



(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)



1-0049817

(51)<sup>2022.01</sup> C10L 3/10; C01B 3/50; C01B 3/56; (13) B  
C10J 3/46; C10L 9/08; C10K 1/00;  
C10K 3/04; C10L 5/48; C01B 3/00;  
C10J 3/62

(21) 1-2023-01826

(22) 25/10/2021

(86) PCT/EP2021/079462 25/10/2021

(87) WO/2022/090118 05/05/2022

(30) 20204801.3 29/10/2020 EP

(45) 25/08/2025 449

(43) 25/07/2023 424A

(73) RWE GENERATION NL B.V. (NL)

Amerweg 1, 4931 NC Geertruidenberg, The Netherlands

(72) Johannes Theodorus Gerardus Marie EURLINGS (NL).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ VIÊN NHIÊN LIỆU THU HỒI RẮN VÀ NHÀ MÁY XỬ  
LÝ VIÊN NHIÊN LIỆU THU HỒI RẮN NÀY

(21) 1-2023-01826

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và nhà máy (1) chuyển đổi viên nhiên liệu thu hồi rắn (117) được tạo ra từ chất thải rắn đô thị (103) cho phép sự biến đổi của chất thải rắn đô thị (103) thành hydro với năng suất cao thay vì chôn lấp hoặc đốt chất thải rắn đô thị (103). Dòng khí sản phẩm giàu hydro (601) có thể được sử dụng làm nguyên liệu cấp cho các phản ứng hóa học hoặc để lưu trữ năng lượng theo cách giải phóng được.

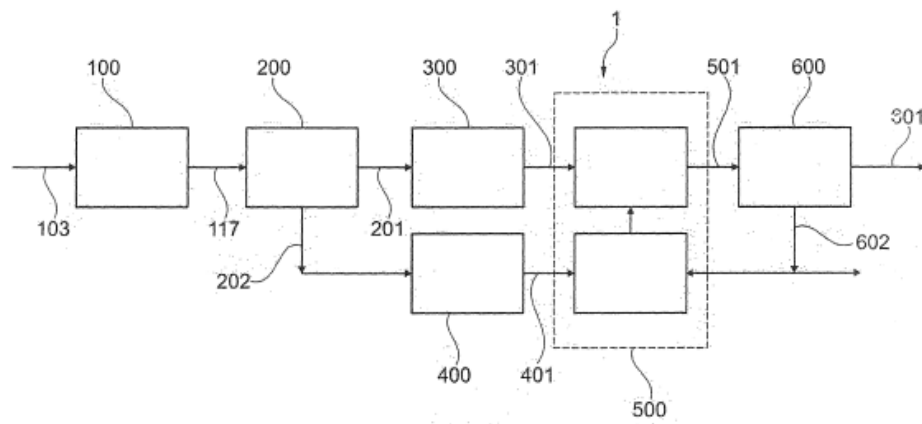


Fig. 2

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Đối tượng của sáng chế là chuyển đổi chất thải rắn, giống chất thải rắn đô thị và/hoặc sinh khối ở dạng viên nhiên liệu thu hồi rắn (SRF - solid recovered fuel) thành dòng sản phẩm giàu hydro, tốt hơn là thành hydro tinh khiết.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Chất thải rắn đô thị (MSW - Municipal Solid Waste) được tạo ra trên toàn thế giới và phải được giải quyết. Ở Tây bán cầu, chất thải rắn đô thị được chôn lấp hoặc đốt. Việc đốt rác tập trung vào việc tối đa hóa sử dụng độ tích tụ năng lượng của chất thải rắn đô thị trái ngược với tái chế hoặc tái sử dụng các thành phần của chất thải rắn đô thị ở quy mô phân tử, ví dụ, trong tái chế hóa học. Quá trình đốt tạo ra các vấn đề liên quan đến phát thải các chất ô nhiễm vào khí quyển mà dẫn đến – tùy thuộc vào luật pháp quốc gia hoặc thậm chí địa phương – trong những nỗ lực công nghệ đáng kể cần thiết để đáp ứng các giới hạn do luật pháp quốc gia/địa phương quy định. Hơn nữa, các sản phẩm được tạo ra bởi quá trình đốt, ví dụ tro bay, tro cặn, thạch cao và kim loại nặng và/hoặc than hoạt tính tải dioxin, tạo ra những thách thức hơn nữa liên quan đến việc sử dụng và/hoặc xử lý tiếp theo của chúng. Hơn nữa, lãng phí hiệu suất sử dụng năng lượng, tức là, lượng giá trị calo được chuyển thành năng lượng nhiệt thấp và thường chỉ nằm trong khoảng từ 20 đến 25%.

Dựa trên điều này, mục đích của sáng chế là khắc phục các nhược điểm đã biết từ tình trạng kỹ thuật trước đó.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Mục đích này được giải quyết bằng các dấu hiệu kỹ thuật của các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập. Các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc tương ứng hướng đến các Phương án khác của sáng chế. Các phương án khác có thể được loại trừ khỏi bản mô tả bao gồm các hình vẽ và phần mô tả tương ứng của các hình vẽ này.

Phương pháp xử lý viên nhiên liệu thu hồi rắn theo sáng chế, bao gồm các bước

sau đây:

a) sấy các viên ở nhiệt độ sấy nằm trong khoảng từ 250°C đến 300°C tạo ra viên than hóa và khí sấy, bước a) tốt hơn là được thực hiện trong bộ sấy như được mô tả bên dưới;

b) nghiền viên than hóa ở bước nghiền thứ nhất thành viên than hóa được nghiền thô, bước b) tốt hơn là được thực hiện trong máy nghiền thứ hai như được mô tả bên dưới;

c) loại bỏ cặn kim loại khỏi viên than hóa được nghiền thô, bước c) tốt hơn là được thực hiện bằng cách sử dụng bộ loại bỏ kim loại thứ ba như được mô tả bên dưới;

d) nghiền viên than hóa thô thành viên than hóa được nghiền mịn, bước d) tốt hơn là được thực hiện trong máy nghiền thứ ba như được mô tả bên dưới;

e) khí hóa viên than hóa được nghiền mịn thành khí đốt tổng hợp thô trong quy trình khí hóa dòng cuốn, bước e) tốt hơn là được thực hiện trong bộ khí hóa như được mô tả bên dưới;

f) thực hiện các phản ứng dịch chuyển CO với khí đốt tổng hợp thô tạo ra khí đốt tổng hợp dịch chuyển, bước f) tốt hơn là được thực hiện trong bộ dịch chuyển CO như được mô tả bên dưới;

g) loại bỏ cacbon dioxit và hydro sulfua khỏi khí đốt tổng hợp dịch chuyển tạo ra khí đốt tổng hợp; và

h) tạo ra dòng khí sản phẩm giàu hydro bằng cách tinh chế khí đốt tổng hợp, bước g) và h) tốt hơn là được thực hiện trong bộ làm sạch khí như được mô tả bên dưới.

Các bước từ a) đến h) được thực hiện theo sáng chế ở thứ tự được đề cập, tức là, đầu tiên là bước a), sau đó là bước b), sau đó là bước c), sau đó là bước d), v.v.. Thuật ngữ sấy ở bước a) được hiểu là xử lý nhiệt hóa học viên nhiên liệu thu hồi rắn ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 250°C đến 320°C. Việc này được thực hiện dưới áp suất khí quyển và không cần bổ sung oxy thêm, ví dụ không cần cung cấp không khí.

Trong quá trình sấy, nước xử lý được chứa trong viên nhiên liệu thu hồi rắn bay hơi cũng như các chất dễ bay hơi được chứa trong viên nhiên liệu thu hồi rắn. Các polyme sinh học được chứa trong viên nhiên liệu thu hồi rắn phân hủy một phần trong quá trình giải phóng các chất dễ bay hơi. Sản phẩm của quy trình sấy là viên than hóa và khí sấy.

Thuật ngữ dòng khí giàu hydro hoặc dòng khí giàu về hydro được hiểu là khí chứa ít nhất 90% thể tích hydro, tốt hơn là ít nhất 95% thể tích hydro, cụ thể là ít nhất 99,5% thể tích hydro. Lượng còn lại chứa argon (Ar), nitơ (N<sub>2</sub>), cacbon monoxit (CO) và cacbon dioxit (CO<sub>2</sub>). Tốt hơn là, ở bước g) và h) đầu tiên, thông qua hấp phụ, cacbon dioxit và hydro sulfua được loại bỏ, sau đó, thứ hai, nhờ quy trình hấp phụ thay đổi áp suất (PSA - pressure swing adsorption), hydro được tách khỏi phần còn lại để tạo ra dòng khí sản phẩm giàu hydro với hàm lượng hydro, tốt hơn là, ít nhất 99,5% theo % thể tích.

Tốt hơn là, viên nhiên liệu thu hồi rắn được tạo ra từ chất thải rắn đô thị, có thể có thêm sinh khối, tốt hơn là như được bộc lộ bên dưới kết nối với phương tiện đóng viên, cụ thể là đề cập đến Fig. 1 và Fig. 3. Trong quy trình như được mô tả, hầu hết cặn kim loại được loại bỏ khỏi chất thải trước khi tạo ra viên nhiên liệu thu hồi rắn. Tuy nhiên, có thể điều này không loại bỏ toàn bộ cặn kim loại. Do đó, sau bước b) ở bước c) lượng cặn kim loại trong viên than hóa bị giảm thêm. Khi áp dụng dòng điện xoay, cả cặn kim loại sắt và không phải sắt có thể loại bỏ từ viên than hóa được nghiền thô.

Ở bước b) quá trình nghiền được thực hiện để tạo ra phân bố hạt thứ nhất có cỡ hạt tối đa thứ nhất tốt hơn là 10mm [milimet] và nhỏ hơn. Ở bước d) quá trình nghiền được thực hiện để tạo ra phân bố hạt thứ hai có cỡ hạt tối đa thứ hai nhỏ hơn đáng kể so với cỡ hạt tối đa thứ nhất. Tốt hơn là, cỡ hạt tối đa thứ hai là 350µm [micromet]. Cỡ hạt tối đa thứ hai tốt hơn là được chọn để cho phép khí hóa dòng cuốn hiệu quả ở bước e). Điều này cho phép cả việc loại bỏ cặn kim loại hiệu quả ở bước c) và việc khí hóa dòng cuốn hiệu quả ở bước e).

Việc khí hóa dòng cuốn ở bước e), tốt hơn là, được thực hiện bằng cách sử dụng làm nguội lạnh toàn bộ nước trên khí đốt tổng hợp được tạo ra trong quá trình khí

hóa dòng cuốn. Việc làm nguội lạnh dẫn đến các chất rắn bất kỳ ngay cả ở trạng thái nóng chảy được chứa trong khí đốt tổng hợp được hóa rắn và thu gom dưới dạng xỉ trong quy trình. Nước làm nguội lạnh được sử dụng tuần hoàn, tức là, tốt hơn là không có nước được xả từ hệ thống. Nước thải của quy trình được tạo ra và làm bay hơi cuối cùng tạo ra natri clorua (NaCl) dưới dạng sản phẩm phụ. Chất ngưng tụ được tái sử dụng trong quy trình dưới dạng nước đã xử lý theo quy trình.

Phương pháp theo sáng chế cho phép tái chế hóa học chất thải rắn đô thị tạo ra hydro mà có thể được sử dụng làm nguyên liệu cấp trong các quy trình hóa học và/hoặc để lưu trữ năng lượng.

Theo một phương án, khí sấy được tạo ra ở bước a) được bẻ gãy bằng nhiệt để tạo ra khí đốt tổng hợp sấy, khí đốt tổng hợp sấy nêu trên được trộn với khí đốt tổng hợp thô được tạo ra ở bước e) trước bước f).

Sự bẻ gãy bằng nhiệt của khí sấy được thực hiện trong bộ xử lý khí sấy mà được mô tả chi tiết bên dưới, cụ thể là đề cập đến Fig. 4. Sự bẻ gãy bằng nhiệt tốt hơn là được thực hiện bằng cách sử dụng quy trình oxy hóa dưới hợp thức để bẻ gãy các hydrocacbon dài có thể có trong khí sấy và/hoặc khí nhiên liệu được sử dụng để bẻ gãy bằng nhiệt. Tốt hơn là, dòng khí giàu oxy có 95% thể tích oxygen, tốt hơn là oxy tinh khiết, được sử dụng trong quy trình bẻ gãy bằng nhiệt. Với sự bẻ gãy bằng nhiệt của khí sấy, khí đốt tổng hợp sấy cũng có thể được sử dụng để tái chế hóa học, thay vì đốt như cũ.

Theo một phương án ở bước b) viên than hóa được nghiền thành cỡ hạt là 10mm và nhỏ hơn. Điều này cho phép loại bỏ hiệu quả cặn kim loại ở bước c). Bước b) tốt hơn là được thực hiện trong máy nghiền thứ hai như được mô tả bên dưới.

Theo một phương án ở bước c) cặn kim loại được loại bỏ bằng cách sử dụng kỹ thuật dòng điện xoáy. Dòng điện xoáy được áp dụng theo cách sao cho, cả cặn kim loại sắt và không phải sắt được loại bỏ. Bước c) tốt hơn là được thực hiện bằng cách sử dụng bộ loại bỏ kim loại thứ ba như được mô tả bên dưới.

Theo một phương án ở bước d) viên than hóa được nghiền thô được nghiền thành cỡ hạt là 500 $\mu$ m [micromet] và nhỏ hơn. Điều này cho phép khí hóa dòng cuốn

hiệu quả của viên than hóa được nghiền mịn. Có thể bổ sung sinh khối được nghiền thành viên than hóa được nghiền mịn trước khi thực hiện khí hóa dòng cuốn như được mô tả bên dưới. Bước d) tốt hơn là được thực hiện trong máy nghiền thứ ba như được mô tả bên dưới.

Theo một phương án ở bước g) cacbon dioxit ( $\text{CO}_2$ ) và hydro sulfua ( $\text{H}_2\text{S}$ ) được loại bỏ khỏi khí đốt tổng hợp bằng cách hấp phụ. Cacbon dioxit tương ứng được thanh lọc khỏi ít nhất một chất hấp phụ tương ứng và được sử dụng làm nguyên liệu cấp cho các quy trình hóa học hoặc được thanh lọc vào môi trường xung quanh. Hydro sulfua được chuyển đổi thành lưu huỳnh cơ bản bằng cách sử dụng quy trình Claus. Khí thải của đơn vị Claus tương ứng được xử lý hydro và tái chế thành chất hấp phụ tương ứng.

Theo một phương án ở bước g) hydro được tách khỏi khí đốt tổng hợp bằng cách sử dụng hấp phụ thay đổi áp suất (PSA) tạo ra dòng khí sản phẩm giàu hydro và khí thanh lọc.

Theo một phương án ít nhất một phần của khí thanh lọc được cung cấp cho phản ứng dịch chuyển CO ở bước e). Việc này cho phép làm tăng hiệu suất chuyển trong bộ dịch chuyển CO và làm tăng tổng sản lượng hydro.

Theo một phương án, một phần của khí thanh lọc được sử dụng làm khí nhiên liệu.

Khí thanh lọc bao gồm ít nhất một trong số cacbon monoxit (CO), cacbon dioxit ( $\text{CO}_2$ ), nitơ ( $\text{N}_2$ ), hydro ( $\text{H}_2$ ) và argon (Ar).

Theo khía cạnh khác của sáng chế, nhà máy xử lý viên nhiên liệu thu hồi rắn thành dòng khí sản phẩm giàu hydro được đề xuất, bao gồm

- bộ sấy để sấy viên nhiên liệu thu hồi rắn thành viên than hóa;
- máy nghiền thứ hai để nghiền viên than hóa thành viên than hóa được nghiền thô;
- bộ loại bỏ kim loại thứ ba bao gồm dòng điện xoáy để loại bỏ cặn kim loại

khởi viên than hóa được nghiền thô;

- máy nghiền thứ ba để nghiền viên than hóa được nghiền thô thành viên than hóa được nghiền mịn;

- bộ khí hóa bao gồm bộ khí hóa dòng cuốn để khí hóa viên than hóa được nghiền mịn thành khí đốt tổng hợp thô;

- bộ dịch chuyển CO để thực hiện các phản ứng dịch chuyển CO với khí đốt tổng hợp thô tạo ra khí đốt tổng hợp dịch chuyển;

- bộ làm sạch khí bao gồm phương tiện hấp phụ để loại bỏ cacbon dioxit và hydro sulfua khỏi khí đốt tổng hợp dịch chuyển và bộ tách hydro để phân tách hydro từ khí thanh lọc tạo ra dòng khí sản phẩm giàu hydro.

Theo một phương án, nhà máy còn bao gồm bộ xử lý khí sấy để bề gãy khí sấy bằng nhiệt có thể tạo ra trong bộ sấy.

Theo một phương án, bộ tách hydro bao gồm hệ thống hấp phụ thay đổi áp suất.

Cần hiểu rằng, các dấu hiệu kỹ thuật riêng lẻ được xác định trong các điểm yêu cầu bảo hộ có thể được kết hợp với nhau theo cách hợp lý về mặt kỹ thuật mong muốn bất kỳ và tạo ra các phương án khác theo sáng chế. Phần mô tả, cụ thể là cùng với các hình vẽ, giải thích thêm về sáng chế và xác định các phương án ưu tiên cụ thể theo sáng chế. Các biến thể ưu tiên cụ thể theo sáng chế và lĩnh vực kỹ thuật bây giờ sẽ được giải thích chi tiết hơn có tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo. Cần hiểu rằng, phương án làm ví dụ được thể hiện trong các hình vẽ không nhằm mục đích giới hạn sáng chế.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Các hình vẽ là sơ đồ và có thể không theo tỷ lệ. Các hình vẽ thể hiện:

Fig. 1 ví dụ về nhà máy chuyển đổi chất thải rắn thành dòng khí sản phẩm bao gồm hydro;

Fig. 2 biểu diễn trực quan phương tiện đóng viên;

Fig. 3 ví dụ về máy làm khô được sử dụng phương tiện đóng viên;

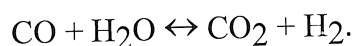
Fig. 4 bộ sấy và bộ khí hóa;

Fig. 5 bộ xử lý khí sấy;

Fig. 6 bộ dịch chuyển cacbon monoxit (CO); và

Fig. 7 bộ làm sạch khí.

Fig. 1 thể hiện dạng sơ đồ phương tiện đóng viên 100 trong đó viên nhiên liệu thu hồi rắn 117 được sản xuất trong phương tiện đóng viên 100 được cung cấp cho nhà máy 1 chuyển đổi chất thải rắn thành khí chứa hydro, cụ thể là thành khí đốt tổng hợp chứa hydro và hydro. Sau khi tạo ra các viên từ chất thải rắn giống chất thải rắn đô thị 103 và/hoặc sinh khối trong phương tiện đóng viên 100, các viên tương ứng 117 được vận chuyển đến nhà máy 1 và được cung cấp cho bộ sấy 200 trong đó các viên được oxy hóa theo hệ số tỷ lệ phụ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 250°C đến 300°C. Việc sấy các viên dẫn đến viên than hóa 201, mà được khí hóa trong bộ khí hóa 300. Sản phẩm khác của việc sấy là khí sấy 202 mà được cung cấp cho bộ xử lý khí sấy 400 được thảo luận chi tiết có tham chiếu đến Fig. 5 bên dưới. Sản phẩm của bộ xử lý khí sấy 400 là khí đốt tổng hợp sấy 401 và của bộ khí hóa 300 là khí đốt tổng hợp thô 301. Khí đốt tổng hợp sấy 401 và khí đốt tổng hợp thô 301 bao gồm hơi nước, cacbon monoxit và hydro. Cả khí đốt tổng hợp thô 301 và khí đốt tổng hợp sấy 401 được đưa vào bộ dịch chuyển CO 500 trong đó cacbon monoxit (CO) phản ứng với hơi nước (H<sub>2</sub>O) thành cacbon dioxit (CO<sub>2</sub>) và hydro (H<sub>2</sub>):



Khí đốt tổng hợp dịch chuyển 501 có hàm lượng hydro tăng lên so với khí đốt tổng hợp 301, 401 mà được tạo ra trong bộ dịch chuyển CO 500 và được chuyển thành bộ làm sạch khí 600 mà tách hydro từ khí thanh lọc 602 tạo ra dòng khí sản phẩm giàu hydro 601. Hàm lượng hydro của dòng khí sản phẩm giàu hydro 601 ít nhất là 99,5% thể tích. Trong bộ làm sạch khí 600, cacbon dioxit và hydro sulfua được tách khỏi dòng khí còn lại, tạo ra dòng hydro thô mà được cấp vào hệ thống hấp phụ thay đổi áp suất cho phép hydro đi qua và hấp thụ tất cả các phân tử khác. Bằng cách giảm áp theo

chu trình trong khi sử dụng nhiều chất hấp phụ và thanh lọc với hydro. Khí thanh lọc được tạo ra. Đồng thời, dòng sản phẩm giàu hydro được tạo ra với hàm lượng hydro là 99,5% thể tích và lớn hơn. Phương tiện đóng viên 100 tốt hơn là nằm ngoài địa điểm, tức là, không nằm cùng vị trí với nhà máy 1 chuyển đổi chất thải rắn thành khí chứa hydro. Phương tiện đóng viên 100 nằm ngoài địa điểm là có lợi, vì nó làm giảm khối lượng của chất thải rắn đô thị, vì thường khoảng từ 30 đến 35% trọng lượng của hàm lượng nước trong chất thải đô thị được làm bay hơi. Điều này làm giảm khối lượng cần được vận chuyển đáng kể. Hơn nữa, trọng khối của các nhà máy hóa chất như nhà máy 1 có thể được giảm xuống khi phương tiện đóng viên 100 cho phép sản xuất tập trung của viên nhiên liệu thu hồi rắn và sau đó vận chuyển các viên này đến nhà máy hóa chất khi cần thiết.

Theo Fig. 2, phương tiện đóng viên 100 bao gồm thiết bị cắt vụn 102. Chất thải rắn 103, ví dụ chất thải rắn đô thị (MSW) với phần bổ sung của sinh khối có thể có, được cung cấp cho thiết bị cắt vụn 102, tạo ra chất thải rắn đã cắt vụn 104 mà được vận chuyển bởi bộ loại bỏ kim loại thứ nhất 105 bao gồm nam châm để loại bỏ cặn sắt 106 từ chất thải rắn đã cắt vụn 104. Sau đó, chất thải rắn đã cắt vụn 104 được cung cấp cho máy làm khô 107 trong đó nước 108 được loại bỏ từ chất thải rắn đã cắt vụn 104. Chất thải rắn đã cắt vụn 104 sau đó được vận chuyển đến bộ loại bỏ kim loại thứ hai 109 để loại bỏ cặn kim loại 110 từ chất thải rắn đã cắt vụn 104, bộ loại bỏ kim loại thứ hai 109 bao gồm nam châm thứ hai 139 để loại bỏ thêm kim loại sắt và dòng điện xoáy để loại bỏ các kim loại không phải sắt.

Sau đó, các khoáng chất cũng như thép không gỉ được loại bỏ dưới dạng cặn khác 111 trong máy phân loại nhiệt độ 112. Trong máy phân loại nhiệt độ 112, cặn có mật độ cao như các hạt thép không gỉ, mà không thể loại bằng nam châm hay dòng điện xoáy, được loại bỏ dựa trên các sự khác biệt về mật độ giữa cặn khác 111 và phần còn lại của chất thải rắn đã cắt vụn 104. Giữ tương tự cho các khoáng chất như thủy tinh hoặc đá mà được loại bỏ khỏi phần còn lại của chất thải rắn đã cắt vụn 104 do sự khác biệt mật độ của nó. Các ví dụ được ưu tiên cho các máy phân loại nhiệt độ 112 ví dụ là máy tách bằng không khí.

Sau khi loại bỏ cặn khác 111, chất thải rắn đã cắt vụn 104 đã được tách thành

dải từ kim loại sắt (như cặn sắt 106 và cặn kim loại 110), các kim loại không phải sắt, thép không gỉ và các khoáng chất dưới dạng cặn khác 111 cũng giống như hơi ẩm ở dạng của nước 108. Phần còn lại của chất thải rắn đã cắt vụn 104 về cơ bản giống với chất thải rắn 103 mà đã được đưa vào phương tiện đóng viên 100. Cụ thể là, trong phương tiện đóng viên 100 theo sáng chế, không nhất thiết phải sắp xếp ví dụ các phần mịn của chất thải rắn 103 hoặc kim loại chứa clo giống như polyvinyl clorua (PVC) hoặc các dạng tương tự. Điều này có nghĩa là tỷ lệ của khối lượng dòng vật liệu được làm sạch sơ bộ 113 mà có ở phía cuối dòng của bộ loại bỏ kim loại thứ nhất 105, bộ loại bỏ kim loại thứ hai 109, và máy phân loại nhiệt độ 112 so với khối lượng của chất thải rắn 103 đưa vào phương tiện đóng viên 1 lớn hơn các phương pháp đã biết.

Dòng vật liệu được làm sạch sơ bộ 113 sau đó được nghiền trong máy nghiền thứ nhất 114, cụ thể là ở cỡ hạt trung bình nhỏ hơn 25mm để tạo ra dòng vật liệu đã nghiền 115. Sau đó, dòng vật liệu đã nghiền 115 được đưa vào máy ép viên 116 để tạo ra viên nhiên liệu thu hồi rắn 117.

Fig. 3 thể hiện ví dụ về máy làm khô 107 được sử dụng phương tiện đóng viên 100 như trong Fig. 1. Máy làm khô 107 để làm khô chất thải rắn đã cắt vụn 104 bao gồm lò đốt 118 để chứa chất thải rắn đã cắt vụn 104, cột rửa 119 mà còn có thể được gọi là thiết bị rửa khí, bơm nhiệt 120 và bộ bức xạ 121. Không khí được hút vào máy làm khô 107 qua cửa nạp không khí máy làm khô 122 mà thường được nối linh động với khí quyển. Không khí được hút vào có thể được vận chuyển vào bộ bức xạ 121 qua lỗ thông mà không được thể hiện trong Fig. 3. Cửa nạp không khí máy làm khô 122 được nối linh động với bộ bức xạ cửa nạp không khí 123 của bộ bức xạ 121 qua ống dẫn. Không khí được vận chuyển vào bộ bức xạ 121 được làm nóng trong bộ bức xạ 121 và thoát khỏi bộ bức xạ 121 qua cửa xả không khí bộ bức xạ 124. Không khí được làm nóng được vận chuyển về phía lò đốt 118, trong đó lò đốt cửa nạp không khí 125 được nối linh động với cửa xả không khí bộ bức xạ 124 qua ống dẫn. Chất thải rắn đã cắt vụn 104 được sắp xếp bên trong lò đốt 118 và không khí được vận chuyển vào lò đốt 118 đi qua chất thải rắn đã cắt vụn 104 và thoát khỏi lò đốt 118 qua cửa xả không khí lò đốt 126. Nhiệt độ của không khí đi vào lò đốt 118 trong quy trình làm khô là khoảng 80°C, trong đó không khí thoát khỏi lò đốt 118 biểu lộ nhiệt độ khoảng 45°C. Độ ẩm tương đối của không khí thoát khỏi lò đốt 118 là khoảng 100%.

Lò đốt 118 ở trong nối thông chất lưu với cột rửa 119, trong đó cửa xả không khí lò đốt 126 được nối linh động với cửa nạp không khí cột rửa 127. Bên trong cột rửa 119 không khí được đưa vào tiếp xúc gần với nước mát. Nhờ đó, không khí ẩm và ấm được làm mát sao cho độ ẩm của không khí được ngưng tụ và nhiệt ẩn được truyền vào nhiệt cảm của nước. Điều này dẫn đến việc làm nóng nước từ nhiệt độ khoảng 18°C đến nhiệt độ khoảng 25°C đến 28°C và làm mát không khí từ nhiệt độ khoảng 28°C đến 32°C đến nhiệt độ khoảng 22°C đến 24°C. Không khí đã làm mát thoát khỏi cột rửa 119 qua cửa xả không khí cột rửa 128 mà ở trong nối thông chất lưu với cửa xả không khí máy làm khô 129.

Không khí thoát khỏi cột rửa 119 cũng có thể được vận chuyển vào cửa nạp không khí máy làm khô 122 thông qua đường tái tuần hoàn 130, để cửa xả không khí cột rửa 128 được nối linh động với cửa nạp không khí máy làm khô 122. Cách sắp xếp tương ứng dẫn đến sự tiêu thụ năng lượng thấp hơn của thiết bị 100. Đường tái tuần hoàn 130 không nhất thiết được chứa trong thiết bị 100 và có thể được loại bỏ.

Đối với luồng không khí, bộ bức xạ 121 được định vị phía cuối dòng của cửa nạp không khí máy làm khô 122, lò đốt 118 được định vị phía cuối dòng của bộ bức xạ 121, cột rửa 119 được định vị phía cuối dòng của lò đốt 118 và cửa xả không khí máy làm khô 129 được định vị phía cuối dòng của cột rửa 119.

Cột rửa 119 còn bao gồm cửa xả nước cột rửa 131 mà được nối linh động với cửa xả nước bơm nhiệt thứ nhất 132. Cửa xả nước bơm nhiệt thứ nhất 133 được nối linh động với cửa nạp nước cột rửa 134. Do đó, nước được tuần hoàn giữa cột rửa 119 và bơm nhiệt 120. Nước có thể được vận chuyển qua bơm mà không được thể hiện trong Fig. 3.

Nước được làm nóng trong cột rửa 119 nhờ không khí đi vào cột rửa 119 qua cửa nạp không khí cột rửa 127 và nước đã làm nóng thoát khỏi cột rửa 119 qua cửa xả nước cột rửa 131 và đi vào bơm nhiệt 120 qua cửa nạp bơm nhiệt thứ nhất 132. Năng lượng nhiệt của nước đi vào bơm nhiệt 120 sau đó được chuyển vào chu trình nhiệt khác mà được thực hiện giữa bơm nhiệt 120 và bộ bức xạ 121. Nước đi vào bơm nhiệt 120 biểu lộ nhiệt độ khoảng từ 26°C đến 28°C và nước thoát khỏi bơm nhiệt 120 qua cửa xả bơm nhiệt thứ nhất 133 biểu lộ nhiệt độ khoảng 18°C.

Cửa xả bơm nhiệt thứ nhất 133 được nối linh động với cửa nạp nước cột rửa 134. Do đó, nước được làm mát bên trong bơm nhiệt 120 đi vào cột rửa 119 qua cửa nạp nước cột rửa 134. Do đó, chu trình nhiệt giữa cột rửa 119 và bơm nhiệt 120 được thực hiện, trong đó năng lượng nhiệt của nước thoát khỏi cột rửa 119 được truyền qua bơm nhiệt 120 đến chu trình nhiệt thứ hai giữa bơm nhiệt 120 và bộ bức xạ 121.

Cửa xả bơm nhiệt thứ hai 135 được nối linh động và do đó về mặt nhiệt với cửa nạp nước bộ bức xạ 136 và cửa xả nước bộ bức xạ 137 được nối linh động và do đó về mặt nhiệt với cửa nạp bơm nhiệt thứ hai 138. Do đó, nước được vận chuyển qua các bơm mà không được thể hiện trong Fig. 3 giữa bơm nhiệt 120 và bộ bức xạ 121. Vì vậy, chu trình nhiệt thứ hai được thực hiện giữa bơm nhiệt 120 và bộ bức xạ 121.

Năng lượng nhiệt từ nước thoát khỏi cột rửa 119 được truyền qua bơm nhiệt 120 đến bộ bức xạ 121 và đến không khí đi qua bộ bức xạ 121 từ bộ bức xạ cửa nạp không khí 123 đến cửa xả không khí bộ bức xạ 124.

Phương tiện đóng viên 100 theo sáng chế cho phép sản xuất viên nhiên liệu thu hồi rắn từ chất thải rắn đô thị mà không có các bộ phận tách của chất thải rắn đô thị trước khi bắt đầu quy trình đóng viên. Do đó, lượng lớn của chất thải rắn đô thị thực tế có thể được sử dụng để sản xuất viên nhiên liệu thu hồi rắn. Phương tiện đóng viên 100 cũng như phương pháp theo sáng chế có thể được sử dụng cụ thể là để sản xuất viên nhiên liệu thu hồi rắn mà có thể được sử dụng trong việc tạo ra khí đốt tổng hợp được làm giàu hydro và/hoặc cacbon dioxit bằng cách sấy viên nhiên liệu thu hồi rắn với bước xử lý khí tiếp theo.

Fig. 4 thể hiện ví dụ về bộ sấy 200 và bộ khí hóa 300. Trong bộ sấy 200, viên nhiên liệu thu hồi rắn 117 được cung cấp cho lò 203 mà theo phương án này là nhiều lò đáy phẳng. Trong lò 203 này, việc sấy viên nhiên liệu thu hồi rắn 117 diễn ra. Thuật ngữ sấy được hiểu là xử lý nhiệt hóa học viên nhiên liệu thu hồi rắn 117 ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 250°C đến 320°C. Nó được thực hiện dưới áp suất khí quyển và không cần thêm oxy, ví dụ không cần cung cấp không khí. Trong quá trình sấy, nước xử lý được chứa trong viên nhiên liệu thu hồi rắn bay hơi cũng như các chất dễ bay hơi được chứa trong viên nhiên liệu thu hồi rắn 117. Các polyme sinh học được chứa trong viên nhiên liệu thu hồi rắn 117 phân hủy một phần trong quá trình giải phóng các chất

đễ bay hơi. Sản phẩm của quy trình sấy là viên than hóa 201 và khí sấy 202.

Khí sấy 202 được cung cấp cho bộ xử lý khí sấy 400 mà được mô tả bên dưới có tham chiếu đến Fig. 5. Viên than hóa 201 bao gồm chất dẻo than hóa hoặc các phần hữu cơ và, có thể có, các chất lẫn kim loại dưới dạng các phần kim loại của viên nhiên liệu thu hồi rắn 117 không được than hóa trong quy trình sấy. Viên than hóa 201 được cung cấp cho máy nghiền thứ hai 204 để nghiền thô với các cỡ hạt là 10mm và nhỏ hơn. Sau đó, trong bộ loại bỏ kim loại thứ ba 205 mà được dựa trên quy trình loại bỏ bằng dòng điện xoáy, cặn kim loại 206 mà đã được loại bỏ trong quá trình sản xuất viên nhiên liệu thu hồi rắn 117 được loại bỏ. Cả cặn sắt và cặn không phải sắt được loại bỏ bằng bộ loại bỏ kim loại thứ ba 205. Viên than hóa được nghiền thô còn lại 207 được di chuyển đến máy nghiền thứ ba 208 trong đó việc xử lý nghiền mịn của viên than hóa được nghiền thô 207 thành viên than hóa được nghiền mịn 209 với cỡ hạt là 500 $\mu$ m [micromet] và nhỏ hơn đang diễn ra.

Viên than hóa được nghiền mịn 209 được tạo ra dưới dạng nguyên liệu cấp 303 cho bộ khí hóa 300 mà bao gồm bộ khí hóa dòng cuốn 302. Sinh khối 304, như bùn khô, có thể được bổ sung vào viên than hóa được nghiền mịn 209 sau khi đã được nghiền mịn thành cỡ hạt theo cùng một thứ tự độ lớn như cỡ hạt của viên than hóa được nghiền mịn 209. Sinh khối 304 được nghiền trong máy nghiền thứ tư tương ứng 305. Sinh khối đã nghiền mịn 306 sau đó được bổ sung vào nguyên liệu cấp 303 phía đầu dòng của bộ khí hóa dòng cuốn 302. Theo cách khác, nhưng không được thể hiện trong Fig. 4, sinh khối 304 được nghiền cùng với viên than hóa 201 và, do đó, được đưa vào cùng với viên than hóa 201 vào máy nghiền thứ hai 204.

Nguyên liệu cấp 303 được cung cấp vào bộ khí hóa dòng cuốn 302 cùng với khí giàu oxy 307 có hàm lượng oxy ít nhất là 95% thể tích, tốt hơn là ít nhất 98% thể tích, cụ thể là 99,5% thể tích và lớn hơn. Các phản ứng khí hóa diễn ra trong đám mây dày đặc của các hạt rất mịn trong dòng đồng lưu. Sự khí hóa diễn ra ở nhiệt độ là 2.000°C và áp suất 40 bar (4. 10<sup>6</sup> Pa).

Khí sản phẩm trung gian thu được 308 được cung cấp vào vùng làm nguội lạnh 309 trong đó khí sản phẩm trung gian thu được 308 được làm nguội lạnh với nước làm nguội lạnh 310 ở nhiệt độ tốt hơn là từ 180°C đến 220°C. Chất rắn hoặc chất rắn đã

nóng chảy hóa rắn do quy trình làm nguội lạnh và tạo ra xỉ 311 mà có thể loại bỏ cần được sử dụng cho công trình xây dựng dân dụng. Dòng khí đốt tổng hợp thô được tạo ra 312 được cung cấp cho cột làm mát rửa bằng nước 313 trong đó hơi ẩm được chứa trong khí đốt tổng hợp thô 312 đang ngưng tụ do tiếp xúc với nước 314 có nhiệt độ thấp hơn nằm trong khoảng từ 180°C đến 200°C than khí đốt tổng hợp thô 312 có nhiệt độ khoảng 214°C. Khí đốt tổng hợp thô được làm mát và rửa 301 được cung cấp vào bộ dịch chuyển CO 500. Nước chảy ra thừa 315 được cung cấp cho cột cất bùn (không được thể hiện) để loại bỏ các khí từ nước chảy ra thừa 315. Nước bổ sung 316 được cung cấp từ bộ thu hồi nhiệt ở nhiệt độ thấp 524 của bộ dịch chuyển CO 500 mô tả bên dưới.

Fig. 5 thể hiện bộ xử lý khí sậy 400. Khí sậy 202 được tạo ra trong bộ sậy 200 được đưa vào buồng đốt 402. Hơn nữa, khí nhiên liệu 403 và dòng khí giàu oxy 404 được đưa vào buồng đốt 402. Làm khí nhiên liệu 403, khí tự nhiên và/hoặc khí nhiên liệu tại chỗ được sử dụng. Khí nhiên liệu bao gồm ít nhất một trong số metan, etan, nitơ, và hydro. Được gọi là khí nhiên liệu tại chỗ là ví dụ được tạo ra trong bộ bể gẫy hơi. Dòng khí giàu oxy 404 bao gồm ít nhất 95% thể tích [% thể tích] oxygen, tốt hơn là ít nhất 98% thể tích, cụ thể là 99,5% thể tích và lớn hơn. Cụ thể là, nếu bộ khí hóa 300 bằng cách sử dụng khí hóa dòng cuốn oxy tinh khiết song song có sẵn, tức là, dòng khí giàu oxy 307 được sử dụng trong bộ khí hóa 300 có thể được cung cấp từ nguồn giống như dòng khí giàu oxy 404. Buồng đốt 402 có cửa nạp thứ nhất 436 để đưa vào dòng khí giàu oxy 404, cửa nạp thứ hai 437 để đưa vào khí nhiên liệu, và cửa nạp thứ ba 438 để đưa vào khí sậy 202. Khí đốt tổng hợp thô thu được 301 được cung cấp vào bộ dịch chuyển CO 500.

Trong buồng đốt 402, sự oxy hóa theo hệ số tỷ lệ phụ diễn ra bởi các phân tử hydrocacbon mà có nguồn gốc từ khí sậy 202 và/hoặc khí nhiên liệu 403 được bẻ gãy bằng nhiệt và được biến đổi thành khí đốt tổng hợp 407 bao gồm cacbon monoxit (CO), cacbon dioxit (CO<sub>2</sub>), hydro (H<sub>2</sub>), và nước (H<sub>2</sub>O). Do hàm lượng hơi ẩm cao thường ít nhất là 50% thể tích của khí sậy 202, nên tạo ra cacbon cơ bản và, do đó, muối được ngăn chặn.

Nhiệt độ trong buồng đốt 402 nằm trong khoảng từ 1.000°C đến 1.200°C. Sau

khí đi qua lối thoát buồng đốt 405 thì khí đốt tổng hợp 407 được làm nguội lạnh với khí đốt tổng hợp đã tái chế 406 đóng vai trò khí làm nguội lạnh ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 730°C đến 770°C, tốt hơn là ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 740°C đến 760°C, cụ thể là khoảng 750°C. Khí đốt tổng hợp 407 được đưa vào buồng trộn 408 trong đó quy trình làm nguội lạnh và trộn kèm theo với khí đốt tổng hợp đã tái chế 406 đang diễn ra dẫn đến khí đốt tổng hợp đã làm nguội lạnh 409 mà làm nguội xuống trong buồng trộn 408. Việc làm nguội lạnh được đổi trật tự vùng làm nguội lạnh 439 có các cửa nạp 440 cho khí đốt tổng hợp đã tái chế 406. Hiệu quả của quy trình làm nguội lạnh, tức là, giảm nhiệt độ đột ngột do sự đưa vào khí đốt tổng hợp đã tái chế mát hơn 406 là các chất rắn bất kỳ hoặc các chất rắn nóng chảy có trong khí đốt tổng hợp 407 được hóa rắn. Các chất rắn này có thể được đưa vào cùng với khí sấy 202. Cả hai buồng đốt 202 và buồng trộn 408 được cách nhiệt bên trong và không được làm mát.

Phía cuối dòng của buồng trộn 408 khí đốt tổng hợp đã làm nguội lạnh 409 được đưa vào hệ thống thu hồi nhiệt 410 trong đó năng lượng nhiệt hoặc năng lượng nhiệt của khí đốt tổng hợp đã làm nguội lạnh 409 được chuyển thành chất mang nhiệt 411, tốt hơn là dầu nhiệt, trong bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 441. Phía cuối dòng của năng lượng chuyển thành chất mang nhiệt 411 còn năng lượng nhiệt được chuyển thành nước cấp nồi hơi 412 trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai 442 tạo ra hơi áp suất cao 413 ít nhất một phần của nó được truyền qua bộ trao đổi nhiệt thứ tư 414 để làm nóng khí đốt tổng hợp đã tái chế 406, tốt hơn là ở nhiệt độ lớn hơn 200°C, cụ thể là khoảng 225°C. Ở hệ thống thu hồi nhiệt 410 trong bộ quá nhiệt 443 phía cuối dòng bộ trao đổi nhiệt thứ hai 441 với nước cấp nồi hơi 412 còn năng lượng nhiệt từ khí đốt tổng hợp đã làm nguội lạnh 409 được chuyển thành hơi áp suất thấp 415 để làm quá nhiệt hơi áp suất thấp quá nhiệt tạo ra giống nhau 416. Chất mang nhiệt được làm nóng ví dụ từ nhiệt độ 300°C đến nhiệt độ 400°C và có thể được sử dụng, ví dụ để làm nóng gián tiếp bộ sấy 200. Hơi áp suất cao 413 có ví dụ là áp suất 140 bar ( $14 \cdot 10^6$  Pa) và nhiệt độ 350°C khi rời hệ thống thu hồi nhiệt 410. Hơi áp suất thấp quá nhiệt có nhiệt độ khoảng 275°C khi rời hệ thống thu hồi nhiệt 410 và tốt hơn là được sử dụng quy trình sấy trong bộ sấy 200. Khí đốt tổng hợp đã làm nguội lạnh 409 rời hệ thống thu hồi nhiệt 410 với nhiệt độ khoảng 170°C và lớn hơn để tránh sự tạo ra amoni clorua

( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) mà gây ra sự ăn mòn và/hoặc tích tụ bẩn. Để đảm bảo rằng nhiệt độ khoảng  $170^\circ\text{C}$  không đạt dưới mức chuẩn, nước cấp nổi hơi 412 được đưa vào hệ thống thu hồi nhiệt 410 có nhiệt độ là  $140^\circ\text{C}$  và lớn hơn.

Phía cuối dòng của hệ thống thu hồi nhiệt 410 khí đốt tổng hợp đã làm nguội lạnh 409 được đưa vào hệ thống rửa khí ướt 417 để loại bỏ chất rắn và halogen (chủ yếu là clorua). Hệ thống rửa khí ướt 417 là cột rửa khí ướt thông thường. Nước rửa đã sử dụng 418 được chảy ra từ bể lắng 419 của hệ thống rửa khí ướt 417. Nước rửa đã sử dụng 418 được chuyển thành phương tiện xử lý nước thải (không được thể hiện) cần được tái chế. Khí đốt tổng hợp đã làm sạch 420 thoát khỏi hệ thống rửa khí ướt 417, đầu 421 của hệ thống rửa khí ướt 417. Phần thứ nhất của khí đốt tổng hợp đã làm sạch 420 được sử dụng làm khí đốt tổng hợp đã tái chế 406 và được làm nóng lại như được mô tả ở trên và được sử dụng làm nguội lạnh khí đốt tổng hợp 407. Sử dụng khí đốt tổng hợp đã làm sạch 420 làm khí đốt tổng hợp đã tái chế 406 làm giảm các nồng độ của các chất ô nhiễm (giống như, ví dụ các chất rắn, halogen, cụ thể là clorua) trong khí đốt tổng hợp đã làm nguội lạnh 409 và tránh hư hại, cụ thể là ăn mòn, các bề mặt trao đổi nhiệt trong hệ thống thu hồi nhiệt, cụ thể là sự ăn mòn của các bề mặt được sử dụng để làm quá nhiệt hơi áp suất thấp 415 thành hơi áp suất thấp quá nhiệt 416 tránh được. Đồng thời, hàm lượng hơi ẩm cao 60% thể tích và lớn hơn làm tăng nhiệt dung của khí đốt tổng hợp đã tái chế 406 và, do đó là, hiệu quả làm lạnh trong quy trình làm nguội lạnh. Khí đốt tổng hợp đã tái chế 406 được nén bởi bộ nén 423.

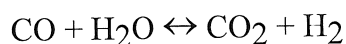
Phần thứ hai – tức là, phần còn lại 424 của khí đốt tổng hợp đã làm sạch 420 được đưa vào cột làm mát rửa bằng nước hai giai đoạn 422. Do tiếp xúc gần với nước mát hơn trong cột 422 nên hơi ẩm trong khí đốt tổng hợp 424 ngưng tụ. Nhiệt ngưng tụ tương ứng làm ấm nước rửa trong cột 422. Nước rửa 426 từ bể lắng 425 được cung cấp cho bơm nhiệt 427 để làm mát ví dụ từ nhiệt độ khoảng  $85^\circ\text{C}$  xuống nhiệt độ là  $75^\circ\text{C}$ . Trong bơm nhiệt 427, hơi áp suất thấp được tạo ra mà tốt hơn là được sử dụng bộ sấy 200 để điều khiển xử lý. Hầu hết nước rửa 426 được đưa vào trung tâm trong cột 422 được phân bổ cả trong giai đoạn thứ nhất 428 và giai đoạn thứ hai 429 của cột 422. Phần nhỏ hơn của nước rửa 426 còn được làm mát bởi bộ làm mát bằng không khí 430, tốt hơn là nhiệt độ là khoảng  $25^\circ\text{C}$  dẫn đến nhiệt độ của khí đốt tổng hợp 424 ở nhiệt độ khoảng  $30^\circ\text{C}$  khi rời cột 422. Việc làm mát khí đốt tổng hợp loại bỏ khoảng

60% khối lượng là nước. Nước rửa thừa 431 một phần được sử dụng làm nước bổ sung 432 cho hệ thống rửa khí ướt 417. Nước rửa thừa 431 có thể được dẫn hướng làm nước chảy ra 433 đến hệ thống cột cất (không được thể hiện) trong đó các khí được cất từ nước chảy ra 433, cụ thể là amoniac ( $\text{NH}_3$ ), cacbon dioxit ( $\text{CO}_2$ ) và hydro sulfua ( $\text{H}_2\text{S}$ ) được cất từ nước chảy ra 433.

Phương tiện vận chuyển khí đốt tổng hợp 434, tốt hơn là quạt hoặc máy quạt, được sử dụng để vận chuyển khí đốt tổng hợp sấy 401 thoát khỏi cột 422 vào bộ dịch chuyển CO 500 (xem Fig. 1) và/hoặc vào ống loe 435. Phương tiện vận chuyển khí đốt tổng hợp 434 tạo ra áp suất thấp mà kéo khí đốt tổng hợp đã làm nguội lạnh 406 qua hệ thống thu hồi nhiệt 410.

Bộ xử lý khí sấy 400 cho phép sự tái chế hóa học của khí sấy 202 được tạo ra bằng cách sấy ví dụ từ viên nhiên liệu thu hồi rắn (nhiên liệu thu hồi rắn) 117 mà không cần đốt khí sấy 202.

Fig. 6 thể hiện dạng sơ đồ bộ dịch chuyển cacbon monoxit (CO) 500 được chứa trong nhà máy 1. Trong bộ dịch chuyển CO 500, phản ứng dịch chuyển cacbon monoxit (CO) diễn ra trong đó cacbon monoxit (CO) phản ứng với nước ( $\text{H}_2\text{O}$ ) để tạo ra cacbon dioxit ( $\text{CO}_2$ ) và hydro ( $\text{H}_2$ ):



Phản ứng ở trạng thái cân bằng hóa học mà có thể bị ảnh hưởng hoặc theo hướng của sản phẩm tách hoặc các sản phẩm theo cách thông thường ví dụ bằng cách sử dụng nhiệt độ tương ứng và sử dụng nồng độ của chất xúc tác cụ thể. Vì phản ứng thu nhiệt, nước thường được cung cấp dưới dạng hơi nước. Để dịch chuyển cân bằng hóa học về phía sản phẩm để làm tăng sự tạo ra hydro, tỷ lệ mol hơi nước với cacbon monoxit nằm trong khoảng từ 2,3 đến 2,7, cụ thể là khoảng 2,5, đã được phát hiện là có lợi. Hơi được cung cấp tốt hơn là ở áp suất cao hơn áp suất mà ở đó phản ứng dịch chuyển đang diễn ra tốt hơn là khoảng 40 bar ( $4 \cdot 10^6$  Pa). Nếu tỷ lệ mol hơi nước với cacbon monoxit là 2,5 được sử dụng thì sẽ có 1,5 mol hơi nước dư cho mỗi mol carbon dioxide còn lại trong lò phản ứng. Điều này dẫn đến lượng lớn nước trong khí sản

phẩm của phản ứng dịch chuyển CO. Khi khí sản phẩm này được làm mát, điều này dẫn đến lượng ngưng tụ đáng kể và, do đó, lượng lớn nhiệt mức thấp trong dây làm mát, trong khi khí sản phẩm được làm mát xuống nhiệt độ môi trường xung quanh. Phần lớn năng lượng này thường bị loại bỏ mà dẫn đến hiệu quả năng lượng thấp.

Khí đốt tổng hợp thô 301 được tạo ra bởi bộ khí hóa 300 được đưa vào bộ rửa khí áp suất cao 502. Bộ rửa khí áp suất cao 502 là bộ rửa khí ướt thông thường trong đó ví dụ, các hydrocacbon bậc cao được loại bỏ khỏi khí đốt tổng hợp thô 301. Bộ rửa khí áp suất cao 502 được cấp với nước cấp 503 mà là nước ngưng tụ 508 từ bộ thu hồi nhiệt ở nhiệt độ thấp sẽ được mô tả sau. Nước 505 được thu gom trong bể lắng 504 của bộ rửa khí áp suất cao 502 được vận chuyển bởi phương tiện vận chuyển 506 đến đường dẫn nước chảy ra 507. Nước ngưng tụ dư 508 là không cần thiết vì nước cấp 503 cũng được vận chuyển đến đường dẫn nước chảy ra 507. Khí đốt tổng hợp đã làm sạch 509 được tạo ra trong bộ rửa khí áp suất cao 502 được cung cấp phía cuối dòng của bộ rửa khí áp suất cao 502 đến bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 518. Thuật ngữ phương tiện vận chuyển trong tài liệu này được hiểu là bơm và/hoặc bộ nén. Đồng thời với việc làm sạch khí đốt tổng hợp thô 301 trong bộ rửa khí áp suất cao 502, hơi ẩm của khí đốt tổng hợp đã làm sạch 509 có thể được kiểm soát.

Khí đốt tổng hợp sấy 401 được tạo ra trong bộ xử lý khí sấy 400 được vận chuyển đến cột bão hòa 510 thông qua phương tiện vận chuyển 511. Bằng phương tiện vận chuyển 511, khí đốt tổng hợp sấy 401 được nén, tốt hơn là ở áp suất 40 bar ( $4 \cdot 10^6$  Pa). Phương tiện vận chuyển 511 có thể bao gồm một số bộ nén với các bộ làm mát trung gian mà cung cấp sự nén có làm mát trung gian nhiều tầng khí đốt tổng hợp sấy 401. Cũng như vậy, khí thanh lọc 602 từ bộ làm sạch khí 600 cũng được vận chuyển thông qua phương tiện vận chuyển 512 đến cột bão hòa 510. Bằng phương tiện vận chuyển 512 khí thanh lọc 602 được nén, tốt hơn là ở áp suất 40 bar ( $4 \cdot 10^6$  Pa). Phương tiện vận chuyển 512 có thể bao gồm một số bộ nén với các bộ làm mát trung gian mà cung cấp sự nén có làm mát trung gian nhiều tầng khí thanh lọc 602. Cột bão hòa 510 là thiết bị rửa khí ướt thông thường mà được cung cấp với nước xử lý 513 từ bộ thu hồi nhiệt ở nhiệt độ thấp 524 được mô tả sau thông qua phương tiện vận chuyển 514. Nước 515 được thu gom trong bể lắng 516 của cột bão hòa 510 được sử dụng làm nước xử lý trong bộ thu hồi nhiệt ở nhiệt độ thấp 524 mô tả bên dưới. Bằng cột bão

hòa 510, khí đốt tổng hợp sấy 401 và khí thanh lọc 602 được trộn và, đồng thời, hơi ẩm được bổ sung vào khí sản phẩm cột bảo hòa thông thường 517. Tùy thuộc vào các thông số hoạt động của cột bảo hòa, tức là, cụ thể là dòng nước và nhiệt độ của nước, hơi ẩm của khí sản phẩm cột bảo hòa 517 có thể được kiểm soát.

Khí sản phẩm cột bảo hòa 517 được cung cấp cùng với khí đốt tổng hợp đã làm sạch 509 vào bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 518. Trong bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 518, năng lượng được chuyển từ khí thải lò phản ứng dịch chuyển CO nhiệt độ cao 519 vào khí đốt tổng hợp đã làm sạch 509 và khí sản phẩm cột bảo hòa 517 được kết hợp phía cuối dòng của bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 519 vào dòng khí đốt tổng hợp kết hợp 520. Nhờ trao đổi nhiệt trong bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 518, khí thải lò phản ứng dịch chuyển CO nhiệt độ cao tương ứng 519 được làm mát trong khi khí đốt tổng hợp đã làm sạch 509 và dòng khí được tinh chế 517 được làm nóng. Tốt hơn là, cột bảo hòa 510 được truyền động theo cách sao cho dòng khí đốt tổng hợp kết hợp 520 có tỷ lệ mol của hơi nước với cacbon monoxit nằm trong khoảng từ 2,0 đến 3,0, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2,4 đến 2,6, cụ thể là khoảng 2,5.

Dòng khí đốt tổng hợp kết hợp 520 được cung cấp phía cuối dòng của bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 518 vào lò phản ứng dịch chuyển CO nhiệt độ cao 521 trong đó phản ứng dịch chuyển được mô tả ở trên đang diễn ra. Khí thải lò phản ứng dịch chuyển CO nhiệt độ cao 519 có hàm lượng hơi/nước khử và cacbon monoxit và hàm lượng hydro ( $H_2$ ) tăng lên so với dòng khí đốt tổng hợp kết hợp 520. Khí thải lò phản ứng dịch chuyển CO nhiệt độ cao 519 – như sẽ được mô tả trong phần sau – được dẫn qua một số bộ trao đổi nhiệt để làm giảm nhiệt độ của nó bao gồm bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 518 đến lò phản ứng dịch chuyển CO nhiệt độ thấp 522 trong đó phản ứng dịch chuyển CO như được mô tả ở trên đang diễn ra. Khí thải lò phản ứng dịch chuyển CO nhiệt độ thấp 523 được tăng lên về hàm lượng hydro ( $H_2$ ) của nó so với khí thải lò phản ứng dịch chuyển CO nhiệt độ cao 519 mà đang đi vào lò phản ứng dịch chuyển CO nhiệt độ thấp 522.

Khí thải lò phản ứng dịch chuyển CO nhiệt độ thấp 523 được dẫn hướng phía cuối dòng của lò phản ứng dịch chuyển CO nhiệt độ thấp 522 thông qua bộ thu hồi nhiệt ở nhiệt độ thấp 524. Trong bộ thu hồi nhiệt ở nhiệt độ thấp 524 này, hàm lượng

nhệt của khí thải lò phản ứng dịch chuyển CO nhiệt độ thấp 523 được sử dụng để làm tăng nhiệt độ của một số dòng nước. Sau khi đi vào bộ thu hồi nhiệt ở nhiệt độ thấp 524, khí thải lò phản ứng dịch chuyển CO nhiệt độ thấp 523 sau đó được dẫn qua bộ trao đổi nhiệt thứ hai 525, bộ trao đổi nhiệt thứ ba 526, bộ trao đổi nhiệt thứ tư 527, bộ trao đổi nhiệt thứ năm 528 và bộ trao đổi nhiệt thứ sáu 529. Trong khi đi qua các bộ trao đổi nhiệt 524, 525, 526, 527, 528, 529 này thì nhiệt độ của khí thải lò phản ứng dịch chuyển CO nhiệt độ thấp 523 bị giảm dần trước khi rời bộ thu hồi nhiệt ở nhiệt độ thấp 524 dưới dạng dòng khí đốt tổng hợp 530 và được đi qua, tùy ý và nếu cần thiết, thông qua bộ làm mát bằng không khí 531. Sau đó, dòng khí đốt tổng hợp 530 được cung cấp vào bộ làm sạch khí 600 như được thảo luận ở trên.

Thứ nhất, trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai 525 hàm lượng nhiệt của dòng khí đốt tổng hợp 530 được sử dụng để làm nóng nước cấp 508 cần được sử dụng trong bộ khí hóa 300. Ví dụ, do đó có thể làm nóng nước 508 này từ nhiệt độ 158°C đến 205°C. Thứ hai, trong bộ trao đổi nhiệt thứ ba 526, nước được làm nóng có thể được sử dụng ví dụ để tạo ra hơi áp suất cao. Ví dụ, nước được làm nóng thường từ nhiệt độ 155 đến 200°C. Thứ ba, trong bộ trao đổi nhiệt thứ tư 527, nước xử lý 513 được làm nóng, thường từ nhiệt độ 135 đến 158°C, mà được sử dụng trong cột bão hòa 510. Hơn nữa, việc sử dụng nước này làm nước cấp 508 là khả thi, cụ thể là sau khi đi qua bộ trao đổi nhiệt thứ hai 525. Trong bộ trao đổi nhiệt thứ tư 527, khí thải lò phản ứng dịch chuyển CO nhiệt độ thấp 523 được làm mát bên dưới điểm ngưng tụ của nó, do đó, lượng lớn của nhiệt ngưng tụ được giải phóng và sử dụng cho sự truyền nhiệt tương ứng. Thứ tư, trong bộ trao đổi nhiệt thứ năm 528, nước cấp nồi hơi 536 được làm nóng, thường từ nhiệt độ 35°C đến 155°C, mà tốt hơn là được sử dụng để tạo ra hơi áp suất cao. Thứ năm, trong bộ trao đổi nhiệt thứ sáu 529, nước được làm nóng thông thường từ nhiệt độ 25°C đến 135°C để sử dụng trong việc khí hóa viên than hóa 201 trong bộ khí hóa 300.

Nước cấp 508 cho bộ khí hóa 300 là ít nhất một phần của nước 515 được thu gom trong bể lắng 519 của cột bão hòa 510 như được mô tả ở trên. Nước 515 được thu gom trong bể lắng 516 của cột bão hòa 510 đi vào bộ trao đổi nhiệt thứ tư 527. Nước 521 từ bộ xử lý nước thải (không được thể hiện) có thể được trộn với nước 515 sau khi đã đi qua bộ trao đổi nhiệt thứ sáu 529. Phía cuối dòng của bộ trao đổi nhiệt thứ hai

527, dòng ra nước bộ trao đổi nhiệt thứ tư được làm nóng 533 một phần được sử dụng làm nước xử lý từ việc thu hồi nhiệt ở nhiệt độ thấp 513 trong cột bão hòa 510 và một phần nó được dẫn hướng qua bộ trao đổi nhiệt thứ hai 525 cần được sử dụng phía cuối dòng của bộ trao đổi nhiệt thứ hai 525 một phần làm nước ngưng tụ 508 cần được sử dụng một phần làm nước cấp 503 trong bộ rửa khí áp suất cao 502 và một phần làm nước xử lý trong bộ sấy 200. Hơn nữa, một phần nước phía cuối dòng của bộ trao đổi nhiệt thứ sáu 529 được sử dụng làm chất ngưng tụ 534 ví dụ được cung cấp đến bộ tách nước. Nước khác ví dụ như nước cấp nồi hơi áp suất cao bên ngoài 535 được tạo ra cho các ứng dụng bên ngoài nhà máy 1 được dẫn hướng qua bộ trao đổi nhiệt thứ năm 528 để được sử dụng một phần làm nước cấp nồi hơi 536 ví dụ trong bộ khí hóa 300 và/hoặc để tạo ra hơi áp suất thấp và/hoặc trong bộ sấy 200. Phần khác của nước cấp nồi hơi 535 được dẫn hướng phía cuối dòng bộ trao đổi nhiệt thứ năm 528 thông qua bộ trao đổi nhiệt thứ hai 526. Sau đó, nó được đi qua bộ trao đổi nhiệt thứ bảy 537.

Bộ dịch chuyển CO 500 làm một phần của nhà máy 1 chuyển đổi chất thải rắn vào dòng khí sản phẩm bao gồm hydro cho phép sử dụng hiệu quả năng lượng của năng lượng nhiệt ở nhiệt độ thấp trong bộ thu hồi nhiệt ở nhiệt độ thấp 524 để làm nóng dòng nước xử lý được sử dụng nhà máy 1.

Fig. 7 thể hiện bộ làm sạch khí 600 chi tiết hơn. Khí đốt tổng hợp dịch chuyển 501, mà là đầu ra của bộ dịch chuyển CO 500, được đưa vào bộ làm sạch khí 600 và đi qua, sau đó, phương tiện hấp phụ hydro sulfua 603 và phương tiện hấp phụ cacbon dioxit 604. Sau đó, nó đi qua phương tiện hấp phụ thay đổi áp suất 605 trong đó, bằng cách hấp phụ thay đổi áp suất, dòng khí sản phẩm 601 giàu hydro, tốt hơn là hydro tinh khiết, với hàm lượng hydro ít nhất là 99,5% thể tích được tạo ra. Thông thường, các chất hấp phụ duy nhất của phương tiện hấp phụ thay đổi áp suất 605 được thanh lọc với hydro, tạo ra khí thanh lọc 602.

Hydro sulfua được thu gom trong phương tiện hấp phụ hydro sulfua 603 được sử dụng để tạo ra lưu huỳnh 606 bằng quy trình Claus. Cacbon dioxit 607 mà được hấp phụ trong phương tiện hấp phụ cacbon dioxit 603 có thể được chiết xuất từ đó và được sử dụng các quy trình khác.

Phương pháp và nhà máy 1 chuyển đổi viên nhiên liệu thu hồi rắn 117 được tạo ra từ chất thải rắn đô thị 103 cho phép sự biến đổi của chất thải rắn đô thị 103 thành hydro với năng suất cao thay vì chôn lấp hoặc đốt chất thải rắn đô thị 103. Dòng khí sản phẩm giàu hydro 601 có thể được sử dụng làm nguyên liệu cấp cho các phản ứng hóa học hoặc để lưu trữ năng lượng theo cách giải phóng được.

#### Số tham chiếu

- 1 nhà máy chuyển đổi chất thải rắn thành khí chứa hydro
- 100 phương tiện đóng viên
- 102 thiết bị cắt vụn
- 103 chất thải rắn
- 104 chất thải rắn đã cắt vụn
- 105 bộ loại bỏ kim loại thứ nhất
- 106 cặn sắt
- 107 máy làm khô
- 108 nước
- 109 bộ loại bỏ kim loại thứ hai
- 110 cặn kim loại
- 111 cặn khác
- 112 máy phân loại nhiệt độ
- 113 dòng vật liệu được làm sạch sơ bộ
- 114 máy nghiền thứ nhất
- 115 dòng vật liệu đã nghiền
- 116 máy ép viên
- 117 viên nhiên liệu thu hồi rắn
- 118 lò đốt
- 119 cột rửa
- 120 bơm nhiệt
- 121 bộ bức xạ
- 122 cửa nạp không khí máy làm khô
- 123 bộ bức xạ cửa nạp không khí
- 124 cửa xả không khí bộ bức xạ

- 125 lò đốt cửa nạp không khí
- 126 cửa xả không khí lò đốt
- 127 cửa nạp không khí cột rửa
- 128 cửa xả không khí cột rửa
- 129 cửa xả không khí máy làm khô
- 130 đường tái tuần hoàn
- 131 cửa xả nước cột rửa
- 132 cửa nạp bơm nhiệt thứ nhất
- 133 cửa xả bơm nhiệt thứ nhất
- 134 cửa nạp nước cột rửa
- 135 cửa xả bơm nhiệt thứ hai
- 136 bộ bức xạ nước cửa nạp
- 137 cửa xả nước bộ bức xạ
- 138 cửa nạp bơm nhiệt thứ hai
- 139 nam châm thứ hai
- 200 bộ sấy
- 201 viên than hóa
- 202 khí sấy
- 203 lò
- 204 máy nghiền thứ hai
- 205 bộ loại bỏ kim loại thứ ba
- 206 cặn kim loại
- 207 viên than hóa được nghiền thô
- 208 máy nghiền thứ ba
- 209 viên than hóa được nghiền mịn
- 300 bộ khí hóa
- 301 khí đốt tổng hợp thô
- 302 bộ khí hóa dòng cuốn
- 303 nguyên liệu cấp
- 304 sinh khối
- 305 máy nghiền thứ tư
- 306 sinh khối đã nghiền mịn

- 307 dòng khí giàu oxy
- 308 khí sản phẩm trung gian
- 309 vùng làm nguội lạnh
- 310 nước làm nguội lạnh
- 311 xỉ
- 312 khí đốt tổng hợp thô
- 313 cột làm mát rửa bằng nước
- 314 nước
- 315 nước chảy ra thừa
- 316 nước bổ sung
- 400 bộ xử lý khí sậy
- 401 khí đốt tổng hợp
- 402 buồng đốt
- 403 khí nhiên liệu
- 404 dòng khí giàu oxy
- 405 lối thoát buồng đốt
- 406 khí đốt tổng hợp đã tái chế
- 407 khí đốt tổng hợp
- 408 buồng trộn
- 409 khí đốt tổng hợp đã làm nguội lạnh
- 410 hệ thống thu hồi nhiệt
- 411 chất mang nhiệt
- 412 nước cấp nồi hơi
- 413 hơi áp suất cao
- 414 bộ trao đổi nhiệt thứ tư
- 415 hơi áp suất thấp
- 416 hơi áp suất thấp quá nhiệt
- 417 hệ thống rửa khí ướt
- 418 nước rửa đã sử dụng
- 419 bể lắng
- 420 khí đốt tổng hợp đã làm sạch
- 421 dầu

- 422 cột làm mát rửa bằng nước hai giai đoạn
- 423 bộ nén
- 424 phần còn lại của khí đốt tổng hợp đã làm sạch
- 425 bể lắng
- 426 nước rửa
- 427 bơm nhiệt
- 428 giai đoạn thứ nhất
- 429 giai đoạn thứ hai
- 430 bộ làm mát bằng không khí
- 431 nước rửa thừa
- 432 nước bổ sung
- 433 nước chảy ra
- 434 phương tiện vận chuyển khí đốt tổng hợp
- 435 ống lọc
- 436 cửa nạp thứ nhất
- 437 cửa nạp thứ hai
- 438 cửa nạp thứ ba
- 439 vùng làm nguội lạnh
- 440 vùng làm nguội lạnh cửa nạp
- 441 bộ trao đổi nhiệt thứ nhất
- 442 bộ trao đổi nhiệt thứ hai
- 443 bộ quá nhiệt
- 500 bộ dịch chuyển CO
- 501 khí đốt tổng hợp dịch chuyển
- 502 bộ rửa khí áp suất cao
- 503 nước cấp
- 504 bể lắng
- 505 nước
- 506 phương tiện vận chuyển
- 507 đường dẫn nước chảy ra
- 508 nước ngưng tụ
- 509 khí đốt tổng hợp đã làm sạch

- 510 cột bảo hòa
- 511 phương tiện vận chuyển
- 512 phương tiện vận chuyển
- 513 nước xử lý từ việc thu hồi nhiệt ở nhiệt độ thấp
- 514 phương tiện vận chuyển
- 515 nước
- 516 bể lắng
- 517 khí sản phẩm cột bảo hòa
- 518 bộ trao đổi nhiệt thứ nhất
- 519 khí thải lò phản ứng dịch chuyển CO nhiệt độ cao
- 520 dòng khí đốt tổng hợp nhiệt độ cao kết hợp
- 521 lò phản ứng dịch chuyển CO nhiệt độ cao
- 522 lò phản ứng dịch chuyển CO nhiệt độ thấp
- 523 khí thải lò phản ứng dịch chuyển CO nhiệt độ thấp
- 524 bộ thu hồi nhiệt ở nhiệt độ thấp
- 525 bộ trao đổi nhiệt thứ hai
- 526 bộ trao đổi nhiệt thứ ba
- 527 bộ trao đổi nhiệt thứ tư
- 528 bộ trao đổi nhiệt thứ năm
- 529 bộ trao đổi nhiệt thứ sáu
- 530 dòng khí đốt tổng hợp
- 531 bộ làm mát bằng không khí
- 532 bộ xử lý nước thải
- 533 bộ trao đổi nhiệt thứ tư nước dòng ra
- 534 chất ngưng tụ
- 535 nước cấp nồi hơi áp suất cao bên ngoài
- 536 nước cấp nồi hơi
- 537 bộ trao đổi nhiệt thứ bảy
- 538 khí sản phẩm cột bảo hòa
- 600 bộ làm sạch khí
- 601 khí sản phẩm giàu hydro
- 602 khí thanh lọc

- 603 phương tiện hấp phụ hydro sulfua
- 604 phương tiện hấp phụ cacbon dioxit
- 605 phương tiện hấp phụ thay đổi áp suất
- 606 lưu huỳnh
- 607 cacbon dioxit

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp xử lý viên nhiên liệu thu hồi rắn (117), phương pháp này bao gồm các bước sau đây:

- a) sấy các viên (117) ở nhiệt độ sấy nằm trong khoảng từ 250 đến 300°C tạo ra viên than hóa (201) và khí sấy (202);
- b) nghiền viên than hóa (201) ở bước nghiền thứ nhất thành viên than hóa được nghiền thô (207);
- c) loại bỏ cặn kim loại (206) từ viên than hóa được nghiền thô (207);
- d) nghiền viên than hóa thô (207) thành viên than hóa được nghiền mịn (209);
- e) khí hóa viên than hóa được nghiền mịn (209) thành khí đốt tổng hợp thô (301) trong quy trình khí hóa dòng cuốn;
- f) thực hiện các phản ứng dịch chuyển CO với khí đốt tổng hợp thô (301) tạo ra khí đốt tổng hợp dịch chuyển (501);
- g) loại bỏ cacbon dioxit và hydro sulfua khỏi khí đốt tổng hợp dịch chuyển (501) tạo ra a khí đốt tổng hợp; và
- h) tạo ra dòng khí sản phẩm (601) giàu hydro bằng cách tinh chế khí đốt tổng hợp.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khí sấy (202) được tạo ra ở bước a) được bẻ gãy bằng nhiệt để tạo ra khí đốt tổng hợp sấy (401), khí đốt tổng hợp sấy (401) nêu trên được trộn với khí đốt tổng hợp thô (301) được tạo ra ở bước e) trước bước f).

3. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ở bước b) viên than hóa (201) được nghiền thành cỡ hạt là 10mm và nhỏ hơn.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ở bước c) cặn kim loại (206) được loại bỏ bằng cách sử dụng kỹ thuật dòng điện xoáy.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ở bước d) viên than hóa được nghiền thô (207) được nghiền thành cỡ hạt là  $500\mu\text{m}$  [micromet] và nhỏ hơn.
6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ở bước h) cacbon dioxit ( $\text{CO}_2$ ) và hydro sulfua ( $\text{H}_2\text{S}$ ) được loại bỏ khỏi khí đốt tổng hợp bằng cách hấp phụ.
7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ở bước g) hydro được tách khỏi khí đốt tổng hợp bằng cách sử dụng hệ thống hấp phụ thay đổi áp suất tạo ra dòng khí sản phẩm giàu hydro (601) và khí thanh lọc (602).
8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó ít nhất một phần của khí thanh lọc (602) được cung cấp cho phản ứng dịch chuyển CO ở bước e).
9. Phương pháp theo điểm 7 hoặc 8, trong đó một phần của khí thanh lọc (602) được sử dụng làm khí nhiên liệu.
10. Nhà máy (1) xử lý viên nhiên liệu thu hồi rắn (117) thành dòng khí sản phẩm (601) giàu hydro, bao gồm
- bộ sấy (200) để sấy viên nhiên liệu thu hồi rắn (117) thành viên than hóa (201);
  - máy nghiền thứ hai (204) để nghiền viên than hóa (201) thành viên than hóa được nghiền thô (207);
  - bộ loại bỏ kim loại thứ ba (205) bao gồm dòng điện xoay để loại bỏ cặn kim loại (206) từ viên than hóa được nghiền thô (207);
  - máy nghiền thứ ba (208) để nghiền viên than hóa được nghiền thô (207) thành viên than hóa được nghiền mịn (209);
  - bộ khí hóa (300) bao gồm bộ khí hóa dòng cuốn (302) để khí hóa viên than hóa được nghiền mịn (209) thành khí đốt tổng hợp thô (301);
  - bộ dịch chuyển CO (500) để thực hiện các phản ứng dịch chuyển CO với khí

đốt tổng hợp thô (301) tạo ra khí đốt tổng hợp dịch chuyển (501);

- bộ làm sạch khí (600) bao gồm phương tiện hấp phụ (603, 604) để loại bỏ cacbon dioxit và hydro sulfua khỏi khí đốt tổng hợp dịch chuyển (501) và bộ tách hydro để phân tách hydro từ khí thanh lọc (602) tạo ra dòng khí sản phẩm (601) giàu hydro.

11. Nhà máy theo điểm 10, còn bao gồm bộ xử lý khí sấy (400) để bẻ gãy khí sấy bằng nhiệt (202) có thể tạo ra trong bộ sấy (200).

12. Nhà máy theo điểm 10 hoặc 11, trong đó bộ tách hydro bao gồm phương tiện hấp phụ thay đổi áp suất (605).

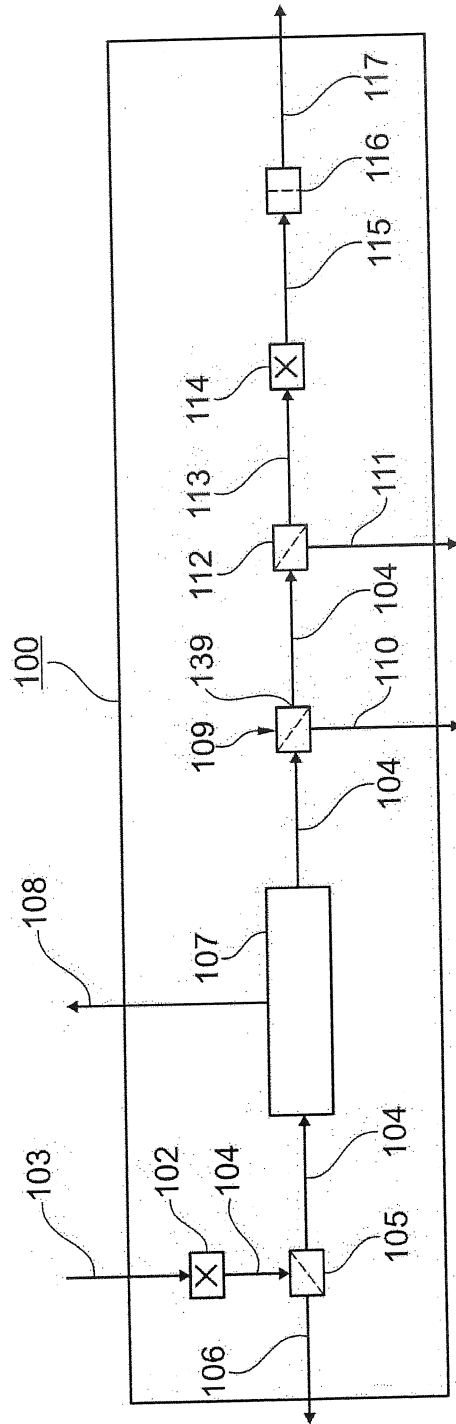


Fig. 1

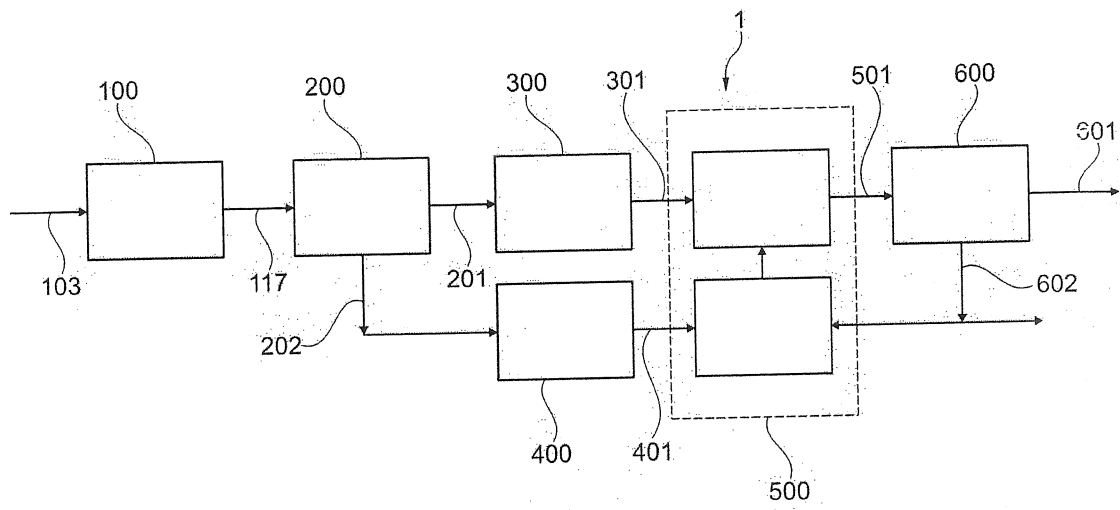


Fig. 2

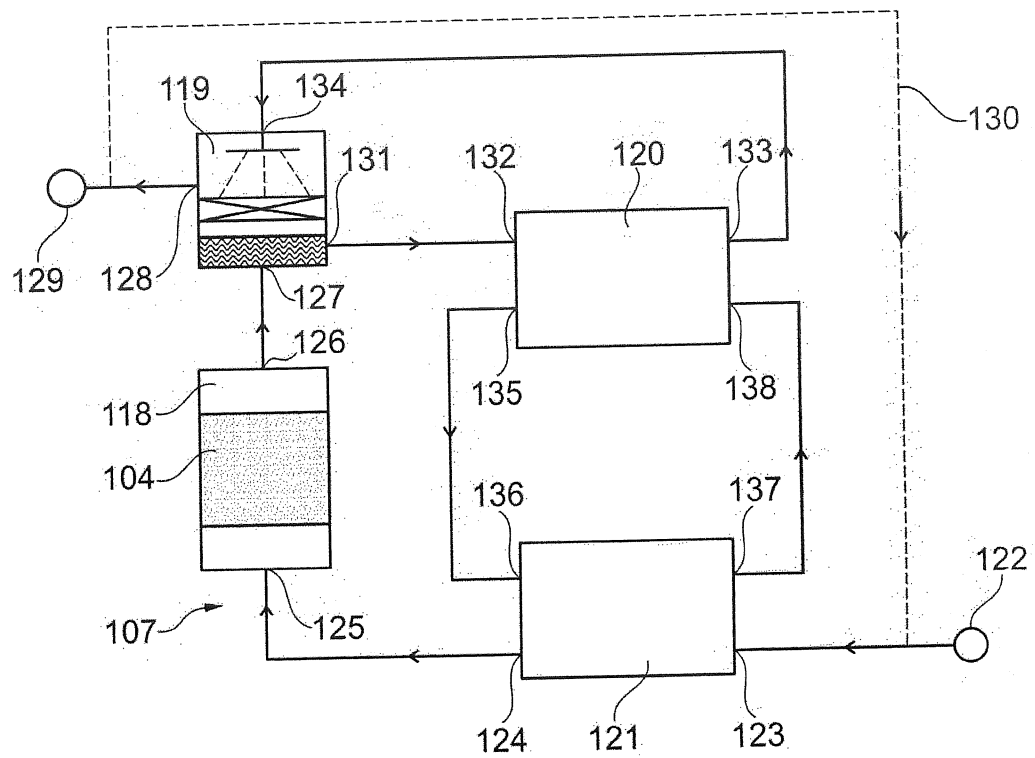


Fig. 3

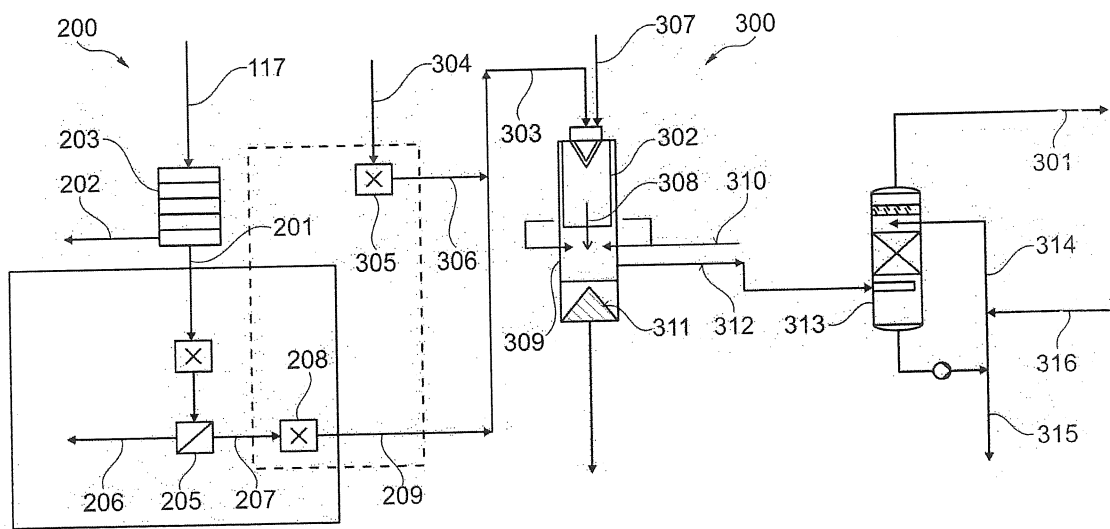


Fig. 4

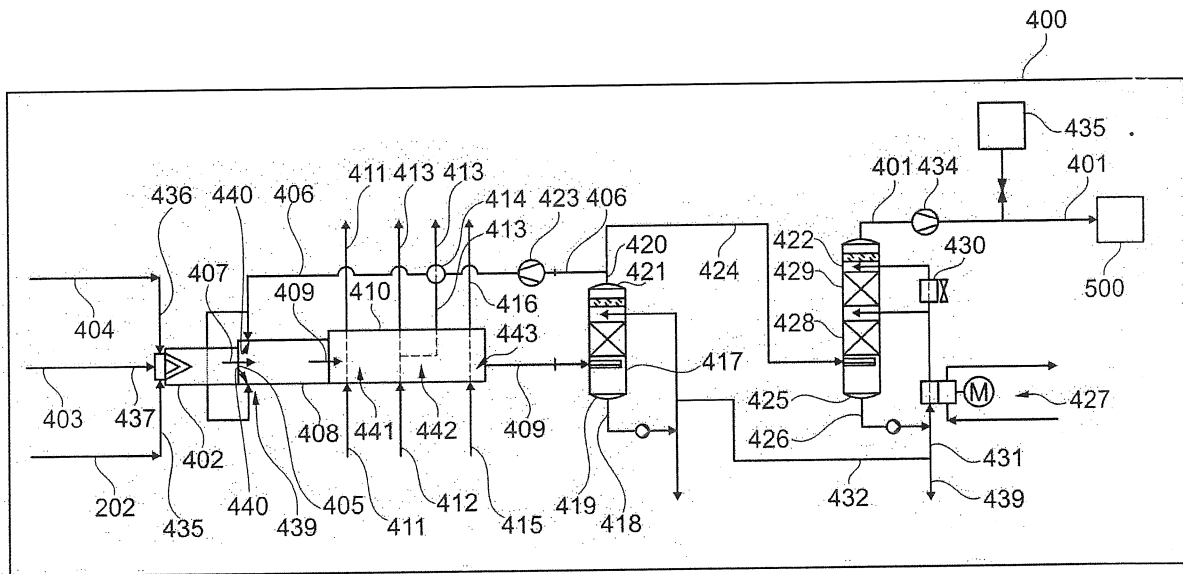


Fig. 5

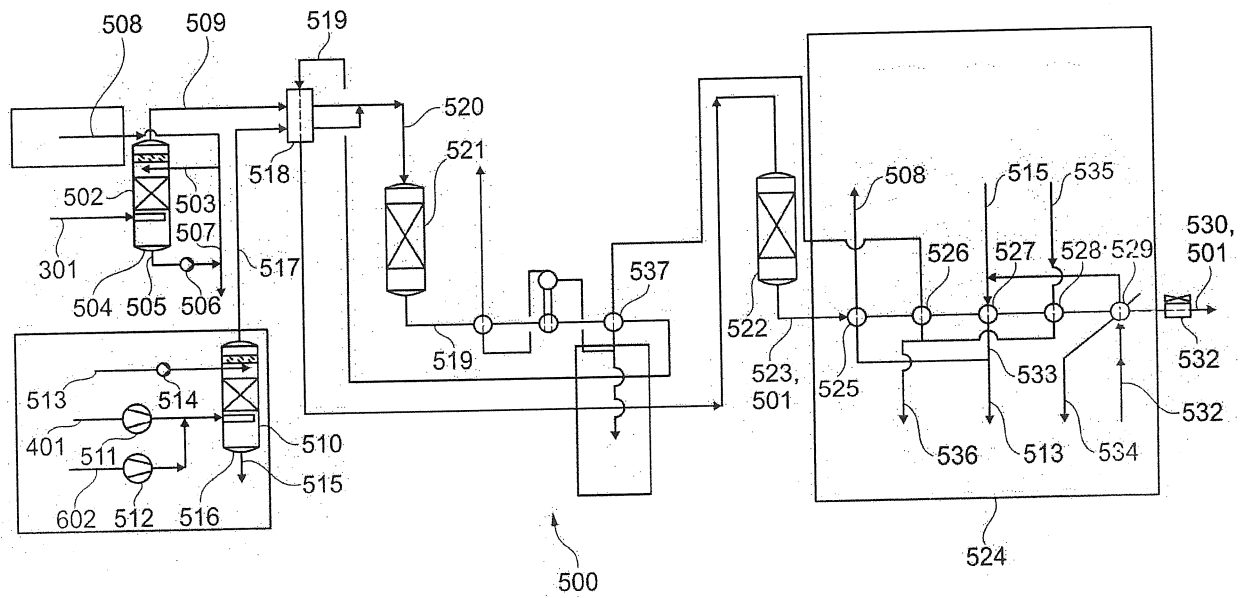


Fig. 6

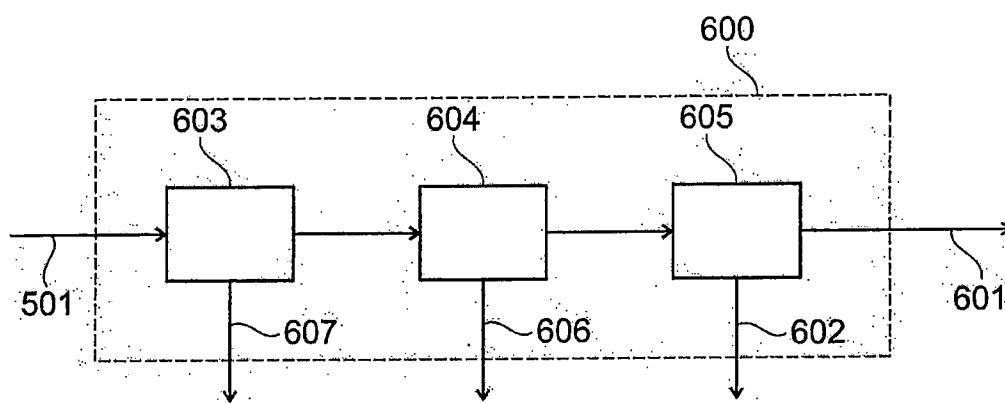


Fig. 7