

1.2. THIẾT BỊ PHẢN ỨNG CRACKING XÚC TÁC CẶN TẦNG SÔI

1.2.1. Giới thiệu chung

Trong công nghệ hoá nói chung cũng như công nghệ chế biến dầu khí nói riêng đa số các phản ứng có sự tham gia của xúc tác thì mức độ tiếp xúc và luân chuyển sản phẩm khỏi các tâm phản ứng giữ một vai trò quan trọng quyết định chất lượng sản phẩm, hiệu suất phản ứng chính. Thiết bị xúc tác tầng sôi ra đời nhằm đáp ứng yêu cầu này. Điển hình thiết bị xúc tác tầng sôi là thiết bị phản ứng của phân xưởng Cracking xúc tác cặn (FCC, RFCC).

Phân xưởng Cracking xúc tác cặn có nghĩa quan trọng trong ngành công nghiệp lọc hoá dầu. Trong Nhà máy lọc hoá dầu, phân xưởng Cracking xúc tác cặn được xem như là trái tim của Nhà máy. Dầu thô sau khi được phân tách tại tháp chưng cất ở áp suất thường(CDU) và áp suất chân không(VDU) để thu hồi một số sản phẩm thì lượng cặn còn lại của quá trình chưng cất này chiếm tới khoảng 50% khối lượng dầu thô chế biến có giá trị kinh tế và có ứng dụng thấp. Nếu không chế biến tiếp số lượng cặn này thì sẽ không thể đem lại hiệu quả kinh tế cho Nhà máy và đặc biệt là không thể đáp ứng được nhu cầu của thị trường nhiên liệu của toàn cầu đồng thời làm gia tăng lượng khí thải nhà kính do hiệu suất sử dụng dầu thô thấp.

Phân xưởng Cracking xúc tác cặn có nhiệm vụ bẻ gãy các phân tử hydrocacbon mạch dài có giá trị thấp thành các hydrocacbon mạch ngắn hơn có giá trị kinh tế cao hơn (chủ yếu là các phân đoạn Xăng, Diesel và LPG). Ngoài ra, phân xưởng Cracking còn có ý nghĩa quan trọng là sản xuất nguồn olefine làm nguyên liệu cho công nghiệp hoá dầu (propylene,...) và các quá trình sản xuất cấu tử pha xăng có trị số Octan cao (Alkyl hoá, polyme hoá).

1.2.2. Quá trình công nghệ

1.2.2.1. Sơ đồ và quá trình công nghệ Cracking xúc tác cặn tầng sôi

a. Sơ đồ công nghệ

Phân xưởng Cracking xúc tác cặn tầng sôi về cơ bản bao gồm các hạng mục thiết bị chính:

- Thiết bị phản ứng xúc tác tầng sôi;
- Thiết bị tái sinh xúc tác;
- Tháp chưng cất;
- Bộ phận thu hồi và xử lý khí;
- Các thiết bị phụ trợ.

Sơ đồ công nghệ đã được đơn giản hoá của công nghệ Cracking xúc tác cận được thể hiện trên hình vẽ H-1.7. Đây là sơ đồ công nghệ điển hình được sử dụng rộng rãi hiện nay trong công nghiệp lọc hoá dầu. Quá trình luân chuyển các dòng công nghệ trong phân xưởng được mô tả ở các mục dưới đây.

Trong lò phản ứng

Nguyên liệu được nạp vào bình chứa nguyên liệu để tách một số cặn bẩn và ổn định dòng nguyên liệu trước khi đưa vào thiết bị phản ứng. Nguyên liệu từ bình chứa sẽ được bơm qua hàng loạt các thiết bị trao đổi nhiệt giữa nguyên liệu và các dòng sản phẩm nóng đi ra từ lò phản ứng, tháp chưng cất để nâng từ từ nhiệt độ của nguyên liệu tới giá trị thích hợp đồng thời làm lạnh các dòng sản phẩm tới giới hạn nhiệt độ tối ưu nhằm tận dụng nguồn nhiệt thừa giảm chi phí vận hành. Dòng nguyên liệu ban đầu này sau đó có thể được hoà trộn với các phân đoạn chưng cất nặng HCO (Heavy Cycle Oil), phân đoạn chưng cất nhẹ LCO (Light Cycle Oil) và dầu cặn (Decant Oil) thành dòng nguyên liệu hỗn hợp đưa vào thiết bị phản ứng. Tùy theo thiết kế, công nghệ cụ thể áp dụng mà nguyên liệu trước khi đưa vào thiết bị phản ứng sẽ được gia nhiệt tới nhiệt độ thích hợp tương ứng bằng lò gia nhiệt.

Hỗn hợp nguyên liệu sẽ được phun vào ống phản ứng (Riser) cùng với xúc tác ở nhiệt độ cao (xúc tác được đưa tuần hoàn từ thiết bị tái sinh xúc tác sang). Nhờ nhiệt độ cao của xúc tác nguyên liệu sẽ bay hơi khi tiếp xúc với xúc tác nóng và cùng chuyển động theo phương thẳng đứng. Các phản ứng cracking sẽ đồng thời xảy ra trong lòng ống phản ứng. Khi đến cuối ống phản ứng, xúc tác nhanh chóng được tách ra khỏi hydrocacbon nhờ cấu tạo đặc biệt của phần cuối ống phản ứng. Bộ phận này tạo ra sự chuyển hướng chuyển động đột ngột của dòng hỗn hợp xúc tác sản phẩm phản ứng, hoặc tạo ra mô men quay khác nhau giữa hydrocacbon và xúc tác. Một hệ thống các cyclone được bố trí ở vị trí thích hợp để tách xúc tác cuốn theo dòng sản phẩm phản ứng để tránh hiện tượng tái tiếp xúc khí hydrocacbon và xúc tác tạo ra các phản ứng không mong muốn.

Sau khi được tách khỏi xúc tác, sản phẩm phản ứng sẽ được đưa đến tháp chưng cất để phân tách ra các phân đoạn khác nhau thu hồi sản phẩm. Xúc tác sau phản ứng được tập trung về phía dưới của lò phản ứng rồi đưa qua vùng sục hơi để tách phần hơi hydrocacbon còn bám trên xúc tác. Vùng sục hơi này có cấu tạo đặc biệt, tùy theo từng công nghệ cụ thể (sẽ được đề cập ở mục cấu tạo thiết bị) nhằm tách triệt để hơi hydrocacbon trên xúc tác bằng cách tạo

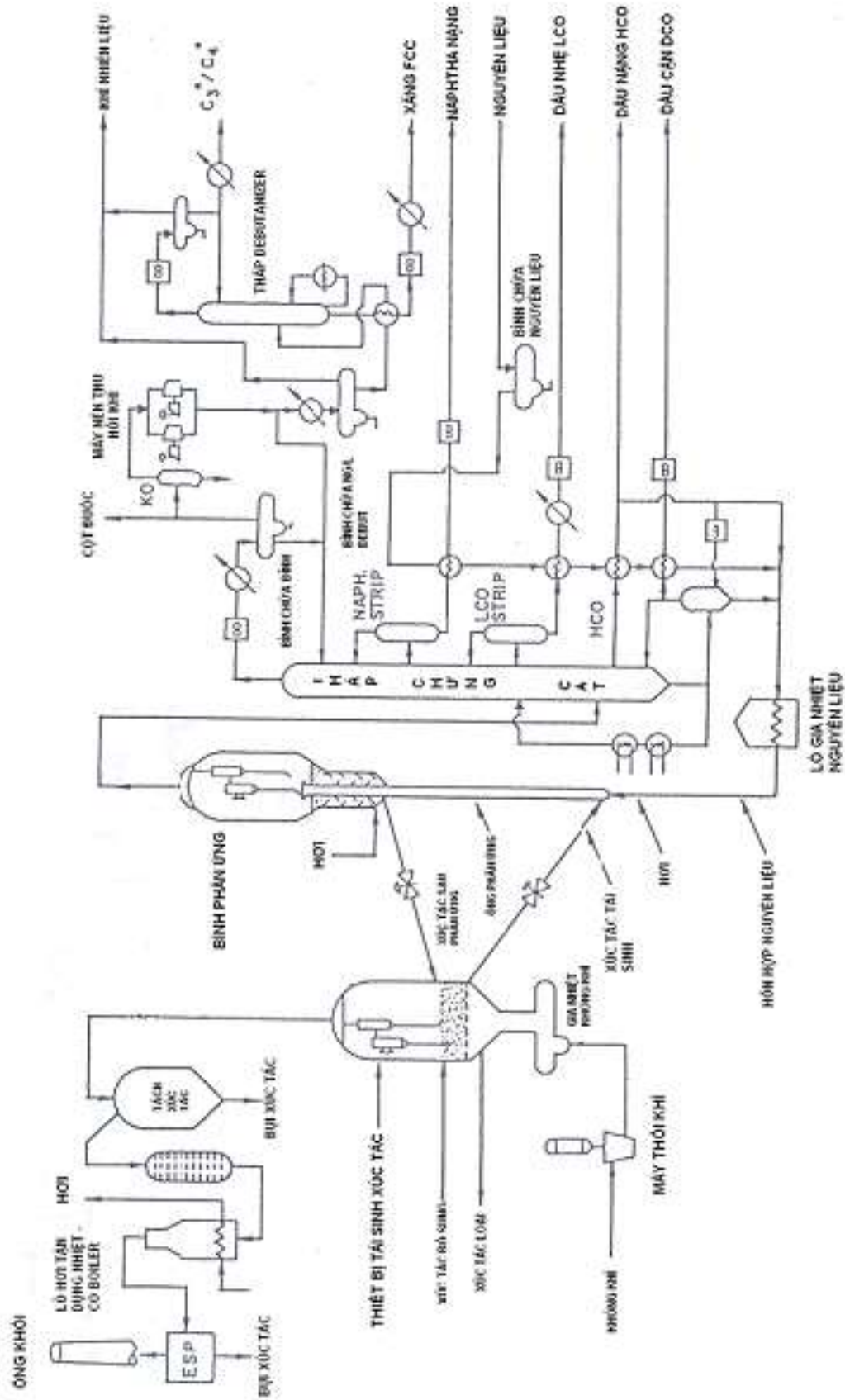
ra dòng chuyển động ngược chiều giữa xúc tác và hơi. Xúc tác sau khi được tách hơi hydrocarbon bám theo sẽ được đưa sang thiết bị tái sinh xúc tác.

Quá trình tái sinh xúc tác

Xúc tác sau khi đi qua vùng sục hơi được đưa sang thiết bị tái sinh xúc tác nhờ van chuyển xúc tác (Slide Valve). Van chuyển xúc tác hoạt động tự động dựa trên mức xúc tác trong lò phản ứng. Mục đích chính của quá trình tái sinh xúc tác là đốt coke bám trên bề mặt hạt xúc tác để khôi phục bề mặt hoạt tính của hạt xúc tác. Tùy thuộc vào hàm lượng cặn cacbon (CCR), hàm lượng các kim loại nặng (Ni, V,...) trong nguyên liệu và công nghệ cracking áp dụng mà thiết bị tái sinh xúc tác có thể chia làm tái sinh một bậc hoặc hai bậc.

Quá trình tái sinh xúc tác diễn ra như sau: Không khí được máy nén tới áp suất nhất định và phối trộn theo tỷ lệ cháy thích hợp với nhiên liệu rồi đưa vào đáy của thiết bị tái sinh (xem hình H-1.9). Để đạt được hiệu quả đốt coke cao và đồng đều, khí nén được đưa vào buồng đốt qua một hệ thống phân phối. Tùy theo bản quyền công nghệ áp dụng mà hệ thống phân phối này có cấu tạo khác nhau. Một trong dạng phân phối không khí trước khi vào buồng đốt được minh họa trong hình H-1.10.

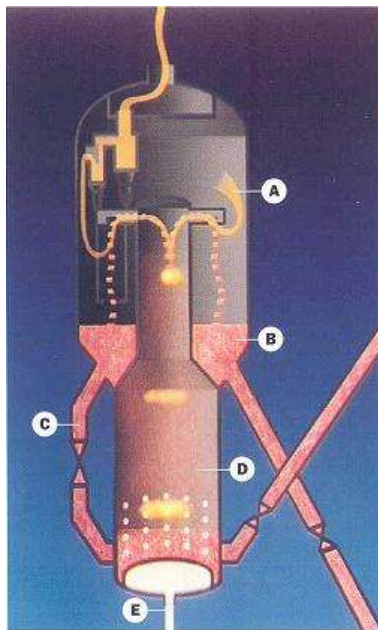
Không khí đưa vào ở tốc độ thích hợp để tạo thành lớp xúc tác giả lỏng nhằm tạo điều kiện hoà trộn không khí và xúc tác tốt để hiệu quả đốt coke bám trên bề mặt hạt xúc tác được tốt. Để tránh hiện tượng tuần hoàn xúc tác chưa được tái sinh sang lò phản ứng, vị trí cửa nạp xúc tác chưa tái sinh từ lò phản ứng sang thiết bị tái sinh và cửa lấy xúc tác tuần hoàn sang thiết bị phản ứng được bố trí đủ xa nhau.



Hình H1.7 Sơ đồ công nghệ quá trình cracking



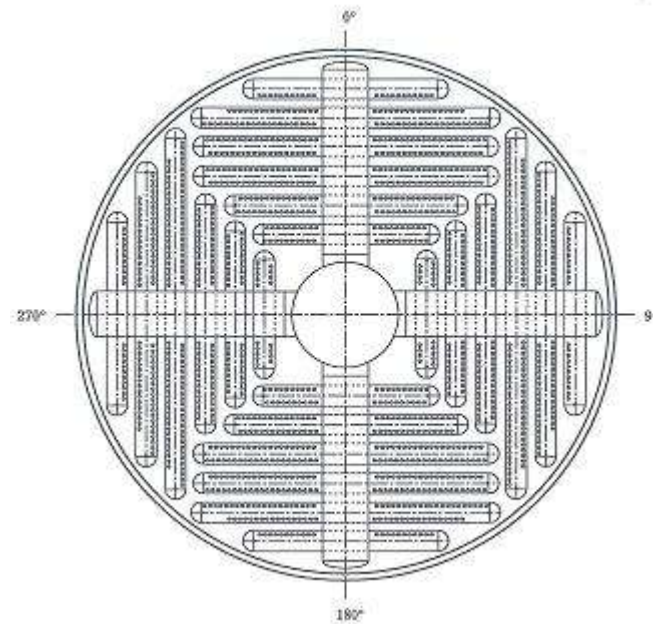
Hình 1.8 Hình ảnh tổng thể phân xưởng cracking xúc tác cận tầng sôi trong nhà máy lọc dầu



- A-Khí hỗn hợp
- B-Xúc tác
- C-Xúc tác nóng
- D-Buồng đốt
- E- Không khí

Hình H-1.9 Thiết bị tái sinh xúc tác

Tùy theo công nghệ áp dụng, mỗi Nhà sản xuất có những bí quyết riêng để khắc phục hiện tượng này. Thông thường, xúc tác chưa tái sinh và xúc tác đã tái sinh được phân chia bằng các ngăn khác nhau. Xúc tác sau khi tái sinh được chuyển tới ngăn chứa xúc tác đã tái sinh (xem hình H1.9). Xúc tác đã tái



Hình H-1.10 Bộ phận phân phối không khí trong thiết bị tái sinh

sinh được chuyển tới thiết bị phản ứng qua van chuyển xúc tác đặc biệt (Slide Valve), tại đây xúc tác tiếp xúc với nguyên liệu tại đầu vào của ống phản ứng và hoàn thành một chu kỳ tuần hoàn của xúc tác. Van vận chuyển xúc tác điều khiển tự động dựa trên nhiệt độ của lò phản ứng.

Để tăng hiệu quả của quá trình đốt coke và điều chỉnh nhiệt độ của xúc tác trước khí vào lò phản ứng, một phần xúc tác sau khi tái sinh được tuần hoàn qua buồng đốt tái sinh. Một số công nghệ áp dụng hệ thống làm nguội xúc tác bên ngoài (Catalyst Cooler) để điều chỉnh nhiệt độ của xúc tác sau tái sinh.

Mặc dù được tái sinh liên tục nhưng độ bền của xúc tác không phải là vĩnh cửu, vì vậy, hoạt tính của xúc tác sẽ bị giảm dần theo thời gian hoạt động, một phần khác bị hư hại cơ học (mài mòn, vỡ do va đập,...) do đó cần phải thường xuyên điều chỉnh chất, số lượng xúc tác trong hệ thống bằng cách bổ sung lượng xúc tác hao hụt và rút bớt lượng xúc tác đã lão hoá ra ngoài hệ thống.

Sản phẩm khí cháy của quá trình đốt coke đưa ra ngoài hệ thống tái sinh bao gồm hỗn hợp khí quá trình cháy (CO_2 , CO và H_2O) và một lượng xúc tác cuốn theo dòng khí cháy. Để giảm bớt lượng xúc tác bị hao hụt và bảo đảm tiêu chuẩn môi trường các thiết bị Xyclone sơ cấp và thứ cấp được lắp đặt ngay trong thiết bị tái sinh để tách các hạt xúc tác cuốn theo dòng khí cháy. Các hạt xúc tác được đưa trở lại khoang chứa xúc tác tái sinh còn khí thải được thu về khoang chứa trung gian (Plenum Chamber) trước khi đi tiếp sang thiết bị tách xúc tác bậc ba để tách tiếp các hạt xúc tác nhỏ ra khỏi dòng khí thải.

Dòng khí thải này có nhiệt cao và chứa khí có nhiệt trị cao (CO) có thể được tận dụng làm nhiên liệu cho nồi hơi tận dụng nhiệt (CO Boiler). Trong thiết bị tận dụng nhiệt này, khí CO trong dòng khí thải sẽ được đốt cháy hoàn toàn thành CO_2 để đáp ứng được tiêu chuẩn môi trường về hàm lượng CO trong khí thải. Lượng nhiệt của dòng khí thải và lượng nhiệt cháy của khí CO sẽ cung cấp nhiệt cho nồi hơi để sản xuất hơi cao áp phục vụ cho nhu cầu nội tại trong Nhà máy tiết kiệm chi phí vận hành nâng cao hiệu quả kinh tế.

Khí thải sau đó tiếp tục được đưa qua hệ thống xử lý để tách bụi cơ học (bằng bộ lọc tính điện) và các thiết bị xử lý khí SO_x (bằng thiết bị khử khí SO_x - DeSO_x), khí NO_x (bằng thiết bị khử khí NO_x - DeNO_x) nếu như hàm lượng các khí này trong dòng khí thải vượt quá chỉ tiêu cho phép của tiêu chuẩn môi trường về khí thải áp dụng tại nơi xây dựng phân xưởng.

Trong thiết bị chưng cất thu hồi sản phẩm

Sản phẩm sau phản ứng được đưa đến tháp chưng cất chính, tại đây các sản phẩm sau cracking được phân chia tách và lấy ra ở các vị trí riêng biệt của

tháp cất. Xăng cracking (Naphtha nhẹ) và các cấu tử nhẹ hơn được lấy ra ở đỉnh tháp và đưa sang bộ phận thu hồi và xử lý khí.

Tại đây hydrocacbon lại được phân chia tiếp thành các dòng khác nhau:

- Dòng khí nhẹ (C_2 -) được đưa tới hệ thống khí nhiên liệu nhà máy (phục vụ cho các lò gia nhiệt trong nội tại Nhà máy);
- Phân đoạn cắt C_3/C_4 chứa nhiều olefine (propylene và butene) có thể sẽ được đưa đến bộ phận thu hồi propylene, butene để làm nguyên liệu cho hoá dầu hoặc cho phân xưởng Alkyl hoá hoặc polime hóa;

Phân đoạn Naphtha nhẹ cùng với Naphtha nặng được sử dụng làm cấu tử pha xăng sau khi được xử lý, tỷ lệ xăng cracking chiếm trong xăng thương phẩm tương đối lớn (khoảng 50-60% thể tích).

Ngoài dòng khí nhẹ và phân đoạn Naphtha từ tháp chưng cất chính còn tách ra các dòng sản phẩm khác:

- Dòng Naphtha nặng (tùy vào thiết kế cụ thể dòng này cũng có thể được cất cùng với phân đoạn Naphtha nhẹ).
- Dòng dầu nhẹ LCO (Light Cycle Oil).
- Dòng dầu nặng HCO (Light Cycle Oil).
- Dòng dầu cặn được tách ra ở đáy tháp.

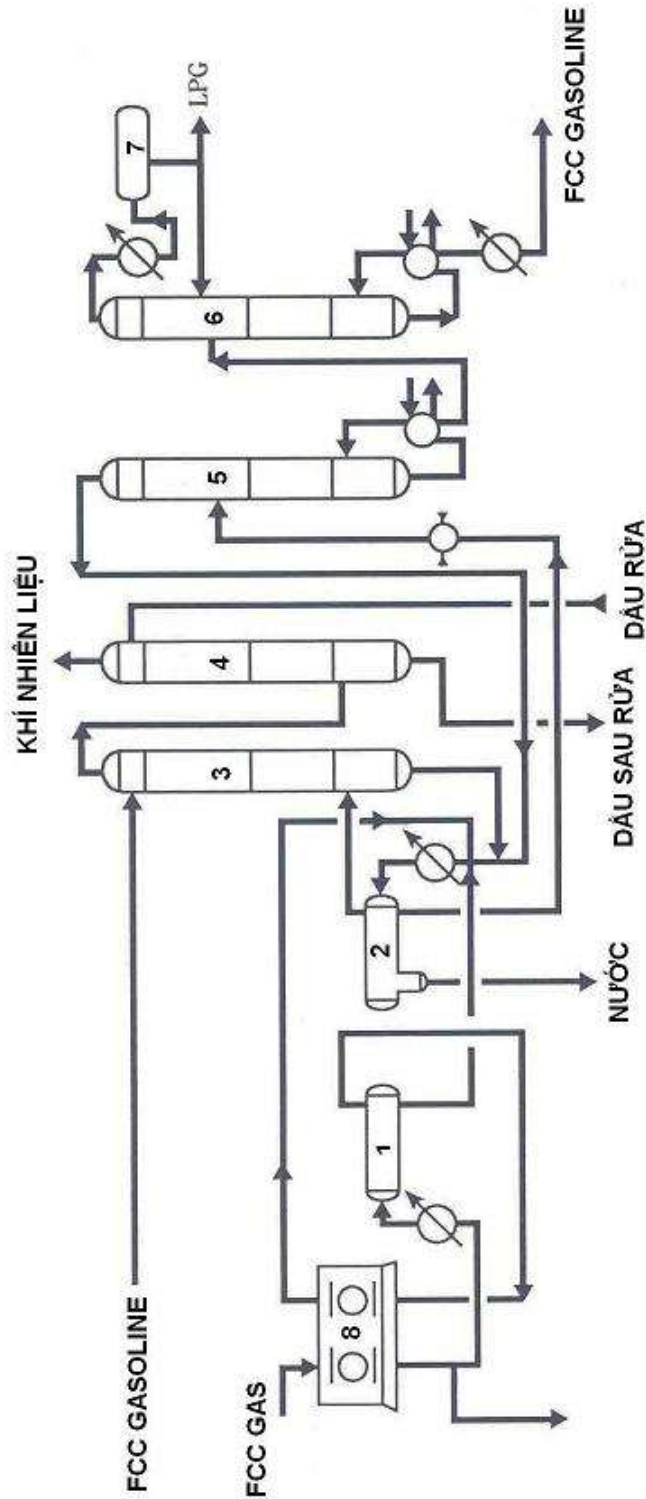
Tùy theo điều kiện hoạt động và công nghệ áp dụng, các dòng dầu này sẽ được đưa một phần quay lại lò phản ứng. Trong nhiều thiết kế, tháp chưng cất cũng chỉ tách dòng LCO mà không tách dòng dầu nặng HCO.

Trong cụm thu hồi và xử lý khí

Khí hydrocacbon còn chưa được ngưng tụ từ bình chứa sản phẩm đỉnh của tháp chưng cất chính được thu về máy nén (wet gas compressor) để hoá lỏng phần khí chưa ngưng tụ. Naphtha trong bình chứa sản phẩm đỉnh cũng được chuyển sang tháp phân tách sơ bộ (trong cụm thiết bị thu hồi xử lý khí). Trong cụm thiết bị này (xem sơ đồ công nghệ hình H-1.11) các dòng sản phẩm được tách ra:

- Xăng cracking đã ổn định được tách ra đem đi xử lý tiếp trước khi đem pha trộn xăng thương phẩm;
- Khí hoá lỏng được tách ra (C_3/C_4) rồi đưa đi xử tiếp để thu hồi LPG thành phẩm hoặc tách olefine làm nguyên liệu cho hoá dầu hoặc cho quá trình Alkyl hoá hoặc polime hóa;
- Dòng khí nhẹ (C_2 -) được đưa tới hệ thống thu gom khí nhiên liệu nhà máy (phục vụ cho các nhu cầu tiêu thụ khí nhiên liệu trong nội tại Nhà máy).

Trong một số phân xưởng cracking cụm xử lý khí bằng amine cũng được lắp đặt trong phân xưởng để giảm bớt hàm lượng khí H₂S trước khi đem xử lý tiếp bằng các phương pháp khác.



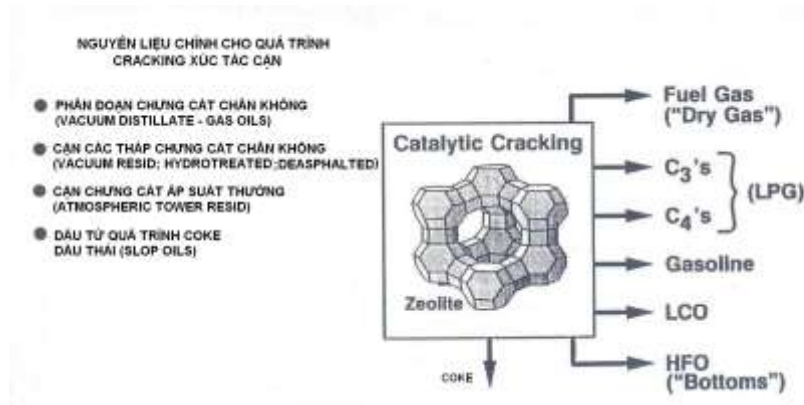
1. Bình chứa trung gian 2. Bình chứa cao áp 3. Tháp tách sơ bộ 4. Tháp hấp thụ
 5. Tháp sục 6. Tháp DEBUTANIZER 7. Bình chứa LPG 8. Máy nén

Hình h 1.11 Sơ đồ công nghệ cụm thiết bị thu hồi, xử lý khí

b. Quá trình công nghệ
Nguyên liệu và quá trình chuyển hóa

Nguyên liệu và sản phẩm của quá trình cracking xúc tác cần được tóm tắt ở hình vẽ minh họa dưới đây (Hình H-1-12). Nguyên liệu của quá trình cracking là cặn chưng cất ở áp suất thường, cặn chưng cất ở áp suất chân không, phân đoạn chưng cất trung bình (Distillate) của quá trình chưng cất chân không, coke hoá và các loại dầu thải trong Nhà máy lọc hóa dầu. Tuy nhiên, nguyên liệu chính của quá trình cracking là cặn chưng cất ở áp suất thường (công nghệ RFCC) và phân đoạn dầu chưng cất chân không (công nghệ FCC)

Sản phẩm thu được của quá trình cracking theo trình tự từ sản phẩm nhẹ tới sản phẩm nặng là: Khí nhiên liệu (C_2), khí hoá lỏng (LPG), xăng cracking (FCC Naphtha), dầu diesel cracking (LCO) và dầu cặn (Decant Oil). Các sản phẩm của quá trình cracking sau đó được đem đi xử lý, chế biến tiếp để thu các cấu tử pha trộn các sản phẩm cuối (LPG, xăng thương phẩm, dầu Diesel thương phẩm, dầu đốt lò,...) hoặc làm nguyên liệu cho các quá trình công nghệ khác (Alkyl hoá, polime hóa, thu hồi propylene,...).



Hình H-1.12 Sơ đồ tóm tắt nguyên liệu và sản phẩm quá trình cracking

Xúc tác

Cũng như các phản ứng khác cần có sự tham gia của xúc tác, xúc tác của quá trình cracking giúp làm tăng tốc độ của quá trình nhờ làm giảm năng lượng hoạt hóa của phản ứng. Trong khuôn khổ của giáo trình này không đi sâu vào phân tích tính chất, cấu trúc của xúc tác cracking mà chỉ nêu một cách khái quát những tính chất và yêu cầu đối với xúc tác cho quá trình cracking xúc tác tầng sôi.

Để tạo được lớp tầng sôi trong thiết bị phản ứng, thuận lợi cho phản ứng xảy ra, hạt xúc tác của quá trình cracking xúc tác tầng sôi có kích thước rất nhỏ (trung bình 60 μ). Mỗi hạt xúc tác cracking thông thường gồm các thành phần: xúc tác (Zeolit), chất mang và phụ gia.

Xúc tác cracking cần phải đạt được các yêu cầu cơ bản sau:

- Hoạt tính xúc tác cao;
- Độ chọn lọc cao;
- Tăng hiệu suất thu hồi xăng;
- Thu được xăng cracking có trị số Octan cao;
- Sản phẩm khí và coke tạo ra thấp;
- Có độ bền cơ, bền nhiệt cao;
- Ít nhạy cảm với các chất gây ngộ độc xúc tác;
- Dễ tái sinh và hiệu suất tái sinh cao

Các chất gây ngộ độc cho xúc tác cracking là các kim loại nặng: Vanadium (V); Nickel (Ni); sắt (Fe) và đồng (Cu). Các kim loại này làm giảm hoạt tính của xúc tác, chất lượng và hiệu suất thu hồi sản phẩm chính và phá hủy chất mang xúc tác trong quá trình tái sinh. Trong thực tế với mỗi công nghệ áp dụng, việc sử dụng loại xúc tác nào sẽ do Nhà bản quyền công nghệ quyết định (chỉ định nhà cung cấp).

Các phản ứng

Các phản ứng chính xảy ra trong quá trình cracking có thể tóm tắt như sau:

- Với Paraffines: dạng nguyên liệu này trong điều kiện có tham gia của xúc tác nhanh chóng bị bẻ gãy để tạo thành các sản phẩm hydrocacbon có mạch các bon C_3^+ là chủ yếu, còn lượng sản phẩm hydrocacbon có mạch các bon C_3^- tạo ra rất ít. Ngược lại, khi Paraffines mạch dài bị bẻ gãy thì sản phẩm tạo ra chủ yếu là các mạch Iso-paraffines trong khi đó lượng hydrocacbon có mạch các bon C_{10}^+ tạo ra lại rất ít. Phản ứng bẻ gãy Paraffines được mô tả đơn giản như dưới đây:



- Với Naphthens: dạng nguyên liệu này trong điều kiện có tham gia của xúc tác nhanh chóng bị bẻ gãy để tạo thành C_3/C_4 , phản ứng xảy ra tại mạch vòng của Naphthens hoặc tại mạch nhánh (chỉ với mạch nhánh từ C_4 trở lên). Phản ứng bẻ gãy Naphthens được mô tả đơn giản như dưới đây:



- Với Olefine: dạng nguyên liệu này về nguyên tắc chứa ít trong nguyên liệu cho quá trình cracking (chỉ có trong điều kiện nguyên liệu pha trộn từ một phần dầu thải có nguồn gốc từ sản phẩm cracking), Olefine chủ yếu tạo ra trong quá trình cracking và sau đó lại tiếp tục tham gia phản ứng thứ cấp. Phản ứng bẻ gãy Olefine được mô tả đơn giản như dưới đây:



- Với Aromatic: Chuỗi hydrocacbon thơm được bẻ gãy một cách chọn lọc để tạo thành các hydrocacbon thơm riêng biệt và olefine.



c. Tính chất và ứng dụng sản phẩm quá trình cracking

Sản phẩm thu được từ quá trình cracking bao gồm: sản phẩm khí (bao gồm LPG và khí nhiên liệu); xăng cracking; phân đoạn diesel (LCO) và dầu cặn. Tính chất cơ bản và hiệu suất thu hồi các sản phẩm quá trình cracking có thể tóm tắt như sau:

Sản phẩm khí

Khí thu được từ quá trình cracking chiếm khoảng từ 10-20% nguyên liệu đem chế biến (theo% khối lượng) tùy theo nguyên liệu và mục đích sử dụng các sản phẩm cracking. Trong đó khí nhiên liệu (C_2 , H_2 ,...) chiếm khoảng 4-6% nguyên liệu, LPG chiếm khoảng 14-16% nguyên liệu. Sản phẩm khí được tách thành khí nhiên liệu (C_2 , H_2 làm khí nhiên liệu sử dụng cho các lò đốt, lò gia nhiệt trong nhà máy) và khí hóa lỏng LPG (C_3 , C_4). Do quá trình cracking sản sinh nhiều tạp chất có hại ở dưới dạng khí như H_2S , NH_3 nên khí nhiên liệu và LPG cần được đem đi xử lý trước khi sử dụng. Với sản phẩm LPG có thể được bán trực tiếp như ra thị trường hoặc tiếp tục chế biến để tách thành phần Olefines (Propylene và Butene) làm nguyên liệu cho hóa dầu và quá trình Alkyl hóa, polime hóa.

Xăng cracking

Xăng cracking (hay còn được gọi với tên khác là FCC Naphtha) chiếm một tỷ lệ lớn trong cơ cấu sản phẩm cracking từ 35-55% khối lượng nguyên liệu cracking tùy theo chế độ công nghệ (tối đa diesel, tối đa xăng hay nguyên liệu cho hóa dầu). Thông thường với công nghệ và xúc tác hiện tại, Nhà máy lọc hóa dầu định hướng sản xuất nhiên liệu thì xăng cracking thu được từ quá trình cracking được xem là sản phẩm chính và chiếm khoảng 50-55% khối lượng nguyên liệu. Xăng cracking có đặc điểm là nhiệt độ sôi thấp, chứa nhiều olefine. Xăng cracking có trị số octan tương đối cao (87-92 RON), tuy nhiên, do những quy định về chất lượng xăng ngày càng cao nên xăng cracking không được đem bán ngay như là sản phẩm cuối cùng mà cần được pha trộn với nhiều cấu tử khác (reformate, isomate, naphtha nhẹ, C_4 ,...) để thu được xăng thương phẩm.

Do hàm lượng olefine và tạp chất có hại cho môi trường và động cơ (chủ yếu là lưu huỳnh) trong xăng cao, vì vậy để xăng thương phẩm sau pha trộn đạt tiêu chuẩn chất lượng thì xăng cracking vẫn phải đem đi xử lý trước khi pha

trộn. Thông thường xăng cracking được đem đi xử lý bằng hydro để tách tạp chất có hại và no hóa mạch olefine giúp xăng ổn định hơn và đáp ứng được yêu cầu về tổng lượng lưu huỳnh trong xăng (lượng lưu huỳnh trong xăng có xu hướng ngày càng giảm). Phương pháp xử lý xăng cracking bằng hydro có ưu điểm là giải quyết một cách triệt để các điểm yếu của sản phẩm này cũng như của xăng thương phẩm về hàm lượng olefine và tổng lượng lưu huỳnh trong xăng. Tuy nhiên, phương pháp này có nhược điểm là đầu tư thiết bị tương đối cao và trị số octan giảm chút ít sau khi xử lý. Vì vậy, trong điều kiện tiêu chuẩn về tổng hàm lượng lưu huỳnh trong xăng chưa quá ngặt nghèo, xăng cracking có thể xử lý bằng phương pháp ngọt hóa (xử lý kiềm hoặc merox) để giảm hàm lượng mercaptan trong xăng (chất gây hại cho động cơ và môi trường).

Phân đoạn Diesel nhẹ (LCO)

Hiệu suất và chất lượng thu hồi phân đoạn diesel nhẹ của quá trình cracking phụ thuộc nhiều vào tính chất nguyên liệu, xúc tác và chế độ vận hành của thiết bị phản ứng (tối đa diesel, tối đa xăng hay tối đa nguyên liệu cho hóa dầu,...). Phân đoạn sản phẩm này có độ ổn định ô-xy hóa, độ ổn định màu kém và chỉ số Cetan thấp (khoảng 25-35) vì vậy thường được sử dụng như là cấu tử pha trộn Diesel và dầu đốt lò. Để pha trộn Diesel cao cấp thì LCO thường phải được xử lý bằng hydro (phân xưởng LCO- Hydrotreating). Hiệu suất thu hồi LCO khoảng 15-35% khối lượng nguyên liệu ban đầu tùy theo tính chất nguyên liệu và chế độ vận hành lò phản ứng cracking.

Dầu nặng (Decant Oil)

Sản phẩm nặng cuối cùng thu được từ quá trình cracking là phân đoạn dầu nặng (Decant Oil). Dầu cracking nặng có tỷ trọng tương đối cao (0,89-1,05) tùy theo nguyên liệu và chế độ vận hành. Dầu cracking nặng được sử dụng để pha trộn dầu đốt lò thương phẩm (Fuel Oil). Chỉ tiêu chủ yếu cần đạt được là nhiệt độ đông đặc, tỷ trọng, hàm lượng lưu huỳnh và nhiệt trị. Hiệu suất thu hồi dầu cracking nặng khoảng 6-10% khối lượng nguyên liệu tùy theo chế độ vận hành của lò phản ứng.

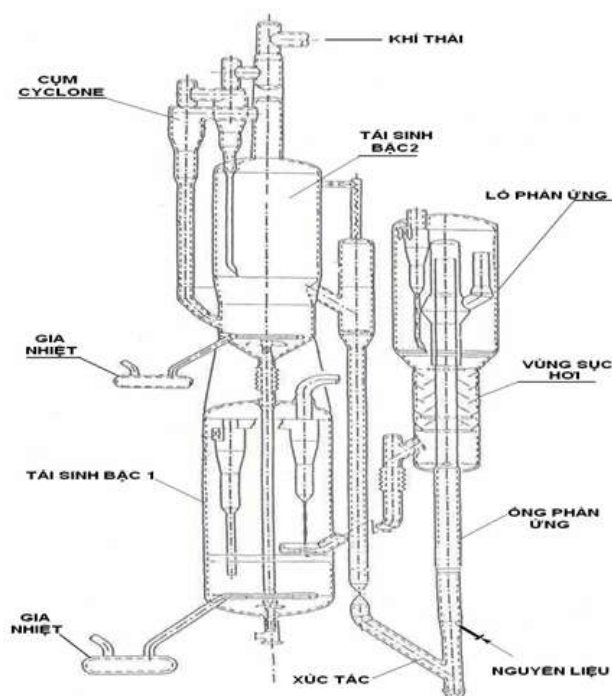
1.2.2.2. Các bản quyền công nghệ cracking xúc tác tầng sôi và kiểu thiết bị

Về nguyên tắc, công nghệ Cracking xúc tác sử dụng cả thiết bị phản ứng có xúc tác chuyển động hoặc thiết bị phản ứng xúc tác kiểu tầng sôi. Tuy nhiên, trong thực tế chỉ lò phản ứng kiểu tầng sôi được sử dụng rộng rãi. Tùy theo công nghệ (theo Nhà bản quyền) và nguyên liệu sử dụng mà thiết bị phản ứng và tái sinh xúc tác có cấu tạo khác nhau.

Các Nhà cung cấp bản quyền công nghệ cho công nghệ cracking xúc tác cận lớn hiện nay trên thế giới là các Công ty: Axens (tập đoàn IFP Pháp), UOP (Hoa kỳ), Kellogg Brown&Root (Hoa kỳ), ExxonMobil (Hoa kỳ), Stone & Webster (Hoa kỳ)... Có nhiều kiểu phân chia kiểu thiết bị cracking nhưng chủ yếu dựa trên sự bố trí tương đối giữa lò phản ứng và thiết bị tái sinh xúc tác.

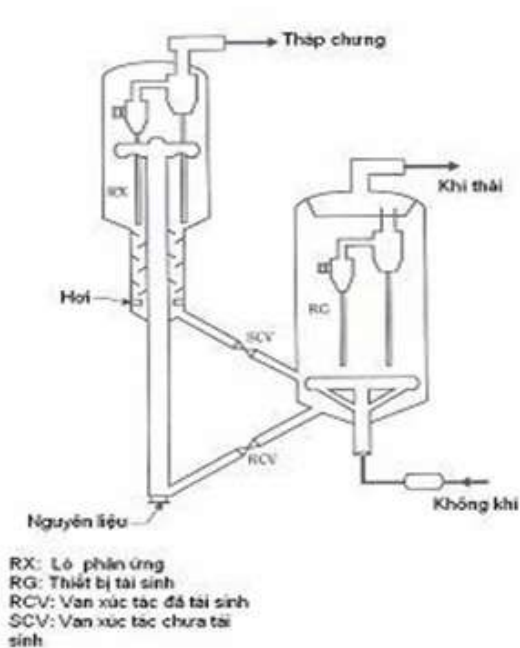
Theo định nghĩa phân chia này, có hai dạng thiết bị phản ứng cơ bản:

- Kiểu lò phản ứng và thiết bị tái sinh tách biệt bố trí song song nhau (side-by-side): Theo mô hình này, lò phản ứng và thiết bị tái sinh được bố trí riêng biệt đặt ở vị trí lân cận nhau (Xem hình H1-13A, H-1-13B và H1-13E).
- Kiểu lò phản ứng xếp chồng (stack hoặc Orthoflow): Theo mô hình này lò phản ứng được bố trí trên đỉnh của thiết bị tái sinh xúc tác (Xem hình H-1-13C và H-1-13D).

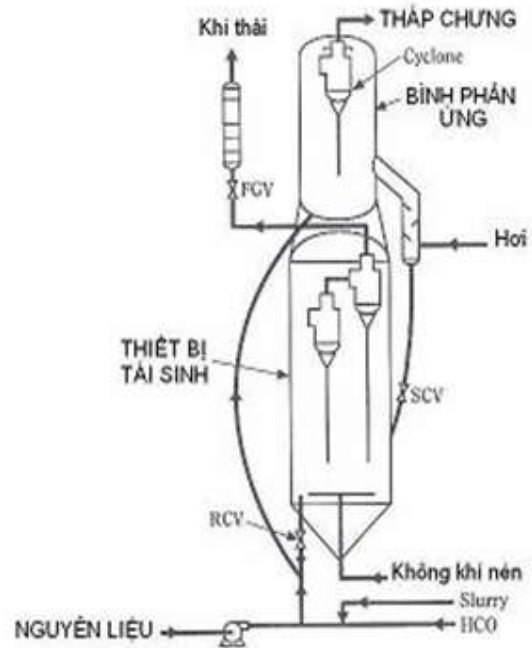


Hình H-1.13 A. Thiết bị phản ứng kiểu xếp chồng (Công nghệ Stone&Webster)

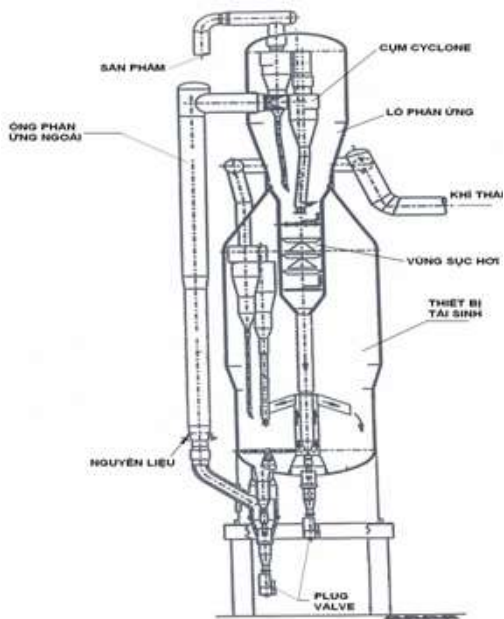
Kiểu thiết bị phản ứng cracking tầng sôi bố trí song song điển hình là các Nhà bản quyền Axens (Pháp) và UOP (Hoa kỳ). Kiểu thiết bị phản ứng dạng xếp chồng (stack hoặc Orthoflow): là các Nhà bản quyền Kellogg Brown & Root (Hoa kỳ), UOP (Hoa kỳ); ExxonMobil (Hoa kỳ), Stone & Webster (Hoa kỳ). Mỗi một công nghệ có bí quyết riêng để nâng cao hiệu quả quá trình cracking và tương ứng là một kiểu thiết kế thiết bị riêng biệt. Mỗi công nghệ và dạng thiết bị này có những ưu điểm riêng. Trong mỗi dạng thiết bị này lại được phân thành các nhóm khác nhau theo cấu tạo của ống phản ứng (Riser) và đặc biệt là theo dạng thiết bị tái sinh xúc tác.



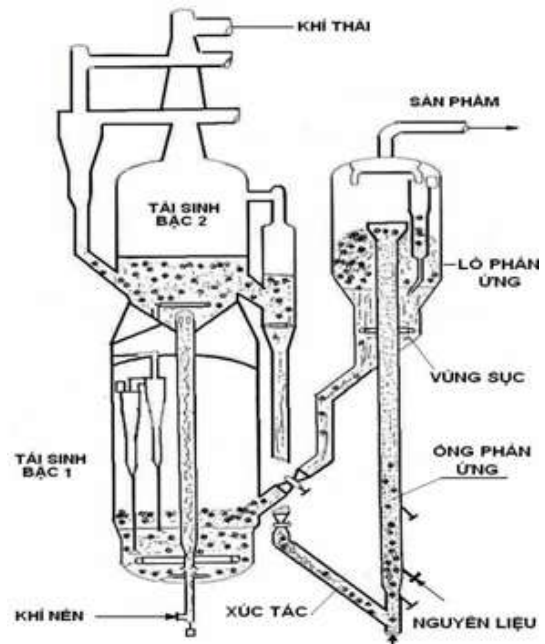
Hình H-1.13B Thiết bị phản ứng kiểu song song (Công nghệ UOP)



Hình H-1.13 C Thiết bị phản ứng kiểu xếp chồng (Công nghệ UOP)



Hình H-1-13D Thiết bị phản ứng kiểu xếp chồng (Công nghệ Kellogg)



Hình H-1.13E Thiết bị phản ứng kiểu song song (Công nghệ IFP/Axens)

Bộ phận tái sinh xúc tác tùy theo công nghệ áp dụng (và tùy thuộc vào nguyên liệu chế biến) mà được chia thành một số dạng: thiết bị tái sinh xúc tác một bậc và thiết bị tái sinh xúc tác hai bậc (xem hình H-1.14 và H-1.15), thiết bị tái sinh có làm nguội xúc tác (catalyst Cooler) và không có hệ thống làm nguội xúc tác.



Hình H-1.14 Thiết bị phản ứng với tái sinh xúc tác một bậc (công nghệ UOP)



Hình H-1.15-Thiết bị phản ứng với tái sinh xúc tác hai bậc (công nghệ UOP)

Đối với nguyên liệu chứa ít cặn các bon (CCR) và ít kim loại nặng (Vanadium, sắt, đồng và Niken) thì thông thường chỉ sử dụng thiết bị tái sinh xúc tác một bậc, ngược lại với nguyên liệu chế biến chứa nhiều cặn các bon và hàm lượng kim loại nặng lớn thì thường phải sử dụng thiết bị tái sinh xúc tác hai bậc nhằm mục đích tăng hiệu quả quá trình đốt coke và giảm lượng xúc tác tiêu hao.

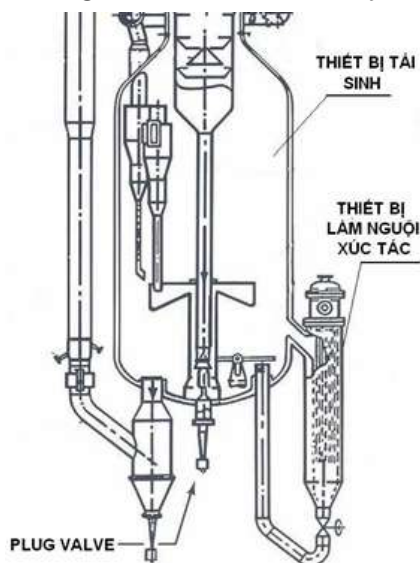
Một số công nghệ đưa vào hệ thống làm nguội xúc tác bên ngoài nhằm mục đích kiểm soát nhiệt độ quá trình tái sinh xúc tác tránh hiện tượng quá nhiệt làm hư hại xúc tác. Thiết bị làm nguội xúc tác ngoài còn có mục đích điều chỉnh nhiệt độ xúc tác đi vào thiết bị phản ứng ở giá trị tối ưu.

1.2.3. Cấu tạo thiết bị và nguyên lý hoạt động

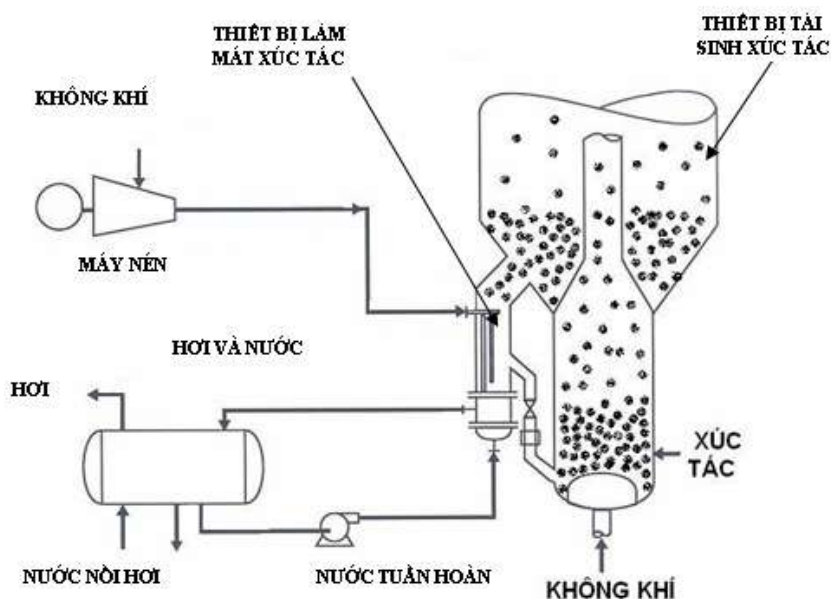
Như đã đề cập ở các mục trên, mặc dù có nhiều công nghệ khác nhau, tuy nhiên, quá trình Cracking xúc tác cặn về cơ bản bao gồm các bộ phận chính cấu thành phân xưởng như sau:

- Thiết bị phản ứng tầng sôi
- Thiết bị tái sinh xúc tác,
- Tháp chưng cất,
- Bộ phận thu hồi và xử lý khí,
- Các thiết bị phụ trợ (hệ thống tận dụng nhiệt, xử lý khí thải,...)

Cấu tạo chi tiết một số thiết bị, chi tiết quan trọng của quá trình cracking xúc tác cận được trình bày trong các mục dưới đây.



Hình H-1.17 thiết bị tái sinh xúc tác với hệ thống làm mát xúc tác (Kellogg)



Hình H-1.18-Sơ đồ thiết bị tái sinh xúc tác với hệ thống làm mát xúc tác (UOP)

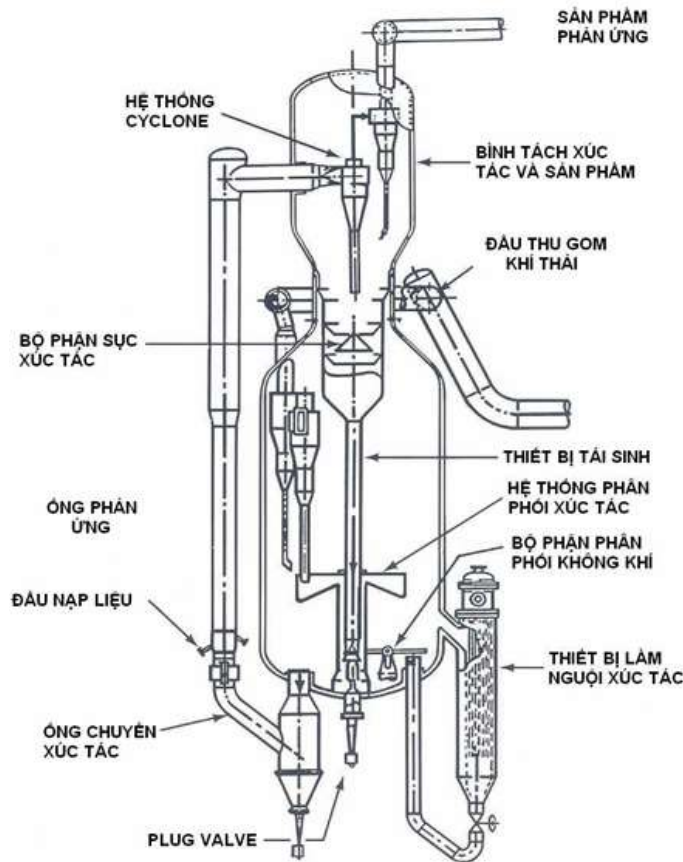
1.2.3.1. Thiết bị phản ứng

Như đã trình bày ở trên, hiện nay trên thế giới có nhiều Nhà cung cấp bản quyền công nghệ cho quá trình Cracking xúc tác cận tầng sôi (FCC hoặc RFCC), tương ứng với mỗi một Nhà bản quyền công nghệ này có một kiểu cấu tạo thiết bị khác nhau. Sơ đồ công nghệ và cấu tạo thiết bị của từng công nghệ này rất khác nhau ngay cả khi có cùng dạng bố trí thiết bị (song song hay xếp chồng).

Tuy nhiên về cơ bản, thiết bị phản ứng tầng sôi đều có điểm chung về cấu tạo bao gồm các bộ phận chính sau:

- Bình phản ứng (Reactor Vessel) hay còn gọi là Bình phân tách xúc tác và sản phẩm phản ứng (Disengager);
- Ống phản ứng (Riser);
- Bộ phận sục xúc tác (catalyst stripping Section);
- Các Cyclone tách xúc tác;
- Các thiết bị phụ (Van chuyển xúc tác, hệ thống nạp liệu,...)

Sơ đồ cấu tạo chung của một thiết bị phản ứng cracking xúc tác tầng sôi được mô tả chi tiết trong các hình vẽ H-1.19, H-1-21 và mô phỏng bằng hình ảnh trong hình vẽ H-1.20.

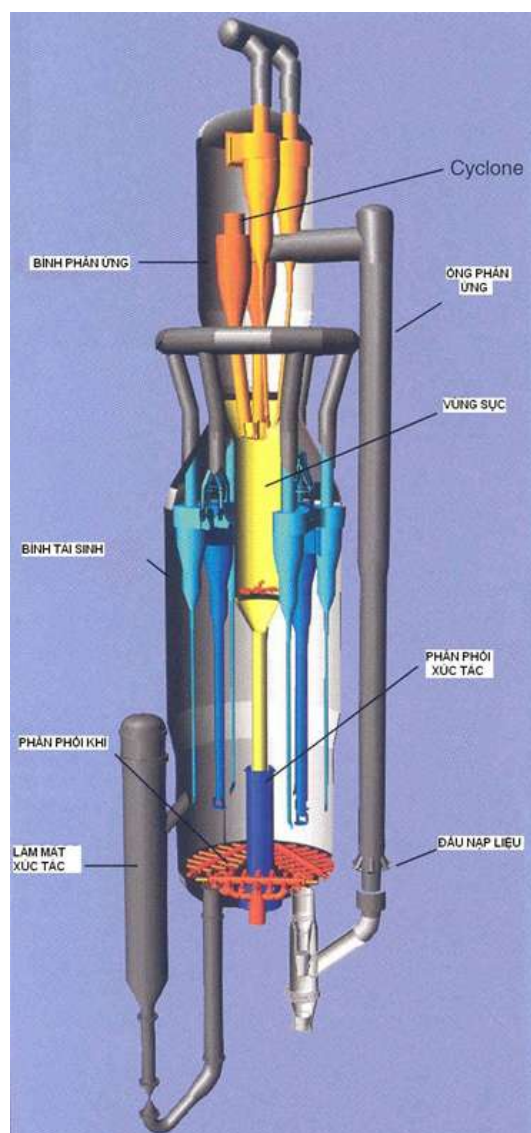


Hình H-1.19-Sơ đồ cấu tạo thiết bị phản ứng cracking xúc tác tầng sôi (kiểu xếp chồng)

a. Ống phản ứng (Riser)

Ống phản ứng có vai trò quan trọng trong thiết bị phản ứng cracking xúc tác tầng sôi, quyết định hiệu suất, chất lượng sản phẩm và một phần chi phí vận hành của quá trình cracking. Toàn bộ các phản ứng cracking xảy ra trong giai đoạn nguyên liệu và xúc tác tiếp xúc với nhau trong ống phản ứng. Ống phản ứng là ống hình trụ nằm theo phương thẳng đứng, phía dưới có bộ phận để đẩy xúc lên theo và trộn xúc tác chuyển động theo phương thẳng đứng dọc ống. Do lực đẩy của 'khí nâng' và nguyên liệu, một lớp giả lỏng giữa xúc

tác và nguyên liệu (tầng sôi) sẽ dần hình thành trong ống. Ngay sau phần gia tốc cho xúc tác ở đầu ống, người ta bố trí các đầu nạp nguyên liệu ở vị trí thích hợp để thuận lợi cho phản ứng xảy ra. Các đầu nạp nguyên liệu có cấu tạo và vị trí đặt thích hợp để đảm bảo nguyên liệu trước khi vào ống phản ứng đã được trộn sơ bộ và khi vào ống phản ứng pha trộn tốt với pha xúc tác hình thành lớp tầng sôi. Phần cuối của ống phản ứng có gắn bộ phận đặc biệt để nhanh chóng tách sản phẩm phản ứng ra khỏi xúc tác nhằm ngăn chặn hiện tượng tái tiếp xúc giữa xúc tác và sản phẩm phản ứng tạo ra các phản ứng phụ không mong muốn làm giảm hiệu suất thu hồi sản phẩm và chất lượng sản phẩm.



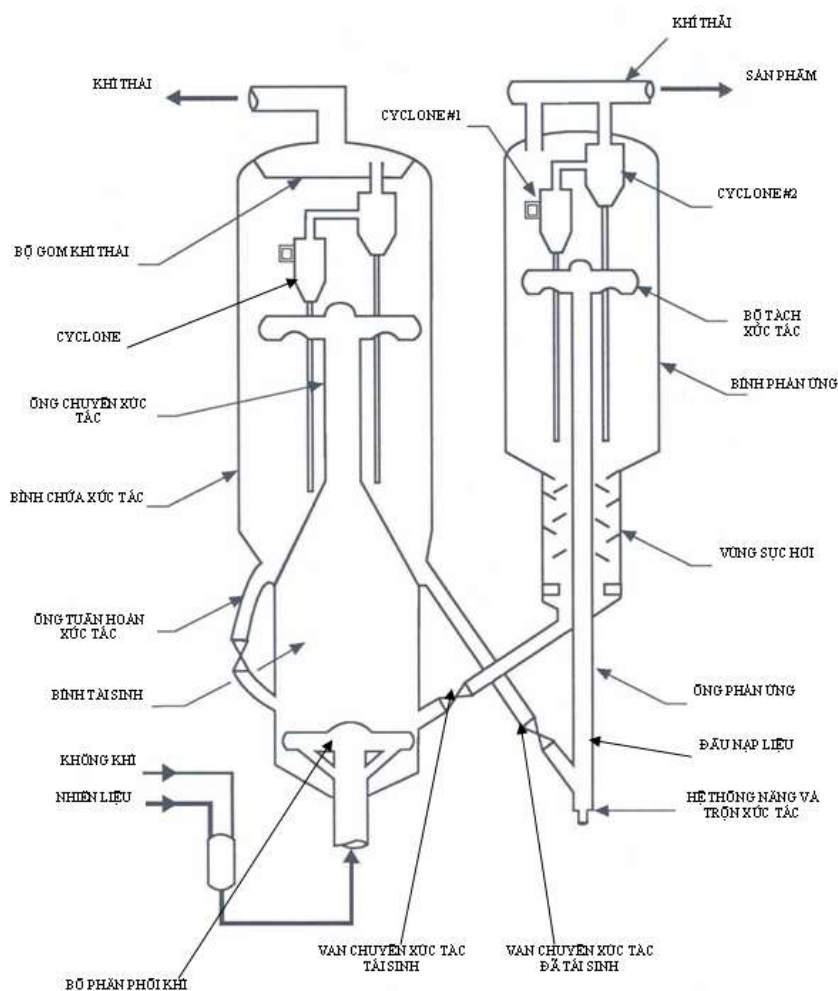
Hình H-1.20-Hình ảnh mô phỏng cấu tạo thiết bị phản ứng cracking xúc tác tầng sôi (kiểu xếp chồng)

Xúc tác đã tái sinh có nhiệt độ cao chuyển từ thiết bị tái sinh qua van vận chuyển xúc tác đặc biệt (Slide Valve) vào đầu ống phản ứng. Tại đây xúc tác

được trộn đều và đẩy lên theo phương thẳng đứng nhờ hơi và "khí nâng" (xem hình H-1.22 và H-1.23). Vùng này có chức năng gia tốc cho các hạt xúc tác chuyển động đạt vận tốc ban đầu thích hợp để sau đó hoà trộn với nguyên liệu được tốt đủ tốc độ để hình thành lớp giả lỏng trong ống phản ứng. Tốc độ chuyển động của hỗn hợp phản ứng và chiều dài của ống phản ứng được Nhà bản quyền thiết kế ở giá trị tối ưu nhằm đạt hiệu suất thu hồi và chất lượng sản phẩm cao nhất theo mục đích tối ưu đặt ra.

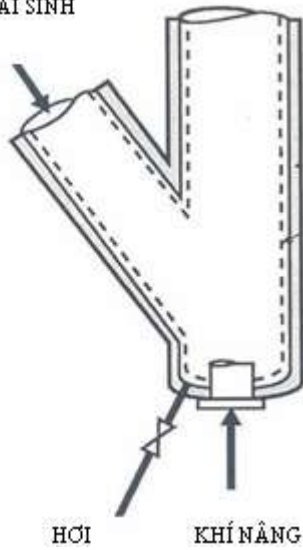
Tùy theo công nghệ áp dụng mà ống phản ứng có vị trí và cấu tạo khác nhau tuy chúng có cùng nguyên tắc hoạt động giống nhau.

Cấu tạo của một trong những dạng ống phản ứng sử dụng hiện nay được trình bày trong hình vẽ H-1.22, cấu tạo nguyên lý hoạt động hình thành lớp tầng sôi được mô phỏng trong hình vẽ H-1.23 và H-1.24



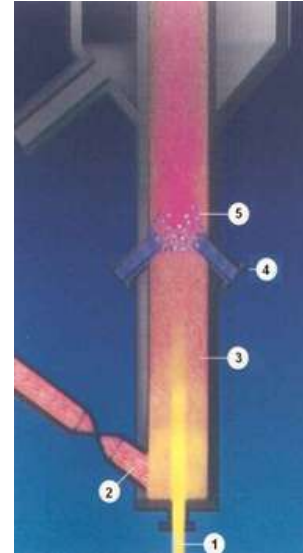
Hình H-1.21-Sơ đồ cấu tạo thiết bị phản ứng cracking xúc tác cận tầng sôi (kiểu bố trí song song)

XÚC TÁC TÁI SINH

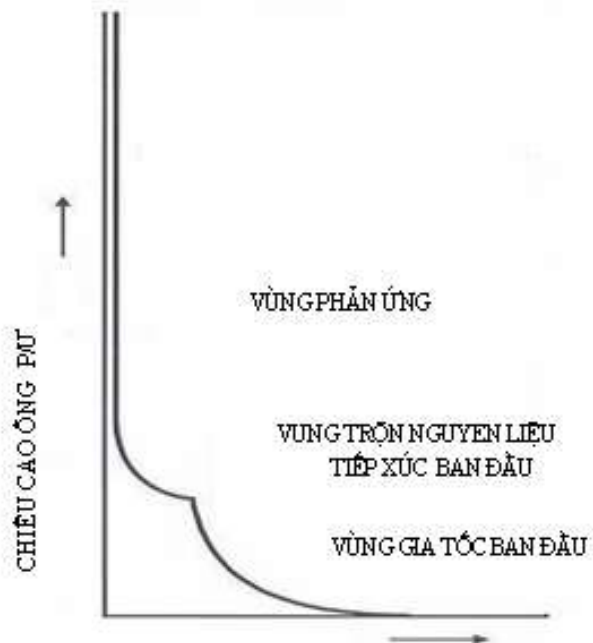
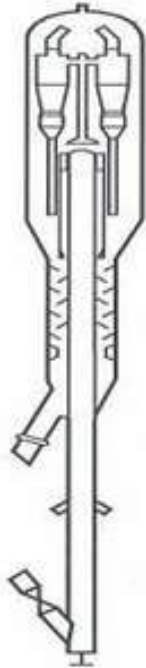


Hình H-1.22. Bộ phận trộn sơ bộ và phân tán xúc tác

1. Khí (hoặc nguyên liệu) nâng.
2. Xúc tác tái sinh
3. Vùng tạo gia tốc ban đầu
4. Đầu nạp liệu
5. Vùng trộn nguyên liệu xúc tác



Hình H-1.23 Vùng trộn sơ bộ và nạp nguyên liệu



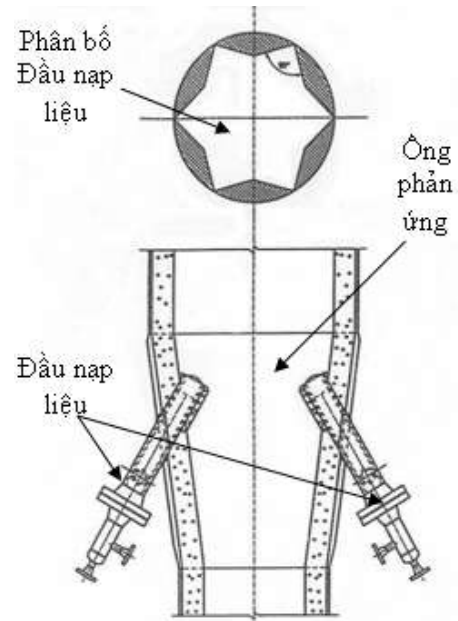
Hình H-1.24 Quá trình hình thành lớp giả lỏng và các vùng trong ống phản ứng

Hiệu suất của quá trình cracking phụ thuộc nhiều vào khả năng tiếp xúc giữa nguyên liệu và pha xúc tác. Quá trình hình thành lớp giả lỏng và phân vùng hoạt động của ống phản ứng được minh họa trong hình vẽ H-1-24. Nếu nguyên liệu và xúc tác tiếp xúc với nhau tốt thì hiệu suất thu hồi sản phẩm cao và giảm lượng coke tạo thành trên bề mặt xúc tác. Chính vì vậy mà việc bố trí vị trí đầu phun nguyên liệu và cấu tạo đầu phun được các Nhà bản quyền quan tâm và liên tục cải tiến. Việc tiếp xúc tốt nhất giữa nguyên liệu và xúc tác đạt được khi xúc tác và nguyên liệu hình thành lớp giả lỏng (tầng sôi).



1. Nguyên liệu) nâng; 2. Hơi
3. Xúc tác 4. Ống phản ứng

Hình h-1.25 Cấu tạo đầu nạp nguyên liệu



Hình h-1.26 Cấu tạo và vị trí lắp đầu nạp liệu

Khả năng trộn giữa xúc tác và nguyên liệu còn phụ thuộc vào phương thức và độ phân tán của nguyên liệu khi đưa vào ống phản ứng. Chính vì vậy, người ta phải thiết kế đầu nạp nguyên liệu vào lò phản ứng có cấu tạo đặc biệt để trộn đều giữa nguyên liệu và hơi trước khi đưa vào ống phản ứng (xem hình H-1.25) đồng thời nguyên liệu phải được phân bố vào dòng xúc tác dưới dạng các hạt nhỏ. Để hiệu quả quá trình pha trộn được cao, các đầu nạp nguyên liệu phải được bố trí thích hợp, một trong kiểu sơ đồ bố trí đầu phun nguyên liệu được trình bày ở hình H-1.26. Cấu tạo và bố trí các đầu nạp liệu của thiết bị cracking đưa ra trong tài liệu này chỉ là các ví dụ điển hình, trong thực tế các Nhà bản quyền công nghệ có thiết kế riêng và phát triển liên tục theo thời gian.

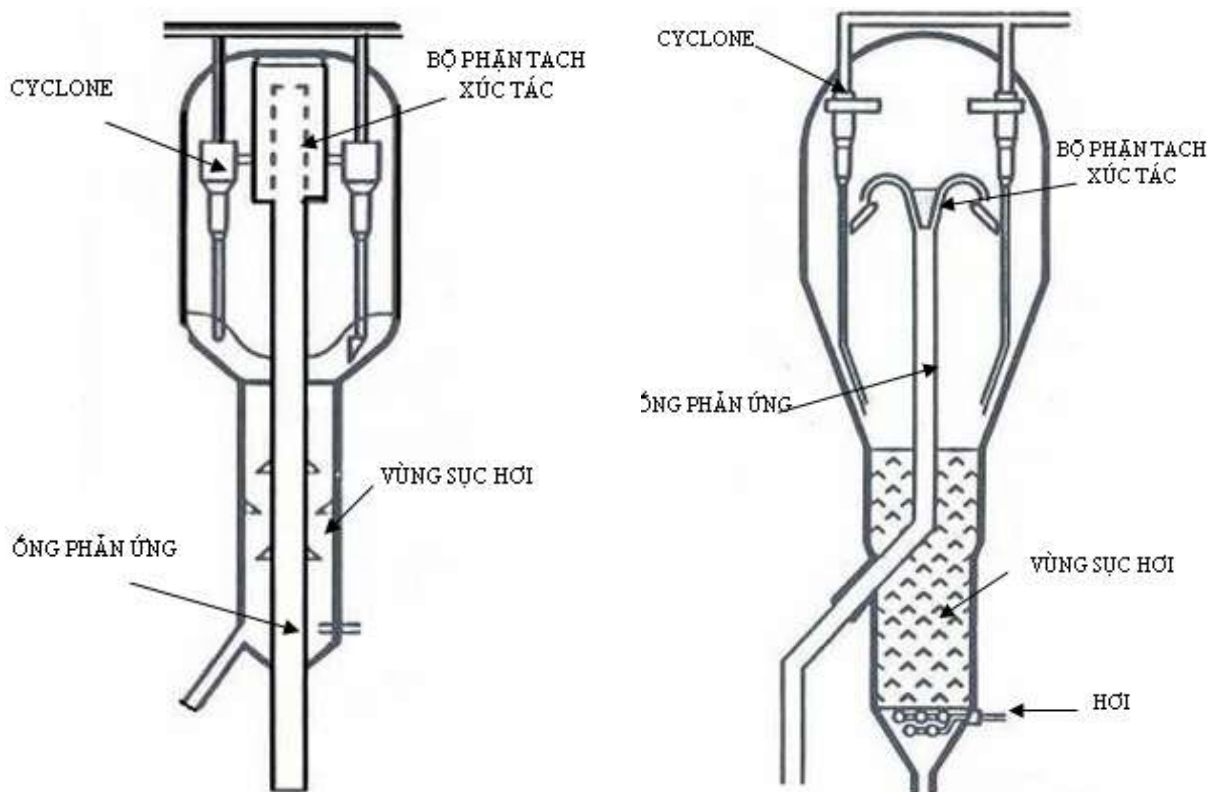
b. Bình phản ứng

Bình phản ứng có chức năng phân tách sản phẩm phản ứng và xúc tác chính vì vậy nó thường được gọi với một tên khác nữa là bình tách pha xúc tác và sản phẩm phản ứng (Disengager). Cấu tạo tổng quát bình phản ứng được mô tả trong hình vẽ H-1.19 và H-1.21. Bình phản ứng thường được thiết kế là hình trụ đáy côn, đỉnh chỏm cầu, bên trong chứa phần cuối ống phản ứng, các Cyclone tách xúc tác. Phần đáy côn của bình phản ứng để chứa xúc tác sau khi đã được tách ra từ sản phẩm phản ứng. So với ống phản ứng thì bình phản ứng có kính thước to hơn gấp nhiều lần và do vậy thời gian lưu của sản phẩm phản ứng trong thiết bị cũng lớn hơn. Đây là môi trường thuận lợi cho các phản ứng không chọn lọc, các phản ứng bề gãy tiếp olefine không ổn định tạo ra coke và

khí khô. Do vậy, để tránh hiện tượng tái tiếp xúc giữa xúc tác và sản phẩm hydrocacbon sau phản ứng là nhiệm vụ quan trọng nhằm giảm bớt các phản ứng không mong muốn xảy ra làm giảm hiệu suất thu hồi và chất lượng sản phẩm. Để tách xúc tác ra khỏi sản phẩm một cách nhanh chóng và hiệu quả, người ta lắp một bộ phận đặc biệt thực hiện nhiệm vụ này, thường có hai dạng thiết kế:

- Ngay phần đỉnh của ống phản ứng được lắp đặt một bộ phận phân tách đặc biệt (tùy theo từng nhà bản quyền công nghệ) để tách sơ bộ xúc tác. Sản phẩm phản ứng có kéo theo một lượng xúc tác nhất định được đưa ngay vào hệ thống cyclone tách tiếp xúc tác ra khỏi dòng sản phẩm. Xúc tác rơi xuống phía dưới và thu về đáy côn của bình phản ứng.
- Các Cyclone phân tách được lắp đặt liền với đầu ra của ống phản ứng. Xúc tác và sản phẩm phản ứng được tách ra nhanh chóng trong hệ thống cyclone này. Để nâng cao hiệu quả phân tách, giảm bớt lượng xúc tác kéo theo sản phẩm hệ thống cyclone nhiều bậc sẽ được lắp đặt (thường là hai bậc).

Bình phản ứng có cấu tạo đa dạng phụ thuộc vào công nghệ áp dụng và nguyên liệu chế biến. Ngoài các bình phản ứng đã trình bày ở trên, hình H-1.27 đưa ra một số dạng bình phản ứng khác đang được ứng dụng trong thực tế.

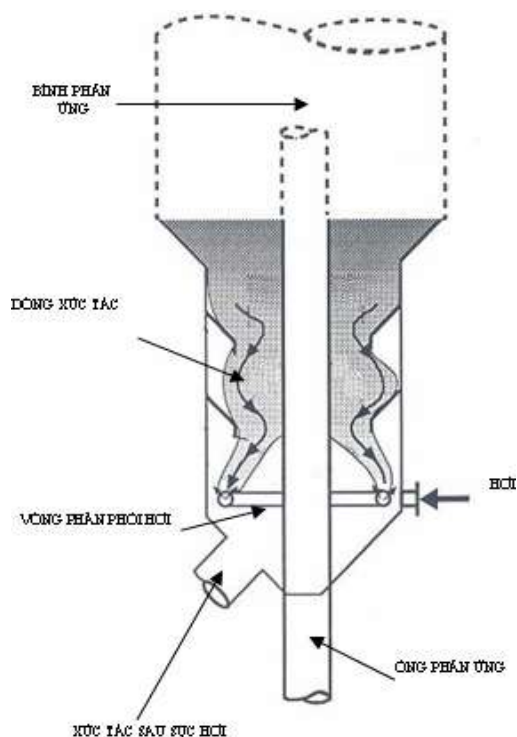


Hình H-1.27 Một số dạng bình phản ứng với kết cấu khác nhau (kellogg)

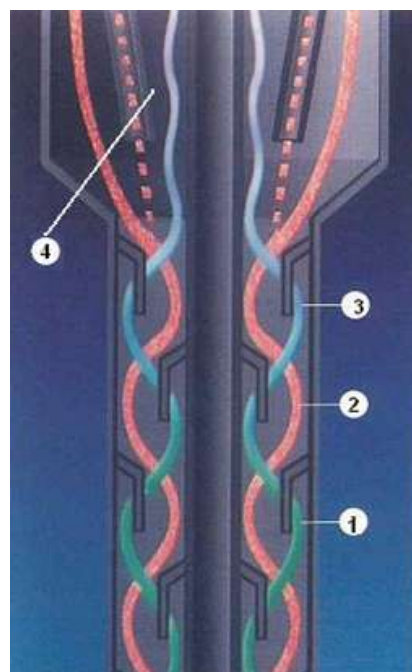
c. Bộ phận sục xúc tác

Xúc tác sau khi tách ra khỏi sản phẩm phản ứng được thu về phần đáy côn của bình phản ứng. Các hạt xúc tác bị bao phủ một phần bởi coke, hydrocacbon và một phần hydrocacbon hấp thụ trong hạt xúc tác. Chính vì vậy, cần thiết phải tách hydrocacbon trên bề mặt hạt xúc tác và một phần hydrocacbon hấp thụ trong hạt xúc tác để tăng hiệu suất thu hồi sản phẩm và giảm được nhiệt độ quá trình tái sinh xúc tác.

Vùng sục hơi để tách hydrocacbon trong xúc tác là phần hình trụ tiếp nối với bình phản ứng, ở phía dưới có bố trí một hoặc hai vòng phân phối hơi từ phía dưới đi lên. Phía trên các vòng phân phối hơi là bộ phận định hướng chuyển động cho xúc tác đi từ trên xuống. Mục đích của bộ phận này tạo ra dòng xúc tác và dòng hơi đi cắt chéo nhau nhiều lần nhằm tăng cường tiếp xúc pha để tách hydrocacbon bám dính trên hạt xúc tác được tốt hơn.



Hình H-1.28a. Nguyên lý cấu tạo vùng sục hơi xúc tác



1. Hơi; 2. Xúc tác;
3 Hơi và hydrocacbon; 4. Bình phản ứng
Hình H-1.28b. Mô phỏng hoạt động vùng sục hơi xúc tác

Nguyên lý hoạt động và cấu tạo của bộ phận sục hơi xúc tác được mô tả trong hình H-1.28 A, H-1.28 B. Xúc tác sau khi qua khỏi vùng sục hơi sẽ tách được phần lớn lượng hydrocacbon bám trên hạt xúc tác. Xúc tác sau khi sục hơi được chuyển sang thiết bị tái sinh qua van chuyển xúc tác đặc biệt.

1.2.3.2. Thiết bị tái sinh xúc tác

Quá trình cracking sản sinh ra các bon (dạng cốc) bám đọng trên bề mặt các hạt xúc tác và nhanh chóng làm giảm hoạt tính của xúc tác. Để duy trì hoạt tính của xúc tác ở mức độ chấp nhận được thì cần phải tiến hành đốt cốc bám trên bề mặt của hạt xúc tác bằng không khí. Ngày nay, tất cả các phân xưởng cracking đều áp dụng quá trình cracking tái sinh xúc tác liên tục. Theo mô hình này, xúc tác liên tục được luân chuyển từ lò phản ứng ra thiết bị tái sinh và sau đó lại đưa quay trở lại lò phản ứng. Trong quá trình phản ứng và luân chuyển, một phần xúc tác bị hao hụt sẽ được bổ sung bằng lượng xúc tác mới.

Các hạt xúc tác có kích thước rất nhỏ rất dễ bị phá hủy cơ học và hoá học trong quá trình tái sinh nếu như chế độ công nghệ của quá trình tái sinh không thích hợp. Tùy theo công nghệ và tính chất của dầu thô mà mỗi một phân xưởng cracking có kiểu dạng thiết bị tái sinh khác nhau như: tái sinh xúc tác một bậc, tái sinh xúc tác hai bậc, tái sinh có tuần hoàn làm mát xúc tác, tái sinh không tuần hoàn làm mát xúc tác.

Nhìn chung, bất cứ công nghệ cracking nào nếu như hàm lượng cặn các bon (Conradson carbon) và kim loại nặng (Niken, Vanadium) trong dầu lớn thì cần thiết bị tái sinh xúc tác hai bậc để nâng cao hiệu quả tái sinh và hạn chế hiện tượng phá hủy xúc tác.

Thiết bị tái sinh xúc tác bao gồm các bộ phận chính như sau:

- Bình tái sinh (một bậc hoặc hai bậc)
- Bộ phận phân phối không khí;
- Thiết bị làm mát và tuần hoàn xúc tác đã tái sinh.
- Hệ thống tách xúc tác kéo theo khí thải (Cyclone)

Cấu tạo chung của thiết bị tái sinh được mô tả trong hình vẽ H-1.19 và H-1.21. Nguyên lý hoạt động và cấu tạo các bộ phận sẽ được trình bày ở các phần dưới đây.

a. Bình tái sinh xúc tác

Bình tái sinh xúc tác có chức năng chính là tạo môi trường để thực hiện quá trình đốt coke bám trên bề mặt xúc tác. Thông thường, bình tái sinh xúc tác được chia làm hai ngăn, ngăn thứ nhất là vùng đốt coke, ngăn thứ hai dùng chứa xúc tác đã tái sinh trước khi đưa tuần hoàn lại thiết bị phản ứng. Đối với thiết bị tái sinh xúc tác hai bậc thì ngăn thứ hai đồng thời là buồng đốt coke bậc hai. Thiết bị tái sinh xúc tác có nhiều dạng khác nhau tùy theo công nghệ và nguyên liệu chế biến. Thiết bị tái sinh xúc tác được chia thành các dạng chính:

- Thiết bị tái sinh một bậc;
- Thiết bị tái sinh hai bậc;

- Thiết bị tái sinh có bộ phận làm mát và tuần hoàn xúc tác (Catalyst Cooler)

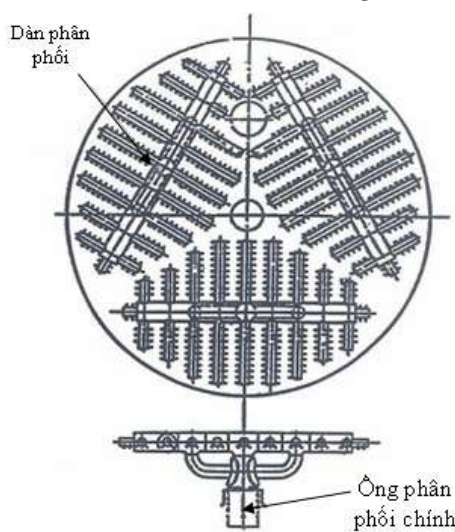
Thiết bị tái sinh xúc tác một bậc được sử dụng khi thiết bị phản ứng cracking chế biến nguyên liệu có hàm lượng cặn các-bon và hàm lượng kim loại nặng (Ni, V, Cu,..) không cao. Mô hình thiết bị tái sinh một bậc được mô tả trong các hình H-1.14, H-1.21.

Thiết bị tái sinh xúc tác hai bậc được sử dụng khi thiết bị phản ứng cracking chế biến nguyên liệu có hàm lượng cặn các-bon và hàm lượng kim loại nặng (Ni, V, Cu,..) cao. Mô hình thiết bị tái sinh hai bậc được mô tả trong các hình H-1.13A, H-1.13E, H-1.15.

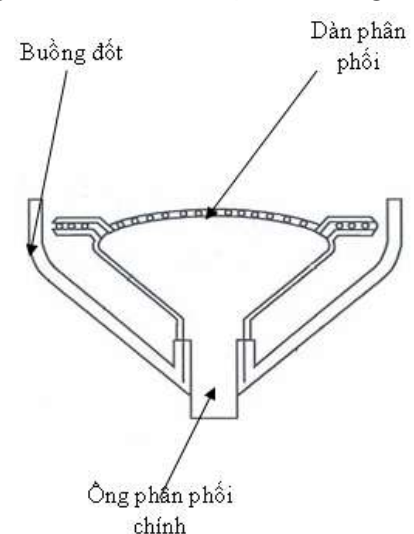
Việc kiểm soát nhiệt độ của xúc tác trong quá trình tái sinh có ý nghĩa quan trọng trong việc tuần hoàn xúc tác tạo điều kiện phản ứng tối ưu, đảm bảo hiệu suất chuyển hoá tối ưu, giảm lượng khí khô và các phản ứng không mong đợi. Chính vì vậy, một số Nhà bản quyền công nghệ thiết kế thêm một hệ thống làm nguội xúc tác tuần hoàn bên ngoài buồng đốt coke để kiểm soát nhiệt độ của quá trình tái sinh và nhiệt độ xúc tác trước khi đưa vào thiết bị phản ứng. Mô hình thiết bị tái sinh có thiết bị làm mát xúc tác tuần hoàn ngoài được mô tả trong các hình H-1.17, H-1.19.

b. Bộ phận phân phối khí

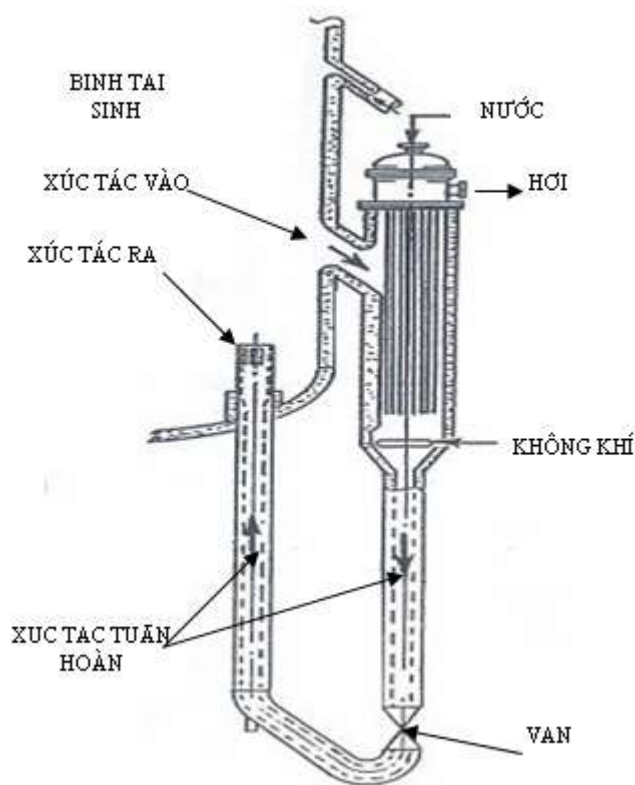
Để khôi phục bề mặt hoạt động của xúc tác cần phải tiến hành đốt coke bám trên bề mặt hạt xúc tác. Quá trình đốt coke được thực hiện nhờ không khí nén hoà trộn cùng nhiên liệu đưa vào buồng đốt. Để hiệu quả quá trình đốt coke cao, xúc tác sau tái sinh khôi phục lại được hoạt tính ở mức độ chấp nhận được thì việc phân phối không khí đốt và xúc tác giữ một vai trò quan trọng.



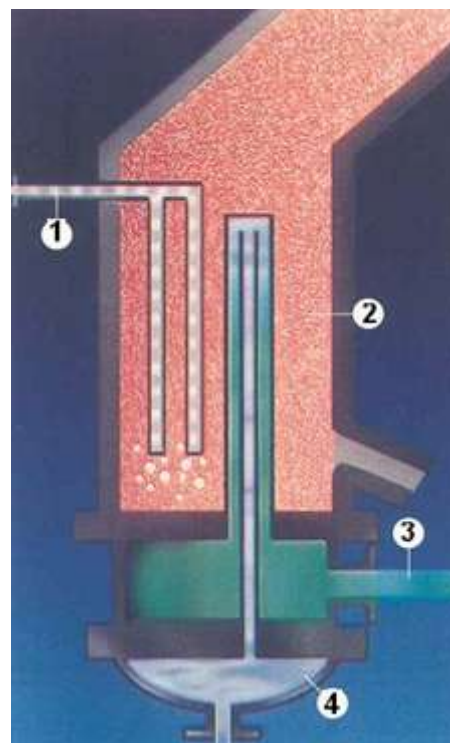
Hình h-1.29a. Hệ thống phân phối khí kiểu dàn xương cá



Hình h-1.29b. Hệ thống phân phối khí kiểu hình nấm



Hình h-1.30a. Hệ thống làm mát và tuần hoàn xúc tác



1. Không khí 2.Xúc tác
3. Hơi và nước 4. Nước nồi hơi

Hình h-1.30b. Mô phỏng bộ phận làm mát và tuần hoàn xúc tác

Để không khí phân phối đều trong lớp xúc tác, ở phía dưới của buồng đốt tái sinh có hệ thống ống phân phối khí đặc biệt. Một số dạng phân phối khí được mô tả trong các hình H-1.29A và H-29B. Nhờ hệ thống phân phối khí này mà không khí vào buồng đốt tái sinh được phân phối đồng đều trong lớp xúc tác.

c. Thiết bị làm mát và tuần hoàn xúc tác

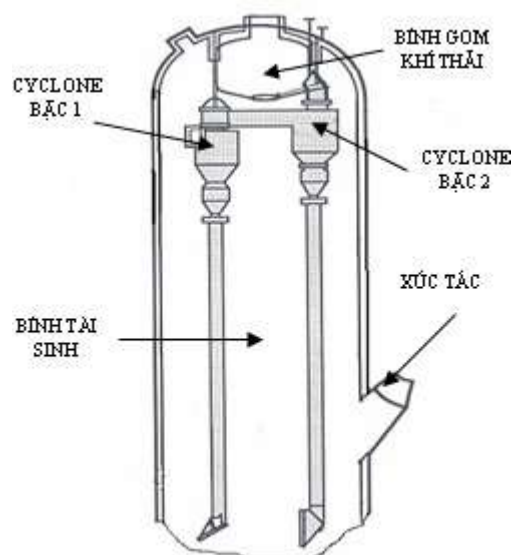
Nhiệt độ của quá trình tái sinh xúc tác nói chung cũng như nhiệt độ của xúc tác sau khi tái sinh (trước khi đưa vào lò phản ứng) có ảnh hưởng lớn đến chất lượng của xúc tác tái sinh, lượng xúc tác tuần hoàn, hiệu suất thu hồi sản phẩm.

Việc điều khiển được nhiệt độ xúc tác sau tái sinh cho phép điều khiển được tỷ lệ nguyên liệu/xúc tác tùy thuộc vào nhiệt độ lò phản ứng yêu cầu, loại nguyên liệu, nhiệt độ nguyên liệu và loại xúc tác sử dụng. Thiết bị làm mát và tuần hoàn xúc tác là một dạng thiết bị trao đổi nhiệt có cấu tạo đặc biệt (xem hình vẽ H-1.30A). Thiết bị này bao gồm một vỏ hình trụ bên trong có lắp chùm ống cho phép nước làm mát chảy qua, nước đưa vào một ngăn trước khi phân phối vào các ống trao đổi nhiệt. Nước sau khi trao đổi với xúc tác nóng sẽ

chuyển thành hơi và thu gom vào ngăn ở đầu thiết bị rồi chuyển ra ngoài (xem hình vẽ H-1.30B). Để hiệu quả làm mát xúc tác được tốt hơn, một hệ thống sục xúc tác bằng không khí được lắp đặt để tăng cường khuấy trộn pha xúc tác. Xúc tác sau khi làm mát đi ra phía đáy của thiết bị, thu gom vào ống vận chuyển xúc tác tuần hoàn lại buồng đốt tái sinh. Nhờ sự chuyển động tuần hoàn này của xúc tác mà nhiệt độ của buồng tái sinh xúc tác được điều chỉnh một cách linh hoạt và nhờ đó điều khiển được nhiệt độ của xúc tác trước khi chuyển sang thiết bị phản ứng. Sơ đồ cấu tạo tổng quát và kết cấu thiết bị tái sinh được trình bày trong hình vẽ H-1.30A.

d. Hệ thống tách xúc tác

Trong quá trình tái sinh xúc tác, một lượng khí thải lớn được tạo thành có nhiệt độ cao (khoảng 650⁰C-780⁰C tùy thuộc vào dạng thiết bị và công nghệ), tốc độ chuyển động lớn kéo theo các hạt xúc tác và bụi xúc tác. Để tránh hao hụt xúc tác trong quá trình tái sinh và đảm bảo tiêu chuẩn môi trường về lượng chất rắn lơ lửng trong khí thải, vấn đề đặt ra là cần phải tách các hạt xúc tác kéo theo dòng khí thải. Để tách các hạt xúc tác ra khỏi dòng khí, trong thiết bị tái sinh xúc tác của phân xưởng cracking, hiện nay, người ta sử dụng các cyclone khí. Để tăng hiệu quả thu hồi xúc tác, hệ thống cyclone hai bậc được sử dụng trong thiết bị tái sinh xúc tác.



Hình H-1.31 Hệ thống cyclone tách xúc tác

Các Cyclone này cũng chỉ tách được các hạt xúc tác có kích thước trung bình, chưa bị vỡ hoặc mài mòn trong quá trình phản ứng và tái sinh, một phần xúc tác có kích thước nhỏ vẫn bị cuốn theo dòng khí thải cần tiếp tục phải tách ra bằng các thiết bị phân chia pha rắn lỏng đặc biệt. Khí thải sau khi tách các hạt rắn xúc tác kéo theo sẽ được xử lý tiếp để giảm các thành phần khí độc hại

(SO_x và NO_x) để đáp ứng tiêu chuẩn môi trường về khí thải. Trong khuôn khổ giáo trình này không trình bày cấu tạo các thiết bị phân tách và xử lý môi trường đặc biệt cũng như các thiết bị tận dụng nhiệt để sản xuất hơi trong phân xưởng cracking xúc tác cặn. Cấu tạo và bố trí các cyclone tách xúc tác được trình bày trong hình H-1.31.

1.2.4. Vận hành

1.2.4.1. Giới thiệu chung

Vận hành thiết bị là một trong những kỹ năng cơ bản và quan trọng nhất đối với học viên sau khi hoàn thành chương trình đào tạo nghề vận hành thiết bị chế biến dầu khí. Do đặc thù của ngành nghề và điều kiện thực tế, quá trình hình thành kỹ năng vận hành thiết bị phải được bắt đầu từ trong giai đoạn đào tạo và hoàn thiện dần trong quá trình làm việc. Trong quá trình vận hành thiết bị chế biến dầu khí, kỹ năng khởi động là phức tạp và quan trọng nhất mặc dù công việc này không phải thường xuyên phải thực hiện. Để học viên nắm được nội dung và trình tự các công việc cần phải tiến hành khi khởi động một thiết bị cracking xúc tác cặn trong thực tế cũng như trong phòng thí nghiệm lớn, phần này của giáo trình sẽ giới thiệu cho học viên một cách khái quát về công việc này.

Khởi động phân xưởng cracking xúc tác cặn tầng sôi về cơ bản gồm các bước sau:

- Kiểm tra thiết bị trước khi khởi động;
- Đuổi khí và thử kín hệ thống thiết bị;
- Khởi động máy nén không khí (Blower) và thử kín hệ thống tái sinh xúc tác;
- Chạy tuần hoàn nguyên liệu trong tháp chưng luyện;
- Nạp xúc tác vào hệ thống;
- Chạy tuần hoàn xúc tác;
- Nạp nguyên liệu vào lò phản ứng;
- Điều chỉnh các thông số công nghệ theo thiết kế;
- Kiểm tra chất lượng sản phẩm đưa phân xưởng vào vận hành ổn định

Đây là những bước cơ bản, các bước này có thể tiến hành độc lập với nhau hoặc có khi phải tiến hành đồng thời. Dưới đây trình bày chi tiết nội dung của các bước vận hành.

1.2.4.2. Các bước cơ bản khởi động thiết bị cracking xúc tác tầng sôi

a. Kiểm tra thiết bị trước khi khởi động

Trước khi tiến hành công việc khởi động thiết bị phải tiến hành công tác kiểm tra. Công việc kiểm tra bao gồm:

- Phải đảm bảo tất cả các bu lông, mặt bích đã được xiết chặt, các tấm chắn cách ly đã được lắp đặt hoặc dỡ bỏ đúng vị trí;
- Các phin lọc đã được lắp đặt ở các nơi cần thiết và đúng chiều;
- Các van, thiết bị đo lường điều khiển đã được lắp đúng chiều, các van điều khiển tự động đảm bảo lắp đúng chiều và chuyển sang chế độ vận hành tay;
- Các thiết bị quay đảm bảo đúng chiều và chế độ bôi trơn đúng;
- Các van an toàn đã được kiểm tra, căn chỉnh và có chứng chỉ;
- Các thiết bị an toàn phòng chống cháy nổ, phát hiện rò rỉ đã được kiểm tra đảm bảo vận hành tốt.

b.Đuổi khí và thử kín hệ thống thiết bị

- Đuổi không khí phần cấp nguyên liệu và bộ phận tháp chưng cất bằng hơi nước trong khoảng thời gian 1 giờ;
- Nâng áp suất hệ thống lên $1,5 \div 2 \text{Kg/cm}^2$;
- Đưa khí Ni-tơ vào hệ thống và giữ hệ thống ở áp suất dư bằng khí Ni-tơ đồng thời định kỳ tháo nước ngưng ra khỏi hệ thống;
- Kiểm tra hàm lượng khí Ôxy trong hệ thống;

c Khởi động máy nén không khí (Blower) và thử kín hệ thống tái sinh xúc tác

- Kiểm tra hệ thống bôi trơn, bít kín máy nén;
- Chuyển tất cả các van (Slide và Plug Van) về chế độ vận hành tay;
- Mở các van xả khí của hệ thống tái sinh ở tiết diện 100%, van chuyển xúc tác ở tiết diện 60%;
- Khởi động máy nén;
- Tăng lưu lượng dòng khí tới thiết bị tái sinh và đặt ở chế độ tự động;
- Đóng bít các van khí thải của hệ thống tái sinh xúc tác nâng áp suất thiết bị tái sinh lên 1Kg/cm^2 và thử kín toàn bộ hệ thống tái sinh;
- Tăng áp suất hệ thống tái sinh tới áp suất tối đa của máy nén và tiến hành thử kín lần thứ 2;
- Mở van vận chuyển xúc tác (Slide và Plug Van) để khí nén từ bộ phận tái sinh chuyển sang thiết bị phản ứng;
- Mở van xả khí tại đỉnh tháp chưng cất để tạo dòng khí chạy qua thiết bị phản ứng;

d. Sưởi nóng hệ thống

- Sưởi ấm hệ thống thiết bị bằng không khí máy nén trước khi khởi động lò gia nhiệt;
- Khởi động lò gia nhiệt ở công suất tối thiểu;
- Tăng nhiệt độ của bộ phận tái sinh lên 340⁰C và giữ ở nhiệt độ này trong 1 giờ;
- Tăng nhiệt độ của bộ phận tái sinh lên 650⁰C, nhiệt độ của thiết bị phản ứng lên 340⁰C và giữ hệ thống ở nhiệt độ này ít nhất trong 2 giờ;
- Tiến hành thử kín hệ thống;
- Thay không khí trong bộ phận phản ứng bằng khí Ni-tơ, đưa hơi vào các vòng phân phối hơi.

e. Chạy tuần hoàn nguyên liệu trong tháp chưng luyện

- Nạp LCO (Light Cycle Oil) hoặc LGO (Light Gas Oil) vào bình chứa nguyên liệu cho quá trình cracking (Feed Surge Drum);
- Mở van để chuyển nguyên liệu sang tầng tháp chưng cất (main Fractionator) bỏ qua bộ phận phản ứng bằng đường ống dành riêng cho khởi động;
- Đặt mức điều khiển cho mức chất lỏng ở đáy tháp và bình chứa sản phẩm đỉnh;
- Tiến hành chạy tuần hoàn nguyên liệu trong tháp chưng cất;
- Giảm mức chất lỏng trong đáy tháp tới mức tối thiểu, dừng quá trình tuần hoàn và giảm lượng hơi sục vào tháp;
- Tháo đệm ngăn cách giữa tháp chưng luyện và bộ phận thiết bị phản ứng;
- Khởi động bơm hồi lưu sản phẩm đỉnh;
- Đóng các van xả khí trên đỉnh tháp chưng, xiết chặt mặt bích vừa tháo tấm ngăn cách và tăng áp suất tháp chưng cất bằng khí Ni-tơ hoặc khí nhiên liệu;

f. Nạp xúc tác vào hệ thống

- Đưa xúc tác từ bể chứa xúc tác (Spent Catalyst Hopper) vào thiết bị tái sinh bậc và giữ nhiệt độ thiết bị tái sinh không vượt quá 370⁰C;
- Khi lượng xúc tác vượt quá mức đầu cấp nhiên liệu khoảng 500mm có thể cấp dầu vào thiết bị tái sinh với lưu lượng tối thiểu;
- Điều chỉnh lưu lượng dầu để nhiệt độ thiết bị tái sinh đạt 650⁰C;
- Tăng chênh lệch áp suất giữa thiết bị tái sinh bậc 1 và bậc 2 lên 0,7Kg/cm² và mở van chuyển xúc tác từ tái sinh bậc 1 sang bình tái sinh bậc 2;
- Khi lượng xúc tác (trong bình tái sinh bậc 2) vượt quá đầu cấp nhiên liệu khoảng 500mm có thể cấp dầu vào thiết bị tái sinh với lưu lượng tối thiểu;

- Điều chỉnh lưu lượng dầu để nhiệt độ thiết bị tái sinh bậc 2 đạt 650⁰C;
- Nạp đủ lượng xúc tác vào thiết bị tái sinh theo thiết kế và duy trì ở nhiệt độ 650⁰C;

g. Chạy tuần hoàn xúc tác

- Duy trì nhiệt độ của thiết bị tái sinh ở 650⁰C và không khí ở mức 50% lưu lượng thiết kế;
- Tăng lưu lượng khí vận chuyển xúc tác (từ tái sinh bậc 1 lên bậc 2) tới giá trị thiết kế;
- Đặt các van vận chuyển xúc tác (Slide Valve) ở chế độ tự động;
- Mở van luân chuyển xúc tác 20%;
- Luân chuyển dần dần xúc tác sang thiết bị phản ứng cho đến khi nhiệt độ vùng sục vượt quá 370⁰C, khi nhiệt độ vùng sục xúc tác đạt 480⁰C đặt mức điều khiển tự động cho nhiệt độ vùng này ở giá trị thiết kế;
- Tiếp tục tuần hoàn xúc tác từ thiết bị tái sinh sang thiết bị phản ứng cho tới khi nhiệt độ ra khỏi ống phản ứng đạt giá trị thích hợp (thông thường tối thiểu 510⁰C);

h. Nạp nguyên liệu vào lò phản ứng

- Khi ngừng tuần hoàn xúc tác tiến hành nạp nguyên liệu vào thiết bị phản ứng;
- Thay khí ni-tơ trong thiết bị phản ứng bằng khí nhiên liệu;
- Đặt các van luân chuyển xúc tác ở chế độ vận hành tay;
- Mở van cấp nguyên liệu và để ở chế độ điều khiển tự động, tháo nước ngưng ở các đầu cấp nguyên liệu;

i. Điều chỉnh các thông số công nghệ theo thiết kế

- Tăng lưu lượng dòng nguyên liệu tới 70% giá trị thiết kế;
- Điều khiển để nhiệt độ bình tái sinh xúc tác bậc 1 trong khoảng 650÷700⁰C;
- Bổ sung các chất phụ gia chống ăn mòn vào nguyên liệu;
- Tăng lưu lượng dòng nguyên liệu tới giá trị thiết kế;

Kiểm tra chất lượng sản phẩm đưa phân xưởng vào vận hành ổn định

- Lấy mẫu và kiểm tra chất lượng xúc tác sau tái sinh;
- Nạp xúc tác mới bổ sung và rút xúc tác đã qua sử dụng ra ngoài;
- Lấy mẫu sản phẩm đáy tháp chưng cất xác định hàm lượng xúc tác kéo theo và chất lượng sản phẩm;
- Lấy mẫu khí thải từ lò tái sinh để thay tỷ lệ pha trộn khí đốt;

- Hiệu chỉnh các thông số công nghệ đưa phân xưởng cracking về chế độ vận hành ổn định.

1.2.5. Câu hỏi và bài tập

1. Hãy cho biết cách phân loại công nghệ cracking xúc tác tầng sôi, các Nhà bản quyền công nghệ chính kèm theo công nghệ này?
2. Nguyên nhân làm giảm hoạt tính của xúc tác và nguyên tắc quá trình tái sinh xúc tác;
3. Trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động của thiết bị phản ứng xúc tác tầng sôi;
4. Giải thích lý do cần phải tách xúc tác ra khỏi sản phẩm phản ứng khi hỗn hợp xúc tác và sản phẩm phản ứng vừa ra khỏi ống phản ứng, mô tả cấu tạo bộ phận tách xúc tác;
5. Hãy giải thích vai trò của vùng sục xúc tác và một số cấu tạo của vùng sục xúc tác;
6. Trong ống phản ứng mật độ hỗn hợp phản ứng tăng hay giảm theo chiều cao của ống phản ứng
7. Mô tả thành phần của xúc tác quá trình cracking xúc tác tầng sôi;
8. Các hợp chất gây ngộ độc xúc tác cracking;
9. Mô tả các phản ứng diễn ra trong quá trình cracking;
10. Tại sao cần phải phân phối khí trong hệ thống tái sinh xúc tác, mô tả cấu tạo một số kết cấu phân phối khí điển hình;
11. Khi nào cần phải sử dụng thiết bị tái sinh xúc tác hai bậc, một bậc?
12. Trình bày các bước cơ bản khởi động phân xưởng cracking xúc tác tầng