



(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)



1-0027428

(51)⁷ C21B 13/00; F27D 3/18; F27D 3/00;
F27B 15/08; F27B 15/10

(13) B

(21) 1-2016-02766

(22) 27/01/2015

(86) PCT/EP2015/051572 27/01/2015

(87) WO2015/117861 13/08/2015

(30) 14154422.1 10/02/2014 EP

(45) 25/02/2021 395

(43) 25/11/2016 344A

(73) PRIMETALS TECHNOLOGIES AUSTRIA GMBH (AT)

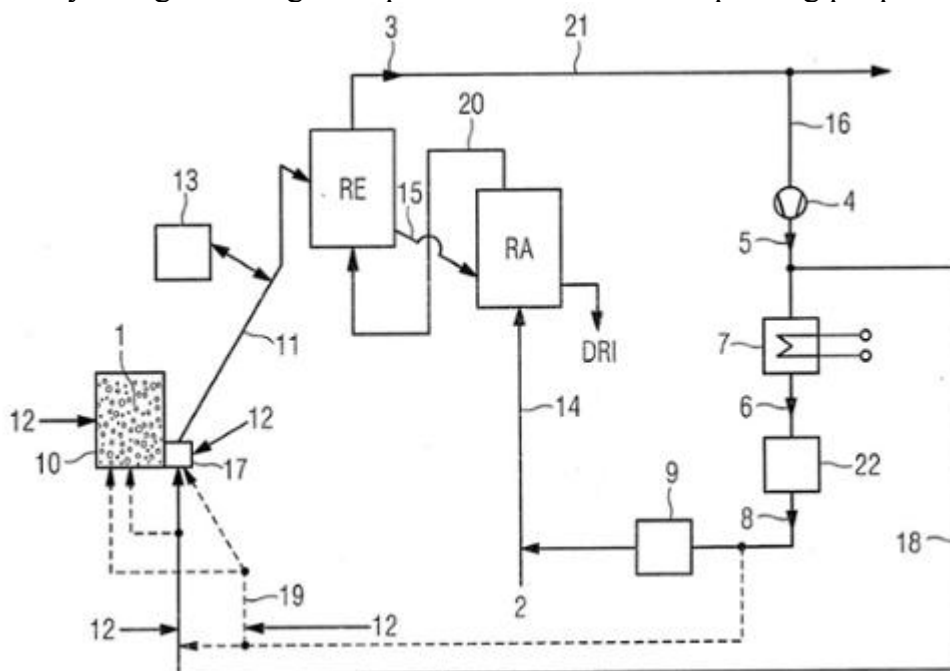
Turmstrasse 44, 4031 Linz, Austria

(72) MILLNER, Robert (AT); PLAUL, Jan-Friedemann (AT); REIN, Norbert (AT).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ HOÀN NGUYÊN LIỆU NẠP CHỨA OXIT KIM LOẠI

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp hoàn nguyên liệu nạp chứa oxit kim loại (1), trong đó liệu nạp chứa oxit kim loại (1) được hoàn nguyên trong ít nhất hai bộ phận tầng sôi (RA, RE) nhờ khí khử (2), trong đó ít nhất một phần của khí thải thu được (3) được tái tuần hoàn và trong đó liệu nạp chứa oxit kim loại (1) được vận chuyển vào bộ phận tầng sôi (RE) nhờ khí đẩy. Sáng chế cũng đề cập đến thiết bị thực hiện phương pháp theo sáng chế.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp hoàn nguyên liệu nạp chứa oxit kim loại, trong đó liệu nạp chứa oxit kim loại này được hoàn nguyên trong ít nhất hai bộ phận tầng sôi RA, RE nhờ khí khử, trong đó ít nhất một phần của khí thải thu được được tái tuần hoàn và trong đó liệu nạp chứa oxit kim loại này được vận chuyển vào bộ phận tầng sôi RE nhờ khí đẩy.

Sáng chế cũng đề cập đến thiết bị thực hiện phương pháp theo sáng chế.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đã biết các phương pháp trong đó nitor được dùng làm khí đẩy để vận chuyển bằng khí liệu nạp chứa oxit kim loại vào bộ phận tầng sôi.

Tuy nhiên, nhược điểm của các phương pháp này là cần đến lượng lớn nitor để thực hiện các phương pháp như vậy. Ví dụ, trong hệ thống thiết bị FINEX®, cần đến 7000 mét khối nitor trên giờ để vận chuyển 220 tấn liệu nạp chứa oxit kim loại vào bộ phận tầng sôi. Việc cần đến lượng lớn nitor như vậy kèm theo chi phí tốn kém và mức độ phức tạp đáng kể của thiết bị.

Một nhược điểm khác là việc nitor được vận chuyển vào bộ phận tầng sôi cùng với liệu nạp chứa oxit kim loại, dẫn đến việc làm loãng khí khử có mặt trong bộ phận tầng sôi và do đó ảnh hưởng bất lợi đến quá trình hoàn nguyên của liệu nạp chứa oxit kim loại trong bộ phận tầng sôi.

Theo các phương pháp hoàn nguyên liệu nạp chứa oxit kim loại trong bộ phận tầng sôi, ít nhất một phần của khí khử đã sử dụng trong quy trình hoàn nguyên, còn được gọi là khí thải, thường được tái tuần hoàn. Ít nhất một phần của khí thải này được nén để tạo ra khí tuần hoàn nóng và sau đó được làm nguội tới nhiệt độ cần thiết để loại bỏ CO₂ nhằm tạo ra khí tuần hoàn nguội. Khí tuần hoàn nguội này được loại bỏ CO₂ để tạo ra khí sản phẩm chứa lượng CO₂ thấp mà sau đó được sử dụng làm khí khử trong bộ phận tầng sôi.

Đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này việc sử dụng khí sản phẩm thay cho nitơ để làm khí đẩy để vận chuyển bằng khí liệu nạp oxit kim loại vào bộ phận tầng sôi. Tuy nhiên, giải pháp này có chi phí đầu tư cao cho thiết bị loại bỏ CO₂, do phải cần đến khí sản phẩm để vận chuyển bằng khí.

Việc sử dụng khí tuần hoàn nguội làm khí đẩy cũng đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này. Tuy nhiên, khí tuần hoàn nguội thường bị bão hòa bằng hơi nước và, khi được dùng làm khí đẩy sẽ gây ra sự dịch chuyển ướt/khô không mong muốn trong ống vận chuyển tương ứng. Việc này dẫn đến sự ngưng tụ và cáu cặn nóng trong các ống này.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là phát triển tiếp phương pháp và thiết bị hoàn nguyên liệu nạp chứa oxit kim loại, đồng thời tránh được các nhược điểm đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Mục đích này đạt được nhờ phương pháp hoàn nguyên liệu nạp chứa oxit kim loại, trong đó liệu nạp chứa oxit kim loại được hoàn nguyên bằng cách sử dụng khí khử trong ít nhất hai bộ phận tầng sôi RA, RE nhờ khí khử được cấp vào các bộ phận tầng sôi RA, RE và đi qua các bộ phận tầng sôi RA, RE ngược dòng với liệu nạp chứa oxit kim loại, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

- tách khí khử đã sử dụng trong quá trình hoàn nguyên của liệu nạp chứa oxit kim loại trong ít nhất hai bộ phận tầng sôi RA, RE dưới dạng khí thải từ bộ phận tầng sôi RE,
- nén ít nhất một phần của khí thải trong ít nhất một máy nén khí tuần hoàn để tạo ra khí tuần hoàn nóng và sau đó làm nguội khí tuần hoàn nóng trong ít nhất một bộ làm nguội sau để tạo ra khí tuần hoàn nguội,
- loại bỏ ít nhất một phần CO₂ ra khỏi khí tuần hoàn nguội này để tạo ra khí sản phẩm,
- trộn lẫn khí sản phẩm với khí khử, có thể là sau khi làm nóng sơ bộ trong bộ phận làm nóng, khác biệt ở chỗ, liệu nạp chứa oxit kim loại được vận chuyển nhờ

khí đẩy từ ít nhất một thùng cấp qua đường ống dẫn vào bộ phận tầng sôi RE và khí đẩy này chứa ít nhất một phần của khí tuần hoàn nóng.

Khí khử đầu tiên được cấp vào bộ phận tầng sôi RA. Khí khử đi qua RA và sau đó được đưa vào RE. Sau khi khí khử đã đi qua RE, thì khí khử đã sử dụng này được tách tách ra dưới dạng khí thải. Ít nhất một phần của liệu nạp chứa oxit kim loại có mặt trong RA và RE được hoàn nguyên để tạo ra sắt kim loại. Liệu nạp chứa oxit kim loại đầu tiên được nạp vào bộ phận tầng sôi RE ngược dòng với khí khử. Liệu nạp chứa oxit kim loại được làm nóng bởi khí khử đi qua RE và được hoàn nguyên ít nhất một phần. Liệu nạp chứa oxit kim loại này tiếp đó được đưa vào RA, ở đó chúng được hoàn nguyên hoàn toàn hoặc một phần để tạo ra sắt kim loại hoặc nói một cách chính xác hơn là sắt hoàn nguyên trực tiếp (DRI – Direct Reduced Iron) nhờ khí khử. Ít nhất một phần của khí thải được nén để tạo ra khí tuần hoàn nóng, tốt hơn là ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 110°C đến 130°C, và sau đó được làm nguội để tạo ra khí tuần hoàn nguội. Khí tuần hoàn nguội này được loại bỏ CO₂ để tạo ra khí sản phẩm có mức CO₂ thấp. Có thể là sau khi làm nóng sơ bộ, khí sản phẩm được trộn lẫn với khí khử trước khi được đưa vào bộ phận tầng sôi RA.

Theo sáng chế, liệu nạp chứa oxit kim loại được vận chuyển bằng khí từ thùng cấp qua đường ống dẫn vào bộ phận tầng sôi RE nhờ khí đẩy chứa ít nhất một phần của khí tuần hoàn nóng.

Các ưu điểm của khí đẩy có chứa khí tuần hoàn nóng là như sau:

- Có thể không cần đến nitơ để làm khí đẩy như thường áp dụng theo các phương pháp đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này. Việc này làm giảm bớt chi phí và mức độ phức tạp của quy trình.
- Khi sử dụng khí đẩy chứa khí tuần hoàn, thì khí khử trong các bộ phận tầng sôi RA và RE ít bị làm loãng đáng kể hoặc không bị làm loãng bởi khí nitơ. Nhờ đó, quá trình hoàn nguyên của liệu nạp chứa oxit kim loại trong bộ phận tầng sôi không bị tác động một cách bất lợi.
- Có thể không cần đến khí sản phẩm để làm khí đẩy như thường áp dụng theo các phương pháp đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này. Do đó, ít cần đến

khí sản phẩm hơn cho việc thực hiện và giảm bớt chi phí loại bỏ CO₂ và mức độ phức tạp để thực hiện.

- Nếu khí đẩy chứa khí tuần hoàn nóng, nguy cơ dịch chuyển ướt/khô không được mong muốn trong ống vận chuyển tương ứng được giảm bớt. Sự ngưng tụ và cấu cặn nóng trong các ống này nhờ đó có thể được giảm hoặc có thể tránh được hoàn toàn.
- Các hệ thống nạp dạng máng để nạp liệu nạp chứa oxit kim loại có thể được loại trừ. Việc này cho phép giảm bớt chi phí và mức độ phức tạp để thực hiện. Ngoài ra, nguy cơ tạo ra dòng hồi đã biết có liên quan tới hệ thống nạp dạng máng nhờ đó có thể tránh được.
- Để tạo tác động làm nguội của các bộ làm nguội sau, chỉ cần lượng nước nhỏ hơn so với các phương pháp đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này. Điều này có nghĩa là các bộ trao đổi nhiệt tương ứng của các bộ làm nguội sau có thể có kết cấu nhỏ hơn.
- Nhìn chung, phương pháp theo sáng chế có mức cân bằng năng lượng cải thiện hơn so với các giải pháp kỹ thuật đã biết.

Theo một phương án được ưu tiên, liệu nạp chứa oxit kim loại gồm các oxit của niken, mangan, đồng, chì hoặc coban hoặc hỗn hợp của chúng.

Một phương án được ưu tiên khác biệt ở chỗ, khí đẩy là khí tuần hoàn nóng.

Nếu khí đẩy là khí tuần hoàn nóng, sẽ không cần đến việc phải có nitơ, khí sản phẩm hoặc đặc biệt hơn là khí tuần hoàn nguội cho việc thực hiện phương pháp theo sáng chế.

Theo một biến thể khác của phương pháp theo sáng chế, khí đẩy có thể có một phần là khí sản phẩm.

Khí tuần hoàn nóng có giới hạn nhiệt độ dưới là 70°C, tốt hơn là 100°C, đặc biệt tốt là 120°C, và giới hạn nhiệt độ trên là 150°C, tốt hơn là 140°C, đặc biệt tốt là 130°C.

Điều này bảo đảm rằng tránh được sự ngưng tụ của khí tuần hoàn nóng, đúng hơn là sự dịch chuyển ướt/khô trong ống vận chuyển mang khí tuần hoàn nóng.

Theo một phương án của sáng chế, khí sản phẩm có điểm sương dưới -20°C , tốt hơn là dưới -40°C , đặc biệt tốt là dưới -100°C .

Điều này tránh sự ngưng tụ trong ống vận chuyển mang khí tuần hoàn nóng.

Phương án khác của phương pháp theo sáng chế khác biệt ở chỗ, trước khi được vận chuyển vào bộ phận tầng sôi RE nhờ khí đẩy, liệu nạp chứa oxit kim loại được làm nóng sơ bộ và/hoặc được làm khô.

Điều này cho phép sử dụng nhiệt tồn dư có trong khí tuần hoàn nóng để làm nóng sơ bộ và/hoặc làm khô liệu nạp chứa oxit kim loại.

Theo một phương án khác của phương pháp theo sáng chế, sự thiếu hụt khí tuần hoàn nóng có khả năng xảy ra do sự cố của quy trình, đặc biệt là do sự trục trặc của ít nhất một máy nén khí tuần hoàn, được bù đắp bởi nitơ để đảm bảo rằng liệu nạp chứa oxit kim loại được vận chuyển vào bộ phận tầng sôi RE.

Điều này bảo đảm rằng, ngay cả trong trường hợp xảy ra sự trục trặc của một hoặc nhiều máy nén khí tuần hoàn, thì khí đẩy, trong trường hợp này là khí đẩy chứa nitơ, vẫn đủ để vận chuyển liệu nạp chứa oxit kim loại vào bộ phận tầng sôi RE.

Theo một phương án của sáng chế, áp suất của khí tuần hoàn nóng ít nhất là 4,5 barg ($4,5 \cdot 10^5$ Pa), tốt hơn là ít nhất 5 barg ($5 \cdot 10^5$ Pa), đặc biệt tốt là ít nhất 5,5 barg ($5,5 \cdot 10^5$ Pa).

Điều này bảo đảm rằng khí đẩy có áp lực đủ để thắng được mức chênh áp giữa thùng cấp và bộ phận tầng sôi RE để đảm bảo việc vận chuyển liệu nạp chứa oxit kim loại. Trị số áp suất barg được hiểu là trị số tương đối so với áp suất khí quyển tại điểm đo áp suất.

Áp suất của khí tuần hoàn nóng cao hơn từ 0,5 bar ($0,5 \cdot 10^5$ Pa) đến 3,0 bar

(3.10^5 Pa), tùy thuộc vào chiều cao đầy, tốt hơn là cao hơn từ 1,0 bar (1.10^5 Pa) đến 2,0 bar (2.10^5 Pa) so với áp suất trong bộ phận tầng sôi RE.

Điều này bảo đảm rằng khí đẩy có áp lực đủ để thắng được mức chênh áp giữa thùng cấp và bộ phận tầng sôi RE để đảm bảo việc vận chuyển liệu nạp chứa oxit kim loại. Lượng khí đẩy được kiểm soát bởi việc đo lưu lượng và kiểm soát vòng kín.

Theo một phương án được ưu tiên cụ thể của phương pháp theo sáng chế, đường ống dẫn được thiết kế dưới dạng ống thành kép và khoảng trống giữa hai thành ống được nạp khí, cụ thể là khí nitơ, trong đó áp suất của khí này được giám sát để phát hiện sự rò rỉ.

Sự sụt áp của khí nằm giữa hai thành ống chứng tỏ có sự rò rỉ. Do đó, sự rò của đường ống dẫn có thể phát hiện được một cách nhanh chóng, đáng tin cậy và hiệu quả.

Theo một phương án khác, phương pháp theo sáng chế khác biệt ở chỗ, cơ cấu phát hiện sự rò rỉ trên cơ sở lưu lượng có mặt trong ít nhất một thành của đường ống dẫn.

Điều này cho phép phát hiện được sự rò rỉ đường ống dẫn một cách đơn giản và rẻ tiền.

Nhằm tránh sự ăn mòn, theo một phương án khác của phương pháp theo sáng chế, đường ống dẫn có thành trong được phủ hợp chất gốm, cụ thể là lớp phủ nhôm oxit.

Theo một phương án khác của phương pháp theo sáng chế, có mặt ít nhất một bộ phận tầng sôi bổ sung mà nó được nạp đầy nhờ khí khử đã được đưa vào bộ phận tầng sôi RA và đi qua các bộ phận tầng sôi RA, RE ngược dòng với liệu nạp chứa oxit kim loại.

Khí khử đầu tiên được đưa vào bộ phận tầng sôi RA. Tiếp đó, nó được tách ra từ RA và được đưa vào bộ phận tầng sôi bổ sung. Sau khi khí khử được tách ra từ bộ phận tầng sôi bổ sung, cuối cùng nó được đưa vào bộ phận tầng sôi RE mà từ đó nó lại được tách ra dưới dạng khí thải.

Theo một phương án khác của phương pháp theo sáng chế, khí khử lấy từ bộ khí hóa nóng chảy, thiết bị khí hóa than, thiết bị cốc hóa, lò reforming hơi nước hoặc lò reforming CO₂.

Theo một phương án thích hợp của phương pháp theo sáng chế, nếu khí khử lấy từ thiết bị khí hóa than hoặc thiết bị cốc hóa, nó được làm giãn nở hoặc được nén và được làm giàu CO₂ và/hoặc loại bỏ H₂O và làm nóng sơ bộ trước khi được cấp vào các bộ phận tầng sôi RA, RE.

Nhờ đó, khí khử đã được chuẩn bị một cách tối ưu cho quá trình hoàn nguyên của liệu nạp chứa oxit kim loại.

Một mục đích khác của sáng chế là đề xuất thiết bị để tiến hành phương pháp theo sáng chế, trong đó thiết bị này bao gồm:

- ít nhất hai bộ phận tầng sôi RA, RE để hoàn nguyên liệu nạp chứa oxit kim loại nhờ khí khử, trong đó bộ phận tầng sôi RE có ống dẫn khí thải để tách khí thải và bộ phận tầng sôi RA có ống cấp khí khử để cấp khí khử,
- ống dẫn khí khử ra khỏi bộ phận tầng sôi RA và dẫn vào bộ phận tầng sôi RE, và ống vận chuyển liệu ra khỏi bộ phận tầng sôi RE và dẫn vào bộ phận tầng sôi RA,
- ống dẫn khí tuần hoàn tách ra từ ống dẫn khí thải và dẫn vào ống cấp khí khử, trong đó có mặt ít nhất một máy nén khí tuần hoàn, ít nhất một bộ làm nguội sau, cơ cấu loại bỏ CO₂ và có thể là cơ cấu làm nóng, nằm kế tiếp nhau, trên ống dẫn khí tuần hoàn,
- thùng cấp để trữ liệu nạp chứa oxit kim loại sử dụng cơ cấu vận chuyển bằng khí và
- ống dẫn khí đẩy thứ nhất phân nhánh ra giữa máy nén khí tuần hoàn cuối và bộ làm nguội sau và dẫn vào cơ cấu vận chuyển bằng khí và/hoặc thùng cấp, trong đó cơ cấu vận chuyển bằng khí được nối với bộ phận tầng sôi RE bằng đường ống dẫn để vận chuyển bằng khí liệu nạp chứa oxit kim loại vào bộ phận tầng sôi RE.

Thiết bị này bao gồm ít nhất là các bộ phận tầng sôi RA và RE được nối với nhau qua ống dẫn khí khử. Khí khử được tách ra từ bộ phận tầng sôi RE bằng ống dẫn khí thải. Khí khử được cấp vào bộ phận tầng sôi RA bằng ống cấp khí khử.

Liệu nạp chứa oxit kim loại được vận chuyển từ bộ phận tầng sôi RE vào bộ phận tầng sôi RA bằng ống vận chuyển liệu. Ống dẫn khí tuần hoàn tách ra từ ống dẫn khí thải dẫn vào ống cấp khí khử. Nằm kế tiếp nhau trên ống dẫn khí tuần hoàn bao gồm ít nhất là máy nén khí tuần hoàn, ít nhất là bộ làm nguội sau và ít nhất là cơ cấu loại bỏ CO₂, đặc biệt là hệ thống hấp phụ áp suất chuyển đổi (PSA - Pressure Swing Adsorption) hoặc hệ thống PSA chân không (VPSA - Vacuum Pressure Swing Adsorption). Bộ phận tầng sôi RE được nối với thùng cấp bằng đường ống dẫn. Liệu nạp chứa oxit kim loại được trữ trong thùng cấp. Liệu nạp chứa oxit kim loại được vận chuyển qua đường ống dẫn vào bộ phận tầng sôi RE bằng cơ cấu vận chuyển bằng khí.

Thiết bị theo sáng chế có ống dẫn khí đẩy thứ hai tách ra từ ống dẫn khí tuần hoàn giữa cơ cấu loại bỏ CO₂ và bộ phận tầng sôi RA và dẫn vào ống dẫn khí đẩy thứ nhất và/hoặc vào thùng cấp và/hoặc vào cơ cấu vận chuyển bằng khí.

Do đó, ít nhất một phần của khí sản phẩm lấy từ cơ cấu loại bỏ CO₂ có thể được dùng làm khí đẩy.

Thiết bị này bao gồm ít nhất một ống dẫn nitơ dẫn vào cơ cấu vận chuyển bằng khí và/hoặc vào thùng cấp và/hoặc vào ống dẫn khí đẩy thứ nhất và/hoặc vào ống dẫn khí đẩy thứ hai.

Điều này bảo đảm rằng, ngay cả trong trường hợp xảy ra sự trục trặc của một hoặc nhiều máy nén khí tuần hoàn, thì khí đẩy, trong trường hợp này là khí đẩy chứa nitơ, vẫn đủ để vận chuyển liệu nạp chứa oxit kim loại vào bộ phận tầng sôi RE.

Theo một phương án được ưu tiên khác của thiết bị theo sáng chế, đường ống dẫn được thiết kế dưới dạng ống thành kép có cơ cấu phát hiện sự rò rỉ trên cơ sở áp suất.

Điều này cho phép sự rò của đường ống dẫn được phát hiện một cách nhanh chóng đáng tin cậy và hiệu quả.

Một phương án khác của thiết bị theo sáng chế khác biệt ở chỗ, cơ cấu phát hiện sự rò rỉ trên cơ sở lưu lượng được bố trí trong ít nhất một thành của đường ống dẫn.

Điều này cho phép một cách thức đơn giản và rẻ tiền để phát hiện sự rò của đường ống dẫn.

Một phương án khác của thiết bị theo sáng chế khác biệt ở chỗ, ống vận chuyển được bảo vệ chống ăn mòn bằng hợp chất gốm được phủ lên thành trong của ống vận chuyển, cụ thể là lớp phủ nhôm oxit.

Theo một phương án, thiết bị theo sáng chế bao gồm ít nhất một bộ phận tầng sôi bổ sung mà dẫn vào nó là ống dẫn khí khử và ống vận chuyển liệu.

Khí khử đầu tiên được đưa vào bộ phận tầng sôi RA. Sau đó, nó được tách ra từ RA và được đưa vào bộ phận tầng sôi bổ sung. Sau khi khí khử được tách ra từ bộ phận tầng sôi bổ sung, cuối cùng nó được đưa vào bộ phận tầng sôi RE mà từ đó nó lại được tách ra dưới dạng khí thải.

Theo một phương án khác của thiết bị theo sáng chế, ống cấp khí khử lấy từ bộ khí hóa nóng chảy, thiết bị khí hóa than, thiết bị cốc hóa, lò reforming hơi nước hoặc lò reforming CO_2 .

Trong trường hợp ống cấp khí khử lấy từ thiết bị khí hóa than hoặc thiết bị cốc hóa, tuabin giãn nở hoặc máy nén và các cơ cấu để loại bỏ CO_2 và/hoặc nước được bố trí trên ống cấp khí khử.

Do đó, khí khử được chuẩn bị một cách tối ưu cho việc hoàn nguyên liệu nạp chứa oxit kim loại.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Fig.1 minh họa dưới dạng sơ đồ để làm ví dụ cho phương pháp và thiết bị theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 minh họa dưới dạng sơ đồ để làm ví dụ cho phương pháp theo sáng chế nhằm hoàn nguyên liệu nạp chứa oxit kim loại 1. Liệu nạp chứa oxit kim loại 1, tốt hơn là các oxit của sắt, niken, mangan, đồng, chì hoặc coban hoặc hỗn hợp của chúng, được hoàn nguyên ít nhất một phần hoặc đặc biệt hơn là hoàn nguyên

thành DRI nhờ khí khử 2 mà đi qua hai bộ phận tầng sôi RA, RE ngược dòng với liệu nạp chứa oxit kim loại 1.

Bằng ống vận chuyển liệu 15 xuất phát từ bộ phận tầng sôi RE và dẫn vào bộ phận tầng sôi RA, liệu nạp chứa oxit kim loại 1 được vận chuyển từ RE sang RA. Khí khử 2 đầu tiên được cấp vào bộ phận tầng sôi RA bằng ống cấp khí khử 14. Sau khi đi qua RA, khí khử được cấp vào RE. Khí khử 2 được dùng trong các bộ phận tầng sôi RA, RE để hoàn nguyên liệu nạp chứa oxit kim loại 1 được tách ra từ bộ phận tầng sôi RE dưới dạng khí thải 3 bằng ống dẫn khí thải 21.

Một phần của khí thải 3 được nén trong máy nén khí tuần hoàn 4 để tạo ra khí tuần hoàn 5. Khí thải 3 được cấp vào máy nén khí tuần hoàn 4 qua ống dẫn khí tuần hoàn 16 tách ra từ ống dẫn khí thải 21. Khí tuần hoàn nóng 5 có giới hạn nhiệt độ dưới là 70°C, tốt hơn là 100°C, đặc biệt tốt là 110°C và giới hạn nhiệt độ trên là 150°C, tốt hơn là 140°C, đặc biệt tốt là 130°C. Áp suất của khí tuần hoàn nóng 5 ít nhất là 4,5 barg ($4,5 \cdot 10^5$ Pa), tốt hơn là ít nhất 5 barg ($5 \cdot 10^5$ Pa), đặc biệt tốt là ít nhất 5,5 barg ($5,5 \cdot 10^5$ Pa) và cao hơn từ 0,5 bar ($0,5 \cdot 10^5$ Pa) đến 3,0 bar ($3 \cdot 10^5$ Pa), tùy thuộc vào chiều cao đẩy, tốt hơn là cao hơn từ 1,0 bar ($1 \cdot 10^5$ Pa) đến 2,0 bar ($2 \cdot 10^5$ Pa) so với áp suất trong bộ phận tầng sôi RE. Sau đó, khí tuần hoàn nóng 5 được làm nguội trong bộ làm nguội sau 7 để tạo ra khí tuần hoàn nguội 6. CO₂ có trong khí tuần hoàn nguội 6 này được loại bỏ ít nhất là một phần ra khỏi nó nhờ cơ cấu loại bỏ CO₂ nằm sau 22 để tạo ra khí sản phẩm 8. Khí sản phẩm 8 thu được, có điểm sương dưới -20°C, tốt hơn là dưới -40°C, đặc biệt tốt là dưới -100°C, được làm nóng sơ bộ trong bộ phận làm nóng 9, tiếp đó, nó được trộn lẫn với khí khử 2.

Liệu nạp chứa oxit kim loại 1 được vận chuyển từ thùng cấp 10 để trữ liệu nạp chứa oxit kim loại 1 vào bộ phận tầng sôi RE nhờ khí đẩy. Nhằm mục đích này, khí đẩy được cấp vào thùng cấp 10 và/hoặc vào cơ cấu vận chuyển bằng khí 17 bằng ống dẫn khí đẩy thứ nhất 18 tách ra từ ống dẫn khí tuần hoàn 16 giữa máy nén khí tuần hoàn 4 và bộ làm nguội sau 7 và dẫn vào cơ cấu vận chuyển bằng khí 17 và/hoặc vào thùng cấp 10. Cơ cấu vận chuyển bằng khí 17 được nối

với bộ phận tầng sôi RE bằng đường ống dẫn 11 để vận chuyển bằng khí liệu nạp chứa oxit kim loại 1 vào bộ phận tầng sôi RE.

Trước khi liệu nạp chứa oxit kim loại 1 được vận chuyển vào bộ phận tầng sôi RE, liệu nạp chứa oxit kim loại 1 được làm nóng sơ bộ và/hoặc được làm khô nhờ khí đẩy. Khí đẩy bao gồm ít nhất một phần của khí tuần hoàn nóng 5. Ngoài ra, khí đẩy cũng có thể có một phần là khí sản phẩm 8. Khí đẩy cũng có thể chỉ gồm khí tuần hoàn nóng 5. Sự thiếu hụt của khí tuần hoàn nóng 5 xảy ra do sự cố của quy trình, cụ thể là do sự trục trặc của máy nén khí tuần hoàn 4, được bù đắp bởi nitơ 12. Nhằm mục đích này, thiết bị này có ống dẫn nitơ dẫn vào cơ cấu vận chuyển bằng khí 17 và/hoặc vào thùng cấp 10 và/hoặc vào ống dẫn khí đẩy thứ nhất 18 và/hoặc ống dẫn khí đẩy thứ hai 19.

Điều này bảo đảm rằng liệu nạp chứa oxit kim loại 1 được vận chuyển vào bộ phận tầng sôi RE ngay cả trong trường hợp có sự cố. Ống dẫn khí đẩy thứ hai 19 tách ra từ ống dẫn khí tuần hoàn 16 giữa cơ cấu loại bỏ CO₂ 22 và bộ phận tầng sôi RA và dẫn vào ống dẫn khí đẩy thứ nhất 18 và/hoặc vào thùng cấp 10 và/hoặc vào cơ cấu vận chuyển bằng khí 17. Do đó, khí sản phẩm 8 cũng có thể được dùng làm khí đẩy.

Đường ống dẫn 11 được thiết kế dưới dạng ống thành kép, trong đó khoảng trống giữa hai thành ống được nạp khí, cụ thể là khí nitơ 12. Áp suất của khí này được giám sát để phát hiện sự rò rỉ trên đường ống dẫn 11. Theo cách khác, cơ cấu phát hiện rò rỉ trên cơ sở lưu lượng 13 có thể được sử dụng. Đường ống dẫn 11 có thành trong được phủ hợp chất gốm, cụ thể là lớp phủ nhôm oxit, nhằm tránh sự ăn mòn. Theo một phương án của phương pháp theo sáng chế và của thiết bị theo sáng chế mà không được thể hiện trên Fig.1, có mặt ít nhất một bộ phận tầng sôi bổ sung mà nó được nạp khí khử 2 đã được đưa vào bộ phận tầng sôi RA và đi qua các bộ phận tầng sôi RA, RE ngược dòng với liệu nạp chứa oxit kim loại 1.

Khí khử 2 đầu tiên được đưa vào bộ phận tầng sôi RA. Sau đó, nó được tách ra từ RA và được đưa vào bộ phận tầng sôi bổ sung. Sau khi khí khử 2 được tách ra từ bộ phận tầng sôi bổ sung, cuối cùng nó được đưa vào bộ phận tầng sôi RE mà từ đó nó lại được tách ra dưới dạng khí thải. Khí khử 2 lấy từ bộ khí hóa

nóng chảy, thiết bị khí hóa than, thiết bị cốc hóa, lò reforming hơi nước hoặc lò reforming CO₂. Nếu khí khử 2 lấy từ thiết bị khí hóa than hoặc thiết bị cốc hóa, nó được làm giãn nở hoặc được nén và được làm giàu CO₂ và/hoặc loại bỏ H₂O và làm nóng sơ bộ trước khi được cấp vào các bộ phận tầng sôi RA, RE.

Mặc dù sáng chế đã được minh họa và được mô tả chi tiết dựa vào một phương án điển hình được ưu tiên, song sáng chế không chỉ giới hạn ở ví dụ đã đề cập này, và các biến thể khác từ nó có thể nhận biết được bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này mà không vượt quá phạm vi của sáng chế.

Các số chỉ dẫn

- 1 liệu nạp chứa oxit kim loại
- 2 khí khử
- 3 khí thải
- 4 máy nén khí tuần hoàn
- 5 khí tuần hoàn nóng
- 6 khí tuần hoàn nguội
- 7 bộ làm nguội sau
- 8 khí sản phẩm
- 9 cơ cấu làm nóng
- 10 thùng cấp
- 11 đường ống dẫn
- 12 nitơ
- 13 cơ cấu phát hiện sự rò rỉ
- 14 ống dẫn khí khử
- 15 ống vận chuyển liệu
- 16 ống dẫn khí tuần hoàn
- 17 cơ cấu vận chuyển bằng khí
- 18 ống dẫn khí đẩy thứ nhất
- 19 ống dẫn khí đẩy thứ hai
- 20 ống dẫn khí khử

- 21 ống dẫn khí thải
- 22 cơ cấu loại bỏ CO₂

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp hoàn nguyên liệu nạp chứa oxit kim loại (1), trong đó liệu nạp chứa oxit kim loại (1) được hoàn nguyên nhờ khí khử (2) trong ít nhất hai bộ phận tầng sôi (RA, RE) nhờ khí khử (2) cấp vào bộ phận tầng sôi (RA, RE) và đi qua bộ phận tầng sôi (RA, RE) ngược dòng với liệu nạp chứa oxit kim loại (1), trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

- tách khí khử (2) đã dùng trong quá trình hoàn nguyên liệu nạp chứa oxit kim loại (1) trong ít nhất hai bộ phận tầng sôi (RA, RE) dưới dạng khí thải (3) từ bộ phận tầng sôi RE,

- nén ít nhất một phần của khí thải (3) trong ít nhất một máy nén khí tuần hoàn (4) để tạo ra khí tuần hoàn nóng (5) và sau đó làm nguội khí tuần hoàn nóng (5) trong ít nhất một bộ làm nguội sau (7) để tạo ra khí tuần hoàn nguội (6),

- loại bỏ ít nhất một phần CO₂ ra khỏi khí tuần hoàn nguội (6) để tạo ra khí sản phẩm (8),

- trộn lẫn khí sản phẩm (8) với khí khử (2), có thể là sau khi làm nóng sơ bộ trong bộ phận làm nóng (9), khác biệt ở chỗ, liệu nạp chứa oxit kim loại (1) được vận chuyển nhờ khí đẩy từ ít nhất một thùng cấp (10) bằng đường ống dẫn (11) vào bộ phận tầng sôi (RE) và khí đẩy này bao gồm ít nhất một phần của khí tuần hoàn nóng (5),

trong đó khí tuần hoàn nóng (5) có giới hạn nhiệt độ dưới là 70°C, tốt hơn là 100°C, đặc biệt tốt là 110°C và giới hạn nhiệt độ trên là 150°C, tốt hơn là 140°C, đặc biệt tốt là 130°C,

và trong đó khí sản phẩm (8) có điểm sương dưới -20°C, tốt hơn là dưới -40°C, đặc biệt tốt là dưới -100°C,

và trong đó áp suất của khí tuần hoàn nóng (5) ít nhất là 4,5 barg (4,5.10⁵ Pa), tốt hơn nếu ít nhất là 5 barg (5.10⁵ Pa), đặc biệt tốt nếu ít nhất là 5,5 barg (5,5.10⁵ Pa).

2. Phương pháp theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, liệu nạp chứa oxit kim loại (1) bao gồm các oxit của sắt, niken, mangan, đồng, chì hoặc coban hoặc hỗn hợp của chúng.
3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, khác biệt ở chỗ, khí đẩy là khí tuần hoàn nóng (5).
4. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, khác biệt ở chỗ, khí đẩy bao gồm ít nhất một phần là khí sản phẩm (8).
5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, liệu nạp chứa oxit kim loại (1) được làm nóng sơ bộ và/hoặc được làm khô trước khi được vận chuyển vào bộ phận tầng sôi (RE) nhờ khí đẩy.
6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, sự thiếu hụt của khí tuần hoàn nóng (5) có khả năng xảy ra do sự cố của quy trình, cụ thể là do sự trục trặc của ít nhất một máy nén khí tuần hoàn (4), được bù đắp bởi nitơ (12) để đảm bảo việc vận chuyển liệu nạp chứa oxit kim loại (1) vào bộ phận tầng sôi (RE).
7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, áp suất của khí tuần hoàn nóng (5) cao hơn từ 0,5 bar ($0,5 \cdot 10^5$ Pa) đến 3,0 bar ($3 \cdot 10^5$ Pa), tùy thuộc vào chiều cao đẩy, tốt hơn là cao hơn từ 1,0 bar ($1 \cdot 10^5$ Pa) đến 2,0 bar ($2 \cdot 10^5$ Pa), so với áp suất trong bộ phận tầng sôi (RE).
8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, đường ống dẫn (11) được thiết kế dưới dạng ống thành kép, khoảng trống giữa hai thành ống được nạp khí, cụ thể là khí nitơ (12), trong đó áp suất của khí này được giám sát để phát hiện sự rò rỉ.

9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, cơ cấu phát hiện sự rò rỉ trên cơ sở lưu lượng (13) có mặt trong ít nhất một thành của đường ống dẫn (11).

10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, đường ống dẫn (11) có thành trong được phủ hợp chất gốm, cụ thể là lớp phủ nhôm oxit, nhằm tránh sự ăn mòn.

11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, có mặt ít nhất một bộ phận tầng sôi bổ sung (RC) được nạp khí khử (2) đã được đưa vào bộ phận tầng sôi (RA) và đi qua các bộ phận tầng sôi (RA, RC, RE) ngược dòng với liệu nạp chứa oxit kim loại (1).

12. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, khí khử (2) lấy từ bộ khí hóa nóng chảy, thiết bị khí hóa than, thiết bị cốc hóa, lò reforming hơi nước hoặc lò reforming CO_2 .

13. Phương pháp theo điểm 12, khác biệt ở chỗ, nếu khí khử được lấy từ thiết bị khí hóa than hoặc thiết bị cốc hóa, khí khử (2) được làm giãn nở hoặc được nén và được làm giàu CO_2 và/hoặc loại bỏ H_2O và làm nóng sơ bộ trước khi được cấp vào bộ phận tầng sôi (RA, RE).

14. Thiết bị thực hiện phương pháp hoàn nguyên liệu nạp chứa oxit kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 13, trong đó thiết bị này bao gồm:

- ít nhất hai bộ phận tầng sôi (RA, RE) để hoàn nguyên liệu nạp chứa oxit kim loại (1) nhờ khí khử (2), trong đó bộ phận tầng sôi (RE) có ống dẫn khí thải (21) để tách khí thải (3) và bộ phận tầng sôi (RA) có ống cấp khí khử (14) để cấp khí khử (2),

- ống dẫn khí khử (20) ra khỏi bộ phận tầng sôi (RA) và dẫn vào bộ phận tầng sôi (RE) và ống vận chuyển liệu (15) ra khỏi bộ phận tầng sôi (RE) và dẫn vào bộ phận tầng sôi (RA),

- ống dẫn khí tuần hoàn (16) tách ra từ ống dẫn khí thải (21) và dẫn vào ống cấp khí khử (14), trong đó có mặt ít nhất một máy nén khí tuần hoàn (4), ít nhất một bộ làm nguội sau (7), cơ cấu loại bỏ CO₂ (22) và có thể là cơ cấu làm nóng (9), nằm kế tiếp nhau, trong ống dẫn khí tuần hoàn (16), khác biệt ở chỗ, thiết bị này còn bao gồm:

- thùng cấp (10) để trữ liệu nạp chứa oxit kim loại (1) có cơ cấu vận chuyển bằng khí (17),

- ống dẫn khí đẩy thứ nhất (18) phân nhánh ra giữa máy nén khí tuần hoàn cuối (4) và bộ làm nguội sau (7) và dẫn vào cơ cấu vận chuyển bằng khí (17) và/hoặc thùng cấp (10), trong đó cơ cấu vận chuyển bằng khí (17) được nối với bộ phận tầng sôi (RE) bằng đường ống dẫn (11) để vận chuyển bằng khí liệu nạp chứa oxit kim loại (1) vào bộ phận tầng sôi (RE),

trong đó có mặt ống dẫn khí đẩy thứ hai (19) tách ra từ ống dẫn khí tuần hoàn (16) giữa cơ cấu loại bỏ CO₂ (22) và bộ phận tầng sôi (RA) và dẫn vào ống dẫn khí đẩy thứ nhất (18) và/hoặc vào thùng cấp (10) và/hoặc vào cơ cấu vận chuyển bằng khí (17),

và trong đó thiết bị này bao gồm ít nhất một ống dẫn nitơ dẫn vào cơ cấu vận chuyển bằng khí (17) và/hoặc vào thùng cấp (10) và/hoặc vào ống dẫn khí đẩy thứ nhất (18) và/hoặc vào ống dẫn khí đẩy thứ hai (19).

15. Thiết bị theo điểm 14, khác biệt ở chỗ, đường ống dẫn (11) được thiết kế dưới dạng ống thành kép có cơ cấu phát hiện sự rò rỉ trên cơ sở áp suất (13).

16. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 tới 15, khác biệt ở chỗ, cơ cấu phát hiện sự rò rỉ trên cơ sở lưu lượng (13) có mặt trong ít nhất một thành của đường ống dẫn (11).

17. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 tới 16, khác biệt ở chỗ, đường ống dẫn (11) được bảo vệ chống ăn mòn bằng hợp chất gốm, đặc biệt là lớp phủ nhôm oxit, được phủ lên thành trong của đường ống dẫn.

18. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 tới 17, khác biệt ở chỗ, thiết bị này bao gồm ít nhất một bộ phận tầng sôi bổ sung (RC) mà ống dẫn khí khử (20) và ống vận chuyển liệu (15) đi vào nó.

19. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 tới 18, khác biệt ở chỗ, ống cấp khí khử (14) lấy từ bộ khí hóa nóng chảy, thiết bị khí hóa than, thiết bị cốc hóa, lò reforming hơi nước hoặc lò reforming CO_2 .

20. Thiết bị theo điểm 19, khác biệt ở chỗ, nếu ống cấp khí khử (14) lấy từ thiết bị khí hóa than hoặc thiết bị cốc hóa, tuabin giãn nở hoặc máy nén và các cơ cấu dùng để loại bỏ CO_2 và/hoặc nước được bố trí trong ống cấp khí khử (14).

