



- (12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
(51)^{2020.01} C10G 51/02; C10G 11/18; B01J 8/18; (13) B
B01J 8/24



1-0048506

-
- (21) 1-2022-00810 (22) 08/07/2020
(86) PCT/US2020/041148 08/07/2020 (87) WO 2021/011252 21/01/2021
(30) 16/511,645 15/07/2019 US
(45) 25/07/2025 448 (43) 25/07/2022 412A
(73) LUMMUS TECHNOLOGY LLC (US)
1515 Broad Street, Bloomfield, NJ 07003-3096, United States of America
(72) Liang CHEN (US); Peter LOEZOS (US); Rama Rao MARRI (IN); Bryan
TOMSULA (US); Jon A. HOOD (US); Hardik SINGH (US); Michael DORSEY
(US); Justin BRECKENRIDGE (US).
(74) Công ty cổ phần tư vấn Trung Thực (TRUNG THUC.,JSC)
-

- (54) QUY TRÌNH CHUYỂN ĐỔI CÁC HYDROCACBON VÀ HỆ THỐNG
CRACKING CÁC HYDROCACBON

(21) 1-2022-00810

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị và các quy trình chuyển đổi các nguyên liệu hydrocarbon thành các olefin nhẹ và các hydrocarbon khác. Theo một số phương án, các quy trình và thiết bị bao gồm bước cấp hydrocarbon, chất xúc tác thứ nhất và chất xúc tác thứ hai cho bình phản ứng, trong đó chất xúc tác thứ nhất có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn và tỷ trọng thấp hơn so với chất xúc tác thứ hai. Phần thứ nhất của chất xúc tác thứ hai có thể được thu hồi dưới dạng sản phẩm đáy từ bình phản ứng, và dòng thải hydrocarbon đã crack, phần thứ hai của chất xúc tác thứ hai, và chất xúc tác thứ nhất có thể được thu hồi dưới dạng sản phẩm ở đỉnh từ bình phản ứng. Phần thứ hai của chất xúc tác thứ hai có thể được tách ra khỏi sản phẩm ở đỉnh, tạo ra dòng thứ nhất bao gồm chất xúc tác thứ nhất và dòng thải hydrocarbon và dòng thứ hai bao gồm chất xúc tác thứ hai đã được tách, cho phép chất xúc tác thứ hai đã được tách trong dòng thứ hai trở lại về bình phản ứng.

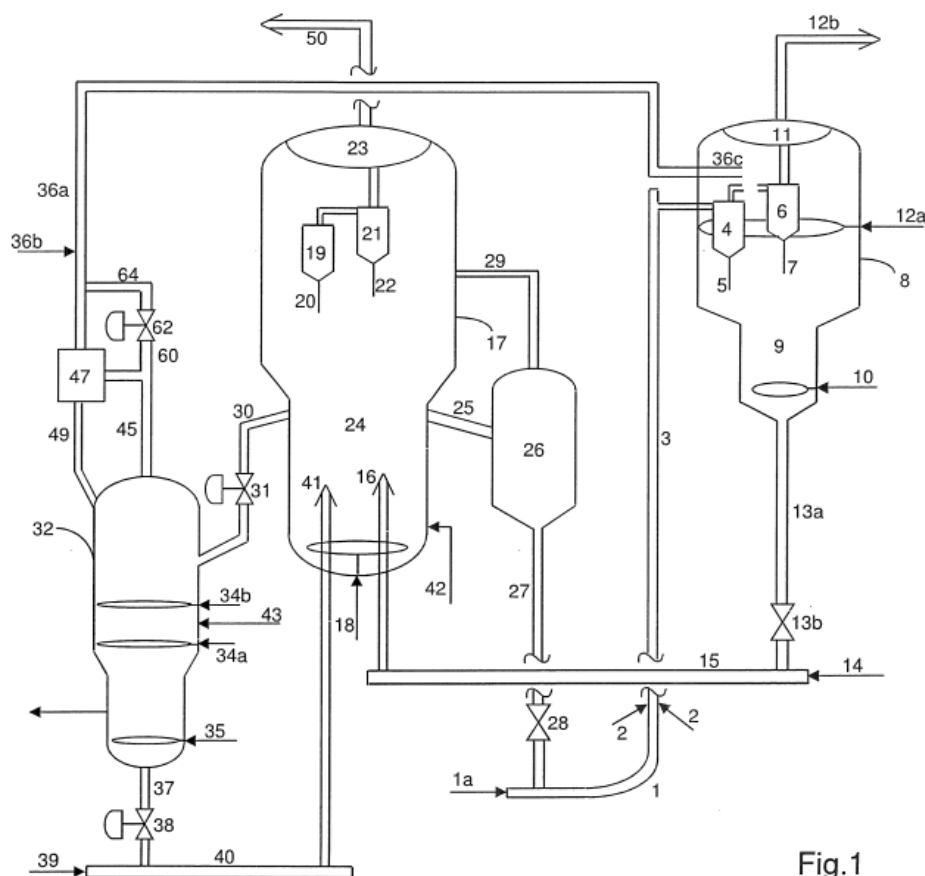


Fig.1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung, sáng chế theo các phương án của nó đề cập đến hệ thống và quy trình để nâng cao năng suất và/hoặc tính linh hoạt của các hệ thống xúc tác hỗn hợp. Một số phương án được bộc lộ trong bản mô tả này đề cập đến thiết bị cracking xúc tác tầng sôi và quy trình để tối đa hóa sự chuyển đổi của nguyên liệu hydrocacbon nặng, như dầu khí chân không và/hoặc các cặn dầu nặng thành các olefin nhẹ có sản lượng rất cao, như propylen và etylen, các chất thơm và xăng có chỉ số octan cao.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong thời gian gần đây, việc sản xuất các olefin nhẹ thông qua các quy trình cracking xúc tác tầng sôi (FCC - Fluid Catalytic Cracking) được xem là một trong số các gợi ý hấp dẫn nhất. Ngoài ra, có như cầu ngày càng tăng về các khối xây dựng hóa dầu như propylen, etylen, và các chất thơm (benzen, toluen, các xylen, v.v.). Hơn nữa, việc tích hợp các nhà máy lọc dầu với khu liên hợp hóa dầu đã trở thành lựa chọn ưu tiên vì cả lý do kinh tế và môi trường.

Xu hướng toàn cầu cũng cho thấy rằng có như cầu về các phần chưng giữa (điêzen) nhu cầu về sản phẩm xăng. Để tối đa hóa các phần chưng giữa từ quy trình FCC, cần phải vận hành FCC ở nhiệt độ bình phản ứng thấp hơn và công thức xúc tác khác nhau. Bất lợi của thay đổi này là làm giảm năng suất của các olefin nhẹ do cụm FCC vận hành ở nhiệt độ bình phản ứng thấp hơn nhiều. Điều này sẽ làm giảm nguyên liệu cho các cụm alkyl hoá.

Một vài quy trình xúc tác tầng sôi đã được phát triển trong hai thập kỷ qua, thích ứng với các nhu cầu thay đổi của thị trường. Ví dụ, tài liệu US7479218 bộc lộ hệ thống bình phản ứng tạo tầng sôi trong đó bình phản ứng kiểu ống đứng được chia thành hai đoạn có bán kính khác nhau để lựa chọn tính lựa chọn đối với sản phẩm olefin nhẹ. Phần thứ nhất của bình phản ứng kiểu ống đứng có bán kính nhỏ hơn được sử dụng để cracking các phân tử của nguyên liệu nặng đến vùng naphta. Phần có bán kính mở rộng, phần thứ hai của bình phản ứng kiểu ống đứng được sử dụng để cracking thêm các sản phẩm ở

vùng naphta thành các olefin nhẹ như propylen, etylen, v.v.. Mặc dù khái niệm hệ thống bình phản ứng là khá đơn giản, độ lựa chọn đối với các olefin nhẹ bị giới hạn bởi các lý do sau: (1) các dòng cấp ở vùng naphta tiếp xúc một phần với chất xúc tác được khử hoạt tính hoặc cốc hoá; (2) nhiệt độ trong phần thứ hai của đoạn phản ứng thấp hơn nhiều so với vùng thứ nhất do bản chất thu nhiệt của phản ứng trong cả hai đoạn; và (3) thiếu năng lượng kích hoạt cao được yêu cầu để cracking nguyên liệu nhẹ so với năng lượng của các hydrocacbon nặng.

Tài liệu US6106697, US7128827, và US7323099 bộc lộ việc sử dụng các cụm cracking xúc tác tầng sôi (FCC - Fluid Catalytic Cracking) hai giai đoạn để cho phép mức độ kiểm soát cao để cracking lựa chọn các hydrocacbon nặng và các dòng cấp ở vùng naphta. Trong cụm FCC giai đoạn thứ nhất, bao gồm bình phản ứng kiểu ống đứng, tháp chưng và bộ tái tạo để chuyển đổi dầu khí/các nguyên liệu hydrocacbon nặng thành các sản phẩm ở vùng sôi naphta, với sự có mặt của chất xúc tác zeolit có lỗ rỗng lớn loại Y. Cụm FCC giai đoạn thứ hai với bộ bình/kết cấu tương tự được sử dụng cracking có xúc tác các dòng naphta tái tuần hoàn từ giai đoạn thứ nhất. Tuy nhiên, cụm FCC giai đoạn thứ hai sử dụng chất xúc tác loại ZSM-5 (zeolit có lỗ rỗng nhỏ) để cải thiện tính lựa chọn các olefin nhẹ. Mặc dù sơ đồ này tạo ra mức độ kiểm soát cao đối với nguyên liệu, chất xúc tác và sự lựa chọn và tối ưu hóa giới hạn vận hành theo nghĩa rộng, việc xử lý ở giai đoạn thứ hai của nguyên liệu naphta tạo ra cốc rất ít mà không đủ để duy trì sự cân bằng nhiệt. Điều này đòi hỏi nhiệt từ các nguồn bên ngoài để có nhiệt độ thích hợp trong bộ tái tạo để đạt được sự đốt cháy tốt và để cấp nhiệt cho sự bay hơi của nguyên liệu và phản ứng thu nhiệt. Thông thường, dầu đèn xì được đốt cháy trong bộ tái tạo FCC giai đoạn thứ hai, mà dẫn đến sự khử hoạt tính chất xúc tác quá mức do nhiệt độ của hạt chất xúc tác cao hơn và các điểm nóng.

US7658837 bộc lộ quy trình và thiết bị để tối ưu sản lượng của các sản phẩm FCC bằng cách sử dụng phần của giàn chưng quy ước làm tháp chưng phản ứng. Khái niệm chưng phản ứng của bình phản ứng thứ hai ảnh hưởng đến hiệu quả chưng tách ở mức độ nhất định và do đó có thể dẫn đến tải cốc tăng đối với bộ tái tạo. Năng suất và tính lựa chọn cũng có khả năng bị ảnh hưởng do nguyên liệu tiếp xúc với chất xúc tác được khử hoạt tính hoặc cốc hoá. Hơn nữa, nhiệt độ của tháp chưng phản ứng không thể thay đổi

một cách độc lập do nhiệt độ đỉnh của ống đứng được kiểm soát trực tiếp để duy trì tập hợp các điều kiện mong muốn trong ống đứng.

US2007/0205139 bộc lộ quy trình để phun nguyên liệu hydrocacbon qua bình phân phối thứ nhất được bố trí ở đoạn dưới của ống đứng để tối đa hóa sản lượng xăng. Khi mục tiêu là tối đa hóa các olefin nhẹ, nguyên liệu được phun ở đoạn trên của ống đứng thông qua hệ thống phân phối nguyên liệu tương tự với mục đích là giảm thời gian ổn định của các hơi hydrocacbon trong ống đứng.

WO2010/067379 được bộc lộ nhằm mục đích tăng sản lượng propylen và etylen bằng cách phun dòng C₄ và naphta thuộc anken trong vùng nâng của ống đứng bên dưới vùng phun nguyên liệu hydrocacbon nặng. Các dòng này không chỉ cải thiện sản lượng các olefin nhẹ mà còn hoạt động như phương tiện vận chuyển chất xúc tác thay cho hơi. Khái niệm này giúp giảm mức độ khử hoạt tính do nhiệt của chất xúc tác. Tuy nhiên, điều này thiếu tính linh hoạt về các điều kiện vận hành khác nhau như nhiệt độ và WHSV trong vùng nâng, mà rất quan trọng đối với việc cracking các hơi của nguyên liệu nhẹ. Điều này có khả năng dẫn đến tính lựa chọn kém hơn đối với các olefin nhẹ mong muốn.

US6869521 bộc lộ việc cho nguyên liệu có nguồn gốc từ sản phẩm FCC (cụ thể là naphta) tiếp xúc với chất xúc tác trong bình phản ứng thứ hai vận hành ở chế độ tăng sôi nhanh là có lợi để thúc đẩy các phản ứng chuyển hydro và còn để kiểm soát các phản ứng cracking xúc tác.

US7611622 bộc lộ quy trình FCC sử dụng hai ống đứng để chuyển đổi nguyên liệu chứa C₃/C₄ thành các chất thơm. Nguyên liệu hydrocacbon thứ nhất và thứ hai được cấp lần lượt đến ống đứng thứ nhất và thứ hai với sự có mặt của chất xúc tác làm giàu gali và ống đứng thứ hai vận hành ở nhiệt độ phản ứng cao hơn so với ống thứ nhất.

US5944982 bộc lộ quy trình xúc tác với hai ống đứng để tạo ra lưu huỳnh thấp và xăng octan cao. Ống đứng thứ hai được sử dụng để xử lý tái tuần hoàn dầu naphta nặng và dầu tuần hoàn nhẹ sau khi xử lý hydro để tối đa hóa sản lượng xăng và chỉ số octan.

US20060231461 bộc lộ quy trình để tối đa hóa việc sản xuất dầu tuần hoàn nhẹ (LCO - Light Cycle Oil) hoặc sản phẩm chưng cất giữa và các olefin nhẹ. Quy trình này sử dụng hai hệ thống bình phản ứng trong đó bình phản ứng thứ nhất (ống đứng) được sử dụng để cracking nguyên liệu dầu khí thành phần lớn LCO và bình phản ứng tầng đặc đồng thời thứ hai được sử dụng để cracking naphta được tái tuần hoàn từ bình phản ứng

thứ nhất. Quy trình này bị giới hạn bởi tính lựa chọn chất xúc tác và thiếu mức olefin mong muốn trong naphta so sự vận hành của bình phản ứng thứ nhất ở nhiệt độ phản ứng gần như thấp hơn.

US6149875 bộc lộ việc loại bỏ các chất gây ô nhiễm của nguyên liệu như concacbon và các kim loại có chất hấp phụ. Chất xúc tác FCC được tách ra khỏi chất hấp phụ bằng cách sử dụng các sự chênh lệch giữa vận tốc vận chuyển/đầu cuối của chất xúc tác FCC và chất hấp phụ.

US7381322 bộc lộ thiết bị và quy trình để tách chất xúc tác ra khỏi chất hấp phụ kim loại trong tháp chung cum bình tách, trước bước tái tạo để loại bỏ các tác động bất lợi các kim loại gây ô nhiễm lắng đọng trên chất hấp phụ. Patent này sử dụng sự khác nhau về các chênh lệch vận tốc tối thiểu/tạo bọt khí và ứng dụng chủ yếu là để tách chất xúc tác FCC ra khỏi chất hấp phụ.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sơ đồ hai bình phản ứng để crack các hydrocacbon, bao gồm việc cracking C₄, phân đoạn C₅ nhẹ hơn, phân đoạn naphta, metanol, v.v. có thể được sử dụng để sản xuất các olefin nhẹ, trong đó sơ đồ hai bình phản ứng không có các giới hạn về tính lựa chọn và khả năng vận hành, thỏa mãn các yêu cầu cân bằng nhiệt, và còn duy trì số lượng chi tiết ở mức thấp. Các phương án lựa chọn được bộc lộ trong bản mô tả này sử dụng bình phản ứng kiểu ống đứng thông thường kết hợp với bình phản ứng tầng sôi dòng hỗn hợp (ví dụ, bao gồm cả dòng chất xúc tác ngược chiều và cùng chiều) được thiết kế để tối đa hóa sản phẩm olefin nhẹ. Các dòng thải từ bình phản ứng kiểu ống đứng và bình phản ứng dòng hỗn hợp được xử lý trong bình ngắt chất xúc tác chung, và các chất xúc tác được sử dụng trong mỗi bình trong số bình phản ứng kiểu ống đứng và bình phản ứng dòng hỗn hợp có thể được tái tạo trong bình tái tạo chất xúc tác chung. Sơ đồ dòng này có hiệu quả để duy trì hoạt động cracking cao, khắc phục các vấn đề cân bằng nhiệt, và còn cải thiện sản lượng và tính lựa chọn các olefin nhẹ từ các dòng hydrocacbon khác nhau, còn đơn giản hóa việc tối sản phẩm và phần cứng đơn vị, như sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Theo một khía cạnh, sáng chế theo các phương án của nó đề xuất quy trình chuyển đổi hoặc cracking xúc tác các hydrocacbon. Quy trình này có thể bao gồm bước cấp hydrocacbon, hạt thứ nhất và hạt thứ hai vào bình phản ứng, trong đó hạt thứ nhất có cơ

hạt trung bình nhỏ hơn và/hoặc tỷ trọng thấp hơn so với hạt thứ hai, và trong đó hạt thứ nhất và hạt thứ hai có thể có xúc tác hoặc không xúc tác. Phần thứ nhất của hạt thứ hai có thể được thu hồi dưới dạng sản phẩm đáy từ bình phản ứng; và dòng thải hydrocacbon đã crack, phần thứ hai của hạt thứ hai, và hạt thứ nhất có thể được thu hồi dưới dạng sản phẩm ở đỉnh từ bình phản ứng. Phần thứ hai của hạt thứ hai có thể được tách ra khỏi sản phẩm ở đỉnh để tạo ra dòng thứ nhất bao gồm hạt thứ nhất và dòng thải hydrocacbon và dòng thứ hai bao gồm hạt thứ hai đã được tách, cho phép hạt thứ hai đã được tách trở lại vào trong dòng thứ hai đến bình phản ứng.

Theo khía cạnh khác, sáng chế theo các phương án của nó đề xuất hệ thống cracking các hydrocacbon có xúc tác. Hệ thống này có thể bao gồm bình phản ứng thứ nhất để cho chất xúc tác cracking thứ nhất và thứ hai tiếp xúc với nguyên liệu hydrocacbon để chuyển đổi ít nhất một phần nguyên liệu hydrocacbon thành các hydrocacbon nhẹ hơn. Dây chuyền sản xuất trên đầu để thu hồi từ bình phản ứng thứ nhất dòng thứ nhất bao gồm chất xúc tác cracking thứ nhất, phần thứ nhất của chất xúc tác cracking thứ hai, và các hydrocacbon. Dây chuyền sản xuất đáy để thu hồi từ bình phản ứng thứ nhất dòng thứ hai bao gồm phần thứ hai của chất xúc tác cracking thứ hai. Bình tách có thể được sử dụng để tách chất xúc tác cracking thứ hai ra khỏi dòng thứ nhất, tạo ra dòng thải hydrocacbon bao gồm các hydrocacbon và chất xúc tác cracking thứ nhất. Dây chuyền cấp được lắp để đưa chất xúc tác cracking thứ hai được tách từ bình tách trở lại về bình phản ứng thứ nhất.

Hệ thống cracking các hydrocacbon có xúc tác còn có thể bao gồm bình phản ứng kiểu ống đứng để cho hỗn hợp của chất xúc tác cracking thứ nhất và chất xúc tác cracking thứ hai tiếp xúc với nguyên liệu hydrocacbon thứ hai để chuyển đổi ít nhất một phần nguyên liệu hydrocacbon thứ hai thành các hydrocacbon nhẹ hơn và thu hồi dòng thải của bình phản ứng kiểu ống đứng bao gồm các hydrocacbon nhẹ hơn và hỗn hợp của chất xúc tác cracking thứ nhất và chất xúc tác cracking thứ hai. Bình tách thứ hai có thể được lắp để tách chất xúc tác cracking thứ hai ra khỏi dòng thải hydrocacbon và tách hỗn hợp của chất xúc tác cracking thứ nhất và thứ hai ra khỏi dòng thải của bình phản ứng kiểu ống đứng. Bộ tái tạo chất xúc tác để tái tạo chất xúc tác cracking thứ nhất và thứ hai được thu hồi trong bình tách thứ hai và phần thứ hai của chất xúc tác cracking thứ nhất được thu hồi trong dây chuyền sản xuất đáy cũng có thể được sử dụng.

Theo khía cạnh khác, sáng chế theo các phương án của nó đề xuất quy trình chuyển đổi các hydrocacbon. Quy trình này có thể bao gồm bước: cấp chất xúc tác thứ nhất cho bình phản ứng; cấp chất xúc tác thứ hai cho bình phản ứng, trong đó chất xúc tác thứ nhất có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn và/hoặc tỷ trọng thấp hơn so với chất xúc tác thứ nhất, và cấp nguyên liệu hydrocacbon cho bình phản ứng. Dòng thải trên đầu có thể được thu hồi từ bình phản ứng, dòng thải bao gồm hydrocacbon đã crack, chất xúc tác thứ nhất, và chất xúc tác thứ hai. Chất xúc tác thứ hai có thể được tách ra khỏi sản phẩm ở đỉnh để tạo ra dòng thứ nhất bao gồm chất xúc tác thứ nhất và dòng thải hydrocacbon và dòng thứ hai bao gồm chất xúc tác thứ hai đã được tách, cho phép chất xúc tác thứ hai đã được tách trong dòng thứ hai trở lại về bình phản ứng.

Theo khía cạnh khác, sáng chế theo các phương án của nó đề xuất bình tách để tách các chất xúc tác hoặc cách hạt khác dựa trên kích cỡ và/hoặc sự chênh lệch tỷ trọng. Bình tách có thể có tối thiểu một cửa nạp và cũng có thể có tối thiểu hai cửa xả để tách các hạt ra khỏi các khí mang. Khí mang đi vào bình tách với các hạt mà sau đó lực quán tính, ly tâm và/hoặc lực hấp dẫn có thể được tác động lên các hạt sao cho một phần của các hạt và khí mang được gom ở cửa xả thứ nhất và một phần của các hạt cùng với khí mang được gom ở cửa xả thứ hai. Sự kết hợp của các lực trong bình tách có thể có hiệu ứng làm giàu dòng xả về cỡ hạt và/hoặc tỷ trọng so với nồng độ nạp. Bình tách có thể có sự phân bố hoặc tạo tầng sôi khí mang bổ sung bên trong bình/khoang để tác động các lực bổ sung lên các hạt mà có thể tạo điều kiện thuận lợi cho phân loại nâng cao.

Theo khía cạnh khác, sáng chế theo các phương án của nó đề xuất bình tách quán tính để tách các chất xúc tác hoặc cách hạt khác dựa trên kích cỡ và/hoặc tỷ trọng. Bình tách quán tính có thể có cửa nạp để tiếp nhận hỗn hợp bao gồm khí mang, loại hạt thứ nhất, và loại hạt thứ hai. Mỗi loại hạt có thể có cỡ hạt trung bình và sự phân bố cỡ hạt, mà có thể là khác nhau hoặc chồng lấp, và tỷ trọng trung bình. Loại hạt thứ hai có thể có cỡ hạt trung bình và/hoặc tỷ trọng trung bình lớn hơn so với loại hạt thứ nhất. Bình tách quán tính có thể đường ống hình chữ U bao gồm chân thẳng đứng thứ nhất, để dạng chữ U, và chân thẳng đứng thứ hai. Đường ống hình chữ U có thể nối thông chất lưu cửa nạp thông qua chân thẳng đứng thứ nhất với cửa xả thứ nhất và cửa xả thứ hai, cửa xả thứ nhất được nối gần đế của đường ống hình chữ U và cửa xả thứ hai được nối với chân thẳng đứng thứ hai. bình tách quán tính dạng chữ U có thể được tạo kết cấu để: tách ít nhất một phân loại

hạt thứ hai ra khỏi khí mang và loại hạt thứ nhất, thu hồi loại hạt thứ hai thông qua cửa xả thứ nhất, và thu hồi khí mang và loại hạt thứ nhất thông qua cửa xả thứ hai. Bình tách còn có thể bao gồm bình phân phối được bố trí bên trong hoặc gần cửa xả thứ hai để nạp khí tạo tầng sôi, tạo điều kiện thuận lợi cho việc tách bổ sung loại hạt thứ nhất ra khỏi loại hạt thứ hai. Theo một số phương án, bình tách có thể được tạo kết cấu sao cho diện tích mặt cắt ngang của đường ống hình chữ U hoặc một phần của nó có thể điều chỉnh được. Ví dụ, theo một số phương án bình tách có thể có vách đổi hướng dịch chuyển được được bố trí bên trong một hoặc nhiều đoạn của đường ống hình chữ U.

Theo khía cạnh khác, sáng chế theo các phương án của nó đề xuất bình tách quán tính để tách các chất xúc tác hoặc cách hạt khác dựa trên kích cỡ và/hoặc tỷ trọng như nêu trên. Bình tách quán tính có thể có đường ống nạp nằm ngang mà đi ngang qua khoang trước khi được làm lệch hướng bởi vách đổi hướng. Khoang được nối với cửa xả thẳng đứng thứ nhất và cửa xả nằm ngang thứ nhất. Vách đổi hướng có thể được bố trí ở giữa, gần cửa nạp, hoặc gần cửa xả của khoang. Vách đổi hướng có thể có góc hoặc dịch chuyển được sao cho làm đổi hướng ít nhiều các hạt xúc tác. Bình tách có khoang đổi hướng có thể được tạo kết cấu để: tách ít nhất một phần loại hạt thứ hai ra khỏi khí mang và loại hạt thứ nhất, thu hồi loại hạt thứ hai thông qua cửa xả thẳng đứng thứ nhất và thu hồi khí mang và loại hạt thứ nhất thông qua cửa xả nằm ngang thứ nhất. Bình tách còn có thể bao gồm bình phân phối được bố trí bên trong hoặc gần cửa xả thẳng đứng thứ nhất để nạp khí tạo tầng sôi, tạo điều kiện thuận lợi cho việc tách bổ sung loại hạt thứ nhất ra khỏi loại hạt thứ hai.

Theo khía cạnh khác, sáng chế theo các phương án của nó đề xuất bình tách quán tính để tách các chất xúc tác hoặc cách hạt khác dựa trên kích cỡ và/hoặc tỷ trọng như nêu trên. Bình tách quán tính có thể có cửa nạp thẳng đứng được nối với khoang trong đó một hoặc nhiều cạnh thẳng đứng của khoang được trang bị các cửa xả kiểu khe hẹp, mà có thể được mô tả như các cửa chớp. Số lượng của các cửa chớp có thể thay đổi tùy thuộc vào ứng dụng và góc của cửa chớp có thể điều chỉnh được để điều khiển lượng hơi còn lại trên các cửa xả kiểu cửa chớp. Khoang còn được nối với cửa xả thẳng đứng thứ nhất ở đáy của khoang. Bình tách kiểu cửa chớp có thể được tạo kết cấu để: tách ít nhất một phần loại hạt thứ hai ra khỏi khí mang và loại hạt thứ nhất, thu hồi loại hạt thứ hai thông qua cửa xả thẳng đứng thứ nhất và thu hồi khí mang và loại hạt thứ nhất thông qua các cửa xả kiểu

cửa chớp. Bình tách còn có thể bao gồm bình phân phối được bố trí bên trong hoặc gần cửa xả thẳng đứng thứ nhất để nạp khí tạo tầng sôi, tạo điều kiện thuận lợi cho việc tách bổ sung loại hạt thứ nhất ra khỏi loại hạt thứ hai.

Các bình tách nêu trên cũng có thể được sử dụng kết hợp với các bình phản ứng, các bộ tái tạo, và các hệ thống cấp chất xúc tác để nâng cao hiệu suất của hệ thống và tính linh hoạt.

Theo một khía cạnh, sáng chế theo các phương án của nó đề xuất quy trình chuyển đổi các hydrocarbon. Quy trình này có thể bao gồm bước tái tạo hỗn hợp chất xúc tác bao gồm chất xúc tác thứ nhất và hạt thứ hai trong bộ tái tạo, trong đó chất xúc tác thứ nhất có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn và/hoặc tỷ trọng thấp hơn so với hạt thứ hai, và trong đó hạt thứ hai có thể có xúc tác hoặc không xúc tác. Hỗn hợp chất xúc tác và các hydrocarbon có thể được cấp cho bình phản ứng kiểu ống đứng để chuyển đổi ít nhất một phần các hydrocarbon và thu hồi dòng thải thứ nhất bao gồm hỗn hợp chất xúc tác và các hydrocarbon được chuyển đổi. Hỗn hợp chất xúc tác cũng có thể được nạp vào bình phản ứng thứ hai. Bước cấp nguyên liệu hydrocarbon cho bình phản ứng thứ hai và tạo tầng sôi hỗn hợp chất xúc tác có thể cho nguyên liệu hydrocarbon tiếp xúc với hỗn hợp chất xúc tác để chuyển đổi các hydrocarbon và thu hồi sản phẩm ở đỉnh từ bình phản ứng thứ hai bao gồm hạt thứ hai, chất xúc tác thứ nhất, và sản phẩm hydrocarbon đã được phản ứng. Sau đó, hạt thứ hai có thể được tách ra khỏi sản phẩm ở đỉnh để tạo ra dòng thứ nhất bao gồm chất xúc tác thứ nhất và sản phẩm hydrocarbon đã được phản ứng và dòng thứ hai bao gồm hạt thứ hai đã được tách, đưa hạt thứ hai đã được tách trong dòng thứ hai trở lại về bình phản ứng.

Theo khía cạnh khác, sáng chế theo các phương án của nó đề xuất quy trình chuyển đổi các hydrocarbon. Quy trình này có thể bao gồm bước rút hỗn hợp bao gồm chất xúc tác thứ nhất và chất xúc tác thứ hai ra khỏi bộ tái tạo chất xúc tác và cấp hỗn hợp và các hydrocarbon cho bình phản ứng kiểu ống đứng để chuyển đổi ít nhất một phần các hydrocarbon và thu hồi dòng thải thứ nhất bao gồm hỗn hợp chất xúc tác và các hydrocarbon được chuyển đổi, trong đó chất xúc tác thứ nhất có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn và/hoặc tỷ trọng thấp hơn so với chất xúc tác thứ hai. Quy trình này còn có thể bao gồm bước rút hỗn hợp bao gồm chất xúc tác thứ nhất và chất xúc tác thứ hai ra khỏi bộ tái tạo chất xúc tác và cấp hỗn hợp cho hệ thống tách chất xúc tác, tạo tầng sôi hỗn hợp bao

gồm chất xúc tác thứ nhất và chất xúc tác thứ hai bằng phương tiện tạo tầng sôi, và tách chất xúc tác thứ nhất ra khỏi chất xúc tác thứ hai trong hệ thống tách chất xúc tác để thu hồi dòng thứ nhất bao gồm chất xúc tác thứ nhất và phương tiện tạo tầng sôi và dòng thứ hai bao gồm chất xúc tác thứ hai. Sau đó, nguyên liệu hydrocacbon và dòng thứ nhất hoặc dòng thứ hai có thể được cấp cho bình phản ứng để phản ứng ít nhất một phần hydrocacbon để tạo ra hydrocacbon đã được chuyển đổi.

Theo khía cạnh khác, sáng chế theo các phương án của nó đề xuất quy trình chuyển đổi các hydrocacbon. Quy trình này có thể bao gồm bước cấp nguyên liệu hydrocacbon và hỗn hợp chất xúc tác bao gồm chất xúc tác thứ nhất và chất xúc tác thứ hai cho bình phản ứng kiểu ống đứng, trong đó chất xúc tác thứ nhất có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn và/hoặc tỷ trọng thấp hơn so với chất xúc tác thứ hai. Sau đó, dòng thải từ bình phản ứng kiểu ống đứng có thể được tách để thu hồi dòng thứ nhất bao gồm chất xúc tác thứ nhất và nguyên liệu hydrocacbon đã được chuyển đổi và dòng thứ hai bao gồm chất xúc tác thứ hai, và dòng thứ hai có thể được cấp cho bình phản ứng kiểu ống đứng.

Theo khía cạnh khác, sáng chế theo các phương án của nó đề xuất quy trình chuyển đổi các hydrocacbon. Quy trình này có thể bao gồm bước rút hỗn hợp bao gồm chất xúc tác thứ nhất và chất xúc tác thứ hai ra khỏi bộ tái tạo chất xúc tác và cấp hỗn hợp cho hệ thống cấp/tách chất xúc tác, trong đó chất xúc tác thứ nhất có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn và/hoặc tỷ trọng thấp hơn so với chất xúc tác thứ hai. Chất xúc tác thứ nhất có thể được tách ra khỏi chất xúc tác thứ hai trong hệ thống cấp/tách chất xúc tác để tạo ra dòng thứ nhất bao gồm chất xúc tác thứ nhất và dòng thứ hai bao gồm chất xúc tác thứ hai. Sau đó, nguyên liệu hydrocacbon và dòng thứ nhất hoặc dòng thứ hai có thể được cấp cho bình phản ứng kiểu ống đứng để phản ứng ít nhất một phần hydrocacbon để tạo ra hydrocacbon đã được chuyển đổi.

Theo khía cạnh khác, sáng chế theo các phương án của nó đề xuất hệ thống để chuyển đổi các hydrocacbon. Hệ thống này bao gồm bộ tái tạo chất xúc tác, và dây chuyền cấp chất xúc tác thứ nhất để rút hỗn hợp bao gồm chất xúc tác thứ nhất và chất xúc tác thứ hai ra khỏi bộ tái tạo chất xúc tác và cấp hỗn hợp cho bình phản ứng kiểu ống đứng, trong đó chất xúc tác thứ nhất có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn và/hoặc tỷ trọng thấp hơn so với chất xúc tác thứ hai. Hệ thống này còn có thể bao gồm chất xúc tác thứ hai dây chuyền cấp để rút hỗn hợp bao gồm chất xúc tác thứ nhất và chất xúc tác thứ hai ra khỏi

bộ tái tạo chất xúc tác và cấp hỗn hợp cho hệ thống tách chất xúc tác, và dây chuyền cấp phương tiện tạo tầng sôi để tạo tầng sôi hỗn hợp được rút thông qua chất xúc tác thứ hai dây chuyền cấp với phương tiện tạo tầng sôi và tách chất xúc tác thứ nhất ra khỏi chất xúc tác thứ hai trong hệ thống tách chất xúc tác để thu hồi dòng thứ nhất bao gồm chất xúc tác thứ nhất và phương tiện tạo tầng sôi và dòng thứ hai bao gồm chất xúc tác thứ hai. Bình phản ứng có thể được lắp để tiếp xúc với nguyên liệu hydrocacbon và dòng thứ nhất hoặc dòng thứ hai để phản ứng ít nhất một phần hydrocacbon để tạo ra hydrocacbon đã được chuyển đổi.

Theo khía cạnh khác, sáng chế theo các phương án của nó đề xuất hệ thống để chuyển đổi các hydrocacbon. Hệ thống này có thể bao gồm bình phản ứng kiểu ống đứng để cho nguyên liệu hydrocacbon tiếp xúc với hỗn hợp chất xúc tác bao gồm chất xúc tác thứ nhất và chất xúc tác thứ hai, trong đó chất xúc tác thứ nhất có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn và/hoặc tỷ trọng thấp hơn so với chất xúc tác thứ hai. Hệ thống tách chất xúc tác được lắp để tách dòng thải của bình phản ứng kiểu ống đứng để thu hồi dòng thứ nhất bao gồm chất xúc tác thứ nhất và nguyên liệu hydrocacbon đã được chuyển đổi và dòng thứ hai bao gồm chất xúc tác thứ hai. Đường dòng cấp dòng thứ hai cho bình phản ứng kiểu ống đứng.

Theo khía cạnh khác, sáng chế theo các phương án của nó đề xuất hệ thống để chuyển đổi các hydrocacbon. Hệ thống này có thể bao gồm đường rút chất xúc tác để rút hỗn hợp bao gồm chất xúc tác thứ nhất và chất xúc tác thứ hai ra khỏi bộ tái tạo chất xúc tác và cấp hỗn hợp cho hệ thống cấp/tách chất xúc tác, trong đó chất xúc tác thứ nhất có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn và/hoặc tỷ trọng thấp hơn so với chất xúc tác thứ hai. Hệ thống cấp/tách chất xúc tác tách chất xúc tác thứ nhất ra khỏi chất xúc tác thứ hai trong hệ thống cấp/tách chất xúc tác để tạo ra dòng thứ nhất bao gồm chất xúc tác thứ nhất và dòng thứ hai bao gồm chất xúc tác thứ hai. Bình phản ứng kiểu ống đứng tiếp xúc với nguyên liệu hydrocacbon và dòng thứ nhất hoặc dòng thứ hai để phản ứng ít nhất một phần hydrocacbon để tạo ra hydrocacbon đã được chuyển đổi.

Thiết bị và các quy trình được bộc lộ trong bản mô tả này sử dụng công nghệ khác đáng kể so với công nghệ được bộc lộ trong các patent nêu trên (như US6149875 và US7381322) để tách các hỗn hợp hạt. Mục đích của sáng chế cũng khác; giải pháp kỹ thuật đã biết tập trung vào việc loại bỏ các chất gây ô nhiễm ra khỏi chất xúc tác bằng cấp

nạp chất hấp phụ. Tuy nhiên, mục đích của sáng chế là cải thiện sự chuyển đổi, tính lựa chọn và sự cân bằng nhiệt bằng cách cô chất xúc tác được lựa chọn trong bình phản ứng, như cô ZSM-5/11 trong bình phản ứng thứ hai.

Sáng chế đề xuất quy trình chuyển đổi các hydrocarbon. Quy trình này có thể bao gồm bước cấp hỗn hợp chứa các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai từ bộ tái tạo đến bình vận chuyển hoặc bình phản ứng kiểu ống đứng. Các hạt thứ nhất có thể có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn và/hoặc tỷ trọng thấp hơn so với các hạt thứ hai, và các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai có thể là các hạt xúc tác hoặc không xúc tác độc lập. Quy trình này còn có thể bao gồm bước cấp chất lưu mang phản ứng và/hoặc không phản ứng cho bình vận chuyển hoặc bình phản ứng kiểu ống đứng, và thu hồi sản phẩm ở đỉnh từ bình vận chuyển/bình phản ứng kiểu ống đứng bao gồm chất lưu mang và/hoặc sản phẩm phản ứng của chất lưu mang, các hạt thứ hai, và các hạt thứ nhất.

Sản phẩm ở đỉnh có thể được cấp cho bình ngắt tích hợp. Bình ngắt tích hợp có thể có vỏ. Thiết bị tách chất rắn có thể được bố trí bên trong vỏ để tách các hạt thứ hai ra khỏi sản phẩm ở đỉnh để tạo ra dòng thứ nhất, chứa các hạt thứ nhất và chất lưu mang và/hoặc sản phẩm phản ứng của chất lưu mang, và dòng thứ hai, chứa các hạt thứ hai đã được tách. Một hoặc nhiều xyclon cũng có thể được bố trí bên trong vỏ, các xyclon được lắp để tách dòng thứ nhất để thu hồi phân đoạn các chất rắn, chứa các hạt thứ nhất, và phân đoạn hơi, bao gồm chất lưu mang và/hoặc sản phẩm phản ứng của chất lưu mang. Hơn nữa, bình trong có thể được bố trí bên trong vỏ để tiếp nhận dòng thứ hai chứa các hạt thứ hai đã được tách. Vùng hình khuyên có thể được tạo ra giữa vỏ và bình trong để tiếp nhận phân đoạn các chất rắn chứa các hạt thứ nhất. Bình ngắt cũng có thể có cửa xả hơi, để thu hồi phân đoạn hơi, cửa xả các chất rắn thứ nhất, để thu hồi phân đoạn các chất rắn từ vùng hình khuyên, và cửa xả các chất rắn thứ hai, để thu hồi các hạt thứ hai đã được tách từ bình trong.

Quy trình này còn có thể bao gồm bước thu hồi phân đoạn các chất rắn từ vùng hình khuyên thông qua cửa xả các chất rắn thứ nhất. Hơn nữa, các hạt thứ hai đã được tách có thể được thu hồi thông qua cửa xả các chất rắn thứ hai.

Theo một số phương án, phân đoạn các chất rắn chứa các hạt thứ nhất đã được tách có thể được cấp từ vùng hình khuyên đến bộ tái tạo. Các hạt thứ hai đã được tách từ bình trong có thể được cấp cho bình vận chuyển hoặc bình phản ứng kiểu ống đứng, trong đó

các hạt thứ hai đã được tách được trộn với hỗn hợp chứa các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai từ bộ tái tạo.

Theo một số phương án, các hạt thứ hai đã được tách có thể được cấp từ bình trong đến bộ tái tạo. Phân đoạn các chất rắn chứa các hạt thứ nhất đã được tách có thể được cấp từ vùng hình khuyên đến bình vận chuyển hoặc bình phản ứng kiểu ống đứng, trong đó các hạt thứ hai đã được tách được trộn với hỗn hợp chứa các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai từ bộ tái tạo.

Theo các phương án khác nữa, các hạt thứ hai đã được tách có thể được cấp từ bình trong đến bình phản ứng bổ sung. Các hạt thứ hai đã được tách có thể được cho tiếp xúc trong bình phản ứng bổ sung với nguyên liệu hydrocacbon để crack nguyên liệu hydrocacbon.

Theo khía cạnh khác, sáng chế theo các phương án của nó đề xuất quy trình chuyển đổi các hydrocacbon. Quy trình này có thể bao gồm bước cấp hỗn hợp chứa các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai từ bộ tái tạo đến bình phản ứng kiểu ống đứng, trong đó các hạt thứ nhất có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn và/hoặc tỷ trọng thấp hơn so với các hạt thứ hai, và trong đó các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai có thể là hạt xúc tác hoặc không xúc tác độc lập. Phân đoạn hydrocacbon có thể được cấp cho bình phản ứng kiểu ống đứng, quy trình này còn bao gồm bước cho phân đoạn hydrocacbon tiếp xúc với hỗn hợp chứa các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai để chuyển đổi ít nhất một phần phân đoạn hydrocacbon. Sản phẩm ở đỉnh có thể được thu hồi từ bình phản ứng kiểu ống đứng bao gồm phân đoạn hydrocacbon đã được chuyển đổi, các hạt thứ hai, và các hạt thứ nhất. Sau đó, sản phẩm ở đỉnh có thể được cấp cho bình ngắt tích hợp, bình ngắt tích hợp bao gồm: vỏ; thiết bị tách chất rắn được bố trí bên trong vỏ để tách các hạt thứ hai ra khỏi sản phẩm ở đỉnh để tạo ra dòng thứ nhất, chứa các hạt thứ nhất và chất lưu mang và/hoặc sản phẩm phản ứng của chất lưu mang, và dòng thứ hai, chứa các hạt thứ hai đã được tách; một hoặc nhiều xyclon được bố trí bên trong vỏ để tách dòng thứ nhất để thu hồi phân đoạn các chất rắn, chứa các hạt thứ nhất, và phân đoạn hơi, bao gồm chất lưu mang và/hoặc sản phẩm phản ứng của chất lưu mang; bình trong được bố trí bên trong vỏ để tiếp nhận dòng thứ hai chứa các hạt thứ hai đã được tách; vùng hình khuyên giữa vỏ và bình trong để tiếp nhận phân đoạn các chất rắn chứa các hạt thứ nhất; và, cửa xả hơi để thu hồi phân đoạn hơi. Phân đoạn các chất rắn có thể được cấp từ vùng hình khuyên đến bộ tái tạo. Hơn nữa, quy trình này có

thể bao gồm bước nâng cao nồng độ của các hạt thứ hai bên trong bình phản ứng kiểu ống đứng bằng cách cấp các hạt thứ hai đã được tách từ bình trong đến bình phản ứng kiểu ống đứng, trong đó các hạt thứ hai đã được tách được trộn với hỗn hợp chứa các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai từ bộ tái tạo.

Quy trình này có thể còn bao gồm bước cấp nguyên liệu hydrocacbon thứ hai và hỗn hợp chứa các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai cho bình phản ứng thứ hai. Trong bình phản ứng thứ hai, hỗn hợp chứa hạt thứ nhất và hạt thứ hai có thể được tiếp xúc với nguyên liệu hydrocacbon thứ hai để crack nguyên liệu hydrocacbon thứ hai và tạo ra dòng thải của bình phản ứng thứ hai bao gồm các hydrocacbon nhẹ hơn và hỗn hợp chứa hạt thứ nhất và hạt thứ hai. Dòng thải của bình phản ứng thứ hai có thể được cấp cho bình tách để tách hạt thứ nhất và hạt thứ hai ra khỏi các hydrocacbon nhẹ hơn và dòng thải hydrocacbon được chuyển đổi, và sản phẩm hydrocacbon có thể được thu hồi từ bình tách.

Theo các phương án khác, quy trình này có thể còn bao gồm bước cấp phân đoạn hơi được thu hồi thông qua cửa xả hơi và cấp sản phẩm hydrocacbon được thu hồi từ bình tách đến hệ thống cất phân đoạn để tách các sản phẩm hydrocacbon trong đó thành hai hoặc nhiều phân đoạn hydrocacbon bao gồm phân đoạn naphta. Phân đoạn naphta có thể được cấp cho bình phản ứng kiểu ống đứng dưới dạng nguyên liệu hydrocacbon.

Theo các phương án khác, quy trình này có thể bao gồm bước điều chỉnh tỷ lệ chia hơi trong thiết bị tách chất rắn để mang theo một phần của chất xúc tác thứ hai trong dòng thứ nhất.

Theo khía cạnh khác, sáng chế theo các phương án của nó đề xuất hệ thống cracking hydrocacbon. Hệ thống này có thể bao gồm bộ tái tạo, bình phản ứng kiểu ống đứng, bình ngắt tích hợp. Bình phản ứng kiểu ống đứng có thể được tạo kết cấu để tiếp nhận hỗn hợp chứa các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai từ bộ tái tạo, trong đó các hạt thứ nhất có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn và/hoặc tỷ trọng thấp hơn so với các hạt thứ hai, và trong đó các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai có thể là hạt xúc tác hoặc không xúc tác độc lập. bình phản ứng kiểu ống đứng cũng có thể được tạo kết cấu để cho phân đoạn hydrocacbon tiếp xúc với hỗn hợp chứa các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai, để chuyển đổi ít nhất một phân đoạn hydrocacbon và tạo ra sản phẩm ở đỉnh từ bình phản ứng kiểu ống đứng bao gồm phân đoạn hydrocacbon đã được chuyển đổi, các hạt thứ hai, và các hạt thứ nhất.

Bình ngất tích hợp được tạo kết cấu để tiếp nhận sản phẩm ở đỉnh, bình ngất tích hợp có thể có vỏ. Thiết bị tách chất rắn có thể được bố trí bên trong vỏ, và có thể được tạo kết cấu để tách các hạt thứ hai từ sản phẩm ở đỉnh để tạo ra dòng thứ nhất, chứa các hạt thứ nhất và chất lưu mang và/hoặc sản phẩm phản ứng của chất lưu mang, và tạo ra dòng thứ hai, chứa các hạt thứ hai đã được tách. Một hoặc nhiều xiclon cũng có thể được bố trí bên trong vỏ, các xiclon được lắp để tách dòng thứ nhất nhằm tạo ra phân đoạn các chất rắn, chứa các hạt thứ nhất, và phân đoạn hơi, bao gồm chất lưu mang và/hoặc sản phẩm phản ứng của chất lưu mang. Bình trong cũng có thể được bố trí bên trong vỏ, bình trong được tạo kết cấu để tiếp nhận dòng thứ hai chứa các hạt thứ hai đã được tách. Vùng hình khuyên có thể được tạo ra giữa vỏ và bình trong, vùng hình khuyên được tạo kết cấu để tiếp nhận phân đoạn các chất rắn chứa các hạt thứ nhất. Bình ngất tích hợp còn có thể bao gồm: cửa xả hơi để thu hồi phân đoạn hơi; đường dòng để cấp phân đoạn các chất rắn từ vùng hình khuyên đến bộ tái tạo; và đường dòng để nâng cao nồng độ của các hạt thứ hai bên trong bình phản ứng kiểu ống đứng bằng cách cấp các hạt thứ hai đã được tách từ bình trong đến bình phản ứng kiểu ống đứng, trong đó các hạt thứ hai đã được tách được trộn với hỗn hợp chứa các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai từ bộ tái tạo. Theo một số phương án, hệ thống này còn có thể bao gồm bộ điều khiển được tạo kết cấu để điều chỉnh tỷ lệ chia hơi trong thiết bị tách chất rắn để mang theo một phần của chất xúc tác thứ hai trong dòng thứ nhất.

Tóm lại, hầu hết các giải pháp kỹ thuật đã biết đều bao gồm kết cấu ống đứng kép/bình phản ứng hoặc sơ đồ/thiết bị cracking xúc tác tầng sôi hai giai đoạn. Bình phản ứng thứ hai/song song được sử dụng để xử lý nguyên liệu nhẹ (dòng naphta hoặc/và dòng C₄) là bình phản ứng kiểu ống đứng dòng khí nén đồng thời hoặc bình phản ứng tầng nặng. Cũng đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này tốt hơn là ZSM-5 là chất xúc tác/chất phụ gia để chuyển đổi các dòng naphta/C₄ thành propylen và etylen. Tuy nhiên, trong các quy trình sử dụng hai bình phản ứng, bình phản ứng thứ hai còn tiếp nhận chất xúc tác zeolit Y với các phân đoạn nhỏ của chất phụ gia ZSM-5. Trong các sơ đồ xử lý khác, các ý tưởng bình phản ứng-bộ tái tạo kiểu FCC được sử dụng để tối đa hóa các olefin nhẹ từ dòng naphta/ C₄. Các sơ đồ này đặt ra các vấn đề về sự cân bằng nhiệt do không đủ sản xuất cốc. Các quy trình và hệ thống bộc lộ trong bản mô tả này xem xét việc tách các chất xúc tác, như ZSM-5 hoặc ZSM-11 chất phụ gia ra khỏi zeolit Y & ZSM-5/ ZSM-11, trong

hỗn hợp, để có nồng độ ZSM-5 hoặc 11 tối ưu trong nguyên liệu nhẹ xử lý của bình phản ứng thứ hai. Ngoài ra, việc tích hợp bình phản ứng bổ sung/thứ hai với cụm FCC thông thường về cơ bản giúp khắc phục các nhược điểm này (cụ thể là, tính chọn lọc sản phẩm và sự cân bằng nhiệt) của giải pháp kỹ thuật đã biết và gần như tăng sự chuyển đổi tổng thể và sản lượng các olefin nhẹ và tăng khả năng xử lý của các nguyên liệu nặng hơn.

Các khía cạnh và ưu điểm khác sẽ trở nên rõ ràng từ phần mô tả dưới đây và các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là lưu đồ xử lý được đơn giản hóa của hệ thống cracking hydrocacbon và tạo ra các olefin nhẹ theo một hoặc nhiều phương án được bộc lộ trong bản mô tả này.

Các hình vẽ từ Fig.2 đến Fig.5 là lưu đồ xử lý được đơn giản hóa của các bình tách có lợi trong các hệ thống theo một hoặc nhiều phương án được bộc lộ trong bản mô tả này.

Fig.6 là lưu đồ xử lý được đơn giản hóa của hệ thống cracking hydrocacbon và tạo ra các olefin nhẹ theo một hoặc nhiều phương án được bộc lộ trong bản mô tả này.

Fig.7 là lưu đồ xử lý được đơn giản hóa của hệ thống cracking hydrocacbon và tạo ra các olefin nhẹ theo một hoặc nhiều phương án được bộc lộ trong bản mô tả này.

Fig.8A là lưu đồ xử lý được đơn giản hóa của hệ thống cracking hydrocacbon và tạo ra các olefin nhẹ theo một hoặc nhiều phương án được bộc lộ trong bản mô tả này.

Fig.8B là lưu đồ xử lý được đơn giản hóa của hệ thống cracking hydrocacbon và tạo ra các olefin nhẹ theo một hoặc nhiều phương án được bộc lộ trong bản mô tả này.

Fig.8C là lưu đồ xử lý được đơn giản hóa của hệ thống cracking hydrocacbon và tạo ra các olefin nhẹ theo một hoặc nhiều phương án được bộc lộ trong bản mô tả này.

Fig.9A là lưu đồ xử lý được đơn giản hóa của hệ thống cracking hydrocacbon và tạo ra các olefin nhẹ theo một hoặc nhiều phương án được bộc lộ trong bản mô tả này.

Fig.9B là lưu đồ xử lý được đơn giản hóa của hệ thống cracking hydrocacbon và tạo ra các olefin nhẹ theo một hoặc nhiều phương án được bộc lộ trong bản mô tả này.

Fig.10 là lưu đồ xử lý được đơn giản hóa của hệ thống cracking hydrocacbon và tạo ra các olefin nhẹ theo một hoặc nhiều phương án được bộc lộ trong bản mô tả này.

Fig.11 là lưu đồ xử lý được đơn giản hóa của hệ thống cracking hydrocarbon và tạo ra các olefin nhẹ theo một hoặc nhiều phương án được bộc lộ trong bản mô tả này.

Fig.12 là lưu đồ xử lý được đơn giản hóa của hệ thống cracking hydrocarbon và tạo ra các olefin nhẹ theo một hoặc nhiều phương án được bộc lộ trong bản mô tả này.

Mô tả chi tiết sáng chế

Khi được sử dụng trong bản mô tả này, các thuật ngữ “chất xúc tác” và “hạt” và các thuật ngữ tương tự có thể được sử dụng thay thế cho nhau. Như đã tóm lược ở trên, và như được mô tả thêm dưới đây, sáng chế theo các phương án của nó tách các vật liệu dạng hạt hỗn hợp dựa trên kích cỡ và/hoặc tỷ trọng để thu được các hiệu quả có lợi trong hệ thống bình phản ứng. Các hạt hoặc các vật liệu dạng hạt được sử dụng để tạo điều kiện thuận lợi cho phản ứng xúc tác hoặc phản ứng nhiệt có thể bao gồm các chất xúc tác, các chất hấp phụ, và/hoặc các vật liệu truyền nhiệt không có hoạt tính xúc tác chẳng hạn.

Theo một khía cạnh, sáng chế theo các phương án của nó đề xuất thiết bị cracking xúc tác tầng sôi và quy trình để tối đa hóa sự chuyển đổi của nguyên liệu hydrocarbon nặng, như dầu khí chân không và/hoặc các cặn dầu nặng thành sản lượng rất cao của các olefin nhẹ, như propylen và etylen, các chất thơm và xăng với chỉ số octan cao hoặc các phân chưng giữa, trong khi đồng thời tối thiểu hóa sản lượng của sản phẩm cặn nặng hơn. Để đạt được mục tiêu này, bình phản ứng thứ hai, mà có thể là bình phản ứng dòng hỗn hợp (bao gồm cả dòng hạt cùng chiều và ngược chiều so với dòng hơi) hoặc bình phản ứng cô đặc chất xúc tác, có thể được tích hợp với bình phản ứng cracking xúc tác tầng sôi thông thường, như bình phản ứng kiểu ống đứng. Nguyên liệu hydrocarbon nặng được crack theo cách xúc tác thành naphta, các phân chưng giữa và các olefin nhẹ trong bình phản ứng kiểu ống đứng, mà là bình phản ứng kiểu dòng khí nén cùng chiều. Để nâng cao sản lượng và tính lựa chọn đối với các olefin nhẹ (etylen và propylen), các sản phẩm hydrocarbon đã crack từ bình phản ứng kiểu ống đứng, như C₄ và các hydrocarbon vùng naphta (các olefin và các paraffin), có thể được tái tuần hoàn và xử lý trong bình phản ứng thứ hai (bình phản ứng dòng hỗn hợp hoặc bình phản ứng cô đặc chất xúc tác). Theo cách khác, hoặc ngoài ra, các dòng cấp bên ngoài, như C₄, naphta, hoặc các phân đoạn hydrocarbon khác từ các quy trình khác như thiết bị cracking hơi, bình phản ứng trao đổi, hoặc cụm cốc hóa trề, và các dòng vùng naphta, như naphta chưng trực tiếp hoặc từ việc

cốc hóa trễ, giảm độ nhớt hoặc các phần ngưng của khí tự nhiên, trong số các nguyên liệu hydrocacbon khác, có thể được xử lý trong bình phản ứng thứ hai để tạo ra các olefin nhẹ, như etylen và propylen. Việc tích hợp bình phản ứng thứ hai với bình phản ứng kiểu ống đứng FCC thông thường theo các phương án được bộc lộ trong bản mô tả này có thể khắc phục các nhược điểm của các quy trình đã biết, có thể gần như tăng sự chuyển đổi tổng thể và sản lượng các olefin nhẹ, và/hoặc có thể tăng khả năng xử lý các nguyên liệu nặng hơn.

Việc tích hợp bình phản ứng thứ hai với bình phản ứng kiểu ống đứng FCC thông thường theo các phương án được bộc lộ trong bản mô tả này có thể được tạo điều kiện bằng cách (a) sử dụng bình tái tạo chất xúc tác chung, (b) sử dụng hai loại chất xúc tác, một là lựa chọn để cracking các hydrocacbon nặng hơn và còn lại là lựa chọn để cracking C₄ và các hydrocacbon vùng naphta để sản xuất các olefin nhẹ, và (c) sử dụng bình phản ứng dòng hỗn hợp hoặc bình phản ứng cô đặc chất xúc tác trong chế độ dòng mà sẽ tách một phần hai loại chất xúc tác, tạo điều kiện cho sự tiếp xúc của các C₄ hoặc nguyên liệu naphta với chất xúc tác lựa chọn để cracking các chất này và tạo ra các olefin nhẹ.

Để nâng cao giới hạn vận hành của bình phản ứng thứ hai, và mang lại sự linh hoạt cao hơn cho quy trình, bình phản ứng thứ hai có thể được vận hành ở chế độ dòng để cuốn theo chất xúc tác lựa chọn để cracking các hydrocacbon nặng hơn, và cuốn theo ít nhất một phần chất xúc tác lựa chọn cho việc cracking C₄ và các hydrocacbon vùng naphta. Sau đó, các sản phẩm hydrocacbon đã crack và các chất xúc tác cuốn theo được cấp cho bình tách để tách chất xúc tác lựa chọn cho việc cracking C₄ và các hydrocacbon vùng naphta từ các sản phẩm hydrocacbon đã crack và chất xúc tác lựa chọn để cracking các hydrocacbon nặng hơn. Bình tách chất rắn này là bình bên ngoài đối với bình phản ứng và được vận hành ở đặc tính thủy động mà cải thiện việc tách hai loại chất xúc tác dựa trên đặc tính vật lý của chúng, như cỡ hạt và/hoặc tỷ trọng. Sau đó, chất xúc tác được tách, lựa chọn cho việc cracking C₄ và các hydrocacbon vùng naphta, có thể được đưa trở lại về bình phản ứng cho phản ứng tiếp theo và tạo ra nồng độ cải thiện của chất xúc tác lựa chọn cho việc cracking C₄ và các hydrocacbon vùng naphta bên trong bình phản ứng, nâng cao tính lựa chọn của quy trình tổng thể trong khi còn nâng cao sự linh hoạt của toàn bộ quy trình do giới hạn vận hành cải thiện.

Như nêu trên, hệ thống cracking có thể sử dụng hai loại chất xúc tác, mỗi loại tạo điều kiện cho loại nguyên liệu hydrocarbon khác nhau. Chất xúc tác cracking thứ nhất có thể là chất xúc tác zeolit loại Y, chất xúc tác FCC, hoặc các chất xúc tác tương tự khác có lợi cho việc cracking các nguyên liệu hydrocarbon nặng hơn. Chất xúc tác cracking thứ hai có thể là chất xúc tác loại ZSM-5 hoặc ZSM-11 hoặc chất xúc tác tương tự có lợi cho việc cracking các C₄ hoặc các hydrocarbon vùng naphta và lựa chọn để tạo ra các olefin nhẹ. Để tạo điều kiện thuận lợi cho sơ đồ hai bình phản ứng được bộc lộ trong bản mô tả này, chất xúc tác cracking thứ nhất có thể có cỡ hạt trung bình thứ nhất và tỷ trọng, và có thể nhỏ hơn và/hoặc nhẹ hơn so với cỡ hạt và tỷ trọng đối với chất xúc tác cracking thứ hai, sao cho các chất xúc tác có thể được tách dựa trên tỷ trọng và/hoặc kích cỡ (ví dụ, dựa trên vận tốc cuối hoặc các đặc tính khác của các hạt xúc tác).

Trong bình tái tạo chất xúc tác, chất xúc tác đã được tiêu thụ được thu hồi từ cả bình phản ứng kiểu ống đứng và bình phản ứng thứ hai được tái tạo. Sau khi tái tạo, phần thứ nhất của chất xúc tác hỗn hợp có thể được cấp từ bình tái tạo đến bình phản ứng kiểu ống đứng (bình phản ứng dòng cùng chiều). Phần thứ hai của chất xúc tác hỗn hợp có thể được cấp từ bình tái tạo đến bình phản ứng thứ hai.

Trong bình phản ứng dòng cùng chiều, nguyên liệu hydrocarbon thứ nhất được tiếp xúc với phần thứ nhất của chất xúc tác tái tạo để crack ít nhất một phần các hydrocarbon để tạo ra các hydrocarbon nhẹ hơn. Sau đó, dòng thải có thể được thu hồi từ bình phản ứng dòng cùng chiều, dòng thải bao gồm sản phẩm hydrocarbon đã crack thứ nhất và phân đoạn chất xúc tác hỗn hợp đã được tiêu thụ.

Theo một số phương án, bình phản ứng thứ hai được vận hành ở chế độ tăng sôi đủ để cuốn theo chất xúc tác cracking thứ nhất, và chất xúc tác cracking thứ hai với các sản phẩm hydrocarbon được thu hồi dưới dạng dòng thải từ bình phản ứng thứ hai của xả trên đầu. Sau đó, dòng thải được cấp cho bình tách để tách các sản phẩm hydrocarbon đã crack và chất xúc tác cracking thứ nhất ra khỏi chất xúc tác cracking thứ hai.

Sau đó, dòng hơi/chất xúc tác cracking thứ nhất được thu hồi từ bình tách có thể gửi chuyển tiếp để tách. Chất xúc tác cracking thứ hai được thu hồi từ bình tách có thể được tái tuần hoàn trở lại về bình phản ứng thứ hai cho phản ứng tiếp theo, như nêu trên.

Dòng thải thứ nhất (các hydrocarbon đã crack và chất xúc tác hỗn hợp đã được tiêu thụ từ bình phản ứng kiểu ống đứng) và dòng thải thứ hai (các hydrocarbon đã crack và

chất xúc tác cracking thứ nhất đã được tách từ bình phản ứng thứ hai) cả hai có thể được cấp cho bình ngắt để tách phân đoạn chất xúc tác hỗn hợp đã được tiêu thụ và chất xúc tác cracking thứ nhất đã được tách ra khỏi các sản phẩm hydrocacbon đã crack thứ nhất và thứ hai. Sau đó, các sản phẩm hydrocacbon đã crack, bao gồm các olefin nhẹ, các hydrocacbon C₄, các hydrocacbon vùng naphta, và các hydrocacbon nặng hơn có thể được tách để thu hồi các sản phẩm mong muốn hoặc các phân đoạn sản phẩm.

Do đó, các quy trình được bộc lộ trong bản mô tả này tích hợp bình phản ứng dòng hỗn hợp thứ hai hoặc bình phản ứng cô đặc chất xúc tác, bình tách chất rắn bên ngoài, và bình phản ứng kiểu ống đứng, với các sự tách sản phẩm thông thường và tái tạo chất xúc tác, trong đó các chất xúc tác được sử dụng trong bình phản ứng thứ hai là lựa chọn cao để cracking C₄ và các hydrocacbon vùng naphta nhằm tạo ra các olefin nhẹ. Sự tái tạo chất xúc tác thông thường tạo ra sự cân bằng nhiệt, và sự tách sản phẩm thông thường (bình ngắt và/hoặc các hệ thống cất phân đoạn sản phẩm, v.v.) tạo ra sự đơn giản cho các hoạt động và giảm số lượng chi tiết, trong số các ưu điểm khác.

Dưới đây, Fig.1 thể hiện lưu đồ xử lý được đơn giản hóa của các hệ thống cracking các hydrocacbon và tạo ra các olefin nhẹ theo các phương án được bộc lộ trong bản mô tả này. Hệ thống này bao gồm kết cấu hai bình phản ứng để tối đa hóa sản lượng của propylen và etylen từ các nguyên liệu cặn dầu mỏ hoặc các dòng hydrocacbon khác. Bình phản ứng thứ nhất 3 có thể là bình phản ứng kiểu ống đứng để cracking các nguyên liệu hydrocacbon nặng hơn chẳng hạn. Bình phản ứng thứ hai 32 là bình phản ứng tầng sôi, mà có thể được trang bị các vách đổi hướng hoặc chi tiết bên trong. Các olefin C₄ và/hoặc các sản phẩm naphta nhẹ từ bình phản ứng thứ nhất 3 hoặc các dòng cấp tương tự từ các nguồn bên ngoài có thể được xử lý trong bình phản ứng thứ hai 32 để nâng cao sản lượng của các olefin nhẹ, bao gồm propylen và etylen, và các chất thơm/xăng octan cao.

Nguyên liệu cặn dầu mỏ nặng được phun qua một hoặc nhiều vòi phun cấp 2 được bố trí ở gần đáy của bình phản ứng thứ nhất 3. Nguyên liệu dầu mỏ nặng tiếp xúc chất xúc tác tái tạo nóng được nạp qua khuỷu nối 1 hình chữ J. Chất xúc tác được cấp cho bình phản ứng thứ nhất 3 là hỗn hợp chất xúc tác, bao gồm chất xúc tác thứ nhất lựa chọn để cracking các hydrocacbon nặng hơn, như chất xúc tác trên cơ sở zeolit loại Y, và chất xúc tác thứ hai lựa chọn cho việc cracking C₄ và các hydrocacbon vùng naphta để tạo ra các olefin nhẹ, như ZSM-5 hoặc ZSM-11, mà cũng có thể được sử dụng kết hợp với các chất

xúc tác khác. Chất xúc tác thứ nhất và thứ hai có thể khác nhau về một hoặc cả cỡ hạt và tỷ trọng. Chất xúc tác thứ nhất, như zeolit trên cơ sở loại Y, có thể có cỡ hạt nằm trong khoảng từ 20 micrôn đến 200 micrôn và tỷ trọng khối biểu kiến nằm trong khoảng từ 0,60 g/ml đến 1,0 g/ml. Chất xúc tác thứ hai, như ZSM-5 hoặc ZSM-11, có thể có cỡ hạt nằm trong khoảng từ 20 micrôn đến 350 micrôn và tỷ trọng khối biểu kiến nằm trong khoảng từ 0,7 g/ml đến 1,2 g/ml.

Nhiệt cần để hóa hơi nguyên liệu và/hoặc nâng nhiệt độ của nguyên liệu đến đến nhiệt độ phản ứng mong muốn, như nằm trong khoảng từ 500°C đến 700°C, và cho nhiệt để thu nhiệt (nhiệt của phản ứng) có thể được cung cấp bởi chất xúc tác tái tạo nóng đi từ bộ tái tạo 17. Thông thường, áp suất trong bình phản ứng thứ nhất 3 nằm trong khoảng từ 1 barg (0,1MPa) đến 5 barg (0,5MPa).

Sau khi phần lớn phản ứng cracking hoàn thành, hỗn hợp của các sản phẩm, các hơi nguyên liệu chưa chuyển đổi, và chất xúc tác đã sử dụng chạy vào trong hệ thống xiclon hai giai đoạn được chứa trong bình chứa xiclon 8. Hệ thống xiclon hai giai đoạn bao gồm xiclon sơ cấp 4, để tách chất xúc tác đã sử dụng ra khỏi hơi. Chất xúc tác đã sử dụng được xả vào trong tháp chưng 9 qua ống đôi xiclon sơ cấp 5. Các hạt xúc tác mịn được cuốn theo với các hơi đã được tách từ xiclon sơ cấp 4 và các hơi thành phẩm từ bình phản ứng thứ hai 32, được nạp qua đường dòng 36a và xiclon một giai đoạn 36c, được tách trong xiclon giai đoạn thứ hai 6. Hỗn hợp chất xúc tác đã gom được xả vào trong tháp chưng 9 thông qua ống đôi 7. Các hơi từ xiclon giai đoạn thứ hai 6 được thoát qua cửa xả xiclon thứ hai 12b, mà có thể được nối với khoảng thông 11, và sau đó được hướng đến thiết bị phân đoạn chính/nhà máy khí (không được thể hiện trên hình vẽ) để thu hồi các sản phẩm, bao gồm các olefin mong muốn. Nếu cần, các hơi thành phẩm được làm nguội thêm bằng cách nạp dầu tuần hoàn nhẹ (LCO) hoặc hơi qua đường ống phân phối 12a như phương tiện tới.

Chất xúc tác đã sử dụng được thu hồi thông qua các ống đôi 5, 7 chịu chưng tách trong tháp chưng 9 để loại bỏ các hơi trong khe (các hơi hydrocacbon bị kẹt giữa các hạt xúc tác) bằng cách cho tiếp xúc ngược chiều của hơi, được nạp vào đáy của tháp chưng 9 qua bình phân phối hơi 10. Sau đó, chất xúc tác đã sử dụng được truyền đến bộ tái tạo 17 thông qua ống đứng của chất xúc tác đã sử dụng 13a và đường ống nâng 15. Chất xúc tác đã sử dụng van trượt 13b, được bố trí trên ống đứng của chất xúc tác đã sử dụng 13a được

sử dụng để điều khiển chất xúc tác chạy từ tháp chung 9 đến bộ tái tạo 17. Phần nhỏ của không khí đốt hoặc nitơ có thể được nạp qua bình phân phối 14 để giúp vận chuyển nhẹ nhàng chất xúc tác đã sử dụng.

Chất xúc tác đã được cốc hoặc đã sử dụng được xả qua bình phân phối chất xúc tác đã sử dụng 16 ở tâm của tầng tái tạo độ nặng 24. Không khí đốt được nạp bởi bình phân phối không khí 18 được bố trí ở ở đáy của tầng tái tạo 24. Sau đó, cốc kết tủa trên chất xúc tác được đốt cháy trong bộ tái tạo 17 thông qua phản ứng với không khí đốt. Ví dụ, bộ tái tạo 17 có thể vận hành ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 640°C đến 750°C và áp suất nằm trong khoảng từ 1 barg (0,1MPa) đến 5 barg (0,5MPa). Các hạt xúc tác mịn được cuốn theo cùng với khí ống lò được gom trong xiclon giai đoạn thứ nhất 19 và xiclon giai đoạn thứ hai 21 và được xả vào trong tầng xúc tác của bộ tái tạo qua các ống đôi 20, 22 tương ứng. Khí ống lò được thu hồi từ cửa xả của xiclon giai đoạn thứ hai 21 được hướng đến đường khí ống lò 50 thông qua bộ tái tạo khoảng thông 23 để thu hồi nhiệt thải phía sau và/hoặc thu hồi năng lượng.

Phần thứ nhất của hỗn hợp chất xúc tác tái tạo được rút thông qua ống đứng của chất xúc tác tái tạo 27, mà nối thông chất lưu với khuỷu nối 1 hình chữ J. Chất xúc tác chạy từ bộ tái tạo 17 đến bình phản ứng 3 có thể được điều chỉnh bởi van trượt 28 được bố trí trên ống đứng của chất xúc tác tái tạo 27. Miệng của van trượt 28 được điều chỉnh để điều khiển dòng chất xúc tác để duy trì nhiệt độ đỉnh mong muốn trong bình phản ứng 3.

Bổ sung cho hơi nâng, việc cấp còn được thực hiện để phun các dòng cấp như C₄ các olefin và naphta hoặc các dòng bên ngoài tương tự như phương tiện nâng đến khuỷu nối 1 hình chữ J qua bình phân phối khí 1a được bố trí ở đoạn hình chữ Y để cho phép vận chuyển nhẹ nhàng chất xúc tác tái tạo từ khuỷu nối 1 hình chữ J đến bình phản ứng 3. Khuỷu nối 1 hình chữ J cũng có thể hoạt động như bình phản ứng tầng nặng để cracking các olefin C₄ và các dòng naphta thành các olefin nhẹ ở các điều kiện thuận lợi cho các phản ứng, như WHSV nằm trong khoảng từ 0,5 h⁻¹ đến 50 h⁻¹, nhiệt độ nằm trong khoảng từ 640°C đến 750°C, và thời gian ổn định nằm trong khoảng từ 3 giây đến 10 giây.

Phần thứ hai của hỗn hợp chất xúc tác tái tạo được rút vào trong bình phản ứng thứ hai 32 qua ống đứng 30. Van trượt 31 có thể được sử dụng để điều khiển chất xúc tác chạy từ bộ tái tạo 17 đến bình phản ứng thứ hai 32 dựa trên điểm thiết lập nhiệt độ của cửa xả hơi. Các olefin C₄ và các dòng naphta được phun vào trong đoạn đáy của tầng xúc

tác qua một hoặc nhiều bình phân phối nguyên liệu 34 (34a, 34b), ở pha lỏng hoặc pha hơi. Bình phản ứng thứ hai 32 vận hành theo kiểu dòng hỗn hợp, trong đó một phần của chất xúc tác tái tạo chạy về phía dưới (từ đỉnh đến đáy của tầng của bình phản ứng) và một phần của hỗn hợp chất xúc tác tái tạo và dòng hydrocacbon cấp chạy về phía trên (từ đáy đến đỉnh của tầng của bình phản ứng).

Bình phản ứng thứ hai 32 có thể được trang bị các vách đổi hướng hoặc các chi tiết cấu trúc bên trong (không được thể hiện trên hình vẽ) mà giúp cho sự tiếp xúc và hoà trộn mật thiết của chất xúc tác và các phân tử của nguyên liệu. Các chi tiết bên trong này còn giúp giảm thiểu sự tạo kênh, phát triển bọt khí, và/hoặc kết tụ. Bình phản ứng thứ hai 32 có thể còn được mở rộng ở các đoạn khác nhau dọc theo chiều dài để duy trì vận tốc khí bề mặt không đổi hoặc vận tốc khí bề mặt mong muốn bên trong các đoạn này.

Sau khi phản ứng hoàn thành, chất xúc tác được chung tách ở phần dưới cùng của bình phản ứng thứ hai 32 để tách nguyên liệu hydrocacbon cuốn theo/các sản phẩm bằng cách sử dụng hơi như phương tiện chung tách được nạp qua bình phân phối 35. Sau đó, chất xúc tác đã sử dụng được thu hồi ở đáy của bình phản ứng 32 được vận chuyển đến bộ tái tạo 17 thông qua ống đứng 37 và đường ống nâng 40 qua bình phân phối chất xúc tác đã sử dụng 41. Không khí đốt hoặc nitơ có thể được nạp qua bình phân phối 39 để cho phép vận chuyển nhẹ nhàng chất xúc tác đến bộ tái tạo 17. Van trượt 38 có thể được sử dụng để điều khiển chất xúc tác chạy từ bình phản ứng thứ hai 32 đến bộ tái tạo 17. Sau đó, chất xúc tác đã sử dụng từ cả bình phản ứng 3, 32 được tái tạo trong bộ tái tạo thông thường 17, vận hành ở chế độ đốt hoàn toàn.

Như nêu trên, bình phản ứng thứ hai 32 sử dụng hai chất xúc tác khác nhau mà có thể khác về một hoặc cả hai trong số cỡ hạt và tỷ trọng, như zeolit loại Y nhẹ hơn và nhỏ hơn hoặc chất xúc tác FCC và zeolit có lỗ rỗng nhỏ ngũ giác hình dáng lựa chọn ZSM-5/ZSM-11 lớn hơn và/hoặc nặng hơn. Vận tốc khí bề mặt trong bình phản ứng thứ hai 32 được duy trì sao cho gần như tất cả hoặc phần lớn của chất xúc tác nhẹ hơn, nhỏ hơn (ví dụ, zeolit loại Y/chất xúc tác FCC) và phần của chất xúc tác nặng hơn, lớn hơn (ví dụ, ZSM-5/ZSM-11) được đưa ra khỏi bình phản ứng với các hydrocacbon đã crack và hơi được thu hồi qua đường dòng 45. Phần của chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn có thể được giữ lại bên trong bình phản ứng 32, tạo ra tầng nặng về phía phần dưới của bình phản ứng, như nêu trên.

Do đó, dòng thải từ bình phản ứng 32 được thu hồi qua đường dòng 45 có thể bao gồm các sản phẩm hydrocacbon đã crack, nguyên liệu hydrocacbon chưa phản ứng, hơi (phương tiện chung tách), và hỗn hợp chất xúc tác, bao gồm gần như tất cả chất xúc tác nhẹ hơn và/hoặc nhỏ hơn và phần của chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn được nạp vào bình phản ứng. Sau đó, dòng thải có thể được vận chuyển qua đường dòng 45 đến bình tách chất rắn 47. Bình tách 47 có thể là bình tách được tạo kết cấu để tách hai loại chất xúc tác dựa trên đặc tính vật lý của chúng, là cỡ hạt và/hoặc tỷ trọng. Ví dụ, bình tách 47 có thể sử dụng sự chênh lệch về các lực quán tính hoặc các lực ly tâm để tách chất xúc tác FCC ra khỏi ZSM-5. Bình tách chất rắn 47 là bình bên ngoài đối với bình phản ứng thứ hai 32 và được vận hành ở đặc tính thủy động mà tăng cường việc tách hai loại chất xúc tác dựa trên đặc tính vật lý của chúng.

Sau khi tách trong bình tách 47, chất xúc tác nhỏ hơn và/hoặc nhẹ hơn (zeolit loại Y/chất xúc tác FCC) sau đó được vận chuyển từ bình tách 47 đến thiết bị ngắt thông thường hoặc bình chứa 8, chứa bình phản ứng kiểu ống đứng các xiclon và/hoặc hệ thống kết thúc phản ứng, qua đường xả 36a. Chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn (ZSM-5/ZSM-11) có thể được đưa trở lại qua đường dòng 49 đến bình phản ứng dòng hỗn hợp 32 cho phản ứng tiếp theo với các nguyên liệu hydrocacbon được nạp qua các bình phân phối 34.

Việc cuốn theo gần như tất cả chất xúc tác nhẹ hơn/nhỏ hơn và phần của chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn, tách tiếp theo, và tái tuần hoàn chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn đến bình phản ứng 32 có thể cho phép sự tích tụ đáng kể của chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn trong bình phản ứng 32. Do chất xúc tác này có tính lựa chọn hơn đối với việc cracking C_4 và các hydrocacbon vùng naphta, sự tích tụ của chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn có thể đem lại lợi thế về tính lựa chọn và sản lượng. Hơn nữa, sự vận hành của bình phản ứng ở chế độ dòng tạo tầng sôi để cuốn theo cả hai loại chất xúc tác có thể đem lại khả năng vận hành cải thiện của bình phản ứng hoặc tính linh hoạt trong các hoạt động, như nêu trên.

Nguyên liệu hydrocacbon như dầu khí chân không nặng hoặc nguyên liệu cặn nặng, dầu tuần hoàn nhẹ (LCO), hoặc hơi có thể được phun như phương tiện tới trong đường xả 36a qua bình phân phối 36b. Lưu tốc của phương tiện tới có thể được điều khiển bằng cách đặt nhiệt độ của dòng đi vào bình chứa 8. Toàn bộ hơi từ bình phản ứng thứ hai 32,

kể cả các hơi được cấp qua bình phân phối 36b, được xả vào trong pha loãng của bình chứa 8 qua xyclon một giai đoạn 36c. Việc sử dụng nguyên liệu hydrocacbon như phương tiện tôi được ưu tiên vì nó phục vụ hai mục đích là làm nguội các sản phẩm từ bình phản ứng thứ hai 32 và còn nâng cao quá trình sản xuất của các phần chưng giữa.

Bình phản ứng giai đoạn thứ nhất 3, như bình phản ứng kiểu ống đứng, có thể vận hành ở chế độ tăng sôi nhanh (ví dụ, ở vận tốc bề mặt khí nằm trong khoảng từ 3 m/s đến 10 m/s ở đoạn đáy) và chế độ vận chuyển khí nén (ví dụ, ở vận tốc bề mặt khí nằm trong khoảng từ 10 m/s đến 20 m/s) ở đoạn đỉnh.

Thông thường, WHSV trong bình phản ứng thứ hai 32 nằm trong khoảng từ 0,5 h⁻¹ đến 50 h⁻¹; hơi và thời gian ổn định của các chất xúc tác có thể thay đổi từ khoảng 2 giây đến 20 giây. Khi các nguyên liệu khác nhau được nạp, tốt hơn là nguyên liệu C₄ được phun ở cao độ dưới mức phun của nguyên liệu naphta. Tuy nhiên, có thể hoán đổi các vị trí phun nguyên liệu.

Nếu cần, chất xúc tác bổ sung có thể được nạp thông qua một hoặc nhiều đường dòng 42, 43. Ví dụ, chất xúc tác FCC hoặc chất xúc tác zeolit loại Y sạch hoặc bổ sung hoặc hỗn hợp của hai chất này có thể được nạp vào bộ tái tạo 17 qua đường dòng 42 và chất xúc tác ZSM-5/ ZSM-11 sạch hoặc bổ sung có thể được nạp vào bình phản ứng thứ hai 32 qua đường dòng 43. Phần chất xúc tác tồn dư của toàn bộ hệ thống có thể được duy trì bằng cách rút chất xúc tác hỗn hợp ra khỏi bộ tái tạo 24 chẳng hạn. Phần chất xúc tác tồn dư và sự tích tụ của chất xúc tác được ưu tiên bên trong bình phản ứng 32 có thể được điều khiển, như sẽ được mô tả dưới đây, thông qua việc điều khiển sự vận hành của bình phản ứng và bình tách 47.

Theo một số phương án, phần thứ nhất của chất xúc tác tái tạo được rút từ bộ tái tạo 17 vào trong phễu chất xúc tác tái tạo (RCSP) 26 qua đường rút 25, mà nối thông chất lưu với bộ tái tạo 17 và ống đứng của chất xúc tác tái tạo 27. Tầng xúc tác trong phễu hứng RCSP 26 nối bằng mức tầng của bộ tái tạo 17. Sau đó, chất xúc tác tái tạo được chuyển từ phễu hứng RCSP 26 đến bình phản ứng 3 thông qua ống đứng của chất xúc tác tái tạo 27, mà nối thông chất lưu với khuỷu nối 1 hình chữ J. Chất xúc tác chạy từ bộ tái tạo 17 đến bình phản ứng 3 có thể được điều chỉnh bởi van trượt RCSP 28 được bố trí trên ống đứng của chất xúc tác tái tạo 27. Đường cân bằng áp suất 29 cũng có thể được lắp.

Đường vòng của bình tách 60 cũng có thể được sử dụng để tạo điều kiện cho việc truyền các hạt từ đỉnh của bình phản ứng 32 đến bình 8, như được thể hiện trên Fig.1. Như được mô tả có dựa vào Fig.1 trên đây, bình phản ứng thứ hai 32 sử dụng hai chất xúc tác khác nhau mà có thể khác về một hoặc cả hai trong số cỡ hạt và tỷ trọng, như zeolit loại Y nhẹ hơn và/hoặc nhỏ hơn hoặc chất xúc tác FCC và zeolit có lỗ rỗng nhỏ nằm cạnh hình dáng lựa chọn ZSM-5/ ZSM-11 lớn hơn và/hoặc nặng hơn. Vận tốc khí bề mặt trong bình phản ứng thứ hai 32 có thể được duy trì sao cho gần như toàn bộ chất xúc tác nhẹ hơn, nhỏ hơn (ví dụ, zeolit loại Y/chất xúc tác FCC) và phần của chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn (ví dụ, ZSM-5/ZSM-11) được đưa ra khỏi bình phản ứng với các hydrocarbon đã crack và hơi được thu hồi qua đường dòng 45.

Do đó, dòng thải từ bình phản ứng 32 được thu hồi qua đường dòng 45 có thể bao gồm các sản phẩm hydrocarbon đã crack, nguyên liệu hydrocarbon không phản ứng, hơi (phương tiện chưng tách), và hỗn hợp chất xúc tác, bao gồm gần như toàn bộ chất xúc tác nhẹ hơn, nhỏ hơn và phần của chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn được nạp vào bình phản ứng. Sau đó, dòng thải có thể được vận chuyển qua đường dòng 45 đến bình tách chất rắn 47. Bình tách 47 có thể là bình tách được tạo kết cấu để tách hai loại chất xúc tác dựa trên đặc tính vật lý của chúng, là cỡ hạt và/hoặc tỷ trọng. Bình tách 47 được vận hành ở đặc tính thủy động mà nâng cao việc tách hai loại chất xúc tác dựa trên đặc tính vật lý của chúng.

Sau khi tách trong bình tách 47, chất xúc tác nhỏ hơn/nhẹ hơn (zeolit loại Y/chất xúc tác FCC sau đó được chuyển từ bình tách 47 đến thiết bị ngắt thông thường hoặc bình chứa 8, vỏ bình phản ứng kiểu ống đứng các xyclon và/hoặc hệ thống kết thúc phản ứng, qua đường xả 36a. Chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn (ZSM-5/ZSM-11) có thể được đưa trở lại về bình phản ứng dòng hỗn hợp 32 cho phản ứng tiếp theo với các nguyên liệu hydrocarbon được nạp qua các bình phân phối 34.

Phần của dòng thải chứa cả hai loại chất xúc tác được chuyển liên tục hoặc không liên tục, qua đường dòng 45 có thể được làm chệch hướng để đi vòng qua bình tách 47. Phần làm chệch hướng của dòng thải có thể chạy quanh bình tách 47 qua đường dòng 60, mà có thể bao gồm bộ làm chệch hướng hoặc van điều khiển dòng 62. Sau đó, dòng thải có thể đi tiếp qua đường dòng 64 trở lại về bộ ngắt 8 để tách các sản phẩm hydrocarbon ra khỏi các chất xúc tác. Đường dòng 64 có thể được kết hợp với dòng thải và chất xúc tác

nhỏ hơn được thu hồi từ bình tách 47 qua đường dòng 36a, và có thể được nạp phía trước hoặc phía sau đường tôi 36b. Ngoài ra, dòng thải chệch hướng trong đường ống 60 có thể được cấp trực tiếp đến bộ ngắt/ bình chứa 8.

Trong khi được thể hiện trên Fig.1 với van chia nhánh 62, các phương án của sáng chế nhằm sử dụng đường ống dẫn dòng hình chữ Y hoặc thiết bị tương tự để gửi liên tục phần của dòng thải, chứa cả các loại hạt xúc tác, đến bộ ngắt 8, trong khi gửi liên tục phần của dòng thải đến bình tách 47, do đó cho phép sự tích tụ mong muốn của các hạt xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn bên trong bình phản ứng 32. Như được thể hiện trên Fig.1, chất xúc tác từ bình phản ứng thứ hai cũng có thể được vận chuyển qua đường ống 37, van trượt 38 và đường vận chuyển 40 đến bộ tái tạo 17. Không khí ống thổi được sử dụng như khí mang 39 để vận chuyển chất xúc tác đến bộ tái tạo 17. Thiết bị vận chuyển chất xúc tác không chỉ giúp điều khiển mức tăng xúc tác trong bình phản ứng 32 mà còn giúp tái tạo chất xúc tác thường xuyên hơn.

Việc sử dụng dòng chất lưu mang được cải thiện và/hoặc sử dụng bộ làm chệch hướng dòng, như nêu trên, có thể đem lại lợi ích đối với sự tích tụ của chất xúc tác lựa chọn để cracking các hydrocarbon vùng naphta trong bình phản ứng thứ hai, bình phản ứng 32. Theo một số phương án, có thể thấy rằng bình phản ứng 32 có thể được vận hành theo cách để cung cấp chất xúc tác tái tạo và đủ duy trì hoạt động bên trong tầng xúc tác của bình phản ứng 32 sao cho đường vận chuyển chất xúc tác (các đường dòng 37, 40) và thiết bị liên quan có thể được bỏ ra khỏi sơ đồ dòng (như được thể hiện trên Fig.6) mà không ảnh hưởng đến tính lựa chọn và năng suất của bình phản ứng và với các lợi ích bổ sung là giảm độ phức tạp cơ học và giảm vốn và các chi phí vận hành.

Dưới đây Fig.6 là lưu đồ xử lý được đơn giản hóa của các hệ thống cracking hydrocarbon và tạo ra các olefin nhẹ theo các phương án được bộc lộ trong bản mô tả này, trong đó các số chỉ dẫn giống nhau biểu thị các bộ phận giống nhau. Giống với sơ đồ xử lý được thể hiện trên Fig.1, nêu trên, hệ thống như được thể hiện trên Fig.6 sẽ có hai sơ đồ bình phản ứng và nạp hai loại hạt (như chất xúc tác loại Y nhẹ hơn và/hoặc nhỏ hơn hoặc FCC và chất xúc tác ZSM-5 hoặc ZSM-11 lớn hơn và/hoặc nặng hơn) trong bình phản ứng thứ hai 32. Các chất phụ gia xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn (ví dụ, ZSM-5 hoặc ZSM-11) có thể được bổ sung trực tiếp vào bình phản ứng thứ hai 32 qua đường

dòng 43. Hỗn hợp chất xúc tác tái tạo vận chuyển từ bộ tái tạo 17 qua đường ống 30 đến bình phản ứng 32.

Tầng xúc tác trong bình phản ứng thứ hai 32 được cho là vận hành ở chế độ tầng rời, tầng sỏi hoặc tạo tầng sôi nhanh. Nguyên liệu naphta nhẹ 34a, như sản phẩm naphta nhẹ từ bình phản ứng sơ cấp hoặc bình phản ứng kiểu ống đứng 3, như được thể hiện, có thể được cấp vào trong bình phản ứng thứ hai 32 và được chuyển đổi thành các olefin nhẹ với sự có mặt của chất xúc tác hỗn hợp. Khí nâng cùng với khí thành phẩm trong bình 32 sẽ nâng các chất rắn, bao gồm cả các chất xúc tác, qua đường ống 45 đến bình tách chất rắn 47, sau đó trở lại về bộ tái tạo 17. Do sự khác biệt về kích cỡ và/hoặc tỷ trọng của hai hạt xúc tác, hầu hết các hạt xúc tác ZSM-5 hoặc ZSM-11 sẽ được tách ra khỏi chất xúc tác loại Y hoặc chất xúc tác FCC trong bình tách chất rắn 47 và được vận chuyển qua đường ống trở về 49 trở lại về bình phản ứng 32. Hầu hết hạt chất xúc tác loại Y hoặc hạt chất xúc tác FCC sẽ được vận chuyển trở lại về tháp chưng 8 để tách chất rắn dạng khí.

Khi so sánh với các phương án khác đã nêu, sự khác biệt cơ bản là không có đường ống trở về của chất xúc tác và các van điều khiển và thiết bị liên quan từ đáy của bình phản ứng thứ hai 32 trở lại về bình tái tạo 17. Như được mô tả ngắn gọn trên đây, kết cấu xử lý có thể vẫn đem lại sự tái tạo chất xúc tác đáng kể, cũng như sự tích tụ và nồng độ mong muốn của chất xúc tác ZSM-5 hoặc ZSM-11 lớn hơn và/hoặc nặng hơn bên trong bình phản ứng 32. Mong đợi rằng nồng độ của chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn càng cao có thể dẫn đến hiệu suất trong bình phản ứng thứ hai 32 càng lớn, ngay cả khi đường ống trở về 37 được loại bỏ. Thiết kế này, với việc loại bỏ đường ống trở về 37, còn giảm bớt độ phức tạp cơ học và giảm vốn và các chi phí vận hành.

Hệ thống theo phương án mà không có đường ống trở về 37 (xem Fig.6) còn bao gồm hơi như khí nâng. Khi không có cửa xả chất xúc tác ở đáy của bình phản ứng 32, chất xúc tác sẽ nạp đầy bình phản ứng 32 và theo một số phương án không quan sát thấy mức tầng xúc tác. Khí nâng cùng với khí thành phẩm trong bình 32 sẽ nâng các chất rắn, bao gồm cả các chất xúc tác, qua đường ống 45 đến bình tách chất rắn 47. Do sự khác biệt về kích cỡ và/hoặc tỷ trọng của hai hạt xúc tác, hầu hết các hạt xúc tác ZSM-5 hoặc ZSM-11 sẽ được tách ra khỏi chất xúc tác loại Y hoặc chất xúc tác FCC trong bình tách chất rắn 47 và được vận chuyển qua đường ống trở về 49 trở lại về bình phản ứng 32. Hầu hết hạt chất xúc tác loại Y hoặc hạt chất xúc tác FCC sẽ được vận chuyển trở lại về tháp chưng 8

để tách chất rắn dạng khí. Khi so với hệ thống trên Fig.1, thiết kế này không có đường ống trở về 37 có thể dẫn đến nồng độ cao hơn nhiều của chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn, mà sẽ dẫn đến hiệu suất phản ứng tốt hơn trong bình phản ứng 32. Mặc dù không được thể hiện, bình 32 có thể bao gồm gờ đáy hoặc cửa xả cho phép bình được xả dư chất xúc tác. Cửa xả cũng có thể được sử dụng để loại bỏ một cách định kỳ các hạt xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn mà có thể tích tụ bên trong bình 32, nếu cần.

Như nêu trên, các hệ thống theo các phương án trong bản mô tả này có thể bao gồm bình tách 47 được tạo kết cấu để tách hai loại chất xúc tác dựa trên đặc tính vật lý của chúng, như cỡ hạt và/hoặc tỷ trọng. Bình tách 47 có thể là bình tách xyclon, bình tách màng lọc, bộ sàng cơ học, khoang trọng lực, bình tách ly tâm, khoang vách đối hướng, bình tách kiểu cửa chớp, thiết bị phân loại nổi tiếp hoặc thiết bị phân loại khí nén, hoặc các loại bình tách khác có lợi cho việc tách một cách hiệu quả các hạt dựa trên kích cỡ và/hoặc đặc tính thủy động.

Các ví dụ về bình tách hoặc thiết bị phân loại có lợi theo các phương án trong bản mô tả này được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.2 đến Fig.5. Theo một số phương án, bình tách 47 có thể là bình tách quán tính dạng chữ U, như được thể hiện trên Fig.2, để tách hai loại hạt chất rắn hoặc các chất xúc tác với các cỡ hạt và/hoặc tỷ trọng hạt khác nhau. Bình tách có thể được xây dựng theo dạng hình chữ U, có cửa nạp 70 ở đỉnh, cửa xả khí 84 ở đầu còn lại của chữ U, và cửa xả chất rắn chính 80 ở đáy của bình tách hình chữ U.

Hỗn hợp 72 chứa các hạt chất rắn hoặc các chất xúc tác với các kích cỡ khác nhau được nạp cùng với dòng khí mang qua cửa nạp 70 và các lực tách quán tính được tác dụng lên các chất rắn bằng cách thực hiện không lớn hơn một vòng quay để tách các cỡ hạt chất rắn khác nhau. Các hạt chất rắn lớn hơn và/hoặc nặng hơn 78 được ưu tiên đi về phía dưới trong các đoạn 74/76 đến ống đứng hoặc ống đôi 80 được nối với đáy của chữ U trong khi các hạt chất rắn nhẹ hơn hoặc nhỏ hơn được ưu tiên đi theo cùng với dòng khí đến cửa xả 82, trong đó hỗn hợp 84 của các hạt nhỏ và các khí có thể được thu hồi. Cửa xả chất rắn 80 ở đáy của bình tách hình chữ U (cửa nạp của ống đứng hoặc ống đôi được sử dụng để dẫn các hạt xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn trở lại về bình phản ứng thứ hai 32) sẽ đủ lớn để chứa dòng chất rắn bình thường/chất xúc tác.

Bằng cách điều khiển lưu tốc khí đi vào ống đứng phía dưới và ra khỏi cửa xả dòng khí chính, hiệu quả tách tổng thể của bình tách quán tính hình chữ U và tính lựa chọn để

tách các hạt lớn hơn và/hoặc nặng hơn ra khỏi các hạt nhỏ hơn và/hoặc kém nặng có thể được điều chỉnh. Kết cấu này kéo dài ống đôi bịt kín toàn bộ mà ở đó chỉ dòng khí ra khỏi ống đôi được cuốn theo bởi dòng chất rắn đi ra/chất xúc tác. Do bình tách quán tính dạng chữ U tạo ra khả năng điều chỉnh hiệu quả tách, các hạt có kích cỡ trung gian, mà có khả năng tích tụ trong hệ thống như nêu trên, có thể được cuốn theo một cách định kỳ hoặc liên tục với các sản phẩm hydrocacbon được thu hồi từ bình tách 47 để tách trong bình 8 và tái tạo trong bộ tái tạo 24.

Theo một số phương án, ống phun khí 75 hoặc hơi/khí trợ bổ sung có thể được lắp ở gần đỉnh của đoạn xả 80, như gần đỉnh của cửa nạp ống đứng. Khí nâng bổ sung được cấp bên trong bình tách có thể còn tạo điều kiện cho việc tách các hạt chất rắn lớn hơn và/hoặc nặng hơn ra khỏi các hạt chất rắn kém nặng và/hoặc nhỏ hơn, do khí thêm có thể được ưu tiên để nâng các hạt chất rắn nhẹ hơn đến cửa xả khí 84, dẫn đến sự phân loại chất rắn tốt hơn.

Diện tích mặt cắt ngang của bình tách hình chữ U ở cửa nạp 70, cửa xả 82 và trên toàn bộ bình tách hình chữ U (bao gồm các diện tích 74, 76) có thể được điều chỉnh để thay đổi vận tốc khí bề mặt bên trong thiết bị để điều khiển hiệu quả tách và tính chọn lọc. Theo một số phương án, vị trí của một hoặc nhiều thành của bình tách có thể điều chỉnh được, hoặc vách đổi hướng dịch chuyển được có thể được bố trí bên trong một hoặc nhiều đoạn bình tách, mà có thể được sử dụng để điều khiển hiệu quả tách và tính lựa chọn. Theo một số phương án, hệ thống có thể bao gồm bộ phân tích cỡ hạt ở phía sau cửa xả 82, cho phép điều chỉnh theo thời gian thực của kết cấu dòng qua bình tách hình chữ U để đem lại các sự tách mong muốn.

Việc sử dụng các bình tách quán tính dạng chữ U được nối nối tiếp hoặc tổ hợp của các bình tách quán tính hình chữ U và các xi-clon có thể đem lại tính linh hoạt để cho phép đạt được đồng thời cả hiệu quả tách tổng thể mục tiêu và tính lựa chọn mục tiêu của các hạt lớn hơn và/hoặc nặng hơn so với các hạt nhỏ hơn và/hoặc nhẹ hơn.

Bình phản ứng thứ hai 32 cũng có thể được trang bị các vách đổi hướng hoặc các chi tiết cấu trúc bên trong như các lưới dạng môđun như được mô tả trong patent Mỹ 7,179,427. Các kiểu chi tiết bên trong khác mà nâng cao hiệu quả tiếp xúc và tính lựa chọn sản phẩm/năng suất cũng có thể được sử dụng. Các chi tiết bên trong có thể nâng cao sự phân phối chất xúc tác ngang qua bình phản ứng và cải thiện sự tiếp xúc của các

hơi cấp với chất xúc tác, dẫn đến làm tăng tốc độ phản ứng trung bình, nâng cao hoạt tính tổng thể của chất xúc tác và tối ưu các điều kiện vận hành để tăng sự sản xuất của các olefin nhẹ.

Các phương án được bộc lộ trong bản mô tả này sử dụng chất xúc tác chất xúc tác zeolit loại Y hoặc chất xúc tác FCC thông thường, tối đa hóa sự chuyển đổi của các nguyên liệu hydrocarbon nặng. Chất xúc tác chất xúc tác zeolit loại Y hoặc chất xúc tác FCC có cỡ hạt nhỏ hơn và/hoặc nhẹ hơn so với chất xúc tác ZSM-5 hoặc các chất xúc tác tương tự được sử dụng để nâng cao việc tạo ra các olefin nhẹ trong bình phản ứng dòng ngược. Chất xúc tác ZSM-5 hoặc các tương tự có cỡ hạt lớn hơn và/hoặc nặng hơn so với chất xúc tác chất xúc tác zeolit loại Y hoặc chất xúc tác FCC được sử dụng để nâng cao sự tách của các loại chất xúc tác trong mỗi bình phản ứng dòng hỗn hợp và bình tách chất rắn. Vận tốc khí bề mặt của các hơi trong bình phản ứng thứ hai được duy trì sao cho để cho phép sự cuốn theo của chất xúc tác zeolit loại Y hoặc chất xúc tác FCC và một phần của chất xúc tác ZSM-5 hoặc ZSM-11 ra khỏi bình phản ứng dòng hỗn hợp, và bình tách chất rắn có thể sử dụng sự khác biệt về các vận tốc của một hạt hoặc sự khác biệt về vận tốc tạo tầng sôi tối thiểu/các vận tốc tạo bóng tối thiểu để tách và đưa ZSM-5/ZSM-11 trở lại về bình phản ứng dòng hỗn hợp. Giải pháp này cho phép loại bỏ các hệ thống FCC hai giai đoạn và do đó đem lại quy trình được đơn giản hóa và hiệu quả. Các chất xúc tác được sử dụng trong quy trình có thể là tổ hợp của chất xúc tác zeolit loại Y/chất xúc tác FCC và ZSM-5 hoặc các chất xúc tác tương tự khác, như các chất được đề cập trong US5043522 và US5846402.

Sự cuốn theo của cả hai chất xúc tác từ bình phản ứng dòng hỗn hợp, tách tiếp theo, và tái tuần hoàn và sự tích tụ của chất xúc tác ZSM-5/ZSM-11 trong bình phản ứng dòng hỗn hợp loại bỏ hạn chế tiềm tàng bất kỳ về vận tốc khí bề mặt trong bình phản ứng thứ hai. Do đó, việc sử dụng bình tách chất rắn đem lại tính linh hoạt xử lý trong bình phản ứng thứ hai, cho phép bình phản ứng thứ hai được vận hành ở chế độ tầng sôi, tầng rơi, hoặc tạo tầng sôi nhanh, thay vì giới hạn các sự vận hành chỉ ở chế độ tầng sôi. Bình tách chất rắn có thể là xi-lon hoặc bình khác mà ở đó các chất rắn và các khí được nạp ở cửa nạp chung, và qua việc tách khí, quán tính và các lực ly tâm, các hạt được tách dựa trên kích cỡ và/hoặc tỷ trọng, với phần lớn các hạt loại FCC nhỏ hơn cuốn theo cửa xả hơi, và

các hạt loại ZSM-5 hoặc ZSM-11 lớn hơn và/hoặc nặng hơn trở lại thông qua ống đứng lớp chắc hoặc ống đôi trở lại về bình phản ứng thứ hai 32.

Ngoài ra, bình tách hạt loại chữ U được mô tả có dựa vào Fig.2, các hình vẽ từ Fig.3 đến Fig.5 thể hiện các thiết bị tách hạt bổ sung khác nhau để sử dụng theo các phương án trong bản mô tả này. Dựa vào Fig.3, bình tách có khoang đổi hướng 900 để tách các chất xúc tác hoặc cách hạt khác dựa trên kích cỡ và/hoặc tỷ trọng có thể có cửa nạp 910, như đường ống nằm ngang. Các hơi và các hạt được chứa trong đường ống nằm ngang sau khi đi vào khoang 912, trước khi được làm lệch hướng bởi vách đổi hướng 914. Khoang 912 được nối với cửa xả thẳng đứng thứ nhất 916 và cửa xả nằm ngang thứ nhất 918. Vách đổi hướng 914 có thể được bố trí ở giữa của khoang 912, gần cửa nạp 910, hoặc gần cửa xả nằm ngang 918 của khoang. Vách đổi hướng có thể có góc hoặc dịch chuyển được sao cho vách đổi hướng có thể được sử dụng để làm lệch hướng nhiều hoặc ít các hạt xúc tác, và có thể được tạo kết cấu cho hỗn hợp cụ thể của các hạt.

Các quy trình trong bản mô tả này có thể sử dụng bình tách có khoang đổi hướng 900 để tách các hạt lớn hơn và/hoặc nặng hơn ra khỏi các hạt nhỏ hơn và/hoặc nhẹ hơn được chứa trong khí mang, như dòng thải phản ứng hydrocacbon. Bình tách có khoang đổi hướng 900 có thể được tạo kết cấu để: tách ít nhất một phần loại hạt thứ hai ra khỏi khí mang và loại hạt thứ nhất, thu hồi loại hạt thứ hai thông qua cửa xả thẳng đứng thứ nhất 916 và thu hồi hỗn hợp bao gồm khí mang và loại hạt thứ nhất thông qua cửa xả nằm ngang thứ nhất 918. Bình tách còn có thể bao gồm bình phân phối (không được thể hiện trên hình vẽ) được bố trí bên trong hoặc gần cửa xả thẳng đứng thứ nhất để nạp khí tạo tầng sôi, tạo điều kiện thuận lợi cho việc tách bổ sung loại hạt thứ nhất ra khỏi loại hạt thứ hai.

Dưới đây, Fig.4 thể hiện bình tách kiểu cửa chớp để sử dụng theo các phương án trong bản mô tả này. Giống với các bình tách khác đã được thể hiện và mô tả, bình tách kiểu cửa chớp 1000 có thể được sử dụng để tách các chất xúc tác hoặc cách hạt khác dựa trên kích cỡ và/hoặc tỷ trọng. Bình tách kiểu cửa chớp 1000 có thể có cửa nạp thẳng đứng 1010 được nối với khoang 1012 mà ở đó một hoặc nhiều cạnh thẳng đứng 1014 của khoang được trang bị các cửa xả kiểu khe hẹp 1016, mà có thể được mô tả như các cửa chớp. Số lượng của các cửa chớp có thể thay đổi tùy thuộc vào ứng dụng, như hỗn hợp hạt mong muốn được tách, và góc của cửa chớp có thể điều chỉnh được để điều khiển

lượng hơi đi qua và ra khỏi các cửa xả kiểu cửa chớp. Khoang 1012 còn được nối với cửa xả thẳng đứng thứ nhất 1014 ở đáy của khoang.

Các quy trình trong bản mô tả này có thể sử dụng bình tách kiểu cửa chớp 1000 để tách các hạt lớn hơn và/hoặc nặng hơn ra khỏi các hạt nhỏ hơn và/hoặc nhẹ hơn được chứa trong khí mang, như dòng thải phản ứng hydrocacbon. Bình tách kiểu cửa chớp 1000 có thể được tạo kết cấu để: tách ít nhất một phần loại hạt thứ hai ra khỏi khí mang và loại hạt thứ nhất, thu hồi loại hạt thứ hai thông qua cửa xả thẳng đứng thứ nhất 1014 và thu hồi khí mang và loại hạt thứ nhất thông qua các cửa xả kiểu cửa chớp 1016. Bình tách còn có thể bao gồm bình phân phối (không được thể hiện trên hình vẽ) được bố trí bên trong hoặc gần cửa xả thẳng đứng thứ nhất để nạp khí tạo tầng sôi, tạo điều kiện thuận lợi cho việc tách bổ sung loại hạt thứ nhất ra khỏi loại hạt thứ hai.

Fig.5 thể hiện bình tách quán tính 1100 để sử dụng theo các phương án trong bản mô tả này. Giống với các bình tách khác đã được thể hiện và mô tả, bình tách quán tính 1100 có thể được sử dụng để tách các chất xúc tác hoặc các hạt khác dựa trên kích cỡ và/hoặc tỷ trọng. Bình tách có thể có cửa nạp ở đỉnh và mở rộng vào trong khoang 1112. Theo một số phương án, chiều cao hoặc cách bố trí cửa nạp 1110 bên trong khoang 1112 có thể điều chỉnh được. Bình tách còn có thể bao gồm một hoặc nhiều cửa xả phụ 1114, 1116, như một đến tám cửa xả phụ, và cửa xả thẳng đứng 1118. Bình tách còn có thể bao gồm bình phân phối (không được thể hiện trên hình vẽ) được bố trí bên trong hoặc gần cửa xả thẳng đứng 1118 để nạp khí tạo tầng sôi.

Hỗn hợp 1172 chứa các hạt chất rắn hoặc các chất xúc tác có các kích cỡ khác nhau được nạp cùng với dòng khí mang qua cửa nạp 1110. Tốt hơn là, các khí trong hỗn hợp 1172 được hướng về phía các cửa xả 1114, 1116 trên cơ sở chênh lệch áp suất, và các lực tách quán tính tác dụng lên chất rắn bằng cách làm cho các hạt và khí mang xoay từ cửa nạp kéo dài 1110 bên trong khoang 1112 để đi về phía các cửa xả 1114, 1116, các lực quán tính tách kích cỡ/tỷ trọng khác nhau của các hạt. Tốt hơn nếu các hạt rắn lớn hơn và/hoặc nặng hơn 1174 đi xuống dưới trong các đoạn 1118 đến ống đứng hoặc ống đôi (không được thể hiện trên hình vẽ) được nối với để bình tách, trong khi tốt hơn nếu các hạt rắn nhỏ hơn và/hoặc nhẹ hơn 1176 được mang cùng với dòng khí đến các cửa xả 1114, 1116, mà ở đó hỗn hợp của các hạt nhỏ và các khí có thể được thu hồi.

Trong mỗi loại bình tách được mô tả trong bản mô tả này, bằng cách điều khiển lưu tốc khí đi vào ống thẳng đứng dưới/khoang tách và ra khỏi cửa xả dòng khí chính, hiệu quả tách tổng thể của bình tách và tính chọn lọc để tách các hạt nặng hơn hoặc lớn hơn ra khỏi các hạt nhẹ hơn hoặc nhỏ hơn có thể được điều chỉnh. Điều này kéo dài ống đôi bịt kín toàn mà ở đó chỉ dòng khí ra khỏi ống đôi được cuốn bởi dòng chất rắn/chất xúc tác đi ra.

Theo một số phương án, ống phun khí hoặc hơi/khí trơ bổ sung có thể được lắp ở gần đỉnh của phân đoạn xả hạt nặng/nặng, như gần đỉnh của cửa nạp kiểu ống đứng. Khí nâng bổ sung cấp bên trong bình tách có thể tạo điều kiện thuận lợi cho việc tách các hạt rắn nặng hơn hoặc lớn hơn ra khỏi các hạt rắn nhẹ hơn hoặc nhỏ hơn, do tốt hơn nếu khí bổ sung có thể nâng các hạt rắn nhẹ hơn đến các cửa xả khí, dẫn đến phân loại chất rắn tốt hơn.

Các bình tách hạt được mô tả trong bản mô tả này có thể được bố trí bên ngoài hoặc bên trong bình phản ứng. Hơn nữa, theo một số phương án, các cửa xả hạt lớn và/hoặc nặng của các bình tách hạt có thể được nối thông chất lưu với bình bên ngoài, mà ví dụ lắp để tái tái tuần hoàn hoặc cấp theo lựa chọn các hạt đã tách vào bình phản ứng mong muốn, nhằm duy trì sự cân bằng chất xúc tác mong muốn.

Nhờ các phương pháp nêu trên, thiết bị theo các phương án được mô tả trong bản mô tả này làm tăng đáng kể nồng độ của các chất xúc tác mong muốn trong bình phản ứng thứ hai (bình 32), do vậy làm tăng sản lượng olefin nhẹ. Ngoài ra, quy trình này có tác dụng như phương pháp để tách riêng việc rút và bổ sung ZSM-5 và ZSM5-11 với việc rút và bổ sung chất xúc tác FCC. Tóm lại, quy trình FCC được trình bày trong phần bộc lộ này tạo ra môi trường giàu chất xúc tác ZSM-5 hoặc chất phụ gia ZSM-11 mong muốn trong bình phản ứng thứ hai 32, mà tốt hơn là có thể chuyển đổi các sản phẩm naphta nhẹ, như các sản phẩm có nguồn gốc từ bình phản ứng sơ cấp, để cải thiện sản lượng olefin nhẹ trong khi đồng thời tối đa hóa sản lượng phần chung giữa bằng cách áp dụng điều kiện vận hành tối ưu trong bình phản ứng sơ cấp hoặc ống đứng.

Lợi ích khác của các phương án được mô tả trong bản mô tả này là sơ đồ hai bình phản ứng tích hợp khắc phục được các giới hạn cân bằng nhiệt ở các quy trình cracking xúc tác C₄/naphta độc lập. Bình phản ứng (dòng hỗn hợp) phụ hoạt động như bộ tiêu nhiệt

do sự tích hợp với bộ tái tạo chất xúc tác, giảm đến mức tối thiểu yêu cầu về bộ làm nguội chất xúc tác trong khi xử lý các nguồn nguyên liệu cặn.

Các hơi thành phẩm từ bình phản ứng thứ hai được vận chuyển vào trong bình phản ứng giai đoạn thứ nhất/bình ngắt hoặc thiết bị kết thúc phản ứng trong đó các hơi này được trộn và tôi với các sản phẩm từ giai đoạn thứ nhất và hoặc phương tiện tôi bên ngoài như LCO hoặc hơi để giảm đến mức tối thiểu các phản ứng cracking do nhiệt không mong muốn. Ngoài ra, đường xả sản phẩm của bình phản ứng thứ hai/bình tách chất rắn cũng có thể được sử dụng để nạp lượng bổ sung của nguyên liệu nặng hoặc phần gửi lại của nguyên liệu từ bình phản ứng giai đoạn thứ nhất (bình phản ứng kiểu ống đứng). Điều này phục vụ hai mục đích: (1) chất xúc tác trong đường xả của bình tách chất rắn chủ yếu là chất xúc tác zeolit loại Y/FCC thông thường mà được ưu tiên để crack các phân tử của nguyên liệu nặng này thành các phân chung giữa, và (2) phản ứng cracking là thu nhiệt mà giúp giảm nhiệt độ của các hơi thành phẩm đi ra và cả thời gian ổn định.

Theo một số phương án được mô tả trong bản mô tả này, cụm FCC hiện có có thể được trang bị thêm bình phản ứng thứ hai như nêu trên. Ví dụ, bình phản ứng có kích cỡ thích hợp có thể được nối thông chất lưu với bình tái tạo chất xúc tác hiện có để cấp nguyên liệu chất xúc tác và trở lại từ dòng hỗn hợp bình, và được nối thông chất lưu với bình ngắt hiện có để tách các sản phẩm hydrocacbon và các chất xúc tác. Theo các phương án khác, bình phản ứng dòng hỗn hợp có thể được bổ sung vào cụm FCC cơ sở nhằm vận hành ở chế độ xăng, chế độ các olefin nhẹ mode, hoặc chế độ diêzen.

Hệ thống bình phản ứng nêu trên có dựa vào Fig.1 và Fig.6 liên quan chủ yếu đến sản phẩm olefin nhẹ, và nồng độ có lợi của chất xúc tác trong hệ thống xúc tác hỗn hợp để nâng cao khả năng phản ứng và tính lựa chọn của hệ thống. Hệ thống bình phản ứng cũng có thể được sử dụng cho các hệ thống xúc tác hỗn hợp khác, mà ở đó nồng độ của một trong số các chất xúc có thể có lợi.

Ví dụ, theo một số phương án, hệ thống phản ứng có thể được sử dụng để khử lưu huỳnh bằng xăng, mà ở đó hỗn hợp chất xúc tác có thể bao gồm chất xúc tác FCC nhỏ hơn và/hoặc nhẹ hơn, như zeolit Y, và chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn, như chất phụ gia khử lưu huỳnh bằng xăng. Quy trình được mô tả có dựa vào Fig.7.

Dưới đây, Fig.7 thể hiện lưu đồ xử lý được đơn giản hóa của các hệ thống để cracking và các hydrocacbon khử lưu huỳnh theo các phương án được bộc lộ trong bản

mô tả này. Hệ thống này có kết cấu hai bình phản ứng để tạo ra các olefin, như propylen và etylen, từ nguyên liệu dầu mỏ hoặc các dòng hydrocacbon khác. Bình phản ứng thứ nhất 3 có thể là bình phản ứng kiểu ống đứng để cracking các nguyên liệu hydrocacbon nặng hơn chẳng hạn. Bình phản ứng thứ hai 32 là bình phản ứng tầng sôi, mà có thể được trang bị các vách đổi hướng hoặc các chi tiết bên trong. Các sản phẩm hydrocacbon đã crack, bao gồm các olefin và/hoặc các sản phẩm naphta nhẹ từ bình phản ứng thứ nhất 3 hoặc các dòng cấp tương tự từ các nguồn bên ngoài, có thể được xử lý trong bình phản ứng thứ hai 32 để nâng cao chất lượng của sản phẩm, như giảm hàm lượng lưu huỳnh tổng thể của các hydrocacbon được xử lý trong bình phản ứng thứ hai.

Nguyên liệu cặn dầu mỏ nặng được phun qua một hoặc nhiều vòi phun cấp 2 được bố trí ở gần đáy của bình phản ứng thứ nhất 3. Nguyên liệu dầu mỏ nặng tiếp xúc với chất xúc tác tái tạo nóng được nạp qua khuỷu nối 1 hình chữ J. Chất xúc tác được cấp đến bình phản ứng thứ nhất 3 là hỗn hợp chất xúc tác, bao gồm chất xúc tác thứ nhất lựa chọn để cracking các hydrocacbon nặng hơn, như chất xúc tác trên cơ sở zeolit loại Y, và chất xúc tác thứ hai lựa chọn để khử lưu huỳnh của các hydrocacbon vùng naphta, mà cũng có thể được sử dụng kết hợp với các chất xúc tác khác. Chất xúc tác thứ nhất và thứ hai có thể khác nhau về một hoặc cả cỡ hạt và tỷ trọng.

Nhiệt cần để làm bay hơi nguyên liệu và/hoặc tăng nhiệt độ của nguyên liệu đến nhiệt độ phản ứng mong muốn, như nằm trong khoảng từ 500°C đến 700°C, và dành làm nhiệt để thu nhiệt (nhiệt của phản ứng) có thể được cấp bởi chất xúc tác tái tạo nóng đi từ bộ tái tạo 17.

Sau khi phần chính của phản ứng cracking được hoàn thành, hỗn hợp của các sản phẩm, các hơi nguyên liệu không được chuyển đổi, và chất xúc tác đã sử dụng chạy vào trong hệ thống xiclon hai giai đoạn được chứa trong bình chứa xiclon 8. Hệ thống xiclon hai giai đoạn có xiclon sơ cấp 4, để tách chất xúc tác đã sử dụng ra khỏi các hơi. Chất xúc tác đã sử dụng được xả vào trong tháp chưng 9 qua ống đôi xiclon sơ cấp 5. Các hạt xúc tác mịn được cuốn theo các hơi đã tách từ xiclon sơ cấp 4 và các hơi thành phẩm trả bình phản ứng thứ hai 32, được nạp qua đường dòng 36a và xiclon một giai đoạn 36c, được tách trong xiclon giai đoạn thứ hai 6. Hỗn hợp chất xúc tác đã gom được xả vào trong tháp chưng 9 thông qua ống đôi 7. Các hơi từ xiclon giai đoạn thứ hai 6 được thoát qua cửa xả xiclon thứ hai 12b, mà có thể được nối với khoảng thông 11, và sau đó được dẫn

đến thiết bị phân đoạn/nhà máy khí 410 để thu hồi các sản phẩm, bao gồm các olefin mong muốn. Nếu cần, các hơi thành phẩm còn được làm nguội thêm bằng cách nạp dầu tuần hoàn nhẹ (LCO) hoặc hơi qua đường ống phân phối 12a như phương tiện tối.

Ví dụ, thiết bị phân đoạn 410 có thể là thiết bị phân đoạn chính của nhà máy FCC, và có thể tạo ra các phân đoạn hydrocacbon khác nhau, bao gồm phân đoạn chứa olefin nhẹ 412, phân đoạn naphta 414, và phân đoạn nặng 416, trong số các phân chung hydrocacbon khác nhau. Các sản phẩm được dẫn đến thiết bị phân đoạn/nhà máy khí 410 có thể bao gồm các khí nhẹ khác, như hydro sulfua mà có thể được tạo ra trong khi khử lưu huỳnh, các bình tách, các thiết bị hấp thụ, hoặc các công đoạn đơn vị khác có thể được bao gồm mà ở đó các tạp chất được mong muốn được tách ở phía trước của thiết bị phân đoạn chính/nhà máy khí.

Chất xúc tác đã sử dụng được thu hồi qua các ống đôi 5, 7 được cho chung tách trong tháp chung 9 để loại bỏ các hơi trong khe (các hơi hydrocacbon bị kẹt giữa các hạt xúc tác) bằng cách cho tiếp xúc ngược chiều hơi, được nạp vào đáy của tháp chung 9 qua bình phân phối hơi 10. Sau đó, chất xúc tác đã sử dụng được vận chuyển đến bộ tái tạo 17 thông qua ống đứng của chất xúc tác đã sử dụng 13a và đường ống nâng 15. Van trượt 13b của chất xúc tác đã sử dụng, được bố trí trên ống đứng của chất xúc tác đã sử dụng 13a, được sử dụng để điều khiển chất xúc tác chạy từ tháp chung 9 đến bộ tái tạo 17. Phần nhỏ của không khí đốt hoặc nitơ có thể được nạp qua bình phân phối 14 để giúp vận chuyển nhẹ nhàng chất xúc tác đã sử dụng.

Chất xúc tác đã cốc hóa hoặc đã sử dụng được xả qua bình phân phối chất xúc tác đã sử dụng 16 ở tâm của tầng tái tạo độ nặng 24. Không khí đốt được nạp bởi bình phân phối không khí 18 nằm ở đáy của tầng tái tạo 24. Sau đó, cốc kết tủa trên chất xúc tác được đốt cháy trong bộ tái tạo 17 thông qua phản ứng với không khí đốt. Các hạt xúc tác mịn được cuốn cùng với khí ống lò được gom trong xyclon giai đoạn thứ nhất 19 và xyclon giai đoạn thứ hai 21 và được xả vào trong tầng xúc tác của bộ tái tạo qua các ống đôi 20, 22 tương ứng. Khí ống lò được thu hồi từ cửa xả của xyclon giai đoạn thứ hai 21 được hướng đến đường khí ống lò 50 thông qua bộ tái tạo khoảng thông 23 để thu hồi nhiệt thải phía sau và/hoặc thu hồi năng lượng.

Phần thứ nhất của hỗn hợp chất xúc tác tái tạo được rút thông qua ống đứng của chất xúc tác tái tạo 27, mà nối thông chất lưu với khuỷu nối 1 hình chữ J. Chất xúc tác chạy từ

bộ tái tạo 17 đến bình phản ứng 3 có thể được điều chỉnh bởi van trượt 28 được bố trí trên ống đứng của chất xúc tác tái tạo 27. Miệng của van trượt 28 được điều chỉnh để điều khiển dòng chất xúc tác để duy trì nhiệt độ đỉnh mong muốn trong bình phản ứng 3.

Ngoài hơi nâng, sự cung cấp cũng được thực hiện để phun các dòng cấp như C₄ các olefin và naphta hoặc các dòng bên ngoài tương tự làm phương tiện nâng đến khuỷu nối 1 hình chữ J qua bình phân phối khí 1a được bố trí ở đoạn hình chữ Y để cho phép vận chuyển nhẹ nhàng chất xúc tác tái tạo từ khuỷu nối 1 hình chữ J đến bình phản ứng 3. Khuỷu nối 1 hình chữ J cũng có thể hoạt động như bình phản ứng tầng nặng để cracking các olefin C₄ và các dòng naphta thành các olefin nhẹ ở các điều kiện thuận lợi cho các phản ứng.

Phần thứ hai của hỗn hợp chất xúc tác tái tạo được rút vào trong bình phản ứng thứ hai 32 qua ống đứng 30. Van 31 có thể được sử dụng để điều khiển chất xúc tác chạy từ bộ tái tạo 17 đến bình phản ứng thứ hai 32 dựa trên điểm thiết lập nhiệt độ của cửa xả hơi. Một hoặc nhiều phân đoạn hydrocacbon, như các dòng naphta, có thể được phun vào trong đoạn đáy của tầng xúc tác qua một hoặc nhiều bình phân phối nguyên liệu 34 (34a, 34b), hoặc trong pha lỏng hoặc hơi. Theo một số phương án, nguyên liệu naphta có thể bao gồm một phần hoặc toàn bộ naphta 414 từ thiết bị phân đoạn 410. Bình phản ứng thứ hai 32 vận hành theo kiểu dòng hỗn hợp, mà ở đó một phần của chất xúc tác tái tạo chạy về phía dưới (từ đỉnh đến đáy của tầng của bình phản ứng) và/hoặc tuần hoàn bên trong bình 32, và một phần của hỗn hợp chất xúc tác tái tạo và dòng hydrocacbon cấp chạy về phía trên (từ đáy đến đỉnh của tầng của bình phản ứng, các hạt nhỏ hơn/nhẹ hơn được mang ra khỏi đỉnh của bình phản ứng với dòng thải các hydrocacbon).

Bình phản ứng thứ hai 32 có thể được trang bị các vách đổi hướng hoặc các chi tiết cấu trúc bên trong (không được thể hiện trên hình vẽ) mà giúp cho sự tiếp xúc và hoà trộn mật thiết chất xúc tác và các phân của nguyên liệu. Các chi tiết bên trong này cũng có thể giúp giảm đến mức tối thiểu sự tạo kênh, phát triển bọt khí, và/hoặc kết tụ. Bình phản ứng thứ hai 32 có thể còn được mở rộng ở các đoạn khác nhau dọc theo chiều dài để duy trì vận tốc khí bề mặt mong muốn hoặc không đổi bên trong các đoạn.

Sau khi phản ứng được hoàn thành, chất xúc tác được chưng tách ở phần dưới cùng của bình phản ứng thứ hai 32 để tách nguyên liệu hydrocacbon cuốn theo/các sản phẩm bằng cách sử dụng hơi làm phương tiện chưng tách được nạp qua bình phân phối 35. Sau

đó, chất xúc tác đã sử dụng được thu hồi ở đáy của bình phản ứng 32 có thể được rút qua đường rút chất xúc tác 418. Ngoài ra, chất xúc tác đã sử dụng được thu hồi ở đáy của bình phản ứng 32 có thể được vận chuyển đến bộ tái tạo 17, Như nêu trên có dựa vào Fig.1 (thông qua ống đứng 37 và đường ống nâng 40 qua bình phân phối chất xúc tác đã sử dụng 41, mà không khí đốt hoặc nitơ có thể được nạp qua bình phân phối 39 để cho phép vận chuyển nhẹ nhàng chất xúc tác đến bộ tái tạo 17). Van (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể được sử dụng để điều khiển chất xúc tác chạy từ bình phản ứng thứ hai 32.

Như nêu trên, bình phản ứng thứ hai 32 sử dụng hai chất xúc tác khác nhau mà có thể khác về một trong trong số hoặc cả cỡ hạt và/hoặc tỷ trọng, như chất xúc tác zeolit loại Y hoặc chất xúc tác FCC nhẹ hơn và/hoặc nhỏ hơn và chất xúc tác khử lưu huỳnh lớn hơn và/hoặc nặng hơn. Vận tốc khí bề mặt trong bình phản ứng thứ hai 32 được duy trì sao cho gần như tất cả hoặc phần lớn của chất xúc tác nhẹ hơn, nhỏ hơn và phần của chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn được mang ra khỏi bình phản ứng với các sản phẩm hydrocacbon và hơi được thu hồi qua dòng thải đường dòng 45.

Phần của chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn có thể được giữ lại bên trong bình phản ứng 32, tạo ra tầng nặng về phía phần dưới của bình phản ứng, như nêu trên.

Do đó, dòng thải từ bình phản ứng 32 được thu hồi qua đường dòng 45 có thể bao gồm các sản phẩm hydrocacbon khử lưu huỳnh, nguyên liệu hydrocacbon không phản ứng, hơi (phương tiện chung tách), và hỗn hợp chất xúc tác, bao gồm gần như toàn bộ chất xúc tác nhẹ hơn và/hoặc nhỏ hơn và một phần của chất xúc tác nặng hơn và/hoặc lớn hơn được nạp vào bình phản ứng 32. Sau đó, dòng thải có thể được vận chuyển qua đường dòng 45 đến bình tách chất rắn 47. Bình tách 47 có thể là bình tách được tạo kết cấu để tách hai loại chất xúc tác dựa trên đặc tính vật lý của chúng, là cỡ hạt và/hoặc tỷ trọng. Ví dụ, bình tách 47 có thể sử dụng các sự khác biệt về các lực quán tính hoặc các lực ly tâm để tách chất xúc tác nhỏ hơn và/hoặc nhẹ hơn ra khỏi chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn. Bình tách chất rắn 47 là bình bên ngoài với bình phản ứng thứ hai 32 và được vận hành ở đặc tính thủy động mà nâng cao sự tách của hai loại chất xúc tác dựa trên đặc tính vật lý của chúng.

Sau khi tách trong bình tách 47, sau đó chất xúc tác nhỏ hơn và/hoặc nhẹ hơn (zeolit loại Y/chất xúc tác FCC) được vận chuyển từ bình tách 47 đến thiết bị ngắt thông thường hoặc bình chứa 8, vỏ bình phản ứng kiểu ống đứng các xiclon và/hoặc hệ thống kết thúc

phản ứng, qua đường xả 36a. chất xúc tác khử lưu huỳnh lớn hơn và/hoặc nặng hơn có thể được đưa trở lại qua đường dòng 49 đến bình phản ứng dòng hỗn hợp 32 cho phản ứng tiếp theo với các nguyên liệu hydrocacbon được nạp qua các bình phân phối 34a/b.

Sự cuốn theo của gần như toàn bộ chất xúc tác nhẹ hơn/nhỏ hơn và một phần của chất xúc tác nặng hơn và/hoặc lớn hơn, các sự tách tiếp theo, và tái tuần hoàn của chất xúc tác nặng hơn và/hoặc lớn hơn đến bình phản ứng 32 có thể cho phép sự tích tụ đáng kể của chất xúc tác khử lưu huỳnh lớn hơn và/hoặc nặng hơn trong bình phản ứng 32. Do chất xúc tác này được lựa chọn nhiều hơn cho sự khử lưu huỳnh của các hydrocacbon vùng naphta, sự tích tụ của chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn có thể đem lại lợi thế về tính lựa chọn và sản lượng. Hơn nữa, sự vận hành của bình phản ứng ở chế độ dòng tạo tầng sôi để cuốn theo cả hai loại chất xúc tác có thể đem lại khả năng vận hành cải thiện của bình phản ứng hoặc tính linh hoạt về sự vận hành, như nêu trên.

Nguyên liệu hydrocacbon như dầu khí chân không nặng hoặc nguyên liệu cặn nặng, dầu tuần hoàn nhẹ (LCO), hoặc hơi có thể được phun như phương tiện thổi trong đường xả 36a qua bình phân phối 36b. Lưu tốc của phương tiện thổi có thể được điều khiển bằng cách đặt nhiệt độ của dòng đi vào bình chứa 8. Toàn bộ hơi từ bình phản ứng thứ hai 32, bao gồm các hơi được cấp qua bình phân phối 36b, được xả vào trong pha loãng của bình chứa 8 qua xyclon một giai đoạn 36c. Việc sử dụng nguyên liệu hydrocacbon như phương tiện thổi được ưu tiên do nó phục vụ hai mục đích là làm nguội các sản phẩm từ bình phản ứng thứ hai 32 và còn nâng cao việc sản xuất các phân chưng giữa.

Bình phản ứng giai đoạn thứ nhất 3, như bình phản ứng kiểu ống đứng, có thể vận hành ở chế độ tầng sôi nhanh (ví dụ, ở vận tốc bề mặt khí trong khoảng từ 3 m/s đến 10 m/s ở đoạn đáy) và chế độ vận chuyển khí nén (ví dụ, ở vận tốc bề mặt khí trong khoảng từ 10 m/s đến 20 m/s) ở đoạn đỉnh.

Thông thường, WHSV trong bình phản ứng thứ hai 32 nằm trong khoảng từ 0.5 h^{-1} đến khoảng 50 h^{-1} ; hơi và thời gian ổn định của các chất xúc tác có thể thay đổi từ khoảng 2 giây đến 20 giây. Nếu cần, chất xúc tác bổ sung có thể được nạp thông qua một hoặc nhiều đường dòng 42, 43. Ví dụ, chất xúc tác FCC hoặc zeolit loại Y sạch hoặc bù hoặc hỗn hợp của hai chất này có thể được nạp vào bộ tái tạo 17 qua đường dòng 42 và chất phụ gia khử lưu huỳnh bằng xăng sạch hoặc bổ sung có thể được nạp vào bình phản ứng thứ hai 32 qua đường dòng 43. Sự tồn dư chất xúc tác của toàn bộ hệ thống có thể được

duy trì bằng cách rút chất xúc tác hỗn hợp ra khỏi bộ tái tạo 24, ví dụ, và/hoặc bình phản ứng 32. Sự tồn dư chất xúc tác và sự tích tụ của chất xúc tác được ưu tiên bên trong bình phản ứng 32 có thể được điều khiển, như nêu trên. Ngoài ra, theo một số phương án, phễu chất xúc tác 26 có thể được sử dụng kết hợp với đường rút chất xúc tác 25, đường cân bằng áp suất 29, và ống đứng 27, như nêu trên.

Tương tự, hệ thống bình phản ứng trên Fig.7 có thể được sử dụng để xử lý thuận lợi các nguồn nguyên liệu hydrocarbon nặng, bao gồm dầu thô nặng hoặc dầu thô nguyên thủy. Theo phương án này, hệ thống xúc tác hỗn hợp có thể bao gồm, ví dụ, chất xúc tác FCC nhỏ hơn và/hoặc nhẹ hơn, như zeolit-Y, và chất phụ gia xử lý dầu nặng lớn hơn và/hoặc nặng hơn. Ví dụ, chất phụ gia xử lý dầu nặng có thể là một trong số chất xúc tác ma trận hoạt động, chất phụ gia bẫy kim loại, Ecat thô và/hoặc nặng (chất xúc tác cân bằng), chất xúc tác kiểu ma trận hoặc liên kết (như cao lanh hoặc cát) hoặc chất xúc tác FCC có hệ số ma trận/zeolit cao, trong số các chất khác. Chất phụ gia xử lý dầu nặng có thể có hoạt tính xúc tác tối thiểu đối với cracking các hydrocarbon nặng hơn và có thể chỉ cung cấp diện tích bề mặt cần thiết cho các phản ứng cracking do nhiệt diễn ra. Nguyên liệu hydrocarbon nặng có thể được nạp vào bình phản ứng 32 thông qua các bình phân phối 43 a/b, và hệ thống có thể được vận hành như nêu trên để nâng cao việc xử lý các nguồn nguyên liệu hydrocarbon nặng.

WHSV trong bình phản ứng thứ hai 32 khi vận hành theo các điều kiện xử lý hydrocarbon nặng thường nằm trong khoảng từ 0.1 hr⁻¹ đến 100 hr⁻¹; hơi và thời gian ổn định hạt có thể thay đổi từ 1 giây đến 400 giây. Nếp cân, các hạt bổ sung có thể được nạp thông qua một hoặc nhiều đường 42, 43; có thể là có lợi để bổ chất xúc tác FCC hoặc chất xúc tác loại Y vào bộ tái tạo 17 qua đường 42 và chất phụ gia xử lý dầu nặng qua đường 43 vào bình phản ứng thứ hai 32. Hoạt động tổng thể của hệ thống được duy trì bằng cách rút các hạt qua đường 418 từ bình phản ứng thứ hai 32 và từ bộ tái tạo 24. Sự tồn dư của các chất rắn và sự tích tụ chất phụ gia xử lý dầu nặng được ưu tiên trong bình phản ứng thứ hai 32 có thể được điều khiển bởi các sự bổ sung qua đường 43 và rút qua đường 418. Nhiệt độ vận hành trong bình phản ứng thứ hai 32 được điều khiển bằng cách sử dụng chất xúc tác từ đường 30 của bộ tái tạo 17 thông qua van 31 và có thể nằm trong khoảng từ 400°C đến 700°C. Theo một số phương án, sản phẩm của bình phản ứng thứ hai 32 có thể gần như nguyên liệu cho bình phản ứng sơ cấp kiểu ống đứng 3. Ngoài ra, theo một số

phương án, phổ chất xúc tác 26 có thể được sử dụng kết hợp với đường rút chất xúc tác 25, đường cân bằng áp suất 29, và ống đứng 27, như nêu trên.

Nói chung, các lưu đồ xử lý được thể hiện trên Fig.1, Fig.6, và Fig.7 sử dụng công nghệ tách chất xúc tác/hạt để xử lý các nguyên liệu hydrocacbon bổ sung hoặc tái tuần hoàn trong bình phụ. Hỗn hợp chất xúc tác tuần hoàn qua hệ thống có thể bao gồm các chất xúc tác được lựa chọn với các phản ứng cụ thể, như cracking, khử lưu huỳnh, khử kim loại, khử nitơ, và các phản ứng khác, mà ở đó các chất xúc tác của hỗn hợp được chọn để có đặc tính vật lý khác nhau, như nêu trên, sao cho chất xúc tác mong muốn có thể được cô trong bình phản ứng thứ hai. Chất xúc tác tái tạo được cấp cho bình phản ứng thứ hai/bình mà có thể vận hành ở chế độ tăng sôi nhanh, tạo bóng, hoặc tăng rồi (tùy thuộc vào ứng dụng). Dòng thải của bình phản ứng thứ hai/bình đi đến bình tách 47, mà ở đó các chất xúc tác chính và phụ được tách dựa trên kích cỡ và/hoặc tỷ trọng và đáy của bình tách, mà được làm giàu trong chất xúc tác phụ, được tái tuần hoàn trở lại về bình phản ứng thứ hai/bình. Bình phản ứng thứ hai/bình có các sự rút chất xúc tác tùy ý mà có thể có lợi tùy thuộc vào ứng dụng cũng như các nguyên liệu hydrocacbon khác nhau tùy thuộc vào ứng dụng. Nồng độ chất xúc tác phụ có thể nâng cao khả năng vận hành, tính linh hoạt, và tính lựa chọn của selectivity toàn bộ hệ thống phản ứng.

Bình tách 47 như nêu trên có dựa vào Fig.2 có thể được sử dụng để nâng cao năng suất và tính linh hoạt của các hệ thống xử lý chất xúc tác hydrocacbon hỗn hợp, mà ở đó bình tách 47 có thể được bố trí ở các vị trí có lợi khác bên trong hệ thống. Các quy trình và các hệ thống được mô tả thêm dưới đây có dựa vào các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.11, trong đó các số chỉ dẫn giống nhau biểu thị các bộ phận giống nhau.

Dưới đây Fig.8A thể hiện lưu đồ xử lý được đơn giản hóa của các hệ thống để chuyển đổi các hydrocacbon và tạo ra các olefin theo các phương án được bộc lộ trong bản mô tả này, trong đó các số chỉ dẫn giống nhau biểu thị các bộ phận giống nhau. Lưu đồ xử lý trên Fig.8A bổ sung bình giữ chất xúc tác 510 mà được cấp chất xúc tác tái tạo từ bộ tái tạo FCC qua đường rút chất xúc tác 30 và van 31. Bình giữ 510 có thể được tạo tầng sôi bằng phương tiện tạo tầng sôi, như không khí, nitơ, hoặc hơi, ví dụ, được nạp qua đường dòng 516. dòng thải của bình giữ 45 được gửi đến bình tách 47 mà ở đó hỗn hợp của các chất xúc tác được tách. Đáy bình tách 49, mà được làm giàu trong chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn, được tái tuần hoàn trở lại về bình giữ chất xúc tác 510, mà ở đó

nồng độ chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn sẽ tích tụ. Dòng còn lại 514 từ bình tách 510 được đưa trở lại về bình ngắt 8 theo phương án này. Các đáy 512 của bình giữ có thể được lắp vào van trượt (không được thể hiện trên hình vẽ) mà có thể điều khiển việc cấp chất xúc tác cho bình phản ứng thứ hai/bình 32, mà có thể được vận hành theo cách tương tự như cách nêu trên có dựa vào Fig.1, Fig.6, và Fig.7. Có lợi nếu chất xúc tác được cô trong bình 510 sẽ không bị bão hoà với hydrocacbon và có thể cho phép thời gian tiếp xúc ngắn hơn với chất xúc tác trong bình phản ứng thứ hai/bình 32.

Fig.8B thể hiện hệ thống tương tự với hệ thống trên Fig.8A, ngoại trừ chất xúc tác được thu hồi từ bình tách 47 qua đường dòng 514 được đưa trở lại về bộ tái tạo chất xúc tác 17 thay vì được chuyển tiếp đến bình ngắt 8. Bình mà chất xúc tác trong đường dòng 514 được chuyển tiếp đến bình này có thể phụ thuộc vào loại khí tạo tầng sôi được nạp qua đường dòng 516 cũng như dung tích của hệ thống lần lượt tiếp nhận dòng từ bộ tái tạo 17 hoặc bình 8, qua các đường dòng 50 và 12b. Ví dụ, trường hợp khí tạo tầng sôi là hơi, tốt hơn là chất xúc tác trong đường dòng 514 được chuyển tiếp đến bình 8; ví dụ, trường hợp khí tạo tầng sôi là không khí hoặc nitơ, tốt hơn là chất xúc tác trong đường dòng 514 được chuyển tiếp đến bộ tái tạo 17.

Fig.8A và Fig.8B thể hiện các hạt nhỏ hơn được thu hồi qua đường dòng 514 được chuyển tiếp đến bộ tái tạo 17 hoặc bình ngắt 8, và các hạt lớn hơn và/hoặc nặng hơn được thu hồi qua đường dòng 512 được chuyển tiếp đến bình phản ứng thứ hai 32. Các phương án trong bản mô tả này cũng dự tính việc chuyển tiếp của các hạt nhỏ hơn và/hoặc nhẹ hơn được thu hồi qua bình tách 47 và đường dòng 514 đến bình phản ứng thứ hai 32 trong khi tái tuần hoàn các hạt lớn hơn và/hoặc nặng hơn đến bộ tái tạo 17 hoặc tháp chưng 9.

Fig.8A và Fig.8B còn thể hiện hệ thống với bình 510 tích tụ/cô các hạt lớn để sử dụng trong bình phản ứng thứ hai. Trường hợp tách một dòng có thể là đủ, bình chứa 510 có thể được loại bỏ ra khỏi hệ thống, như được thể hiện trên Fig.9A và Fig.9B, trong đó các số chỉ dẫn giống nhau biểu thị các phần giống nhau. Theo các phương án này, hỗn hợp chất xúc tác được cấp trực tiếp từ bộ tái tạo chất xúc tác 17 qua ống đôi 30 đến bình tách 47. Không khí hoặc các khí tạo tầng sôi khác có thể được cấp qua đường dòng 610, được cung cấp ở vận tốc để cho việc tách bằng quán tính. Các hạt nhỏ hơn/nhẹ hơn có thể được thu hồi qua đường dòng 612 và các hạt lớn hơn và/hoặc nặng hơn có thể được thu hồi qua đường dòng 614. Fig.9A thể hiện các hạt lớn hơn và/hoặc nặng hơn được chuyển

tiếp đến bình phản ứng thứ hai 32, trong khi Fig.9B thể hiện các hạt nhỏ hơn và/hoặc nhẹ hơn được chuyển tiếp đến bình phản ứng thứ hai 32.

Fig.9A và Fig.9B thể hiện sự đưa trở lại của một phần hạt đến bộ tái tạo 17. Giống với phần mô tả có dựa vào Fig.8A và Fig.8B, cách hạt không được cấp cho bình phản ứng 32 có thể được đưa trở lại về bộ tái tạo 17 hoặc bình ngất 8, và có thể phụ thuộc vào phương tiện tạo tầng sôi và/hoặc khả năng xử lý phía sau.

Sơ đồ xử lý được thể hiện trên Fig.9A và Fig.9B sử dụng kiểu bình tách một dòng thay vì các kiểu bình tách mà kết hợp tái tuần hoàn để tăng nồng độ. Trong sơ đồ này, chất xúc tác tái tạo được hướng đến bình tách mà ở đó các đáy hoặc đầu của bình tách có thể được hướng đến bình phản ứng thứ hai. Nếu các đáy được hướng, chất xúc tác sẽ được làm giàu trên cơ sở các hạt lớn hơn và/hoặc nặng hơn. Nếu đầu của bình tách được hướng đến bình phản ứng thứ hai, chất xúc tác sẽ được làm giàu trong các hạt nhỏ hơn và/hoặc nhẹ hơn. Sơ đồ này cũng có thể được bố trí sao cho không có mặt bình phản ứng thứ hai, và bình tách nằm giữa bộ tái tạo và bình phản ứng sơ cấp kiểu ống đứng, cô chất xúc tác giống với cách được mô tả cho quy trình trên Fig.11, dưới đây.

Các phương án trên Fig.8A/Fig.8B tách riêng chất xúc tác tái tuần hoàn ra khỏi bình phản ứng thứ hai, đạt được nồng độ chất xúc tác mong muốn cao hơn trong bình phản ứng thứ hai, tuy nhiên đòi hỏi chi phí vốn bổ sung. Các phương án trên Fig.6A/Fig.6B cũng tách riêng chất xúc tác tái tuần hoàn ra khỏi bình phản ứng thứ hai, đạt được nồng độ chất xúc tác mong muốn tăng vừa phải so với sơ đồ dòng trên Fig.7, ví dụ, nhưng chi phí vốn thấp hơn so với phương án trên Fig.9A/Fig.9B.

Dưới đây, Fig.10 thể hiện lưu đồ xử lý được đơn giản hóa của các hệ thống xử lý các hydrocacbon theo các phương án được bộc lộ trong bản mô tả này, trong đó các số chỉ dẫn giống nhau biểu thị các phần giống nhau. Sơ đồ xử lý này loại bỏ bình phản ứng thứ hai và có bình tách 47 tiếp nhận dòng thải từ ống đứng sơ cấp 3. Ống đứng dòng thải, mà chứa chất xúc tác hỗn hợp, có thể được hướng đến bình tách 47 mà ở đó một phần của chất xúc tác được tái tuần hoàn đến ống đứng 3 từ đáy bình tách 710, nhờ đó làm giàu nồng độ chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn trong bình phản ứng kiểu ống đứng 3. Đầu 712 của bình tách 47 sẽ tiếp tục đến tháp chưng bình 8, mà ở đó các sản phẩm hydrocacbon sẽ được tách ra khỏi chất xúc tác còn lại. Kết cấu này cũng có thể được sử

dụng với hỗn hợp chất xúc tác mà không có mức độ phân loại như phương pháp tái tuần hoàn chất xúc tác đã sử dụng đến ống đứng 3.

Phân đoạn chất xúc tác đã làm giàu 710 có thể được nạp đến ống đứng 3 phía trước hoặc phía sau (như được thể hiện trên hình vẽ) của cửa nạp nguyên liệu chất xúc tác tái tạo từ ống đứng 27, và theo một số phương án có thể được nạp ở một hoặc nhiều điểm dọc theo chiều dài của bình phản ứng kiểu ống đứng 3. Điểm nạp có thể được dựa trên các nguyên liệu hydrocacbon phụ, nhiệt độ của chất xúc tác tái tuần hoàn 710, và các biến số khác mà có thể được sử dụng để xử lý một cách thuận lợi các hydrocacbon trong bình phản ứng kiểu ống đứng 3.

Các sản phẩm hydrocacbon được thu hồi từ bình ngắt 8/tháp chưng 9 có thể được chuyển tiếp, như nêu trên, đến thiết bị phân đoạn/nhà máy khí 720, để tách và thu hồi một hoặc nhiều phân đoạn hydrocacbon 722, 724, 726, 728, 730. Một hoặc nhiều phân đoạn hydrocacbon được thu hồi từ thiết bị phân đoạn/nhà máy khí theo các phương án trong bản mô tả này có thể được tái tuần hoàn đến bình phản ứng kiểu ống đứng 3 hoặc bình phản ứng thứ hai 32 để xử lý thêm.

Lưu đồ xử lý được đơn giản hóa của các hệ thống xử lý các hydrocacbon theo các phương án được bộc lộ trong bản mô tả này được thể hiện, trong đó các số chỉ dẫn giống nhau biểu thị các phần giống nhau. Trong sơ đồ xử lý này, phễu chất xúc tác của bộ tái tạo 26 được nối thông chất lưu với bình phản ứng kiểu ống đứng 3. Chất xúc tác hỗn hợp tái tạo, mà chứa chất xúc tác nhỏ hơn và/hoặc nhẹ hơn và chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn, chạy từ bộ tái tạo 17 đến phễu chất xúc tác tái tạo 26. Phễu hứng 26 được tạo tầng sôi bằng hơi và/hoặc không khí, được cấp bởi bình phân phối 810. Dòng thải trên đầu 816 của phễu hứng chạy đến bình tách 47. Trong bình tách 47, mà là thiết bị tách như nêu trên, các chất xúc tác được tách, và các đáy 814, mà được làm giàu trong chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn, có thể được cấp trở lại về phễu chất xúc tác tái tạo 26, như khi được tạo tầng sôi bằng không khí, hoặc đến bình ngắt 8, như khi được tạo tầng sôi bằng hơi. Điều này sẽ làm tăng nồng độ chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn trong phễu chất xúc tác tái tạo 26. Đầu 812 của bình tách 47 có thể được hướng đến bộ tái tạo hoặc tháp chưng bình. Đáy 27 của phễu chất xúc tác của bộ tái tạo có sự rút bằng van trượt 28 mà điều khiển dòng của chất xúc tác mà được làm giàu trong chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn đến ống đứng 3. Theo cách này, ống đứng 3 vận hành với nồng độ chất xúc tác

hiệu quả cao hơn so với sự tồn dư trong hệ thống, tạo ra các sản phẩm ưu tiên trên cơ sở đặc tính của chất xúc tác.

Việc cô chất xúc tác trong phễu chất xúc tác tái tạo như nêu trên có dựa vào Fig.11 có thể được thực hiện không liên tục. Hệ thống có thể tuần hoàn hỗn hợp chất xúc tác qua ống đứng, tháp chưng, và bộ tái tạo, mà không đủ tạo tầng sôi trong phễu hứng 26 để làm giàu các chất xúc tác đến bình tách 47. Khi có thay đổi về hỗn hợp sản phẩm mong muốn, các nguyên liệu hydrocacbon, hoặc các yếu tố khác, mà có lợi cho việc vận hành với nồng độ chất xúc tác cụ thể cao hơn trong hỗn hợp chất xúc tác, chất xúc tác trong phễu hứng tái tạo 26 có thể được tạo tầng sôi và được tách bằng cách sử dụng bình tách 47. Khi các yếu tố lại thay đổi, sự tạo tầng sôi của phễu chất xúc tác có thể bị ngừng lại. Theo cách này, tính linh hoạt của hệ thống liên quan đến các sản phẩm và nguyên liệu có thể được nâng cao.

Mặc dù Fig.10 và Fig.11 thể hiện một ống đứng, thiết bị tách chất rắn có thể được sử dụng để nâng cao tính năng của hệ thống nhiều ống đứng. Ví dụ, hệ thống hai ống đứng có thể được lợi từ một chất xúc tác trong ống đứng, mà có thể xử lý các nguyên liệu khác nhau hơn ống đứng thứ hai.

Các phương án trong bản mô tả này sử dụng các loại chất xúc tác hoặc các hạt khác nhau để thực hiện các phản ứng mong muốn, trong đó bộ tái tạo chung có thể được sử dụng để tái tạo hỗn hợp của các chất xúc tác, và bình tách được bố trí theo cách có lợi để làm giàu một hoặc nhiều bình phản ứng với chất xúc tác cụ thể được chứa trong hỗn hợp của các chất xúc tác. Các phương án trong bản mô tả này có thể được sử dụng để cải thiện các hoạt động của bộ phận, và nâng cao tính lựa chọn và tính linh hoạt của các hệ thống phản ứng, như cho các ứng dụng bao gồm xử lý sản phẩm olefin nhẹ, khử lưu huỳnh bằng xăng, và dầu nặng.

Sản phẩm olefin nhẹ có thể bao gồm hydrocacbon nhẹ, trung bình, và nặng khác nhau cấp đến ống đứng, như nêu trên. Nguồn cấp đến bình phản ứng thứ hai 32 có thể bao gồm naphta, như naphta chưng trực tiếp hoặc naphta xúc tác tái tuần hoàn, trong số các nguồn khác. Hỗn hợp chất xúc tác cho sản phẩm olefin nhẹ có thể bao gồm chất xúc tác nhỏ hơn và/hoặc nhẹ hơn, như chất xúc tác FCC (zeolit Y chẳng hạn), và chất xúc tác nặng hơn/nặng hơn, như ZSM-5 hoặc ZSM-11, trong số các tổ hợp khác. Các chất xúc tác cracking khác cũng có thể sử dụng các chất xúc tác khác nhau để cracking các

hydrocacbon được bộc lộ trong các patent Mỹ số 7,375,257, 7,314,963, 7,268,265, 7,087,155, 6,358,486, 6,930,219, 6,809,055, 5,972,205, 5,702,589, 5,637,207, 5,534,135, và 5,314,610, trong số các patent khác.

Các phương án đề xuất quy trình khử lưu huỳnh bằng xăng có thể bao gồm hydrocacbon nhẹ, trung bình, và nặng khác nhau cấp đến ống đứng, như nêu trên. Nguồn cấp đến bình phản ứng thứ hai 32 còn có thể bao gồm naphta, như naphta chưng trực tiếp hoặc naphta xúc tác tái tuần hoàn, trong số các nguồn cấp khác. Hỗn hợp chất xúc tác cho sản phẩm olefin nhẹ có thể bao gồm chất xúc tác nhỏ hơn và/hoặc nhẹ hơn, như chất xúc tác FCC (zeolit Y chẳng hạn), và chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn, có chức năng khử lưu huỳnh như MgO/Al_2O_3 với chất xúc tiến của các kim loại khác nhau. Các chất xúc tác khử lưu huỳnh khác cũng có thể được sử dụng như được bộc lộ trong các patent Mỹ số 5482617, 6482315, 6852214, 7347929 trong số các patent khác. Theo một số phương án, hỗn hợp chất xúc tác có thể bao gồm thành phần cracking xúc tác có hoạt tính khử lưu huỳnh, như các chất được bộc lộ trong patent US5376608, trong số các patent khác.

Các phương án đề xuất quy trình xử lý dầu nặng có thể bao gồm hydrocacbon nhẹ, trung bình, và nặng khác nhau cấp đến ống đứng, như nêu trên. Nguồn cấp đến bình phản ứng thứ hai 32 có thể bao gồm các hydrocacbon hoặc các hỗn hợp hydrocacbon có các điểm sôi hoặc khoảng sôi cao hơn $340^{\circ}C$. Các nguyên liệu hydrocacbon mà có thể được sử dụng cho các quy trình được mô tả trong bản mô tả này có thể bao gồm có thể bao gồm các dòng lọc và các dòng hydrocacbon khác như cặn khí quyển hoặc chân không của dầu mỏ, dầu khử atphan, nhựa khử atphan, đáy tháp khí quyển hoặc tháp chân không crack bằng hydro, dầu khí chân không trực tiếp, dầu khí chân không crack bằng hydro, bùn dầu crack xúc tác tầng sôi (FCC), dầu khí chân không từ quy trình crack bằng hydro tầng hóa lỏng, dầu có nguồn gốc từ đá phiến, dầu có nguồn gốc từ than, bitum của cát dính nhựa, dầu gỗ thông, dầu thô có nguồn gốc sinh học, dầu đen, cũng như các dòng hydrocacbon tương tự khác, hoặc tổ hợp của chúng, mỗi dòng này có thể là dòng trực tiếp, có nguồn gốc từ quy trình, crack bằng hydro, khử lưu huỳnh một phần, và/hoặc khử kim loại một phần. Theo một số phương án, các phân đoạn hydrocacbon cặn có thể bao gồm các hydrocacbon có điểm sôi thông thường ít nhất là $480^{\circ}C$, ít nhất là $524^{\circ}C$, hoặc ít nhất là $565^{\circ}C$. Hỗn hợp chất xúc tác để xử lý hydrocacbon nặng có thể bao gồm chất xúc tác nhỏ

hơn và/hoặc nhẹ hơn, như chất xúc tác FCC (zeolit Y chẳng hạn), và chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn, như chất xúc tác ma trận hoạt động, chất xúc tác bẫy các kim loại, Ecat thô/nặng (chất xúc tác cân bằng), chất xúc tác kiểu ma trận hoặc liên kết (như cao lanh hoặc cát) hoặc chất xúc tác FCC ma trận cao/zeolit. Các chất xúc tác cracking khác cũng có thể được sử dụng, như, ví dụ, một hoặc nhiều chất được bộc lộ trong US5160601, US5071806, US5001097, US4624773, US4536281, US4431749, US6656347, US6916757, US6943132, và US7591939, trong số các patent khác.

Các hệ thống trong bản mô tả này cũng có thể được sử dụng để xử lý trước dầu thô nặng hoặc dầu thô tự nhiên, như dầu thô hoặc bitum được thu hồi từ cát dính nhựa. Ví dụ, bình phản ứng 32, như bình trên Fig.1 hoặc Fig.9, trong số các hình vẽ khác, có thể được sử dụng để xử lý trước bitum, trước khi xử lý thêm dầu thô nặng đã xử lý ở các hoạt động phía sau, mà có thể bao gồm hoạt động tách trong hệ thống tách phía sau và tái tuần hoàn một hoặc nhiều phân đoạn để chuyển đổi thêm trong bình phản ứng 3. Khả năng để xử lý trước dầu thô nặng với hạt ưu tiên bên trong hỗn hợp hạt hoặc chất xúc tác có thể cho phép tích hợp theo cách có lợi quy trình xử lý dầu thô nặng mà nếu không sẽ gây bất lợi cho chất xúc tác và tính năng của toàn bộ hệ thống.

Các phương án trong bản mô tả này mô tả hỗn hợp chất xúc tác được tách bởi bình tách và nồng độ hiệu quả ưu tiên của chất xúc tác bên trong hỗn hợp trong bình phản ứng. Như được thể hiện trên các hình vẽ, chất xúc tác được cô trong bình phản ứng được thể hiện là được đưa trở lại từ bình tách gần với đỉnh của bình phản ứng hoặc bình. Các phương án trong bản mô tả này còn dự tính đưa trở lại của chất xúc tác từ bình tách đến phần giữa hoặc phần dưới của bình phản ứng, và ở đó chất xúc tác được đưa trở lại có thể phụ thuộc vào các nguyên liệu hydrocacbon được xử lý, các loại chất xúc tác trong hỗn hợp, và gradien xúc tác mong muốn bên trong bình phản ứng. Các phương án trong bản mô tả này cũng dự tính đưa trở lại chất xúc tác đến nhiều vị trí bên trong bình phản ứng. Mặc dù đem lại khả năng nâng cao nồng độ chất xúc tác cụ thể hoặc hạt bên trong hỗn hợp trong bình phản ứng cụ thể, các phương án trong bản mô tả này cũng có thể được sử dụng cho hệ thống một chất xúc tác; các bình tách hạt và các hệ thống được mô tả trong hệ thống này có thể làm tăng tỷ lệ chất xúc tác/dầu, mà nâng cao thời gian tiếp xúc xúc tác.

Như nêu trên, các phương án khác nhau trong bản mô tả này sử dụng bình phản ứng thứ hai được vận hành ở chế độ tăng sôi đủ để cuốn theo chất xúc tác cracking thứ nhất, và chất xúc tác cracking thứ hai, với các sản phẩm hydrocacbon được thu hồi dưới dạng dòng thải từ bình phản ứng thứ hai cửa xả trên đầu. Theo một số phương án, như được thể hiện trên Fig.12, bình phản ứng thứ hai có thể là bình phản ứng thứ hai kiểu ống đứng, được vận hành ở chế độ tăng sôi đủ để cuốn theo chất xúc tác cracking thứ nhất, và chất xúc tác cracking thứ hai, với các sản phẩm hydrocacbon được thu hồi dưới dạng dòng thải từ bình phản ứng thứ hai cửa xả trên đầu. Theo các phương án khác như được thể hiện trên Fig.12, bình phản ứng thứ hai có thể là bình phản ứng tăng sôi hoặc bình phản ứng tăng sôi, vận hành ở chế độ tăng sôi đủ để cuốn theo chất xúc tác cracking thứ nhất, một phần của chất xúc tác cracking thứ hai, và các sản phẩm hydrocacbon. Sau đó, dòng thải có thể được cấp đến bình tách chất rắn để tách các sản phẩm hydrocacbon đã crack và chất xúc tác cracking thứ nhất ra khỏi chất xúc tác cracking thứ hai. Bình tách chất rắn này có thể là bình bên ngoài đối với bình phản ứng và có thể được vận hành ở đặc tính thủy động mà nâng cao việc tách hai loại chất xúc tác dựa trên đặc tính vật lý của chúng, như cỡ hạt và/hoặc tỷ trọng. Chất xúc tác được tách, lựa chọn cho việc cracking C₄ và các hydrocacbon vùng naphta, sau đó có thể được đưa trở lại về bình phản ứng cho phản ứng tiếp theo và đem lại nồng độ nâng cao của chất xúc tác lựa chọn cho việc cracking C₄ và các hydrocacbon vùng naphta bên trong bình phản ứng, cải thiện tính lựa chọn của toàn bộ quy trình mà còn cải thiện tính linh hoạt của toàn bộ quy trình do giới hạn vận hành được nâng cao.

Phần mô tả dưới đây dựa vào Fig.12, trong đó Fig.12 là hình vẽ thể hiện thể hiện sơ đồ xử lý khác theo các phương án trong bản mô tả này, trong đó các số chỉ dẫn giống nhau biểu thị các phần giống nhau. Giống với các sơ đồ xử lý khác, như sơ đồ được thể hiện trên Fig.1 và Fig.6, hai chất xúc tác/các hạt chất rắn được sử dụng, với chất xúc tác thứ nhất là chất xúc tác FCC thông thường nhỏ hơn và/hoặc nhẹ hơn và chất xúc tác thứ hai là chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn ZSM-5 hoặc ZSM-11 chẳng hạn.

Chất xúc tác thứ nhất và thứ hai đã trộn có thể được cấp từ bộ tái tạo chung 17 qua đường dòng 30 qua van điều khiển 31 đến đáy của bình phản ứng thứ hai kiểu ống đứng 171. Chất xúc tác trộn với chất xúc tác cấp qua đường dòng 174a ở đáy của bình phản ứng thứ hai kiểu ống đứng 171, dòng này có thể được điều chỉnh bởi van điều khiển 174. Chất

xúc tác trong đường dòng 174a có thể có nồng độ chất xúc tác cracking thứ hai lớn hơn và/hoặc nặng hơn cao hơn, như ZSM-5, mà hỗ trợ phản ứng cracking naphta với các sản phẩm olefin nhẹ như propylen.

Chất xúc tác hỗn hợp, có nồng độ chất xúc tác cracking thứ hai lớn hơn và/hoặc nặng hơn cao hơn so với khi được cấp trong hỗn hợp từ bộ tái tạo 17, sau đó có thể được tiếp xúc với các hydrocacbon trong bình phản ứng thứ hai kiểu ống đứng 171. Ví dụ, nguyên liệu naphta có thể được nạp qua đường dòng 143 và hơi nâng có thể được cấp qua đường dòng 135. Nguyên liệu naphta có thể là naphta từ thiết bị phân đoạn sản phẩm phía sau, như nêu trên, hoặc có thể là nguyên liệu naphta từ các bộ phận khác, như naphta của thiết bị cốc, v.v. Nguyên liệu naphta cũng có thể được cấp đến hoặc từ các vị trí khác nhau không được thể hiện trên Fig.12, nếu muốn.

Các phản ứng cracking naphta xảy ra trong bình phản ứng thứ hai kiểu ống đứng 171, nguyên liệu naphta và nguyên liệu hơi là đủ để cuốn theo cả chất xúc tác cracking thứ nhất và thứ hai cùng với các sản phẩm hydrocacbon đã crack. Dòng sản phẩm, cùng với hỗn hợp chất xúc tác, sau đó đi vào thiết bị tách chất rắn (SSD - Solid Separation Device) 47, mà có thể được sử dụng để tạo thuận lợi cho việc cô chất xúc tác cracking thứ hai nặng hơn và/hoặc lớn hơn. SSD 47 có thể tách dòng thải ra khỏi bình phản ứng thứ hai kiểu ống đứng 171 thành dòng hơi/chất xúc tác cracking thứ nhất 147a và dòng chất xúc tác cracking thứ hai 147b. Chất xúc tác cracking thứ hai được thu hồi từ bình tách có thể được tái tuần hoàn trở lại về bình phản ứng thứ hai cho phản ứng tiếp theo, như nêu trên.

Các hydrocacbon đã crack và chất xúc tác cracking thứ nhất đã được tách từ bình phản ứng thứ hai kiểu ống đứng sau đó có thể được cấp đến bình ngắt 170 chất xúc tác cracking thứ nhất từ các sản phẩm hydrocacbon đã crack. Các sản phẩm hydrocacbon đã crack, bao gồm các olefin nhẹ, các hydrocacbon C₄, các hydrocacbon vùng naphta, và các hydrocacbon nặng hơn có thể được thu hồi qua đường dòng 180, như sẽ được mô tả thêm dưới đây, và sau đó có thể được tách để thu hồi các sản phẩm hoặc các phân đoạn sản phẩm mong muốn. Theo một số phương án, các sản phẩm hydrocacbon đã crack được thu hồi qua đường dòng 180 có thể được kết hợp với các hydrocacbon trong đường dòng 12 và cấp đến hệ thống tách chung để xử lý và thu hồi kết hợp các sản phẩm hoặc các phân đoạn sản phẩm mong muốn.

Theo một số phương án, như được thể hiện trên Fig.12, SSD 47 có thể được bố trí bên trong bình ngất 170. Bình ngất 170 có thể chứa bình trong 173, tiếp nhận chất xúc tác lớn hơn và/hoặc nặng hơn cracking thứ hai từ SSD 47. Vùng hình khuyên 178 giữa thành trong của bình ngất 170 và thành ngoài của bình trong 173 có thể tiếp nhận chất xúc tác nhỏ hơn và/hoặc nhẹ hơn cracking thứ nhất.

Trong SSD 47, như nêu trên, dòng thải của bình phản ứng kiểu ống đứng phụ có thể được tách thành dòng hơi/chất xúc tác cracking thứ nhất 147a và dòng chất xúc tác cracking thứ hai 147b. Dựa trên tỷ trọng và/hoặc cỡ hạt, dòng chất xúc tác 147b, được cô với chất xúc tác thứ hai của ZSM-5 lớn hơn và/hoặc nặng hơn, có thể được cấp cho ống đứng 172, sau đó đi vào bình trong 173 và cuối cùng được cấp trở lại về bình phản ứng thứ hai kiểu ống đứng 171 qua van điều khiển 174. Bình trong 173 có đầu hở, sao cho các khí cuốn theo bất kỳ mà có thể được thu hồi với dòng chất xúc tác 147b có thể được tách ra khỏi chất xúc tác bình trong 173 hở đầu, ra khỏi đỉnh của bình hở đầu 173, trộn với các hơi trong bình 170, và được thu hồi với các sản phẩm thông qua đường dòng 180.

Mức của chất xúc tác trong bình trong 173 có thể được điều khiển bởi van điều khiển 174 và bộ điều khiển kết hợp hoặc hệ thống điều khiển, và chỉ báo cũng có thể được sử dụng để điều chỉnh tỷ lệ chia hơi của SSD 47 để điều khiển hiệu quả tách của các hạt xúc tác cracking thứ hai lớn hơn và/hoặc nặng hơn. Theo cách này, các điều kiện có thể được điều chỉnh sao cho một phần của các hạt xúc tác cracking thứ hai có thể được đưa vào trong xyclon và được thu hồi trong vùng hình khuyên, để đưa trở lại về bộ tái tạo để tái tạo.

Dòng hơi/chất xúc tác cracking thứ nhất 147a đi vào xyclon 176, mà có thể tách chất xúc tác cracking thứ nhất ra khỏi khí thành phẩm. Các hạt đã tách, được cô với chất xúc tác nhỏ hơn và/hoặc nhẹ hơn FCC, sau đó có thể được cấp thông qua ống đôi 177 vào trong phần hình khuyên 178. Chất xúc tác trong phần hình khuyên 178 có thể được cấp cho bộ tái tạo 17 qua đường dòng 175a, dòng của chất này có thể được điều khiển bởi van điều khiển 175. Mức độ của chất xúc tác trong vùng hình khuyên 178 có thể được điều khiển bởi van điều khiển 175. Giống với xyclon chính 4, xyclon phụ 6, trong bình ngất 8, bình 170 cũng có thể chứa các xyclon bổ sung (không được thể hiện trên hình vẽ) để tách hoặc thu hồi hoàn toàn khí thành phẩm từ chất xúc tác trong bình 170. Khí thành phẩm, bao gồm các khí cuốn theo phát ra từ bình trong 173 và vùng hình khuyên 178, cũng như

khí được thu hồi từ xiclon 176, có thể được thu hồi thông qua khoảng thông 179 và có thể được cấp qua đường dòng 180 đến phân đoạn sản phẩm.

Ngoài hơi nặng 135, việc cấp cũng có thể được thực hiện để phun các dòng cấp, như các olefin C₄ và naphta hoặc các dòng bên ngoài tương tự như phương tiện nâng vào bình phản ứng thứ hai kiểu ống đứng 171 qua bình phân phối khí 171a, mà có thể được bố trí ở đoạn hình chữ Y để cho phép vận chuyển nhẹ nhàng chất xúc tác tái tạo từ các đường dòng 174a và 30 đến bình phản ứng thứ hai kiểu ống đứng 171. Phần thấp nhất của bình phản ứng thứ hai kiểu ống đứng 171 cũng có thể hoạt động như bình phản ứng tầng nặng để cracking các olefin C₄ và các dòng naphta thành các olefin nhẹ ở các điều kiện thuận lợi cho các phản ứng, như WHSV nằm trong khoảng từ 0,5 h⁻¹ đến 50 h⁻¹, nhiệt độ nằm trong khoảng từ 640°C đến 750°C, và thời gian ổn định nằm trong khoảng từ 3 giây đến 10 giây.

Việc tích hợp vùng vận chuyển 171 và bình ngắt 170 có thể được sử dụng theo các phương án khác cũng được mô tả trong bản mô tả này. Ví dụ, dựa vào Fig.8A và Fig.8B, bình phụ 510 và SSD47 có thể được bố trí giống với vùng vận chuyển 171 và bình ngắt 170 để cấp dòng sản phẩm hơi 180 (514) và dòng chất xúc tác cracking thứ hai đã được cô 174a (512) mà có thể được cấp đến bình phản ứng thứ hai 32. Ví dụ, phương án được thể hiện trên Fig.8C. Tương tự, sự tích hợp tương tự của vùng vận chuyển 171 và bình ngắt có thể được sử dụng trong phương án trên Fig.11, như là ví dụ khác.

Hơn nữa, theo phương án trên Fig.9A và 9B, các cửa xả 75a, 74a có thể được tạo kết cấu sao cho các hạt nhẹ hơn/nhỏ hơn được cô trong bình phản ứng kiểu ống đứng thứ hai 71. Ví dụ, các hạt nặng hơn/lớn hơn trong bình trong 73 có thể được đưa trở lại về bộ tái tạo 24, trong khi các hạt nhẹ hơn/nhỏ hơn trong vùng hình khuyên 78 có thể được cấp cho bình phản ứng kiểu ống đứng thứ hai 71. Theo cách này, các hạt thích hợp nhất để chuyển đổi nguyên liệu đến bình phản ứng kiểu ống đứng thứ hai 71 có thể được cô bên trong bình phản ứng.

Như được mô tả đối với các phương án trên đây, bình phản ứng thứ hai được tích hợp với bình phản ứng kiểu ống đứng FCC và hệ thống tách. Bình phản ứng này nối thông chất lưu với các bình khác, cho phép xử lý xúc tác có lựa chọn và tối sản phẩm hydrocacbon tích hợp, tách và tái tạo chất xúc tác. Hệ thống bình phản ứng tích hợp đem lại một hoặc nhiều ưu điểm nêu trên và các dấu hiệu của các quy trình theo các phương án

được bọc lộ trong bản mô tả này có thể đem lại quy trình được cải thiện hoặc tối ưu cracking các hydrocacbon có xúc tác để sản phẩm olefin nhẹ.

Các phương án trong bản mô tả này có thể sử dụng hai loại hạt xúc tác, như zeolit Y/ chất xúc tác FCC có cỡ hạt nhỏ hơn và/hoặc tỷ trọng nhỏ hơn và các hạt ZSM-5 có cỡ lớn hơn và/hoặc nặng hơn so với loại nêu trên. Bình tách có sự tái chế lựa chọn có thể được sử dụng để ưu tiên tách zeolit Y ra khỏi chất xúc tác ZSM-5. Việc sử dụng hệ thống xúc tác cho phép cuốn theo các hạt nhẹ hơn và nhỏ hơn, nhờ đó giữ lại các hạt loại ZSM-5 bên trong tầng của bình phản ứng mới bổ sung. Các chất phản ứng trải qua sự cracking xúc tác lựa chọn với sự có mặt của chất xúc tác loại ZSM-5 được ưu tiên để tối đa hóa sản lượng của các olefin nhẹ từ dòng cấp C₄ và naphta. Bình tách là thiết bị mà có thể tạo điều kiện cho việc tách hai loại chất xúc tác do sự khác biệt về cỡ hạt và/hoặc tỷ trọng của chúng. Các ví dụ về bình tách có sự tái chế lựa chọn có thể là bình tách xiclon, bình tách màng lọc, các bộ sàng cơ học, khoang trọng lực, bình tách ly tâm, thiết bị phân loại nổi tiếp hoặc thiết bị phân loại khí nén, hoặc các kiểu bình tách khác có lợi cho việc tách một cách có hiệu quả các hạt dựa trên kích cỡ và/hoặc đặc tính thủy động. Bình tách được nối với đỉnh của bình phản ứng thứ hai mà nổi thông chất lưu với bình phản ứng thứ hai cũng như bộ tái tạo và bình phản ứng thứ nhất/ tháp chưng.

Theo một số phương án, bình phản ứng có thể được trang bị các vách đổi hướng hoặc chi tiết bên trong kiểu lưới dạng môđun. Điều này tạo ra sự tiếp xúc mật thiết của chất xúc tác với các phân tử của nguyên liệu hydrocacbon, giúp phá vỡ bọt và tránh sự phát triển bọt khí do sự kết tụ, sự tạo kênh hoặc chuyển dòng của chất xúc tác hoặc nguyên liệu.

Thông thường, chất xúc tác sạch bổ sung để duy trì hoạt tính của chất xúc tác được nạp vào tầng tái tạo bằng cách sử dụng không khí công nghiệp. Ngược lại, có thể đề xuất phun chất xúc tác/chất phụ gia có nồng độ mong muốn trực tiếp vào trong tầng của bình phản ứng thứ hai bằng cách sử dụng hơi hoặc nitơ làm phương tiện vận chuyển. Điều này giúp làm gia tăng nồng độ và tính lựa chọn tốt.

Các kết cấu bình phản ứng được mô tả trong bản mô tả này đem lại đủ tính linh hoạt và giới hạn vận hành để điều chỉnh các điều kiện vận hành như vận tốc không gian theo trọng lượng tính theo giờ (WHSV - Weight Hourly Space Velocity), chất xúc tác và hơi hydrocacbon thời gian ổn định, nhiệt độ phản ứng, tỷ lệ chất xúc tác/dầu, v.v.. Ví dụ, theo

một số phương án, đỉnh của bình phản ứng thứ hai/nhiệt độ tăng được điều khiển bằng cách điều chỉnh dòng chất xúc tác từ bộ tái tạo mà điều khiển gián tiếp tỷ lệ chất xúc tác/dầu. Trong khi mức tăng của bình phản ứng có thể được điều khiển bởi sự điều chỉnh chất xúc tác đã sử dụng chạy từ bình phản ứng đến bộ tái tạo, mà điều khiển WHSV và thời gian ổn định chất xúc tác.

Trong khi phần mô tả bộc lộ số lượng hữu hạn các phương án thực hiện sáng chế, từ phần mô tả này, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ thấy rõ rằng các phương án khác có thể được thực hiện mà không tách rời khỏi phạm vi của sáng chế. Do vậy, phạm vi bảo hộ của sáng chế sẽ chỉ bị giới hạn bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình chuyển đổi các hydrocacbon, bao gồm các bước:

cấp hỗn hợp chứa các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai từ bộ tái tạo (17) đến bình vận chuyển hoặc bình phản ứng kiểu ống đứng (171), trong đó các hạt thứ nhất có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn và/hoặc tỷ trọng thấp hơn so với các hạt thứ hai, và trong đó các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai có thể là hạt xúc tác hoặc không xúc tác độc lập;

cấp phân đoạn hydrocacbon (143) và chất lưu mang phản ứng và/hoặc không phản ứng (135) vào bình vận chuyển hoặc bình phản ứng kiểu ống đứng (171);

cho phân đoạn hydrocacbon tiếp xúc với hỗn hợp chứa các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai để chuyển đổi ít nhất một phần phân đoạn hydrocacbon;

thu hồi sản phẩm ở đỉnh từ bình vận chuyển/bình phản ứng kiểu ống đứng (171) bao gồm phân đoạn chất lưu đã chuyển đổi, chất lưu mang và/hoặc sản phẩm phản ứng của chất lưu mang, các hạt thứ hai, và các hạt thứ nhất;

cấp sản phẩm ở đỉnh đến bình ngắt tích hợp (170), bình ngắt tích hợp (170) này bao gồm:

vỏ;

thiết bị tách chất rắn (47) được bố trí bên trong vỏ để tách các hạt thứ hai ra khỏi sản phẩm ở đỉnh nhằm tạo ra dòng thứ nhất (147a), chứa phân đoạn hydrocacbon đã chuyển đổi, các hạt thứ nhất và chất lưu mang và/hoặc sản phẩm phản ứng của chất lưu mang, và dòng thứ hai (147b), chứa các hạt thứ hai đã được tách;

một hoặc nhiều xyclon (176) được bố trí bên trong vỏ để tách dòng thứ nhất (147a) để thu hồi phân đoạn các chất rắn, chứa các hạt thứ nhất, và phân đoạn hơi, bao gồm phân đoạn hydrocacbon đã chuyển đổi và chất lưu mang và/hoặc sản phẩm phản ứng của chất lưu mang;

bình trong (173) được bố trí bên trong vỏ để tiếp nhận dòng thứ hai (147b) chứa các hạt thứ hai đã được tách;

vùng hình khuyên (178) giữa vỏ và bình trong (173) để tiếp nhận phân đoạn các chất rắn chứa các hạt thứ nhất;

cửa xả hơi (179) để thu hồi phân đoạn hơi;

cửa xả các chất rắn thứ nhất được nối thông chất lưu với vùng hình khuyên (178); và

cửa xả các chất rắn thứ hai được nối thông chất lưu với bình trong (173);
thu hồi phân đoạn các chất rắn từ vùng hình khuyên (178) thông qua cửa xả các chất rắn thứ nhất; và
thu hồi các hạt thứ hai đã được tách thông qua cửa xả các chất rắn thứ hai.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó quy trình này còn bao gồm bước cấp phân đoạn các chất rắn chứa các hạt thứ nhất đã được tách từ vùng hình khuyên (178) đến bộ tái tạo (17).

3. Quy trình theo điểm 2, trong đó quy trình này còn bao gồm bước cấp các hạt thứ hai đã được tách từ bình trong (173) đến bình vận chuyển hoặc bình phản ứng kiểu ống đứng (171), trong đó các hạt thứ hai đã được tách được trộn với hỗn hợp chứa các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai từ bộ tái tạo (17)

4. Quy trình theo điểm 1, trong đó quy trình này còn bao gồm bước cấp các hạt thứ hai đã được tách từ bình trong (173) đến bộ tái tạo (17).

5. Quy trình theo điểm 4, trong đó quy trình này còn bao gồm bước cấp phân đoạn các chất rắn chứa các hạt thứ nhất đã được tách từ vùng hình khuyên (178) đến bình vận chuyển hoặc bình phản ứng kiểu ống đứng (171), trong đó các hạt thứ hai đã được tách được trộn với hỗn hợp chứa các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai từ bộ tái tạo (17).

6. Quy trình theo điểm 1, trong đó quy trình này còn bao gồm bước:

cấp các hạt thứ hai đã được tách từ bình trong (173) đến bình phản ứng;
cho các hạt thứ hai đã được tách tiếp xúc với nguyên liệu hydrocacbon để crack nguyên liệu hydrocacbon.

7. Hệ thống cracking các hydrocacbon, bao gồm:

bộ tái tạo (17);

bình phản ứng kiểu ống đứng (171) được tạo kết cấu để:

tiếp nhận hỗn hợp chứa các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai từ bộ tái tạo (17),

trong đó các hạt thứ nhất có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn và/hoặc tỷ trọng thấp hơn so với các hạt thứ hai, và trong đó các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai có thể là hạt xúc tác hoặc không xúc tác độc lập;

tiếp nhận phân đoạn hydrocacbon (143) và chất lưu mang phản ứng và/hoặc không phản ứng (135);

cho phân đoạn hydrocacbon (143) tiếp xúc với hỗn hợp chứa các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai để chuyển đổi ít nhất một phần phân đoạn hydrocacbon; và

tạo ra sản phẩm ở đỉnh từ bình phản ứng kiểu ống đứng (171) chứa phân đoạn hydrocacbon đã được chuyển đổi, chất lưu mang và/hoặc sản phẩm phản ứng của chất lưu mang, các hạt thứ hai, và các hạt thứ nhất;

bình ngắt tích hợp (170) được tạo kết cấu để tiếp nhận sản phẩm ở đỉnh, bình ngắt tích hợp (170) bao gồm:

vỏ;

thiết bị tách chất rắn (47) được bố trí bên trong vỏ để tách các hạt thứ hai ra khỏi sản phẩm ở đỉnh nhằm tạo ra dòng thứ nhất (147a), chứa phân đoạn hydrocacbon đã được chuyển đổi, các hạt thứ nhất và chất lưu mang và/hoặc sản phẩm phản ứng của chất lưu mang, và dòng thứ hai (147b), chứa các hạt thứ hai đã được tách;

một hoặc nhiều xiclôn (176) được bố trí bên trong vỏ để tách dòng thứ nhất (147a) nhằm thu hồi phân đoạn các chất rắn, chứa các hạt thứ nhất, và phân đoạn hơi, chứa phân đoạn hydrocacbon đã được chuyển đổi và chất lưu mang và/hoặc sản phẩm phản ứng của chất lưu mang;

bình trong (173) được bố trí bên trong vỏ để tiếp nhận dòng thứ hai (147b) chứa các hạt thứ hai đã được tách;

vùng hình khuyên (178) giữa vỏ và bình trong (173) để tiếp nhận phân đoạn các chất rắn chứa các hạt thứ nhất;

cửa xả hơi (179) để thu hồi phân đoạn hơi;

đường dòng (175a) để cấp phân đoạn các chất rắn từ vùng hình khuyên (178) đến bộ tái tạo (17); và

đường dòng (174a) để nâng cao nồng độ của các hạt thứ hai bên trong bình phản ứng kiểu ống đứng (171) bằng cách cấp các hạt thứ hai đã được tách từ bình trong

(173) đến bình phản ứng kiểu ống đứng (171), trong đó các hạt thứ hai đã được tách được trộn với hỗn hợp chứa các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai từ bộ tái tạo (17).

8. Hệ thống theo điểm 7, trong đó hệ thống này còn bao gồm:

bình phản ứng thứ hai (3) được tạo kết cấu để tiếp nhận nguyên liệu hydrocacbon thứ hai (2) và hỗn hợp chứa các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai từ bộ tái tạo (17), trong đó hỗn hợp chứa hạt thứ nhất và hạt thứ hai được tiếp xúc với nguyên liệu hydrocacbon thứ hai (2) để crack nguyên liệu hydrocacbon thứ hai (2) này và tạo ra dòng thải của bình phản ứng thứ hai chứa các hydrocacbon nhẹ hơn và hỗn hợp chứa hạt thứ nhất và hạt thứ hai;

bình tách (8) được tạo kết cấu để tiếp nhận dòng thải của bình phản ứng thứ hai và để tách hạt thứ nhất và hạt thứ hai ra khỏi các hydrocacbon nhẹ hơn và dòng thải hydrocacbon được chuyển đổi.

9. Hệ thống theo điểm 7, trong đó hệ thống này còn bao gồm:

đường dòng để cấp các hạt thứ hai sạch cho bình phản ứng kiểu ống đứng (171); và đường dòng (42) để cấp các hạt thứ nhất sạch cho bộ tái tạo (17).

10. Hệ thống theo điểm 7, trong đó hệ thống này còn bao gồm:

hệ thống cất phân đoạn được tạo kết cấu để tiếp nhận cả phân đoạn hơi được thu hồi thông qua cửa xả hơi (179) và sản phẩm hydrocacbon được thu hồi từ bình tách (8) và để tách các sản phẩm hydrocacbon trong đó thành hai hoặc nhiều phân đoạn hydrocacbon kể cả phân đoạn naphta; và

đường dòng (143) để cấp phân đoạn naphta cho bình phản ứng kiểu ống đứng (171) dưới dạng nguyên liệu hydrocacbon.

11. Hệ thống theo điểm 7, trong đó hệ thống này còn bao gồm bộ điều khiển được tạo kết cấu để điều chỉnh tỷ lệ chia hơi trong thiết bị tách chất rắn (47) để mang theo một phần của chất xúc tác thứ hai trong dòng thứ nhất (147a).

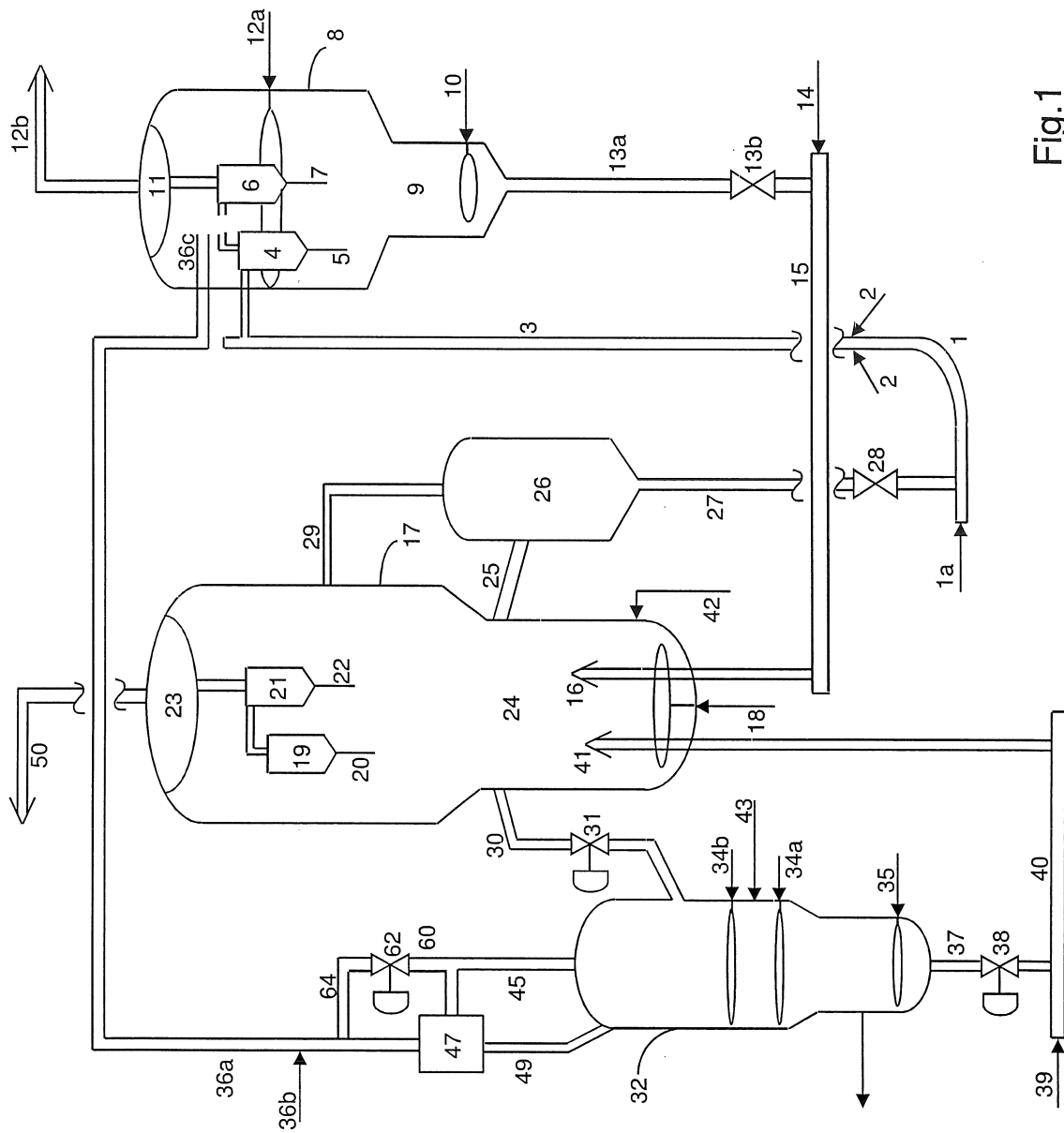
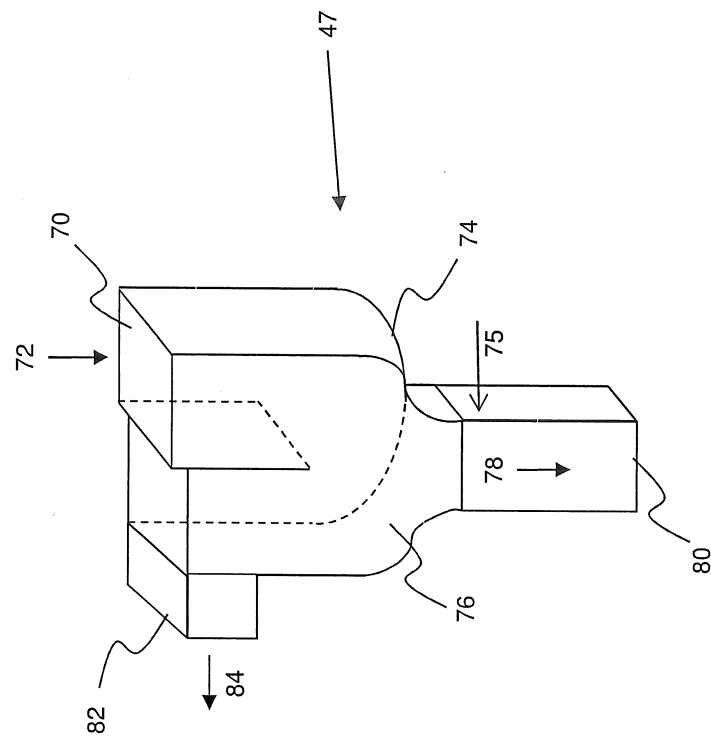


Fig. 1

Fig.2



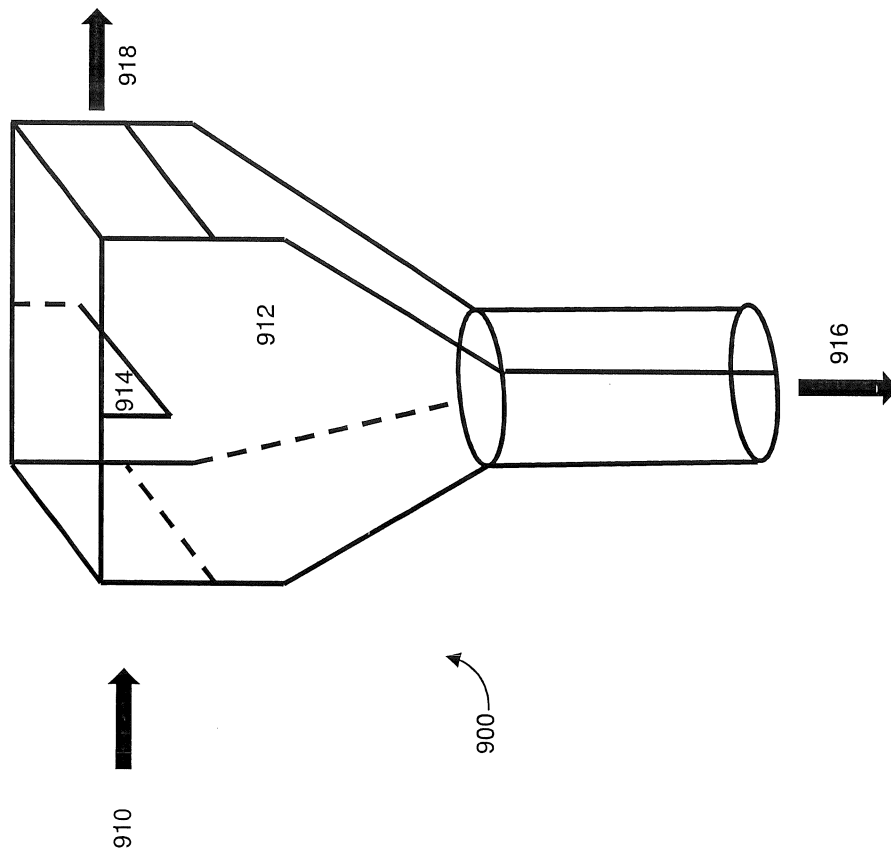


Fig.3

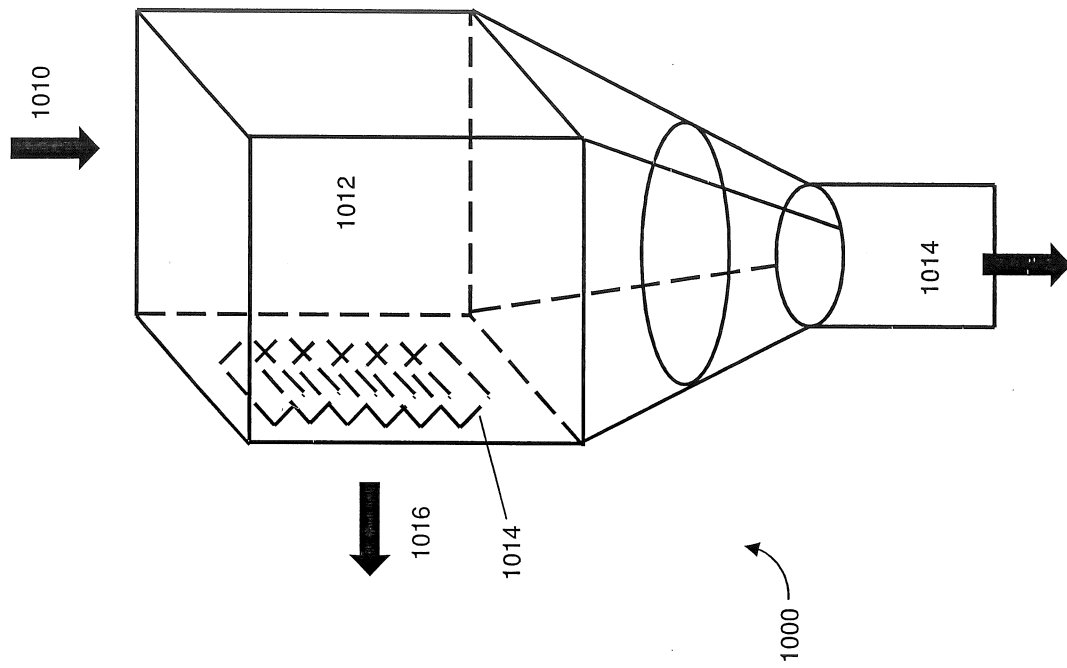


Fig.4

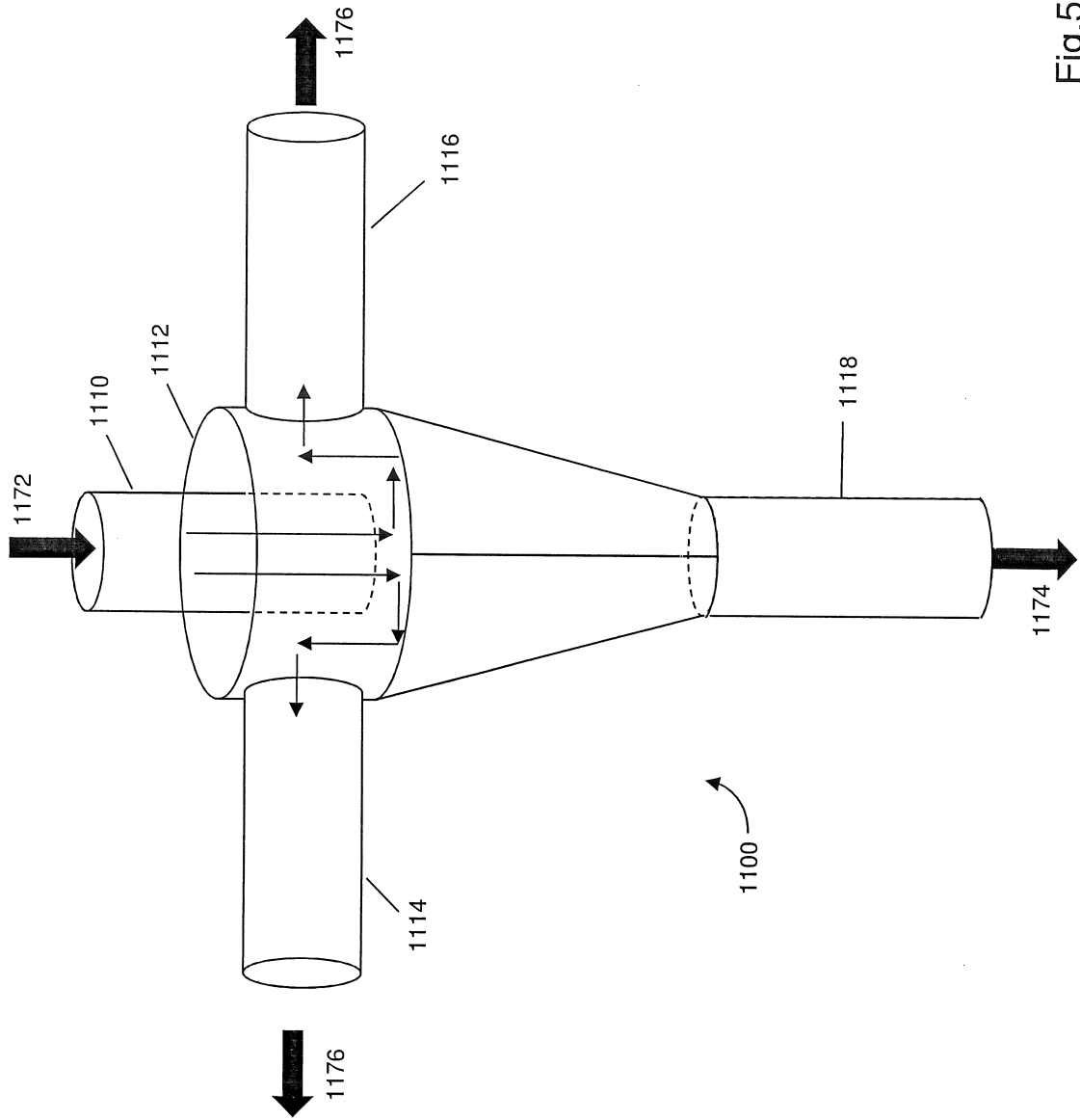


Fig.5

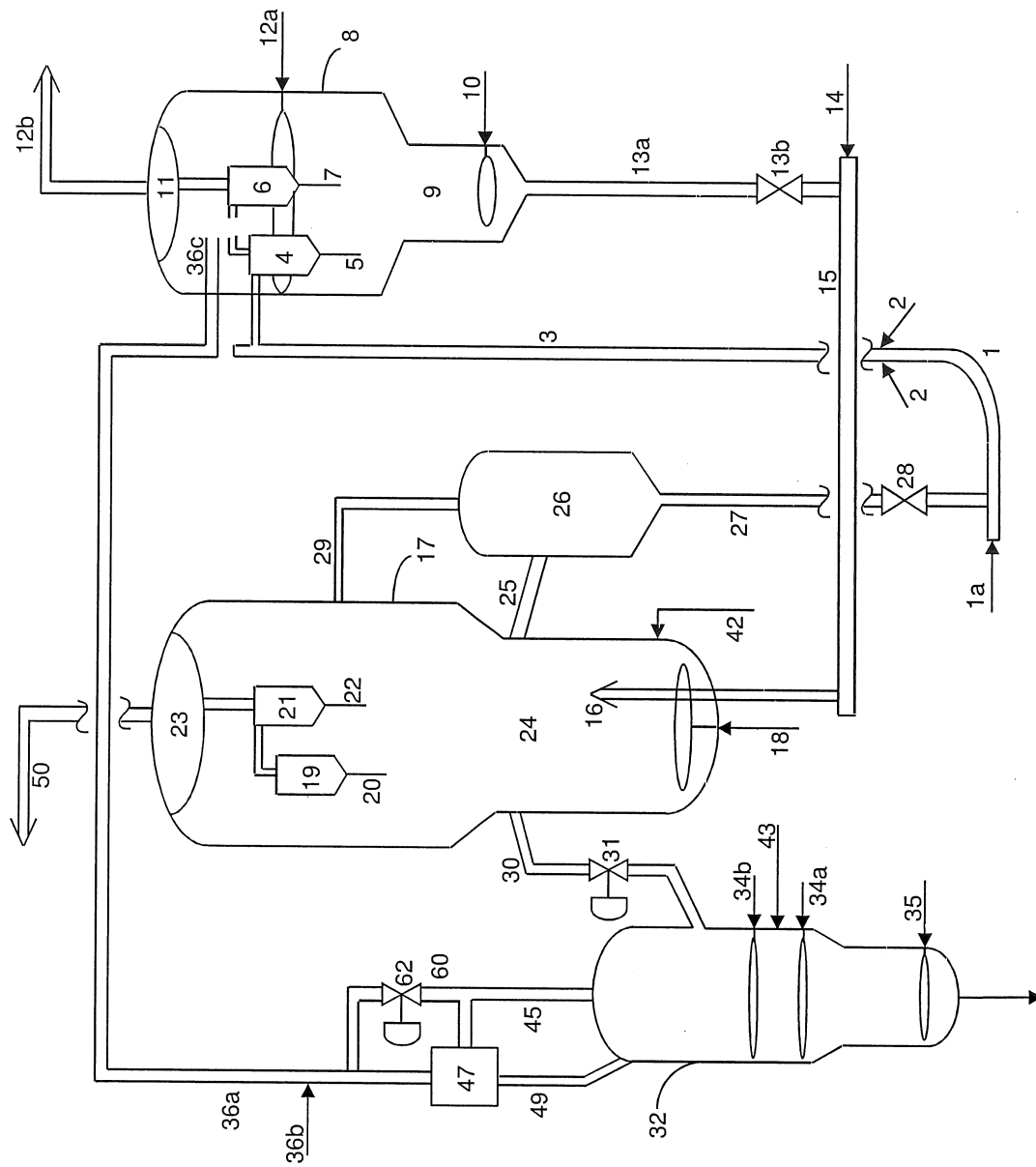


Fig.6

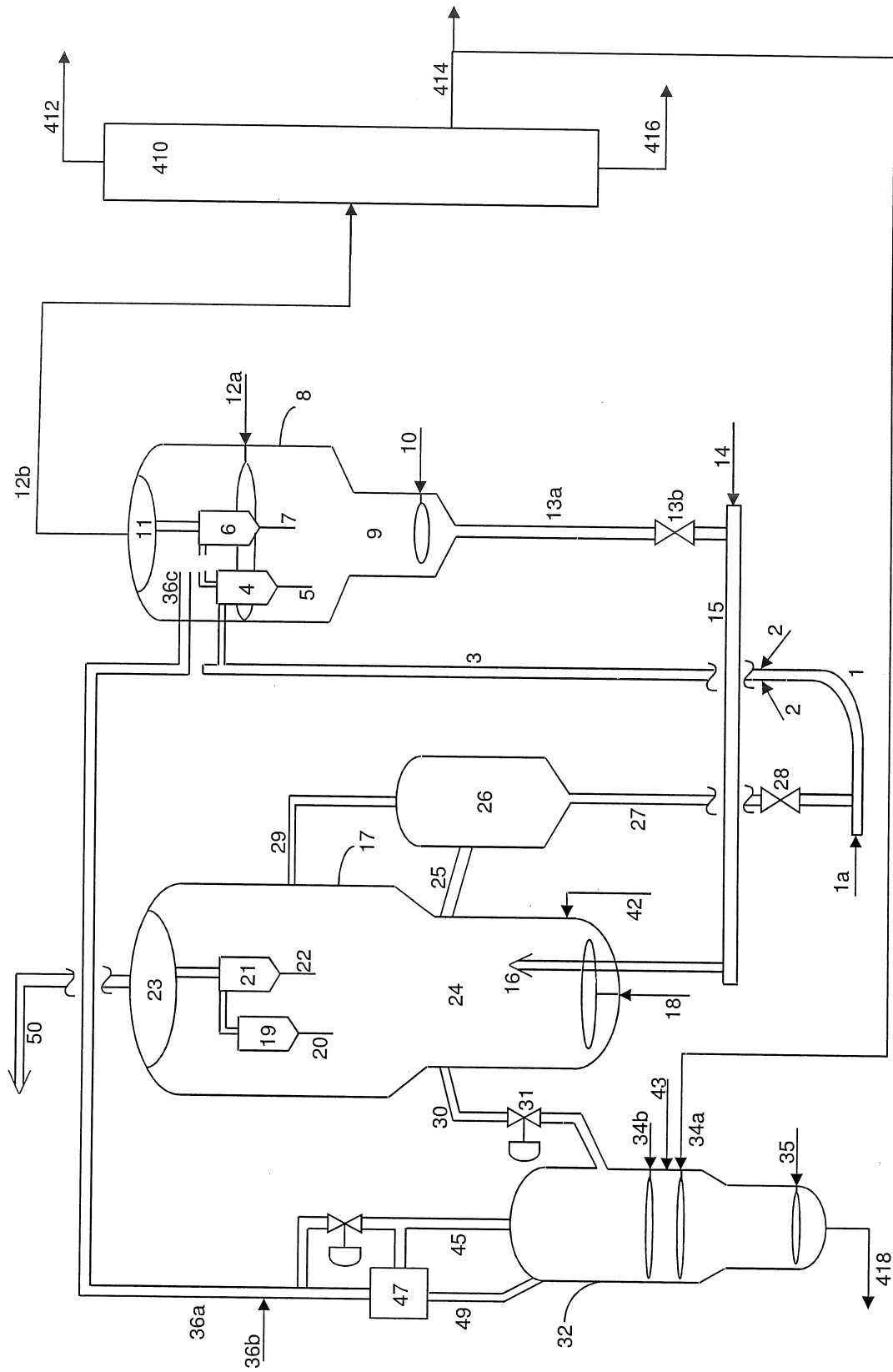


Fig.7

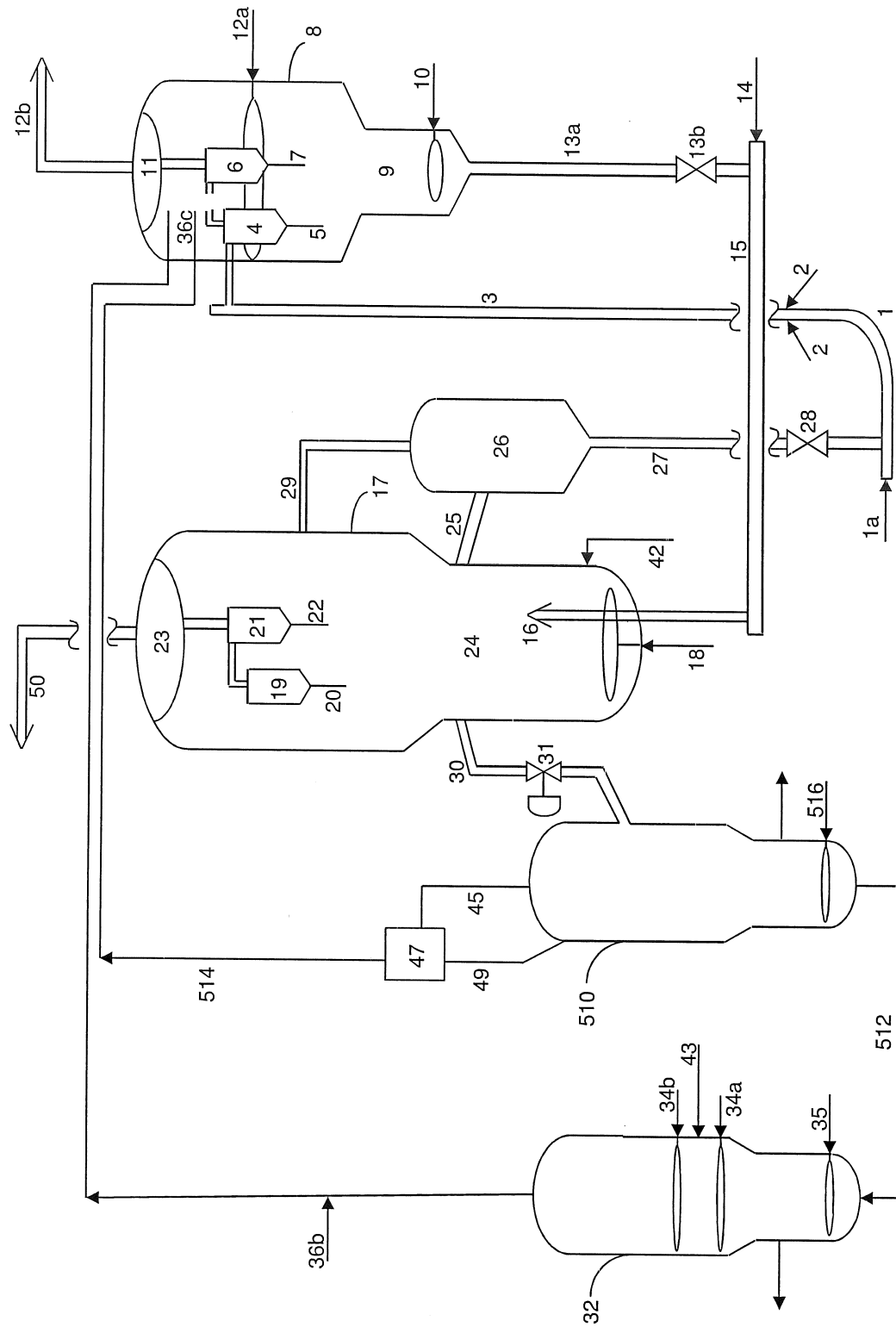


Fig.8A

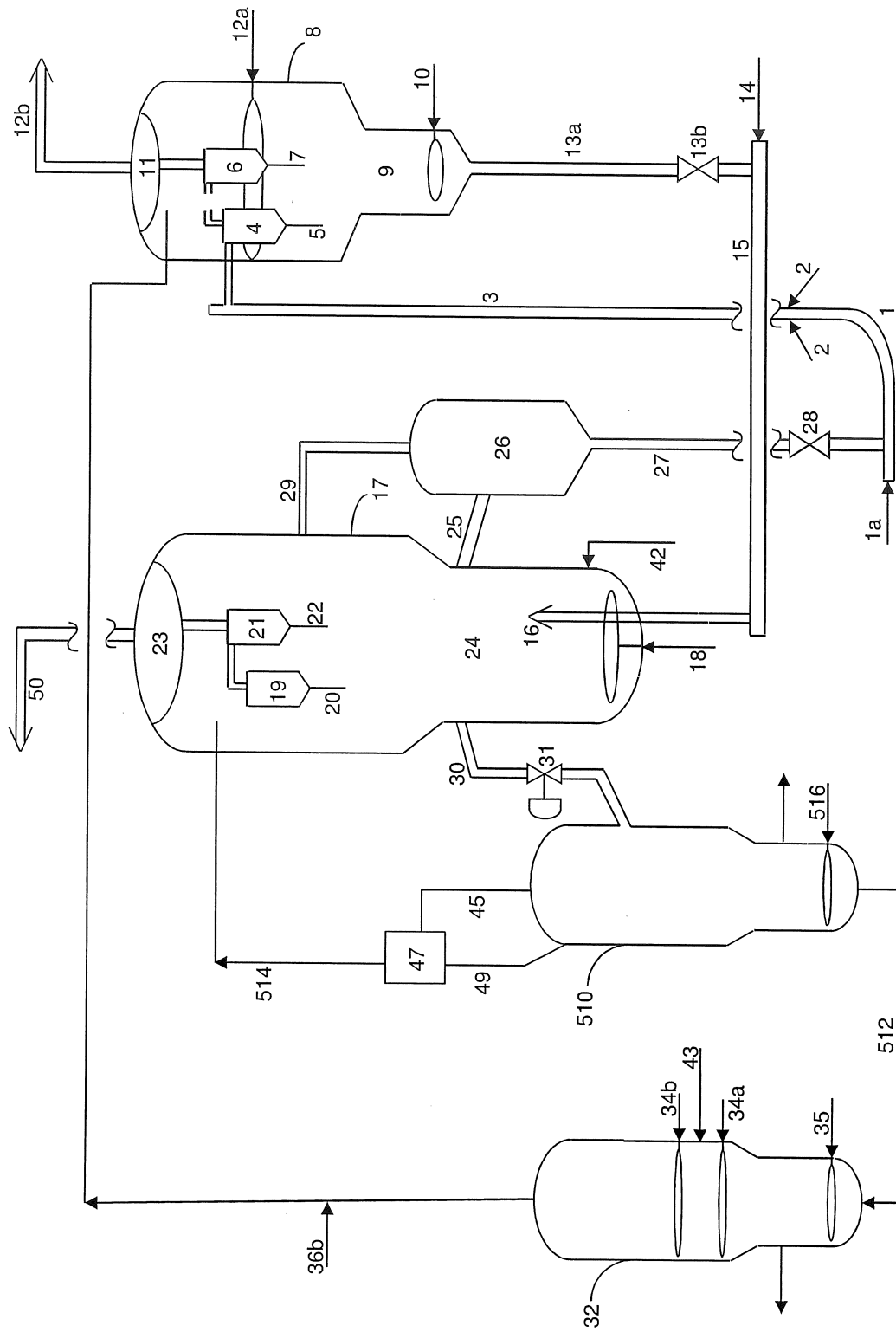


Fig.8B

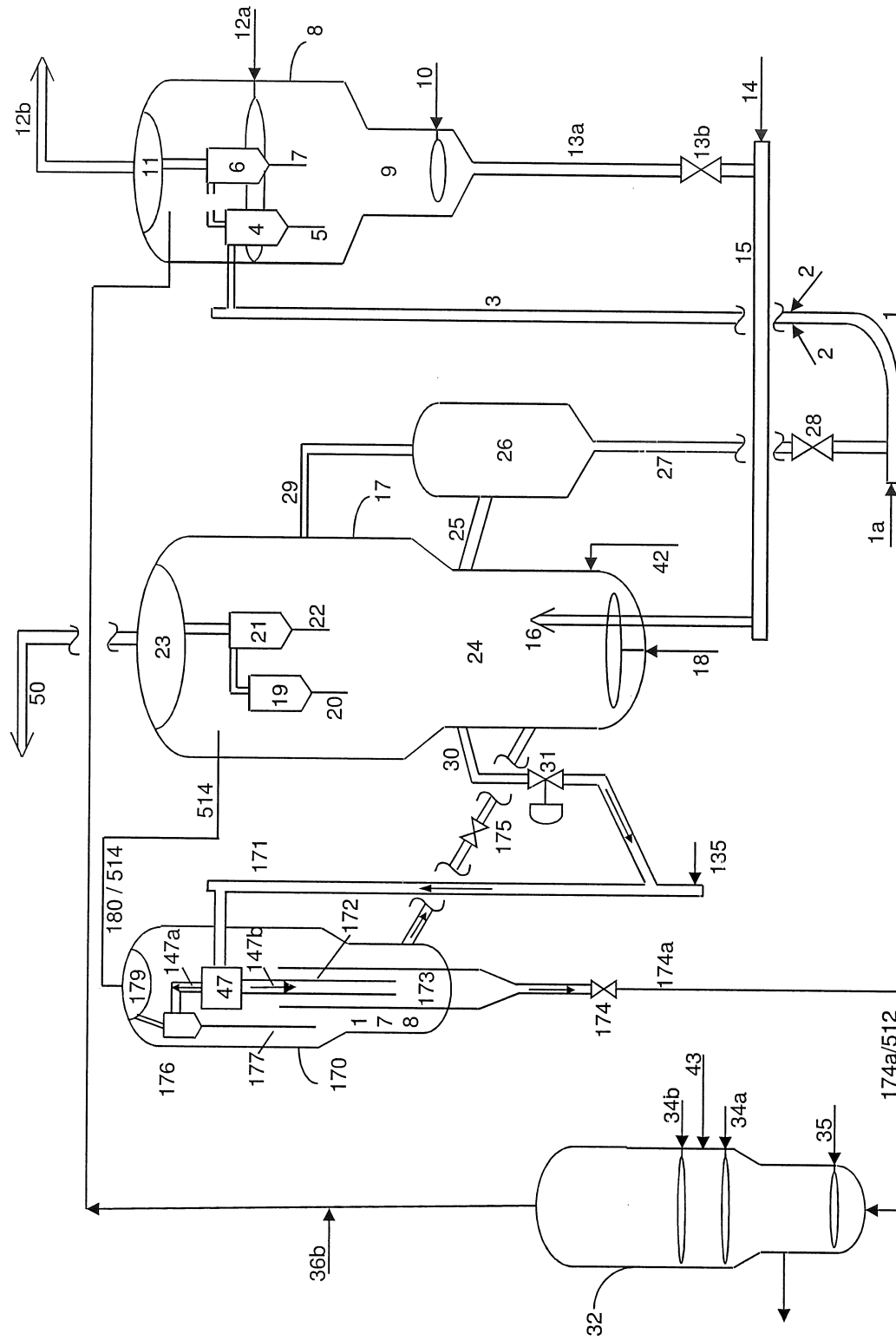


Fig.8C

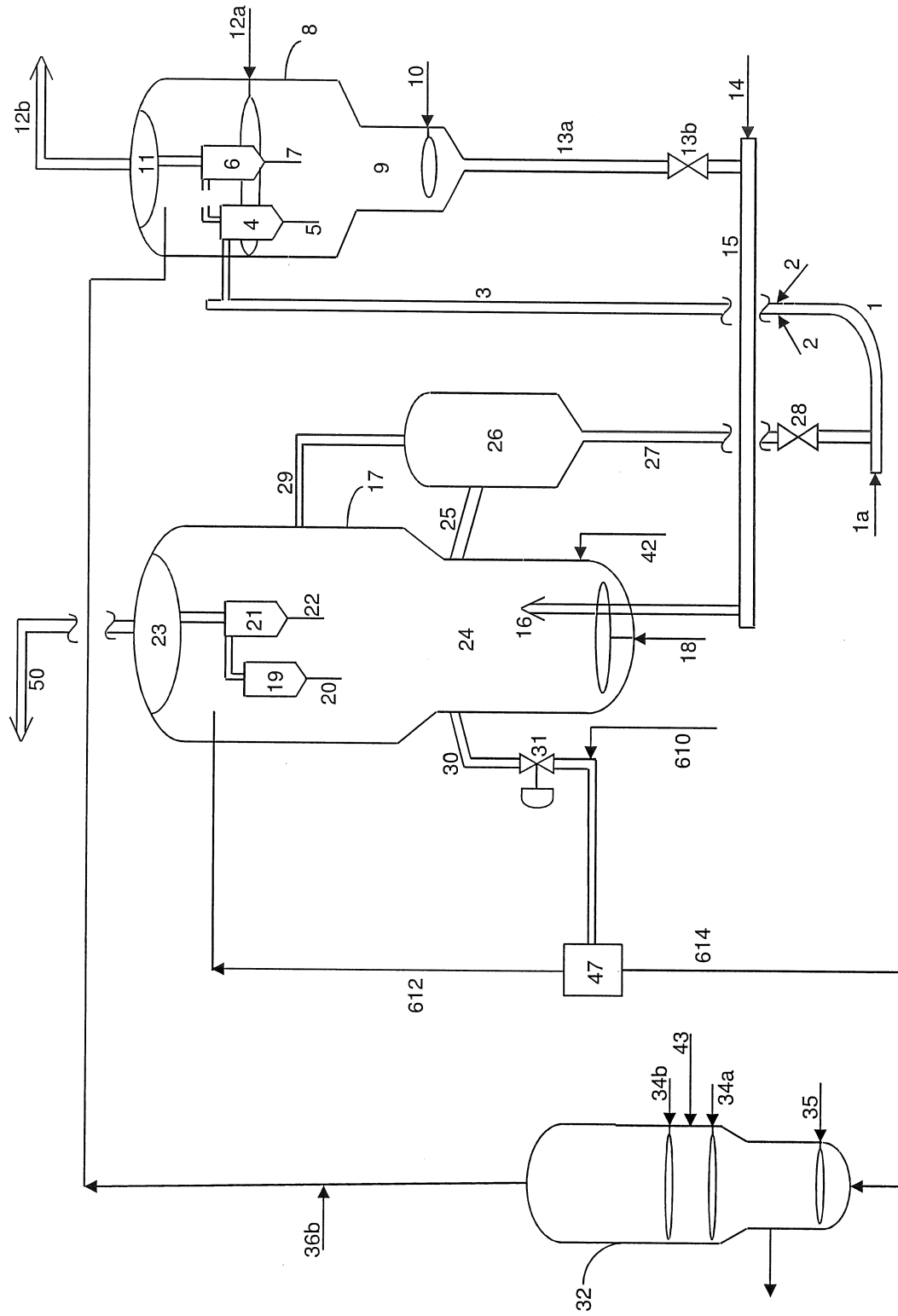


Fig.9A

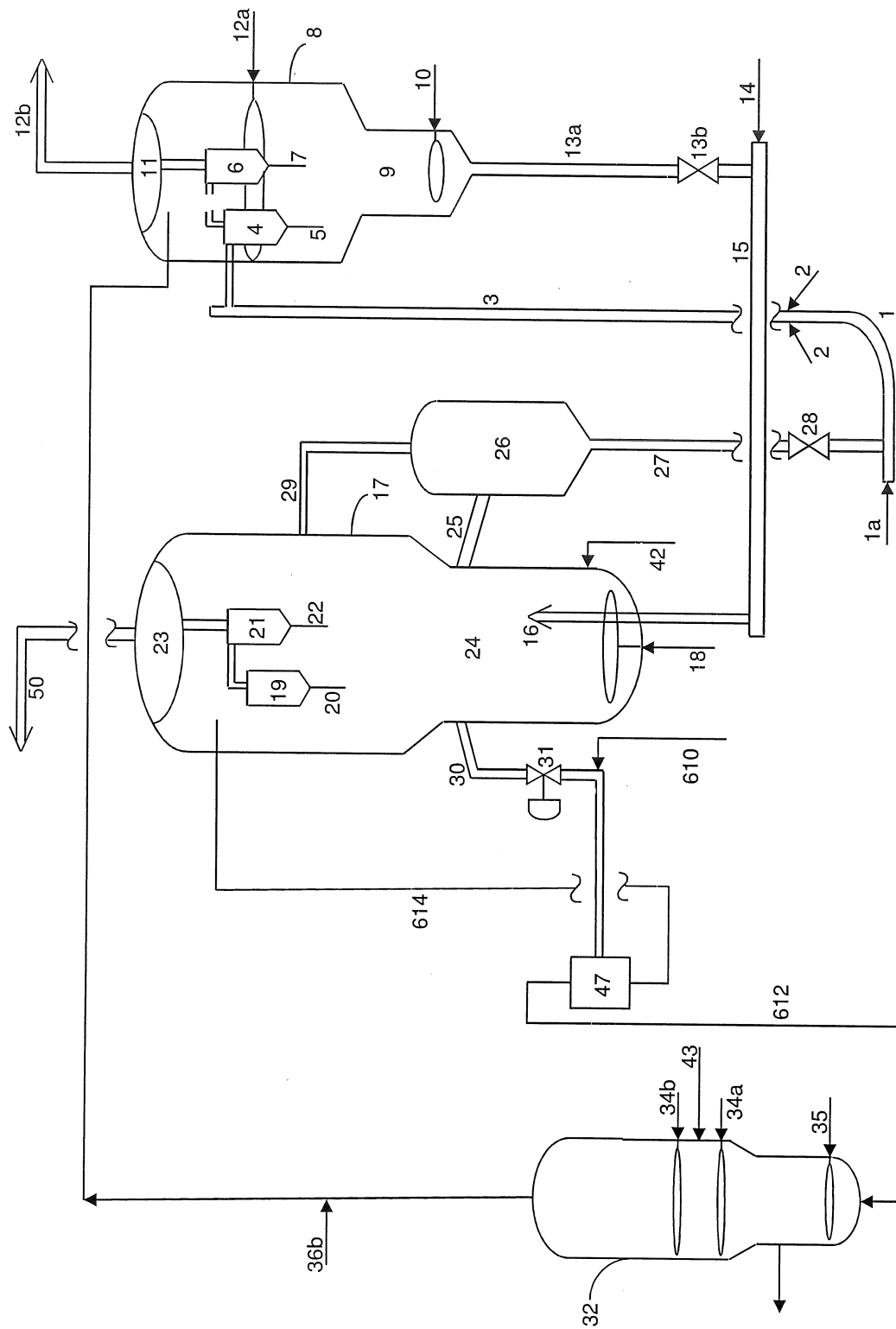


Fig.9B

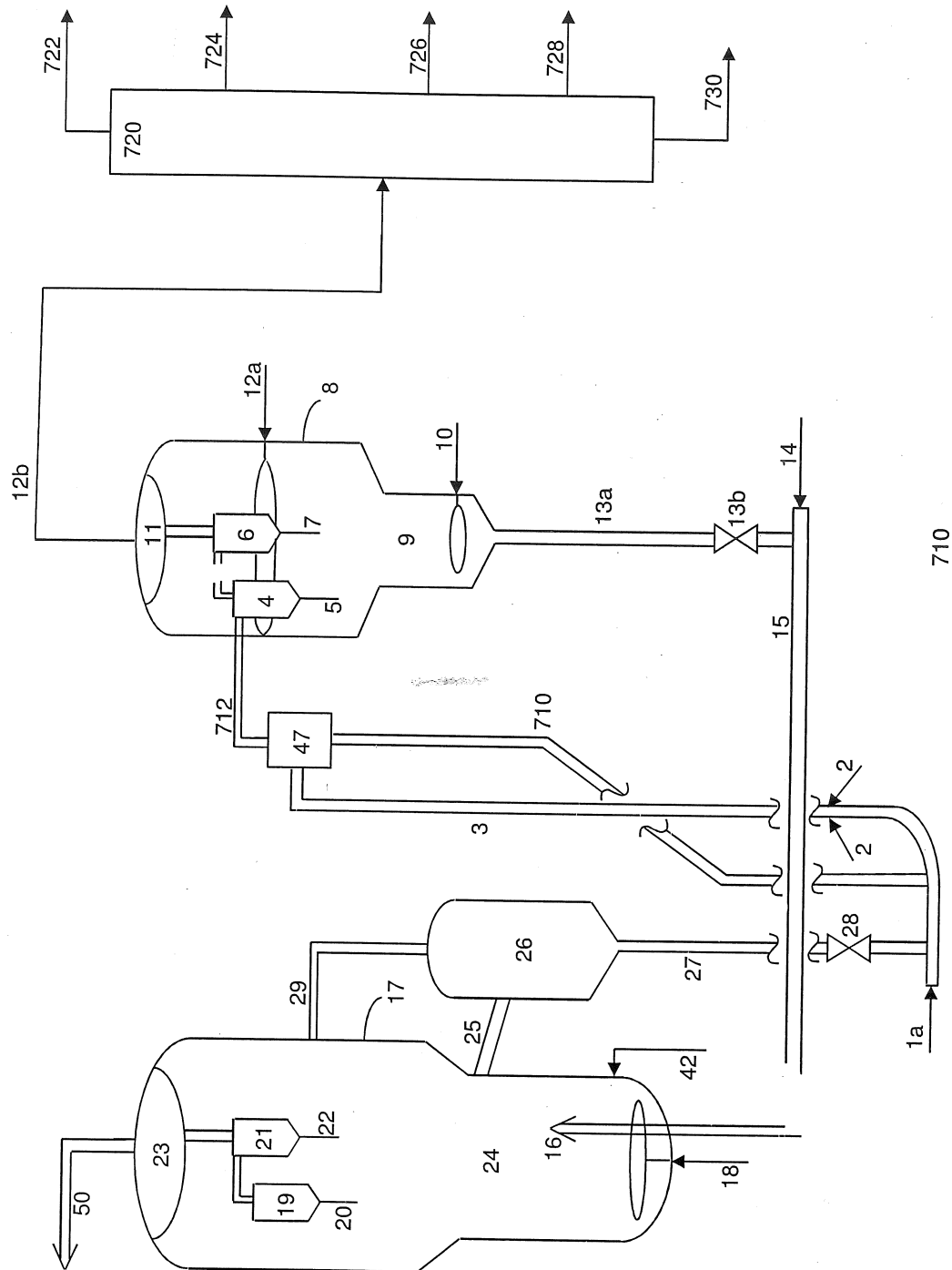


Fig.10

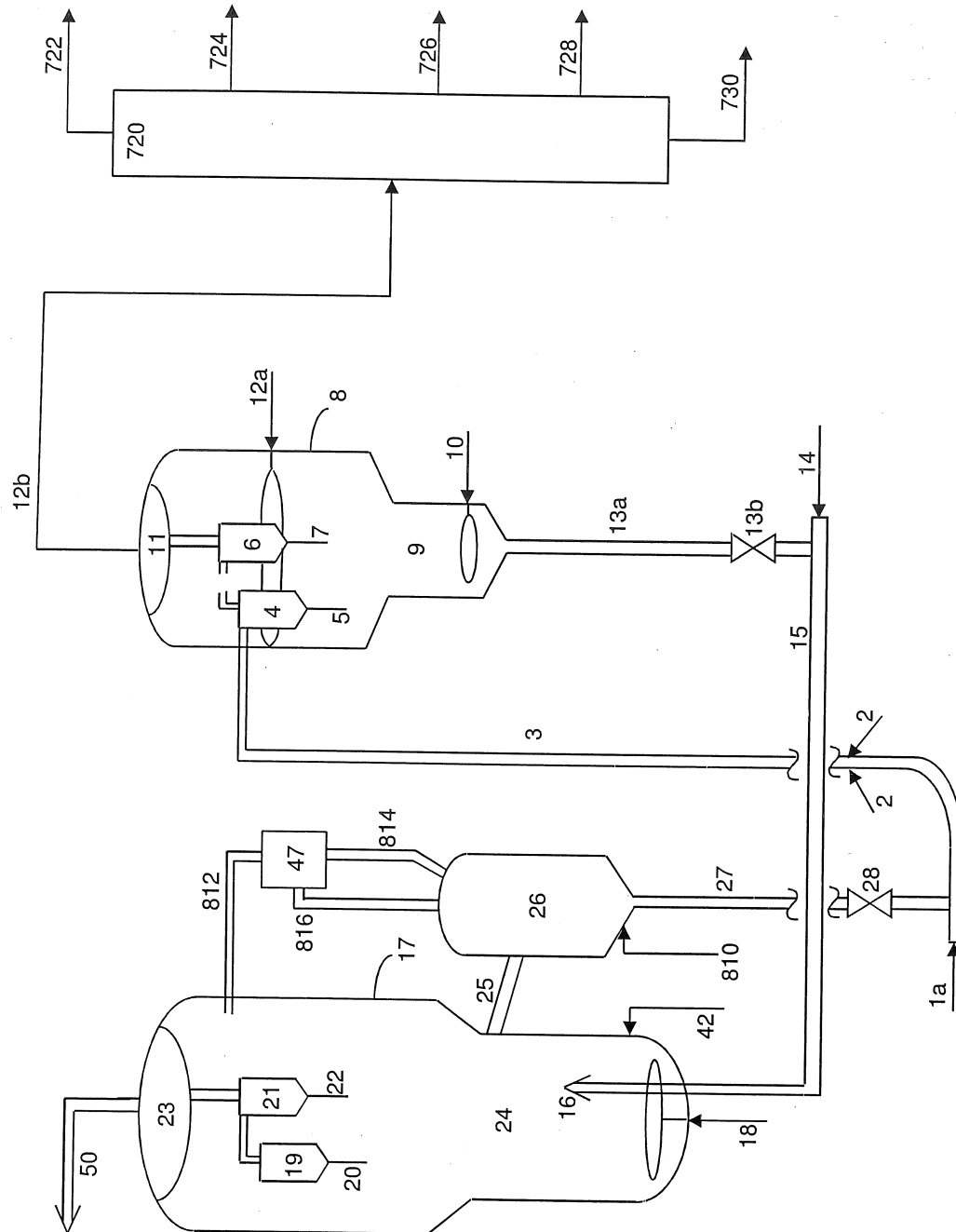


Fig.11

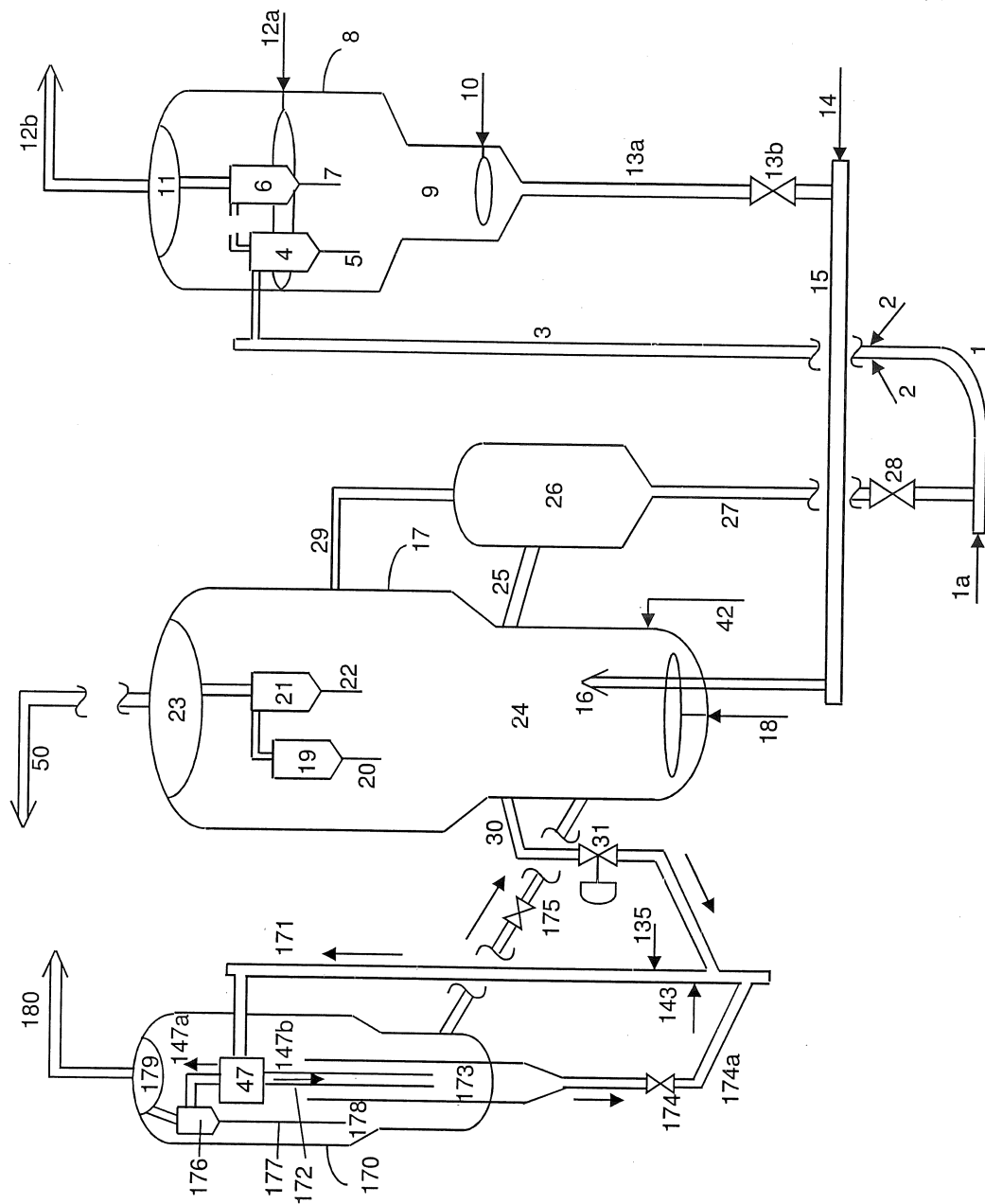


Fig.12