



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0032142

(51)⁸ **B01D 53/02**; C07C 7/12; C07C 5/333; (13) **B**
B01D 53/52; B01D 53/68

(21) 1-2017-04201

(22) 17/05/2016

(86) PCT/US2016/032823 17/05/2016

(87) WO/2016/195995 08/12/2016

(30) 14/727,246 01/06/2015 US

(45) 25/06/2022 411

(43) 26/04/2018 361A

(73) UOP LLC (US)

25 East Algonquin Road, P.O. Box 5017, Des Plaines, Illinois 60017-5017, United States of America

(72) Vladislav I. KANAZIREV (US); Jayant K. GORAWARA (US); Joseph E. ZIMMERMANN (US).

(74) Văn phòng Luật sư Ân Nam (ANNAM IP & LAW)

(54) QUY TRÌNH TẠO RA DÒNG KHÍ TÁI SINH TÁI SỬ DỤNG

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình tạo ra dòng khí tái sinh cho chất hấp thụ có thể tái sinh dùng để loại bỏ nước và hydro sulfua khỏi nước thải của lò phản ứng trong quy trình khử hydro xúc tác. Nước thải của lò phản ứng được nén trong máy nén để tạo thành nước thải nén. Nước thải nén có thể được xử lý để loại bỏ clorua, sau đó được chuyển tới khu vực sấy có chất hấp thụ có thể tái sinh. Dòng khí tái sinh được dùng để khử hấp thụ nước và hydro sulfua và dòng tái sinh đã sử dụng có thể được chuyển tới khu vực làm sạch có chứa chất hấp thụ được cấu hình để loại bỏ hydro sulfua khỏi dòng tái sinh đã sử dụng. Dòng khí tái sinh được làm sạch có thể được tái chế tới khu vực sấy khô để khử hấp thụ và/hoặc tái sinh chất hấp thụ có thể tái sinh.

Lĩnh vực kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề cập đến quy trình để loại bỏ chất bẩn ra khỏi nước thải khử hydro, cụ thể là quy trình để loại bỏ hợp chất sulfua từ nước thải khử hydro, và cụ thể hơn nữa là quy trình để xử lý khí tái sinh đã sử dụng cùng với chất hấp thụ dùng để loại bỏ hợp chất sulfua.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc khử hydro xúc tác có thể được sử dụng để chuyển hóa dầu hỏa thành olefin tương ứng, ví dụ như propan thành propen, hoặc butan thành buten. Patent Hoa Kỳ số 5,481,060 đề cập đến quy trình khử hydro tiêu biểu. Theo bố trí thông thường để khử hydro xúc tác, quy trình này bao gồm khu vực lò phản ứng, khu vực tái sinh chất xúc tác, và khu vực khôi phục thành phẩm. Hệ thống khôi phục thành phẩm bao gồm các vùng khác nhau để loại bỏ một hoặc nhiều chất bẩn ra khỏi chất thải từ khu vực phản ứng.

Ví dụ, chất thải từ khu vực phản ứng thường truyền qua khu vực loại bỏ clorua. Sau khi loại bỏ clorua, chất thải đã xử lý được truyền tới hệ thống sấy chất thải của lò phản ứng (RED) để sấy và tinh lọc thêm, bao gồm việc loại bỏ nước và hydro sulfua (H_2S). Hệ thống sấy chất thải của lò phản ứng mẫu (RED) bao gồm hai hoặc nhiều tầng hấp thụ được bố trí trong hệ thống hấp thụ chênh nhiệt (TSA).

Như đã biết, trong hệ thống TSA, một hoặc nhiều tầng hấp thụ hoạt động ở chế độ hấp thụ nhằm tinh lọc và khử dòng quá trình trong khi tầng khác hoạt động ở chế độ tái sinh. Khi các tầng hấp thụ trong bước hấp thụ bắt đầu phá vỡ chất bẩn, các tầng ở chế độ hấp thụ được chuyển sang chế độ tái sinh và tầng mới tái sinh được đặt ở chế độ hấp thụ. Các tầng được chuyển giữa chế độ hấp thụ và chế độ tái sinh nhằm cung cấp cho việc tinh lọc dòng quá trình liên tục. Việc tái sinh chất hấp thụ được thực hiện bằng cách làm sạch các tầng bằng dòng tái sinh như khí trơ, khí tinh, hoặc dòng hydrocacbon bay hơi, ở nhiệt độ cao để khử hấp thụ tạp chất và nước để trở lại hóa hoặc tái sinh chất hấp thụ và chuẩn bị cho bước hấp thụ mới. Quy trình TSA được biết đến bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật.

Sau khi khử hấp thụ và/hoặc tái sinh chất hấp thụ có thể tái sinh trong quy trình RED, khí tái sinh đã sử dụng thường được làm mát và truyền tới thùng gom để loại bỏ hydrocacbon nặng hơn (được tạo thành trong lò phản ứng thông qua phản ứng phụ), ví dụ chất thơm đa hạt nhân. Khí đã làm mát sau đó được truyền vào bình lọc khí tái sinh, và sau khi được làm sạch, tùy thuộc vào thành phần của khí tái sinh, khí tái sinh có thể được sử dụng làm khí nhiên liệu.

Bình lọc khí tái sinh thường chứa dung dịch chứa kiềm tuần hoàn (Natri hydroxit (NaOH)) trong đó hydro sulfua (H_2S) được chuyển hóa thành Natri sulfua (Na_2S) và Natri bisulfua (NaHS). Cả hai hợp chất sulfua này đều độc hại và gây ra các vấn đề về môi trường. Ngoài ra, dung dịch chứa kiềm thường được sử dụng khoảng 70%. Việc xử lý dung dịch chứa kiềm được sử dụng thường tốn kém và phát sinh nhiều vấn đề khi xử lý. Ngoài ra, do dung dịch chứa kiềm phải được thay thế liên tục nên chi phí vận hành cùng với việc cung cấp và xử lý dung dịch này liên tục cũng rất tốn kém. Việc sử dụng hạt kali hydroxit (KOH) trong bình có thể không giải quyết được các vấn đề này do khó khăn trong khi vận hành liên quan đến các hạt rắn, và các vấn đề liên quan đến việc xử lý vật liệu đã sử dụng.

Ngoài ra, cần phải xử lý khí tái sinh trong bộ khôi phục lưu huỳnh (SRU) theo quy trình xúc tác Claus nhằm chuyển hóa hydro sulfua thành lưu huỳnh nguyên tố. Việc xử lý khí tái sinh mà không sử dụng dung dịch chứa kiềm có thể đòi hỏi các máy móc lớn để xử lý hydro sulfua chứa trong dòng chất thải ra khỏi các bộ thiết bị khác nhau. Tuy nhiên, bộ khử hydro thường là một phần của tổ hợp hóa dầu hiếm có bộ SRU. Do đó, tổ hợp hóa dầu thường sử dụng chất kiềm.

Do đó, đặt ra nhu cầu đối với quy trình vừa hiệu quả vừa hiệu suất để xử lý khí tái sinh đã sử dụng mà không dùng đến dung dịch chứa kiềm hoặc hạt muối hydroxit rắn đồng thời không đòi hỏi bộ SRU. Ngoài ra, cũng đòi hỏi quy trình sao cho khí tái sinh được tái chế thay vì được sử dụng làm khí nhiên liệu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất một hoặc nhiều quy trình trong đó chất hấp thụ rắn được sử dụng để loại bỏ hợp chất sulfua khỏi dòng khí tái sinh đã sử dụng.

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, sáng chế có thể được mô tả mở rộng như việc cung cấp quy trình để tạo ra dòng khí tái sinh tái sử dụng bằng cách: nén chất thải của lò phản ứng từ quy trình khử hydro xúc tác để tạo thành chất thải nén; loại bỏ clorua khỏi chất thải nén trong khu vực loại bỏ clorua để tạo thành chất thải đã xử lý; loại bỏ nước và hydro sulfua khỏi chất thải đã xử lý trong khu vực sấy để tạo thành dòng ra sấy khô, khu vực sấy có ít nhất một bình bao gồm chất hấp thụ có thể tái sinh; tái sinh chất hấp thụ có thể tái sinh trong khu vực sấy bằng dòng khí tái sinh để tạo thành dòng khí tái sinh đã sử dụng, dòng khí tái sinh đã sử dụng bao gồm nước và hydro sulfua; và, loại bỏ hydro sulfua khỏi dòng khí tái sinh đã sử dụng trong khu vực làm sạch tái sinh để tạo thành dòng tái sinh đã làm sạch, khu vực làm sạch tái sinh bao gồm một hoặc nhiều bình có chứa chất hấp thụ được cấu hình để loại bỏ hydro sulfua khỏi khí tái sinh đã sử dụng.

Theo các phương án khác của sáng chế, việc tái sinh chất hấp thụ có thể tái sinh bao gồm việc làm mát chất hấp thụ có thể tái sinh. Việc này được thực hiện sao cho chất hấp thụ có thể tái sinh được làm mát bằng dòng tái sinh đã làm sạch.

Theo một số phương án của sáng chế, quy trình bao gồm thêm việc làm mát dòng tái sinh đã làm sạch để tạo thành dòng tái sinh đã làm mát. Việc này được thực hiện sao cho quy trình cũng bao gồm việc loại bỏ chất bẩn khỏi dòng tái sinh đã làm mát. Cũng có thể thực hiện việc loại bỏ chất bẩn khỏi dòng tái sinh bằng cách làm mát. Ngoài ra, quy trình cũng bao gồm việc tái chế dòng tái sinh đã làm mát đến khu vực sấy như dòng khí tái sinh.

Theo ít nhất một phương án của sáng chế, khu vực làm sạch tái sinh bao gồm ít nhất hai bình.

Theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế, khu vực làm sạch tái sinh bao gồm hai bình hoạt động theo mô hình sớm-trễ. Việc này được thực hiện khi ít nhất một bình được sử dụng làm bộ trao đổi nhiệt để cung cấp nhiệt hoặc loại bỏ nhiệt khỏi dòng khí tái sinh. Cũng có thể thực hiện được khi bộ trao đổi nhiệt làm mát dòng tái sinh đã làm sạch để tạo thành dòng tái sinh đã làm mát.

Theo khía cạnh thứ hai của sáng chế, sáng chế có thể được mô tả mở rộng như việc đề xuất quy trình loại bỏ chất bẩn khỏi chất thải của lò phản ứng theo quy trình khử hydro xúc tác bằng cách: khử hydro của nguồn cấp hydrocacbon trong khu vực

phản ứng khử hydrocacbon trong điều kiện phản ứng khử hydro với sự tham gia của chất xúc tác khử hydro để tạo thành chất thải của lò phản ứng; nén chất thải của lò phản ứng để tạo thành chất thải nén; loại bỏ chất bẩn chứa clorua ra khỏi chất bẩn được nén trong khu vực loại bỏ clorua để tạo thành chất thải đã xử lý; loại bỏ nước và hydro sulfua ra khỏi chất thải đã xử lý trong khu vực sấy để tạo thành dòng ra sấy khô bao gồm olefin và dầu hỏa không chuyển hóa, khu vực sấy có ít nhất một bình chứa chất hấp thụ có thể tái sinh; tái sinh chất hấp thụ có thể tái sinh trong khu vực sấy khô bằng dòng khí tái sinh để tạo thành dòng tái sinh đã sử dụng, dòng tái sinh đã sử dụng bao gồm nước và hydro sulfua; và, loại bỏ hydro sulfua khỏi dòng tái sinh đã sử dụng trong khu vực làm sạch tái sinh để tạo thành dòng tái sinh đã làm sạch, khu vực làm sạch tái sinh bao gồm một hoặc nhiều bình có chứa chất hấp thụ được cấu hình để loại bỏ hydro sulfua khỏi khí tái sinh đã sử dụng.

Theo các phương án của sáng chế, quy trình bao gồm việc phân tách dòng ra sấy khô trong bộ phân tách thành phẩm thành dòng hơi và dòng chất lỏng, dòng chất lỏng bao gồm dòng thành phẩm chứa olefin. Có thể dự tính rằng dòng khí tái sinh bao gồm một phần chất thải của lò phản ứng. Cũng có thể dự tính rằng khu vực phản ứng khử hydro bao gồm nhiều lò phản ứng, và tại đó dòng khí tái sinh bao gồm dòng chất thải, hoặc quy trình bao gồm thêm việc nén dòng khí tái sinh đã làm sạch để tạo thành dòng khí tái sinh được nén; và truyền khí tái sinh được nén sang bình loại bỏ nước để loại bỏ nước, hydrocacbon nặng hoặc loại bỏ cả hai ra khỏi khí tái sinh bị nén. Cũng có thể quy trình bao gồm việc truyền khí tái sinh bị nén sang bình phân tách thành phẩm hoặc quy trình cũng bao gồm việc kết hợp khí tái sinh bị nén với chất thải bị nén, hoặc quy trình bao gồm việc kết hợp khí tái sinh bị nén với chất thải đã xử lý.

Theo một số phương án của sáng chế, chất hấp thụ trong khu vực làm sạch tái sinh bao gồm chất hấp thụ rắn chứa oxit kim loại trên giá đỡ.

Trong một hoặc nhiều phương án của sáng chế, khu vực làm sạch tái sinh bao gồm ít nhất hai bình được bố trí theo cấu hình sớm-trễ.

Theo khía cạnh thứ ba của sáng chế, sáng chế có thể được mô tả mở rộng như việc đề xuất quy trình làm sạch dòng tái sinh bằng cách: tái sinh chất hấp thụ có thể tái sinh bằng dòng khí tái sinh để tạo thành dòng tái sinh đã sử dụng, dòng tái sinh đã sử dụng bao gồm nước và hydro sulfua; loại bỏ hydro sulfua khỏi dòng tái sinh đã sử

dụng trong khu vực làm sạch tái sinh để tạo thành dòng tái sinh đã làm sạch, khu vực làm sạch tái sinh bao gồm một hoặc nhiều bình có chứa chất hấp thụ rắn bao gồm oxit kim loại được cấu hình để cố định hydro sulfua; và, tái sinh chất hấp thụ có thể tái sinh với ít nhất một phần của dòng tái sinh đã làm sạch.

Các khía cạnh, phương án bổ sung và chi tiết của sáng chế có thể được kết hợp theo cách thức bất kỳ, được trình bày trong phần mô tả chi tiết dưới đây của sáng chế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Một hoặc nhiều phương án ví dụ của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây cùng với hình vẽ kèm theo trong đó:

Fig.1 là hình vẽ thể hiện sơ đồ dòng quy trình của quy trình ví dụ theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Như đã đề cập ở trên, các quy trình khác nhau được mô tả trong đó chất hấp thụ rắn được dùng để loại bỏ hợp chất sulfua ra khỏi dòng khí tái sinh đã sử dụng. Việc sử dụng chất hấp thụ giải quyết được các mối quan ngại về môi trường do một số chất hấp thụ có thể được tái chế hoặc ít nhất là có thể xử lý dễ dàng hơn so với dung dịch chứa kiềm hoặc hạt hydroxit rắn. Ngoài ra, chi phí cho việc cung cấp và xử lý chất hấp thụ được xem là thấp hơn đáng kể so với chi phí xử lý dung dịch chứa kiềm hoặc hạt hydroxit rắn. Do đó, một số quy trình cung cấp cho việc tái chế khí tái sinh được làm sạch sang khu vực sấy mà không được sử dụng như khí nhiên liệu.

Theo các nguyên lý này, một hoặc nhiều phương án của sáng chế sẽ được mô tả với lưu ý rằng phần mô tả dưới đây không chủ định để giới hạn bất kỳ cách thức nào.

Mặc dù sáng chế sẽ được mô tả liên quan đến quy trình khử hydro xúc tác, tuy nhiên nên hiểu rằng quy trình xử lý dòng khí tái sinh có thể áp dụng cho nhiều quy trình bổ sung khác bao gồm các quy trình khử hydro. Sáng chế có thể áp dụng trong bất kỳ quy trình nào trong đó chất thải phản ứng chứa hydro sulfua. Như được thể hiện trong hình vẽ, việc bố trí bộ khử hydro xúc tác 10 được thể hiện. Bộ khử hydro xúc tác 10 cấu tạo bao gồm khu vực lò phản ứng 12, khu vực tái sinh xúc tác 14 và khu vực khôi phục thành phẩm 16. Khu vực lò phản ứng 12 có thể bao gồm một hoặc nhiều lò

phản ứng 18a, 18b, 18c, 18d. Như được thể hiện trong hình, bốn lò phản ứng 18a, 18b, 18c, 18d đều nằm trong khu vực lò phản ứng 12. Đây là bố trí ưu tiên.

Trong phương án ví dụ, nguồn cấp hydrocacbon 20 chứa hydrocacbon và hydro được làm nóng trong bộ trao đổi nhiệt 22 bằng việc trao đổi nhiệt gián tiếp với chất thải của lò phản ứng (được thảo luận dưới đây) từ khu vực lò phản ứng 12. Sau khi làm nóng, nguồn cấp hydrocacbon 20 thường đi qua thiết bị làm nóng sơ bộ 24 để làm tăng nhiệt độ của bộ phân cấp nhằm tạo thành nguồn cấp nóng sơ bộ 26 trước khi đi vào lò phản ứng 18a, 18b, 18c, 18d tại đây nó được tiếp xúc với chất xúc tác khử hydro.

Do phản ứng khử hydro thu nhiệt nên nhiệt độ của chất thải hydro 28a từ lò phản ứng thứ nhất 18a thấp hơn nhiệt độ của nguồn cấp nóng sơ bộ 26. Theo đó, trước khi được chuyển sang lò phản ứng thứ hai 18b, chất thải khử hydro 28a từ lò phản ứng thứ nhất 18a có thể được chuyển sang thiết bị nung ở giai đoạn giữa 30a nhằm tăng nhiệt độ thành nhiệt độ đầu vào mong muốn cho lò phản ứng thứ hai 18b.

Tương tự, lò phản ứng thứ hai 18b sẽ tạo ra chất thải khử hydro thứ hai 28b có thể được truyền tới thiết bị nung ở giai đoạn giữa 30b, để tăng nhiệt độ thành nhiệt độ đầu vào mong muốn cho lò phản ứng thứ ba 18c. Tương tự, lò phản ứng thứ ba 18c sẽ tạo ra chất thải khử hydro 28c có thể được truyền tới thiết bị nung ở giai đoạn giữa 30c, để tăng nhiệt độ thành nhiệt độ đầu vào mong muốn cho lò phản ứng thứ tư 18d. Như vậy, số lượng lò phản ứng có thể khác so với sáng chế được mô tả. Sau lò phản ứng cuối cùng (trong ví dụ này là lò phản ứng thứ tư 18d), chất thải của lò phản ứng 28b, bao gồm chất thải của lò phản ứng tinh 28, có thể được truyền tới bộ trao đổi nhiệt 22 để cho phép nhiệt trao đổi với nguồn cấp hydrocacbon 20 (được mô tả ở trên). Chất thải của lò phản ứng tinh 28 sau đó có thể được truyền tới khu vực khôi phục thành phẩm 16 (được thảo luận cụ thể hơn dưới đây).

Phản ứng khử hydro là phản ứng thu nhiệt cao thường xảy ra ở điều kiện áp suất thấp (gần bằng áp suất khí quyển). Nhiệt độ và áp suất khử hydro chính xác được sử dụng trong khu vực phản ứng khử hydro sẽ phụ thuộc vào nhiều yếu tố như thành phần của hydrocacbon trong dầu hỏa, hoạt tính của chất xúc tác đã chọn và tỉ lệ chuyển đổi hydrocacbon. Nói chung, điều kiện khử hydro bao gồm áp suất từ 0 MPa (0 baro) đến 3,5 MPa (35 baro) và nhiệt độ từ 480° C (900° F) đến 760° C (1400° F).

Nguồn cấp hydrocacbon 20 thường được nạp cho lò phản ứng 18a, 18b, 18c, 18d và tiếp xúc với chất xúc tác được chứa ở đây tại LHSV từ 1 đến 10. Hydro chủ yếu là hydro tái chế thường được trộn với nguồn cấp hydrocacbon 30 theo tỉ lệ mol từ 0,1 đến 10. Các điều kiện khử hydro ưu tiên, cụ thể là với thành phần hydrocacbon trong dầu hỏa, bao gồm áp suất từ 0 MPa (0 bar) đến 0,5 MPa (5 bar) và nhiệt độ từ 540° C (1000° F) đến 705° C (1300° F), tỉ lệ mol giữa hydro và hydrocacbon từ 0,1 đến 2 và LHSV nhỏ hơn 4.

Phản ứng khử hydro có thể sử dụng chất xúc tác 34 di chuyển qua chuỗi lò phản ứng 18a, 18b, 18c, 18d. Chất xúc tác được sử dụng 36 có thể được truyền từ lò phản ứng cuối cùng 18d sang khu vực tái sinh chất xúc tác 14. Khu vực tái sinh chất xúc tác 14 thường bao gồm lò phản ứng 38 tại đây than cốc trong chất xúc tác được sử dụng 36 được đốt cháy hết và chất xúc tác có thể chuyển sang bước khôi phục. Chất xúc tác được tái sinh 40 có thể được đưa trở lại lò phản ứng thứ nhất 18a làm chất xúc tác 34. Ngoài ra, chất xúc tác mới cũng có thể được bổ sung (không được thể hiện).

Việc khử hydro có thể sử dụng chất xúc tác khử hydro thích hợp bất kỳ. Nhìn chung, chất xúc tác thích hợp ưu tiên bao gồm thành phần kim loại quý nhóm VIII (ví dụ: bạch kim, iridi, rodi, và paladi), thành phần kim loại kiềm, và vật liệu mang vô cơ xốp. Chất xúc tác cũng có thể chứa kim loại hoạt hóa hơn nhằm cải thiện hiệu suất của nó. Vật liệu mang xốp tương đối chịu nhiệt với các điều kiện sử dụng trong khu vực lò phản ứng 12 và có thể được chọn từ vật liệu mang thường được sử dụng trong chất xúc tác để chuyển đổi hydrocacbon có chức năng kép. Vật liệu mang xốp ưu tiên là oxit vô cơ chịu nhiệt và ưu tiên nhất là nhôm oxit. Các phân tử thường có dạng phỏng cầu, đường kính từ 1,6 đến 3,2 mm (1/16 đến 1/8 in), dù kích thước lớn nhất có thể là 6,4 mm (1/4 in).

Hoạt động của khu vực lò phản ứng 12 sẽ sinh ra hỗn hợp hydro và hydrocacbon. Thông thường, một phần của hydrocacbon sẽ bao gồm hỗn hợp cân bằng của olefin và tiền chất alkan của nó. Chất thải lò phản ứng 28 từ khu vực lò phản ứng 12 truyền tới khu vực khôi phục thành phẩm 16. Như được thảo luận cụ thể hơn bên dưới, khu vực khôi phục thành phẩm 16 loại bỏ hydro ra khỏi chất thải của lò phản ứng 28 và có thể khôi phục đến độ tinh chế để tái chế tới khu vực lò phản ứng 12. Bước phân tách để loại bỏ hydro thường bao gồm việc làm mát và nén với việc làm

mát và nung nóng tiếp trong bình phân tách. Phương pháp để phân tách hydro và khí nhẹ như vậy được biết đến bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật.

Trong khu vực khôi phục thành phẩm 16, chất thải của lò phản ứng tinh 28 được nén trong máy nén 42 để tạo thành chất thải nén 44. Chất thải nén 44 có thể được dẫn trực tiếp vào khu vực loại bỏ clorua 46, như được thể hiện, hoặc có thể được đi qua bộ làm mát hoặc thiết bị nung để điều chỉnh nhiệt độ của chất thải nén 44, tới nhiệt độ cao hơn nhiệt độ điểm sương của dòng chất thải nén 44 tại điều kiện quy trình cụ thể. Trong phương án ví dụ, nhiệt độ của khu vực loại bỏ clorua 46 từ 75 đến 250° C (167 đến 482° F), ưu tiên hơn là từ 5 đến 177° C (167 đến 351° F), và ưu tiên nhất là từ 93 đến 157° C (199 đến 315° F).

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu được rằng việc sử dụng clorua hữu cơ làm hoạt hóa chất xúc tác khử hydro trong dầu hỏa thường tạo thành hợp chất dạng clo hóa không mong muốn (clorua) như axit clohydric (HCl) và clorua hữu cơ (RCl) trong chất thải của lò phản ứng tinh 28. Các hợp chất này được gọi là chất bẩn chứa clorua vi lượng. Ảnh hưởng gây nguy hại từ các chất bẩn chứa clorua vi lượng không được xử lý bao gồm việc ăn mòn, gây nhiễm độc chất xúc tác bên dưới và các ảnh hưởng khác. Theo đó, khu vực khôi phục thành phẩm 16 trong bộ khử hydro xúc tác thông thường bao gồm quy trình loại bỏ chất bẩn chứa clorua vi lượng.

Trong khu vực loại bỏ clorua 46, clorua có chứa trong chất thải nén 44 được hấp thụ bằng chất hấp thụ để tạo thành chất thải đã xử lý 48. Khu vực loại bỏ clorua mẫu 46 được thảo luận cụ thể hơn trong Patent Hoa Kỳ Số 2014/0378725, được trích dẫn nguyên văn trong bản mô tả này. Chất thải được xử lý 48 sau đó được truyền tới khu vực sấy 50.

Khu vực sấy 50 có thể là hệ thống sấy chất thải của lò phản ứng (RED) để sấy và tinh chế, bao gồm việc loại bỏ nước và hydro sulfua (H₂S). Hệ thống sấy chất thải của lò phản ứng (RED) bao gồm hai hoặc nhiều bình chứa chất hấp thụ được bố trí trong hệ thống hấp thụ chênh nhiệt (TSA). Khi một hoặc nhiều bình chứa chất hấp thụ ở chế độ hấp thụ để tinh chế và khử dòng xử lý, bình khác ở chế độ tái sinh. Khi các bình chứa chất hấp thụ ở bước hấp thụ bắt đầu phá vỡ chất bẩn, bình ở chế độ hấp thụ được chuyển sang chế độ tái sinh và bể tái sinh mới được đặt ở chế độ hấp thụ. Các

bình được chuyển giữa chế độ hấp thụ và tái sinh để cung cấp cho việc tinh chế liên tục chất thải đã xử lý 48. Quy trình TSA được biết đến bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật.

Việc khử hấp thụ của hydro sulfua và tái sinh chất hấp thụ được thực hiện bằng cách làm sạch các tầng bằng dòng tái sinh 52 như khí trơ, khí tinh, hoặc dòng hydrocacbon bay hơi, ở nhiệt độ cao để khử hấp thụ tạp chất và nước để trẻ hóa hoặc tái sinh chất hấp thụ và chuẩn bị cho bước hấp thụ mới. Khí tái sinh được sử dụng 54 bao gồm các tạp chất được loại bỏ ra khỏi chất hấp thụ, được truyền tới khu vực làm sạch tái sinh 56 (được thảo luận cụ thể hơn dưới đây).

Từ khu vực sấy 50, dòng ra sấy khô 58 có thể được làm nóng trong bộ trao đổi nhiệt 60 và sau đó được phân tách trong bộ phân tách thành phẩm 62. Dòng khí 64 từ bộ phân tách thành phẩm 62 có thể được mở rộng trong bộ mở rộng 66. Sau khi trao đổi nhiệt trong bộ trao đổi nhiệt 60 với dòng ra sấy khô 58, dòng hơi nước từ bộ mở rộng 66 có thể và được phân tách thành dòng hydro tái chế 68 và dòng khí trong bộ phân tách tinh 70. Dòng hydro tái chế 68 có thể được kết hợp với nguồn cấp hydrocacbon 20.

Dòng chất lỏng 74, bao gồm thành phẩm olefin và dầu hỏa chưa chuyển hóa, từ bộ phân tách thành phẩm 62 được đưa tới để xử lý thêm, tại đây thành phẩm olefin mong muốn được khôi phục và dầu hỏa chưa chuyển hóa được tái chế đến khu vực lò phản ứng 12.

Trở lại khu vực sấy 50, như thảo luận trên, khác với các quy trình trong tài liệu thuộc tình trạng kỹ thuật mà tại đó dung dịch chứa kiềm hoặc muối hydroxit rắn hoặc SRU được sử dụng để làm sạch khí tái sinh đã sử dụng 54, theo quy trình của sáng chế, khu vực làm sạch tái sinh 56 bao gồm một hoặc nhiều bình 76a, 76b có chứa chất hấp thụ được cấu hình để loại bỏ hydro sulfua ra khỏi khí tái sinh đã sử dụng 54, ưu tiên bằng cách cố định hydro sulfua.

Theo phương án, khí tái sinh đã sử dụng 54 có thể được dẫn, sau khi ra khỏi khu vực sấy 50, tới khu vực làm sạch tái sinh 56 bao gồm hai bình dạng tầng cố định 76a, 76b được vận hành theo cấu hình sớm-trễ. Bình 76a, 76b sử dụng như bộ trao đổi nhiệt để cung cấp nhiệt độ giảm hoặc thấp hơn cho dòng khí tái sinh có thể được sử dụng trong khi vận hành tái sinh của khu vực sấy 50. Ví dụ, trong khi vận hành thiết bị

nung tái sinh, thời gian của chu kì tái sinh/ làm mát có thể được điều chỉnh để duy trì nhiệt độ nhất định trong khu vực làm sạch tái sinh 56. Tầng hấp thụ tái sinh trong bình 76a, 76b có thể được làm mát bằng chất tái sinh mới 78 truyền vào khu vực làm sạch tái sinh 56 qua bình 76a, 76b hoặc bởi dòng tái sinh đã làm sạch 80 đã được làm mát.

Mong muốn rằng chất hấp thụ có thể hoạt động ở nhiệt độ cao tương tự như được áp dụng trong khi tái sinh tại RED. Ngoài ra, chất hấp thụ ưu tiên chứa hàm lượng lưu huỳnh cao và ưu tiên nhất là có phản ứng thấp và có khả năng xử lý chất bẩn có trong dòng tái sinh đã sử dụng, phần lớn là hydro sulfua (H_2S) và cacbonyl sulfua (COS), xuống nồng độ thấp nhất. Hàm lượng lưu huỳnh của chất hấp thụ ở nhiệt độ tái sinh thông thường trong các tầng của hệ thống RED có thể vượt quá 200 Kg/m^3 mà không gây nguy hại tới nguồn cấp hydrocacbon.

Chất hấp thụ có thể bao gồm kẽm oxit (ZnO) có chứa chất hấp thụ phức hợp, GB-280, do công ty UOP LLC tại Des Plaines, Illinois cung cấp, là ví dụ của chất hấp thụ thích hợp cho sáng chế này. Nên hiểu rằng hợp chất chứa lưu huỳnh sẽ phản ứng hóa học với kim loại trong chất hấp phụ để hình thành sulfua kim loại. Ngoài ra, tất cả cacbonyl sulfua có thể được chuyển hóa hoàn toàn bởi kim loại có trên chất hấp phụ. Chất hấp thụ đã sử dụng ưu tiên không gây nguy hại và có thể tái chế được. Cũng có thể dự đoán rằng chất hấp thụ bao gồm chất hấp thụ kim loại có hàm lượng cao khác, như mangan hoặc sắt. Ưu tiên hơn, chất hấp thụ có chứa phân tử dạng xốp với kích thước hạt trung bình từ 0,5 đến 12 mm.

Sự tiếp xúc của chất hấp thụ và khí tái sinh đã sử dụng 54 có thể được thực hiện theo từng mẻ hoặc quy trình liên tục. Chất hấp thụ có thể tham gia như lớp cố định, lớp di chuyển hoặc lớp dạng dòng hướng tâm và có mật độ lớn từ $200\text{-}2000\text{ kg/m}^3$. Khi lớp cố định được sử dụng, khí tái sinh đã sử dụng 54 có thể chảy theo phương hướng lên hoặc hướng xuống, với phương hướng lên thường ưu tiên cho nguồn nạp chất lỏng. Khi lớp di chuyển được sử dụng, dòng khí tái sinh đã sử dụng 54 có thể đồng dòng hoặc phản dòng. Hơn nữa, khi tầng cố định được sử dụng, đa tầng có thể được sử dụng và có thể đặt trong một hoặc nhiều lò phản ứng. Điều kiện hấp thụ thường bao gồm nhiệt độ môi trường là 80°C (176°F), áp suất khí quyển là $10,132\text{ kPa}$ ($1,470\text{ psi}$) và thời gian tiếp xúc, tại đó vận tốc không gian theo giờ dao động từ 500 đến 10,000 giờ. Theo một số phương án, nhiệt độ có thể từ 250 đến 290°C (482 đến 554°F). Hơn nữa,

nồng độ hydro sulfua trong khí tái sinh đã sử dụng nằm trong khoảng từ 1 đến 10.000 ppm, và có thể thay đổi trong phạm vi đó trong suốt quy trình. Nên hiểu rằng các điều kiện này chỉ là điều kiện ví dụ.

Sau khoảng thời gian nhất định phụ thuộc vào nồng độ chất bẩn, kích thước lớp và vận tốc không gian, chất hấp thụ sẽ tiêu hao đáng kể, ví dụ đã hấp thụ lượng chất bẩn sao cho mức độ chất bẩn trong dòng tinh chế trên mức chấp nhận được. Tại thời điểm này, chất hấp thụ được loại bỏ và thay thế bằng chất hấp thụ mới. Chất hấp thụ đã sử dụng có thể được tái sinh theo các cách được biết đến trong sáng chế và được đưa trở lại hoạt động.

Cấu hình sớm-trễ của khu vực làm sạch tái sinh 56 là phương án ưu tiên trong đó bình trễ sẽ có hàm lượng lưu huỳnh còn lại đủ dùng trong khi bình sớm có thể được làm nguội và tái sạc bằng chất hấp thụ mới. Chất hấp thụ đã sử dụng được loại bỏ có thể tái chế được hoặc xử lý bằng cách khác.

Dòng tái sinh đã làm sạch 80 hoặc dòng chứa chất tái sinh mới 78, có thể được truyền tới khu vực loại bỏ hydrocacbon 82, để loại bỏ hydrocacbon nặng. Ngoài ra, thiết bị sấy 84 như thùng gom hoặc bình có chứa chất hấp thụ có thể được sử dụng để loại bỏ nước bất kỳ từ dòng nước tái sinh đã làm sạch 80 để tạo ra dòng tái chế tinh chế 86. Dòng tái chế tinh chế 86 có thể được truyền tới qua các cấu hình khác nhau. Ví dụ, dòng tái chế tinh chế 86 có thể được nén lại và tái chế trở lại khu vực sấy 50 để sử dụng làm khí tái sinh 52. Theo ít nhất một phương án, khí tái sinh 52 có thể bao gồm một phần chất thải của lò phản ứng 28 hoặc một phần của dòng chất thải 28a, 28b, 28c, 28d từ một trong các lò phản ứng 18a, 18b, 18c, 18d. Trong trường hợp này, dòng tái sinh tinh chế 86 có thể được kết hợp với một trong các dòng chất thải 28a, 28b, 28c, 28d hoặc được chuyển tới bộ phân tách thành phẩm 62, ví dụ bằng cách kết hợp với dòng ra sấy khô 58. Ngoài ra, dòng tái sinh tinh chế 86 có thể được nén và kết hợp với chất thải được nén 44. Như được đánh giá, trình tự nén, loại bỏ nước và các tạp chất khác ra khỏi dòng tái sinh đã làm sạch 80 có thể được thay đổi từ các phương án được mô tả. Trong ít nhất một phương án, khí tái sinh được làm sạch hoặc được tinh chế thêm bằng cách làm mát.

Trong phương án khác của sáng chế, khí tái sinh đã sử dụng 54 được làm sạch trong khu làm sạch 56. Khu vực làm sạch 56 có thể bao gồm chất hấp thụ rắn được

định hình để hấp thụ chọn lọc hydro sulfua di động. Khí tái sinh được làm sạch 80 có thể được sử dụng trong vòng kín hoặc bán kín, trong đó nó được tái chế và tái sử dụng để tái sinh chất hấp thụ có thể tái sinh. Khí tái sinh cũ hoặc mới có thể được bổ sung khi cần trong suốt quy trình. Các khí tái sinh khác bao gồm nitơ, hydrocacbon bão hòa, và khí tự nhiên.

Tóm lại, bằng cách sử dụng quy trình làm sạch đối với khí tái sinh như vậy, các quy trình khác theo sáng chế cho phép sử dụng dung dịch chứa kiềm có thể được loại bỏ hoặc giảm thiểu. Như đã thảo luận ở trên, chất hấp thụ dùng một lần giải quyết giải quyết được các mối quan ngại về môi trường bởi vì một số chất hấp thụ có thể xử lý dễ dàng hơn so với dung dịch chứa kiềm hoặc hạt hydroxit rắn. Ngoài ra, chi phí cho việc cung cấp và xử lý chất hấp thụ được xem là thấp hơn đáng kể so với chi phí xử lý dung dịch chứa kiềm hoặc hạt hydroxit rắn. Do đó, một số quy trình cung cấp cho việc tái chế khí tái sinh được làm sạch sang khu vực sấy mà không được sử dụng như khí nhiên liệu.

Người có hiểu biết trong lĩnh vực kỹ thuật có thể biết và hiểu được rằng các thành phần khác như van, máy bơm, bộ lọc, bộ làm mát, v.v., không được thể hiện trong các bản vẽ vì nên biết rằng các chi tiết tương tự nhau đều được hiểu rõ người có hiểu biết trong lĩnh vực kỹ thuật và việc mô tả tương tự là không cần thiết để thực hiện hoặc hiểu các phương án của sáng chế.

Các phương án của sáng chế

Các phương án dưới đây được mô tả cùng với phương án cụ thể, cần hiểu rằng việc mô tả được chủ đích để minh họa và không giới hạn phạm vi miêu tả và các đơn đi kèm.

Phương án thứ nhất của sáng chế là quy trình để tạo ra dòng khí tái sinh tái sử dụng được, quy trình bao gồm việc nén chất thải của lò phản ứng từ quy trình khử hydro xúc tác để tạo thành chất thải nén; loại bỏ clorua ra khỏi chất thải được nén trong khu vực loại bỏ clorua để tạo thành chất thải đã xử lý; loại bỏ nước và hydro sulfua ra khỏi chất thải đã xử lý trong khu vực sấy để tạo thành dòng ra sấy khô, khu vực sấy có ít nhất một bình chứa chất hấp thụ có thể tái sinh; tái sinh chất hấp thụ có thể tái sinh trong khu vực sấy bằng dòng khí tái sinh để tạo thành dòng khí tái sinh đã sử dụng, dòng tái sinh đã sử dụng chứa nước và hydro sulfua; và, loại bỏ hydro sulfua

ra khỏi dòng khí tái sinh đã sử dụng trong khu vực làm sạch tái sinh để tạo thành dòng tái sinh đã làm sạch, khu vực làm sạch tái sinh bao gồm một hoặc nhiều bình chứa chất hấp thụ được cấu hình để loại bỏ hydro sulfua ra khỏi dòng khí tái sinh đã sử dụng.

Phương án của sáng chế là một, bất kỳ hoặc tất cả các phương án trước đó trong đoạn này đến phương án thứ nhất trong đoạn này trong đó việc tái sinh chất hấp thụ có thể tái sinh được bao gồm thêm việc làm mát chất hấp thụ có thể tái sinh được. Phương án của sáng chế là một, bất kỳ hoặc tất cả các phương án trước đó trong đoạn này đến phương án thứ nhất trong đoạn này trong đó chất hấp thụ tái chế được được làm nguội bởi dòng tái sinh đã làm sạch. Phương án của sáng chế là một, bất kỳ hoặc tất cả các phương án trước đó trong đoạn này đến phương án thứ nhất trong đoạn này bao gồm thêm việc làm nguội dòng tái sinh đã làm sạch để tạo thành dòng tái sinh được làm nguội. Phương án của sáng chế là một, bất kỳ hoặc tất cả các phương án trước bao gồm thêm việc loại bỏ chất bẩn ra khỏi dòng tái sinh được làm mát. Phương án của sáng chế là một, bất kỳ hoặc tất cả các phương án trước đó thông qua phương án đầu tiên trong đoạn này bao gồm thêm việc tái chế dòng tái sinh được làm mát tới khu vực sấy như dòng khí tái sinh. Phương án của sáng chế là một, bất kỳ hoặc tất cả các phương án trước đó trong đoạn này đến phương án thứ nhất trong đoạn này trong đó khu vực làm sạch tái sinh bao gồm ít nhất hai bình. Phương án của sáng chế là một, bất kỳ hoặc tất cả các phương án trước đó trong đoạn này đến phương án thứ nhất trong đoạn này trong đó ít nhất một bình được sử dụng làm bộ trao đổi nhiệt để cung cấp nhiệt hoặc loại bỏ nhiệt khỏi dòng khí tái sinh. Phương án của sáng chế là một, bất kỳ hoặc tất cả các phương án trước đó trong đoạn này đến phương án thứ nhất trong đoạn này trong đó bộ trao đổi nhiệt làm mát dòng tái sinh đã làm sạch để tạo thành dòng tái sinh làm mát.

Phương án thứ hai của sáng chế là quy trình loại bỏ chất bẩn ra khỏi chất thải của lò phản ứng của quy trình khử hydro xúc tác, quy trình bao gồm khử hydro của nguồn cấp hydrocacbon trong khu vực phản ứng khử hydrocacbon trong điều kiện phản ứng khử hydro với sự tham gia của chất xúc tác khử hydro để tạo thành chất thải của lò phản ứng; nén chất thải của lò phản ứng để tạo thành chất thải nén; loại bỏ chất bẩn chứa clorua ra khỏi chất bẩn được nén trong khu vực loại bỏ clorua để tạo thành

chất thải đã xử lý; loại bỏ nước và hydro sulfua ra khỏi chất thải đã xử lý trong khu vực sấy để tạo thành dòng ra sấy khô bao gồm olefin và dầu hỏa không chuyển hóa, khu vực sấy có ít nhất một bình chứa chất hấp thụ có thể tái sinh; tái sinh chất hấp thụ có thể tái sinh trong khu vực sấy khô bằng dòng khí tái sinh để tạo thành dòng tái sinh đã sử dụng, dòng tái sinh đã sử dụng bao gồm nước và hydro sulfua; và, loại bỏ hydro sulfua khỏi dòng tái sinh đã sử dụng trong khu vực làm sạch tái sinh để tạo thành dòng tái sinh đã làm sạch, khu vực làm sạch tái sinh bao gồm một hoặc nhiều bình có chứa chất hấp thụ được cấu hình để loại bỏ hydro sulfua khỏi dòng tái sinh được sử dụng.

Phương án của sáng chế là một, bất kỳ hoặc tất cả các phương án trước đó trong đoạn này đến phương án thứ hai trong đoạn này, bao gồm thêm việc phân tách dòng ra sấy khô trong thiết bị phân tách thành phẩm thành dòng hơi và dòng chất lỏng, dòng chất lỏng bao gồm dòng thành phẩm chứa olefin. Phương án của sáng chế là một, bất kỳ hoặc tất cả các phương án trước đó trong đoạn này trong đó dòng khí tái sinh bao gồm một phần của chất thải lò phản ứng. Phương án của sáng chế là một, bất kỳ hoặc tất cả các phương án trước đó trong đoạn này trong đó khu vực phản ứng khử hydro bao gồm một số lò phản ứng, trong đó dòng khí tái sinh chứa dòng chất thải. Phương án của sáng chế là một, bất kỳ hoặc tất cả các phương án trước đó trong đoạn này bao gồm thêm nén dòng khí tái sinh được làm sạch để tạo thành khí tái sinh được nén; và truyền khí tái sinh được nén tới bình loại bỏ nước để loại bỏ nước, hydrocacbon nặng hoặc cả hai ra khỏi khí tái sinh được nén.

Phương án của sáng chế là một, bất kỳ hoặc tất cả các phương án trước đó trong đoạn này bao gồm thêm việc truyền khí tái sinh được nén sang bộ phân tách thành phẩm. Phương án của sáng chế là một, bất kỳ hoặc tất cả các phương án trước đó trong đoạn này bao gồm thêm việc kết hợp khí tái sinh được nén với chất thải được nén. Phương án của sáng chế là một, bất kỳ hoặc tất cả các phương án trước đó trong đoạn này bao gồm thêm việc kết hợp khí tái sinh được nén với chất thải đã xử lý. Phương án của sáng chế là một, bất kỳ hoặc tất cả các phương án trước đó trong đoạn này trong đó chất hấp thụ trong khu vực làm sạch tái sinh bao gồm chất hấp thụ rắn chứa oxit kim loại.

Phương án thứ ba của sáng chế là quy trình để làm sạch dòng tái sinh, quy trình bao gồm việc tái sinh chất hấp thụ có thể tái sinh bằng dòng khí tái sinh để tạo thành

dòng tái sinh đã sử dụng, dòng tái sinh đã sử dụng bao gồm nước và hydro sulfua; loại bỏ hydro sulfua khỏi dòng tái sinh đã sử dụng trong khu vực làm sạch tái sinh để tạo thành dòng tái sinh đã làm sạch, khu vực làm sạch tái sinh bao gồm một hoặc nhiều bình có chứa chất hấp thụ rắn bao gồm oxit kim loại được cấu hình để cố định hydro sulfua; và, tái sinh chất hấp thụ có thể tái sinh với ít nhất một phần của dòng tái sinh đã làm sạch.

Trường hợp không có thêm phương án bổ sung, có thể tin rằng việc sử dụng mô tả trước đó người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể sử dụng sáng chế một cách đầy đủ và dễ dàng như dấu hiệu cơ bản của sáng chế mà không tách rời khỏi tinh thần và phạm vi của sáng chế, nhằm tạo ra các thay đổi và bổ sung cho sáng chế và thích ứng với từng nhu cầu sử dụng và điều kiện khác nhau. Do đó, các phương án cụ thể được ưu tiên trước đó nên được hiểu là chỉ minh họa và không giới hạn các phần còn lại của sáng chế dưới bất kỳ hình thức nào và được chủ định bao hàm tất cả các thay đổi và bố trí tương đương trong phạm vi các đơn kèm theo.

Trong các điều kiện trên, tất cả nhiệt độ đều được quy định ở độ C và tất cả các phần và phần trăm đều tính theo trọng lượng, trừ khi có chỉ định khác.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình tạo ra dòng khí tái sinh tái sử dụng, quy trình này bao gồm các bước:

nén nước thải của lò phản ứng từ quy trình khử hydro xúc tác để tạo thành nước thải nén;

loại bỏ clorua khỏi nước thải nén trong khu vực loại bỏ clorua để tạo thành nước thải đã xử lý;

loại bỏ nước và hydro sulfua khỏi nước thải đã xử lý trong khu vực sấy để tạo thành dòng ra sấy khô, khu vực sấy khô có ít nhất một bình chứa chất hấp thụ có thể tái sinh;

tái sinh chất hấp thụ có thể tái sinh trong khu vực sấy khô với dòng khí tái sinh để tạo thành dòng khí tái sinh đã sử dụng, dòng khí tái sinh đã sử dụng bao gồm nước và hydro sulfua; và,

loại bỏ hydro sulfua khỏi dòng khí tái sinh đã sử dụng trong khu vực làm sạch để tạo thành dòng tái sinh đã làm sạch, khu vực làm sạch tái sinh bao gồm một hoặc nhiều bình có chất hấp thụ được cấu hình để loại bỏ hydro sulfua khỏi dòng khí tái sinh đã sử dụng;

trong đó khu vực làm sạch tái sinh bao gồm ít nhất hai bình được vận hành theo cấu hình sớm-trễ;

trong đó ít nhất một bình được sử dụng như bộ trao đổi nhiệt để cung cấp nhiệt hoặc loại bỏ nhiệt khỏi dòng khí tái sinh; và

trong đó bộ trao đổi nhiệt làm mát dòng tái sinh đã làm sạch để tạo thành dòng tái sinh đã làm mát; và

trong đó quy trình còn bao gồm bước tái chế dòng tái sinh được làm mát tới khu vực sấy như dòng khí tái sinh.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó việc tái sinh chất hấp thụ có thể tái sinh bao gồm thêm việc làm mát chất hấp thụ có thể tái sinh.

3. Quy trình theo điểm 2, trong đó chất hấp thụ có thể tái sinh được làm mát bằng dòng tái sinh đã làm sạch.

4. Quy trình theo điểm 1 còn bao gồm bước:

loại bỏ chất bẩn ra khỏi dòng tái sinh đã làm sạch để tạo thành dòng tái sinh tinh chế.

5. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó dòng khí tái sinh bao gồm một phần nước thải của lò phản ứng.

HÌNH VẼ

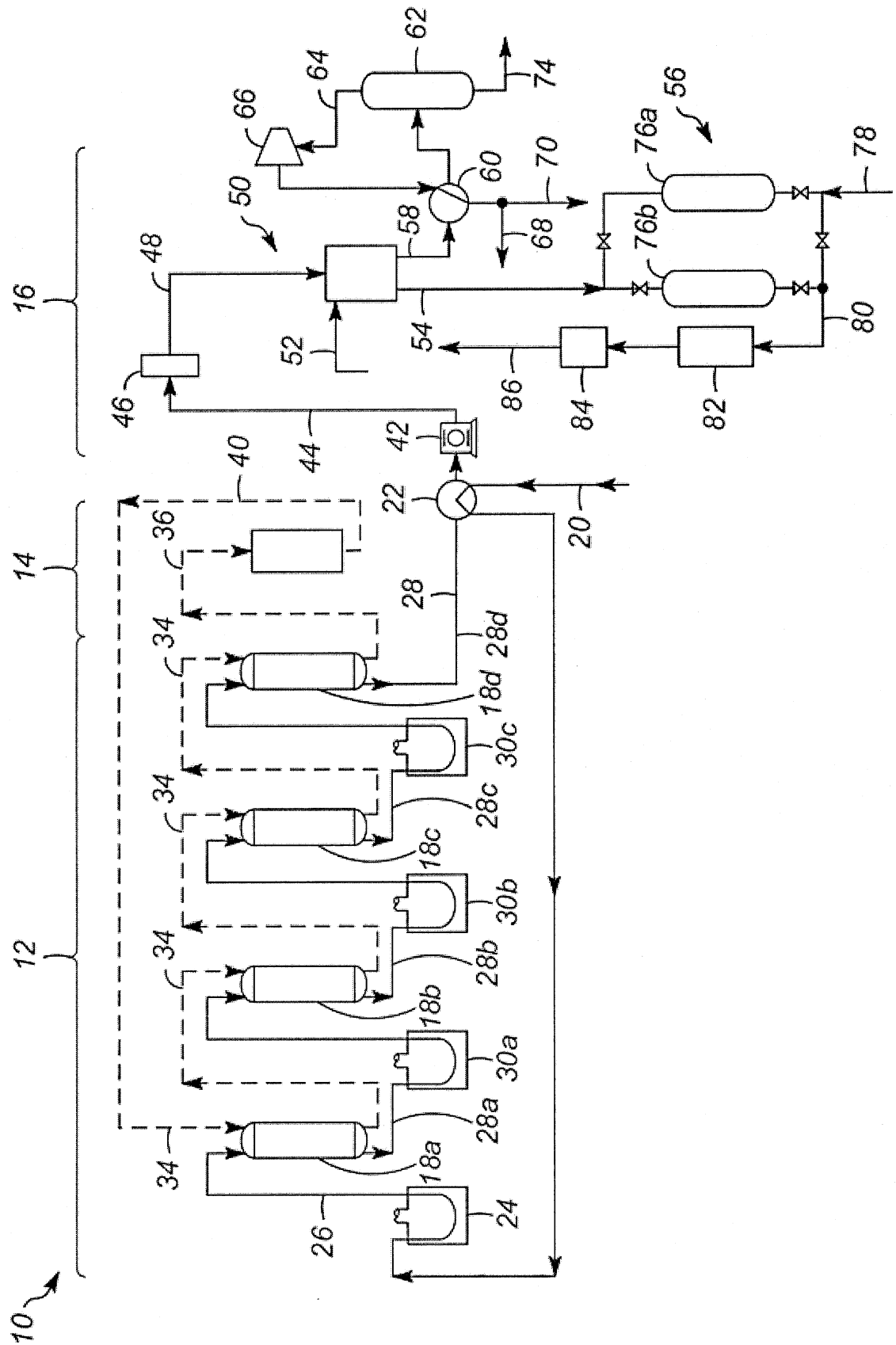


Fig. 1