



(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)



1-0049952

(51)^{2022.01} B01J 8/12; B01J 8/24; F23G 5/30; F23C (13) B
10/28; F23C 10/30; B01J 8/18; B09B
3/00

(21) 1-2022-08589

(22) 24/06/2021

(86) PCT/EP2021/067320 24/06/2021

(87) WO2022/002748 06/01/2022

(30) 20183142.7 30/06/2020 EP

(45) 25/08/2025 449

(43) 25/04/2023 421A

(73) AURA TECHNOLOGIE GMBH (DE)

Am Ernst-Schacht 3, 06311 Helbra, Germany

(72) WESTPHAL, Sebastian (DE); GÖRLITZ, Frank (DE).

(74) Công ty TNHH Đại Tín và Liên Danh (DAITIN AND ASSOCIATES CO.,LTD)

(54) QUY TRÌNH VÀ THIẾT BỊ TÁI CHẾ CHẤT THẢI CHỨA KIM LOẠI QUÝ

(21) 1-2022-08589

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình tái chế chất thải chứa kim loại quý trong lò tầng sôi (100), bao gồm các giai đoạn I, khởi động lò tầng sôi và giai đoạn II, tái xử lý liên tục các chất thải chứa kim loại quý. Đặc trưng ở chỗ lò tầng sôi (100) được vận hành tự nhiệt trong giai đoạn II của quá trình tái xử lý liên tục các chất thải chứa kim loại quý, với nhiệt độ quy trình được điều chỉnh thông qua mức độ lấp đầy của lò tầng sôi (100) và tốc độ dòng chảy của vật liệu qua lò. Sáng chế còn đề xuất thiết bị lò tầng sôi (100) để tái chế chất thải chứa kim loại quý trong quy trình tự nhiệt liên tục.

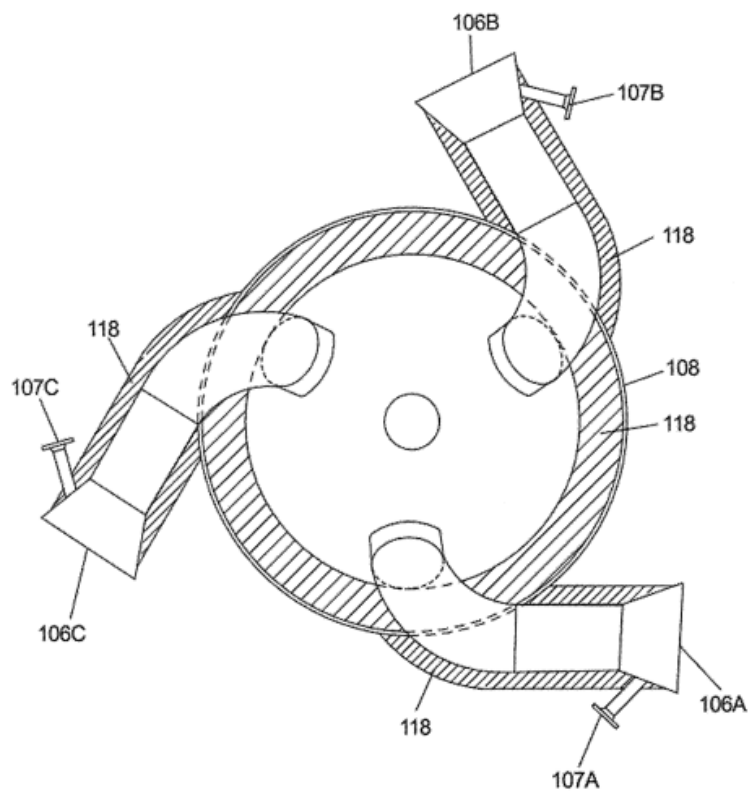


Fig.4

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình tái chế chất thải chứa kim loại quý trong lò tăng sôi, bao gồm các giai đoạn I) khởi động lò tăng sôi và giai đoạn II) xử lý liên tục các chất thải chứa kim loại quý, đặc trưng ở chỗ lò tăng sôi được vận hành tự nhiệt trong giai đoạn II của quá trình xử lý liên tục các chất thải chứa kim loại quý, với nhiệt độ quá trình được điều chỉnh thông qua mức độ lấp đầy của lò tăng sôi và tốc độ dòng chảy của vật liệu qua lò. Sáng chế còn đề xuất thiết bị lò tăng sôi để tái chế chất thải chứa kim loại quý trong quy trình tự nhiệt liên tục. Ví dụ, các chất thải chứa kim loại quý bắt nguồn từ các nhà máy lọc dầu và công nghiệp hóa chất.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế liên quan đến chế biến dầu mỏ và lọc dầu mỏ. Dầu thô thu được từ các bể chứa dầu được xử lý tại chỗ để vận chuyển đến nhà máy lọc dầu, tức là về cơ bản được tách ra khỏi trầm tích và nước. Sau những bước xử lý đầu tiên này, dầu thô được chuyển đến các nhà máy lọc dầu dưới dạng xăng dầu. Tại đây, hỗn hợp chất lỏng được tách thành các phần khác nhau trong các bước riêng lẻ liên tiếp và phức tạp và được xử lý để tạo ra các sản phẩm có thể bán được. Công nghệ ngày nay đã tiến bộ đến mức không có nguyên liệu nào trong dầu thô không được sử dụng. Ngay cả khí nhà máy lọc dầu, thứ luôn thu được nhưng không mong muốn dưới dạng sản phẩm phụ, cũng được sử dụng. Nó hoặc được sử dụng trực tiếp làm chất mang năng lượng trong quy trình công nghệ hoặc được sử dụng làm khí tổng hợp trong quá trình xử lý hóa học tiếp theo. Quá trình xử lý dầu mỏ cơ bản bao gồm, quá trình tinh chế và khử muối dầu mỏ, được gọi là quá trình xử lý sơ cấp và quá trình xử lý thứ cấp, trong đó dầu mỏ được tách ra bằng phương pháp chưng cất thành các thành phần như xăng (naphtha), dầu hỏa, dầu diesel và dầu gia nhiệt nhẹ. Phần cặn hình thành được chưng cất lại để tách nó thành các sản phẩm tiếp theo.

Sau quá trình xử lý thứ cấp, một loạt quy trình được sử dụng để cải thiện chất lượng của sản phẩm trung gian. Hầu như tất cả các sản phẩm dầu rời khỏi nhà máy lọc dầu không chỉ đơn thuần là chưng cất, tinh chế từ dầu mỏ. Do đó, nhiên liệu khí hóa lỏng, nhiên liệu

diesel, dầu gia nhiệt (dầu nhẹ) cho nhà ở và dầu gia nhiệt cho các cơ sở công nghiệp (dầu gia nhiệt nặng) được tạo thành bằng cách pha trộn các chất trung gian với thành phần khác nhau theo các quy trình sản xuất được đề cập dưới đây. Trong quá trình xử lý bằng hydro và quy trình Claus, quá trình khử lưu huỳnh của dầu bôi trơn và dầu gia nhiệt được thực hiện. Vì những sản phẩm này rất giàu hợp chất lưu huỳnh, chúng sẽ giải phóng sulfur dioxide độc hại khi bị đốt cháy. Trong quá trình xử lý bằng hydro, các loại dầu được khử lưu huỳnh được trộn với hydro và đun nóng. Hỗn hợp nóng đi vào một lò phản ứng chứa đầy chất xúc tác. Ở nhiệt độ khoảng 350°C, hydro phản ứng với các hợp chất lưu huỳnh để tạo thành hydro sulfua. Trong quy trình Claus tiếp theo, hydro sunfua tạo thành được đốt cháy bằng oxy khí quyển trong lò phản ứng. Điều này cho phép lưu huỳnh được cô lập. Chất xúc tác có chứa các kim loại quý như niken, molybden, vonfram hoặc coban trên oxit nhôm được sử dụng ở đây. Các chất xúc tác tương tự có chứa các kim loại quý được sử dụng trong quá trình hydrocracking và trong các đơn vị platformer.

Chất xúc tác cũng được sử dụng trong Reforming. Reforming xúc tác có mục tiêu tăng chỉ số octan của tinh dầu thô (khoảng sôi 75–180°C) và tạo ra hydrocacbon thơm. Hơn nữa, hydro thu được dưới dạng sản phẩm và được sử dụng trong các quy trình xử lý bằng hydro và trong các quy trình hydrocracking. Quá trình Reforming diễn ra ở nhiệt độ khoảng 500°C và 5–40 bar trong lò phản ứng dạng màng chuyển động. Các chất xúc tác lưỡng chức năng (bạch kim-thiếc hoặc bạch kim-rheni, trên oxit nhôm clo hóa hoặc zeolit) được sử dụng ở đây. Các phản ứng hydro hóa, hay khử hydro thực hiện tại các vị trí kim loại của chất xúc tác, trong khi các vị trí axit xúc tác phản ứng đồng phân hóa và đóng vòng. Một phản ứng thứ cấp không mong muốn là cacbon hóa của chất xúc tác thông qua các phản ứng trùng hợp và khử hydro. Cacbon hóa được loại bỏ bằng cách đốt cháy các cặn cacbon và sau đó oxy hóa chất xúc tác.

Tuổi thọ của chất xúc tác là có hạn. Tùy thuộc vào quy trình, chúng sẽ mất tác dụng trong khoảng thời gian từ vài giây đến vài năm. Ngoài việc mất khả năng hoạt động, sự suy giảm khả năng xúc tác cũng thường xảy ra. Sau khi hiệu suất của chất xúc tác giảm xuống dưới một giá trị giới hạn, các chất xúc tác phải được loại bỏ và thay thế bằng các chất xúc tác mới. Việc tái sinh các lô chất xúc tác có nguồn gốc từ các quá trình lọc dầu với mục đích tái sử dụng hiện tại là không thể thực hiện được do có những hạn chế. Do đó, các lô chất xúc tác có nguồn gốc từ các quá trình lọc dầu mở đại diện cho các sản phẩm

thải do hàm lượng lưu huỳnh và các thành phần dầu cao phải được phân loại là chất thải nguy hại. Để tránh chi phí cao cho việc xử lý và lưu trữ dưới dạng chất thải nguy hại, sáng chế đề xuất quy trình và thiết bị với sự trợ giúp của các vật liệu phế thải có chứa kim loại quý, ví dụ như các lô chất xúc tác có nguồn gốc từ các quá trình lọc dầu, có thể được xử lý, tức là các thành phần dầu và lưu huỳnh nguy hiểm có thể được loại bỏ một cách hiệu quả. Các lô chất xúc tác được tái chế có hàm lượng niken, vonfram, molypden hoặc coban cao và cả oxit nhôm và nguyên liệu thô được thấy nhiều trong ngành thép. Chất thải chứa kim loại quý thu được không chỉ trong các nhà máy lọc dầu mà còn trong các ngành công nghiệp khác, các vật liệu có chứa kim loại quý bị nhiễm các chất hữu cơ. Sáng chế đóng góp quan trọng vào việc giảm lượng khí thải CO₂ của ngành công nghiệp này, như một phần của nền kinh tế tuần hoàn về dòng nguyên liệu cho các kim loại quý.

Sáng chế đề cập đến lò tăng sôi, sau quá trình khởi động, được vận hành tự nhiệt và trong đó quy trình liên tục để tái chế chất thải chứa kim loại quý, ví dụ như các lô chất xúc tác có nguồn gốc từ các quá trình lọc dầu.

Ví dụ, các quy trình tái chế chất xúc tác từ các nhà máy lọc dầu đã được đề cập trong sáng chế Trung Quốc CN104415797 A và CN104549564A. Tuy nhiên, quá trình tái xử lý được thực hiện ở đây bằng cách sử dụng các tác nhân tái sinh được đưa thêm vào lò tăng sôi. Trong quy trình được mô tả trong sáng chế EP0710502 B1, nhiệt độ quy trình tương đối thấp (300°C-680°C) được sử dụng và các chất chứa halogen được đưa vào lò tăng sôi. Quá trình được mô tả trong sáng chế DE4041976 A1 diễn ra dưới áp suất siêu khí quyển (0,1-0,5 MPa) thay vì áp suất giảm. Vì lý do này, có nguy cơ khí độc hại thoát ra khỏi lò phản ứng. Sáng chế EP0332536 B1 đề cập lò nung có hai buồng, mỗi buồng có nhiệt độ khác nhau ($T_1 < 730^\circ\text{C}$, $T_2 < 950^\circ\text{C}$).

Bố trí nhiệt tự động của lò tăng sôi được mô tả trong lĩnh vực kỹ thuật đã biết mà không đề cập đến quá trình xử lý dầu mỏ hoặc quá trình tạo ra chất xúc tác từ các nhà máy lọc dầu mỏ. Do đó, sáng chế DE19953233 A1 đề cập quá trình trong đó sự kết hợp về mặt năng lượng của quá trình tỏa nhiệt và quá trình thu nhiệt xảy ra, với cả hai quá trình diễn ra đồng thời. US20020034458 A1 đề cập quy trình thu được hydro tinh khiết, với mục đích sử dụng phản ứng cải tạo hơi nước/mêtan và quá trình oxy hóa oxy/mêtan trong điều kiện tự nhiệt. Trong quá trình này, hydrocacbon dạng khí và hơi nước được đưa vào. Chất xúc

tác phục vụ cho quá trình vận chuyển nhiệt bên trong. Sáng chế GB1060141 A đề cập quá trình cracking hydrocacbon lỏng để tạo ra khí đô thị, khí lưới hoặc khí có nhiệt trị tương đối cao ở nhiệt độ quy trình tương đối thấp (400°C - 600°C) và có thêm hơi nước. Sáng chế US3745940 A đề cập lò tăng sôi có bốn vùng khác nhau về mặt tổng quát. Sáng chế US4291635 A liên quan đến các quy trình và thiết bị để đốt tự sinh liên tục các chất kết tụ dễ vỡ và dễ cháy của vật liệu phế thải có độ ẩm cao trong khoảng từ 50 đến 75% trong tăng sôi.

Quá trình tái xử lý các lô chất xúc tác từ quá trình nâng cấp dầu mỏ thường được thực hiện trong lò tăng sôi hai tầng, với vật liệu được xử lý được đưa vào từ bên trên. Một hoặc nhiều buồng đốt được bố trí ở bên cạnh. Sự chuyển động của vật liệu xảy ra thông qua các tấm lưu lượng của lò tăng sôi và không khí đốt. Các phương pháp tái xử lý thông thường rất tốn năng lượng vì các lò đốt phải hoạt động 24 giờ mỗi ngày. Các phương pháp tái xử lý thông thường cũng không hiệu quả do tốc độ dòng nguyên liệu phải giảm khi nhiệt độ trong lò tăng sôi tăng cao hơn nhiệt độ dự kiến. Ngoài ra, nhiệt thải được giải phóng qua ống khói không được tối ưu trong trường hợp lò tăng sôi thông thường, trong lĩnh vực tái xử lý chất xúc tác từ các nhà máy lọc dầu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các vật liệu phế thải có chứa kim loại quý sẽ được đề cập trong sáng chế có điểm đặc biệt là chúng chứa tạp chất lưu huỳnh và cả cặn dầu dễ cháy và cặn carbon. Đối tượng của sáng chế là cung cấp phương pháp tái xử lý đơn giản, ít tốn kém về mặt năng lượng và đồng thời ngăn chặn việc phát thải khí độc hại, tức là quy trình tiết kiệm năng lượng, thân thiện với môi trường và ít phát thải CO_2 .

Sáng chế đề cập quy trình tái chế chất thải chứa kim loại quý, theo điểm yêu cầu bảo hộ số 1. Quy trình được thực hiện trong lò tăng sôi và bao gồm các giai đoạn:

I. Khởi động lò tăng sôi; và

II. Xử lý liên tục các chất thải chứa kim loại quý.

Lò tầng sôi vận hành tự nhiệt trong giai đoạn II của quá trình xử lý liên tục chất thải chứa kim loại quý. Do đó, quá trình này đặc biệt tiết kiệm năng lượng do nhiệt chỉ được đưa vào một lần trong giai đoạn khởi động để đạt đến nhiệt độ của quá trình. Quá trình này cũng đặc biệt phát thải CO_2 thấp do không cần sử dụng nhiên liệu bổ sung để vận hành lò tầng sôi trong suốt giai đoạn II liên tục. Trong giai đoạn II của quá trình xử lý liên tục chất thải chứa kim loại quý, nhiệt độ của quá trình được điều chỉnh thông qua mức độ lấp đầy của lò tầng sôi và tốc độ dòng chảy của vật liệu qua lò.

Chất thải chứa kim loại quý theo nghĩa rộng là tất cả các vật liệu có chứa kim loại quý như niken, vonfram, molypden và/hoặc coban và đã bị ô nhiễm do xử lý bằng vật liệu hữu cơ, đặc biệt là hydrocacbon. Hydrocacbon bị ô nhiễm, ví dụ, nhiên liệu hóa thạch như dầu mỏ. Các chất thải chứa kim loại quý bắt nguồn từ các nhà máy lọc dầu, nhà máy sản xuất nhiên liệu trong đó quá trình khí hóa lỏng được tạo thành từ quá trình cracking xúc tác. Các vật liệu phế thải có chứa kim loại quý tốt hơn là vật liệu xúc tác đã được sử dụng trong các quy trình và nhà máy nêu trên. Quy trình của sáng chế và lò tầng sôi của sáng chế đặc biệt phù hợp để tái chế vật liệu xúc tác từ ngành công nghiệp chế biến dầu mỏ và khí tự nhiên, đặc biệt là từ các nhà máy lọc dầu.

Ví dụ, vật liệu xúc tác từ các nhà máy lọc dầu chứa khoảng 80% oxit nhôm, khoảng 12% molypden và khoảng 8% niken và/hoặc coban. Các lô chất xúc tác cũng chứa các phần: hạt bụi, các mảnh lớn hơn và phân bao gồm các hạt chất xúc tác nguyên vẹn. Tạp chất chính sau khi sử dụng các mẻ xúc tác trong quá trình nâng cấp dầu mỏ là cặn dầu và lưu huỳnh.

Phát hiện là đặc biệt thuận lợi cho việc giữ nhiệt độ quá trình trong lò tầng sôi trong giai đoạn II tự nhiệt liên tục, tùy thuộc vào thành phần kim loại quý trong chất thải, trong khoảng từ 630°C đến 730°C . Khi các vật liệu phế thải có tỷ lệ vonfram cao, thì nhiệt độ trong giai đoạn II tự nhiệt liên tục, theo một phương án ưu tiên của sáng chế, nhiệt được duy trì trong khoảng từ 630°C đến 650°C . Trong tất cả các trường hợp khác, tốt hơn là duy trì nhiệt độ trong giai đoạn II tự nhiệt, liên tục trong khoảng từ 720°C đến 730°C . Điều này đảm bảo rằng cặn dầu và cặn carbon bám vào vật liệu thải về cơ bản được đốt cháy hoàn toàn. Tại đây, cặn dầu mỏ và cặn carbon bám vào các chất thải chứa kim loại quý đóng vai trò là nguồn năng lượng cho quá trình tự nhiệt và giúp duy trì nhiệt độ của quá trình trong

khoảng từ 630°C đến 730°C. Năng lượng hoặc nhiên liệu từ bên ngoài không cần cung cấp và không cần thiết trong giai đoạn tự nhiệt liên tục II. Nhiệt độ không được vượt quá 750°C trong giai đoạn II tự nhiệt liên tục vì molybden chuyển sang pha khí ở nhiệt độ này và sẽ bị thổi ra ngoài cùng với khí thải trong quá trình vận hành lò tầng sôi.

Nhiệt độ quá trình tốt hơn là được giữ trong phạm vi ưu tiên từ 630°C đến 730°C trong giai đoạn II tự nhiệt liên tục theo cách đơn giản thông qua việc kiểm soát tốc độ vật liệu chảy qua lò. Ở đây, người ta thấy rằng tốc độ dòng chảy của vật liệu thải có chứa kim loại quý qua lò là thuận lợi từ 800 đến 1200 kg/h, tốt hơn là từ 900 đến 1100 kg/h, đặc biệt tốt hơn là khoảng 1000 kg/h. Điều này đảm bảo rằng luôn có đủ nhiên liệu dưới dạng cặn dầu và cặn carbon bám vào chất thải chứa kim loại quý để duy trì nhiệt độ quy trình. Việc đưa một lượng vật liệu dư thừa vào lò tầng sôi, dẫn đến sự gia tăng không mong muốn ở nhiệt độ quá trình lên trên phạm vi ưu tiên từ 720 đến 730°C, cũng được ngăn chặn bằng cách kiểm soát dòng chảy của vật liệu qua lò trong phạm vi được chỉ ra ở trên. Để kiểm soát tốc độ dòng chảy của vật liệu, cân được kiểm soát liên tục, tức là cân đo vi sai, được lắp đặt phía trước lò tầng sôi là một phương án khác của sáng chế. Cấu trúc và chức năng của các cân đo vi sai được người có hiểu biết về lĩnh vực này biết đến. Lượng vật liệu đưa vào được kiểm soát bằng cân, có kết nối nhiệt độ quá trình trong lò tầng sôi và thiết bị đo mức nạp của lò tầng sôi.

Theo một phương án của sáng chế, mức độ lấp đầy của vật liệu thải có chứa kim loại quý trong lò tầng sôi được giữ trong khoảng từ 15% đến 25%, tốt hơn là từ 16% đến 21%, trong giai đoạn II tự nhiệt liên tục. Do đó, thời gian lưu của vật liệu trong lò tầng sôi, và có tính đến tốc độ dòng vật liệu được chỉ ra ở trên, từ khoảng 3 đến 4 giờ. Mức độ lấp đầy của lò phản ứng được kiểm soát bằng phương pháp đo chênh lệch áp suất, tốt hơn là trong điều chỉnh lỗi với dòng vật liệu đi qua lò. Mức làm đầy và tốc độ dòng chảy của vật liệu có thể được sử dụng để điều chỉnh ổn định nhiệt độ quy trình trong phạm vi ưu tiên từ 630°C đến 730°C. Phép đo chênh lệch áp suất được mô tả chi tiết hơn dưới đây liên quan đến mô tả lò tầng sôi của sáng chế.

Để điều chỉnh nhiệt độ, nhiều điểm đo nhiệt độ được cung cấp trong lò tầng sôi và chúng được đặt ở cả trong lớp vật liệu và cả phía trên lớp vật liệu. Mỗi điểm đo nhiệt độ chứa ít nhất một cảm biến nhiệt độ. Người ta thấy rằng lò tầng sôi được trang bị sáu điểm

đo nhiệt độ là thuận lợi. Ưu tiên dành cho hai điểm đo dự phòng luôn có mặt để phòng ngừa sự cố có thể xảy ra đối với lò tầng sôi trong trường hợp có thể xảy ra trục trặc ở các cảm biến nhiệt độ.

Nhiệt độ quá trình trong khoảng từ 630°C đến 730°C cũng phải đạt được và được điều chỉnh trong lớp vật liệu bên trong lò tầng sôi. Với mục đích này, nhiệt độ của lớp vật liệu cũng được đo là thuận lợi, ví dụ như tại nhiều điểm đo, tốt hơn là ở 2-5 điểm đo, đặc biệt tốt hơn là ở hai điểm đo. Trong phương án này, bốn điểm đo nhiệt độ được đặt phía trên lớp vật liệu. Nếu nhiệt độ quá trình trong lớp vật liệu thay đổi, điều này có thể được điều chỉnh bằng cách kiểm soát tốc độ dòng chảy của vật liệu. Điều đó có nghĩa là, khi nhiệt độ quá trình trong lớp vật liệu giảm xuống, tốc độ dòng chảy của vật liệu và lượng không khí của quy trình (không khí oxy hóa) được đưa vào sẽ tăng lên. Ngược lại, tốc độ dòng chảy của vật liệu và lượng không khí của quy trình được đưa vào sẽ giảm khi nhiệt độ trong lớp vật liệu tăng lên trên phạm vi dự định. Ngoài ra, nhiệt độ của quy trình có thể bị ảnh hưởng thông qua nhiệt độ của không khí được đưa vào quy trình, vì sáng chế đề xuất không khí của quy trình, như được mô tả dưới đây, có thể được gia nhiệt sơ bộ.

Để đốt cháy các cặn hữu cơ như cặn dầu và cặn carbon bám vào chất thải chứa kim loại quý, lò tầng sôi được cung cấp không khí của quy trình. Trong giai đoạn II tự nhiệt liên tục, khoảng 3000 đến 5000 kg/h không khí của quy trình được đưa vào lò tầng sôi. Lượng không khí này được cho là đủ để đốt cháy cặn dầu và cặn carbon từ chất thải chứa kim loại quý một cách hiệu quả. Theo một phương án được ưu tiên của quy trình theo sáng chế, không khí của quy trình được gia nhiệt sơ bộ, đặc biệt tốt hơn là đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 45°C đến 130°C , trước khi đưa vào lò tầng sôi. Không khí ở đây tốt hơn là không khí trong khí quyển đã được gia nhiệt sơ bộ. Bằng cách này, trước tiên có thể phản ứng với những dao động nhiệt độ liên quan đến thời tiết. Mặt khác, việc gia nhiệt sơ bộ không khí của quy trình làm cho nó có thể tạo ra ảnh hưởng bổ sung, ngoài việc điều chỉnh mức độ lấp đầy và tốc độ dòng chảy của vật liệu qua lò tầng sôi, đối với nhiệt độ của quá trình quy định của chúng trong phạm vi ưu tiên từ 630°C đến 730°C . Quá trình gia nhiệt sơ bộ không khí được thực hiện trong thiết bị gia nhiệt, gia nhiệt không khí. Ví dụ, bằng cách sử dụng nhiệt thải của lò tầng sôi, tức là nhiệt của không khí đốt. Với mục đích này, các bộ trao đổi nhiệt thông thường hoàn toàn có thể sử dụng.

Theo một phương án ưu tiên của quy trình theo sáng chế, lò tầng sôi được vận hành dưới áp suất giảm, tốt hơn là ở áp suất trong khoảng từ -0,2 đến -0,3 mbar, trong giai đoạn II tự nhiệt liên tục. Điều này đảm bảo rằng không có khí thải độc hại phát sinh từ việc đốt cháy các cặn hữu cơ như cặn dầu và cặn carbon cũng như lưu huỳnh bám vào chất thải chứa kim loại quý có thể thải ra từ lò tầng sôi. Đồng thời, vận hành lò tầng sôi dưới áp suất giảm là biện pháp an toàn và chống cháy nổ. Ngoài những ưu điểm đã đề cập, vận hành dưới áp suất giảm còn có lợi thế kinh tế vì tất cả các bộ phận của nhà máy có thể được chế tạo với độ dày vật liệu thấp hơn mức cần thiết để vận hành dưới áp suất siêu khí quyển. Trong quá trình đưa vào liên tục, chất thải chứa kim loại quý được nung nóng đột ngột đến nhiệt độ xử lý trong khoảng từ 630°C đến 730°C trong lò tầng sôi. Điều này dẫn đến sự chuyển đổi đột ngột cặn dầu dễ bay hơi và các thành phần carbon dễ bay hơi sang pha khí và chúng được đốt cháy trực tiếp trong không gian buồng phản ứng của lò tầng sôi. Việc vận hành lò tầng sôi dưới áp suất giảm sẽ ngăn chặn sự phát tán hơi dễ nổ vào khí quyển xung quanh lò phản ứng. Phương thức hoạt động này hầu như loại trừ nguy cơ nổ trong giai đoạn II tự nhiệt liên tục của quy trình theo sáng chế. Để đo áp suất, ít nhất phải có cảm biến áp suất bên trong lò phản ứng. Áp suất dưới áp suất khí quyển trong khoảng từ -0,2 đến -0,3 mbar ở bên trong lò tầng sôi tốt hơn là được tạo ra và điều chỉnh về cơ bản bằng cách chiết lưu khí thải. Việc điều chỉnh áp suất bên trong của lò tầng sôi có thể được thực hiện tùy ý bằng cách kiểm soát tốc độ dòng chảy của vật liệu. Điều đó có nghĩa là, khi áp suất trong lò tầng sôi tăng lên 1 bar hoặc cao hơn, ví dụ như việc đưa vật liệu vào sẽ dừng lại và không có vật liệu nào được đưa vào nữa.

Các chất thải chứa kim loại quý, ví dụ như các lô chất xúc tác từ các nhà máy lọc dầu sẽ được tái chế, thường có dính cặn dầu. Do đó, những lô chất thải như vậy không thể được vận chuyển bằng băng tải, trục vít vận chuyển hoặc các phương tiện tương tự vì chúng dẫn đến sự kết tụ trên đường vận chuyển. Theo một phương án khác, quy trình theo sáng chế bao gồm bước xử lý sơ bộ các lô chất thải chứa kim loại quý. Quá trình tiền xử lý này có thể được thực hiện một cách rất đơn giản, ví dụ bằng cách trộn với các vật liệu khô đã được xử lý trước đó cho đến khi hỗn hợp thu được không còn đặc tính kết dính.

Quy trình theo sáng chế làm phát sinh khí thải có chứa, ngoài những thứ khác, vật liệu giống như bụi, ví dụ: bụi xúc tác, do phương thức hoạt động của lò tầng sôi thải ra ngoài, và lưu huỳnh, chủ yếu ở dạng oxit lưu huỳnh như SO_2 và SO_3 . Vì lý do bảo vệ môi

trường, nếu có thể, những vật liệu này nên được ngăn chặn xâm nhập vào môi trường. Theo một phương án khác của quy trình theo sáng chế là bao gồm bước làm sạch khí thải. Để loại bỏ các vật liệu giống như bụi ra khỏi dòng khí thải, dòng khí thải được lọc. Việc lọc khí thải được thực hiện bằng các bộ lọc có trên thị trường, ví dụ như bộ lọc thô và tinh. Các bộ lọc thô và tinh thích hợp bao gồm, ví dụ, thép không gỉ. Quy trình của sáng chế đặc biệt thân thiện với môi trường vì vật liệu giống như bụi được loại bỏ khỏi dòng khí thải bằng các bộ lọc có thể được thêm trực tiếp vào sản phẩm cuối cùng.

Để loại bỏ lưu huỳnh, tức là các oxit lưu huỳnh, dòng khí thải được làm sạch. Theo một phương án được ưu tiên, quá trình làm sạch dòng khí thải bao gồm nhiều giai đoạn làm sạch trong đó quá trình làm sạch được thực hiện bằng cách sử dụng nước và sữa vôi. Việc cạo rửa bằng nước nhằm tách lượng bụi còn lại trong dòng khí thải. Chà rửa bằng sữa vôi dùng để loại bỏ oxit lưu huỳnh khỏi dòng khí thải, với oxit lưu huỳnh được phản ứng với sữa vôi để tạo thành thạch cao. Để hỗ trợ việc loại bỏ các oxit lưu huỳnh, quá trình lọc bổ sung dòng khí thải sử dụng dung dịch natri hydroxit được thực hiện theo một phương án ưu tiên đặc biệt là làm sạch khí thải.

Như đã chỉ ra ở trên, quy trình theo sáng chế, đặc biệt là giai đoạn II của quá trình tái xử lý liên tục các chất thải chứa kim loại quý, đặc biệt tiết kiệm năng lượng vì nó tiến hành tự nhiệt và đặc biệt thân thiện với môi trường do việc phát thải các chất ô nhiễm ra môi trường được ngăn chặn và nhiệt thải của quá trình được sử dụng để gia nhiệt sơ bộ không khí của quá trình. Ngoài ra, sáng chế còn đóng góp đáng kể vào việc giảm lượng khí thải CO₂ của các ngành công nghiệp có liên quan và khép kín, như một phần của kinh tế tuần hoàn, về dòng nguyên liệu cho các kim loại quý.

Chỉ trong giai đoạn khởi động I, năng lượng phải được cung cấp cho lò tăng sôi để đạt được nhiệt độ quá trình trong khoảng 630°C-730°C.

Nếu chất thải chưa qua xử lý có chứa các kim loại quý đã được sử dụng để nạp lần đầu vào lò tăng sôi trong giai đoạn khởi động, điều này có thể dẫn đến sự kết tụ của vật liệu và quá trình thiêu kết sau khi cấp nhiệt. Điều này sẽ có ảnh hưởng xấu đến quá trình khởi động. Để ngăn chặn điều này, lò tăng sôi trước tiên được đổ đầy vật liệu đã được tái chế trước đó, đặc biệt là không còn chứa bất kỳ dư lượng dầu và không có dư lượng lưu huỳnh nào. Điều này rất quan trọng vì không có quá nhiều nhiên liệu có thể có trong lò

tầng sôi khi đánh lửa lần đầu của quá trình, vì điều này có thể dẫn đến nổ. Trong một ví dụ, người ta thấy rằng lò tầng sôi trước hết được nạp một tỷ lệ vật liệu đã được tái chế trước đó, tốt hơn là khoảng 10% mức nạp. Để bắt đầu quá trình tầng sôi của vật liệu trong lò tầng sôi, quá trình thổi không khí, tốt hơn là đã được gia nhiệt sơ bộ, vào lò tầng sôi được bắt đầu đồng thời với việc đưa vật liệu đã được xử lý trước đó vào. Việc thổi không khí của quy trình vào lò tầng sôi tốt hơn là được thực hiện từ bên dưới. Việc gia nhiệt lò tầng sôi, đặc biệt là vật liệu đã được đưa vào lò tầng sôi, được thực hiện gần như đồng thời. Việc gia nhiệt tốt hơn được thực hiện bằng ít nhất một, tốt hơn là hai, đặc biệt tốt hơn là ba, (các) vòi đốt khí đốt, ví dụ trên cơ sở khí đốt tự nhiên. Sau đó bắt đầu với các vật liệu phế thải "chưa được xử lý" có chứa kim loại quý. Việc đốt cháy phản ứng, tức là đốt cháy dầu và cặn lưu huỳnh, sau đó được thực hiện lần đầu bằng cách sử dụng một vòi đốt riêng biệt. Khi đã đạt được nhiệt độ quy trình (630°C - 730°C), tất cả các vòi đốt, bao gồm cả vòi đánh lửa, được tắt và quá trình từ đó tiếp tục diễn ra liên tục và tự nhiên. Điều này ảnh hưởng đến quá trình chuyển đổi sang giai đoạn II.

Theo một phương án được ưu tiên, quy trình của sáng chế bao gồm, trong giai đoạn I khởi động lò tầng sôi, các bước:

- i) Đưa vật liệu đã được tái chế trước đó vào lò tầng sôi đồng thời thổi không khí của quá trình vào lò tầng sôi và hóa lỏng vật liệu,
- ii) Gia nhiệt lò tầng sôi đến nhiệt độ quy trình sử dụng ít nhất một, tốt hơn là hai, đặc biệt tốt hơn là ba, (các) vòi đốt khí,
- iii) Cho các chất thải chứa kim loại quý vào,
- iv) Đánh lửa bằng vòi đốt đánh lửa,
- v) Tắt tất cả các vòi đốt khi đạt đến nhiệt độ xử lý từ 630°C đến 730°C .

Vòi đốt đánh lửa không còn cần thiết trong suốt quá trình tiếp theo, tức là trong giai đoạn II tự nhiên liên tục, và do đó có thể được lấy ra sau khi hoàn thành đánh lửa.

Giai đoạn II tự nhiên liên tục hiện có thể được vận hành trong một số tháng hoặc một số năm. Thời gian chạy trên dây chuyền bị giới hạn đơn thuần bởi sự hao mòn của các bộ phận máy của lò tầng sôi. Việc bảo trì và thay thế các thành phần của lò tầng sôi cần thiết sau đó sẽ dẫn đến việc ngừng hoạt động của lò tầng sôi. Sau khi hoàn thành sửa chữa hoặc bảo dưỡng, lò tầng sôi sẽ phải được khởi động lại theo các bước của giai đoạn I. Có

thể tiến hành các sửa chữa tương đối nhỏ, dẫn đến việc giai đoạn II tự nhiệt liên tục bị gián đoạn trong thời gian ngắn mà không cần phải khởi động lại lò tầng sôi. Quy trình của sáng chế và lò tầng sôi của sáng chế có ưu điểm hơn nữa là nhiệt độ trong vật liệu có trong lò tầng sôi (mức độ lấp đầy từ 15% đến 25%, xem ở trên) được duy trì trong khoảng 2-3 ngày khi quá trình bị dừng hoặc gián đoạn.

Việc xả vật liệu đã đốt cháy, không còn chứa dầu và cặn lưu huỳnh, được thực hiện ở đầu dưới của lò tầng sôi, với tốc độ xả vật liệu được điều chỉnh, giống như tốc độ nạp liệu, cùng với việc kiểm soát mức độ lấp đầy. Việc xả vật liệu tốt hơn là được thực hiện dưới tác động của trọng lực bằng thiết bị xả.

Theo một phương án khác, quy trình của sáng chế có thể bao gồm các bước xử lý sau xử lý vật liệu thải ra. Ví dụ, xử lý sau trong lò ống quay có thể được thực hiện theo mong muốn cụ thể của khách hàng.

Tuy nhiên, vật liệu thường được xả vào bình chứa vật liệu, được vận chuyển xa hơn bằng các thiết bị vận chuyển, ví dụ như trục vít vận chuyển làm nguội hay thiết bị vận chuyển khí nén, đến bộ phận đóng gói túi lớn.

Ở một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất một thiết bị để thực hiện quy trình của sáng chế nhằm tái chế các chất thải chứa kim loại quý, cụ thể là các lò chất xúc tác từ các nhà máy lọc dầu. Là yếu tố trung tâm, thiết bị này bao gồm một lò tầng sôi trong đó quá trình tái xử lý các vật liệu phế thải có chứa kim loại quý được thực hiện. Lò tầng sôi được cấu hình sao cho việc tái xử lý các vật liệu phế thải có thể được thực hiện trong một quy trình liên tục và tự động.

Theo một phương án, lò tầng sôi theo sáng chế bao gồm các thành phần sau:

- Bình thép có lớp lót chịu lửa,
- Cửa cấp vật liệu cho các chất thải chứa kim loại quý,
- Ít nhất một cửa xả khí thải (sản phẩm),
- Ít nhất một đầu vào để đưa không khí của quy trình và
- Một thiết bị đo mức làm đầy,

- Ít nhất một cảm biến áp suất bên trong lò phản ứng (lò phản ứng hoạt động dưới áp suất giảm từ -0,2 đến -0,3 mbar),

- Ít nhất một cảm biến nhiệt độ, tốt hơn là có nhiều cảm biến nhiệt độ, đặc biệt tốt hơn là sáu cảm biến nhiệt độ, với hai điểm đo được phân bố trên lớp vật liệu.

Bình thép của lò tầng sôi bao gồm lớp lót vật liệu chịu lửa thông thường trong lĩnh vực này. Đầu vào cho các vật liệu phế thải có chứa kim loại quý tốt hơn là được bố trí ở phần trên của lò tầng sôi, đặc biệt tốt hơn là ở phần tư phía trên của lò tầng sôi. Bằng cách này, các vật liệu phế thải được đưa vào sẽ được hóa lỏng ngay sau khi đưa vào lò tầng sôi nhờ luồng không khí được thổi vào từ bên dưới. Do đó, việc giải quyết chất thải sau khi đưa vào lò tầng sôi được ngăn chặn.

Lò tầng sôi có ít nhất một đầu ra, tốt hơn là có nhiều đầu ra, đặc biệt tốt hơn là hai đầu ra, để xả vật liệu, tức là để xả vật liệu thải đã được đốt cháy và loại bỏ cặn dầu và lưu huỳnh. Đầu ra hoặc các đầu ra để xả vật liệu, theo một phương án ưu tiên của lò tầng sôi theo sáng chế, được bố trí ở đầu dưới của lò tầng sôi để việc xả vật liệu có thể được thực hiện một cách đơn giản bằng trọng lực thông qua một thiết bị xả vật liệu. Việc xả vật liệu được điều chỉnh bằng cách điều khiển các van được bố trí ở các cửa xả vật liệu.

Không khí của quá trình được thổi qua ít nhất một cửa vào, tốt hơn là từ bên dưới, vào lò tầng sôi. Để đạt được quá trình hóa lỏng mong muốn của chất thải chứa kim loại quý, lò tầng sôi theo sáng chế còn bao gồm bộ phân phối không khí để phân phối không khí của quá trình được cấp vào qua ít nhất một đầu vào. Bộ phân phối không khí tốt hơn là được bố trí ở khu vực thấp hơn của lò tầng sôi. Để tối ưu hóa quá trình hóa lỏng bằng không khí hơn nữa, bộ phân phối không khí có thể có thêm các vòi phun khí.

Tốc độ đưa chất thải chứa kim loại quý vào và tốc độ xả vật liệu, tức là tốc độ dòng vật liệu chảy qua lò nói chung, được kiểm soát bằng thiết bị đo mức nạp trong lò tầng sôi của sáng chế. Theo một phương án được ưu tiên, lò tầng sôi theo sáng chế do đó bao gồm thiết bị đo mức nạp hoạt động đáng tin cậy ở nhiệt độ quy trình cao trong khoảng 630°C - 730°C và áp suất giảm trong khoảng từ -0,2 đến -0,3 mbar phổ biến trong lò tầng sôi. Theo một phương án được ưu tiên đặc biệt, thiết bị đo mức làm đầy dựa trên phép đo chênh lệch áp suất giữa hai điểm đo trong đó một điểm đo, tức là cảm biến áp suất thứ nhất, được bố

trí phía trên lớp vật liệu và một điểm đo, tức là áp suất thứ hai cảm biến, được bố trí bên dưới lớp vật liệu. Để tăng độ tin cậy và độ chắc chắn của phép đo, phép đo chênh lệch áp suất này được cấu hình theo cách dự phòng trong một phương án của sáng chế. Thiết bị đo mức làm đầy được cấu hình sao cho mức làm đầy của lò tăng sôi được tính toán với sự trợ giúp của phép đo chênh lệch áp suất, nhưng tốt hơn là có tính đến nhiệt độ phổ biến trong lò tăng sôi và áp suất phổ biến trong lò tăng sôi. Như đã chỉ ra ở trên liên quan đến quy trình của sáng chế, mức độ nạp của lò tăng sôi được duy trì trong khoảng từ 15% đến 25% là thuận lợi.

Như đã được đề cập ở trên liên quan đến quy trình của sáng chế, lò tăng sôi được vận hành ở áp suất giảm, tức là ở áp suất trong khoảng từ -0,2 đến -0,3 mbar. Để đo áp suất bên trong lò tăng sôi có ít nhất một cảm biến áp suất. Việc tạo ra áp suất giảm được thực hiện bằng cách chiết xuất không khí của quy trình. Theo một phương án khác, lò tăng sôi theo sáng chế do đó có thiết bị tách chiết không khí.

Như đã đề cập ở trên, nhiệt độ trong lớp vật liệu được giữ trong khoảng từ 630°C đến 730°C là thuận lợi. Để theo dõi nhiệt độ đáng tin cậy, lò tăng sôi theo sáng chế có ít nhất một cảm biến nhiệt độ, tốt hơn là có nhiều cảm biến nhiệt độ, đặc biệt tốt hơn là sáu cảm biến nhiệt độ, với bốn điểm đo tốt hơn nên được bố trí phía trên lớp vật liệu để đo nhiệt độ của pha khí và hai điểm đo được phân bố theo chiều dọc trên lớp vật liệu. Trong một phương án được ưu tiên đặc biệt, luôn có hai điểm đo dự phòng để đề phòng trường hợp lò tăng sôi có thể bị hỏng trong trường hợp có thể xảy ra trục trặc ở các cảm biến nhiệt độ.

Theo một phương án khác, thiết bị theo sáng chế bao gồm một thiết bị gia nhiệt sơ bộ để gia nhiệt sơ bộ không khí của quá trình. Để duy trì nhiệt độ của không khí của quy trình trong lò tăng sôi, không khí của quy trình được gia nhiệt sơ bộ đến 45°C – 130°C là thuận lợi. Việc gia nhiệt sơ bộ không khí của quy trình trước khi thổi vào lò tăng sôi được thực hiện một cách thuận lợi nhờ một bộ trao đổi nhiệt, bộ trao đổi nhiệt này cũng là một thành phần của một phương án khác của thiết bị theo sáng chế. Nhiệt cần thiết để gia nhiệt sơ bộ không khí của quy trình được lấy từ khí thải của lò tăng sôi.

Khí thải được hút ra qua cửa thoát khí thải nằm ở đầu trên của lò tăng sôi.

Lò tầng sôi theo sáng chế còn bao gồm một thiết bị điều khiển theo một phương án được ưu tiên đặc biệt. Cụ thể, thiết bị điều khiển được cấu hình để đảm bảo chế độ vận hành của giai đoạn II tự nhiệt liên tục của quy trình theo sáng chế. Với mục đích này, thiết bị đo mức làm đầy của lò tầng sôi được điều khiển bởi thiết bị điều khiển sao cho mức làm đầy của lò tầng sôi được giữ trong khoảng từ 15% đến 25% bằng phương tiện của phép đo chênh lệch áp suất của lò tầng sôi và có tính đến nhiệt độ quá trình cao từ 630°C đến 730°C và cả áp suất từ -0,2 đến -0,3 mbar phổ biến trong lò tầng sôi. Việc điều chỉnh mức làm đầy được thực hiện thông qua việc kiểm soát tốc độ dòng vật liệu vào và tốc độ xả vật liệu, do đó tổng thể tốc độ dòng vật liệu chảy qua lò, với việc xả vật liệu được thực hiện dưới tác dụng của trọng lực bằng cách kiểm soát các van trong lò. Lò phản ứng có ít nhất một lối thoát nguyên liệu. Ngoài ra, việc kiểm soát tốc độ dòng vật liệu vào được thực hiện bằng cách sử dụng cân đo vi sai được bố trí trong vùng đưa vật liệu vào của thiết bị theo sáng chế và được kết hợp với thiết bị đo mức làm đầy và đo nhiệt độ của nhiệt độ quá trình.

Thiết bị điều khiển cũng được cấu hình để giữ nhiệt độ xử lý trong khoảng từ 630°C đến 730°C, điều này trước hết đạt được bằng cách kiểm soát tốc độ dòng nguyên liệu vào và tốc độ xả nguyên liệu và thứ hai bằng cách gia nhiệt sơ bộ không khí đến nhiệt độ trong khoảng 45°C – 130°C bằng thiết bị gia nhiệt.

Thiết bị điều khiển cũng được cấu hình để duy trì áp suất bên trong lò tầng sôi trong khoảng từ -0,2 đến -0,3 mbar. Với mục đích này, thiết bị điều khiển tương tác với ít nhất một cảm biến áp suất được bố trí bên trong lò tầng sôi và một thiết bị tách chiết dòng khí thải của lò tầng sôi.

Theo một phương án của sáng chế, thiết bị điều khiển là PC, máy tính bảng, máy tính xử lý hoặc thiết bị xử lý dữ liệu khác, đặc biệt tốt hơn là thiết bị điều khiển mất an toàn (SPS). Thiết bị điều khiển mất an toàn được kết nối thông qua các phương tiện phổ biến để truyền dữ liệu đến thiết bị theo sáng chế.

Theo các phương án khác, thiết bị theo sáng chế bao gồm, để thực hiện giai đoạn II tự nhiệt liên tục của quy trình theo sáng chế, một hoặc nhiều thiết bị phụ trợ và bổ sung được chọn ví dụ từ trong số:

- Cân bằng sự chênh lệch trong vùng nạp nguyên liệu, được kết hợp với thiết bị đo mức nạp và thiết bị đo nhiệt độ cho nhiệt độ xử lý và được kiểm soát để điều chỉnh tốc độ đưa nguyên liệu vào lò tầng sôi,

- Phương tiện để vận chuyển vật liệu được xử lý thải ra xa hơn, ví dụ bao gồm trục vít vận chuyển làm nguội, thiết bị vận chuyển khí nén và thiết bị đóng gói cho túi lớn,

- Tùy chọn lò ống quay để nung và/hoặc chế biến thêm sản phẩm theo mong muốn của khách hàng,

- Hệ thống làm sạch khí thải, ví dụ bao gồm

- Ít nhất một bộ lọc thô và ít nhất một bộ lọc tinh để tách vật liệu giống như bụi và tuần hoàn nó đến quy trình tái xử lý,

- Nhiều giai đoạn lọc để khử lưu huỳnh trong dòng khí thải, ví dụ: giai đoạn lọc sử dụng nước và hai giai đoạn lọc sử dụng sữa vôi,

- Tùy chọn một giai đoạn bổ sung để làm sạch dòng khí thải bằng dung dịch natri hydroxit loãng,

- Một hoặc nhiều van trong hệ thống khí thải để bảo vệ lò tầng sôi khỏi quá áp, và

- Bộ trao đổi nhiệt để làm mát khí thải trong dòng khí thải và đồng thời gia nhiệt sơ bộ không khí đang được xử lý từ 45 đến 130°C.

Đối với giai đoạn I của quá trình khởi động, lò tầng sôi theo sáng chế có ít nhất một vòi đốt khí, tốt hơn là hai vòi đốt khí, đặc biệt tốt hơn là ba vòi đốt khí, được vận hành để đốt nóng lò tầng sôi trong quá trình khởi động. Ví dụ, các vòi đốt khí có thể được vận hành bằng khí đốt tự nhiên. Để đảm bảo gia nhiệt hiệu quả và đồng đều bên trong lò tầng sôi trong giai đoạn khởi động, ba vòi đốt khí, theo một phương án được lấy làm ví dụ, được bố trí đồng nhất, tức là được bố trí ở khoảng cách 120° so với mặt cắt ngang của lò đốt. Các vòi đốt khí cũng được bố trí ở phần ba phía trên của lò tầng sôi, do đó nhiệt đầu vào xảy ra từ phía trên vào lớp vật liệu trong quá trình gia nhiệt của lò tầng sôi. Các ống dẫn cấp liệu truyền không khí nóng được tạo ra bởi vòi đốt khí và chiếu vào bên trong lò tầng

sôi, theo một phương án được ưu tiên, được bố trí sao cho không khí đi vào theo hướng đi xuống ở một góc, ví dụ như 45° , vào thành lò đốt. Bằng cách này, có thể đảm bảo rằng bên trong lò tầng sôi và đặc biệt là lớp lót được gia nhiệt đồng đều bởi lớp được tạo thành bởi chất thải chứa kim loại quý trong quá trình khởi động lò tầng sôi.

Trong giai đoạn I của quá trình khởi động lò tầng sôi, việc đốt cháy dầu và cặn lưu huỳnh từ chất thải chứa kim loại quý phải được ưu tiên. Với mục đích này, thiết bị theo sáng chế, cụ thể là lò tầng sôi theo sáng chế, có vòi đốt đánh lửa theo một phương án của sáng chế. Vòi đốt đánh lửa cũng được ưu tiên vận hành bằng khí đốt tự nhiên. Vòi đốt đánh lửa này phục vụ cho việc đánh lửa một lần trong lò tầng sôi, sau đó lò tầng sôi và lớp vật liệu được nung nóng đến nhiệt độ quá trình là 630°C - 730°C và sau khi đạt được nhiệt độ quá trình này, giai đoạn tự nhiệt liên tục II của quá trình tái chế chất thải chứa kim loại quý được bắt đầu. Sau khi quá trình xử lý chất thải chuyển sang giai đoạn II tự nhiệt liên tục, vòi đốt đánh lửa không còn cần thiết nữa và tốt hơn là được đưa ra.

Lò tầng sôi của thiết bị theo sáng chế có thể tùy chọn có các điểm dự trữ bổ sung để đưa và xả không khí, sản phẩm, khí thải, v.v.

Như một ví dụ về vật liệu phế thải được xử lý, có thể đề cập đến vật liệu xúc tác từ ngành công nghiệp dầu mỏ. Những chất này chứa khoảng 80% oxit nhôm, khoảng 12% molybden và khoảng 8% niken và/hoặc coban và là các chất phụ gia phổ biến trong ngành thép và các loại tương tự, ví dụ như chất trợ dung, xỉ cũ hoặc là thành phần của hợp kim thép. Ở một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất việc sử dụng các chất thải đã được xử lý bằng quy trình của sáng chế trong ngành công nghiệp thép và sản xuất hóa chất.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế sẽ được giải thích chi tiết hơn thông qua việc minh họa năm hình vẽ:

Fig.1 là hình vẽ quy trình để minh họa giai đoạn khởi động I.

Fig.2 là sơ đồ quy trình để minh họa giai đoạn tự động II.

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt dọc lò tầng sôi theo sáng chế

Fig.4 là hình vẽ mặt cắt ngang qua lò phản ứng để mô tả sự sắp xếp của các vòi đốt.

Fig.5 là hình vẽ mặt cắt ngang qua lò phản ứng để mô tả cấu hình thay thế của việc bố trí các vòi đốt.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 cho thấy sơ đồ công nghệ để minh họa giai đoạn I của quá trình khởi động lò tăng sôi theo sáng chế. Giai đoạn khởi động của lò tăng sôi có thể được mô tả như sau:

100

Để khởi động, lò tăng sôi trước tiên được đổ đầy khoảng 1,5 tấn vật liệu đã được tái chế trước đó, đặc biệt là không còn chứa bất kỳ dư lượng dầu và dư lượng lưu huỳnh nào. Nếu các vật liệu chưa được xử lý được sử dụng để làm đầy lò tăng sôi cho lần đầu tiên trong giai đoạn khởi động, có thể dẫn đến sự kết tụ của các vật liệu và thiêu kết sau đó khi có nhiệt. Điều này sẽ có ảnh hưởng xấu đến quá trình khởi động. Việc cho các vật liệu phế thải đã được tái chế trước đó vào lò là rất quan trọng, không có quá nhiều nhiên liệu có thể được cho vào trong lò tăng sôi trong quá trình đánh lửa của quy trình, vì nó có thể dẫn đến nhiệt không kiểm soát được.

110

Đồng thời với bước 100, quá trình gia nhiệt của lò tăng sôi, đặc biệt là chất thải đã được xử lý trước đó được đưa vào lò tăng sôi. Việc gia nhiệt tốt hơn là sử dụng ít nhất một, tốt hơn là hai, đặc biệt tốt hơn là ba, (các) vòi đốt khí dựa trên khí tự nhiên.

120

Để bắt đầu quá trình tăng sôi của vật liệu trong lò tăng sôi, việc thổi không khí đã được gia nhiệt sơ bộ từ 45°C đến 130°C vào lò tăng sôi được tiến hành đồng thời với đưa vật liệu vào ở bước 100. Không khí được thổi vào lò tăng sôi là từ bên dưới.

130

Sau đó, việc đưa ra các vật liệu phế thải "chưa được xử lý" có chứa kim loại quý được bắt đầu.

140

Sau khi bắt đầu đưa các chất thải chưa được xử lý có chứa các kim loại quý vào, đầu tiên là đốt cháy dầu và cặn lưu huỳnh, sau đó được đốt cháy bằng cách sử dụng một vòi đốt riêng biệt, vòi đốt đánh lửa.

150

Khi đạt đến nhiệt độ quá trình (từ 630°C đến 730°C), tắt cả các vòi đốt, bao gồm cả vòi đánh lửa, được tắt và quá trình chuyển sang giai đoạn II, tức là quá trình từ đó diễn ra liên tục và tự động 200.

160

Sau khi kết thúc thành công giai đoạn khởi động I, vòi đốt đánh lửa được đưa ra khỏi quy trình. Quá trình sau đó diễn ra liên tục và tự động 200 trong nhiều tháng cho đến một số năm. Quá trình này chỉ bị gián đoạn khi cần bảo trì hoặc sửa chữa lò tăng sôi do hao mòn vật liệu. Việc bảo trì có thể được thực hiện trong vòng 2 đến 3 ngày không yêu cầu khởi động lại giai đoạn I, mặc dù nhiệt độ quá trình trong lớp vật liệu giảm xuống trong khoảng thời gian này, nhưng nó vẫn luôn đủ cao để tiếp tục giai đoạn II liên tục. Sau khi kết thúc bất kỳ đợt bảo dưỡng hoặc sửa chữa ngắn hạn nào như vậy, do đó, hoạt động liên tục và tự nhiệt của lò tăng sôi có thể được tiếp tục.

Fig.2 thể hiện sơ đồ quy trình để minh họa giai đoạn II 200 tự động, liên tục để tái chế chất thải chứa kim loại quý trong lò tăng sôi của sáng chế. Giai đoạn II 200 tự nhiệt liên tục, có thể được mô tả như sau:

200

Biểu thị giai đoạn II tự nhiệt liên tục trong lò tăng sôi. Khía cạnh đặc biệt của giai đoạn II là không cần phải đưa thêm nhiệt ngoài việc gia nhiệt sơ bộ không khí vào lò tăng sôi sau khi đánh lửa một lần. Một lượng hợp chất lưu huỳnh và carbon bám vào các chất thải chứa kim loại quý đủ để có nhiên liệu trong hệ thống nhằm giữ cho nhiệt độ của quá trình nằm trong khoảng từ 630°C đến 730°C.

Trong ví dụ này, vật liệu xúc tác từ ngành công nghiệp dầu mỏ được là chất thải chứa kim loại quý. Chúng chứa khoảng 80% oxit nhôm, khoảng 12% molybden và khoảng 8% niken và/hoặc coban. Các lô chất xúc tác cũng chứa ba thành phần: bụi, các mảnh lớn

hơn và một phần bao gồm các hạt chất xúc tác nguyên vẹn. Tạp chất chính sau khi sử dụng các mẻ xúc tác trong quá trình lọc dầu là cặn dầu và lưu huỳnh.

Giai đoạn II tự nhiệt liên tục trong lò tầng sôi được đặc trưng bởi các thông số quá trình sau:

- Nhiệt độ bình phản ứng: 630°C-730°C
- Không khí đưa vào: 45°C-130°C, 3000 đến 5000 kg/h
- Lưu lượng nguyên liệu qua lò: khoảng 1000 kg/h
- Thời gian lưu của vật liệu: khoảng 4h
- Mức độ lấp đầy lò phản ứng: 15% đến 25%
- Áp suất trong lò phản ứng: -0,2 đến -0,3 mbar

210

Quá trình việc đưa các chất thải chứa kim loại quý vào, diễn ra ở phần trên của lò tầng sôi. Nhiệt độ quá trình được giữ trong phạm vi ưu tiên từ 630°C đến 730°C trong giai đoạn II tự nhiệt liên tục, tốt hơn là theo cách đơn giản thông qua kiểm soát tốc độ dòng chảy của vật liệu qua lò. Tốc độ dòng chảy của chất thải chứa kim loại quý cần xử lý nằm trong khoảng từ 800 đến 1200 kg/h, tốt hơn là từ 900 đến 1100 kg/h, đặc biệt tốt hơn là khoảng 1000 kg/h. Để kiểm soát tốc độ dòng vật liệu vào, lò tầng sôi được đặt trước bởi một cân đo vi sai. Lượng vật liệu đưa vào được điều chỉnh bằng phương tiện SPS, điều khiển cân đo vi sai, với khớp nối ngược được thực hiện với nhiệt độ xử lý trong lò tầng sôi và thiết bị đo mức nạp của lò tầng sôi.

Nếu nhiệt độ trong lớp vật liệu giảm xuống dưới phạm vi dự định, thì tốc độ dòng vật liệu vào sẽ tăng lên. Ngược lại, tốc độ dòng vật liệu vào giảm khi nhiệt độ trong lớp vật liệu tăng lên trên phạm vi dự định.

220

Việc xả vật liệu đã xử lý xảy ra ở đầu dưới của lò tầng sôi dưới tác dụng của trọng lực bằng thiết bị xả chứa các van có thể điều khiển được.

230, 240

Sau khi ra khỏi lò tầng sôi, vật liệu đã được xử lý có thể được xử lý thêm tùy thuộc vào mong muốn của khách hàng, ví dụ như trong lò ống quay 230. Vật liệu đã được xử lý thêm theo cách này sau đó được đóng gói 240 để giao cho khách hàng.

250

Tuy nhiên, vật liệu thường được thải vào bình dự trữ từ nơi nó được vận chuyển đi thông qua các thiết bị vận chuyển, ví dụ như trục vít vận chuyển làm nguội và thiết bị vận chuyển khí nén, đến bộ phận đóng gói túi lớn.

260

Quá trình việc đóng gói vào túi lớn.

300

Mô tả tượng trưng quá trình tạo thành không khí. Để đốt cháy các cặn hữu cơ như cặn dầu và cặn carbon bám vào chất thải chứa kim loại quý, lò tầng sôi được cung cấp khoảng 3000 đến 5000 kg/h không khí trong giai đoạn II tự nhiệt liên tục. Lượng không khí này được cho là đủ để đốt cháy cặn dầu và cặn carbon một cách hiệu quả và hoàn toàn về cơ bản từ chất thải chứa kim loại quý. Lý tưởng nhất là không khí được gia nhiệt sơ bộ đến nhiệt độ trong khoảng từ 45°C đến 130°C trước khi đưa vào lò tầng sôi. Không khí của quy trình này là không khí trong khí quyển đã được gia nhiệt sơ bộ. Để gia nhiệt sơ bộ không khí của quá trình, có thể sử dụng, ví dụ, nhiệt thải của lò tầng sôi, tức là nhiệt của không khí đốt được lọc 310, với quá trình gia nhiệt sơ bộ được thực hiện trong bộ trao đổi nhiệt 340. Quá trình trao đổi nhiệt cho gia nhiệt sơ bộ không khí của quy trình 300 được ký hiệu bằng các mũi tên chấm giữa 300 và 340. Hơi nước nóng 350 được sử dụng để gia nhiệt sơ bộ không khí của quy trình 300. Hơi nước nóng 350 được tạo ra bằng cách đun nóng nước bằng khí thải được lọc được mô tả trong giai đoạn sau 310.

310

Khí thải có chứa vật liệu giống như bụi, do phương thức hoạt động được thải ra từ lò tầng sôi, và lưu huỳnh, chủ yếu ở dạng oxit lưu huỳnh như SO₂ và SO₃, phát sinh trong

quá trình theo sáng chế. Vì lý do bảo vệ môi trường, nên tránh thải các vật liệu này vào môi trường nếu có thể. 310 là bước đầu tiên của quá trình lọc khí thải. Để loại bỏ các vật liệu giống như bụi ra khỏi dòng khí thải, dòng khí thải được lọc. Việc lọc khí thải được thực hiện bằng các bộ lọc có trên thị trường, là sử dụng bộ lọc thô và bộ lọc tinh. Ví dụ, các bộ lọc thô và tinh thích hợp bằng thép không gỉ. Quy trình của sáng chế đặc biệt thân thiện với môi trường vì các vật liệu giống như bụi được loại bỏ khỏi dòng khí thải bằng các bộ lọc thô và tinh, sau đó được thêm trực tiếp vào sản phẩm đã xử lý (ký hiệu bằng đường đứt đoạn giữa 310 và 250 hoặc giữa 310 và 230).

320

Để loại bỏ lưu huỳnh, tức là các oxit lưu huỳnh, dòng khí thải được làm sạch. Quá trình làm sạch dòng khí thải nói chung bao gồm nhiều giai đoạn làm sạch, với việc làm sạch được thực hiện bằng nước và sữa vôi. Việc cọ rửa bằng nước có tác dụng loại bỏ các phần bụi còn sót lại trong dòng khí thải. Chà rửa bằng sữa vôi dùng để tách các oxit lưu huỳnh ra khỏi dòng khí thải, với các oxit lưu huỳnh được phản ứng với sữa vôi để tạo thành thạch cao. Để hỗ trợ việc loại bỏ các oxit lưu huỳnh, có thể thực hiện thêm quá trình làm sạch dòng khí thải bằng dung dịch natri hydroxit trong giai đoạn làm sạch tiếp theo.

330

Quá trình không khí đốt được làm sạch, làm mát và được thải vào khí quyển.

350

Quá trình hơi nước nóng được tạo ra bằng cách đun nóng nước bằng khí thải, khí thải được lọc như mô tả trong bước 310. Hơi nước nóng được sử dụng trong quy trình của sáng chế để gia nhiệt sơ bộ không khí ở quy trình 300 bằng bộ trao đổi nhiệt 340.

Fig.3A thể hiện sơ đồ mô tả lò tầng sôi 100 của thiết bị theo sáng chế. Lò tầng sôi 100 bao gồm một bình thép 108 có lớp vật liệu chịu lửa 118. Việc đưa các vật liệu phế thải có chứa kim loại quý vào trong giai đoạn II tự nhiệt liên tục được thực hiện thông qua cửa cấp vật liệu 101. Trong giai đoạn khởi động I, nạp sơ bộ với vật liệu đã xử lý trước đó cũng được thực hiện thông qua cửa cấp vật liệu 101. Việc xả vật liệu đã xử lý được thực hiện ở đầu dưới của bình thép 108 dưới tác dụng của trọng lực thông qua cửa xả vật liệu 110 và

111. Thiết bị xả có van tích hợp để kiểm soát tốc độ xả vật liệu được bố trí tại cửa xả vật liệu 110 và 111.

Không khí cấp vào qua cửa cấp không khí 102 đã được gia nhiệt sơ bộ, cửa cấp không khí 102 là từ đầu dưới của bình thép 108. Để có được sự phân phối tốt hơn của không khí và quá trình hóa lỏng tối ưu của các chất thải chứa kim loại quý, không khí của quy trình được thổi vào bình thép 108 thông qua bộ phân phối không khí 104 có nhiều vòi phun không khí 105. Cửa xả khí thải 103 cho khí thải hoặc khí đốt được đặt ở đầu phía trên của bình thép 108.

Tốc độ đưa chất thải chứa kim loại quý và tốc độ thải vật liệu được kiểm soát với sự trợ giúp của thiết bị đo mức nạp trong lò tầng sôi 100. Với mục đích này, lò tầng sôi bao gồm một mức nạp thiết bị đo hoạt động đáng tin cậy ở nhiệt độ xử lý cao trong khoảng từ 630°C đến 730°C và áp suất giảm trong khoảng từ -0,2 đến -0,3 mbar trong bình thép. Thiết bị đo mức làm đầy hoạt động trên cơ sở phép đo chênh lệch áp suất giữa hai điểm đo 112, 113, trong đó một điểm đo, tức là cảm biến áp suất thứ nhất 113, được bố trí phía trên lớp vật liệu trong bình thép 108 của cửa lò tầng sôi 100 và một điểm đo, tức là cảm biến áp suất thứ hai 112, được bố trí bên dưới lớp vật liệu này. Để tăng độ tin cậy và độ chắc chắn của phép đo, phép đo chênh lệch áp suất này được cấu hình dự phòng. Thiết bị đo mức đổ đầy được cấu hình sao cho mức đổ đầy trong bình thép được tính toán với sự hỗ trợ của phép đo chênh lệch áp suất, nhưng tốt hơn là có tính đến nhiệt độ phổ biến trong bình thép và áp suất phổ biến trong bình thép. Mức độ lấp đầy trong bình thép 108 được giữ trong khoảng từ 15% đến 25%, tốt hơn là từ 16% đến 21%.

Nhiệt độ quá trình được giữ trong khoảng từ 630°C đến 730°C trên lớp vật liệu. Để theo dõi nhiệt độ đáng tin cậy, lò tầng sôi 100 có ít nhất một cảm biến nhiệt độ, tốt hơn là có nhiều cảm biến nhiệt độ, đặc biệt tốt hơn là sáu cảm biến nhiệt độ 114, 115 và 116, với ít nhất hai điểm đo tốt hơn là được phân bố theo chiều dọc trên than lò. Ngoài ra, lò tầng sôi 100 có thể có thêm các cảm biến nhiệt độ, ví dụ như cảm biến nhiệt độ 117, đo nhiệt độ phía trên lớp vật liệu bên trong bình thép 108.

Lò tầng sôi 100 được vận hành trong điều kiện áp suất giảm, tốt hơn là ở áp suất trong khoảng từ -0,2 đến -0,3 mbar, trong giai đoạn II tự nhiệt liên tục. Để đo áp suất, ít nhất một cảm biến áp suất 119 có mặt bên trong lò tầng sôi. Áp suất giảm trong phần bên

trong cửa lò tăng sôi trong khoảng từ -0,2 đến -0,3 mbar được tạo ra và điều chỉnh bằng, ngoài những điều khác, việc chiết khí thải qua cửa xả khí thải 103.

Trong giai đoạn khởi động I, lò tăng sôi 100 được gia nhiệt bằng ba vòi đốt 106A, 106B và 106C cho đến khi đạt được nhiệt độ vận hành trong khoảng từ 630°C đến 730°C trong bình thép 108. Như được minh họa trên Fig.3A rằng ba vòi đốt 106A, 106B, 106C được bố trí qua các cửa vào ở phần ba trên của bình thép 108. Các ống dẫn vào của ba vòi đốt 106A, 106B và 106C, theo phương án được thể hiện ở đây, được bố trí sao cho luồng không khí vào nghiêng một góc 45° so với thành bình thép 108. Cũng có thể hình dung được các cách khác để bố trí các ống dẫn khí vào.

Thiết bị theo sáng chế có thể chứa, ngoài lò tăng sôi 100, một hoặc nhiều thiết bị phụ trợ và bổ sung được chọn trong số:

- Cân bằng chênh lệch trong vùng nạp nguyên liệu (kết hợp với thiết bị đo mức làm đầy và đo nhiệt độ của nhiệt độ quá trình),

- Phương tiện để vận chuyển vật liệu đã xử lý thải ra xa hơn, ví dụ bao gồm trục vít vận chuyển làm nguội, thiết bị vận chuyển khí nén và thiết bị đóng gói túi lớn,

- Tùy chọn lò ống quay để nung và/hoặc chế biến thêm sản phẩm,

- Hệ thống làm sạch khí thải, ví dụ bao gồm

- Ít nhất một bộ lọc thô và ít nhất một bộ lọc tinh để tách vật liệu giống như bụi và thải chúng vào dòng sản phẩm,

- Nhiều giai đoạn lọc để khử lưu huỳnh (để tạo thành thạch cao) dòng khí thải, ví dụ: giai đoạn lọc sử dụng nước và hai giai đoạn lọc sử dụng sữa vôi,

- Tùy chọn một giai đoạn bổ sung để làm sạch dòng khí thải bằng dung dịch natri hydroxit loãng,

- Một hoặc nhiều van trong hệ thống khí thải để bảo vệ chống quá áp,

- Một bộ trao đổi nhiệt để làm mát khí thải trong dòng khí thải, với nhiệt thải được sử dụng để gia nhiệt sơ bộ không khí của quá trình.

Hơn nữa, thiết bị theo sáng chế bao gồm một thiết bị điều khiển để điều khiển lò tầng sôi 100 trong giai đoạn II tự nhiệt liên tục, được cấu hình để:

- Điều khiển thiết bị đo mức nạp sao cho mức nạp của bình thép 108 được giữ trong khoảng từ 15% đến 25%, tốt hơn là từ 16% đến 21%, bằng cách đo chênh lệch áp suất 112, 113 và lấy tính đến nhiệt độ quá trình cao từ 630°C đến 730°C, với việc xả vật liệu được thực hiện dưới trọng lực bằng cách kiểm soát van trong cửa xả vật liệu 110 và 111.

- Và/hoặc giữ nhiệt độ của quá trình trong khoảng từ 630°C đến 730°C, với không khí của quá trình được gia nhiệt sơ bộ đến nhiệt độ trong khoảng 45°C – 130°C bằng bộ trao đổi nhiệt,

- Và/hoặc đặt áp suất bên trong bình thép 108 của lò tầng sôi 100 trong khoảng từ -0,2 đến -0,3 mbar.

Theo sáng chế, lò tầng sôi 100 có thể còn bao gồm các cổng dự trữ 120, 121, 122 và kính quan sát 123 có kết nối xả để theo dõi quá trình bằng hình ảnh.

Fig.3B thể hiện một phần thành của lò tầng sôi 100 với bình thép 108 có vòi đốt đánh lửa 109 của vòi đốt để khởi động lò tầng sôi trong giai đoạn I. Vòi đốt được lấy ra sau kết thúc thành công giai đoạn khởi động I.

Fig.3C thể hiện một phần thành của lò tầng sôi 100 với bình thép 108, có cảm biến áp suất dưới 112 và cảm biến áp suất trên 113 để đo chênh lệch áp suất làm cơ sở cho thiết bị đo mức nạp của thiết bị của sáng chế.

Fig.4 thể hiện mặt cắt ngang qua lò tầng sôi 100 với ba vòi đốt 106A, 106B và 106C được vận hành bằng khí tự nhiên để đốt nóng bình thép 108 trong giai đoạn khởi động I cho đến khi nhiệt độ quá trình nằm trong khoảng từ 630°C đến 730°C đã đạt được. Ba vòi đốt 106A, 106B và 106C được bố trí ở khoảng cách trong mỗi trường hợp là 120° xung quanh chu vi của bình thép 108. Đầu vào của vòi đốt 106A, 106B và 106C chứa các ống thép được bao quanh bởi lớp phủ lớp vật liệu chịu lửa 118.

Fig.5 thể hiện mặt cắt ngang qua lò tầng sôi 100 với ba đầu vào của vòi đốt 106A, 106B và 106C được vận hành bằng khí tự nhiên để đốt nóng bình thép 108 trong giai đoạn khởi động I cho đến khi nhiệt độ của quá trình nằm trong khoảng 630°C đến 730°C. Ba đầu vào của vòi đốt 106A, 106B và 106C được bố trí ở khoảng cách trong mỗi trường hợp là 120° xung quanh chu vi của bình thép 108. Trong phương án được thể hiện ở đây, đầu vào của đèn đốt 106A, 106B và 106C được làm hoàn toàn bằng lớp vật liệu chịu lửa 118 và không chứa bất kỳ ống thép nào.

Các số tham chiếu:

100	Lò tăng sôi
101	Cửa cấp vật liệu
102	Cửa cấp không khí
103	Cửa xả khí thải
104	Bộ phân phối không khí
105	Vòi phun không khí
106A, B, C	Các vòi đốt
107A, B, C	Kính quan sát vòi đốt
108	Bình thép
109	Vòi đốt đánh lửa
110, 111	Cửa xả vật liệu
112	Cảm biến áp suất thấp cho thiết bị đo mức nạp
113	Cảm biến áp suất cao cho thiết bị đo mức nạp
114, 115, 116	Cảm biến nhiệt độ trong lớp vật liệu
117	Cảm biến nhiệt độ phía trên lớp vật liệu
118	Lớp vật liệu chịu lửa
119	Cảm biến áp suất
120, 121, 122	Cổng dự phòng
123	Kính quan sát có đầu kết nối kết nối thổi khí

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình tái chế chất thải chứa kim loại quý trong lò tầng sôi (100), gồm các giai đoạn:

I. Khởi động lò tầng sôi (100); và

II. Tái xử lý liên tục các chất thải,

đặc trưng ở chỗ lò tầng sôi (100) được vận hành tự nhiệt trong giai đoạn II của quá trình tái xử lý liên tục chất thải chứa kim loại quý, trong đó lò tầng sôi (100) bao gồm

- bình thép (108) có lớp vật liệu chịu lửa (118),
- cửa cấp vật liệu (101) cho chất thải chứa kim loại quý,
- ít nhất một cửa xả vật liệu (110, 111), bao gồm van,
- ít nhất một đầu vào để cung cấp không khí của quy trình vào cửa cấp không khí (102) và
- thiết bị gia nhiệt sơ bộ để gia nhiệt sơ bộ không khí của quá trình,
- thiết bị đo mức làm đầy, tốt hơn là dựa trên phép đo chênh lệch áp suất giữa hai điểm đo (112, 113), trong đó một điểm đo (113) được bố trí phía trên và một điểm đo (112) được bố trí bên dưới lớp vật liệu,
- ít nhất một cảm biến áp suất (119) để đo áp suất bên trong bình thép (108), và thiết bị điều khiển để điều khiển thiết bị đo mức làm đầy, bằng phép đo chênh lệch áp suất sử dụng cảm biến áp suất (112, 113), và có tính đến nhiệt độ quá trình từ 630°C đến 730°C trong giai đoạn II liên tục, mức làm đầy của thân lò (108) được giữ trong khoảng từ 15% đến 25%, trong đó
 - việc xả vật liệu được thực hiện dưới tác động của trọng lực thông qua việc kích hoạt van ở ít nhất một cửa xả vật liệu (110, 111);
 - và/hoặc giữ nhiệt độ của quá trình trong khoảng từ 630°C đến 730°C, trong đó không khí của quá trình được gia nhiệt sơ bộ đến nhiệt độ trong khoảng 45°C – 130°C bằng thiết bị gia nhiệt sơ bộ;
 - và/hoặc đặt áp suất bên trong thân lò (108) thành giá trị trong khoảng từ -0,2 đến -0,3 mbar bằng cách điều khiển thiết bị chiết khí thải.

2. Quy trình theo điểm 1, đặc trưng ở chỗ lò tăng sôi (100) trong giai đoạn II tự nhiệt liên tục, được vận hành với tốc độ dòng vật liệu chảy qua lò khoảng 1000 kg/h.

3. Quy trình theo tất cả các điểm nêu trên, đặc trưng ở chỗ lò tăng sôi (100) trong suốt giai đoạn II tự nhiệt liên tục có lưu lượng không khí của quy trình từ khoảng 3000 đến 5000 kg/h, tốt hơn là được gia nhiệt sơ bộ đến nhiệt độ trong khoảng từ 45°C đến 130°C.

4. Quy trình theo một trong các điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, đặc trưng ở chỗ thời gian lưu trú của vật liệu thải có chứa kim loại quý trong lò tăng sôi (100) trong giai đoạn II tự nhiệt liên tục là khoảng 4 giờ.

5. Quy trình theo một trong các điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, đặc trưng ở chỗ lò tăng sôi (100) trong giai đoạn II tự nhiệt liên tục được vận hành ở áp suất giảm, tốt hơn là ở áp suất trong khoảng từ -0,2 đến -0,3 mbar.

6. Quy trình theo một trong các điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó giai đoạn I khởi động lò tăng sôi (100) bao gồm các bước:

- i) đưa vật liệu đã được tái chế trước đó vào lò tăng sôi đồng thời thổi không khí vào lò tăng sôi và tạo dòng chảy vật liệu,
- ii) gia nhiệt lò tăng sôi đến nhiệt độ quy trình sử dụng ít nhất một, tốt hơn là hai, đặc biệt tốt hơn là ba, (các) vòi đốt khí,
- iii) đưa chất thải chứa kim loại quý vào,
- iv) đánh lửa bằng vòi đốt đánh lửa,
- v) tắt tất cả các vòi đốt khi đạt đến nhiệt độ xử lý từ 630°C đến 730°C.

7. Quy trình theo một trong các điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó sau khi hoàn thành giai đoạn I khởi động lò tăng sôi (100), vòi đốt đánh lửa (109) được lấy ra khỏi quy trình.

8. Thiết bị bao gồm lò tăng sôi (100) để tái chế chất thải chứa kim loại quý trong quy trình tự nhiệt liên tục, trong đó lò tăng sôi (100) bao gồm:

- bình thép (108) có lớp vật liệu chịu lửa (118),
- cửa cấp vật liệu (101) cho chất thải chứa kim loại quý,

- ít nhất một cửa xả vật liệu (110, 111), trong đó ít nhất một cửa xả vật liệu (110, 111) để xả vật liệu từ lò tầng sôi (100) có van để kiểm soát tốc độ xả vật liệu,
- ít nhất một đầu vào để đưa không khí của quy trình vào cửa cấp không khí (102) và
- thiết bị gia nhiệt sơ bộ để gia nhiệt sơ bộ không khí của quá trình đến 45°C – 130°C,
- ít nhất một vòi đốt khí, tốt hơn là hai vòi đốt khí, đặc biệt tốt hơn là ba vòi đốt khí (106A, 106B, 106C) chỉ được vận hành để gia nhiệt lò tầng sôi (100) đến nhiệt độ xử lý từ 720°C đến 730°C khi khởi động,
- thiết bị đo mức làm đầy, tốt hơn là dựa trên phép đo chênh lệch áp suất giữa hai điểm đo (112, 113), trong đó một điểm đo (113) được bố trí phía trên và một điểm đo (112) được bố trí bên dưới lớp vật liệu,
- ít nhất một cảm biến áp suất (119) để đo áp suất bên trong bình thép (108),
- ít nhất một cảm biến nhiệt độ, tốt hơn là có nhiều cảm biến nhiệt độ, đặc biệt tốt hơn là sáu cảm biến nhiệt độ (114, 115, 116), để đo nhiệt độ của quá trình, trong đó có ít nhất hai cảm biến nhiệt độ (được chọn trong số 114, 115 và 116) được sắp xếp theo chiều dọc phân bố trên lớp vật liệu, và thiết bị điều khiển được cấu hình để
 - điều khiển thiết bị đo mức làm đầy, bằng phép đo chênh lệch áp suất sử dụng cảm biến áp suất (112, 113) và có tính đến nhiệt độ quá trình từ 630°C đến 730°C, sao cho mức làm đầy của thân lò (108) được giữ trong khoảng từ 15% đến 25%, trong đó với việc xả vật liệu được thực hiện dưới tác động của trọng lực bằng cách kiểm soát van ở ít nhất một cửa xả vật liệu (110, 111);
 - và/hoặc giữ nhiệt độ của quá trình trong khoảng từ 630°C đến 730°C, với không khí của quá trình được gia nhiệt sơ bộ đến nhiệt độ trong khoảng 45°C – 130°C bằng thiết bị gia nhiệt sơ bộ,
 - và/hoặc đặt áp suất bên trong thân lò thành giá trị trong khoảng từ -0,2 đến -0,3 mbar bằng cách điều khiển thiết bị chiết khí thải.

9. Thiết bị theo điểm 8, được đặc trưng ở chỗ lò tầng sôi (100) còn bao gồm bộ phân phối không khí (104) với các vòi phun không khí (105) để phân phối không khí của quy

trình được cấp qua ít nhất một cửa cấp không khí (102) vào lò tầng sôi (100), với bộ phân phối không khí (104) tốt hơn là được bố trí ở vùng dưới của lò tầng sôi (100).

10. Thiết bị theo điểm 8 và điểm 9, đặc trưng ở chỗ lò tầng sôi (100) còn bao gồm vòi đốt đánh lửa (109) để đánh lửa một lần/bắt đầu giai đoạn II tự nhiệt liên tục để tái chế vật liệu phế thải chứa các kim loại quý, với vòi đốt đánh lửa (109) tốt hơn là được lấy ra sau khi đánh lửa.

11. Thiết bị theo bất kỳ điểm nào trong số các điểm từ 8 đến 10, còn bao gồm một hoặc nhiều thiết bị phụ trợ và bổ sung được chọn từ

- cân bằng sự chênh lệch trong vùng nạp nguyên liệu, tốt hơn là được kết hợp với thiết bị đo mức làm đầy và đo nhiệt độ của nhiệt độ quá trình,
- phương tiện để vận chuyển vật liệu đã xử lý thải ra xa hơn, ví dụ bao gồm trục vít vận chuyển làm nguội, thiết bị vận chuyển khí nén và thiết bị đóng gói túi lớn,
- tùy chọn lò ống quay để nung và/hoặc xử lý thêm vật liệu đã xử lý thải ra,
- hệ thống làm sạch khí thải, ví dụ bao gồm,
 - ít nhất một bộ lọc mịn để tách vật liệu giống như bụi và cho nó vào dòng sản phẩm,
 - nhiều giai đoạn lọc để khử lưu huỳnh trong dòng khí thải, ví dụ: giai đoạn lọc sử dụng nước và hai giai đoạn lọc sử dụng sữa vôi,
 - tùy chọn một giai đoạn bổ sung để làm sạch dòng khí thải bằng dung dịch natri hydroxit loãng,
- một hoặc nhiều van trong hệ thống khí thải để bảo vệ chống quá áp, và
- bộ trao đổi nhiệt để làm mát khí thải trong dòng khí thải và đồng thời gia nhiệt sơ bộ không khí của quy trình từ 45°C đến 130°C.

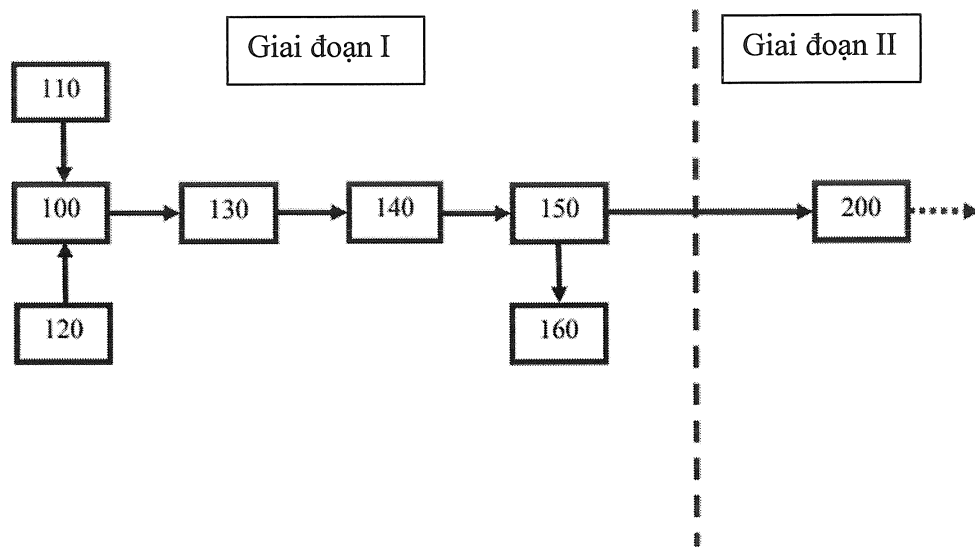


Fig.1

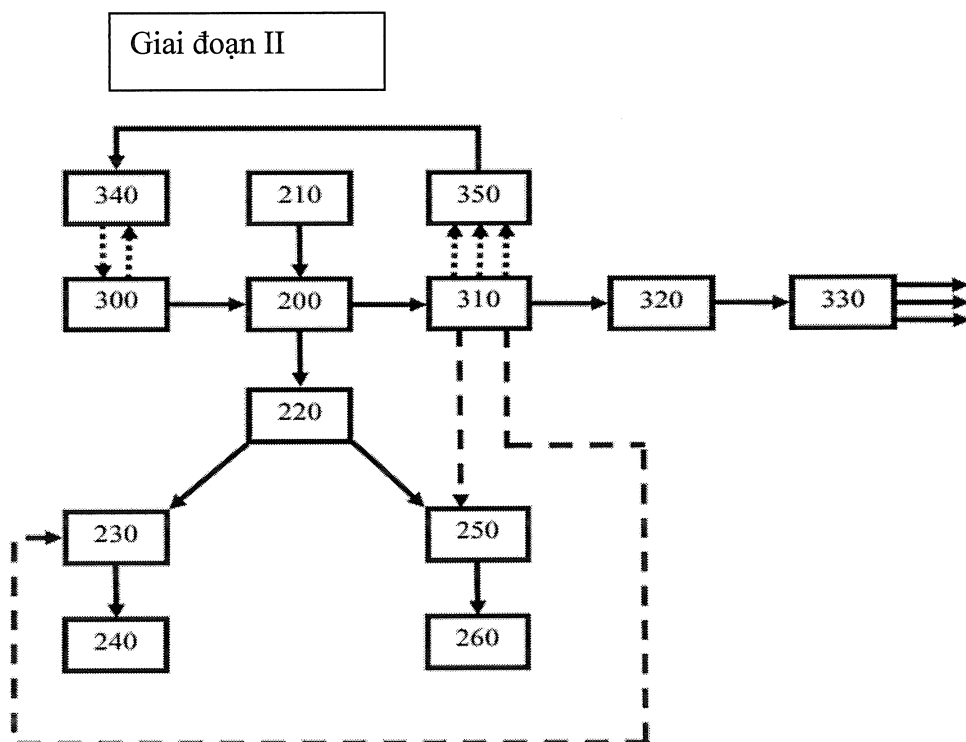
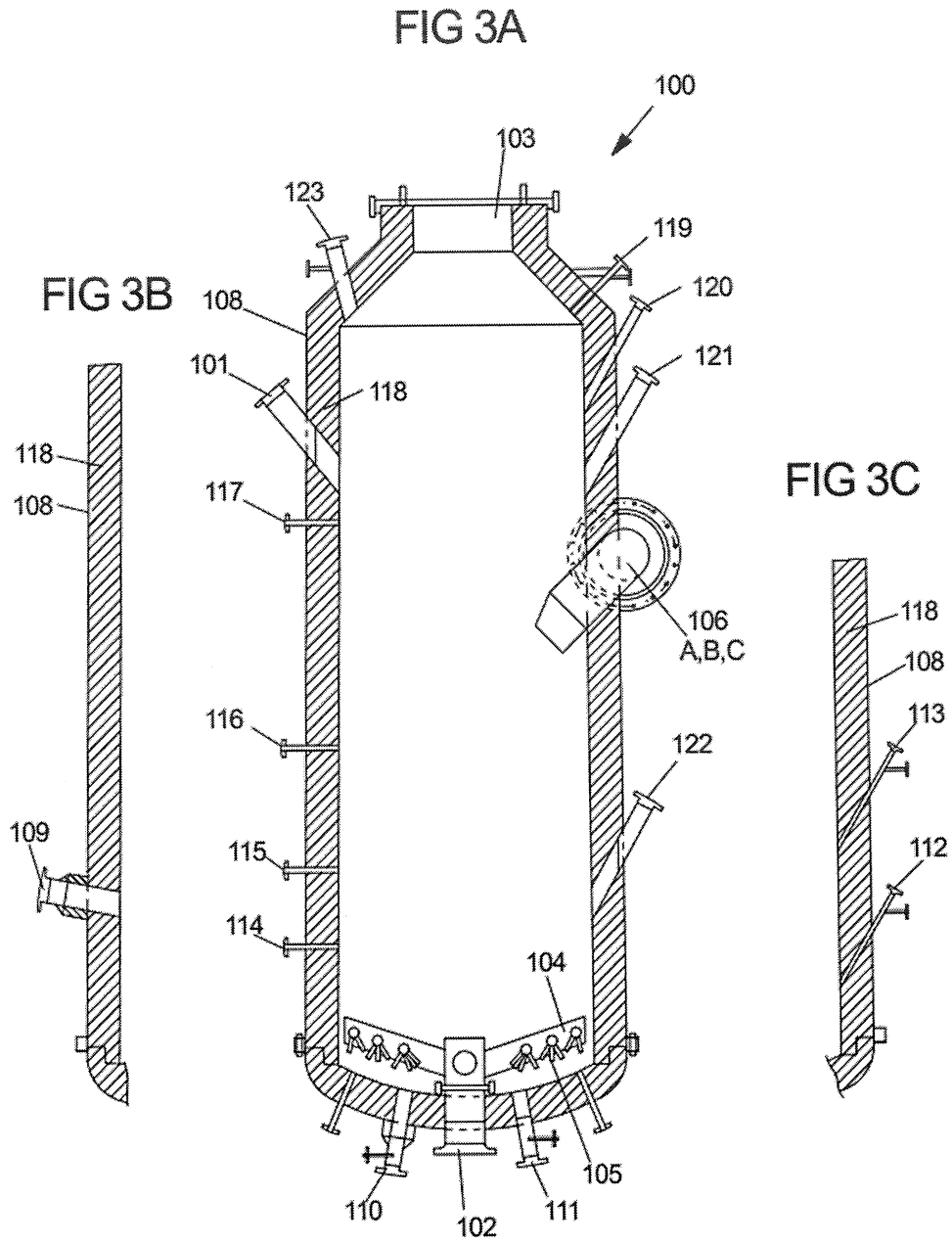
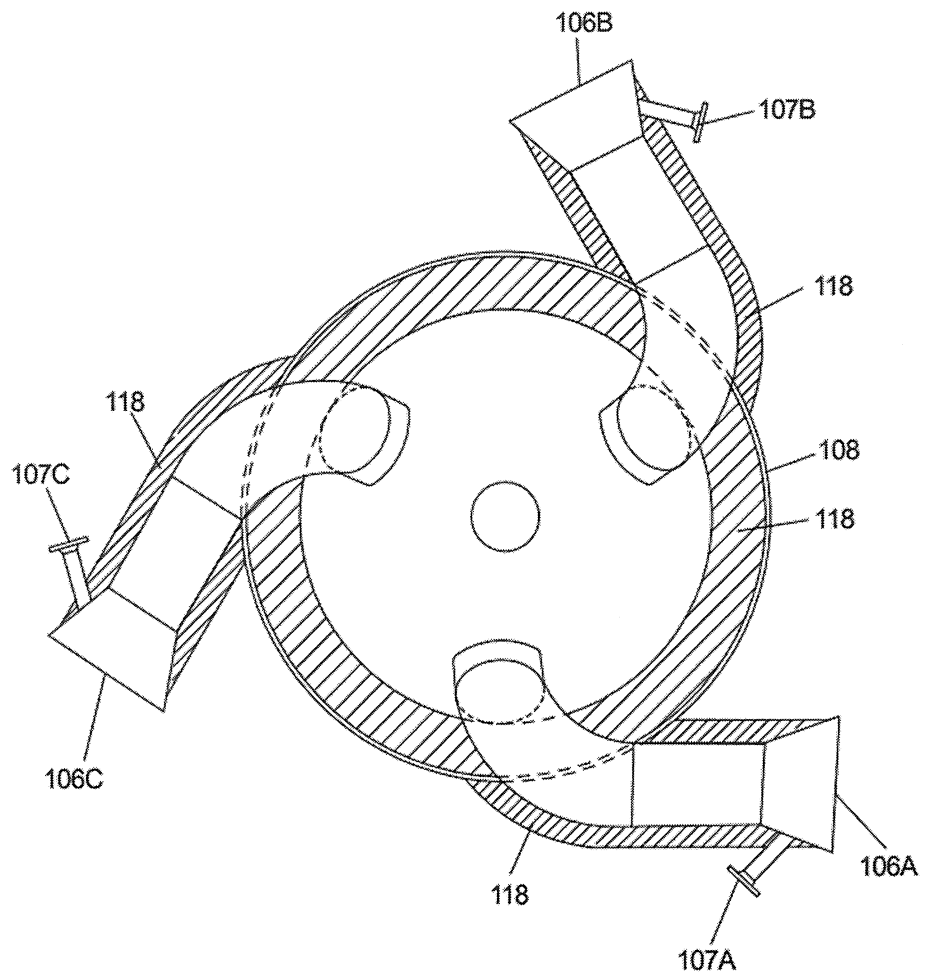
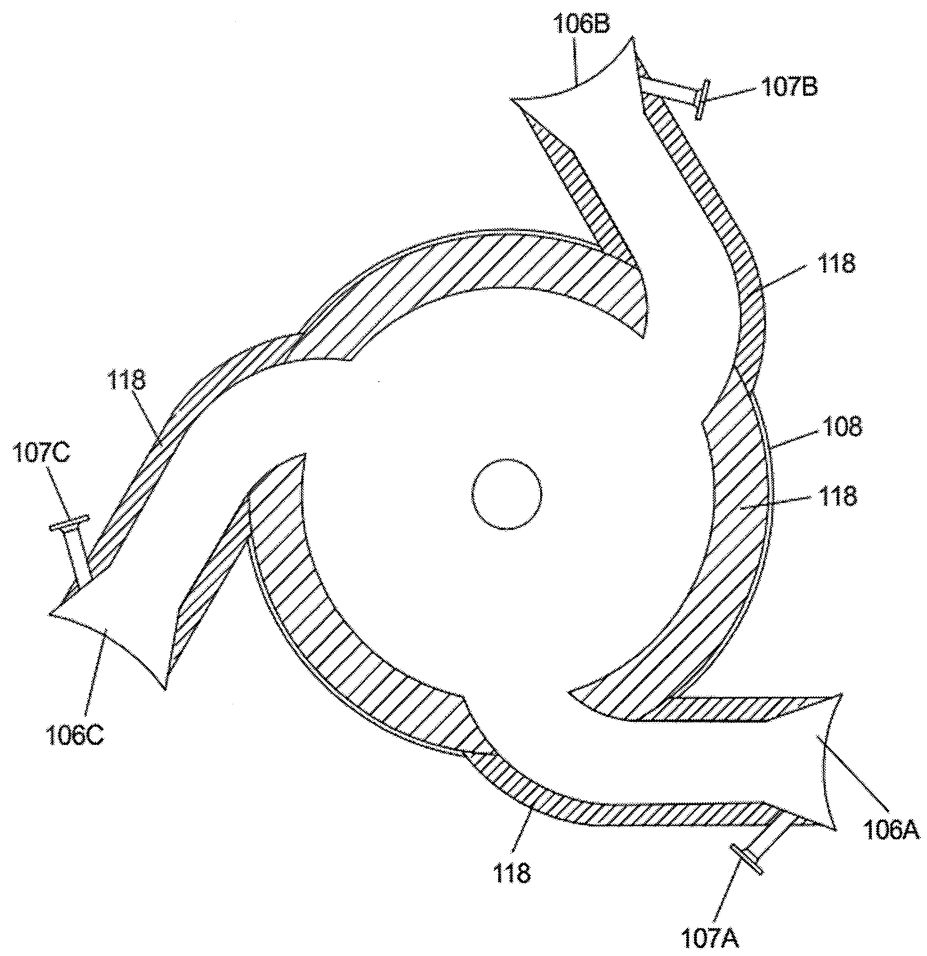


Fig.2

**Fig.3**

**Fig.4**

**Fig.5**