

BÀI THÍ NGHIỆM SỐ 8

CÔ ĐẶC 2 NỒI XUÔI CHIỀU

I. Mở đầu

I.1. Định nghĩa

Cô đặc là quá trình làm bay hơi một phần dung môi của dung dịch chứa chất tan không bay hơi ở nhiệt độ sôi của dung dịch nhằm mục đích:

- Làm tăng nồng độ chất tan
- Tách chất rắn hòa tan ở dạng tinh thể
- Thu dung môi nguyên chất

Cô đặc có thể tiến hành ở áp suất dư, áp suất thường hoặc áp suất chân không, có thể tiến hành liên tục hay gián đoạn trong hệ thống thiết bị một nồi (một thiết bị) hay nhiều nồi theo sơ đồ xuôi chiều, ngược chiều hay chéo dòng. Hơi dung môi bay ra trong quá trình cô đặc (thường là hơi nước) gọi là “hơi thứ”. Hơi thứ thường có nhiệt độ cao, ẩn nhiệt hóa hơi lớn nên được sử dụng làm hơi đốt cho các nồi cô đặc ngay trong cùng một hệ thống.

Phương pháp cô đặc chân không để cô đặc các dung dịch có nhiệt độ sôi cao và dễ bị phân hủy vì nhiệt. Khi cô đặc chân không thì nhiệt độ sôi của dung dịch giảm, nên có thể sử dụng được hơi thứ của nồi cô đặc trước làm hơi đốt cho nồi sau, làm tăng hiệu số nhiệt độ giữa nhiệt độ của hơi đốt và nhiệt độ sôi trung bình của dung dịch, đồng thời giảm được tổn thất nhiệt ra môi trường xung quanh.

I.2. Cân bằng vật liệu của hệ thống cô đặc hai nồi

Ký hiệu:

- G_d , G_c , W : lượng dung dịch đầu, dung dịch cuối và lượng hơi thứ bay hơi, kg/s.

Phương trình cân bằng vật liệu:

$$G_d = G_c + W, \text{ kg/s} \quad (1)$$

- x_d , x_c : nồng độ chất tan trước và sau khi cô đặc (ở thùng chứa S1 và S2), phần khối lượng (% khối lượng)

Phương trình cân bằng vật liệu của hệ thống cô đặc viết theo chất tan:

$$G_d \cdot x_d = G_c \cdot x_c, \text{ kg/s} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) xác định được lượng hơi thứ bay hơi ở cả hai nồi cô đặc (A và C) là:

$$W = G_d(1 - x_d / x_c), \text{ kg/s} \quad (3)$$

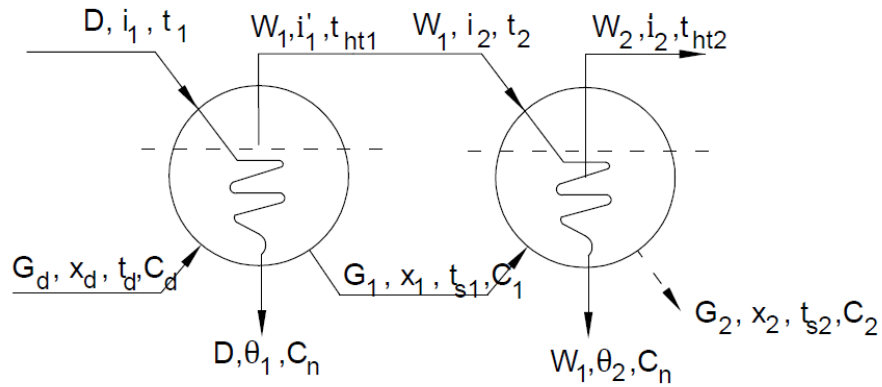
$$W = W_1 + W_2, \text{ kg/s} \quad (4)$$

Ở đây W_1 , W_2 là lượng hơi thứ bay hơi ở nồi A và nồi C.

$$W = G_d(1 - x_d / x_1) \quad (5)$$

W_2 được đo ở bình lửng S_4 và S_7 ; ở đây x_1 là nồng độ dung dịch ra khỏi nồi A.

I.3. Cân bằng nhiệt lượng cho nồi cô đặc thứ nhất



Hình 1. Sơ đồ cân bằng nhiệt lượng của hệ thống cô đặc hai nồi

Do sản phẩm của nồi thứ hai (G_2) được lấy ra không liên tục (thường sau khi dừng thí nghiệm mới lấy ra), chính vì vậy ở bài thí nghiệm này, tính cân bằng nhiệt lượng sẽ được thực hiện cho nồi thứ nhất.

Phương trình cân bằng nhiệt lượng của nồi thứ nhất có dạng:

$$D \cdot i_1 + G_d \cdot C_d \cdot t_d = W_1 \cdot i'_1 + G_1 \cdot C_1 \cdot t_{s1} + D \cdot \theta_1 \cdot C_n + Q_{m1} + Q_{cd1} \quad (6)$$

Lượng nhiệt do hơi đốt cấp cho nồi thứ nhất:

$$Q_1 = D(i_1 - C_n \cdot \theta_1) = D \cdot r_1 \quad (7)$$

Trong đó:

- $D, i_1, \theta_1, C_n, r_1$: lượng hơi đốt, hàm nhiệt hơi đốt, nhiệt độ, nhiệt dung riêng và ẩn nhiệt hóa hơi của nước ngưng.
- G_d, C_d, t_d : lượng dung dịch đầu, nhiệt dung riêng và nhiệt độ dung dịch đầu
- W_1, i'_1 : lượng hơi thứ, hàm nhiệt hơi thứ
- G_1, C_1, t_{s1} : lượng dung dịch, nhiệt dung riêng và nhiệt độ sôi của dung dịch đi ra từ nồi một
- Q_{m1}, Q_{cd1} : lượng nhiệt mất ra môi trường xung quanh và nhiệt cô đặc tại nồi một.

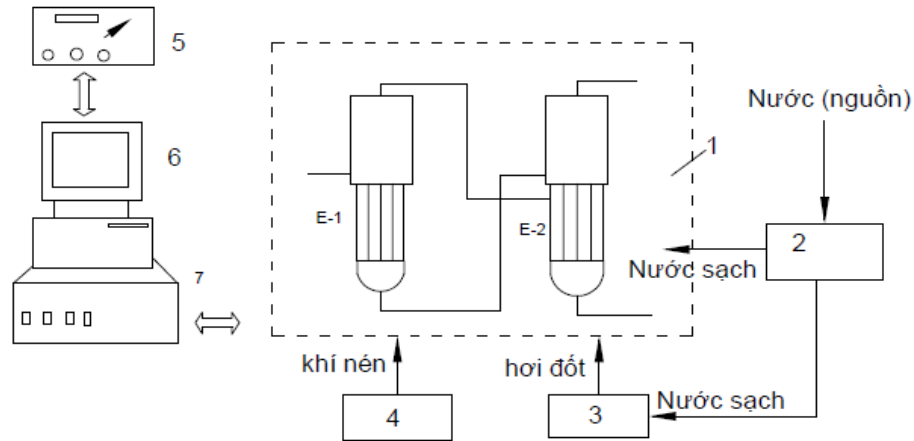
$(Q_{m1} + Q_{cd1})$ chấp nhận bằng 5% lượng nhiệt cấp cho quá trình cô đặc tại nồi một.

Từ phương trình (6) và (7) có thể tính được lượng hơi đốt cần thiết D nhiệt Q_1 cấp cho nồi cô đặc thứ nhất.

II. Mục đích và yêu cầu thí nghiệm

1. Nắm vững cấu tạo, nguyên tắc làm việc của các thiết bị và máy trong sơ đồ dây chuyền hệ thống cô đặc hai nồi (hình 3 – IC 17/2D)
2. Tính cân bằng vật liệu
3. Tính cân bằng nhiệt lượng của nồi thứ nhất (xác định D và Q_1)

III. Sơ đồ cấu trúc hệ`



Hình 2: Sơ đồ cấu trúc của hệ thống cô đặc

Chú thích:

- | | |
|---|---------------------------|
| 1. Hệ thống cô đặc hai nồi xuôi chiều | 5. Bộ điều khiển bằng tay |
| 2. Thiết bị xử lý nước cứng bằng trao đổi ion | 6. PC |
| 3. Nồi hơi | 7. Bộ chuyển đổi tín hiệu |
| 4. Máy nén khí | |

IV. Trình tự tiến hành thí nghiệm

IV.1. Chuẩn bị trước khi vận hành hệ thống cô đặc

IV.1.1. Tìm hiểu hệ thống

- Các thiết bị chính (2 nồi cô đặc A và C)
- Các thiết bị phụ: bơm ly tâm, bơm chân không vòng nước, thiết bị gia nhiệt hỗn hợp dầu, thiết bị ngưng tụ, đường tháo nước ngưng
- Các thùng chứa dung dịch
- Hệ thống đường ống, van, khóa
- Hệ thống điều khiển (cảm biến, bộ phận chấp hành)
- Hệ thống phụ trợ: nồi hơi, máy nén khí, thiết bị xử lý nước cứng bằng phương pháp trao đổi ion

IV.1.2. Chuẩn bị vận hành

- Mở van nước cấp cho thiết bị trao đổi ion
- Tháo bớt một phần nước trong nồi hơi (nếu đầy): mở đồng thời van xả nước và van xả khí trên đường ống dẫn hơi đốt. Khi nước trong nồi hơi đã đạt mức cần thiết, đóng hai van đó lại.
- Đóng các cầu dao điện cấp điện cho máy tính, nồi hơi và hệ thống cô đặc.
- Kiểm tra áp suất nồi hơi, khi không đạt 5 at phải thay đổi giá trị đặt của áp suất hơi bằng cách chỉnh các Role áp suất.
- Bật các công tắc của máy tính công nghiệp và bộ điều khiển bằng tay. Nếu đèn không sáng, kiểm tra lại nguồn điện.

- Mở van cấp nước hai bơm chân không P2, P3.
- Kiểm tra mức nước ở 2 bình chứa nước ngưng S4, S7. Nếu đầy phải tháo ra ngoài. *Chú ý nên để lại 1 lượng nhỏ nước ngưng ở bình S4.*

IV.2. Vận hành

IV.2.2. Vận hành bằng tay

- Chuyển nút “chế độ vận hành” sang chế độ “**Manual**”
- Xả khí không ngưng ở 2 nồi cô đặc (van V41 và V42)
- Tháo nước ngưng ở thiết bị đun nóng dung dịch đầu (van V50) và ở buồng đốt của 2 nồi cô đặc (van V32 và V36).
- Mở các van (V2, V3) trên đường ống hút và đẩy của bơm P1. Mở van cấp hơi đốt vào hệ thống (van nằm trên đường ống dẫn hơi đốt, gần nồi hơi), bật bơm P1
- Khi mức dung dịch ở nồi 1 đã đạt, bơm P1 ngưng. Bật các bơm chân không P2 và P3.
- Các công tắc tắt/bật (on/off) nằm trên bộ điều khiển bằng tay, đặt phía trên máy tính công nghiệp.

IV.3. Lấy số liệu

- Ghi số liệu về mức dung dịch ở thùng chứa nguyên liệu đầu S1 và bình chứa nước ngưng S4 ở thời điểm bắt đầu và kết thúc. Nên lấy thời điểm bắt đầu đo là thời điểm sau khi hơi thứ của nồi 2 xuất hiện (bắt đầu thấy xuất hiện nước ngưng ở thiết bị ngưng tụ). Thời gian thí nghiệm kéo dài 30 – 40 phút.
- Lấy mẫu dung dịch: dung dịch ban đầu có thể lấy ở bất kỳ thời điểm nào qua van V1, còn dung dịch ra khỏi nồi 1 (van V6) và nồi 2 (van V10) chỉ lấy sau khi dừng hệ thống. Nồng độ các dung dịch được đo bằng chiết quang kế.

IV.4. Kết thúc thí nghiệm

- Tắt tất cả các bơm.
- Sau khi kết thúc quá trình cô đặc, cần:
 - Đóng van cấp hơi đốt
 - Bơm dung dịch trong nồi 2 về thùng chứa sản phẩm S2 hoặc bơm tuần hoàn dung dịch trong cả hai nồi về thùng chứa dung dịch đầu S1:
 - Phá chân không trong các nồi cô đặc bằng van V41, V42
 - Khi bơm về S2: mở van V9, V14, khởi động bơm P4.
 - Khi bơm tuần hoàn về S1: mở van V23, V20, V11, V15, khởi động bơm P4.
 - Đóng các cầu dao điện, tắt nước, đóng van V39, V40 cấp nước vào bơm chân không, dọn vệ sinh sạch sẽ.
- Ghi sổ nhật ký thí nghiệm: thời gian, nhóm, lớp, danh sách nhóm, các số liệu thí nghiệm.

IV.5. Xử lý khi gặp sự cố

- Khi áp suất trong nồi hơi cao quá mức cho phép mà Role không tự ngắt, cần tắt điện nồi hơi.
- Khi có sự cố trong hệ thống cô đặc cần phải tắt ngay cầu dao tổng
- Báo cáo với cán bộ thí nghiệm những hiện tượng không bình thường, không được tự tiện xử lý nếu không được phép.

V. Kết quả thí nghiệm và tính toán

V.1. Kết quả thí nghiệm

Thời gian	Mức dung dịch trong bình S1 x 2,56 (lít)		Nồng độ % khối lượng			Mức nước ngưng tụ trong bình S4 x 0,177 (lít)	
	Khi bắt đầu S ₁ ⁰	Khi kết thúc S ₁ ¹	X _d	x ₁	x ₂ (x _c)	Khi bắt đầu S ₄ ⁰	Khi kết thúc S ₄ ¹
Δτ (s)							

- Nhiệt độ, áp suất hơi đốt tại nồi một: T₁ = (°C); P₁ = (at)
- Nhiệt độ dung dịch đầu: T_d =(°C)
- Nhiệt độ, áp suất hơi thứ tại nồi một: T_{ht1} =(°C); P_{ht1} =(at)

V.2. Tính toán cân bằng vật liệu

- Lượng dung dịch đầu đi vào hệ thống cô đặc:

$$G_d = ((S_1^0 - S_1^1) \cdot 2,56 \cdot \rho) / \Delta \tau, \text{ kg/s} \quad (8)$$

ρ : khối lượng riêng của dung dịch, kg/lít [Sổ tay tập I].

- Lượng nước ngưng tụ thu được:

$$W_2 = ((S_4^1 - S_4^0) \cdot 0,177 \cdot \rho_{\text{nước}}) / \Delta \tau, \text{ kg/s} \quad (9)$$

ρ_{nước} = 1kg/lít.

- Tính W - tổng lượng hơi thứ bay hơi trong thời gian cô đặc Δτ theo phương trình (3)
- Tính W₁ - lượng hơi thứ bay hơi sau thời gian cô đặc Δτ ở nồi A theo phương trình (4) (W₁ có thể tính kiểm tra theo phương trình (5))
- Tính nồng độ dung dịch ra khỏi nồi A theo phương trình:

$$X_1 = \frac{G_d \cdot x_d}{(G_d - W_1)} \quad (10)$$

V.3. Tính cân bằng vật liệu của nồi một

- Tra cứu hàn nhiệt (i) của hơi đốt và hơi thứ theo nhiệt độ
- Tra cứu nhiệt độ sôi, nhiệt dung riêng của dung dịch trong nồi một, căn cứ vào nồng độ X₁ đo được.
- Xác định lượng hơi thứ bay ra ở nồi một (W₁)
- Tính lượng hơi đốt D theo phương trình (6)
- Tính lượng nhiệt Q₁ cấp cho nồi cô đặc thứ nhất theo phương trình (7)

V.4. Nhận xét thí nghiệm

HỆ THỐNG CÔ ĐẶC 2 NỒI

(*Hướng dẫn sử dụng*)

Sơ đồ hệ thống thiết bị cô đặc IC17/2D:

A, C – nồi cô đặc

SC3 – thiết bị làm lạnh

SC1 - thiết bị làm lạnh

P1 – bơm tải hỗn hợp đầu

P2, P3 – bơm chân không vòng nước

P4 – bơm tải sản phẩm cô đặc

S1 – thùng chứa hỗn hợp đầu cần cô đặc

S2 – thùng chứa sản phẩm cô đặc

T1 đến T12 – trở nhiệt loại Pt100

TC – trở nhiệt

V1 đến V6 – đồng hồ đo áp suất

Các van

VV1, VV2 – van từ

V1 – van lấy mẫu hỗn hợp đầu cần cô đặc

V2 – van cho hỗn hợp đầu qua bơm vào thiết bị gia nhiệt ban đầu

V3 – van cho hỗn hợp đầu vào nồi cô đặc 1

V4 – van điều chỉnh lưu lượng hỗn hợp đầu vào nồi cô đặc 1

V5 – van tháo sản phẩm cô đặc sau nồi 1

V6 – van lấy mẫu sản phẩm cô đặc sau nồi 1

V7 – van cho hỗn hợp cô đặc sau nồi 1 đi vào nồi 2

V8 – van điều chỉnh lưu lượng hỗn hợp đầu vào nồi cô đặc 1?

V9 – van tháo sản phẩm cô đặc sau nồi 2

V10 – van lấy mẫu sản phẩm cô đặc ở nồi 2

V11 – van vào bơm P4

V13 – van lấy mẫu

V14 – van vào thùng chứa sản phẩm cô đặc sau nồi 2

V15 – van chuyển sản phẩm cô đặc từ thùng chứa sau nồi 2 vào thùng chứa hỗn hợp đầu

V16 – van cho nước rửa vào thùng chứa sản phẩm cô đặc (khi cần rửa hệ thống thiết bị cô đặc)

V17 – van cho nước rửa vào thùng chứa hỗn hợp đầu (khi cần rửa hệ thống thiết bị cô đặc)

V18 – van lấy mẫu sản phẩm cô đặc

V19 – van vào bơm P4

V20 – van lựa chọn dòng

V21 – van lựa chọn dòng

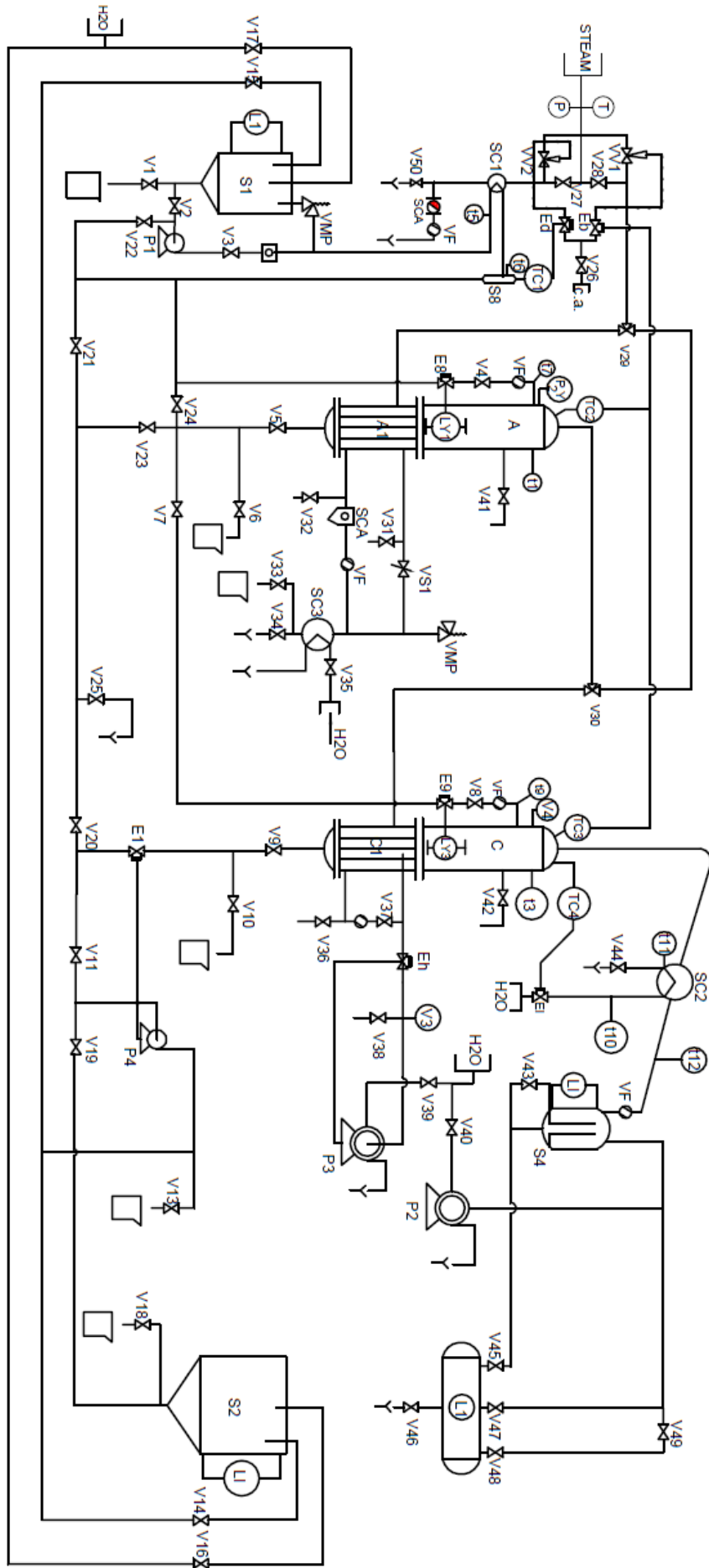
V22 – van hồi lưu và thiết bị gia nhiệt ban đầu

V23 – van lựa chọn dòng

V24 – van cho hỗn hợp đầu bỏ qua nồi cô đặc A

V25 – van lấy mẫu

V26 – van cho khí nén vào



Hình 3. Sơ đồ hệ thống cô đặc hai nồi