

$$\Delta t_n = 57.3 - 40 = 17.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Chênh lệch nhiệt độ đầu lớn :

$$\Delta t_L = 57.3 - 27 = 30.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Hiệu số nhiệt độ trung bình :

$$\Delta t_{\log} = \frac{30.3 - 17.3}{\ln\left(\frac{30.3}{17.3}\right)} = 23.20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Nhiệt độ trung bình của từng lưu thể :

$$t_{t1} = 57.3 = 33.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{t2} = 57.3 - 23.2 = 34.1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2. Nhiệt tải

Nhiệt lượng cần thiết để ngưng tụ sản phẩm ra ở đỉnh tháp (tiếp theo ở phần cân bằng nhiệt):

$$Q = 1500 * 0.92 * 544.31 * 1000 / 3600 = 208652.17(\text{W})$$

3. Chọn thiết bị

Chọn loại thiết bị ống chùm, đặt nằm ngang vật liệu là đồng thau, hệ số dẫn nhiệt

$$\lambda = 93 \text{ W/h.độ}$$

Thiết bị gồm 187 ống, xếp thành 7 hình sáu cạnh, số ống ở vòng ngoài cùng là 43 ống.

Chọn đường kính ngoài của ống $d_h = 0.032\text{m}$, loại ống là 32x3mm.

Đường kính trong của thiết bị :

$$D_{tr} = t.(b - 1) + 4.d_h$$

$$t : \text{bước ống, chọn } t = 1.5d_h = 1.5 * 0.032 = 0.048 \text{ (m)}$$

$$b = 2.a - 1 = 2.8 - 1 = 15$$

$$(a = 8 : \text{số ống trên một cạnh của hình sáu cạnh ngoài cùng})$$

$$\Rightarrow D_{tr} = 0.048 * (15 - 1) + 4 * 0.032 = 0.8 \text{ (m)}$$

4. Xác định hệ số cấp nhiệt từ dòng sản phẩm đến thành ống

Ở nhiệt độ trung bình của dòng nóng $t_{t1} = 57.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$, tra các thông số :

$$\rho = 748.97 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$$\mu = 0.23 * 10^{-3} \text{ (Ns.m}^2\text{)}$$

$$r = 521.42 * 10^{-3} : \text{ấn nhiệt ngưng tụ của Acetone}$$

$$c = 2296.22 \text{ J/Kg} : \text{nhiệt dung riêng của Acetone}$$

$$\lambda = 0.165 \text{ W/m.độ} : \text{hệ số cấp nhiệt của Acetone}$$

$$d_{td} = \frac{D^2 - n.d^2}{D + n.d} = \frac{0.8^2 - 187 * 0.032^2}{0.8 + 187 * 0.032} = 0.066 \text{ (m)}$$

$$+ \text{ Chọn } \Delta t = 3 \text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow t_{w1} = 57.3 - 3 = 54.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

- Hệ số cấp nhiệt $\alpha_1 =$

$$.28 * \sqrt[4]{\frac{r * \rho^2 * \lambda^3}{\mu * \Delta t * d_{td}}} = 1.28 * \sqrt[4]{\frac{521.42 * 10^3 * 784.97^2 * 0.165^3}{0.23 * 10^{-3} * 3 * 0.066}}$$

$$= 2966.56 \text{ (W/m}^2\text{.độ)}$$

- Hệ số cấp nhiệt trung bình của chùm ống :

$$\alpha_{ch} = \varepsilon * \alpha_1$$

$$\text{Tra đồ thị V.18 trang 29 Sổ tay tập 2 : } \varepsilon = 0.90$$

$$\rightarrow \alpha_{ch} = 0.90 * 2966.56 = 2669.90 \text{ (W/m}^2\text{.độ)}$$

5. Xác định hệ số cấp nhiệt từ thành ống đến nước

- Nhiệt độ trung bình của dòng lạnh $t_{tb2} = (40 + 27)/2 = 33.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, tra các thông số :

$$\rho_{nước} = 993.95 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$$\mu_{nước} = 0.75 * 10^{-3} \text{ (Ns.m}^2\text{)}$$

- Vận tốc nước trong ống :

$$w = \frac{G_n}{\rho_n * n * 0.785 * d^2} = \frac{3.893}{993.95 * 187 * 0.785 * 0.032^2}$$

$$\text{Trong đó } G_n = 3.893 \text{ (Kg/s)}$$

→ $w = 0.039$ (m/s)

- Tính chuẩn số Re :

$$Re = \frac{\varpi \cdot d \cdot \rho}{\mu} = 1343.46$$

$10 < Re < 2300$: chế độ chảy dòng

- Tính chuẩn số Pr :

+ Chọn $\Delta t = 15$ °C → $t_{t2} = t_{2tb} + \Delta t_2 = 33.5 + 15 = 48.5$ °C

Tra hình V.12 trang 12 Sổ tay tập hai :

$$Pr_{48.5} = 10$$

$$Pr_{33.5} = 14$$

$$\rightarrow \left(\frac{Pr_{33.5}}{Pr_{48.5}} \right)^{0.25} = \left(\frac{14}{10} \right)^{0.25} = 1.088$$

- Chuẩn số Gr :

$$Gr = \frac{g \cdot d^3 \cdot \rho^2 \cdot \beta \cdot \Delta t_2}{\mu^2}$$

β : hệ số giãn nở thể tích, $\beta = 0.33 \cdot 10^{-3}$ (1/độ) (tra bảng 33 trang 420 tập 10)

$$\rightarrow Gr = 1.5204 \cdot 10^6$$

$$\rightarrow (Gr)^{0.1} = 4.15$$

- Chuẩn số Nu :

$$Nu = 0.15 \cdot \varepsilon_2 \cdot Re^{0.33} \cdot Pr^{0.43} \cdot Gr^{0.1} (Pr/Pr_t)^{0.25}$$

ε_2 : hệ số hiệu chỉnh tra theo bảng V.2 trang 15 , sổ tay tập hai
($l/d > 50$ nên chọn $\varepsilon_2 = 1$)

$$\rightarrow Nu = 22.69$$

- Hệ số cấp nhiệt $\alpha_2 = \frac{Nu \cdot \lambda}{d} = 547.18$ (W/m².độ)

($\lambda_{n\ddot{u}oc}$ tra ở 33.5 °C bằng 0.627 W/m².độ)

6. Nhiệt tải riêng

- $q_1 = \alpha_{ch} \cdot \Delta t_1 = 2669.90 \cdot 3 = 8009.7$ (W/m²)

- $q_2 = \alpha_2 \cdot \Delta t_2 = 547.18 \cdot 15 = 8207.67$ (W/m²)

Sai số giữa q_1 và q_2 :

$$\frac{q_2 - q_1}{q_2} = 0.024 < 0.05 \text{ (5%)}$$

7. Hệ số truyền nhiệt

$$K = \left[\frac{1}{\alpha_1} + r_1 + \frac{\delta}{\lambda} + r_2 + \frac{1}{\alpha_2} \right]^{-1}$$

$$\lambda = \lambda_{Cu} = 93 \text{ (W/m2.độ)}$$

$$\delta = 3 \text{ (mm)} = 0.003 \text{ (m)}$$

$$\alpha_1 = 2966.56 \text{ (W/m2.độ)}$$

$$\alpha_2 = 547.18 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{độ)}$$

Xem hệ số cấu bản của nước bẩn $r_1 = 0.387 \cdot 10^{-3} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{độ)}$

Xem hệ số cấu bản của nước thường $r_2 = 0.464 \cdot 10^{-3} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{độ)}$

$$\rightarrow K = \left[\frac{1}{2966.56} + 0.387 \cdot 10^{-3} + \frac{0.003}{93} + 0.464 \cdot 10^{-3} + \frac{1}{547.18} \right]^{-1}$$

$$= 328.09 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{độ)}$$

8. Bề mặt truyền nhiệt

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{\log}} = \frac{208652.17}{328.09 \cdot 23.20} = 27.41 \text{ (m}^2\text{)}$$

9. Chiều dài mỗi ống

$$L = \frac{F}{n \cdot \pi \cdot d_h} = \frac{27.41}{3.1416 \cdot 0.032 \cdot 187} = 1.489 \text{ (m)}$$

Chọn $L = 1.5 \text{ (m)}$

Tóm lại : Thiết bị ngưng tụ hồi lưu – Thiết bị chùm ống có :

Đường kính thiết bị $D = 0.8 \text{ (marketing)} = 800 \text{ (mm)}$

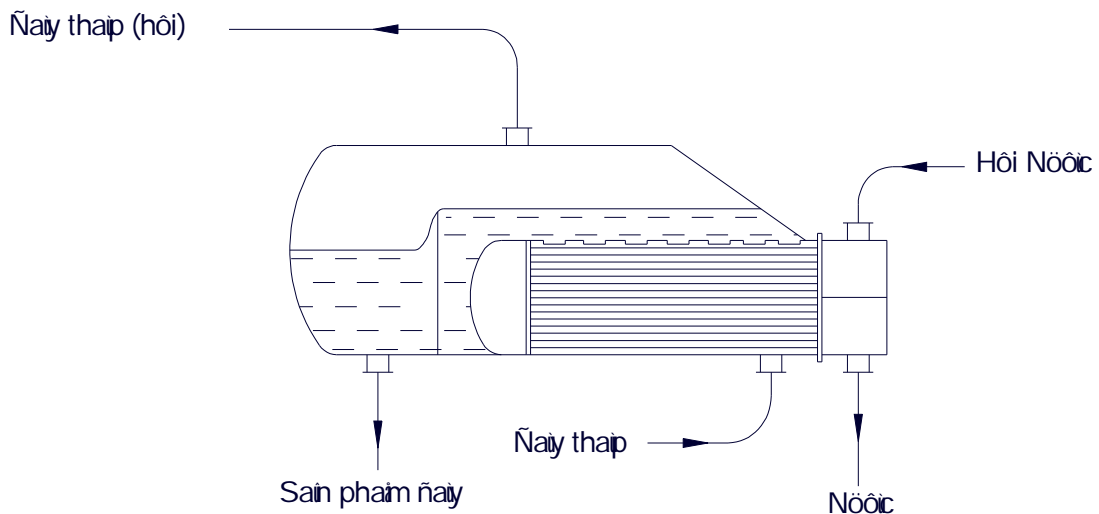
Số ống $n = 187$ ống

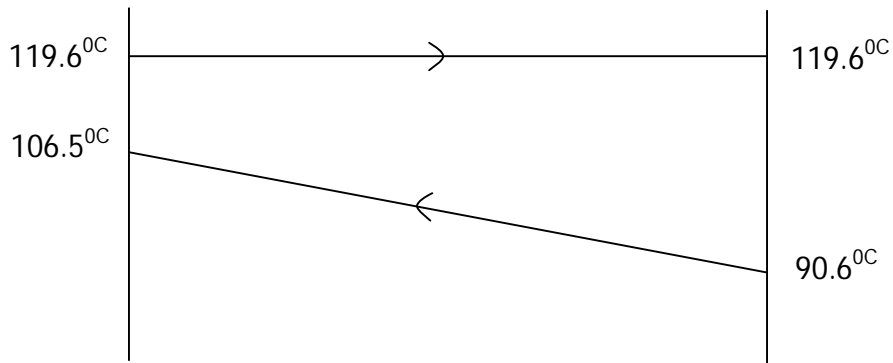
Chiều dài của ống $L = 1.5 \text{ (m)}$, đường kính $d = 32 \text{ (mm)} = 0.032 \text{ (m)}$

Nước đi trong ống, dòng sản phẩm đình đi ngoài ống , thiết bị đặt nằm ngang.

IV. Thiết bị nổi đun

1. Điều kiện nhiệt độ của quá trình





Ta dùng hơi nước bão hòa có áp suất tuyệt đối là 2at, nhiệt độ sôi 119.6 °C, để cấp nhiệt cho dung dịch.

Dòng nóng 119.6 0C (hơi) → 119.6 0C (hơi)

Dòng lạnh 96 °C (lỏng) → 106.5 °C (hơi)

(Tra nhiệt độ sôi của Acetone ở áp suất 2at. Bảng I.207 trang 246 Sổ tay tập 1)

Chênh lệch nhiệt độ đầu vào :

$$\Delta t_n = 23.6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Chênh lệch nhiệt độ đầu ra :

$$\Delta t_L = 13.1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Hiệu số nhiệt độ trung bình :

$$\Delta t_{\log} = \frac{23.6 - 13.1}{\ln\left(\frac{23.6}{13.1}\right)} = 17.84 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2. Nhiệt tải

Nhiệt lượng hơi nước cần cung cấp (tiếp theo ở phần cân bằng nhiệt) :

$$Q_{D2} = Q_y + Q_w + Q_{xq2} + Q_{ng2} - Q_F - Q_R = 208652.17(\text{W})$$

$$\text{Hay } Q_{D2} = 1.05 (Q_y + Q_w - Q_F - Q_R)$$

$$= 1.05 * (1.95 * 10^9 + 1.465 * 10^9 - 1.280 * 10^9 - 1.844 * 10^8)$$

$$= 2.048 * 10^9 (\text{J/h}) = 5,689 * 10^5 (\text{J/s})$$

3. Chọn thiết bị

Đặt nồi đun Kettle riêng biệt với tháp . Nồi đun tiếp nhận dòng lỏng đi ra bên dưới tháp. Nhờ hơi nước bão hòa có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ dòng lỏng trên sẽ giúp hóa hơi một phần lỏng ở đáy tháp mục đích tạo hơi cho phần này có điều kiện đi lên đỉnh tháp.

Ống dùng trong nồi có kích thước : đường kính ngoài của ống $d_h = 0.032\text{m}$, loại ống là 32x3mm.

Thiết bị gồm 187 ống, xếp thành 7 hình sáu cạnh, số ống ở vòng ngoài cùng là 43 ống.

4. Xác định hệ số cấp nhiệt từ dòng sản phẩm đỉnh đến thành ống

- Xác định chuẩn số Re :

Khi ngưng hơi ở mặt ngoài ống nằm ngang :

$$Re_m = \frac{\pi \cdot d \cdot z \cdot q}{2 \cdot \mu \cdot r} \quad (\text{Trang 27 Sổ tay tập 2})$$

Độ nhớt của nước ngưng : $\mu = 0.233 \cdot 10^{-3} (\text{Ns.m}^2)$ ở nhiệt độ $119.0 \text{ } ^\circ\text{C}$

$r = 2173 \cdot 10^{-3}$ (nhiệt hóa hơi)

z : số ống trong một dãy ống (ống nọ xếp lên trên ống kia), $z = 8$ ống.

Chọn $K_{sb} = 700 (\text{W/m}^2 \cdot \text{độ})$

$$q_{sb} = K \cdot \Delta t_{log} = 700 \cdot 17.84 = 12488 (\text{W/m}^2)$$

$$\rightarrow Re_m = \frac{3.14 \cdot 0.032 \cdot 8 \cdot 12488}{2 \cdot 0.233 \cdot 10^{-3} \cdot 2173 \cdot 10^3} = 9.94 < 50$$

Và $Pr_{119.6} = 2.5 > 0.5$

Do đó hệ số cấp nhiệt α_1 được xác định theo công thức :

$$\alpha_1 = 1.28 \cdot \sqrt[4]{\frac{r \cdot \rho^2 \cdot \lambda^3}{\mu \cdot \Delta t \cdot d_{td}}} = 1.28 \cdot \sqrt[4]{\frac{2173 \cdot 10^3 \cdot 944^2 \cdot 0.684^3}{0.208 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 0.032}}$$

$$= 16513.77 (\text{W/m}^2 \cdot \text{độ})$$

Trong đó $\rho_1 = 944 (\text{Kg/m}^3)$

$\lambda = 0.684 (\text{W/m} \cdot \text{độ})$

Chọn $\Delta t_1 = 3 \text{ } ^\circ\text{C}$

5. Tính hệ số cấp nhiệt của sản phẩm đáy nồi

- Hệ số cấp nhiệt α_2 cho chế độ sôi bọt được áp dụng theo công thức V.94 Sổ tay tập 2
- Xem sản phẩm đáy là nước vì nồng độ Acetone rất nhỏ . Khi đó tính hệ số cấp nhiệt theo công thức V.95 Sổ tay tập 2

$$\alpha_2 = 0.56 \cdot q^{0.7} \cdot p^{0.5} (\text{W/m}^2 \cdot \text{độ})$$

Với $p = 1.114 \text{ at}$: áp suất làm việc trên bề mặt thoáng dung dịch

$q = q_1$: giả thiết truyền nhiệt là ổn định

$$q = q_1 = \alpha_1 \cdot \Delta t_1 = 16513.77 \cdot 3 = 49541.31 (\text{W} / \text{m}^2)$$

$$\Rightarrow \alpha_2 = 0.56 \cdot 49541.31^{0.7} \cdot 1.114^{0.15} = 1100.77 (\text{W/m}^2 \cdot \text{độ})$$

- Chọn $\Delta t_2 = 14.5 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$\rightarrow t_{tw2} = (96 + 106.5) / 2 + 14.5 = 115.75 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow q_2 = 1100.77 \cdot 14.5 = 15961.165 (\text{W/m}^2)$$

Sai số giữa q_1 và q_2 :

$$\frac{q_2 - q_1}{q_2} = 0.033 < 0.05 (5\%)$$

Vậy các thông số đã chọn là phù hợp .

6. Hệ số truyền nhiệt

$$K = \left[\frac{1}{\alpha_1} + r_1 + \frac{\delta}{\lambda} + r_2 + \frac{1}{\alpha_2} \right]^{-1}$$

$$\lambda = \lambda_{Cu} = 93 \text{ (W/m}^2\cdot\text{độ)}$$

$$\delta = 2 \text{ (mm)} = 0.002 \text{ (m)}$$

$$\alpha_1 = 16513.77 \text{ (W/m}^2\cdot\text{độ)}$$

$$\alpha_2 = 1100.77 \text{ (W/m}^2\cdot\text{độ)}$$

Xem hệ số cấu bản của nước bẩn $r_1 = 0.387 \cdot 10^{-3} \text{ (W/m}^2\cdot\text{độ)}$

Xem hệ số cấu bản của nước thường $r_2 = 0.464 \cdot 10^{-3} \text{ (W/m}^2\cdot\text{độ)}$

$$\begin{aligned} \rightarrow K &= \left[\frac{1}{16513.77} + 0.387 \cdot 10^{-3} + \frac{0.002}{93} + 0.464 \cdot 10^{-3} + \frac{1}{1100.77} \right]^{-1} \\ &= 539.88 \text{ (W/m}^2\cdot\text{độ)} \end{aligned}$$

7. Bề mặt truyền nhiệt

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{\log}} = \frac{5.689 \cdot 10^5}{539.88 \cdot 17.84} = 59.067 \text{ (m}^2\text{)}$$

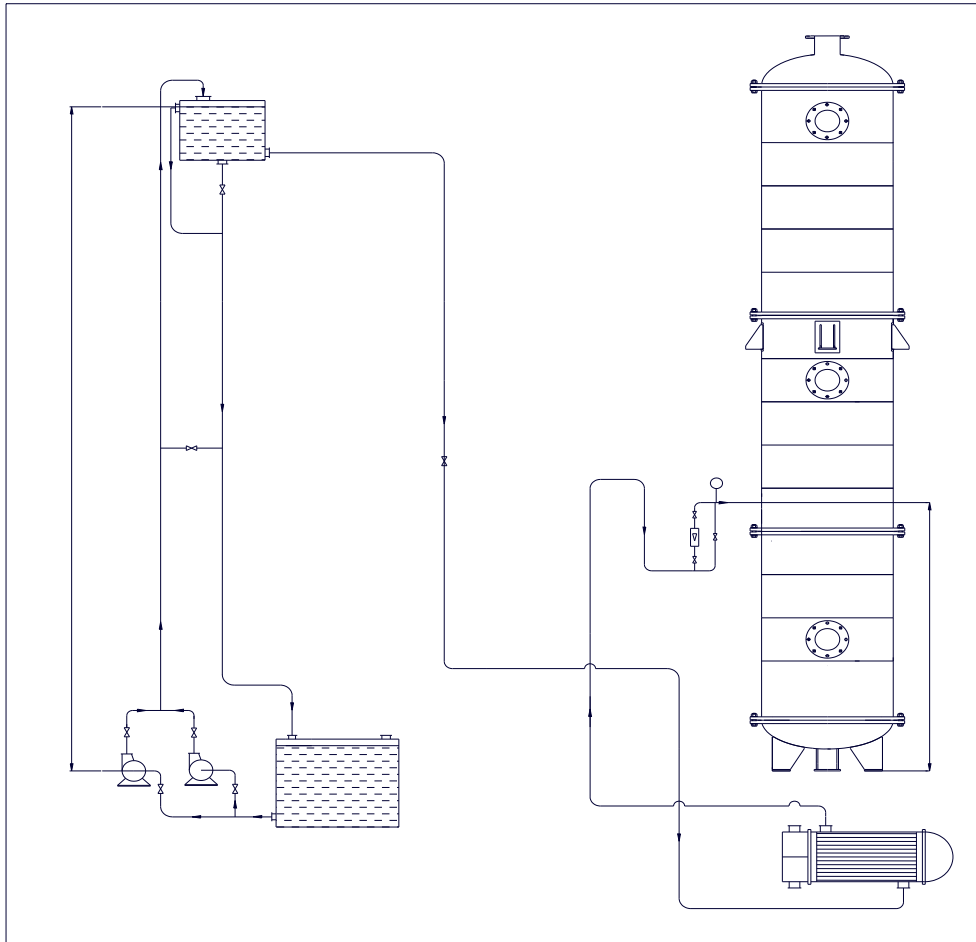
8. Chiều dài mỗi ống

$$L = \frac{F}{n \cdot \pi \cdot d_h} = \frac{59.067}{3.1416 \cdot 0.032 \cdot 187} = 3.142 \text{ (m)}$$

Chọn $L = 3.25 \text{ (m)}$

V. Tính bồn cao vị- Bơm

1. Tính bồn cao vị: (xem trang sau)



- Tính sơ bộ z_2 : (chiều cao từ đế chân đỡ đến vị trí nhập liệu)
 - $z_2 = H_o - [l_1 + h_t + h + 386 + 8*(H + \delta_m) + 100]$ (mm)
 - Với H_o : chiều cao tháp so với đế chân đỡ , $H_o = 5105$ (mm)
 - l_1 : chiều cao ống dẫn hơi ở đỉnh , $l_1 = 130$ (mm)
 - h_t , h : chiều cao đáy và gờ , $h_t = 200$ (mm), $h = 25$ (mm)
 - 386 : chiều cao của mâm thứ nhất
 - H, δ_m : khoảng cách giữa các mâm và chiều dày của mâm
 $H = 300, \delta_m = 4$ (mm)
 - 8 : số mâm (tính đến vị trí nhập liệu)
 - 100 : khoảng cách từ mâm thứ 9 đến vị trí nhập liệu
- $\Rightarrow z_2 = 5105 - [130 + 200 + 25 + 386 + 8(300 + 4) + 100] = 1832$ (mm)
- Xét hai mặt cắt 1-1 và 2-2 :

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h_{w1-2}$$

$$\Rightarrow z_1 = z_2 + \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + \sum h_{w1-2}$$

Trong đó :

$$v_1 = 0 \text{ (m/s)}$$

$$\frac{P_2 - P_1}{\gamma} = \frac{\Delta P_{cat}}{\gamma} = \frac{5297.9}{949.8 * 9.81} = 0.568 \text{ (m)} = 568 \text{ (mm)}$$

$$\rho = \rho_F^{68.5^0} = 949.8 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

Chọn đường kính ống dẫn : $d = 40 \text{ (mm)} = 0.04 \text{ (m)}$

$$v_2 = \frac{4Q_F}{\pi.d^2} = \frac{4 * 1.505 * 10^{-3}}{3.1416 * 0.04^2} = 1.2 \text{ (m/s)}$$

Tổng trở lực trên đường ống :

$$\sum h_{w1-2} = \left(\sum_{i=1}^{24} \xi_i + \frac{\lambda.l}{d} \right) \cdot \frac{v_2^2}{2.g}$$

Chọn sơ bộ chiều dài ống dẫn $l = 15 \text{ (m)}$

+ Tính hệ số λ :

$$Re = \frac{v_2.d.\rho_F}{\mu_F} = \frac{1.2 * 0.04 * 949.8}{0.3844 * 0.04^2} = 118601.4 > 10^4$$

$$\text{Nên } \lambda = \left(1.46.\Delta + \frac{100}{Re} \right)^{0.25}$$

Chọn $\varepsilon = 0.2 \text{ (mm)}$ (độ nhám tuyệt đối của ống dẫn)

$$\Delta = \frac{\varepsilon}{d} = \frac{0.2}{40} = 0.005$$

$$\Rightarrow \lambda = \left(1.46 * 0.005 + \frac{100}{118601.4} \right)^{0.25} = 0.03$$

+ Các hệ số tổn thất cục bộ :

- Hệ số trở qua thiết bị gia nhiệt nhập liệu :

$$\xi_1 = (6 + 9 * m)(S/d)^{-0.03} * Re^{-0.26}$$

$$\text{Số dây ống } m = 11$$

$$d_{\text{ống}} = 0.021 \text{ (m)}$$

$$\text{Khoảng cách giữa hai tâm ống : } S = t.\cos 30 = 26 \text{ (mm)}$$

$$\Rightarrow \xi_1 = (6 + 9 * 11)(26/21)^{-0.03} * 118601.4^{-0.26} = 4.79$$

- Hệ số trở lực qua đoạn uốn ống :

$$\xi' = \xi_2 = \xi_4 = \xi_5 = \xi_6 = \xi_7 = \xi_{11} = \xi_{12} = \xi_{13} = \xi_{14} = \xi_{14} = \xi_{15} = \xi_{17} = A.B.C$$

$$\text{Góc uốn } \theta = 90^0 \rightarrow A = 1$$

$$a = 40 \text{ (mm)} \rightarrow \frac{a}{d} = 1 \rightarrow B = 0.21$$

$$\frac{R}{d} = 1 \rightarrow C = 1$$

$$\rightarrow \xi'_1 = 1 * 0.21 * 1 = 0.21$$

- Hệ số trở lực của lưu lượng kế không đáng kể : $\xi_{20} = 0$

- Hệ số trở lực của van côn trong ống tròn và thẳng :

$$\xi'' = \xi_3 = \xi_{18} = \xi_{19} = \xi_{21} = 0.05$$

- Hệ số đột mở $\xi_{24} = 0.57$ do :
 $Re = 118601.4 > 10^4$
 $\frac{F_0}{F_1} = \frac{d_0^2}{d_1^2} = \frac{0.04^2}{0.08^2} = 0.25$
- Hệ số đột mở trước khi vào thiết bị gia nhiệt : $\xi_7 = 0.31$ do :
 $Re = 118601.4 > 10^4$
 $\frac{F_0}{F_1} = \frac{d_0^2}{d_1^2} = \frac{0.04^2}{0.06^2} = 0.44$
 (Chọn đường kính lỗ mở ở thiết bị gia nhiệt 60 (mm))
- Hệ số đột thu sau thiết bị gia nhiệt : $\xi_{10} = 0.32$ do :
 $Re = 118601.4 > 10^4$
 $\frac{F_0}{F_1} = \frac{d_0^2}{d_1^2} = \frac{0.04^2}{0.06^2} = 0.44$
- Chọn đường kính lỗ mở ở bồn cao vị : 100(mm)
 Hệ số đột thu $\xi_1 = 0.46$ do :
 $Re = 118601.4 > 10^4$
 $\frac{F_0}{F_1} = \frac{d_0^2}{d_1^2} = \frac{0.04^2}{0.1^2} = 0.16$
- Hệ số tổn thất ở ống 3 ngã :
 $\xi_{16} = \xi_{23} = \xi_n = A \cdot \xi' + \xi_0$
 Do $\frac{F_3}{F_2} = 0.5 \rightarrow A = 0.72$
 Tỷ số lưu lượng $\frac{V_3}{V_2} = 0.5$
 Và $\frac{F_3}{F_2} = 0.5$
 $\rightarrow \xi' = 1.63$
 $\xi_0 = 0.53$
 $\Rightarrow \xi_{16} = \xi_{23} = 0.72 \cdot 1.63 + 0.53 = 1.70$
 $\Rightarrow \sum \xi_{cb} = \xi_1 + \xi_7 + \xi_{10} + 2 \cdot \xi_n + \xi + 11 \cdot \xi' + 4 \cdot \xi''$
 $= 0.46 + 0.31 + 0.32 + 2 \cdot 1.7 + 4.79 + 11 \cdot 0.21 + 4 \cdot 0.05$
 $= 11.79$
 $\Rightarrow \sum h_{w1-2} = (11.79 + \frac{0.03 \cdot 1.5}{0.04}) \cdot \frac{1.2^2}{2 \cdot 9.81} = 1.691(m) = 1691(mm)$
 $\Rightarrow z_1 = 1.832 + 0.568 + \frac{1.2^2}{2 \cdot 9.81} + 1.691 = 4.164 (m) = 4164 (mm)$
- Khoảng cách từ mâm nhập liệu đến đế chân thiết bị :
- $H_1 = z_2 = 1832 (mm)$

Vậy khoảng cách từ mực chất lỏng trong bồn cao vị đến bơm (giả sử đặt ngay đế chân đỡ) $H_{cv} = z_1 = 4164$ (mm)

2. Tính bơm

Áp dụng phương trình Bernulli cho mặt cắt (1-1) và (3-3) :

$$H_b + z_3 + \frac{v_3^2}{2.g} + \frac{P_3}{\gamma_3} = z_1 + \frac{v_1^2}{2.g} + \frac{P_1}{\gamma_1} + \sum h_{1-3}$$

Trong đó :

$$P_1 = P_3 = 1 \text{ at}$$

$$\gamma_1 = \gamma_3$$

$v_1 = v_3$: chọn đường kính ống hút bằng đường kính ống đẩy .

$$\Rightarrow H_b = z_1 - z_3 + \sum h_{1-3}$$

+ Chọn chiều cao mực chất lỏng trong bồn chứa nguyên liệu cao hơn đế chân đỡ 0.3 (m) = 300 (mm)

$$h_{1-3} = \left(\sum_{i=1}^{11} \xi_i + \frac{\lambda.l}{d} \right) \cdot \frac{v^2}{2.g}$$

Chọn chiều dài ống dẫn $l = 8$ (m)

Chọn đường kính ống dẫn $d = 40$ (mm)

Vận tốc $v = 1.5$ (m/s)

- Tính hệ số λ :

$$Re = \frac{v.d.\rho}{\mu} = \frac{1.5 * 0.04 * 978.98}{0.78 * 10^{-3}} = 74690.77 > 10^4$$

$$\text{Nên } \lambda = \left(1.46.\Delta + \frac{100}{Re} \right)^{0.25}$$

Chọn $\varepsilon = 0.2$ (mm) (độ nhám tuyệt đối của ống dẫn)

$$\Delta = \frac{\varepsilon}{d} = \frac{0.2}{40} = 0.005$$

$$\Rightarrow \lambda = \left(1.46 * 0.005 + \frac{100}{74690.77} \right)^{0.25} = 0.03$$

- Tương tự khi tính ở bồn cao vị ta có các hệ số trở lực cục bộ :

$$\xi_1 = 0.32 ; \xi_2 = \xi_4 = \xi_6 = \xi_7 = \xi_9 = \xi_{10} = 0.21 ;$$

$$\xi_3 = \xi_5 = 0.05 ; \xi_8 = 1.7 ; \xi_{10} = 0.31$$

$$\Rightarrow \sum \xi_{cb} = 0.32 + 6 * 0.21 + 2 * 0.05 + 1.7 + 0.31 = 3.69$$

$$\Rightarrow \sum h_{1-3} = \left(3.69 + 0.03 * \frac{8}{0.04} \right) * \frac{1.5^2}{2 * 9.81} = 1.111(\text{m}) = 1111 \text{ (mm)}$$

$$\Rightarrow H_b = 4164 - 300 + 1111 = 4975 \text{ (mm)} = 4.975 \text{ (m)}$$

• Công suất bơm ly tâm :

$$N_t = \frac{Q.H_b.\rho.g}{1000.\eta}$$

$$Q = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot v = 3.1416 * \frac{0.04^2}{4} * 1.5 = 1.855 * 10^{-3} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$H_b = 4.975 \text{ (m)}$$

$$\rho = 970.98 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$$\eta = 75\% \text{ (Hiệu suất bơm)}$$

$$\Rightarrow N_t = \frac{1.885 * 10^{-3} * 4.975 * 970.98 * 9.81}{1000 * 0.75} = 0.12 \text{ (KW)}$$

- Công suất động cơ điện :

$$N_{dc} = \frac{N_t}{\eta_{tr} \cdot \eta_{dc}} = \frac{0.12}{0.9 * 0.9} = 0.15 \text{ (KW)}$$

Với η_{tr} : hiệu suất truyền động .

η_{dc} : hiệu suất động cơ .

Để phòng quá tải, ta chọn bơm có công suất $N = 2 \cdot N_t = 2 * 0.12 = 0.24$ (KW) .

CHƯƠNG 6

TÍNH GIÁ THÀNH THIẾT BỊ

Chi tiết	Khối lượng vật liệu (Kg)	
	Thép X18H10T	Thép CT3
Vỏ tháp	351.03	
Nắp-đáy	61	
Mâm	17.54	
Chóp	98.26	
Ong hơi	47.49	
Ong chảy chuyên	31.20	
Bích nội thân		229.96
Bích nối các ống dẫn		12.56
Tổng	606.52	242.52

Vật liệu	Giá vật liệu (Đồng/Kg)	Thành tiền (Đồng)
Thép X18H10T	50000	30326000
Thép CT3	10000	2425200

Bulông	Đồng/con	Số lượng (Con)	Thành tiền (Đồng)
M5	500	150	75000
M8	1000	857	857000
M16	2000	48	96000
M20	2500	360	900000

Chi tiết khác	Đồng/Đơn vị	Đơn vị	Thành tiền
---------------	-------------	--------	------------

			(Đồng)
Kiếng thủy tinh	250000/m ²	0.318 m ²	80000
Ap kế	600000/cái	2 cái	1200000
Nhiệt kế	150000/cái	4 cái	600000
Lưu lượng kế	1000000/cái	1 cái	1000000
Vật liệu cách nhiệt	4000000/m ³	0.44m ³	1750000

- Tổng tiền vật tư chế tạo tháp và các thiết bị có liên quan đến hoạt động của tháp : 39309000 (Đồng).
- Tiền gia công chế tạo và lắp đặt :(lấy bằng 1.5 tiền vật tư) : 58963500 (Đồng).
- Vận giá thành tháp chung : 98272500 (Đồng).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Võ Văn Ban, Vũ Bá Minh, *Giáo trình Quá trình và thiết bị công nghệ hóa học Tập 3*, ĐHBK Tp.HCM.

[2] Phạm Văn Bôn, *Giáo trình Quá trình và thiết bị công nghệ hóa học Tập 5*, ĐHBK Tp.HCM.

[3] *Giáo trình Quá trình và thiết bị công nghệ hóa học Tập 10 – Ví dụ và Bài tập*, ĐHBK Tp.HCM.

[4] *Sổ tay Quá trình và thiết bị công nghệ hóa học Tập 1 và Tập 2*, ĐHBK Hà Nội.

[5] Gs,Ts Nguyễn Bin, *Thiết bị trong công nghệ hoá chất và thực phẩm*, Tập 1 và Tập 2.

[6] Raymond E.KIPK and Donald F.Othmer, Volume 1, *Encyclopedia of Chemical technology*.