

Ngoài các hợp chất phi hydrocacbon nêu trên, trong dầu còn chứa một lượng nước nhất định. Nước chứa trong dầu thô vốn dĩ tồn tại ngay trong dầu thô từ trong quá trình hình thành dầu và bị nhiễm bẩn trong quá trình khai thác. Nước trong dầu thô thường tồn tại ở dưới dạng nhũ tương, và hoà tan các muối hữu cơ và vô cơ làm nhiễm bẩn dầu. Vì vậy, trước khi chế biến, dầu thô phải được tách muối và nước (vấn đề này sẽ được đề cập trong phần chưng cất dầu thô ở áp suất khí quyển).

c. Phân loại dầu thô

Có nhiều phương pháp để phân loại dầu thô như căn cứ vào thành phần hoá học, căn cứ vào tính chất vật lý.

Phân loại theo thành phần hoá học

Việc phân loại dầu mỏ theo thành phần hoá học cũng tùy thuộc vào các cơ quan nghiên cứu dầu thô đưa ra các tiêu chuẩn phân loại khác nhau (Viện dầu Hoa kỳ-API, Viện dầu mỏ Pháp- IFP, Viện dầu mỏ Nga,...). Tuy nhiên, điểm chung của phương pháp phân loại này là căn cứ vào thành phần hoá học của dầu thô là parafins, naphthenic, aromactic để chia ra các loại dầu khác nhau.

Phân loại theo bản chất vật lý

Phương pháp phân chia dầu thô theo bản chất vật lý là dựa trên tỷ trọng riêng của dầu thô, để chia dầu thành các dầu: nặng, dầu trung bình và dầu nhẹ. Thông thường dầu nhẹ có tỷ trọng <0,830, dầu trung bình có tỷ trọng trong khoảng 0,830 tới 0,884, dầu có tỷ trọng > 0,884 được coi là dầu nặng. Trong thực tế tính toán công nghệ cũng như giao dịch người ta thường sử dụng đơn vị đo độ $^{\circ}API$ (theo tiêu chuẩn của viện dầu mỏ Hoa kỳ) thay cho tỷ trọng. Quan hệ giữa tỷ trọng riêng và độ $^{\circ}API$ được biểu thị qua biểu thức dưới đây:

$$^{\circ}API = \frac{141,5}{d} - 131,5$$

Trong đó d là tỷ trọng riêng của dầu ở điều kiện tiêu chuẩn.

5.2.2. Nguyên lý

5.2.2.1. Đặt vấn đề

Dầu thô không phải là đơn chất, hay hỗn hợp của một vài hợp chất hoá học mà là hỗn hợp của hàng ngàn hỗn hợp hoá học, vì vậy, việc phân chia các hợp chất hoá học này hay một khoảng các hợp chất này (một phân đoạn) bằng phương pháp chưng cất là rất phức tạp. Nguyên lý của quá trình chưng cất cũng đã được đề cập ở giáo trình khác. Tuy nhiên, trong các giáo trình này mới chỉ đề cập đến nguyên lý chưng cất hai cấu tử là chính. Chính vì vậy, cần thiết phải đề cập nguyên lý chưng cất trong công nghiệp chế biến dầu do dầu thô và

phân đoạn có những đặc điểm riêng như gồm rất nhiều cấu tử, dễ cháy nổ. Do những đặc điểm riêng này mà cấu tạo của các tháp chưng cất cũng có nhiều điểm khác biệt so với các tháp chưng cất sử dụng trong các ngành công nghiệp khác.

5.2.2.2. Các khái niệm

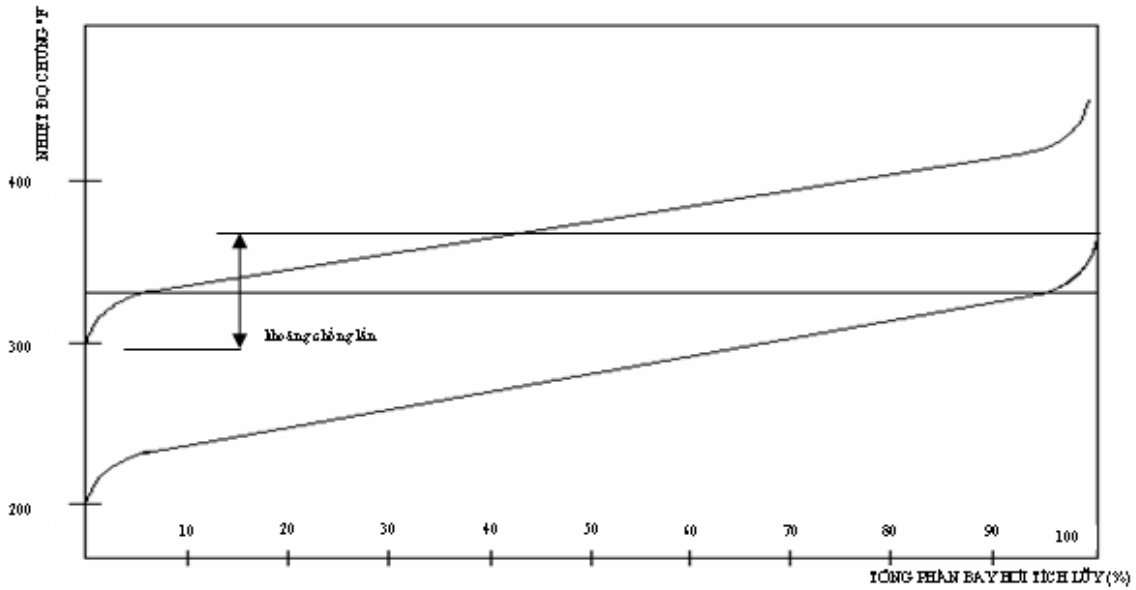
Để hiểu được nguyên lý quá trình chưng cất dầu mỏ và các sản phẩm dầu cần phải hiểu một số khái niệm được định nghĩa riêng trong công nghệ lọc hoá dầu. Đây cũng là các thông số công nghệ cơ bản cần được xác định trong quá trình thiết kế các thiết bị chưng cất.

a. Điểm cắt

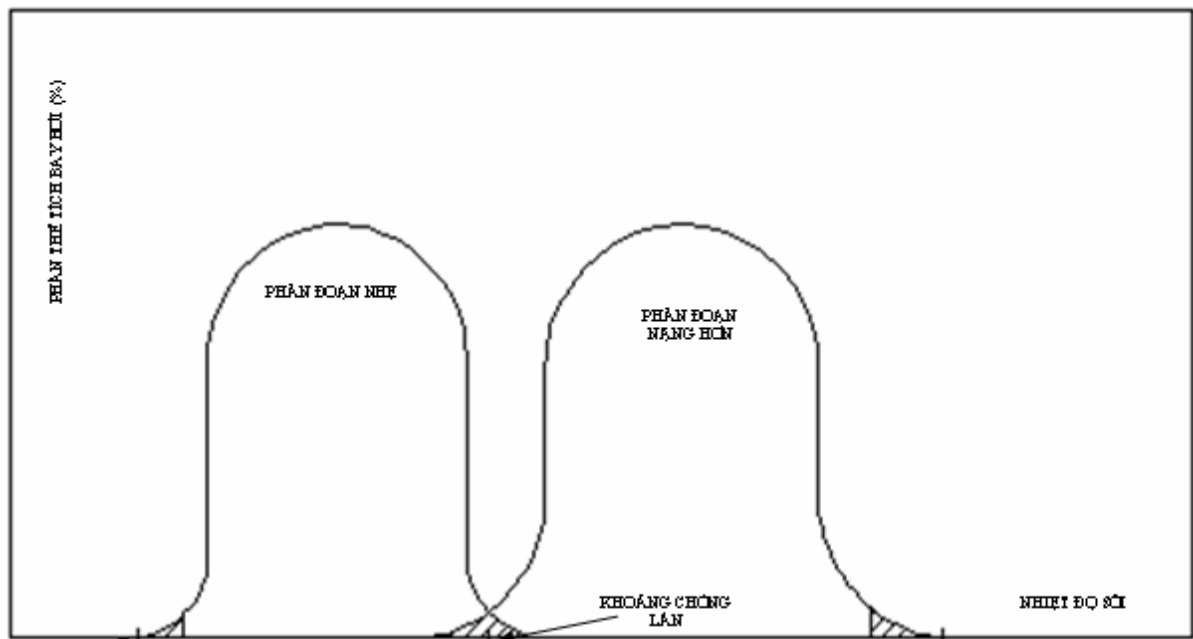
Đối với các nhà công nghệ và thiết kế thiết bị chưng cất thì điểm cắt là một trong những thông số công nghệ quan trọng. Các nhiệt độ mà tại đó các sản phẩm chưng cất được phân chia ra thành các phân đoạn khác nhau gọi là các điểm cắt. Với mỗi phân đoạn (hay còn gọi là khoảng cắt), giá trị nhiệt độ mà tại đó sản phẩm (phân đoạn) bắt đầu sôi gọi là *điểm sôi đầu (Initial Boiling Point-IBP)*. Nhiệt độ mà tại đó toàn bộ (100%) sản phẩm bay hơi gọi là *điểm sôi cuối (End Point-EP)*.

Vì vậy, mỗi một sản phẩm (phân đoạn hay khoảng cắt) có hai điểm cắt là điểm sôi đầu và điểm sôi cuối. Như vậy, với hai phân đoạn kế tiếp nhau tại điểm cắt của hai phân đoạn này, điểm sôi cuối của phân đoạn nhẹ hơn cũng chính là điểm sôi đầu của phân đoạn nặng hơn. Ví dụ với hai phân đoạn Naphtha và Kerosene, điểm sôi cuối của phân đoạn Naphtha cũng là điểm sôi đầu của phân đoạn Kerosene. Tuy nhiên, trong thực tế, hiệu quả quá trình phân tách không phải lúc nào cũng đạt đúng theo lý thuyết, vì vậy mà điểm sôi cuối của phân đoạn nhẹ hơn và điểm sôi đầu của phân đoạn nặng kế tiếp có thể không trùng nhau. Ví dụ như hình H-5.3

Khoảng chồng lấn giữa hai phân đoạn phản ánh hiệu quả của quá trình chưng cất. Đây là một thông số quan trọng mà các nhà thiết kế và chế tạo phải bảo đảm (guarantee) cho người sử dụng. Để minh họa rõ hơn về khoảng chồng lấn nhiệt độ sôi đầu và nhiệt độ sôi cuối giữa các phân đoạn chưng cất người ta xây dựng đường công biểu thị mối quan hệ giữa nhiệt độ sôi và phần thể tích phân đoạn bay hơi tại nhiệt đó (không phải tổng thể tích phần bay hơi tích lũy). Các đường công này với khoảng chồng lấn được minh họa ở hình H-5.4. Từ đồ thị minh họa này ta thấy rõ được khoảng chồng lấn nhiệt độ điểm sôi đầu và sôi cuối giữa các phân đoạn. Khoảng chồng lấn này cần được kiểm soát chặt chẽ trong thiết kế thiết bị chưng cất để đảm bảo chất lượng của các phân đoạn.



Hình H-5.3 Khoảng chống lán đường cong chưng cất hai phân đoạn kế tiếp nhau



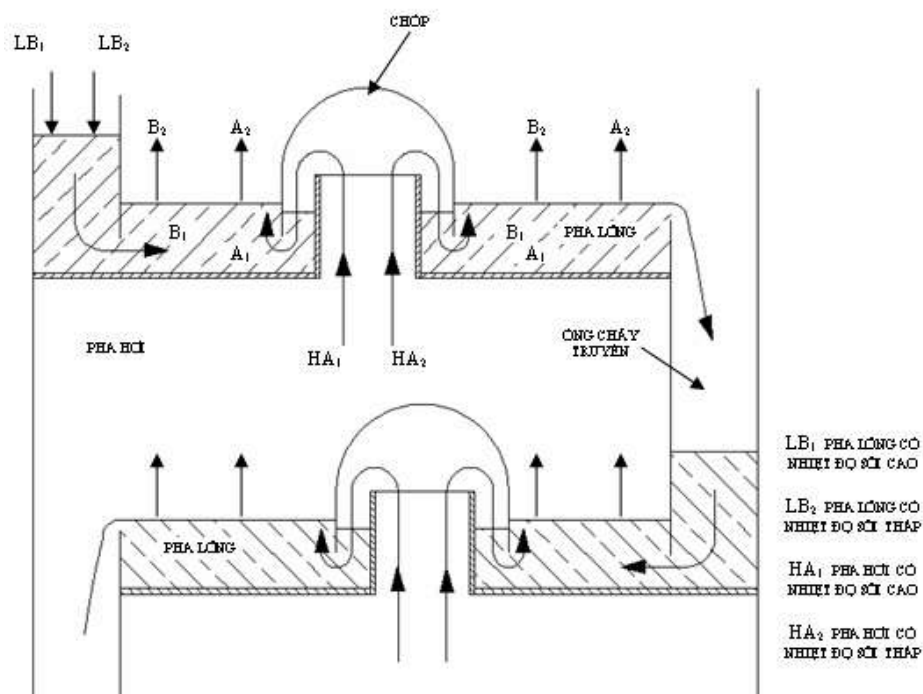
Hình H-5.4 Khoảng chống lán điểm sôi đầu và điểm sôi cuối hai phân đoạn kế tiếp nhau

b. Xác định điểm cắt

Xác định điểm cắt của các phân đoạn là việc làm hết sức quan trọng của nhà thiết kế. Điểm cắt có ảnh hưởng lớn tới hiệu suất thu hồi và chất lượng của các phân đoạn. Tùy theo tính chất của dầu, mục đích của nhà máy (các sản phẩm cần sản xuất, các loại sản phẩm cần ưu tiên, chất lượng sản phẩm yêu cầu) mà xác định điểm cắt các phân đoạn chưng cất cho phù hợp. Ví dụ, việc chọn điểm cắt giữa hai phân đoạn Naphtha nặng và Naphtha nhẹ, nếu chọn

nhiệt độ điểm cắt là 70°C cho phép thu hồi được nhiều phân đoạn Naphtha nặng hơn, do vậy cho phép tăng được số Octan của xăng toàn nhà máy (do Naphtha nặng là nguyên liệu cho quá trình reforming). Tuy nhiên, việc chọn nhiệt độ cắt thấp thì trong Naphtha nặng chứa nhiều tiền tố để tạo thành Benzene trong quá trình reforming. Nếu như Nhà máy có sản xuất BTX (Benzen, Toluene, Xylene) thì lựa chọn này là phù hợp, song nếu như mục đích của nhà máy chỉ sản xuất nhiên liệu là chính mà lại không được đầu tư phân xưởng đồng phân hóa Naphtha nhẹ (Isome hóa) thì hàm lượng benzene trong xăng thành phẩm thường cao. Trong trường hợp này, để giảm hàm lượng benzene trong xăng người ta thường tăng nhiệt độ điểm cắt giữa hai phân đoạn Naphtha nặng và Naphtha nhẹ lên không thấp hơn 80°C .

Ngoài những ảnh hưởng sâu xa tới các quá trình chế biến và chất lượng sản phẩm cuối cùng như ví dụ trên, việc thay đổi nhiệt độ điểm cắt ảnh hưởng trực tiếp ngay đến chất lượng của từng phân đoạn như tỷ trọng, nhiệt độ điểm đông đặc,... Chính vì vậy, xác định nhiệt độ điểm cắt là việc làm hết sức quan trọng trong quá trình thiết kế nhà máy lọc hóa dầu đi từ nguồn dầu thô. Việc xác định nhiệt độ điểm cắt phải được đánh giá một cách tổng thể về kinh tế kỹ thuật và môi trường.



Hình H-5.5 Nguyên lý phân tách các cấu tử có nhiệt độ sôi khác nhau

5.2.2.3. Nguyên lý quá trình chưng cất dầu

a. Nguyên lý

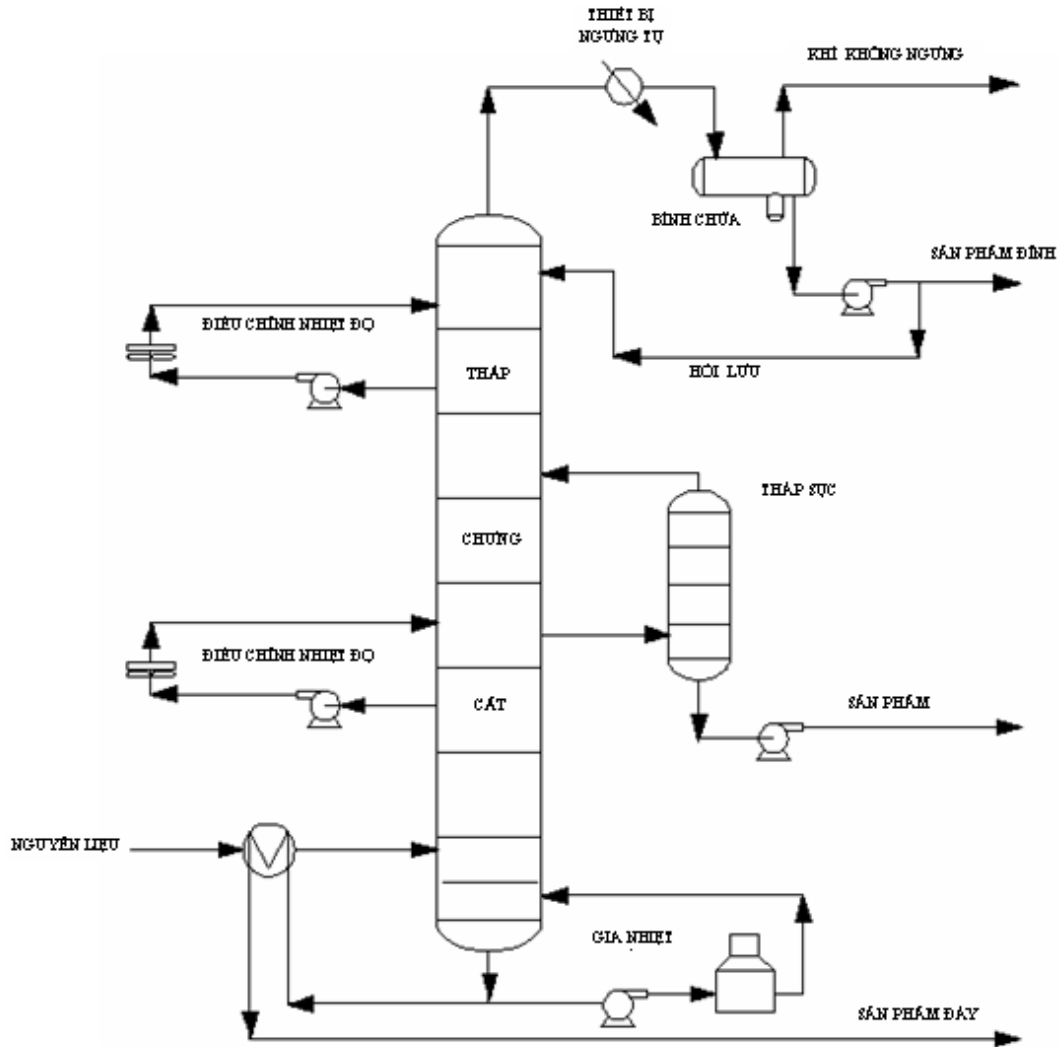
Nguyên lý chung

Phân tách các cấu tử trong dầu thô cũng dựa trên nguyên tắc sự khác nhau về nhiệt độ sôi của các cấu tử này trong cùng điều kiện. Tuy nhiên, có một điều may mắn là đa số các sản phẩm dầu khí cũng không phải là đơn chất mà là tập hợp của nhiều cấu tử có nhiệt độ sôi nằm trong khoảng nhất định (một phân đoạn), vì vậy, không phải phân tách hàng ngàn các cấu tử thành các sản phẩm riêng biệt (một điều không khả thi trong thực tế) mà chỉ cần tách dầu thô thành một số phân đoạn nhất định. Quá trình chưng cất tách các phân đoạn được thực hiện trong các tháp chưng cất. Quá trình phân tách được thực hiện ở các đĩa (tháp đĩa) hay ở bề mặt tiếp xúc (tháp đệm). Các cấu tử nặng có nhiệt chuyển pha (bay hơi hay ngưng tụ) cao hơn so với các cấu tử nhẹ có xu hướng dễ bị ngưng tụ hơn, khi ngưng tụ, các cấu tử này giải phóng ra một lượng nhiệt làm các cấu tử nhẹ hơn bay hơi. Quá trình cứ tiếp diễn như vậy làm cho các cấu tử nhẹ hơn sẽ tăng dần ở phía phần trên của tháp. Hình H-5.5 minh họa quá trình phân tách các cấu tử có nhiệt độ sôi khác nhau qua hiện tượng trao đổi nhiệt giữa các cấu tử trong tháp chưng cất.

Tuy nhiên, khác với quá trình chưng cất hỗn hợp hai cấu tử, quá trình chưng cất dầu mỏ và các sản phẩm trung gian bao gồm nhiều cấu tử và phân đoạn nên sản phẩm quá trình chưng cất sẽ được lấy ra không chỉ ở đỉnh và đáy tháp mà còn được lấy ra ở một số vị trí thích hợp. Vấn đề này sẽ được đề cập sâu hơn về nguyên lý và cấu tạo tháp chưng cất.

Sơ đồ nguyên lý chưng cất trong công nghiệp chế biến dầu khí

Trong công nghiệp chế biến dầu khí, quá trình chưng cất đều là quá trình liên tục. Thiết bị chưng cất là các tháp chưng cất (cột chưng cất). Sơ đồ nguyên lý hoạt động chung của các tháp chưng cất sử dụng trong công nghiệp chế biến đã được đơn giản hoá như minh họa trong hình H-5.6. Theo sơ đồ chưng cất này, sản phẩm thu được không chỉ là sản phẩm đỉnh và sản phẩm đáy như các quá trình chưng cất thông thường mà còn được lấy ra ở giữa thân tháp. Các sản phẩm lấy ra ở thân tháp ở các đĩa có cấu tạo đặc biệt. Để thu hồi được chất lượng sản phẩm phù hợp, hỗn hợp sau khi lấy ra ở thân được đưa vào một tháp sục phụ để tách phần hydrocacbon có khoảng nhiệt độ sôi nằm ngoài giới hạn sản phẩm định tách. Tùy theo tính chất nguyên liệu, ứng dụng cụ thể mà người ta thiết kế các đĩa thu hồi các sản phẩm ở giữa tháp.



Hình H-5.6 Nguyên lý chưng cất trong chế độ dầu khí

Quá trình hoạt động của tháp có thể tóm tắt như sau: Nguyên liệu trước khi đưa vào tháp được nâng tới nhiệt độ thích hợp nhờ hệ thống thiết bị trao đổi nhiệt và lò đốt. Tại đĩa tiếp liệu các cấu tử có nhiệt độ sôi thấp sẽ bay hơi và ngưng tụ ở các đĩa phía trên tháp. Phần các cấu tử nặng hơn, có nhiệt độ sôi cao hơn sẽ chảy xuống phần chưng của tháp (stripping section). Để phân tách các cấu tử nhẹ còn chứa trong phần nặng, ở đáy tháp thường lắp đặt một thiết bị gia nhiệt trực tiếp hay gián tiếp tùy thuộc vào ứng dụng cụ thể.

Để điều khiển nhiệt độ của tháp, dọc theo thân tháp người ta bố trí các bơm tuần hoàn để lấy pha lỏng từ trong tháp ra để làm nguội khi cần thiết, nhằm mục đích tách các phân đoạn nằm trong các khoảng nhiệt độ sôi phù hợp với điểm cắt thiết kế. Sản phẩm đỉnh sau khi ngưng tụ được hồi lưu một phần trở lại tháp nhằm điều chỉnh hoạt động của tháp phù hợp. Các sản phẩm lấy ra từ một tháp này có thể tiếp tục được đưa sang tháp khác phân tách tiếp thành các phân đoạn nhỏ hơn hoặc tách triệt để các tạp chất.

b. Một số nguyên tắc cơ bản trong chưng cất dầu mỏ

Việc thiết kế, vận hành thiết bị chưng cất sử dụng trong công nghiệp chế biến dầu khí mặc dù không còn là bản quyền nữa, tuy nhiên, vẫn còn là những công việc khó khăn. Một số nguyên tắc cơ bản cần được lưu ý trong thiết kế và vận hành thiết bị chưng cất được tóm tắt như sau:

- Áp suất ảnh hưởng tới nhiệt độ sôi của các cấu tử, áp suất càng cao nhiệt độ sôi của các cấu tử càng cao.
- Trong cùng điều kiện công nghệ như nhau, nếu áp suất thấp tăng lên thì các sản phẩm của quá trình chưng cất sẽ nhẹ hơn.
- Nếu nhiệt độ nguyên liệu vào quá thấp thì lượng cấu tử bay hơi ở đĩa tiếp liệu sẽ thấp và phần không bay hơi sẽ chảy xuống phân chưng của tháp.
- Nếu nhiệt độ đáy tháp quá thấp, sản phẩm đáy sẽ nhẹ và nhiều hơn.
- Nếu nhiệt độ đỉnh tháp quá cao thì sản phẩm đỉnh sẽ càng nặng hơn và do vậy lượng sản phẩm càng nhiều.
- Nhiệt độ để dầu nặng bay hơi cao hơn so với dầu nhẹ.
- Hơi do hệ thống gia nhiệt đáy đóng vai trò quan trọng trong việc sục các cấu tử nhẹ chứa trong pha lỏng ở các đĩa bay hơi. Giảm nhiệt độ gia nhiệt đáy sẽ làm giảm lượng hơi trong tháp và giảm nhiệt độ của tháp.
- Tăng nhiệt lượng thiết bị gia nhiệt đáy sẽ làm tăng lưu lượng hơi trong tháp và tăng nhiệt độ ở các đĩa chưng cất. Kết quả là các cấu tử trên các đĩa sẽ nặng hơn.
- Tăng lượng hồi lưu sẽ làm tăng lượng chất lỏng trong các đĩa. Kết quả là nhiệt độ đỉnh tháp sẽ giảm đi, sản phẩm đỉnh sẽ nhẹ hơn. Tuy nhiên, ảnh hưởng của dòng hồi lưu chậm hơn.

Trong các thiết kế tháp chưng cất sử dụng trong chế biến dầu khí hiện nay, để điều khiển nhiệt độ của các đĩa và do đó điều khiển được chất lượng sản phẩm chưng cất người ta lắp đặt thêm các hệ thống bơm tuần hoàn. Các bơm này lấy chất lỏng từ trong tháp ra ngoài để điều chỉnh nhiệt độ rồi đưa quay trở lại tháp. Trong một số thiết kế mới, phương pháp truyền thống dùng dòng hồi lưu để điều chỉnh nhiệt độ đỉnh tháp không còn được sử dụng trong vận hành bình thường mà thay vào đó là sử dụng phương pháp bơm tuần hoàn (đường hồi lưu chỉ được sử dụng trong giai đoạn khởi động thiết bị).