

NGHIÊN CỨU CÁC THÔNG SỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN KHẢ NĂNG NGẬP LỤT THÁP CHUNG CÁT DẦU KHÍ

TS. ĐẶNG VĂN CHÍ
Trường Đại học Mở-Địa chất

Trong các nhà máy lọc hoá dầu và chế biến khí, tháp chưng cất là một trong những phần tử quan trọng trong dây chuyền công nghệ, quyết định tới chất lượng sản phẩm và hiệu suất của nhà máy. Tháp chưng cất có cấu tạo và nguyên tắc hoạt động phức tạp dựa trên các kỹ thuật hoá lý. Đặc biệt, tháp là một đối tượng điều khiển phi tuyến với rất nhiều các tham số nhiễu, dao động với biên độ cao, có sự tác động tương hỗ nhau. Việc duy trì thời gian làm việc liên tục và ổn định trong điều kiện khắc nghiệt của tháp rất khó khăn. Trong điều kiện như vậy, hệ thống điều khiển có nhiệm vụ giữ ổn định các thông số làm việc định mức của tháp trong giới hạn cho phép để đảm bảo duy trì chất lượng sản phẩm, ngăn ngừa các sự cố đáng tiếc có thể xảy ra, trong đó sự cố nguy hiểm nhất chính là hiện tượng ngập lụt trong tháp chưng cất.

Ngập lụt là hiện tượng tràn ngập chất lỏng trong toàn bộ không gian giữa các đĩa vì chất lỏng không chảy kịp làm cho hơi không bay lên được. Hiện tượng ngập lụt không những làm tháp chưng cất ngừng hoạt động mà còn có thể làm nổ tháp vì sự tăng áp suất quá mức do sự tích tụ, dồn ứ quá nhiều của pha hơi. Khi xảy ra ngập lụt, tháp sẽ bị tắc, chất lỏng trong ống không chảy kịp hoặc có thể do chất lỏng trên mặt đĩa bị lồi cuốn quá dữ dội dưới tác động của dòng hơi bay lên với tốc độ quá lớn. Vì vậy, việc nghiên cứu khảo sát hiện tượng ngập lụt tháp chưng cất có ý nghĩa trong việc duy trì hoạt động ổn định và ngăn ngừa những sự cố đáng tiếc có thể xảy ra, đảm bảo an toàn cho sản xuất và vận hành tháp.

1. Xây dựng phương trình toán và mô hình hoá tháp chưng cất

Tháp chưng cất là một đối tượng điều khiển phi tuyến với nhiều biến số, có sự tương tác ràng buộc lẫn nhau. Quá trình hoá lý xảy ra trong tháp cũng rất phức tạp. Việc mô hình hoá tháp sẽ giúp hiểu được đặc điểm và các hiện tượng xảy ra trong tháp, khảo sát được các đặc tính, các mối quan hệ

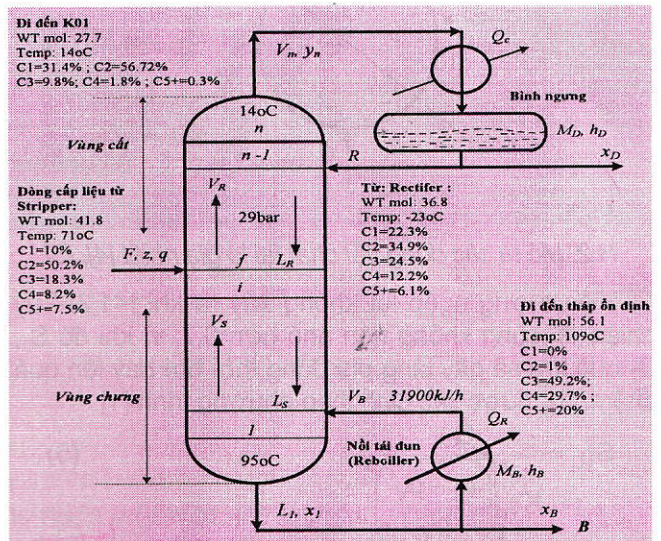
phức tạp đó đồng thời phân biệt được bản chất các quá trình. Việc mô hình hóa được tác giả thiết lập trên cơ sở simulink Matlab.

1.1. Xây dựng mô hình toán

Việc xây dựng các phương trình toán đầy đủ và tổng quan cho một tháp chưng cất điển hình đã được nghiên cứu [2]. Các phương trình toán được xây dựng ở trạng thái xác lập và trong quá trình động học. Trong khuôn khổ bài báo này tác giả chỉ giới thiệu một số phương trình động học của lò gia nhiệt, một số phương trình để khảo sát và đánh giá khả năng ngập lụt tháp. Trên H.1 là sơ đồ nguyên lý tổng quát một tháp chưng cất và thông số vận hành định mức (bảng 1) của tháp chưng cất C01 tách Etan làm việc ở chế độ GPP trong nhà máy xử lý khí Dinh Cố [3].

a. Một số phương trình toán động học

Các phương trình được thành lập cho đĩa cấp liệu, đĩa thứ "l" bất kỳ trong tháp, đĩa trên cùng, dưới đáy tháp, tại bình ngưng và tại nồi tái đun. Dưới đây là các phương trình được xây dựng cho lò gia nhiệt đáy tháp (xem H.2) [1], [2], [3], [5].



H.1. Sơ đồ nguyên lý và thông số vận hành tháp C01 tách Etan [3]

Bảng 1. Thông số kỹ thuật tháp C01 [3]

STT	Các thông số	Giá trị
1	Chiều cao tháp	28 m
2	Số đĩa lý thuyết	19 đĩa
3	Nhiệt độ thiết kế	-25÷210 °C
4	Áp suất làm việc	29 bar
5	Số đĩa thực tế	32 đĩa
6	Nhiệt độ đỉnh-đáy	14÷98 °C

Phương trình cân bằng khối lượng [2]:

$$\frac{dM_B}{dt} = -V_B + L_1 - B \quad (1)$$

Cân bằng về nồng độ thành phần [2]:

$$\frac{d(M_B x_{B,j})}{dt} = -V_B y_{B,j} + L_1 x_{1,j} - B x_{B,j}; j=1, N_c - 1 \quad (2)$$

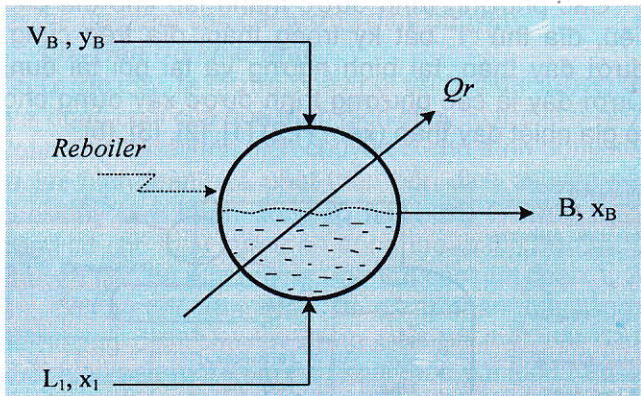
Phương trình cân bằng năng lượng [5]:

$$\frac{d(M_B h_B)}{dt} = -V_B H_B + L_1 h_1 - B h_B + Q_R \quad (3)$$

b. Các phương trình toán đánh giá khả năng ngập lụt [1], [2]

Đánh giá khả năng ngập lụt trong tháp chưng cất được định nghĩa bởi một đại lượng có tên là khả năng không bị ngập lụt "f", xác định bởi phương trình [1]:

$$f = \sqrt{\left(\frac{S_{1L}}{1.2S_1}\right)^2 + \left(\frac{S_{2L}}{1.8S_2}\right)^2} \quad (4)$$

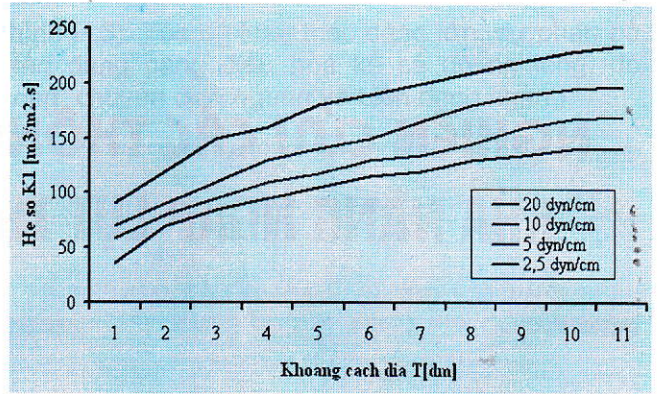


H.2. Mô tả các dòng vật chất tại lò gia nhiệt [4], [5]

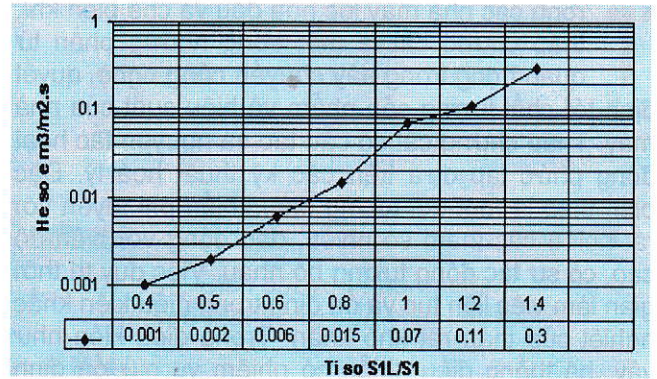
Hiện tượng ngập lụt không xảy ra khi f < 1,2. Tuy nhiên, "f" cũng không nên nhỏ hơn 0,7, vì khi đó S₁, S₂ quá lớn sẽ gây lãng phí đồng thời hơi bay lên quá chậm. S_{1L} được xác định theo phương trình [1]:

$$S_{1L} = \frac{Q_v}{K_1 \sqrt{\left(\frac{\rho_L - \rho_V}{\rho_V}\right)}} \quad (5)$$

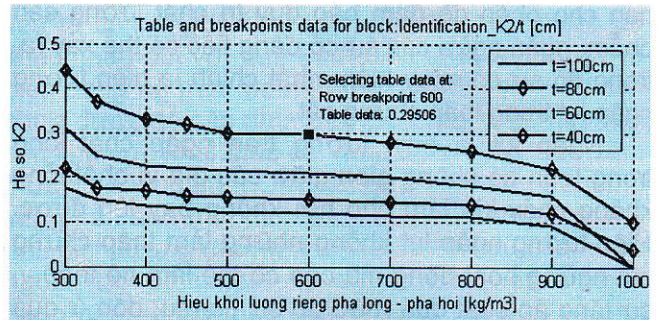
Trong đó K₁ phụ thuộc vào khoảng cách giữa các đĩa và sức căng bề mặt, được tra theo H.3.



H.3. Đồ thị xác định hệ số K₁ [1]



H.4. Đồ thị xác định hệ số e trong phương trình (11) [1]



H.5. Đồ thị xác định hệ số K₂ [1]

S_{2L} được xác định theo phương trình [1]:

$$S_{2L} = K_2(Q_L + eS_1) \quad (6)$$

Trong đó: e - Lưu lượng lỏng bị lôi cuốn từ 1m² mặt đĩa trong 1 phút, tính bằng m³, được tra theo đồ thị H.4. Hệ số K₂ được tra theo H.5, trong đó "t" là khoảng cách giữa các đĩa lọc.

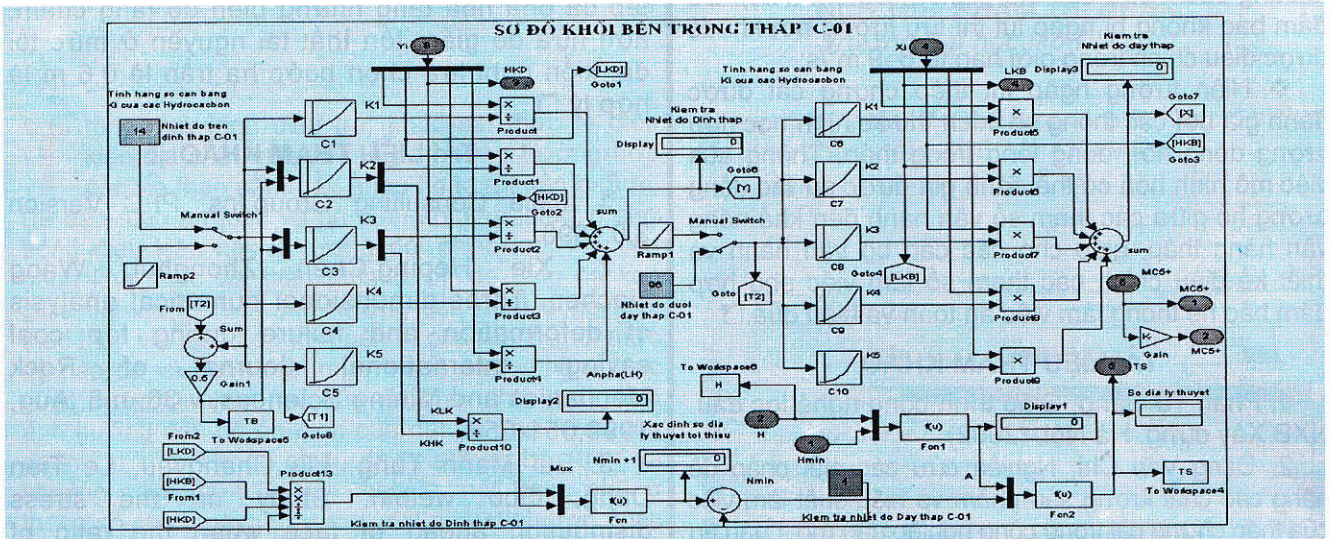
2.2. Mô hình hóa và đánh giá hiện tượng ngập lụt

Vai trò của mô hình hóa và mô phỏng giúp tiết kiệm được nhiều thời gian, chi phí và số lần thí nghiệm. Trong công nghiệp chưng cất, khi quá trình công nghệ không thể quan sát, khó có thể hiểu triệt để bản chất hoạt động của chúng thì mô hình hoá giúp chúng ta hiểu được bản chất trong đó. Hiện nay, phần mềm để mô hình hóa phổ biến được sử dụng là Proll, Hysys... Tuy nhiên, khi khảo sát các đặc tính động học thì chúng lại thiếu đi những công cụ mô

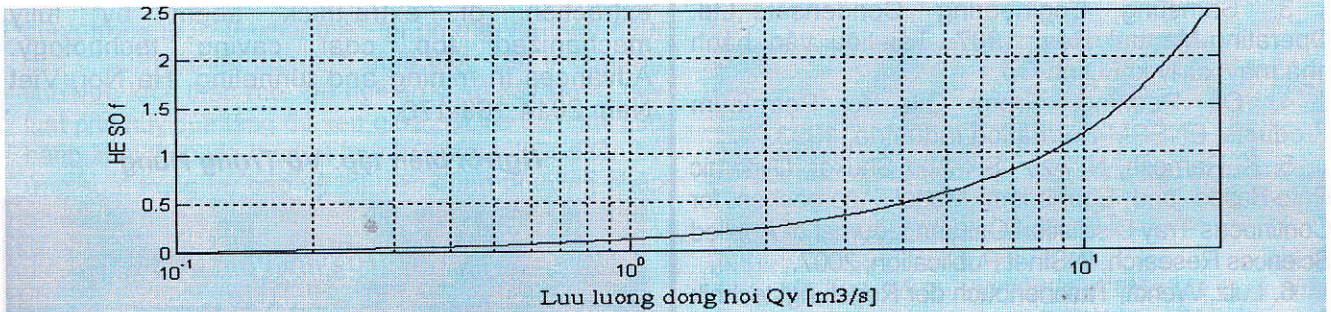
phòng nhận dạng, chẩn đoán quá trình như các bộ Fuzzy Logic hay Neuron Network. Vì lý do đó, tác giả đã chọn Simulink Matlab làm công cụ mô phỏng nhằm khắc phục được các hạn chế trên.

Các số liệu thực hiện mô phỏng và kiểm chứng mô hình được lấy từ số liệu vận hành tháp chưng cất Etan C01 [3], chế độ làm việc GPP nhà máy xử lý khí Dinh Cổ. Giao diện mô phỏng tháp thể hiện như trên H.6: K_j - Hằng số cân bằng pha của hydrocacbon; x_j - Nồng độ mol cấu tử "j" pha lỏng (%mol); y_j - Nồng độ mol cấu tử "j" pha hơi (%mol); L_i - Lưu lượng lỏng ở đĩa thứ "i" (m^3/s); V_i - Lưu

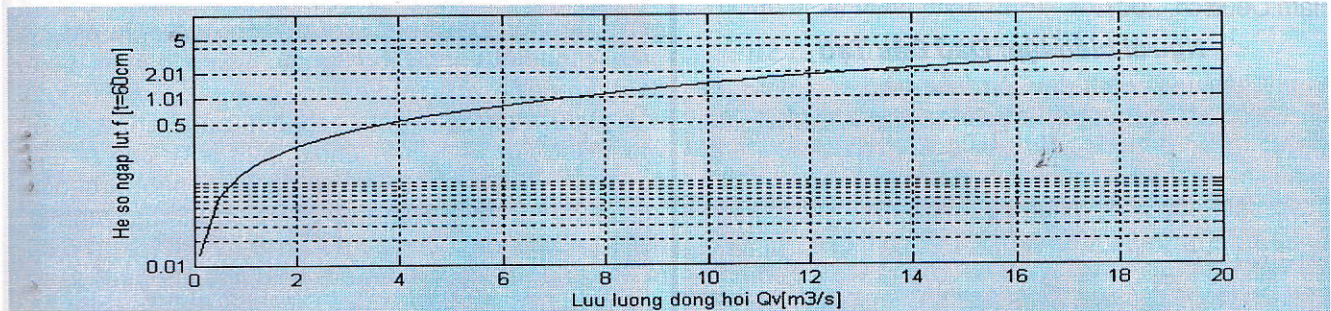
lượng hơi đĩa thứ "i" (m^3/s); M_i - Lượng chất lỏng trên đĩa thứ "i" (kmol); H_i - Entalpy của dòng hơi và tại đĩa thứ "i" (Kcal/kg); S_{1L} - Diện tích lý thuyết vùng chứa các chụp (m^2); S_1 - Diện tích thực vùng chứa các chụp (m^2); S_{2L} - Diện tích lý thuyết vùng ống chảy chuyen (m^2); S_2 - Diện tích thực của vùng ống chảy chuyen (m^2); Q_v - Lưu lượng hơi đỉnh thấp (m^3/s); Q_L - Lưu lượng dòng lỏng trong ống chảy chuyen (m^3/s); ρ_L, ρ_v - Khối lượng riêng dòng lỏng, dòng hơi (kg/m^3). Đặc tính khảo sát hiện tượng ngập lụt được mô tả như trên H.7, H.8. (kết quả chạy từ mô hình mô phỏng trên Matlab hình H.6).



H.6. Giao diện mô hình hóa bên trong tháp chưng cất C01 [2], [6]



H.7. Sự ảnh hưởng của dòng hơi đến khả năng ngập lụt tháp



H.8. Ảnh hưởng của dòng hơi đến khả năng ngập lụt-khi thay đổi khoảng cách đĩa

3. Kết luận

❖ Với các tham số vận hành thực tế hiện tại, hệ

số ngập lụt $f=0,8713$ nhỏ hơn rất nhiều so với 1,2 và cũng lớn hơn 0,7. Đảm bảo cho tháp vận hành

bình thường không bị ngập lụt, song nó cũng cho thấy S_1 và S_2 cũng không quá lớn;

❖ Khi thay đổi lưu lượng dòng hơi, hệ số ngập lụt thay đổi theo đặc tính như H.7. Khi đó giới hạn điều chỉnh cho phép khả năng không bị ngập lụt là $Q_{v(max)} < 10 \text{ m}^3/\text{s}$. Tuy nhiên, cũng không nên điều chỉnh $Q_v < 5 \text{ m}^3/\text{s}$, vì khi đó hệ số "f" tiệm cận giá trị 0,7 để đảm bảo tiêu chuẩn thiết kế đĩa cho tháp chưng cất là hệ số $S_1/S_1 \approx 1$;

❖ Khảo sát các thông số vận hành hiện tại, cần bổ sung thêm các đĩa lọc nhằm tăng khả năng phân tách và nâng cao độ tinh khiết của các chất. Khi đó khoảng cách giữa các đĩa giảm $T=60 \text{ cm}$ (H.8). Để đảm bảo không bị ngập lụt thì lưu lượng hơi khi đó được điều chỉnh trong giới hạn từ $6-9 \text{ m}^3/\text{s}$;

❖ Hiện tượng ngập lụt tháp chưng cất được đánh giá bởi các thông số, kích thước hình học, lưu lượng dòng hơi, dòng lỏng trong tháp. Thông qua việc mô hình hoá có thể đánh giá được sự tác động tương hỗ giữa các tham số vận hành đến khả năng vận hành tháp, giúp cho các cán bộ vận hành và thiết kế điều chỉnh các tham số làm việc phù hợp đảm bảo hệ thống làm việc an toàn và hiệu quả. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phan Tử Bằng, Giáo trình công nghệ lọc dầu. NXB Xây dựng, Hà Nội, (2002).
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 kỹ thuật, Trường Đại học Mở-Địa chất, 2012.
3. Samsung Engineering Condensate.,Ltd. Operating-Manual Rev; 1987. Tài liệu vận hành nhà máy xử lý khí Dinh Cố.
4. Oil Refining, From Oils to Petroleum Products, ENSPM-Formation Industrie, 1993.
5. K. Ramesh, N. Aziz, SR Abd Shukor, Dynamic Rate-Based and Equilibrium Model Approaches for Continuous Tray Distillation Column. Journal of Applied Sciences Research, INSInet Publication, 2007.
6. Lutz, Wendt, Taschenbuch der Regelungstechnik mit Matlab und Simulink. 7.ergaenzte Auflage. Verlag Harri Deutsch, 2007.

Người biên tập: Đào Đắc Tạo

SUMMARY

The paper presents the Simulink-Matlab application in modeling mathematical equations to survey the dynamic process in the petroleum distillation tower. Research results allow selecting the reasonable parameters, survey the working parameters affecting to the flooding phenomenon of distillation tower.

NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN...

(Tiếp theo trang 62)

Khi bước hạ trần là 0,6 m, và 1,2 m và 1,8 m tỷ lệ than thu hồi tương ứng là 93,21 %, 83,61 % và 80,07 %, tuy nhiên bước hạ trần tăng thì tỷ lệ lẫn đá phá hoả vào than giảm đi;

❖ Tỷ lệ than thu hồi và pha tạp đá phá hoả vào than thu hồi có mối quan hệ tuyến tính, khi bước hạ trần lớn thì tỷ lệ lẫn đá vào than thu hồi càng tăng, khi bước hạ trần là 0,6 m thì tỷ lệ pha tạp đá phá hoả tăng nhưng biên độ tăng chậm, hơn nữa để giảm tổn thất tài nguyên ở mức tối đa, kiến nghị lựa chọn bước hạ trần là 0,6 m là hợp lý. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Itaca Consulting Group.Ins. PFC Version 3.0.1996.
2. Xie Heping, Chen Zhonghui, Wang Jiachen. Three-dimensional numerical analysis of deformation and failure during top coal caving. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, v 36, n 5, Aug, 1999,651-658.
3. Bui Manh Tung, Liu Changyou, Le Tien Dung, Guo weibin. Study on the stress distribution ahead of face when the ratio of cutting height to caving height varies in the extraction of extra-thick seam by fully mechanized top coal caving technology. Advances in mining and tunneling, Ha Noi, Viet Nam 2014,169-176.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

SUMMARY

Longwall Top Coal Caving (LTCC) technology has been considered as an efficient method for the extraction of thick and extra-thick coal seams. The appropriate design of parameters for such technology is of great importance in order to improve the top coal recovery. The commercial software code PFC2.0 is capable to simulate the drawing of top coal under various face designs, which enables the engineer to estimate the effective caving span for LTCC method.