

ƯỚC LƯỢNG THÀNH PHẦN CẤU TỬ THÁP CHUNG CÁT VÀ ĐÁNH GIÁ PHƯƠNG PHÁPƯỚC LƯỢNG

Đinh Trung Trọng*, Nguyễn Thị Hồng Yến

Trường Cao đẳng Công nghiệp Huế

*Email: dtrtrong@hueic.edu.vn

Ngày nhận bài: 06/5/2024; Ngày chấp nhận đăng: 24/06/2024

TÓM TẮT

Mô hình quá trình tháp chung cát là một mô hình đa biến, tác động xen kênh và tính phi tuyến mạnh. Bài báo giới thiệu sự phụ thuộc giữa các dòng nhập liệu, dòng hồi lưu và các sản phẩm của đỉnh, sản phẩm của đáy tháp dựa trên động học tháp chung cát và các phương trình toán ở trạng thái xác lập. Nghiên cứu sử dụng hệ suy luận mờ thích nghi và bộ lọc Kalman mở rộng để ước lượng thành phần cấu tử trong tháp chung cát 2 thành phần, ứng dụng Matlab-Simulink để mô phỏng, qua đó so sánh, đánh giá các phương pháp ước lượng này.

Từ khóa: Tháp chung cát, ước lượng, động học, Kalman, ANFIS.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bài báo nghiên cứu dựa trên công nghệ xử lý khí tại nhà máy Dinh Cố, khí từ ngoài khơi vào nhà máy được tách nước, loại bỏ các tạp chất, hydrocacbon nhẹ và các khí axit, sau đó tách hỗn hợp khí này thành condensate và bupro, bupro được đưa đến tháp chung cát để tách thành 2 thành phần thương phẩm là propan và butan. Việc giám sát và điều khiển nồng độ thành phần các tháp chung cát rất khó khăn, mặt khác chất lượng sản phẩm không thể đo được nhanh và đảm bảo độ tin cậy. Ở nước ta việc đo nồng độ này được thực hiện rời rạc bằng cách phân tích các mẫu đo theo từng thời gian nhất định, hoặc xác định nồng độ các chất thông qua việc ổn định nhiệt độ, áp suất ở đỉnh và đáy tháp. Vì vậy, sản phẩm thu được chưa được như mong đợi, chưa tận thu được các sản phẩm có chất lượng và giá trị cao [1, 2].

Trong nghiên cứu của Đặng Văn Chí: “Nghiên cứu các giải pháp nâng cao chất lượng sản phẩm và hiệu quả làm việc của tháp chung cát trong công nghiệp dầu mỏ”, tác giả đã sử dụng mạng nơ ron nhân tạo để dự báo nồng độ thành phần sản phẩm tháp chung cát. Kết quả của bộ ước lượng: sai lệch trung bình bình phương là 10^{-4} , dữ liệu ra của bộ ước lượng bám theo dữ liệu mẫu của mô hình [2].

Nghiên cứu của Rani và cộng sự: “Cảm biến mềm dựa trên mạng tuyến tính thích nghi cho quá trình chung cát” cho thấy cảm biến mềm được thiết kế dựa trên mạng tuyến tính thích nghi Adaline và được sử dụng để ước lượng thành phần của sản phẩm dựa trên các thông số nhiệt độ của các quá trình phản ứng. Kết quả của bộ ước lượng: sai lệch trung bình bình phương $1,94 \times 10^{-8}$. Kết quả ước lượng rất tốt [3].

Nghiên cứu của Biyanto và cộng sự về “Dự báo thành phần lỏng - hơi của tháp chung cát” sử dụng cấu trúc mạng nơ ron là feedforward. Kết quả ước lượng đầu ra: sai lệch trung bình bình phương của thành phần x_D là $6,65 \times 10^{-5}$ và sai lệch của thành phần x_B là $1,98 \times 10^{-5}$. Kết quả ước lượng rất tốt [4].

Thông qua các kết quả nghiên cứu trên, tác giả nghiên cứu sử dụng hệ suy luận mờ thích nghi, bộ lọc Kalman mở rộng để xác định tiếp nồng độ thành phần chung cát

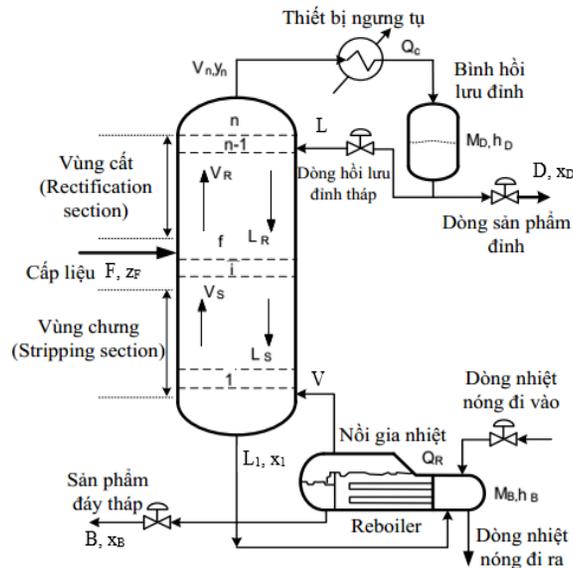
trong tháp chưng cất 2 thành phần 3 tầng dựa trên các dữ liệu đầu vào, đầu ra của tháp, làm cơ sở để có thể ứng dụng vào điều chỉnh liên tục nồng độ sản phẩm, duy trì sự ổn định chất lượng sản phẩm là một đòi hỏi cấp thiết tại các nhà máy lọc dầu và chế biến khí ở nước ta hiện nay. Việc mô hình hóa, nghiên cứu giải pháp đo lường trực tiếp thành phần cấu tử, khắc phục những hạn chế còn tồn tại, làm cơ sở để nâng cao chất lượng điều khiển và chất lượng sản phẩm.

2. MÔ HÌNH TOÁN THÁP CHƯNG CẤT

Tháp chưng cất là thiết bị trung tâm trong phân xưởng chưng cất. Hầu hết các tháp chưng cất dùng trong công nghệ lọc dầu là tháp đĩa hình trụ. Trong tháp chưng cất có nhiều đĩa. Đĩa là một cấu hình cơ khí nằm ngang có tác dụng tạo điều kiện cho pha hơi bay lên pha lỏng đi xuống tiếp xúc với nhau một cách tốt nhất, đủ lâu để sự trao đổi giữa chúng xảy ra hoàn hảo. Đường kính của tháp phụ thuộc vào lưu lượng nguyên liệu để chưng cất. Chiều cao của tháp phụ thuộc vào số đĩa. Khoảng cách giữa hai đĩa liên tiếp nhau khoảng 0,25 - 0,8 m [5].

Để mô tả hệ thống, ta đưa ra các giả thiết như sau [5, 6]:

1. Các đĩa trong tháp làm việc với hiệu suất 100%.
2. Lượng lỏng trên đĩa không thay đổi trong chế độ quá độ.
3. Chất lỏng trong tháp ở nhiệt độ sôi, hơi ở trạng thái bão hòa.
4. Chưng cất được thực hiện trong điều kiện cân bằng pha lỏng-hơi.
5. Tổn thất nhiệt từ tháp ra môi trường xung quanh bỏ qua.



Hình 1. Sơ đồ tháp chưng cất [5]

Nghiên cứu về mô hình động học và mô phỏng một tháp chưng cất 3 tầng [3, 4].

Tháp chưng cất có chức năng tách 2 thành phần, áp suất không đổi và giữ hơi ở mức cao không đáng kể, điều khiển hoàn hảo về mức bằng cách sử dụng cấu hình LV (L : dòng hồi lưu vào đỉnh tháp và V : dòng hồi lưu vào đáy tháp), dòng chảy toàn bộ không đổi (thay cho cân bằng năng lượng), cân bằng lỏng - hơi của tất cả các tầng.

Các phương trình động học tháp chưng cất 2 thành phần 3 tầng [1]:

$$M_1 \frac{dx_1}{dt} = (V - L - F - Vk_1)\Delta x_1 + (L + F)\Delta x_2 + (x_2 - x_1)\Delta L + (x_1 - y_1)\Delta V + (x_2 - x_1)\Delta F \quad (1)$$

$$M_2 \frac{dx_2}{dt} = Vk_1\Delta x_1 - (L + F + Vk_2)\Delta x_2 + L\Delta x_3 + (x_3 - x_2)\Delta L + (y_1 - y_2)\Delta V + (z_F - x_2)\Delta F + F\Delta z_F \quad (2)$$

$$M_3 \frac{dx_3}{dt} = Vk_2\Delta x_2 - V\Delta x_3 + (y_2 - x_3)\Delta V = Vk_2\Delta x_2 - V\Delta x_3 \quad (3)$$

y_i, x_i, L, V là các giá trị ở trạng thái ổn định tại thời điểm hoạt động bình thường.

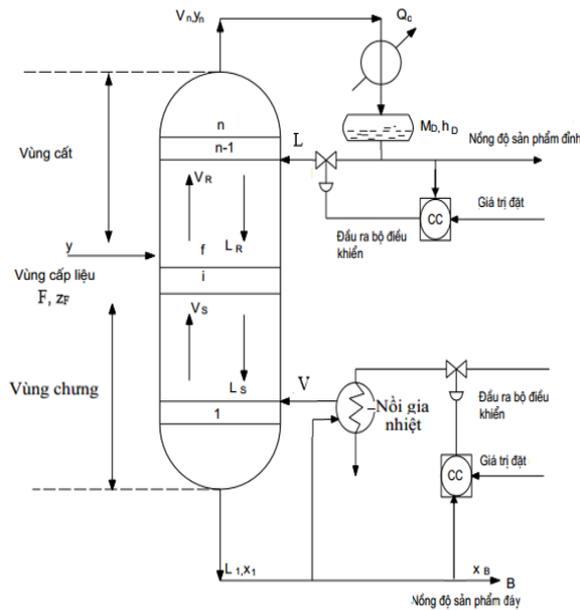
Và mô hình trạng thái trở thành tuyến tính ở dạng vi phân:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = Ax + Bu + Ed \\ y = Cx \end{cases} \quad (4)$$

Trong đó: $x = [x_1 \ x_2 \ x_3]^T$ là biến trạng thái; $u = [L \ V]^T$ là biến đầu vào;

$y = [x_D \ x_B]^T$ là biến đầu ra;

$d = [F \ z_F]^T$ là nhiễu của mô hình.



Hình 2. Sơ đồ tháp chưng cất với cấu hình điều khiển LV [5]

Các ma trận:

$$A = \begin{bmatrix} (V - L - F - Vk_1) / M_1 & (L + F) / M_1 & 0 \\ Vk_1 / M_2 & (-L - F - Vk_2) / M_2 & L / M_2 \\ 0 & Vk_2 / M_3 & -V / M_3 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} (x_2 - x_1) / M_1 & (x_1 - y_1) / M_1 \\ (x_3 - x_2) / M_2 & (y_1 - y_2) / M_2 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$E = \begin{bmatrix} (x_2 - x_1) / M_1 & 0 \\ (z_F - x_2) / M_2 & F / M_2 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Từ hệ phương trình (4) ta xây dựng sơ đồ khối mô phỏng hệ thống tháp chưng cất 2 thành phần như Hình 3.

Các dữ liệu về động học và điều khiển cột tháp chưng cất được thể hiện trên Bảng 1 và Bảng 2 [6].

Bảng 1. Các tham số của mô hình tháp chưng cất 2 thành phần 3 tầng

n	n _t	n _F	F	Z _F	D	L	V	x _D	x _B	M _i	q
2	3	2	1	0,5	0,5	3,55	3,55	0,9	0,1	1	1

Trong đó:

n_F là vị trí đĩa nạp.

n là số đĩa (bao gồm cả nồi gia nhiệt).

n_t = n+1 là tổng số đĩa (bao gồm cả bình ngưng).

F là lưu lượng dòng nạp liệu (kmol/ph).

z_F là phần mol của chất nhẹ trong dòng nguyên liệu nạp (phần mol).

D là lưu lượng dòng sản phẩm đỉnh (kmol/ph).

B là lưu lượng dòng sản phẩm đáy (kmol/ph).

L_n và V_n là dòng chảy của pha lỏng và pha hơi tương ứng khi rời khỏi đĩa n (kmol/ph).

x_D là phần mol chất nhẹ trong sản phẩm đỉnh (phần mol).

x_B là phần mol chất nhẹ trong sản phẩm đáy (phần mol).

L là dòng hồi lưu ở đỉnh tháp (kmol/ph).

V là dòng hơi hồi lưu vào đáy tháp (kmol/ph).

M_i là khối lượng chất lỏng đọng lại trên đĩa thứ i (kmol).

q là hằng số biểu thị phần lỏng trong hỗn hợp nạp.

Bảng 2. Các dữ liệu thành phần L, V và x, y của 3 tầng ở trạng thái cân bằng của tháp

Tầng	i	L _i	V _i	x _i	y _i
Bình ngưng	3	3,05		0,9	
Đĩa cấp liệu	2	4,05	3,55	0,4737	0,9
Nồi hơi	1		3,55	0,1	0,5263

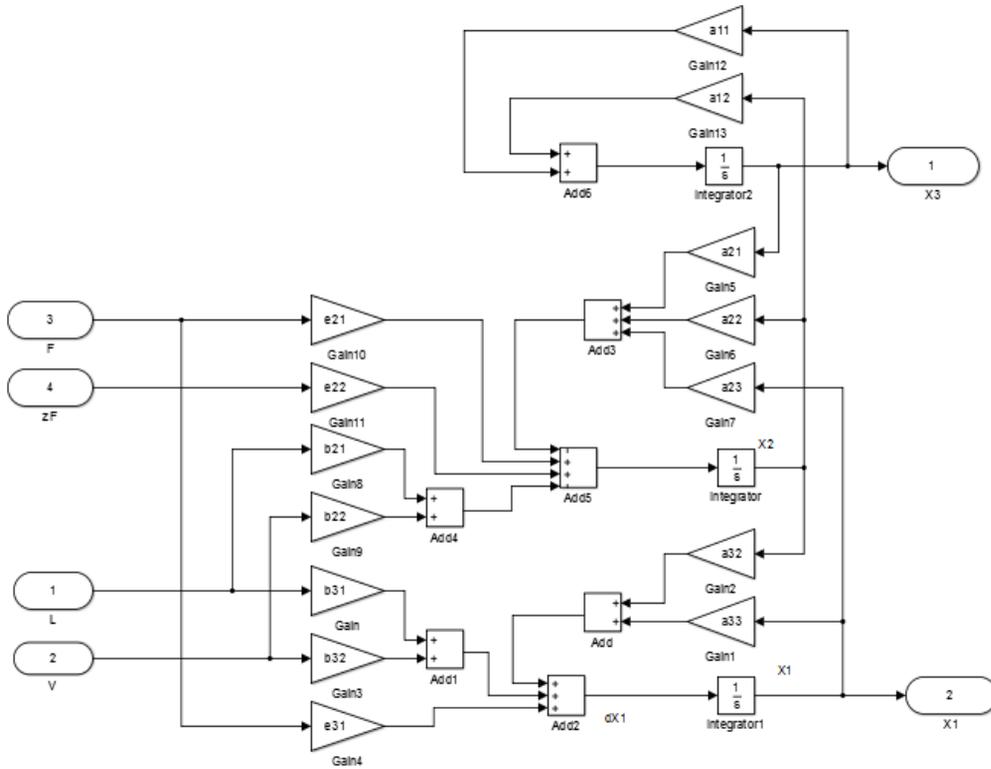
Trong đó:

i là tầng (hoặc đĩa) thứ i.

L_i, V_i là dòng chảy của pha lỏng, pha hơi tương ứng khi rời khỏi đĩa thứ i (kmol/ph).

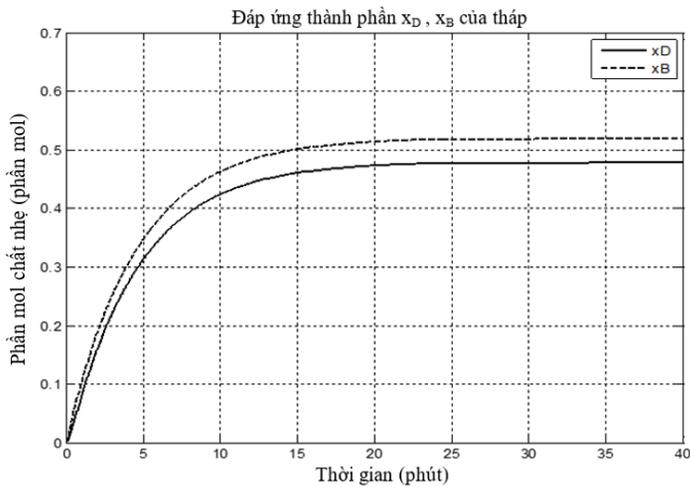
x_i là phần mol chất nhẹ của pha lỏng trên đĩa thứ i (phần mol).

y_i là phần mol chất nhẹ của pha hơi trên đĩa thứ i (phần mol).



Hình 3. Sơ đồ khối mô phỏng hệ thống tháp chưng cất 2 thành phần 3 tầng

Kết quả mô phỏng với $d = [1 \quad 0,5]^T$, $u = [3,05 \quad 3,55]^T$



Hình 4. Đồ thị đáp ứng thành phần x_D , x_B của tháp chưng cất

Kết quả mô phỏng từ Hình 4 cho thấy đáp ứng đầu ra của hệ thống ổn định ở trạng thái xác lập.

3. ƯỚC LƯỢNG THÀNH PHẦN CẤU TỬ THÁP CHƯNG CẤT

3.1. Xây dựng bộ lọc Kalman mở rộng để ước lượng thành phần cấu tử trong tháp chưng cất

1. Tính độ lợi Kalman

$$K_k = P_k^- (P_k^- + R_k)^{-1}$$

2. Cập nhật giá trị ước lượng

$$\hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K_k (\hat{x}_k - \hat{x}_k^-)$$

3. Cập nhật giá trị ước lượng P_k

$$\hat{P}_k = (I - K_k) P_k^-$$

4. Ước đoán

$$\hat{x}_{k+1}^- = A_k \hat{x}_k$$

$$P_{k+1}^- = A_k P_k A_k' + Q_k$$

Trong đó:

k là trạng thái hiện thời.

x_k là giá trị thành phần x_D, x_B ở trạng thái k .

\hat{x}_k là trạng thái ước lượng sau cập nhật tại k .

\hat{x}_k^- là trạng thái ước lượng trước khi cập nhật tại k .

P_k là ma trận Covariance của trạng thái ước lượng tại k .

I là ma trận đơn vị.

K_k là độ lợi Kalman tại thời điểm k .

R_k là ma trận một.

A_k là ma trận chuyển đổi trạng thái, liên kết trạng thái hiện tại với trạng thái tiếp theo.

Q_k là ma trận nhiễu quá trình.

3.2. Xây dựng hệ suy luận mờ ron thích nghi (ANFIS - Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) để ước lượng thành phần cấu tử trong tháp chung cất

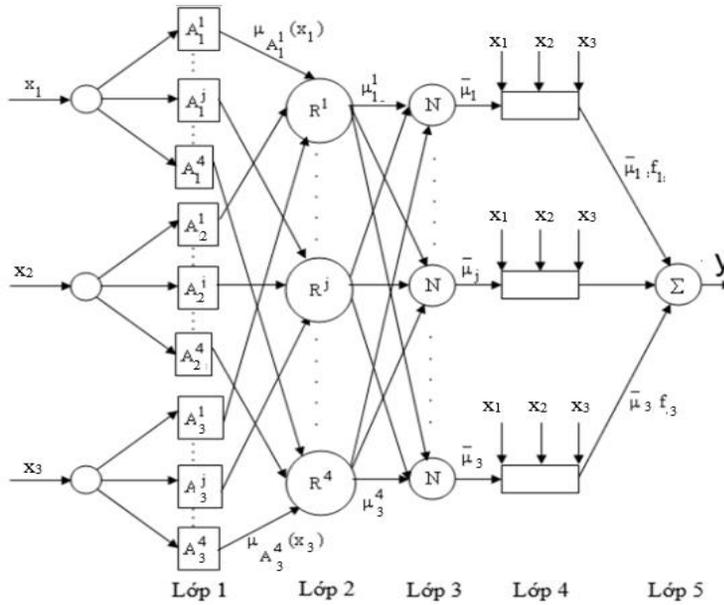
Cấu trúc ANFIS gồm có 5 lớp [8] như Hình 5.

Các đầu vào có tín hiệu vào là x_i tương ứng với phần mol của pha lỏng và pha hơi của chất nhẹ ở đĩa thứ i .

Sai lệch trung bình bình phương giữa hàm đầu ra mong muốn y^m và hàm đầu ra y :

$$E = \frac{1}{2} \left[y^m - \frac{\sum_{j=1}^m \left(\prod_{i=1}^n \mu_{A_i^j}(x_i) \right) f_j}{\sum_{j=1}^m \left(\prod_{i=1}^n \mu_{A_i^j}(x_i) \right)} \right]^2$$

Sai lệch E cho biết mức độ sai lệch trung bình bình phương giữa giá trị ước lượng và giá trị thực, nếu mức độ sai lệch càng gần 0 thì mô hình ước lượng càng chính xác.



Hình 5. Cấu trúc ANFIS có 3 đầu vào

Lớp 1: Mỗi phần tử là một hàm liên thuộc $\mu_{A_i^j}(x_i)$ có dạng hình Gauss

Lớp 2: Mỗi phần tử R tương ứng thực hiện một luật thứ j: $\mu_j = \prod_{i=1}^3 \mu_i^j(x_i)$

Lớp 3: Thực hiện tính toán: $\bar{\mu}_j = \frac{\mu_j}{\sum_{j=1}^4 \mu_j}$

Lớp 4: Tính toán giá trị: $\bar{\mu}_j \left(\sum_{i=1}^3 p_i^j x_i \right)$

Lớp 5: Thực hiện phép tổng tính giá trị đầu ra: $y = \sum_{j=1}^4 \bar{\mu}_j f_j$

Cơ chế huấn luyện của ANFIS [1]

Cấu trúc ANFIS ở trên sẽ được huấn luyện theo bộ dữ liệu mẫu bằng thuật toán lan truyền ngược hoặc thuật toán lai sử dụng ANFIS RKLM.

Đối với thuật toán lai sử dụng ANFIS RKLM [9]. Đầu ra của ANFIS được đưa đến đầu vào của ANFIS RKLM, đầu vào của ANFIS RKLM là số lượng hàm liên thuộc, loại hàm liên thuộc tương ứng mỗi đầu vào, loại hàm liên thuộc huấn luyện dữ liệu đầu ra và dữ liệu đích sau mỗi lần huấn luyện.

RKLM là phương pháp đơn giản để tính toán các giá trị chính xác vì các giá trị tính toán dựa trên các giá trị lặp trước. Phương pháp Runge - Kutta là một phương pháp mạnh để giải quyết các hoạt động hệ thống động học nếu hệ thống đặc trưng bởi các phương trình vi phân. Cơ chế cập nhật như sau:

$$\dot{x} = f(x, \tau)$$

$$x(i+1) = x(i) + h(k_0 + 2k_1 + 2k_2 + k_3) / 6$$

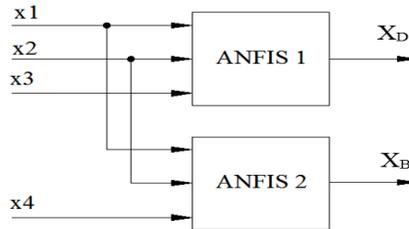
$$k_0 = N(x, \varphi) = N(x_0, \varphi)$$

$$k_1 = N(x + hk_0 / 2, \varphi) = N(x_1, \varphi)$$

$$k_2 = N(x + hk_1 / 2, \varphi) = N(x_2, \varphi)$$

$$k_3 = N(x + hk_2, \varphi) = N(x_2, \varphi)$$

Trong đó φ là tham số của mạng nơron.

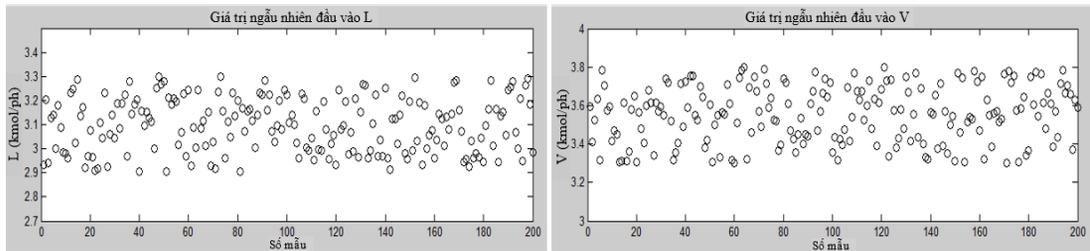


Hình 6. Mô hình đầu vào, đầu ra của 2 ANFIS

Hình 6 mô tả một ANFIS với 3 đầu vào và một đầu ra là thành phần được ước lượng. Trong đó các đầu vào:

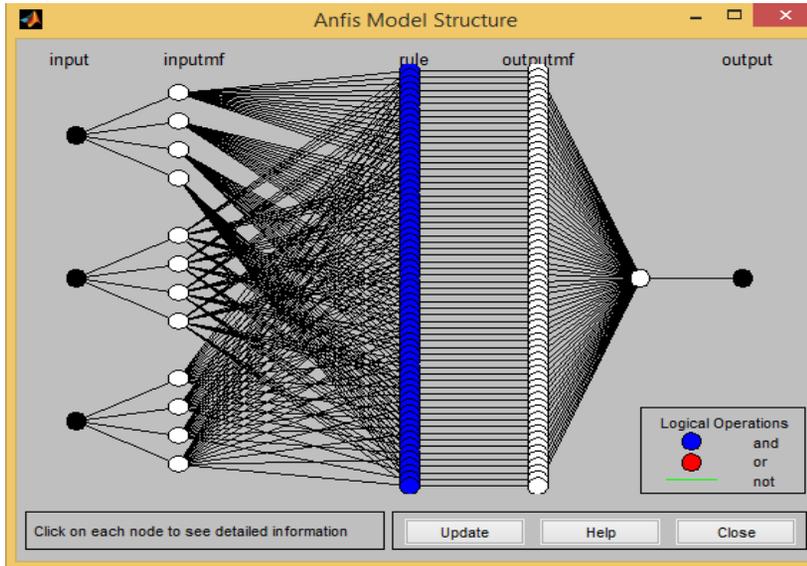
$$x_1 = L; \quad x_2 = V; \quad x_3 = x_D(k-1); \quad \text{và } x_4 = x_B(k-1)$$

k là trạng thái hiện thời, k-1 là trạng thái trước đó.



Hình 7. Giá trị ngẫu nhiên đầu vào L và V

Hình 7 là các giá trị ngẫu nhiên đầu vào của L và V, với số mẫu là 200 mẫu và giá trị trung bình của L là 3,05 kmol/ph; giá trị trung bình của V là 3,55 kmol/ph ứng với kết quả chạy mô phỏng Hình 4.



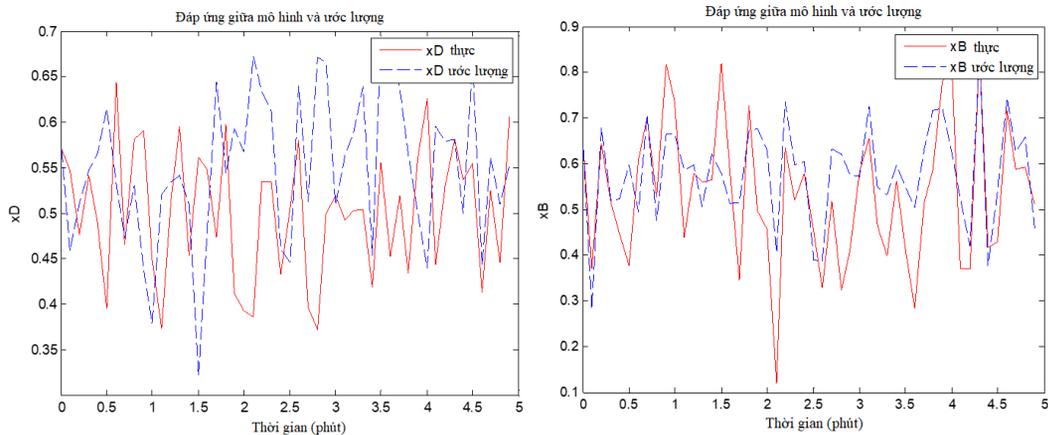
Hình 8. Cấu trúc của ANFIS 1 và ANFIS 2

Cấu trúc ANFIS 1 và 2 có 3 đầu vào, 1 đầu ra và 5 lớp. Mỗi đầu vào có 4 hàm liên thuộc dạng hàm Gauss (lớp 1). Mỗi phần tử R tương ứng thực hiện một luật thứ j (lớp 2). Lớp 3 thực hiện tính toán trung bình. Lớp 4 tính toán giá trị và lớp 5 thực hiện phép tính tổng giá trị đầu ra.

4. MÔ PHỎNG VÀ KẾT QUẢ

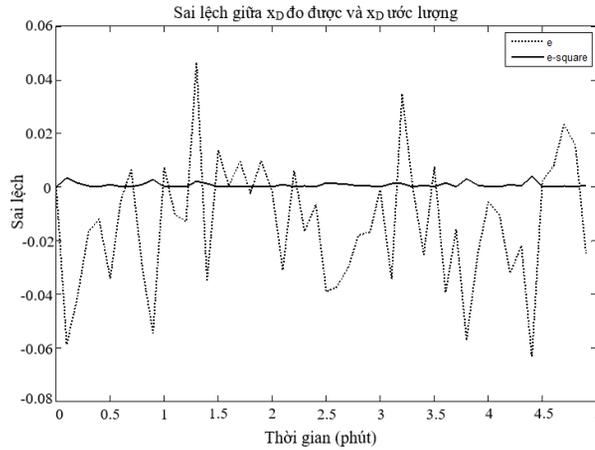
4.1. Kết quả sử dụng bộ lọc Kalman mở rộng

Sử dụng bộ lọc Kalman mở rộng (EKF – Extended Kalman Filter) ước lượng thành phần sản phẩm thép chung cất 2 thành phần 3 tầng, ta có các kết quả sau:



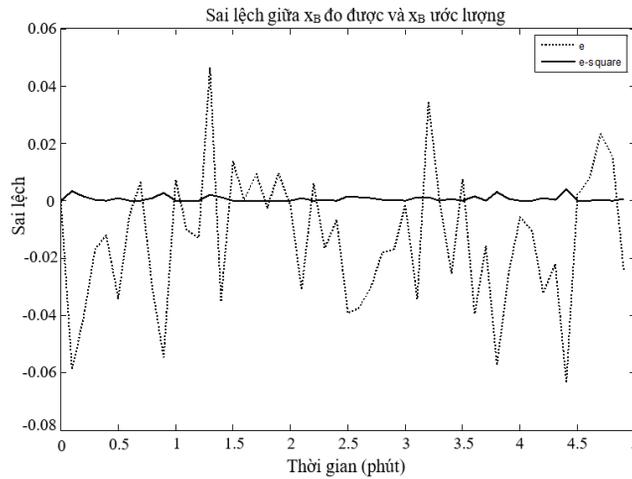
Hình 9. Đáp ứng giữa x_D , x_B đo được và x_D , x_B ước lượng bằng EKF

Qua Hình 9, cho thấy đồ thị của giá trị ước lượng bám sát với đồ thị giá trị đo được.



Hình 10. Sai lệch e và e^2 giữa x_D đo được và x_D ước lượng bằng EKF

Hình 10 cho thấy sai lệch giữa x_D đo được và x_D ước lượng là tương đối nhỏ.



Hình 11. Sai lệch e và e^2 giữa x_B đo được và x_B ước lượng bằng EKF

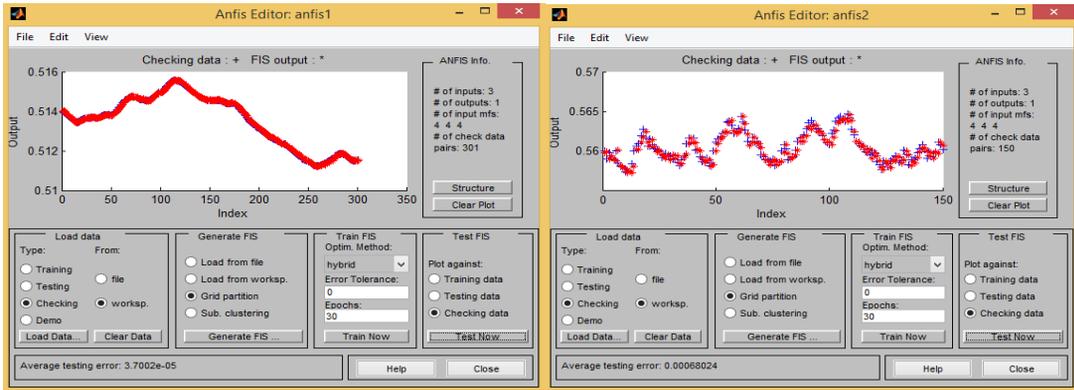
Hình 11 cho thấy sai lệch giữa x_B đo được và x_B ước lượng là tương đối nhỏ.

4.2. Kết quả kiểm tra hệ ANFIS

Kết quả kiểm tra hệ ANFIS 1 và ANFIS 2 thì sai lệch trung bình bình phương giữa dữ liệu vào ra của mạng và vào ra đích là:

$$\text{ANFIS 1: } 0,37 \times 10^{-4}$$

$$\text{ANFIS 2: } 6,8 \times 10^{-4}$$



Hình 12. Kết quả kiểm tra dữ liệu của ANFIS 1 và ANFIS 2

Từ Hình 4, với $d = [1 \quad 0,5]^T$, $u = [3,05 \quad 3,55]^T$, ta có được giá trị thành phần x_D , x_B của tháp và gọi là giá trị thực hay giá trị đo được. Sử dụng giá trị này để so sánh với các giá trị ước lượng thu được. Trên Hình 12, kết quả kiểm tra ANFIS 1 (ước lượng thành phần x_D) cho thấy các giá trị đo được và các giá trị ước lượng bám sát nhau nên sai lệch rất nhỏ; còn ANFIS 2 (ước lượng thành phần x_B) thì các giá trị đo được và các giá trị ước lượng tương đối bám sát nhau nên sai lệch cũng khá nhỏ. Ta nhận thấy bộ ước lượng ANFIS rất tốt, rất chính xác.

So sánh giữa nghiên cứu ước lượng thành phần cấu tử trong chung cất bằng cách sử dụng bộ lọc Kalman mở rộng (EKF) và ANFIS được thể hiện trên Bảng 3.

Bảng 3. Các chỉ số sai lệch của các bộ ước lượng

Quá trình	Bộ ước lượng	Sai số bình phương trung bình	
		Sản phẩm đỉnh	Sản phẩm đáy
Chung cất hai thành phần	EKF	$7,3 \times 10^{-4}$	$7,3 \times 10^{-4}$
	ANFIS	$0,37 \times 10^{-4}$	$6,8 \times 10^{-4}$

Từ kết quả Bảng 3, giá trị các sai số bình phương trung bình của các bộ ước lượng rất nhỏ, chứng tỏ các bộ ước lượng đạt kết quả tốt, giá trị ước lượng bám sát giá trị đo được. Qua nghiên cứu đã chứng minh được việc ứng dụng hệ suy luận mờ thích nghi là rất cần thiết và tốt hơn so với việc sử dụng bộ lọc Kalman mở rộng trong việc ước lượng thành phần sản phẩm tháp chưng cất.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã giới thiệu cấu hình LV cho tháp chưng cất hai thành phần, tháp có 3 tầng. Sử dụng bộ lọc Kalman mở rộng và ứng dụng hệ suy luận mờ thích nghi xây dựng mô hình ANFIS để ước lượng thành phần cấu tử trong tháp chưng cất hai thành phần dựa trên 2 dòng phân hồi L, V và dữ liệu ra ở trạng thái trước của cấu tử.

Kết quả mô phỏng hệ ANFIS trên Matlab-Simulink tương đối tốt, sai lệch trong quá trình huấn luyện là nhỏ 10^{-4} , sai lệch trong quá trình kiểm tra cũng tương đối nhỏ 10^{-4} so với ước lượng bằng bộ lọc Kalman mở rộng, kết quả này cũng khắc phục được yếu tố sai số cũng như yếu tố đo đạc trong mô hình ước lượng sử dụng bộ lọc Kalman mở rộng. Ước lượng thành phần sản phẩm dựa trên các thông số phân hồi L, V của cấu hình LV là khả quan, các thông số L, V có thể đo trực tiếp, dễ dàng, cho kết quả nhanh hơn và chi phí rẻ hơn so với việc phân tích thành phần sản phẩm của tháp chưng cất hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đinh Trung Trọng - Ước lượng thành phần cấu tử tháp chưng cất sử dụng hệ suy luận mờ ron mờ thích nghi, Luận văn thạc sĩ, Chuyên ngành kỹ thuật điều khiển và tự động hóa, Đại học Đà Nẵng (2015).
2. Đặng Văn Chí - Nghiên cứu các giải pháp để nâng cao chất lượng sản phẩm và hiệu suất làm việc của tháp chưng cất trong công nghiệp dầu mỏ, Luận án tiến sĩ, Chuyên ngành tự động hóa, Trường Đại học Mở - Địa chất (2012).
3. Rani A., Singh V., Gupta J.R.P. - Soft sensor based on adaptive linear network for distillation process, International Journal of Computer Applications **36** (1) (2011) 39-45.
4. Biyanto, T. R., Suhartanto, T., & Widjiantoro, B. L. - Predicting liquid-vapor (LV) composition at distillation column, Songklanakarin Journal of Science and Technology **29** (2) (2007) 575-581.
5. Page S. Buckley, William L.Luyben, Joseph P. Shunta - Design of distillation column control systems, Publishers Creative Services Inc, New York (1985).
6. Sigurd Skogestad - Dynamics and control of distillation columns, Chemical Engineering, Norwegian University of Science and Technology, Norway (1997).
7. Nguyễn Quốc Định - Mô hình hóa tháp chưng cất 2 thành phần 3 tầng cho công nghệ dầu khí, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng, số **1** (110) (2017).
8. Jang J.S.K - Adaptive-network-basic fuzzy inference systems, IEEE Transactions on System, Man and Cybernetics **23** (3) (1993) 665-685.
9. Loganathan C., Girija K.V. - Hybrid learning for adaptive neuro fuzzy inference system, International Journal of Engineering And Science **2** (11) (2013) 6-13.

ABSTRACT

ESTIMATE THE COMPOSITION OF DISTILLATION COLUMN AND EVALUATION OF ESTIMATION METHODS

Dinh Trung Trong*, Nguyen Thi Hong Yen

Hue Industrial College

*Email: *dttrong@hueic.edu.vn*

The model of distillation column process is a model of multivariable, inter-channel effects and strong nonlinearities. The paper introduces the dependence between the input flows, reflux flows and top and bottom products based on the distillation column kinematics and the mathematical equations at steady state. This study uses an adaptive neural fuzzy inference system (ANFIS) and an Extended Kalman filter to estimate the component in a 2-component distillation column, applying Matlab-Simulink to simulate, thereby comparing and evaluating these estimation solutions.

Keywords: Distillation column, estimate, dynamic, Kalman, ANFIS.