



(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)



1-0023297

(51)⁷ C10J 3/46; C10K 1/28

(13) B

(21) 1-2015-00264

(22) 26/06/2013

(86) PCT/US2013/047851 26/06/2013

(87) WO2014/004646 03/01/2014

(30) 61/664,415 26/06/2012 US

(45) 27/04/2020 385

(43) 25/03/2015 324A

(73) LUMMUS TECHNOLOGY INC. (US)

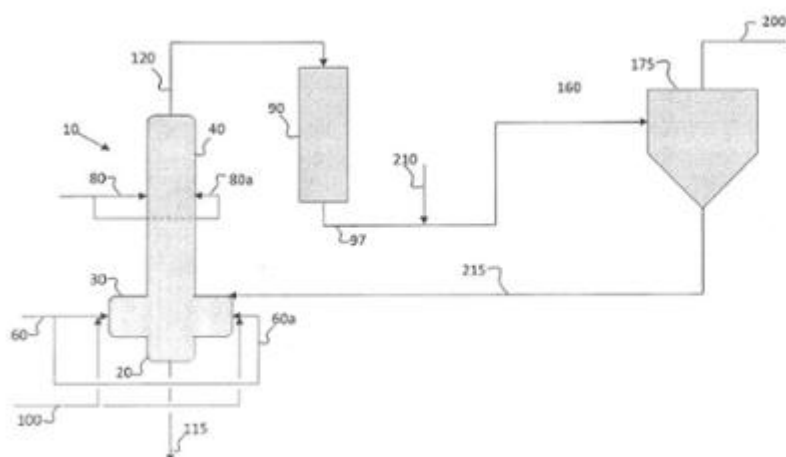
1515 Broad Street, Bloomfield, NJ 07003-3096, United States of America

(72) KEELER, Clifton, G. (US); WILLIAMS, Chancelor, L. (US); BUSTAMANTE, Ivan, O. (US)

(74) Công ty TNHH T&T INVENMARK Sở hữu trí tuệ Quốc tế (T&T INVENMARK CO., LTD.)

(54) QUY TRÌNH VÀ HỆ THỐNG KHÍ HÓA HAI GIAI ĐOẠN

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình và hệ thống khí hóa hai giai đoạn mà làm giảm chi phí và độ phức tạp của kết cấu và gia tăng độ tin cậy, trong khi duy trì hiệu quả bằng cách thực hiện việc làm nguội nhanh bằng hóa chất thứ nhất tiếp theo là làm nguội nhanh bằng nước thứ hai đối với khí tổng hợp được tạo ra. Khí tổng hợp đã làm nguội nhanh được duy trì cao hơn nhiệt độ ngưng tụ của ít nhất một thành phần có thể ngưng tụ được của khí tổng hợp, cho phép các hạt còn lại được loại bỏ bằng cách lọc hạt khô.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống khí hóa và quy trình biến đổi nguyên liệu chứa cacbon thành sản phẩm dạng khí mong muốn như khí tổng hợp. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến hệ thống và quy trình cải tiến mà làm giảm chi phí và độ phức tạp thiết kế và gia tăng độ tin cậy, trong khi duy trì hiệu quả của hệ thống khí hóa dòng cuốn theo hai giai đoạn. Điều này được hoàn tất bằng cách thực hiện bước làm nguội hóa học tiếp theo là làm nguội lần hai với khí tổng hợp thô.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề cập đến hệ thống khí hóa và quy trình để biến đổi nguyên liệu rắn như nguyên liệu chứa cacbon thành sản phẩm dạng khí mong muốn như khí tổng hợp. Quy trình khí hóa được sử dụng rộng rãi để biến đổi các nguyên liệu rắn hoặc lỏng như than đá, cốc dầu mỏ và cặn dầu mỏ thành khí tổng hợp. Khí tổng hợp (hoặc khí đốt tổng hợp) chủ yếu bao gồm khí hydro và cacbon monoxit, và được sử dụng để tạo ra điện, cũng như nguyên liệu để sản xuất hóa chất bao gồm metanol, amoniac, khí tự nhiên tổng hợp và nhiên liệu vận chuyển tổng hợp.

Ba loại quy trình cơ bản hiện có để khí hóa nguyên liệu chứa cacbon bao gồm: (1) khí hóa tầng cố định, (2) khí hóa tầng sôi và (3) khí hóa lơ lửng/cuốn theo. Phần lớn các quy trình khí hóa hiện nay sử dụng khí hóa lơ lửng hoặc khí hóa cuốn theo. Sáng chế đề cập đến hệ thống khí hóa cuốn theo và quy trình khí hóa nguyên liệu chứa cacbon.

Khí hóa lơ lửng/cuốn theo có thể được xác định dưới dạng có một hoặc hai giai đoạn đối với nguyên liệu đi vào. Tất cả các thiết kế thiết bị phản ứng khí hóa đều bao gồm giai đoạn phản ứng thứ nhất trong đó nguyên liệu chứa cacbon và chất oxy hóa được cấp và được đốt một phần để tạo ra các sản phẩm bao gồm khí tổng hợp và xỉ. Khí tổng hợp thô thu được thường chỉ chứa phần còn lại của hắc ín dễ bay hơi. Khí tổng hợp thô ra khỏi quy trình khí hóa một giai đoạn này

thường ở nhiệt độ lớn hơn 2500°F (1371,11°C), và yêu cầu rằng phần lớn lượng nhiệt trong khí được lấy đi trước khi làm sạch hoặc sử dụng thêm. Điều này thường đạt được bằng cách trao đổi nhiệt trong bộ phận thu hồi nhiệt có nhiệt độ cao (high temperature heat recovery unit - HTHRU), bằng cách làm nguội nhanh bằng khí đốt tổng hợp nguội, hoặc bằng cách làm nguội nhanh bằng nước trực tiếp.

Trong quy trình khí hóa hai giai đoạn nhất định, sự làm nguội nhanh hóa học luân phiên được sử dụng để thu hồi nhiệt từ khí tổng hợp thô, trong khi đồng thời gia tăng nhiệt trị của khí tổng hợp. Sự làm nguội nhanh hóa học này bao gồm giai đoạn khí hóa thứ hai, trong đó phần thứ hai của nguyên liệu chứa cacbon được phản ứng trong môi trường có lượng oxy thấp với hỗn hợp khí tổng hợp thô được tạo ra trong giai đoạn thứ nhất. Nhiệt được tạo ra trong giai đoạn thứ nhất dẫn động các phản ứng hóa học thu nhiệt trong giai đoạn thứ hai để tạo ra khí tổng hợp bổ sung từ phần thứ hai của nguyên liệu. Việc cấp phần thứ hai của nguyên liệu vào thiết bị phản ứng dưới dạng huyền phù đặc cùng với nước cũng giúp gia tăng nhiệt trị của khí tổng hợp thành phẩm, trong khi dùng để làm nguội nhanh nhiệt độ của khí tổng hợp thô, nhờ đó giảm lượng nhiệt mà phải được thu hồi sau đó trong HTHRU. Nhược điểm của quy trình khí hóa hai giai đoạn như vậy là chúng thường dẫn đến mức hắc ín dễ bay hơi cao trong khí tổng hợp thô so với các quy trình một giai đoạn. Các hắc ín này phải được loại bỏ để ngăn chặn sự phát thải nguy hại vào môi trường, cũng như làm tắc thiết bị xử lý khí tổng hợp phía sau (bao gồm HTHRU). Một giải pháp mà đã được sử dụng để loại bỏ các hắc ín như vậy là trước tiên hướng khí tổng hợp thô qua thùng lưu mà cho phép thời gian lưu ở nhiệt độ cao đủ cho hắc ín để “cracking” nhiệt thành các hợp chất hydrocacbon nhỏ hơn.

Như nêu trên, để gia tăng hiệu quả quy trình khí hóa tổng thể, lượng nhiệt trong khí tổng hợp thô được tạo ra trong cả quy trình khí hóa một giai đoạn lẫn quy trình khí hóa hai giai đoạn thường được thu hồi bằng cách sử dụng một hoặc nhiều HTHRU. Tuy nhiên, các bộ phận này đắt tiền và yêu cầu bảo trì thường xuyên để kiểm soát sự tắc. Để giảm chi phí, theo cách khác thì một số nhà sản

xuất hệ thống khí hóa một giai đoạn đã thực hiện việc làm nguội nhanh hoàn toàn bằng nước đối với khí tổng hợp thô được tạo ra trong thiết bị phản ứng một giai đoạn của chúng dưới dạng biện pháp cho phép loại bỏ HTHRU. Tuy nhiên, việc làm nguội nhanh trung gian được loại trừ trong hệ thống khí hóa hai giai đoạn bởi nhu cầu loại bỏ hắc ín còn lại được tạo ra trong quá trình nhiệt phân nguyên liệu được tạo huyền phù đặc được bổ sung ở giai đoạn thứ hai. Sự cracking nhiệt các hắc ín này yêu cầu nhiệt độ lớn hơn khoảng 1500°F (815,55°C). Ngoài ra, toàn bộ nước làm nguội nhanh khí tổng hợp thô tạo ra “nước đen” bị ô nhiễm mà yêu cầu các quy trình làm sạch tốn kém để ngăn chặn việc gây ô nhiễm cho môi trường, và thường yêu cầu rằng khí tổng hợp thô đã làm nguội nhanh được gia nhiệt lại trước khi làm sạch thêm và biến đổi khí than ướt với khí tổng hợp để gia tăng lượng hydro.

Do vậy cần cải tiến hệ thống và quy trình khí hóa hai giai đoạn mà có thể đồng thời: 1) giảm chi phí cần thiết để xây dựng và lắp đặt các hệ thống như vậy, đồng thời duy trì hiệu suất, nhờ đó giảm chi phí vận hành, 2) duy trì mức hắc ín gần bằng không trong khí tổng hợp được tạo ra, 3) làm ẩm khí tổng hợp để chuẩn bị cho sự biến đổi khí than ướt mà không phải sử dụng hơi nước quy trình, nước cấp nồi hơi có chi phí cao, hoặc làm nguội nhanh nhúng chìm hoàn toàn, và 4) tăng độ tin cậy hệ thống tổng thể, nhờ đó làm giảm thời gian chết.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất quy trình và hệ thống để thực hiện việc làm nguội nhanh hai giai đoạn đối với khí tổng hợp nóng được tạo ra bằng cách khí hóa nguyên liệu chứa cacbon dạng hạt. Sự làm nguội nhanh lần thứ nhất chủ yếu là làm nguội nhanh hóa học, trong đó nhiệt thoát ra trong vùng phản ứng thứ nhất được sử dụng để khí hóa phần nguyên liệu chứa cacbon bổ sung chủ yếu bằng các phản ứng khử bay hơi thu nhiệt và phản ứng nhiệt phân trong vùng phản ứng thứ hai. Sự làm nguội nhanh lần thứ hai được thực hiện sau khi hắc ín còn lại (được tạo ra trong quá trình làm nguội nhanh lần thứ nhất) đã được

cracking nhiệt (hoặc nhiệt phân), nhờ đó ngăn không cho các hắc ín này làm tắc thiết bị xử lý phía sau hoặc tạo ra chất phát thải độc hại.

Sau sự làm nguội nhanh lần thứ hai, chất rắn còn lại, hạt mịn và hạt được loại ra khỏi khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội bằng cách vận chuyển khí tổng hợp này qua thiết bị lọc hạt ở nhiệt độ đủ để ngăn chặn sự ngưng tụ của ít nhất một thành phần có trong khí tổng hợp đã làm nguội, nhờ đó ngăn chặn sự lắng phủ của ít nhất một thành phần lên các bề mặt của thiết bị lọc hạt. Ít nhất một thành phần này có thể là, ví dụ, nước, hắc ín dễ bay hơi còn lại, hoặc một hoặc nhiều hợp phần tro.

Theo các phương án nhất định, sáng chế đề xuất quy trình khí hóa hai giai đoạn không có chất xúc tác, bao gồm các bước: (a) bố trí thiết bị phản ứng khí hóa hai giai đoạn bao gồm phần trên thiết bị phản ứng và phần dưới thiết bị phản ứng; (b) đưa nguyên liệu chứa cacbon dạng hạt vào phần dưới thiết bị phản ứng và đốt cháy một phần nguyên liệu này bằng dòng khí chứa oxy được chọn từ nhóm bao gồm dòng khí chứa oxy, hơi nước, và hỗn hợp của chúng, nhờ đó tỏa nhiệt và tạo ra dòng sản phẩm thứ nhất chứa khí tổng hợp và xỉ nóng chảy; (c) đưa khí tổng hợp thu được từ bước (b) vào phần trên thiết bị phản ứng và cho khí này tiếp xúc với dòng chứa huyền phù đặc của nguyên liệu chứa cacbon dạng hạt trong chất mang lỏng, nhờ đó tạo ra dòng sản phẩm thứ hai chứa khí tổng hợp và chất rắn chứa tro và than; (d) đưa dòng sản phẩm thứ hai đến thiết bị phản ứng được duy trì ở nhiệt độ lớn hơn khoảng 1500°F (815,55°C), trong đó khí tổng hợp ở trong thiết bị phản ứng trong khoảng thời gian đủ để nhiệt phân hắc ín dễ bay hơi có trong khí tổng hợp, nhờ đó tạo ra sản phẩm chứa khí tổng hợp có mức hắc ín gần bằng không; (e) đưa dòng nước vào và cho nước tiếp xúc với khí tổng hợp có mức hắc ín gần bằng không, nhờ đó tạo ra hơi nước và khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội, trong đó nhiệt độ của khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội vẫn lớn hơn so với điểm ngưng tụ của hơi nước, nhưng nhỏ hơn khoảng 1200°F (648,88°C); (f) loại bỏ chất rắn còn lại, hạt mịn và hạt ra khỏi khí tổng hợp đã làm nguội bằng cách hướng khí tổng hợp đã làm nguội qua thiết bị lọc hạt, nhờ đó tạo ra khí tổng hợp chứa ít hạt.

Tùy ý, quy trình theo sáng chế có thể còn bao gồm bước đưa khí tổng hợp chứa ít hạt đến thiết bị phản ứng và phản ứng với ít nhất một phần của cacbon monoxit có mặt trong khí tổng hợp và hơi nước tạo ra trong bước (e) với sự có mặt của chất xúc tác để tạo ra cacbon dioxit và khí hydro, nhờ đó tạo ra khí tổng hợp đã biến đổi.

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất hệ thống khí hóa hai giai đoạn dùng cho nguyên liệu chứa cacbon dạng hạt, hệ thống này bao gồm: (a) thiết bị phản ứng khí hóa bao gồm phần trên thiết bị phản ứng và phần dưới thiết bị phản ứng thích ứng để vận hành ở áp suất lớn hơn khoảng 100 psig (689,47Kpa) và nhiệt độ lớn hơn khoảng 2000°F (1093,33°C), trong đó phần dưới thiết bị phản ứng được làm thích ứng để đưa nguyên liệu chứa cacbon dạng hạt và khí chứa oxy hoặc hơi nước vào và đốt cháy một phần trong đó để tạo ra các sản phẩm hỗn hợp, trong đó thiết bị phản ứng khí hóa được làm thích ứng để vận chuyển các sản phẩm hỗn hợp từ phần dưới thiết bị phản ứng đến phần trên thiết bị phản ứng; trong đó phần trên thiết bị phản ứng được làm thích ứng để vào đưa nguyên liệu chứa cacbon dạng hạt trong chất mang lỏng và kết hợp với các sản phẩm hỗn hợp để tạo ra theo cách thu nhiệt một dòng sản phẩm chứa khí tổng hợp, than, tro và hắc ín dễ bay hơi; (b) thùng lưu được bố trí phía sau thiết bị phản ứng khí hóa mà được làm thích ứng để tiếp nhận dòng sản phẩm và vận hành ở áp suất lớn hơn khoảng 100 psig (689,47Kpa) và nhiệt độ lớn hơn khoảng 1500°F (815,55°C), và được làm thích ứng để tạo ra thời gian lưu đủ cho dòng sản phẩm vận chuyển qua nó để cho phép nhiệt phân phần lớn hắc ín dễ bay hơi có trong khí tổng hợp chứa hạt đã biến đổi; (c) ống dẫn có ít nhất một lỗ nạp mà được bố trí ngay phía sau thùng lưu và được nối với thùng lưu, trong đó ít nhất một lỗ nạp này được làm thích ứng để đưa dòng nước vào và trộn dòng nước với khí tổng hợp chứa hạt đã biến đổi vận chuyển qua nó; (d) thiết bị lọc hạt bố trí ngay phía sau ống dẫn và được nối với ống dẫn, trong đó thiết bị lọc hạt được làm thích ứng để loại bỏ chất rắn còn lại, hạt mịn và hạt ra khỏi khí tổng hợp chứa hạt đã biến đổi đi qua nó, nhờ đó tạo ra khí tổng hợp không chứa hạt.

Tùy ý, theo khía cạnh khác sáng chế cũng đề xuất thiết bị phản ứng biến đổi khí than ướt bố trí phía sau thiết bị lọc hạt và được nối với thiết bị lọc hạt, trong đó thiết bị phản ứng chứa chất xúc tác và được làm thích ứng để vận hành ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400°F đến 900°F (204,44°C đến 482,22°C), và để phản ứng với cacbon monoxit và hơi nước có trong khí tổng hợp không chứa hạt đi qua nó, nhờ đó tạo ra khí tổng hợp biến đổi không chứa hạt.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế có thể được hiểu rõ hơn từ phần mô tả chi tiết dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo trong đó:

FIG.1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống khí hóa hai giai đoạn thông thường.

FIG.2 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống khí hóa theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế có thể được thay đổi theo các dạng khác nhau, các phương án cụ thể được đề cập chỉ để làm ví dụ. Các hình vẽ không được vẽ theo tỷ lệ thực. Cần hiểu rằng các hình vẽ và phần mô tả chi tiết kèm theo chỉ để làm ví dụ và không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế.

Sáng chế đề xuất quy trình và hệ thống khí hóa hai giai đoạn không có chất xúc tác, trong đó lượng nguyên liệu chứa cacbon thứ nhất được đốt một phần trong giai đoạn thứ nhất, để tạo ra các sản phẩm hỗn hợp (bao gồm khí tổng hợp) mà sau đó được vận chuyển đến giai đoạn thứ hai để được tiếp xúc với lượng nguyên liệu thứ hai trong môi trường có lượng oxy thấp. Giai đoạn thứ hai sử dụng một phần nhiệt tạo ra từ việc đốt trong giai đoạn thứ nhất để tạo ra khí tổng hợp bổ sung trong giai đoạn thứ hai, mà còn dẫn đến mức hắt ín dễ bay hơi cao hơn trong khí tổng hợp thô so với quy trình khí hóa một giai đoạn.

Các chi tiết của quy trình khí hóa được biết rõ trong lĩnh vực kỹ thuật này, và do đó chỉ được mô tả về chi tiết cần thiết để bộc lộ sáng chế, các tài liệu

US4872886A, US7959829B2, và US8088188B2 và US8211191B2, cũng như đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số US2010/0251614A1, US2010/0181537A1 và US2010/0037518A1 được viện dẫn ở đây để tham khảo.

Để hiểu rõ hơn sáng chế, trước tiên cần tham khảo hệ thống thiết bị phản ứng khí hóa hai giai đoạn thông thường mà bao gồm vùng phản ứng thứ nhất và vùng phản ứng thứ hai (thể hiện trên FIG.1). Phần dưới thiết bị phản ứng 30 tạo ra vùng phản ứng thứ nhất, trong khi phần trên thiết bị phản ứng 40 tạo ra vùng phản ứng thứ hai. Phần trên thiết bị phản ứng không được đốt 40 của thiết bị phản ứng 10 được gắn trực tiếp với đỉnh của phần dưới thiết bị phản ứng được đốt 30 của thiết bị phản ứng 10 để các sản phẩm hỗn hợp của vùng phản ứng thứ nhất được vận chuyển trực tiếp từ phần dưới thiết bị phản ứng 30 đến vùng phản ứng thứ hai của phần trên thiết bị phản ứng 40.

Theo quy trình và hệ thống thiết bị phản ứng khí hóa thông thường (FIG.1), dòng sản phẩm 120 rời khỏi phần trên thiết bị phản ứng 40 của thiết bị phản ứng khí hóa 10 được đưa đến thùng lưu 90 để làm nhiệt phân/cracking hắc ín dễ bay hơi chưa phản ứng. Khi ra khỏi thùng lưu 90 qua ống dẫn 97, khí tổng hợp đi vào HTHRU 130 để làm nguội thêm trong khi đồng thời tạo ra hơi nước bão hòa cao áp. Trong HTHRU, khí tổng hợp được làm nguội đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 600 đến 800°F (315,55 đến 426,66°C). Phía vỏ của nồi hơi được cấp nước cấp nồi hơi cao áp 160, và hơi nước bão hòa ra khỏi phía vỏ của nồi hơi qua một dãy các ống đứng 145. Khi ra khỏi HTHRU, khí tổng hợp đã làm nguội được đưa qua thiết bị lọc hạt 175 để loại bỏ than còn lại và tro và tạo ra khí tổng hợp không chứa hạt 200.

Theo các phương án nhất định, sáng chế đề xuất hệ thống khí hóa hai giai đoạn đối với nguyên liệu chứa cacbon dạng hạt. FIG.2 minh họa chi tiết hơn một phương án thực hiện. Hệ thống thiết bị phản ứng khí hóa được thể hiện mà tạo ra khí tổng hợp thô qua quy trình khí hóa hai giai đoạn. Thiết bị phản ứng thường được làm thích ứng để vận hành ở áp suất lớn hơn khoảng 100 psig (689,47Kpa) và nhiệt độ lớn hơn khoảng 2000°F (1093,33°C), mặc dù áp suất có thể cao khoảng 1200 psig (8273,7Kpa) và nhiệt độ vận hành lên đến khoảng 3000°F

(1648,88°C). Phần dưới thiết bị phản ứng bao gồm ít nhất hai cơ cấu có khả năng đưa nguyên liệu chứa cacbon dạng hạt và khí chứa oxy hoặc hơi nước vào. Các cơ cấu như vậy có thể là, ví dụ, các cơ cấu phân tán như được người có trình độ trung bình trong lĩnh vực này biết rõ.

Tương tự với hệ thống và quy trình thể hiện trên FIG 1, thiết bị phản ứng khí hóa được làm thích ứng để vận chuyển các sản phẩm hỗn hợp từ phần dưới thiết bị phản ứng 30 đến phần trên thiết bị phản ứng 40, và cũng được làm thích ứng để đưa vào nguyên liệu thứ hai của nguyên liệu chứa cacbon dạng hạt trong chất mang lỏng qua một hoặc nhiều lỗ nạp (80 và/hoặc 80a). Lỗ nạp như vậy có thể là cơ cấu phân tán như sử dụng ở phần dưới thiết bị phản ứng, hoặc ống cấp liệu đơn giản. Nguyên liệu thứ hai tiếp xúc và trộn với các sản phẩm hỗn hợp đi lên từ vùng phản ứng thứ nhất 30 để tạo ra dòng sản phẩm thứ hai chứa khí tổng hợp, than, tro và hắc ín dễ bay hơi. Phần trên thiết bị phản ứng còn bao gồm lỗ xả và ống dẫn 120 để vận chuyển dòng sản phẩm thứ hai ra khỏi phần trên thiết bị phản ứng 40 và đến thùng lưu 90.

Thùng lưu 90 được làm thích ứng để tiếp nhận dòng sản phẩm từ phần trên thiết bị phản ứng 40 và tạo ra thời gian lưu đủ ở nhiệt độ lớn hơn khoảng 1500°F (815,55°C) để nhiệt phân/cracking hắc ín dễ bay hơi chưa phản ứng có trong dòng khí thô đi qua đó. Theo các phương án nhất định, thùng lưu có thể được thay thế bằng thiết bị phản ứng chứa một hoặc nhiều chất xúc tác có khả năng xúc tác sự nhiệt phân hắc ín, một hoặc nhiều chất hấp thụ có khả năng hấp thụ hắc ín còn lại, hoặc cả hai. Khí tổng hợp rời khỏi thùng lưu 90 có mức hắc ín không đáng kể, và bởi vậy sau đây được gọi là “khí tổng hợp có mức hắc ín gần bằng không”. Thùng lưu 90 được thiết kế để chịu áp suất làm việc mà tương đương với áp suất sử dụng trong thiết bị phản ứng khí hóa 10.

Theo phương án thể hiện trên FIG.2, ống dẫn 97 vận chuyển khí tổng hợp có mức hắc ín gần bằng không trực tiếp từ lỗ xả thùng lưu 90 đến thiết bị lọc hạt 175. Chất làm nguội nhanh, như nước, được đưa vào qua ít nhất một lỗ nạp 210 được bố trí trên ống dẫn 97. Lỗ nạp 210 có thể có kết cấu cho phép đưa chất làm nguội nhanh vào hệ thống được tạo áp. Theo các phương án nhất định, lỗ nạp

210 được làm thích ứng để đưa dòng nước vào và trộn dòng nước này với khí tổng hợp chứa hạt đã biến đổi được vận chuyển qua ống dẫn 97. Các vòi phun mù và cơ cấu phân tán có bán trên thị trường có thể thực hiện chức năng như vậy và có thể được thực hiện bởi người có trình độ trung bình trong lĩnh vực này.

Chất làm nguội nhanh tiếp xúc với khí tổng hợp có mức hắc ín gần bằng không sau khi đã ra khỏi thùng lưu 90 và được vận chuyển qua ống dẫn 97 đến thiết bị lọc hạt 175. Sự tiếp xúc trực tiếp giữa chất làm nguội nhanh và khí tổng hợp có mức hắc ín gần bằng không lợi dụng ẩn nhiệt bay hơi của chất làm nguội nhanh bằng cách làm bốc hơi nhanh chất làm nguội nhanh, nhờ đó tạo ra khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội mà có nhiệt độ nằm trong khoảng từ 550°F đến 1200°F (287,77°C đến 648,88°C). Theo các phương án nhất định, nhiệt độ của khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội nằm trong khoảng từ 600°F đến 1100°F (315,55°C đến 593,33°C). Theo các phương án nhất định, nhiệt độ của khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội nằm trong khoảng từ 450°F đến 1000°F (232,22°C đến 537,77°C). Theo các phương án nhất định, nhiệt độ của khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội nằm trong khoảng từ 550°F đến 950°F (287,77°C đến 510°C). Theo các phương án nhất định, nhiệt độ của khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội nằm trong khoảng từ 600°F đến 950°F (315,55°C đến 510°C).

Trên FIG.2, quy trình khí hóa trong hệ thống khí hóa hai giai đoạn bắt đầu trong vùng phản ứng thứ nhất (hoặc phần dưới thiết bị phản ứng 30), khi nguyên liệu chứa cacbon dạng hạt 60 và/hoặc 60a được trộn với dòng khí chứa khí chứa oxy 100 và/hoặc hơi nước và phản ứng tỏa nhiệt nhanh diễn ra trong đó phần thứ nhất của nguyên liệu chứa cacbon rắn dạng hạt được biến đổi thành sản phẩm hỗn hợp thứ nhất bao gồm hơi nước, hydro, cacbon monoxit, cacbon dioxit, metan, và hạt cuốn theo như tro (xem Bảng 1). Tro chứa lượng khoáng vật không đốt được của nguyên liệu chứa cacbon. Nhiệt độ ở phần dưới thiết bị phản ứng 30 được duy trì cao hơn so với điểm nóng chảy của tro, mà cho phép tro nóng chảy và kết tụ để tạo ra chất lỏng nhớt được biết đến dưới dạng xỉ. Xỉ rơi xuống

đáy của vùng phản ứng thứ nhất, đi qua lỗ thoát 20 và vào buồng làm nguội xỉ (không được thể hiện), ở đó xỉ được làm nguội bằng nước và được hướng qua lỗ xả để xử lý và loại bỏ xỉ cuối 115.

Các phản ứng cháy tỏa nhiệt diễn ra ở phần dưới thiết bị phản ứng 30 làm tăng nhiệt độ đến nằm trong khoảng từ 2000°F đến 3000°F (1093,33 đến 1648,88°C). Nhiệt này được đưa lên đến vùng phản ứng thứ hai 40 (hoặc phần trên thiết bị phản ứng) và cấp nhiệt để khử bay hơi thu nhiệt và nhiệt phân, hoặc tùy ý, sấy phần thứ hai của nguyên liệu chứa cacbon rắn dạng hạt trong chất mang lỏng mà được đưa vào vùng phản ứng thứ hai 40 qua lỗ nạp 80 và/hoặc 80a.

Các điều kiện vật lý trong vùng phản ứng thứ hai 40 được kiểm soát để đảm bảo gia nhiệt nhanh nguyên liệu chứa cacbon. Khi nguyên liệu chứa cacbon đi vào phần trên thiết bị phản ứng 40, nguyên liệu này tiếp xúc với dòng sản phẩm thứ nhất nóng đi lên từ vùng phản ứng thứ nhất (không được thể hiện). Nguyên liệu được sấy khi chất mang lỏng bay hơi, và một phần nguyên liệu được khí hóa nhờ các phản ứng thu nhiệt như phản ứng cacbon hơi nước ($C + H_2O \rightarrow CO + H_2$) để tạo ra dòng sản phẩm thứ hai chứa khí tổng hợp và chất rắn chứa tro, và cacbon đã khử bay hơi (than). Theo các phương án nhất định, dòng sản phẩm thứ hai có thể còn bao gồm nguyên liệu chưa phản ứng đã được sấy.

Trên FIG.2, dòng sản phẩm thứ hai ra khỏi phần trên thiết bị phản ứng 40 của thiết bị phản ứng khí hóa 10 qua ống dẫn 120 chủ yếu chứa cacbon monoxit (CO), cacbon dioxit (CO_2), hydro (H_2), nước (H_2O), metan (CH_4), tro, than, và nitơ (N_2). Bảng 1 thể hiện thành phần thông thường của dòng khí tổng hợp thô được tạo ra bằng thiết bị khí hóa cấp huyền phù đặc hai giai đoạn thông thường có dạng E-Gas™ (sở hữu bởi Lummus Technology Inc.). Dòng sản phẩm thứ hai thường chứa một hoặc nhiều thành phần không mong muốn (tức là, chất gây ô nhiễm) như, ví dụ hắc ín dễ bay hơi được tạo ra bởi các phản ứng thu nhiệt diễn ra trong giai đoạn thứ hai/vùng phản ứng thứ hai.

Bảng 1

Thành phần	Các thành phần trong dòng khí thô (trên cơ sở tổng thể tích dòng)		
	Khoảng rộng	Khoảng trung bình	Khoảng hẹp
H ₂	8 – 50% thể tích	10 – 40% thể tích	15 – 35% thể tích
CO	10 – 75% thể tích	15 – 60% thể tích	25 – 50% thể tích
CO ₂	1 – 40% thể tích	5 – 30% thể tích	7 – 20% thể tích
H ₂ O	4 – 40% thể tích	8 – 30% thể tích	10 – 25% thể tích
H ₂ S	0,001 – 5% thể tích	0,1 – 2,5% thể tích	0,5 – 2% thể tích
CH ₄	0,05 – 10% thể tích	0,1 đến 7,5% thể tích	0,5 đến 5,0% thể tích
COS	100 – 5000 ppmv	200 – 2500 ppmv	350 – 1500 ppmv
HCl	1 – 1000 ppmv	5 – 500 ppmv	10 – 100 ppmv
NH ₃	50 – 2500 ppmv	100 – 1750 ppmv	250 – 1500 ppmv
Chất khác (tổng)	< 2,5% thể tích	< 2,0% thể tích	< 1% thể tích
Hắc ín dễ bay hơi	0 – 20 ppmv	2 – 10 ppmv	3 – 6 ppmv

Ưu điểm của quy trình và hệ thống mô tả ở đây đó là dòng nước sử dụng làm chất làm nguội nhanh có thể có chất lượng thấp hơn so với nước cấp nồi hơi mà mặt khác là cần thiết để tạo ra hơi nước cao áp trong HTHRU để phun vào, hoặc ngay phía trước, thiết bị phản ứng biến đổi khí than ướt. Nước có độ tinh khiết cao phải được cấp đến HTHRU để ngăn chặn sự bám bẩn bề mặt truyền nhiệt. Việc loại bỏ nhu cầu đối với HTHRU làm tăng hiệu suất tổng thể của quy trình và hệ thống bởi việc giảm lượng nước cấp nồi hơi có độ tinh khiết cao cần thiết, nhờ đó loại bỏ hoặc làm giảm kích cỡ của thiết bị xử lý nước mà mặt khác sẽ cần đến.

Trên FIG.2, khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội được vận chuyển qua ống dẫn 97 đến thiết bị lọc hạt 175 để loại bỏ chất rắn còn lại, hạt mịn và hạt ra khỏi khí tổng hợp đi qua đó, nhờ đó tạo ra khí tổng hợp không chứa hạt 200. Việc lọc có thể được thực hiện bằng thiết bị lọc thông thường bất kỳ, ví dụ như,

xyclon, bọc lọc dạng túi hoặc bộ lọc dạng nén. Việc sử dụng và kết cấu của các thiết bị này là thông thường và không được đề cập chi tiết ở đây.

Việc vận chuyển khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội qua thiết bị lọc hạt 175 được thực hiện ở nhiệt độ lớn hơn so với nhiệt độ ngưng tụ của một hoặc nhiều thành phần có trong khí tổng hợp đã làm nguội và ngăn chặn sự ngưng tụ của một hoặc nhiều thành phần được chọn từ nhóm bao gồm: nước, tro, và hắc ín dễ bay hơi còn lại. Hệ thống và quy trình mô tả ở đây có thể được sử dụng tùy ý để ngăn chặn sự ngưng tụ của tro mà vẫn còn trong pha khí ở nhiệt độ hơn 800°F (426,66°C). Ở nhiệt độ cao hơn một chút (khoảng hơn 1000°F (537,77°C)), hệ thống và phương pháp theo sáng chế có thể ngăn chặn sự ngưng tụ của hắc ín dễ bay hơi còn lại bất kỳ và sự lắng phủ tiếp theo của hắc ín này lên các bề mặt của thiết bị lọc hạt khi khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội được lọc qua chúng.

Theo các phương án nhất định, nhiệt độ của khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội là khoảng 800°F (426,66°C) hoặc nhỏ hơn, sao cho các chi tiết lọc thông thường được làm bằng hợp kim thép có thể được sử dụng trong thiết bị lọc hạt. Tuy nhiên, theo các phương án này, nhiệt độ của khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội luôn được kiểm soát sao cho vẫn cao hơn nhiệt độ ngưng tụ (hoặc điểm sương) của hơi nước có trong khí tổng hợp, vì điều này sẽ làm bít và/hoặc ăn mòn thiết bị lọc hạt bất kỳ mà vận hành theo cách lọc khô. Theo các phương án khác trong đó nhiệt độ của khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội vẫn cao hơn khoảng 800°F (426,66°C), thiết bị lọc hạt 175 có thể bao gồm các chi tiết lọc được làm bằng các vật liệu chịu nhiệt hơn mà có thể bao gồm, ví dụ, gốm xốp hoặc vật liệu chịu nhiệt khác bất kỳ được người có trình độ trung bình trong lĩnh vực này biết rõ. Tùy ý, chất rắn còn lại, hạt mịn và hạt bất kỳ mà được thu bởi thiết bị lọc hạt 175 được đưa trở lại phần dưới thiết bị phản ứng qua ống dẫn 215 để gia tăng hiệu suất tổng thể của quy trình.

Tùy ý, khí tổng hợp không chứa hạt 200 ra khỏi thiết bị lọc hạt có thể được vận chuyển đến thiết bị rửa khí clorua thông thường (không được thể hiện) để loại bỏ clorua và các tạp chất khác. Theo các phương án nhất định, khí tổng

hợp không chứa hạt 200 được vận chuyển đến ít nhất một thiết bị phản ứng biến đổi (không được thể hiện) mà tạo điều kiện thuận lợi cho phản ứng biến đổi khí than ướt: $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$, nhờ đó tạo ra khí tổng hợp đã biến đổi. Khi dòng nước được sử dụng làm chất làm nguội nhanh mà được đưa vào qua ít nhất một lỗ nạp 200, hơi nước được tạo ra tại chỗ, và điều này làm giảm lượng hơi nước cao áp mà phải được tạo ra bởi nồi hơi bên ngoài và được đưa vào, hoặc ngay phía trước, thiết bị phản ứng biến đổi để tạo điều kiện thuận lợi cho phản ứng biến đổi khí than ướt.

Theo các phương án có sự biến đổi khí than ướt, mỗi thiết bị phản ứng biến đổi chứa một chất xúc tác và được cấu tạo để hoạt động ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400°F đến 900°F (204,44°C đến 482,22°C), để phản ứng với cacbon monoxit và hơi nước có trong khí tổng hợp không chứa hạt đi qua thiết bị phản ứng để tạo ra khí tổng hợp đã biến đổi có mức khí hydro gia tăng và mức cacbon monoxit giảm. Theo các phương án nhất định, nhiều thiết bị phản ứng biến đổi có thể được sử dụng, với một thiết bị được duy trì ở nhiệt độ cao hơn. Nhiều chất xúc tác thông thường có thể được sử dụng để tạo điều kiện thuận lợi cho phản ứng biến đổi khí than ướt, bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở magnetit, đồng Raney, cũng như kim loại chuyển tiếp khác và các oxit kim loại chuyển tiếp. Theo các phương án nhất định, các chất xúc tác xử lý bằng hydro thông thường chịu được lưu huỳnh có thể được sử dụng, ví dụ như, chất xúc tác chứa Nickel và molipden (NiMo) cũng như coban và molipden (CoMo). Tốt hơn nếu chất xúc tác chống lại sự khử hoạt tính bởi các chất gây ô nhiễm lưu huỳnh có trong khí tổng hợp không chứa hạt. Chất xúc tác như vậy là thông thường và người có trình độ trung bình trong lĩnh vực này có thể sử dụng chúng theo cách được mô tả ở đây.

Tiếp đó khí tổng hợp đã biến đổi có thể được tận dụng theo các cách khác nhau, như nhiên liệu dùng cho tuabin khí dưới dạng một phần của nhà máy điện chu trình hỗn hợp khí hóa hợp nhất (Integrated Gasification Combined Cycle - IGCC), hoặc dưới dạng nguyên liệu dùng cho quy trình sản xuất hóa chất hoặc quy trình sản xuất khí tự nhiên tổng hợp (SNG). Các quy trình này là thông

thường và không được mô tả ở đây. Các phương án nhất định còn bao gồm việc thu hồi cacbon dioxide từ khí tổng hợp đã biến đổi, trong đó thiết bị dùng để thu hồi được bố trí phía sau thiết bị phản ứng biến đổi.

Đối với cả ứng dụng SNG và ứng dụng IGCC có thu cacbon, chất làm nguội nhanh được đưa vào qua ít nhất một lỗ nạp 210 tạo ra hơi nước tại chỗ, nhờ đó làm giảm đáng kể lượng hơi nước mà phải được bổ sung để điều chỉnh khí tổng hợp không chứa hạt trước khi tiến hành phản ứng biến đổi khí than ướt. Đối với các phương án nhất định bao gồm các ứng dụng IGCC không có thu cacbon, khí tổng hợp không chứa hạt có thể được rửa nước để loại bỏ clorua, được làm nguội thêm, được khử ẩm và khử lưu huỳnh. Theo các phương án này, nước xử lý sử dụng để làm nguội nhanh khí tổng hợp thô có thể được ngưng tụ phần lớn trong bộ phận thu hồi nhiệt nhiệt độ thấp (Low Temperature Heat Recovery Unit - LTHRU) dưới dạng nước chua. Tiếp đó, nước có chất lượng của nước cấp nồi hơi được yêu cầu để khử ẩm khí tổng hợp đã khử lưu huỳnh trước khi được sử dụng làm nhiên liệu cho tuabin khí.

Các ví dụ thực hiện sáng chế được đề cập dưới đây. Mỗi ví dụ được đề cập để giải thích một phương án của sáng chế. Các ví dụ này được dự định để minh họa phương án cụ thể của sáng chế để người có trình độ trung bình trong lĩnh vực này hiểu cách thực hiện sáng chế, tuy nhiên các ví dụ này không được hiểu là giới hạn phạm vi của sáng chế theo cách bất kỳ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Việc lập mô hình chi tiết bằng máy tính được thực hiện để đánh giá hệ thống và quy trình theo sáng chế về hiệu suất và chi phí vận hành tổng thể. Trường hợp thử nghiệm là thiết bị khí hóa hai giai đoạn (như được mô tả ở đây) với năng suất 6733 tấn (Mỹ)/ngày với nguyên liệu là cốc dầu mỏ. Kết quả của việc lập mô hình cho thấy rằng tính năng thiết bị khí hóa tổng thể không thay đổi một cách đáng kể, và khí tổng hợp thô được tạo ra từ thiết bị khí hóa có thành

phần rất giống thành phần được thể hiện trên Bảng 1. Trên thực tế, phần lớn các thành phần chênh lệch nhỏ hơn 1% trên cơ sở mol.

Khác biệt đáng kể được thấy là về cân bằng giữa hơi nước và nước của hệ thống thông thường đối với hệ thống theo sáng chế. Việc vận hành hệ thống theo sáng chế với sự làm nguội nhanh trực tiếp khí tổng hợp có mức hắc ín gần bằng không đến nhiệt độ 1000°F (537,77°C) dẫn đến sự mất toàn bộ hơi nước bão hòa cao áp mà mặt khác đã được tạo ra bởi HTHRU khi làm nguội khí tổng hợp có mức hắc ín gần bằng không. Tuy nhiên, khí tổng hợp làm nguội bằng cách làm nguội nhanh trực tiếp đến 1000°F (537,77°C) chứa khoảng 56% hơi nước được tạo ra tại chỗ lớn hơn so với khí tổng hợp được tạo ra bởi hệ thống thông thường, nhờ đó làm giảm khoảng 95% lượng hơi nước cao áp cần được đưa vào để làm ẩm khí tổng hợp trước khi đi vào thiết bị phản ứng biến đổi khí than ướt. Ngoài ra, vì hơi nước bão hòa cao áp không được tạo ra trong HTHRU trong ví dụ này, nên mặt khác sẽ cần nhiệt để gia nhiệt sơ bộ nước cấp nồi hơi và làm quá nhiệt hơi nước bão hòa (được tạo ra bởi HTHRU) thay vì dùng để tạo ra hơi nước quá nhiệt cao áp tại chỗ. Tổng tổn hao được tính của hơi nước quá nhiệt cao áp có thể dùng cho các tuabin hơi nước trong ví dụ này xấp xỉ 31,8%. Tuy nhiên, điện được tạo ra bằng tuabin hơi nước giảm chỉ bằng 14,6%.

Ví dụ 2

Độ tin cậy hệ thống (tức là, khả năng hoạt động) là yếu tố quyết định trong việc xác định khả năng phát triển thương mại của hệ thống khí hóa. Do đó, sự so sánh chi tiết được thực hiện giữa hệ thống và quy trình theo một phương án mô tả ở đây, và hệ thống khí hóa hai giai đoạn thông thường sử dụng công nghệ EGas™ (sở hữu bởi Lummus Technology Inc.) để tính tác động bất kỳ lên khả năng sử dụng hệ thống. Trường hợp thử nghiệm so sánh với hai hệ thống IGCC, mỗi hệ thống bao gồm hai thiết bị khí hóa nối liền không có dự phòng. Sự bảo trì thường được thực hiện cách nhau 180 ngày để kiểm tra và duy trì thiết bị khí hóa. Tuy nhiên, hệ thống IGCC thông thường sử dụng một HTHRU được xác định là cần bảo trì thường xuyên hơn, với thời gian cách nhau 90 ngày. Trong

trường hợp này, khả năng sử dụng của hệ thống theo sáng chế được mô tả ở đây lớn hơn 6,6% so với hệ thống thông thường.

Ví dụ 3

Các tính toán được thực hiện để xác định tính kinh tế của việc sử dụng hệ thống và quy trình mô tả ở đây. Hệ thống và quy trình theo sáng chế không yêu cầu HTHRU, mà là một phần của hệ thống cần nhiều chi phí để xây dựng và duy trì. Phân tích chi tiết được thực hiện bao gồm sự tiết kiệm chi phí đầu tư, thuế suất thu nhập dự tính, khấu hao, và tỷ lệ lạm phát dự tính. Tổng các tiết kiệm được tính do sử dụng hệ thống và quy trình theo sáng chế được mô tả ở đây dẫn đến chỉ số nội hoàn bằng 3,9% trong thời gian sử dụng hệ thống dự tính là 25 năm.

Định nghĩa

Trong bản mô tả này, thuật ngữ “khí đốt tổng hợp” là đồng nghĩa với khí tổng hợp, thuật ngữ “khí” đồng nghĩa với khí metan, khí tự nhiên, cũng như gazolin hoặc nhiên liệu hydrocacbon lỏng khác bất kỳ.

Ngoài ra, cần lưu ý rằng sự đề cập đến tài liệu tham khảo bất kỳ không có nghĩa là tài liệu này là giải pháp kỹ thuật của sáng chế, đặc biệt là tài liệu tham khảo bất kỳ mà có ngày công bố sau ngày ưu tiên của đơn này.

Mặc dù các hệ thống và quy trình đã được mô tả chi tiết ở đây, nhưng cần hiểu rằng các thay đổi, thay thế, và cải biến khác nhau có thể được thực hiện mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Người có trình độ trung bình trong lĩnh vực này có thể nghiên cứu các phương án mô tả và nhận ra các cách khác để thực hiện sáng chế mà không chính xác như được mô tả ở đây. Dự tính rằng các cách thực hiện khác như vậy cũng nằm trong phạm vi của sáng chế.

Yêu cầu bảo hộ

1. Quy trình khí hóa hai giai đoạn không có chất xúc tác bao gồm các bước:

(a) đưa nguyên liệu chứa cacbon dạng hạt (60, 60a) vào phần dưới thiết bị phản ứng (30) của thiết bị phản ứng khí hóa hai giai đoạn (10) và đốt cháy một phần trong đó bằng dòng khí chứa nguồn cấp oxy (100) được chọn từ nhóm bao gồm khí chứa oxy, hơi nước, và hỗn hợp của chúng, nhờ đó tạo ra nhiệt và tạo ra dòng sản phẩm thứ nhất chứa khí tổng hợp và xỉ nóng chảy;

(b) đưa khí tổng hợp thu được từ bước (a) vào phần trên thiết bị phản ứng (40) của thiết bị phản ứng khí hóa hai giai đoạn và cho tiếp xúc trong đó với dòng chứa huyền phù đặc của nguyên liệu chứa cacbon dạng hạt trong chất mang lỏng, nhờ đó tạo ra dòng sản phẩm thứ hai (120) chứa khí tổng hợp và chất rắn bao gồm tro và than;

(c) đưa dòng sản phẩm thứ hai (120) đến thiết bị phản ứng mà được duy trì ở nhiệt độ lớn hơn khoảng 1500°F (816°C), trong đó khí tổng hợp ở trong thiết bị phản ứng hoặc thùng lưu (90) trong một khoảng thời gian đủ để làm nhiệt phân các hắc ín dễ bay hơi có trong khí tổng hợp, nhờ đó tạo ra sản phẩm chứa khí tổng hợp có mức hắc ín gần bằng không;

(d) vận chuyển khí tổng hợp có mức hắc ín gần bằng không trực tiếp từ thiết bị phản ứng hoặc thùng lưu (90) đến thiết bị lọc hạt (175) qua ống dẫn (97);

(e) đưa dòng nước vào thông qua ít nhất một lỗ nạp (210) được bố trí trên thùng lưu (97) và cho tiếp xúc với khí tổng hợp có mức hắc ín gần bằng không, nhờ đó tạo ra hơi nước và khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội, trong đó nhiệt độ của khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội vẫn lớn hơn so với điểm ngưng tụ của hơi nước, nhưng nhỏ hơn khoảng 1200°F (649°C);

(f) loại bỏ chất rắn còn lại, hạt mịn và hạt ra khỏi khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội bằng cách hướng khí tổng hợp đã làm nguội qua thiết bị lọc hạt (175), nhờ đó tạo ra khí tổng hợp không chứa hạt (200).

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó quy trình này còn bao gồm bước đưa khí tổng hợp có lượng hạt thấp đến thiết bị phản ứng biến đổi chứa ít nhất một chất xúc

tác và cho ít nhất một phần cacbon monoxit có trong khí tổng hợp không chứa hạt (200) thu được từ bước (f) phản ứng với hơi nước được tạo ra trong bước (e) và hơi nước bổ sung được tạo ra bằng cách phun nước vào hoặc ngay phía trước thiết bị phản ứng biến đổi, nhờ đó tạo ra khí tổng hợp đã biến đổi chứa cacbon dioxid bổ sung và hydro.

3. Quy trình theo điểm 1, trong đó nhiệt độ của khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội là đủ để ngăn chặn sự ngưng tụ của một hoặc nhiều thành phần của khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội, trong đó sự ngưng tụ của một hoặc nhiều thành phần này sẽ làm cho chúng lắng phủ trên thiết bị lọc hạt (175) ở bước (f).
4. Quy trình theo điểm 3, trong đó một hoặc nhiều thành phần được chọn từ nhóm bao gồm nước, hợp phần tro, và hắc ín dễ bay hơi còn lại.
5. Quy trình theo điểm 1, trong đó dòng nước thu được từ bước (e) có chất lượng thấp hơn so với nước cấp nồi hơi.
6. Quy trình theo điểm 1, trong đó chất rắn còn lại, hạt mịn và hạt thu được từ bước (f) được đưa trở lại phần dưới thiết bị phản ứng (30).
7. Quy trình theo điểm 1, trong đó nhiệt độ của khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội thu được từ bước (f) nằm trong khoảng từ 550°F đến 1200°F (288°C đến 649°C).
8. Quy trình theo điểm 1, trong đó nhiệt độ của khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội thu được từ bước (e) nằm trong khoảng từ 600°F đến 1100°F (316°C đến 593°C).
9. Quy trình theo điểm 1, trong đó nhiệt độ của khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội thu được từ bước (f) nằm trong khoảng từ 450°F đến 1000°F (232°C đến 538°C).

10. Quy trình theo điểm 1, trong đó nhiệt độ của khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội thu được từ bước (f) nằm trong khoảng từ 550°F đến 950°F (288°C đến 510°C).

11. Quy trình theo điểm 1, trong đó nhiệt độ của khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội thu được từ bước (f) nằm trong khoảng từ 600°F đến 950°F (316°C đến 510°C).

12. Quy trình theo điểm 1, trong đó quy trình này còn bao gồm bước thu hồi cacbon dioxid từ khí tổng hợp không chứa hạt (200).

13. Quy trình theo điểm 2, trong đó ít nhất một phần khí tổng hợp đã biến đổi được sử dụng làm nguyên liệu cho quy trình sản xuất hóa chất hoặc quy trình sản xuất nhiên liệu.

14. Quy trình theo điểm 2, trong đó quy trình này còn bao gồm bước thu hồi cacbon dioxid từ khí tổng hợp đã biến đổi.

15. Hệ thống khí hóa hai giai đoạn dùng cho nguyên liệu chứa cacbon dạng hạt, bao gồm:

(a) thiết bị phản ứng khí hóa (10) bao gồm phần trên thiết bị phản ứng (40) và phần dưới thiết bị phản ứng (30) thích ứng để vận hành ở áp suất lớn hơn khoảng 100 psig (689Kpa) và nhiệt độ lớn hơn khoảng 2000°F (1093°C), trong đó phần dưới thiết bị phản ứng (30) được làm thích ứng để đưa nguyên liệu chứa cacbon dạng hạt (60, 60a) và khí chứa oxy (100) hoặc hơi nước vào và đốt cháy một phần trong đó để tạo ra sản phẩm hỗn hợp, trong đó thiết bị phản ứng khí hóa (10) được làm thích ứng để vận chuyển sản phẩm hỗn hợp từ phần dưới thiết bị phản ứng đến phần trên thiết bị phản ứng (40); trong đó phần trên thiết bị phản ứng (40) được làm thích ứng để đưa nguyên liệu chứa cacbon dạng hạt bổ sung trong chất mang lỏng vào và kết hợp với các sản phẩm hỗn hợp để tạo ra theo cách thu nhiệt một dòng sản phẩm (120) chứa khí tổng hợp, than, tro và hắc ín dễ bay hơi;

(b) thiết bị phản ứng hoặc thùng lưu (90) được bố trí phía sau thiết bị phản ứng khí hóa (10), trong đó thiết bị phản ứng hoặc thùng lưu (90) được làm thích ứng để tiếp nhận dòng sản phẩm (120) và vận hành ở áp suất lớn hơn khoảng 100 psig (689Kpa) và nhiệt độ lớn hơn khoảng 1500°F (816°C), trong đó thiết bị phản ứng hoặc thùng lưu (90) được làm thích ứng để tạo ra thời gian lưu đủ cho dòng sản phẩm (120) vận chuyển qua đó để cho phép nhiệt phân phần lớn hắc ín dễ bay hơi có trong khí tổng hợp chứa hạt đã biến đổi và nhờ đó tạo ra khí tổng hợp có mức hắc ín gần bằng không;

(c) ống dẫn (97) bao gồm ít nhất một lỗ nạp (210) được bố trí phía sau thiết bị phản ứng hoặc thùng lưu (90) và được nối với thiết bị phản ứng hoặc thùng lưu (90), trong đó ít nhất một lỗ nạp này được làm thích ứng để tiếp nhận khí tổng hợp có mức hắc ín gần bằng không, đưa chất làm nguội nhanh chứa nước vào và trộn với khí tổng hợp có mức hắc ín gần bằng không vận chuyển qua đó;

(d) thiết bị lọc hạt (175) được bố trí ngay phía sau ống dẫn (97) và được nối với ống dẫn (97), trong đó thiết bị lọc hạt (175) được làm thích ứng để tiếp nhận khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội nằm trong khoảng từ 550°F đến 1200°F (288°C đến 649°C), và loại bỏ chất rắn còn lại, hạt mịn và hạt ra khỏi khí tổng hợp đã làm ẩm đã được làm nguội đi qua đó, nhờ đó tạo ra khí tổng hợp không chứa hạt (200).

16. Hệ thống theo điểm 15, trong đó hệ thống này còn bao gồm thiết bị phản ứng biến đổi được bố trí phía sau thiết bị lọc hạt (175) và được nối với thiết bị lọc hạt (175), trong đó thiết bị phản ứng biến đổi chứa chất xúc tác và được làm thích ứng để vận hành ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400°F đến 900°F (204°C đến 482°C), trong đó thiết bị phản ứng biến đổi được làm thích ứng để phản ứng với cacbon monoxit và hơi nước có mặt trong khí tổng hợp không chứa hạt (200) đi qua đó, nhờ đó tạo ra khí tổng hợp đã biến đổi.

17. Hệ thống theo điểm 16, trong đó hệ thống này còn bao gồm thiết bị để thu hồi cacbon dioxit từ khí tổng hợp đã biến đổi không chứa hạt, trong đó thiết bị này được bố trí phía sau thiết bị phản ứng biến đổi.

18. Hệ thống theo điểm 15, trong đó thiết bị lọc hạt (175) nêu ở mục (d) là bộ lọc dạng nén bao gồm các chi tiết mà được làm thích ứng để vận hành ở nhiệt độ lên đến khoảng 1200°F (649°C).

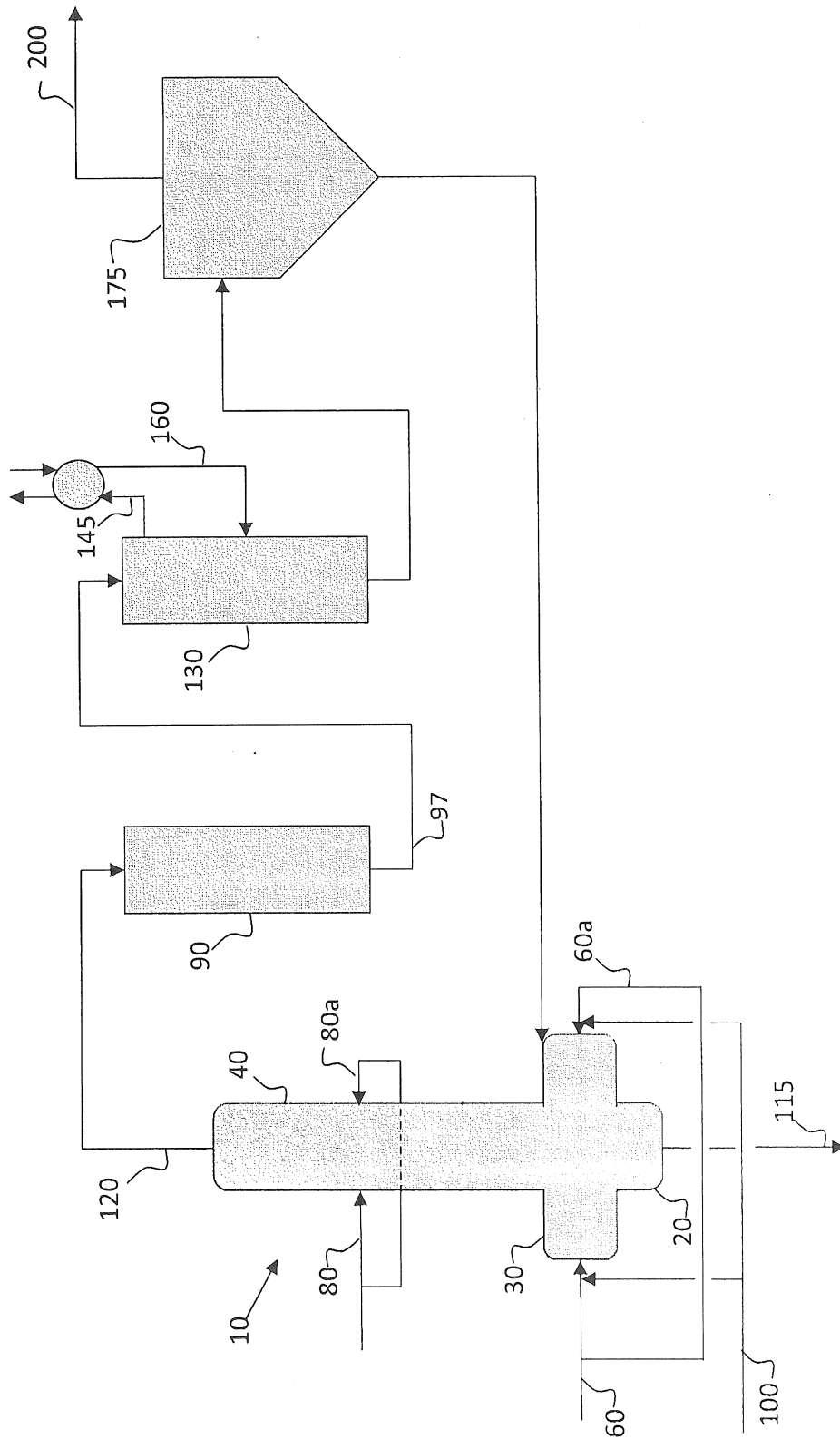


FIG. 1

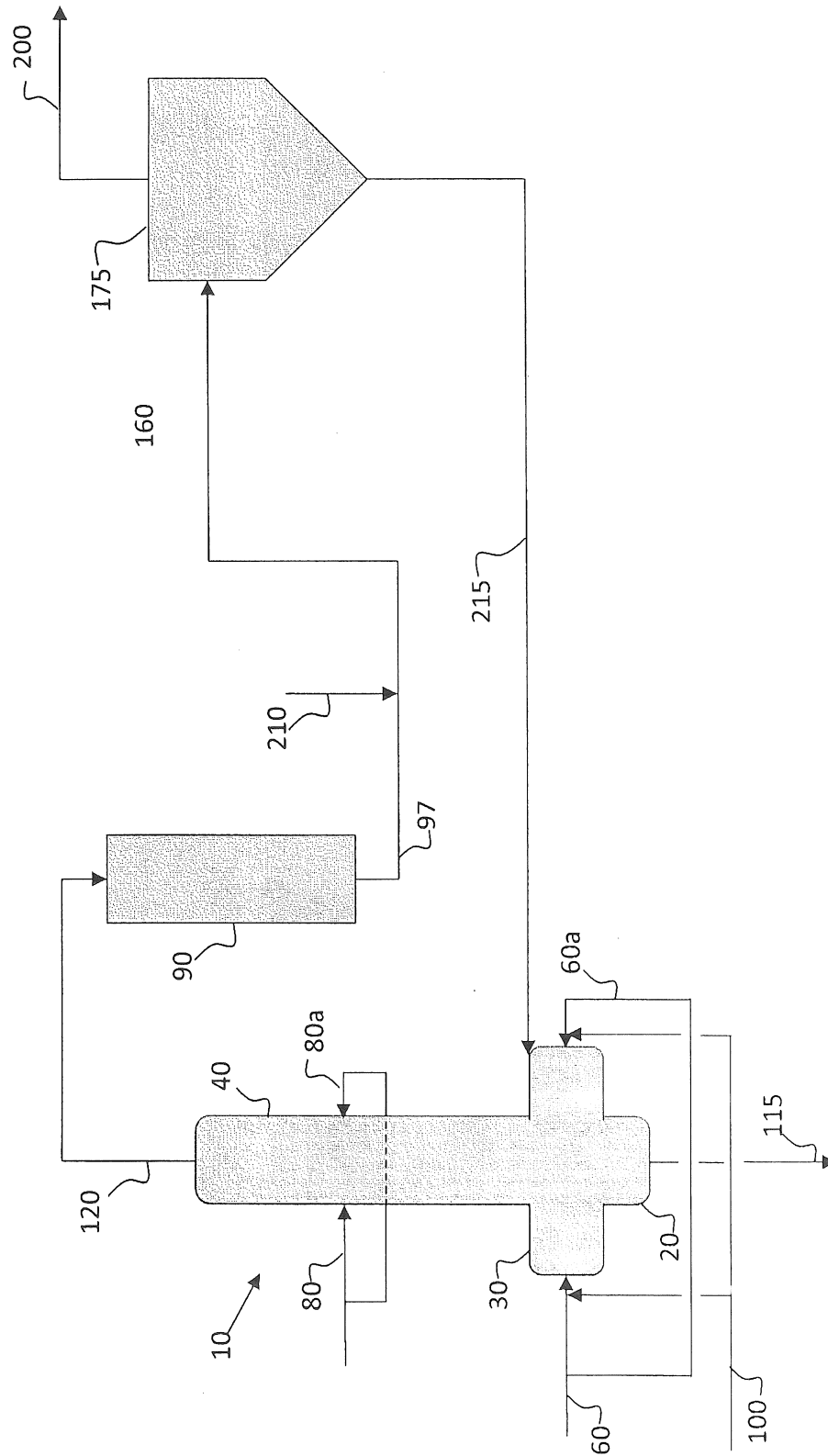


FIG. 2