



(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)



1-0036514

(51)⁷ B01J 8/28; C10J 3/54; C10J 3/46

(13) B

(21) 1-2015-00960

(22) 26/08/2013

(86) PCT/US2013/056631 26/08/2013

(87) WO2014/035887 06/03/2014

(30) 61/693,707 27/08/2012 US

(45) 25/07/2023 424

(43) 25/06/2015 327A

(73) SOUTHERN COMPANY (US)

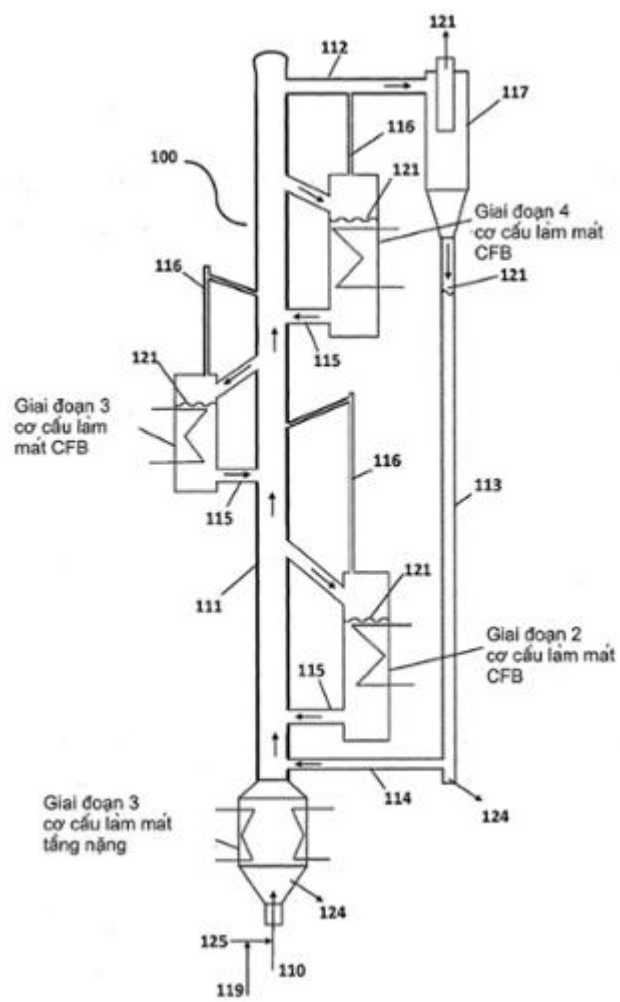
600 North 18th Street, Bin 7N-8374, Birmingham, AL 35203-2206, United States of America

(72) LIU, Guohai (US); VIMALCHAND, Pannalal (US); GUAN, Xiaofeng (US); PENG, WanWang (CN).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) HỆ THỐNG VÀ CƠ CẤU LÀM MÁT KHÍ TỔNG HỢP TÀNG SÔI TUẦN HOÀN NHIỀU GIAI ĐOẠN

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị để làm mát dòng khí nóng ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 800 đến 1600°C có sử dụng các cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn nhiều giai đoạn (CFB). Sáng chế còn đề cập đến việc làm mát khí tổng hợp nóng từ máy khí hóa than trong đó khí tổng hợp nóng cuốn theo các chất mà nằm bề mặt truyền nhiệt là chất thải rắn, xói mòn và ăn mòn tùy thuộc vào sự tiếp xúc trong cơ cấu làm mát thông thường. Khí tổng hợp nóng được làm mát bằng cách lấy ra và truyền nhiệt một cách gián tiếp đến các bề mặt truyền nhiệt với việc tuần hoàn các hạt chất rắn trong cơ cấu làm mát khí tổng hợp CFB.



Tham khảo các đơn sáng chế liên quan

Đơn này yêu cầu hưởng quyền ưu tiên theo đơn tạm thời yêu cầu cấp patent của Mỹ số 61/693,707, nộp ngày 27 tháng 08 năm 2012 theo điều 35 U.S.C. § 119(e).

Về sự tài trợ của liên bang đối với chương trình nghiên cứu và phát triển

Sáng chế được thực hiện với sự hỗ trợ của chính phủ theo Thỏa thuận/Hợp đồng số DE-NT0000749 được Bộ Năng lượng Hoa Kỳ đưa ra. Chính phủ có một số quyền đối với sáng chế này.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn nhiều giai đoạn (CFB) để làm mát dòng khí nóng từ bình phản ứng trong khi sinh ra cả hơi nước bão hòa và hơi nước quá nhiệt. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến cơ cấu làm mát để làm mát khí tổng hợp nóng từ máy khí hóa xử lý vật liệu có cacbon như là than, sinh khối hoặc chất thải đô thị làm vật liệu, cơ cấu làm mát đồng thời sinh ra hơi nước bão hòa áp suất cao và hơi nước quá nhiệt để sinh ra năng lượng. Cơ cấu làm mát làm kết tụ các giọt nhỏ tro nóng chảy mà thường có mặt trong khí tổng hợp được tạo ra từ máy khí hóa vảy xỉ. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn CFB theo sáng chế còn bảo vệ các bề mặt truyền nhiệt không tiếp xúc với chất thải bản, các chất xói mòn và ăn mòn khác trong khí tổng hợp được tạo ra bằng cách tạo vảy xỉ và dạng khác của máy khí hóa.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đối với các chuyên gia trong lĩnh vực làm mát khí tổng hợp, các khó khăn của việc làm mát khí tổng hợp khi tiếp xúc một cách trực tiếp khí tổng hợp với các bề mặt truyền nhiệt là đã biết, và bao gồm: việc bịt kín dòng chảy khí do các chất được cuốn theo trong khí tổng hợp, chất thải bản của các bề mặt truyền nhiệt do cả lắng đọng của các giọt nhỏ tro nóng chảy mịn và các thành phần nhựa đường trong khí tổng hợp, sự

xói mòn do tro mịn và hóa than được cuốn theo từ máy khí hóa, và ăn mòn do các thành phần trong khí tổng hợp như là hydro sulfua và clorua.

Khó khăn khác kết hợp với việc làm mát khí tổng hợp là đồng nhất hóa và xử lý các vật liệu xây dựng đối với các bề mặt truyền nhiệt mà tương thích với nhiệt độ cao và bảo vệ các bề mặt truyền nhiệt tương đối đắt đỏ cho sự vận hành tin cậy.

Hiện nay, các lựa chọn nỗ lực để giải quyết nhiều khó khăn của việc làm mát tin cậy khí tổng hợp đã làm mất đi hiệu quả quy trình. Ví dụ, để nằm trong nhiệt độ giới hạn của các vật liệu xây dựng của cơ cấu làm mát khí tổng hợp đối lưu thông thường, dòng đi ra từ máy khí hóa phải bắt đầu được làm mát bằng cách trộn với lượng lớn của khí tuần hoàn của cơ cấu làm mát tương đối. Các ví dụ khác về hiệu quả quy trình bị mất đi để xem xét cơ cấu làm mát khí tổng hợp hiện hành bao gồm làm mát nhanh ngược dòng, phun than trong các phần trên của máy khí hóa để hạ thấp hơn nhiệt độ đưa ra từ máy khí hóa, và vận hành máy khí hóa ở nhiệt độ thấp hơn với chuyển hóa cacbon thấp hơn kèm theo.

Patent Mỹ số 8,197,564 bộc lộ ví dụ về việc làm mát nhanh khí tổng hợp xuôi dòng của dòng cuốn theo ở máy khí hóa và cơ cấu làm mát khí tổng hợp sinh ra để giới hạn các vấn đề bị tắc xuôi dòng và chất thải bẩn thông thường kết hợp với tro mịn và tạo vảy xỉ là các loại được tách khỏi dòng khí hoặc là bằng cách làm kết tủa hoặc bằng cách làm mát bề mặt với trực tiếp tiếp xúc với nước. Các hệ thống làm mát nhanh này đòi hỏi cơ cấu làm mát khí tổng hợp sinh ra đắt đỏ và hệ thống xử lý nước kém tin cậy để tách ra các hạt và xử lý nước do dùng nước dội lạnh, mà ăn mòn và xói mòn cao về bản chất, làm tăng tổng thể chi phí để làm mát khí tổng hợp. Ngoài ra, kinh nghiệm thực tế chỉ ra rằng việc kết hợp của radian và làm mát nhanh của khí tổng hợp không hoàn toàn có hiệu quả trong việc giới hạn (tránh) các vấn đề bị tắc của cơ cấu làm mát đối lưu xuôi dòng.

Khí tổng hợp được tạo ra từ máy khí hóa tầng sôi đi ra từ máy khí hóa ở nhiệt độ tương đối thấp hơn (khoảng 1000°C) so với dòng cuốn theo ở máy khí hóa. Thậm chí khi đó, cơ cấu làm mát khí tổng hợp để làm mát khí tổng hợp đi vào máy khí hóa này là phần tương đối đắt đỏ về thiết bị do việc sử dụng các hợp kim lạ đối với các ống làm mát. Trong cơ cấu làm mát đối lưu thông thường mà tiếp xúc khí tổng hợp gần

1000°C ở các điều kiện áp suất cao các hợp kim lạ và đất tiền này phải được sử dụng. Khó khăn khác nữa trong việc làm mát khí tổng hợp từ máy khí hóa tầng sôi là tro mịn và các hạt hóa than được cuốn theo trong đó mà có xu hướng xói mòn các bề mặt ống làm mát. Lắng đọng và chất thải bản dần dần hạ thấp hiệu quả làm mát và dẫn đến ít hơn các điều kiện hơi nước quá nhiệt mong muốn, ảnh hưởng đến khả năng sinh ra trong nhà máy với chu trình kết hợp khí hóa tích hợp (IGCC). Để đối phó với các khó khăn này và các điều kiện ở cửa vào cơ cấu làm mát khí tổng hợp, các thiết kế thành dày bao gồm các hợp kim lạ phải được sử dụng đối với các vật liệu xây dựng bề mặt truyền nhiệt ở cơ cấu làm mát.

Cơ cấu làm mát khí tổng hợp đã giới hạn khả năng làm mát do thủy động lực học bên trong, sụt áp và các cân nhắc quy trình khác mà giới hạn kích cỡ vật lý. Trong một số ứng dụng như là trong quy trình IGCC có công suất định danh 300 MWe, làm mát khí tổng hợp từ máy khí hóa đơn đòi hỏi nhiều cơ cấu làm mát khí tổng hợp đồng thời. Nhiều cơ cấu làm mát khí tổng hợp song song trong dòng quy trình chắc chắn làm tăng cả chi phí và tính phức tạp trong bố trí khi xử lý khí tổng áp suất cao hợp gần 1000°C.

Việc xử lý sinh khối và than bitum trong một số máy khí hóa tầng sôi dẫn đến tạo ra nhựa đường mà cuốn theo với khí tổng hợp khi nó ra khỏi máy khí hóa. Các thành phần nhựa đường lắng đọng trên các bề mặt truyền nhiệt của cơ cấu làm mát khí tổng hợp và thiết bị xuôi dòng và các điều kiện chất thải bản làm hư hỏng cuối cùng là làm cho quy trình không vận hành được. Các khó khăn tương tự gặp phải trong khi xử lý than mà chứa tỷ lệ phần trăm kim loại kiềm cao hơn trong các khoáng chất ở than. Thậm chí ở chi phí tăng và tổng thể làm giảm hiệu quả quy trình, cơ cấu làm mát khí tổng hợp thông thường vẫn còn không thể được sử dụng một cách tin cậy đối với các quy trình này với các giải pháp giảm nhẹ ngược dòng đã biết.

Patent Mỹ số 4,412,848 bộc lộ phương pháp để làm mát khí tổng hợp trong hệ thống làm mát tầng sôi hai giai đoạn. Cơ cấu làm mát tầng sôi giai đoạn thứ nhất hoạt động ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 450 đến 500°C trong nỗ lực để giảm thiểu ngưng tụ nhựa đường trên bề mặt của các hạt vật liệu tầng tro. Cơ cấu làm mát giai đoạn thứ hai hoạt động ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 250 đến 300°C trong nỗ lực để cho phép

chất lỏng ngưng tụ trên các bề mặt hạt. Để tránh tích tụ do ngưng tụ hóa rắn trên bề mặt của các hạt, oxy và hơi nước được bơm vào trong cơ cấu làm mát giai đoạn thứ hai để đốt cháy phần ngưng tụ hoặc hóa than trên các bề mặt hạt. Hệ thống làm mát tầng sôi hai giai đoạn này làm phát triển đi lên lĩnh vực làm mát khí tổng hợp được so sánh với nhiều dạng khác của các cơ cấu trao đổi nhiệt đối với các ứng dụng tương tự khi khí tổng hợp chứa chất lỏng có thể ngưng tụ hoặc hóa than. Còn có thể tạo ra hơi nước có nhiệt độ vừa phải và áp suất cao để cải thiện tổng thể hiệu quả quy trình nếu hơi nước được sử dụng để sinh ra năng lượng. Và hệ thống làm mát tầng sôi hai giai đoạn theo patent Mỹ số 4,412,848 gặp phải các khó khăn trong thực tế.

Một bất lợi lớn liên quan đến lượng đáng kể của đối tượng dầu có mặt trong khí tổng hợp ra khỏi cơ cấu làm mát mà làm cho khó và đắt đỏ để xử lý nước chua mà được tạo ra từ việc tinh chế khí tổng hợp xuôi dòng. Một vấn đề nghiêm trọng khác là tính an toàn - như được bộc lộ, nhiệt độ vận hành của cơ cấu làm mát giai đoạn thứ hai cơ bản là thấp hơn nhiệt độ đốt cháy tự động của các thành phần chủ đạo của khí tổng hợp như là cacbon monoxit (609°C), hydro (500°C) và metan (580°C). Nhiệt độ vận hành nằm trong khoảng từ 400 đến 500°C trong khu vực cháy của cơ cấu làm mát giai đoạn thứ hai là thấp hơn so với nhiệt độ đốt cháy tự động của các thành phần khí tổng hợp. Các chuyên gia trong ngành hoàn toàn đánh giá được rằng nguy hiểm hoặc tiềm năng tăng cho việc nổ khi phun oxy vào trong dòng khí tổng hợp mà nhiệt độ của nó là thấp hơn nhiệt độ đốt cháy tự động. Tùy thuộc vào các liên quan về tính an toàn này, phương pháp oxy hóa một phần ở nhiệt độ thấp cần thiết khoảng trống lớn hơn nhiều đối với cơ cấu làm mát cho khu vực cháy và sinh ra CO_2 nhiều hơn nhiều so với CO.

Khả năng làm mát của cơ cấu làm mát theo patent Mỹ số 4,412,848 cũng là bất lợi. Trong cơ cấu làm mát tầng tạo bọt hoặc phun bắn ra, khí tốc độ dòng mặt nhìn chung thấp hơn 1 mét trong một giây (m/giây). Kết quả là, khi lượng lớn của khí tổng hợp từ nhà máy IGCC điển hình cần được làm mát, ít nhất hai cơ cấu làm mát khí tổng hợp đồng thời được yêu cầu để tránh đường kính cơ cấu làm mát ra khỏi giới hạn vận chuyển thông thường trên đây. Và cách bố trí cơ cấu làm mát song song là đắt đỏ bởi vì khí tổng hợp phải được tạo đường đi đến các cơ cấu làm mát bằng hệ thống đường ống chịu lửa.

Patent Mỹ số 5,759,495 bộc lộ phương pháp và thiết bị để xử lý khí nóng bao gồm khí tổng hợp trong tầng sôi tuần hoàn. Tài liệu này bộc lộ rằng, khí được làm mát đủ trước khi nó tiếp xúc mặt làm mát, viện cớ rằng sự xói mòn của mặt làm mát trong ống dẫn đứng sẽ không là vấn đề. Và điều này cho thấy là đã làm đơn giản hóa quá mức vấn đề phức tạp. Khi mặt làm mát ở trong đường chảy thẳng của ống dẫn đứng, mà ở đó khí tốc độ dòng mặt thường cao hơn 5m/giây, sự xói mòn của thậm trí mặt làm mát của cơ cấu làm mát là chắc chắn xảy ra. Do đó, không thực tế khi lắp đặt mặt làm mát ở bên trong ống dẫn đứng. Thậm trí nếu không đáng ngờ, vận hành cơ cấu làm mát ở nhiệt độ thấp này sinh ra hơi nước ở mức thấp, mà sử dụng ít hơn nhiều trong môi trường của nhà máy năng lượng. Hơn nữa, patent Mỹ số 5,759,495 không có trình bày về việc xử lý tích tụ do ngưng tụ chất rắn và/hoặc chất lỏng như thế nào trên cơ cấu làm mát và các bề mặt hạt.

Cơ cấu làm mát khí tổng hợp tầng sôi tuần hoàn trong khác được bộc lộ trong công bố đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 2004/0100902. Có lợi là, tốc độ dòng mặt khí trong cơ cấu làm mát được bộc lộ có thể được vận hành nằm trong khoảng từ 5 đến 10m/giây sao cho một cơ cấu làm mát có thể xử lý lên đến thể tích 90 mét khối thực tế trong một giây (m^3 /giây), mà liên quan đến khả năng lớn hơn so với máy khí hóa thương mại đã biết. Mặc dù phần trình bày trong công bố này có thể có các ứng dụng rộng để xử lý khí tổng hợp, nó cũng không bộc lộ việc tránh tích tụ chất gây ô nhiễm trên các bề mặt hạt và tái tạo lại các vật liệu ở tầng từ các chất gây ô nhiễm này như thế nào. Hơn nữa, Công bố này bộc lộ cơ cấu làm mát một giai đoạn mà không hướng đến các điều kiện hơi nước cần thiết để sinh ra năng lượng.

Để khắc phục các vấn đề về khả năng vận hành, tính hiệu quả và chi phí đã được đề cập trên đây, cơ cấu làm mát khí tổng hợp được cải thiện là rất được mong muốn. Mục đích của sáng chế là thỏa mãn nhu cầu công nghiệp này.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Bằng cách mô tả vắn tắt, ở dạng được ưu tiên, sáng chế đề cập đến cơ cấu làm mát khí tổng hợp CFB. Môi trường truyền nhiệt tuần hoàn chiết nhiệt từ khí tổng hợp và sau đó chuyển nó đến cơ cấu loại nhiệt (các bề mặt truyền nhiệt), dẫn đến cơ cấu làm mát khí tổng hợp. Trong các phương án được ưu tiên, môi trường truyền nhiệt bao

gồm chất rắn tuần hoàn, mặc dù các pha khác/bổ sung của môi trường có thể được sử dụng.

Trình tự làm mát bao gồm việc tiếp xúc chất rắn tuần hoàn với khí tổng hợp nóng và, sau khí tổng hợp và chất rắn tuần hoàn tách rời, khi đó chất rắn tuần hoàn nóng truyền nhiệt đến cơ cấu loại nhiệt khi chất rắn tuần hoàn chuyển dịch quanh vòng tuần hoàn. Cơ cấu loại nhiệt có thể bao gồm các ống hoặc các cuộn dây truyền nhiệt có các bề mặt truyền nhiệt, nơi mà hơi nước có thể được tạo ra hoặc hơi nước bão hòa có thể là quá nhiệt trong khi chất rắn tuần hoàn trong tiếp xúc với các bề mặt truyền nhiệt được làm mát nhờ truyền nhiệt.

Trong một khía cạnh khác của sáng chế, cơ cấu làm mát khí tổng hợp CFB bao gồm nhiều giai đoạn làm mát khí tổng hợp để nâng cao hơi nước ở các điều kiện khác nhau. Khí tổng hợp được nạp vào đáy của ống dẫn đứng của cơ cấu làm mát khí tổng hợp CFB theo sáng chế, và chất rắn tuần hoàn được gia nhiệt được loại bỏ từ các độ cao khác nhau của ống dẫn đứng bởi trọng lực. Chất rắn tuần hoàn được gia nhiệt ra khỏi ống dẫn đứng ở mức nào đó nâng chảy vào trong cơ cấu làm mát chất rắn trong đó các bó ống được lắp đặt hoặc các cuộn dây truyền nhiệt làm mát chất rắn tuần hoàn đến nhiệt độ mong muốn nhờ truyền nhiệt. Nước nạp từ nồi hơi hoặc hơi nước bão hòa được nạp đến các bề mặt truyền nhiệt để sinh ra hơi nước hoặc để sinh ra hơi nước quá nhiệt.

Trong một khía cạnh khác nữa của sáng chế, cơ cấu làm mát khí tổng hợp CFB theo sáng chế bao gồm giai đoạn chảy xuống để làm mát khí tổng hợp nóng đến nhiệt độ mong muốn và làm kết tụ các giọt nhỏ tro nóng chảy mịn và các chất thải rắn khác trong pha khí. Khí tổng hợp nóng trao đổi nhiệt với ở chất rắn ở cơ cấu làm mát tuần hoàn khi cả khí tổng hợp và ở chất rắn ở cơ cấu làm mát tuần hoàn chảy đồng thời trong giai đoạn chảy xuống của cơ cấu làm mát. Khí tổng hợp đạt tới cơ cấu làm mát tầng sôi có tối thiểu, nếu có, các vật liệu chất thải rắn, và do đó loại trừ được các vấn đề lắng đọng.

Trong một khía cạnh còn khác nữa của sáng chế, hợp chất hữu cơ mà có thể được ngưng tụ như là nhựa đường và các thành phần nhẹ khác bị phá hủy trong vùng nhiệt độ cao ở cửa vào của cơ cấu làm mát. Nhiệt độ ở cửa vào của cơ cấu làm mát là

cao hơn nhiều so với nhiệt độ đốt cháy tự động của các thành phần khí tổng hợp, làm nhẹ bớt vấn đề cơ bản liên quan đến an toàn nổ. Ngoài ra, việc oxy hóa một phần ở nhiệt độ cao này làm tăng có lợi phần xuất CO trong khí tổng hợp.

Trong một khía cạnh còn khác nữa của sáng chế, cơ cấu làm mát khí tổng hợp CFB có thể có nhiều giai đoạn. Ví dụ, một giai đoạn của cơ cấu làm mát có thể chuyên làm cơ cấu sinh hơi nước, giai đoạn khác như là gia nhiệt quá mức và gia nhiệt lại hơi nước, và giai đoạn khác nữa là ở bộ phận tiết kiệm. Do đó, khí tổng hợp được làm mát theo cách kế tiếp đến nhiệt độ thấp hơn dần dần bằng cách truyền nhiệt đến từng tuần hoàn của từng giai đoạn.

Trong một khía cạnh khác của cơ cấu làm mát khí tổng hợp CFB theo sáng chế, làm sạch khí tổng hợp ẩm có thể được hoàn thiện bằng cách kết hợp với chất hấp thụ có thể tái tạo trong một hoặc nhiều giai đoạn thích hợp của cơ cấu làm mát tùy thuộc vào khoảng nhiệt độ vận hành của chất hấp thụ được chọn. Chất hấp thụ làm sạch khí tổng hợp ẩm được phát triển để tách lưu huỳnh và để bắt giữ các thành phần vết như là thủy ngân, arsen, cadimi và chì. Hoặc là chất hấp thụ bởi chính chúng, hoặc hỗn hợp của chất hấp thụ và các chất rắn tuần hoàn trợ, có thể được sử dụng làm môi trường truyền nhiệt tuần hoàn để hoàn thiện cả việc làm mát khí tổng hợp và làm sạch.

Khí tổng hợp từ máy khí hóa tầng sôi có thể chứa các hạt hóa than cơ bản. Do các hạt hóa than có cấu trúc lỗ xốp và nhẹ hơn nhiều về tỷ trọng, sáng chế còn có thể bao gồm cơ cấu tách rời khí-chất rắn của cơ cấu làm mát khí tổng hợp và hệ thống gom hạt được tối ưu hóa sao cho có tối thiểu đến không có các hạt hóa than sẽ tích tụ trong cơ cấu làm mát khí.

Trong một khía cạnh khác của sáng chế, tầng sôi nặng với các cuộn dây làm mát được gắn ở cửa vào của cơ cấu làm mát khí tổng hợp CFB đảm bảo nhiệt độ cơ cấu làm mát khí tổng hợp đủ thấp đưa ra trong khoảng thời gian cần thiết trong trường hợp các khó khăn vận hành ngăn ngừa tuần hoàn chất rắn cơ bản trong các giai đoạn xuôi dòng khác của cơ cấu làm mát.

Trong các phương án làm ví dụ, sáng chế bao gồm cơ cấu làm mát khí tổng hợp tầng sôi tuần hoàn nhiều giai đoạn để làm mát khí tổng hợp ở nhiệt độ cao chứa chất thải rắn, xói mòn, ăn mòn và các chất ngưng tụ được cuốn theo. Nhiệt độ khí tổng hợp

ở cửa vào có thể là lên đến khoảng 1600°C và, sau khi làm mát trong nhiều giai đoạn, nhiệt độ khí tổng hợp đi ra có thể là thấp hơn khoảng 300°C .

Việc làm mát nhiều giai đoạn có thể được hoàn thiện với cơ cấu làm mát vận hành lên đến khoảng 6894757,92Pa (1000psi) với tầng tuần hoàn của chất rắn chứa các hạt với kích cỡ nằm trong khoảng từ 50 đến $1000\mu\text{m}$.

Việc làm mát nhiều giai đoạn có thể được hoàn thiện với cơ cấu làm mát nhiều giai đoạn đơn có khả năng xử lý tốc độ dòng khí tổng hợp lên đến 90 mét khối thực tế trong một giây.

Việc làm mát nhiều giai đoạn có thể được hoàn thiện với tốc độ dòng mặt của khí tổng hợp lên đến 10 mét trong một giây qua cơ cấu làm mát.

Việc làm mát nhiều giai đoạn có thể dẫn đến việc sinh ra hơi nước ở các điều kiện hơi nước khác nhau bao gồm hơi nước quá nhiệt. Một hoặc nhiều giai đoạn còn có thể hoạt động như bộ phận tiết kiệm.

Các hạt trong cơ cấu làm mát có thể kết tụ và lớn đến kích cỡ tương đối lớn hơn với các chất thải bản được cuốn theo như là các giọt nhỏ tro nóng chảy trong dòng vào khí tổng hợp và các hạt kết tụ lớn hơn này được loại bỏ định kỳ khỏi cơ cấu làm mát và phần của các hạt tro kết tụ được nghiền thành bột có kích cỡ trung bình nằm trong khoảng từ 200 đến $400\mu\text{m}$ được bổ sung ngược lại đến cơ cấu làm mát để duy trì lưu trữ.

Các bề mặt truyền nhiệt có thể được bảo vệ khỏi chất thải bản, các chất xói mòn và ăn mòn trong khí tổng hợp khi năng lượng nhiệt được chiết và được chuyển một cách gián tiếp từ khí tổng hợp nóng để làm mát các bề mặt với tầng tuần hoàn của các hạt chất rắn trong cơ cấu làm mát.

50% thể tích dòng oxy cùng với hơi nước và cacbon dioxit có thể được bơm vào trong tầng sôi của chất rắn ở cửa vào của cơ cấu làm mát để oxy hóa theo cách ưu tiên và một phần thành phần nhựa đường trong khí tổng hợp.

Trong một phương án khác làm ví dụ, cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn là cơ cấu làm mát nhiều giai đoạn tầng sôi tuần hoàn ngoài để làm mát khí tổng hợp ở nhiệt độ cao từ máy khí hóa than bao gồm tầng sôi nặng với các cuộn dây làm

mát được gắn vào trong chất lưu tiếp xúc với dòng khí tổng hợp nóng cửa vào, ống dẫn đứng từ đó một phần của tầng tuần hoàn của chất rắn đi vào cơ cấu làm mát tầng sôi ở các độ cao khác nhau và chất rắn được làm mát chảy ngược lại nhờ trọng lực đến ống dẫn đứng ở độ cao thấp hơn và quạt khí từ cơ cấu làm mát chảy vào ống dẫn đứng ở độ cao cao hơn, xyclon để tách rời khí tổng hợp và chất rắn với khí tổng hợp ở cơ cấu làm mát ra khỏi cơ cấu làm mát khí tổng hợp, ống rót để quay lại chất rắn ở cơ cấu làm mát từ xyclon ngược đến ống dẫn đứng, và hóa lỏng khí vào phần dưới của ống rót và tầng sôi nặng để phân ly chất rắn và tạo thuận tiện cho việc loại tro kết tụ.

Khí tổng hợp nóng đi vào cơ cấu làm mát có thể được làm mát trong các bước kế tiếp khi nó chảy qua phần ống dẫn đứng của cơ cấu làm mát; trước tiên, bằng cách tiếp xúc chất rắn trong tầng sôi nặng, sau đó bằng cách tiếp xúc tầng tuần hoàn của chất rắn ở đáy của ống dẫn đứng và, cuối cùng, bằng cách tiếp xúc chất rắn ở cơ cấu làm mát trong ống dẫn đứng mà quay trở về từ cơ cấu làm mát tầng sôi trong các giai đoạn kế tiếp.

Trong một phương án khác làm ví dụ, cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn là cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn trong (ICFB) nhiều giai đoạn để làm mát khí tổng hợp ở nhiệt độ cao từ máy khí hóa than bao gồm tầng sôi nặng với các cuộn dây làm mát được gắn vào trong chất lưu tiếp xúc với dòng khí tổng hợp nóng cửa vào và nhiều giai đoạn của cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn theo dây.

Khí tổng hợp có thể được làm mát theo cách kế tiếp trong các giai đoạn khác nhau đến nhiệt độ thích hợp để sinh ra hơi nước mong muốn và các điều kiện nước nạp nóng từ nồi hơi với các bề mặt truyền nhiệt được gắn trong tầng sôi và tuần hoàn trong.

Cơ cấu làm mát ICFB có thể bao gồm ống dẫn đứng mà ở đó khí tổng hợp trộn và chuyển năng lượng nhiệt đến tầng tuần hoàn của chất rắn, khu vực tách rời để tách rời khí tổng hợp ra khỏi tầng tuần hoàn của chất rắn, khoảng trống hình khuyên cho chất rắn tuần hoàn để chảy xuống và truyền nhiệt cho các bề mặt truyền nhiệt được gắn, cơ cấu thông gió và làm kín để kiểm soát việc chảy của chất rắn tuần hoàn vào trong khu vực ống dẫn đứng, và khu vực hình nón mà tạo thuận tiện cho việc tuần hoàn chất rắn ở bên trong và dùng làm phân đoạn giữa các giai đoạn của cơ cấu làm

mát. Khu vực hình nón có thể còn bao gồm các cuộn dây được làm mát bằng hơi với các phần mở nhỏ đối với phần khí tổng hợp nhỏ để đi qua và tạo ra sự thông gió đối với chất rắn trong khoảng trống hình khuyên.

Khí tổng hợp đi vào cơ cấu làm mát có thể được làm mát sơ bộ và được xử lý đối với các tác nhân làm nhiễm bẩn trong giai đoạn ngược dòng và tạo thành hệ thống làm mát lai với cả tuần hoàn ngoài và tuần hoàn trong các hạt chất rắn.

Giai đoạn ngược dòng có thể bao gồm máy phun để phun chất rắn ở cơ cấu làm mát tương đối từ giai đoạn cuối của cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn ICFB vào trong cơ cấu làm mát chảy xuống nơi mà dòng khí tổng hợp nóng ở cửa vào bắt đầu trộn với chất rắn ở cơ cấu làm mát tương đối được bơm vào, dòng khí tổng hợp quay vòng lại áp suất cao làm chất lưu chuyển động nhờ máy phun, và dòng ra khí tổng hợp ở cơ cấu làm mát tương đối từ cơ cấu làm mát chảy xuống mà đi vào cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn ICFB để làm mát hơn nữa.

Giai đoạn ngược dòng có thể là hệ thống làm mát chảy xuống mà bao gồm ống dẫn chảy xuống trong đó khí tổng hợp ở cửa vào nóng khi nó chảy xuống trộn với chất rắn ở cơ cấu làm mát tương đối được bơm vào ở các độ cao khác nhau, xyclon Presalter để tách rời khí tổng hợp ra khỏi chất rắn kết tụ, cơ cấu làm mát với các bề mặt truyền nhiệt được gắn để làm mát chất rắn được tách khỏi xyclon với điều kiện để loại bỏ chất rắn kết tụ có kích cỡ vượt quá 1000 μ m và để tạo ra bổ sung chất rắn, ống dẫn nâng để nâng chất rắn được làm mát từ cơ cấu làm mát với khí tổng hợp quay vòng lại áp suất cao và phun vào trong ống dẫn chảy xuống ở các độ cao khác nhau, và dòng khí tổng hợp đi ra ở cơ cấu làm mát tương đối từ xyclon mà đi vào cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn ICFB để làm mát hơn nữa.

Trong một phương án khác làm ví dụ, sáng chế đề cập đến hệ thống làm mát khí tổng hợp tăng sôi tuần hoàn bao gồm dòng vào khí tổng hợp, môi trường truyền nhiệt tuần hoàn, cơ cấu loại nhiệt, và dòng ra khí tổng hợp, trong đó ít nhất một phần của môi trường truyền nhiệt tuần hoàn chuyển ít nhất một phần nhiệt từ dòng vào khí tổng hợp đến cơ cấu loại nhiệt sao cho nhiệt độ của dòng ra khí tổng hợp ít nhất bằng 500°C thấp hơn so với nhiệt độ của dòng vào khí tổng hợp khi vận hành ở tốc độ dòng khí tổng hợp bằng khoảng 90m³/giờ.

Ở đầu trên của khoang làm mát khi vận hành ở nhiệt độ cửa vào khí tổng hợp cao, hiệu số nhiệt độ giữa dòng vào khí tổng hợp và dòng ra khí tổng hợp có thể là lên đến 1300°C ở tốc độ dòng khí tổng hợp bằng khoảng $90\text{m}^3/\text{giờ}$. Hệ thống này có thể hoạt động lên đến khoảng $6894757,92\text{Pa}$ (1000psi). Môi trường truyền nhiệt tuần hoàn có thể bao gồm chất rắn có kích cỡ hạt trung bình nằm trong khoảng từ 50 đến $1000\mu\text{m}$. Tốc độ dòng mặt khí tổng hợp có thể là khoảng $10\text{m}/\text{giờ}$.

Cơ cấu loại nhiệt có thể bao gồm các ống hoặc các cuộn dây truyền nhiệt. Cơ cấu loại nhiệt có thể sinh ra hơi nước và/hoặc hơi nước quá nhiệt.

Môi trường truyền nhiệt tuần hoàn bao gồm các hạt đi ra có kích cỡ trung bình hoặc lớn hơn có thể được loại ra khỏi hệ thống. Các hạt đi ra bao gồm ít nhất các hạt có kích cỡ $1000\mu\text{m}$. Ít nhất một phần của môi trường truyền bao gồm kích cỡ hạt đi ra trung bình hoặc lớn hơn có thể được loại ra khỏi hệ thống được giảm về kích cỡ, và ít nhất một phần của có kích cỡ được giảm môi trường truyền được quay trở về hệ thống.

Sáng chế có thể bao gồm hệ thống làm mát khí tổng hợp tầng sôi tuần hoàn, hệ thống này bao gồm dòng vào khí tổng hợp, môi trường truyền nhiệt tuần hoàn, ít nhất hai cơ cấu làm mát tầng sôi, cơ cấu loại nhiệt, và dòng ra khí tổng hợp, trong đó ít nhất một phần của môi trường truyền nhiệt tuần hoàn chuyển ít nhất một phần nhiệt từ dòng vào khí tổng hợp đến cơ cấu loại nhiệt sao cho nhiệt độ của dòng ra khí tổng hợp ít nhất bằng 500°C và lên đến 1300°C thấp hơn so với nhiệt độ của dòng vào khí tổng hợp, trong đó môi trường truyền nhiệt tuần hoàn bao gồm chất rắn có kích cỡ hạt trung bình nằm trong khoảng từ 50 đến $1000\mu\text{m}$, trong đó ít nhất một phần của môi trường truyền bao gồm các hạt có kích cỡ trung bình bằng $1000\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn được loại ra khỏi hệ thống, và trong đó dòng bao gồm oxy, cacbon dioxit và hơi nước được bơm vào trong dòng vào khí tổng hợp để oxy hóa theo cách ưu tiên và một phần các thành phần nhựa đường trong khí tổng hợp.

Sáng chế có thể bao gồm cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn để làm mát khí tổng hợp ở nhiệt độ cao từ máy khí hóa than, cơ cấu làm mát bao gồm tầng sôi nặng với các cuộn dây làm mát được gắn vào nối lưu với dòng khí tổng hợp nóng ở cửa vào, ống dẫn đứng từ đó một phần của tầng tuần hoàn của chất rắn đi vào cơ cấu làm mát tầng sôi ở các độ cao khác nhau và chất rắn được làm mát chảy ngược lại nhờ

trọng lực đến ống dẫn đứng ở độ cao thấp hơn và quạt khí từ cơ cấu làm mát chảy vào ống dẫn đứng ở độ cao cao hơn, xyclon để tách rời khí tổng hợp và chất rắn với khí tổng hợp ở cơ cấu làm mát ra khỏi cơ cấu làm mát khí tổng hợp, ống rót để quay lại chất rắn ở cơ cấu làm mát từ xyclon ngược đến ống dẫn đứng, và hóa lỏng khí đến phần dưới của ống rót và tầng sôi nặng để phân ly chất rắn và tạo thuận tiện cho việc loại tro kết tụ.

Các mục đích này và các mục đích khác, các dấu hiệu và các ưu điểm của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn với việc đọc phần mô tả dưới đây kết hợp với các hình vẽ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 minh họa một phương án được ưu tiên của cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn tuần hoàn ngoài với cơ cấu làm mát tầng nặng ở đáy của ống dẫn đứng theo sáng chế.

Fig.2 minh họa cơ cấu làm mát khí tổng hợp tầng sôi tuần hoàn nhiều giai đoạn trong với cơ cấu làm mát tầng nặng ở khu vực cửa vào theo một phương án được ưu tiên của sáng chế.

Fig.3 minh họa cơ cấu làm mát lai với cơ cấu làm mát chảy xuống và cơ cấu làm mát khí tổng hợp tầng sôi tuần hoàn nhiều giai đoạn trong theo một phương án được ưu tiên của sáng chế. Trong phương án cơ cấu làm mát này, các giai đoạn của cơ cấu làm mát chảy xuống loại bỏ chất rắn được làm mát từ giai đoạn cuối của cơ cấu làm mát qua máy phun và cơ cấu phun làm mát chất rắn vào trong cơ cấu làm mát chảy xuống.

Fig.4 minh họa một phương án khác của cơ cấu làm mát lai bao gồm vòng tuần hoàn chất rắn ngoài độc lập làm cơ cấu làm mát xuôi dòng và cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn nhiều giai đoạn trong theo một phương án được ưu tiên của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án được ưu tiên

Để tạo thuận tiện cho việc hiểu các nguyên lý và các dấu hiệu của các phương án khác nhau của sáng chế, các phương án minh họa khác nhau được giải thích dưới

đây. Mặc dù các phương án làm ví dụ của sáng chế được giải thích chi tiết, cần hiểu rằng các phương án khác cũng được dự tính đến. Tương ứng, không có ý định rằng sáng chế được giới hạn ở phạm vi của nó theo phần mô tả chi tiết và cách bố trí của các thành phần được đưa ra trong phần mô tả dưới đây hoặc được minh họa trên các hình vẽ. Sáng chế đề cập đến các phương án có khả năng khác và được thực hành hoặc được tiến hành theo các cách khác nhau. Ngoài ra, trong phần mô tả các phương án làm ví dụ, các thuật ngữ cụ thể sẽ được viện dẫn đến để cho rõ ràng.

Còn phải ghi nhận rằng, như được sử dụng trong phần mô tả và các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo, các dạng số ít xác định và không xác định bao gồm cả tham khảo đến cả các dạng số nhiều trừ khi bối cảnh được nêu cụ thể khác. Ví dụ, tham khảo đến một thành phần còn có ý định bao gồm chế phẩm có nhiều thành phần. Các tham khảo đến chế phẩm chứa một thành phần cấu thành có ý định là bao gồm các thành phần cấu thành khác ngoài thành phần cấu thành đã nêu.

Ngoài ra, trong phần mô tả các phương án làm ví dụ, thuật ngữ sẽ được viện dẫn đến để cho rõ ràng. Có ý định rằng từng thuật ngữ được dự tính với ý nghĩa rộng nhất của nó như được hiểu bởi các chuyên gia trong ngành và bao gồm tất cả các dạng tương đương kỹ thuật mà hoạt động theo cách tương tự để hoàn thiện mục đích tương tự.

Các khoảng giá trị có thể được biểu hiện ở đây là từ “khoảng” hoặc “xấp xỉ” hoặc “cơ bản là” một giá trị cụ thể và/hoặc đến “khoảng” hoặc “khoảng” hoặc “cơ bản là” giá trị cụ thể khác. Khi khoảng này được biểu hiện, các phương án làm ví dụ khác bao gồm từ một giá trị cụ thể và/hoặc đến giá trị cụ thể khác.

Tương tự, như được sử dụng ở đây, “cơ bản là không có” một cái gì đó, hoặc “cơ bản là tinh khiết”, và các đặc tính tương tự, có thể bao gồm cả là “ít nhất cơ bản là không có” một cái gì đó, hoặc “ít nhất cơ bản là tinh khiết”, và là “hoàn toàn không có” một cái gì đó, hoặc “hoàn toàn tinh khiết”.

Thuật ngữ “bao gồm” hoặc “chứa” hoặc “gồm có” là để chỉ rằng ít nhất hợp chất, yếu tố, vật phẩm, hoặc bước phương pháp được nêu tên là có mặt trong chế phẩm hoặc vật phẩm hoặc phương pháp, nhưng không loại trừ sự có mặt của các hợp chất, các vật liệu, vật phẩm, bước phương pháp khác, thậm trí nếu các hợp chất, các vật liệu,

vật phẩm, bước phương pháp khác này có cùng chức năng như các loại đã được nêu tên.

Còn được hiểu rằng, việc đề cập đến một hoặc nhiều bước phương pháp không ngoại trừ sự có mặt của bước phương pháp bổ sung hoặc bước phương pháp can thiệp giữa các bước được nhận diện rõ ràng. Tương tự, còn được hiểu rằng, việc đề cập đến một hoặc nhiều thành phần trong chế phẩm không ngoại trừ sự có mặt của các thành phần bổ sung so với các thành phần được nhận diện rõ ràng.

Các vật liệu được mô tả tạo ra các yếu tố khác nhau của sáng chế với ý định là minh họa và không giới hạn. Nhiều vật liệu phù hợp mà sẽ thể hiện cùng chức năng hoặc chức năng tương tự như các vật liệu được mô tả ở đây với ý định là được bao gồm trong của sáng chế. Các vật liệu khác này không được mô tả ở đây có thể bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, ví dụ, các vật liệu mà được phát triển sau thời gian phát triển của sáng chế.

Tùy thuộc vào dạng của máy khí hóa và các đặc tính nhiên liệu, khí tổng hợp được tạo ra từ máy khí hóa nhìn chung có khoảng nhiệt độ rộng nằm trong khoảng từ 800 đến 1600°C. Để duy trì hiệu quả quy trình cao, cần thiết thu hồi năng lượng nhiệt từ khí tổng hợp trong khi đồng thời làm mát khí tổng hợp để xử lý thêm. Ngoài khoảng nhiệt độ đưa ra rộng, các dạng máy khí hóa bao gồm máy khí hóa chảy lên và chảy xuống với khí tổng hợp đi ra từ đỉnh hoặc đáy của máy khí hóa. Cả máy khí hóa và cơ cấu làm mát khí tổng hợp là các bề nhìn chung là cao với cơ cấu làm mát khí tổng hợp được tích hợp gần với máy khí hóa. Tùy thuộc vào dạng của máy khí hóa và vị trí và nhiệt độ của khí tổng hợp ra khỏi máy khí hóa, các thành phần của cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn được bố trí trong các phương án thích hợp để giới hạn độ cao cấu trúc, giảm tải ứng suất và tạo thuận tiện cho việc tích hợp tốt hơn.

Các phương án khác nhau của hệ thống làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn được minh họa trên các hình vẽ từ **Fig.1** đến **Fig.4**. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn theo sáng chế tốt hơn là có thể xử lý khí tổng hợp chứa một hoặc nhiều chất thải bản, các chất xói mòn và ăn mòn lên đến khoảng 6894757,92Pa (1000psi). Cơ cấu làm mát khí tổng hợp được ưu tiên có thể tạo ra việc làm mát ít nhất khoảng 500°C và

lên đến 1300°C, và tốt hơn nữa là xử lý nhiệt độ của vào khí tổng hợp lên đến khoảng 1600°C và có khả năng làm mát khí tổng hợp đến thấp hơn khoảng 300°C.

Cấu hình của cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn **100** theo **Fig.1** chủ yếu là được áp dụng cho khí tổng hợp được tạo ra từ ở máy khí hóa dòng cuốn theo chảy xuống, nơi mà một phần của tro than được nóng chảy thành các giọt nhỏ tro nóng chảy. Trong thực tế hiện nay với các dạng máy khí hóa này, toàn bộ khí tổng hợp được tạo ra và các giọt nhỏ tro nóng chảy thường chảy đồng thời xuống dưới qua cơ cấu làm mát khí tổng hợp sinh ra trước khi chảy qua bể nước để hóa rắn phần lớn các giọt nhỏ tro nóng chảy làm vảy xỉ. Trong cơ cấu làm mát khí tổng hợp được ưu tiên **100**, dòng khí tổng hợp **110** rời khỏi máy khí hóa với các giọt nhỏ tro nóng chảy được cuốn theo chảy vào trong cơ cấu làm mát tầng sôi pha nặng giai đoạn 1 **S1DBC**, hoặc tầng nặng, mà hoạt động ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 800 đến 900°C bằng cách loại nhiệt từ dòng vào **110** trong khi sinh ra hơi nước. Do nhiệt độ tăng cao và các hạn chế trên các bề mặt truyền nhiệt, hơi nước thường được tạo ra trong cơ cấu làm mát giai đoạn 1.

Các tầng sôi bao gồm môi trường truyền nhiệt. Trong các phương án được ưu tiên, môi trường truyền nhiệt bao gồm chất rắn lơ lửng ở dạng hạt có thể tạo tầng sôi, mặc dù các pha khác/bổ sung của môi trường có thể được sử dụng. Tầng sôi pha nặng **S1DBC** được nối lưu với tầng sôi tuần hoàn. Các giọt nhỏ tro nóng chảy trong dòng vào **110** ngưng tụ và kết tụ trên môi trường truyền nhiệt của tầng pha nặng và vòng tuần hoàn.

Trong một phương án làm ví dụ, môi trường truyền nhiệt bao gồm các hạt, và kích cỡ hạt ban đầu nằm trong khoảng từ 200 đến 400 microns (μm). Trong quá trình vận hành, phân bố cỡ hạt tầng có thể là nằm trong khoảng từ 50 μm đến 1000 μm tầng tuần hoàn sẽ cuốn theo một phần các hạt mịn từ dòng khí vào **110** và đạt tới phân bố trạng thái ổn định. Với sự vận hành liên tục, một phần của các hạt trong tầng nặng và vòng tuần hoàn sẽ lớn đến kích cỡ cơ bản là lớn hơn 1000 μm do việc phủ của các giọt nhỏ tro nóng chảy được cuốn theo. Các hạt lớn hơn này có thể được lấy ra một cách có lựa chọn từ tầng nặng và phần dưới của vòng tuần hoàn qua phân ly qua dòng **124**. Một phần của các hạt/chất rắn được loại bỏ từ cơ cấu làm mát có thể được nghiền thành bột đến các hạt kích cỡ nằm trong khoảng từ 200 đến 400 μm và được nạp ngược

lại vào trong cơ cấu làm mát qua dòng **125** cùng với dòng vào khí tổng hợp **110**. Các hạt được nạp đến cơ cấu làm mát nhờ dòng **125** hoạt động như tác nhân để tạo kết tụ hơn nữa, và duy trì môi trường truyền nhiệt lưu trữ trong cơ cấu làm mát.

Khí tổng hợp và các hạt chất rắn được cuốn theo từ tầng sôi pha nặng **S1DBC** ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 800 đến 900°C, và trộn với chất rắn ở cơ cấu làm mát tương đối chảy quanh vòng qua ống rót **113** và van không cơ khí **114** và còn với chất rắn ra khỏi cơ cấu làm mát giai đoạn 2 **S2CFB** qua van không cơ khí của nó **115**. Dòng được trộn chảy lên ống dẫn đứng **111** và một phần của dòng chất rắn từ ống dẫn đứng đi vào cơ cấu làm mát giai đoạn 2 **S2CFB**. Tỷ lệ chất rắn qua cơ cấu làm mát và mức độ chất rắn **121** được duy trì bằng cách kiểm soát thông gió cho van không cơ khí **115** mà nổi phần dưới của cơ cấu làm mát giai đoạn 2 **S2CFB** đến ống dẫn đứng **111**. Dòng chất rắn được làm mát trong khi thường sinh ra hơi nước quá nhiệt từ cơ cấu làm mát giai đoạn 2 **S2CFB**. Cơ cấu làm mát giai đoạn 2 **S2CFB** và các cơ cấu làm mát khác trong vòng bao gồm cơ cấu làm mát tầng sôi với hóa lỏng khí quạt ngược lại vào trong ống dẫn đứng qua ống dẫn **116**.

Mặc dù các quạt **116** đối với từng giai đoạn của cơ cấu làm mát được thể hiện là chảy ngược lại vào trong các độ cao khác nhau của ống dẫn đứng **111**, có khả thi khi thực tế kết hợp tất cả các quạt với giai đoạn cuối (cơ cấu làm mát giai đoạn 4 **S4CFB**) quạt và quạt đến một vị trí trong vòng tuần hoàn. Hơn nữa, chất rắn từ các giai đoạn trên còn có thể được tạo đường đi đến giai đoạn dưới để làm tăng tốc độ chảy chất rắn qua các cơ cấu làm mát do vậy mà cải thiện hệ số truyền nhiệt trong tất cả các cơ cấu làm mát.

Dòng khí tổng hợp và chất rắn khi nó chảy lên ống dẫn đứng **111** trộn hơn nữa với dòng chất rắn ở cơ cấu làm mát tương đối đi vào cơ cấu làm mát giai đoạn 3 **S3CFB**. Lần nữa, như với cơ cấu làm mát giai đoạn 2 **S2CFB**, một phần của dòng chất rắn được gia nhiệt tương đối đi vào cơ cấu làm mát giai đoạn 3 **S3CFB**.

Ống dẫn đứng trong vòng tuần hoàn có thể được thiết kế để hoạt động ở vận tốc ống dẫn đứng (nằm trong khoảng từ 4 đến 10m/giây) mà dẫn đến cơ bản là hồi lưu chất rắn dọc theo thành ống dẫn đứng, xúc tiến việc chảy của chất rắn nóng vào trong các cơ cấu làm mát. Tùy thuộc vào khả năng máy khí hóa và quy trình cần có, cơ cấu

làm mát giai đoạn 3 **S3CFB** có thể là cơ cấu gia nhiệt quá mức hoặc bộ phận tiết kiệm. Các dấu hiệu và sự vận hành của cơ cấu làm mát giai đoạn 3 **S3CFB** có thể là tương tự với cơ cấu làm mát giai đoạn 2 **S2CFB**. Quy trình được lặp lại với cơ cấu làm mát giai đoạn 4 **S4CFB** mà thường là bộ phận tiết kiệm. Do đó, khí tổng hợp được làm mát dần dần khi nó chảy qua tầng nặng và dọc theo ống dẫn đứng khi nhiệt được chuyển đến từng giai đoạn của cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn với tầng tuần hoàn của các hạt chất rắn.

Dòng khí tổng hợp và chất rắn được làm mát từ ống dẫn đứng chảy qua phần đi ngang qua **112** đến xyclon **117**. Chất rắn được tách khỏi dòng khí tổng hợp trong xyclon và chảy vào ống rót **113** hoàn thiện vòng tuần hoàn. Khí tổng ở cơ cấu làm mát hợp ra khỏi vòng tuần hoàn qua dòng **121**. Chất rắn có kích cỡ hạt lớn hơn từ vòng tuần hoàn có thể được loại bỏ từ đáy của ống rót qua dòng **124** bằng cách phân ly chất rắn có sử dụng hóa lỏng khí. Mức độ chất rắn **121** trong ống rót **113** được duy trì với việc tạo ra dòng chất rắn **125** và loại bỏ chất rắn qua dòng **124**. Do đó, với việc tạo giai đoạn, khí tổng hợp có thể là được làm mát có hiệu quả từ nhiệt độ cửa vào lên đến 1600 đến dưới 300°C để xử lý thêm xuôi dòng trong khi đồng thời sinh ra hơi nước ở các điều kiện khác nhau trong các giai đoạn khác nhau của cơ cấu làm mát cũng như nước nạp nóng từ nồi hơi trong giai đoạn cuối của cơ cấu làm mát.

Cơ cấu làm mát khí tổng hợp được minh họa trên **Fig.1** còn có thể được sử dụng để làm mát khí tổng hợp chứa lượng nhựa đường đáng kể. Để tránh ngưng tụ nhựa đường trên các bề mặt hạt trong các giai đoạn sau đó của cơ cấu làm mát và thiết bị xuôi dòng, khí mang có thể được bơm vào để làm tăng nhiệt độ khí tổng hợp. Ví dụ, dòng oxy **119** với nồng độ oxy lên đến 50% thể tích có thể được bơm vào trong dòng **125** khí mang bổ sung (với CO₂ và hơi nước là được ưu tiên duy trì 50% thể tích khí) do vậy mà làm tăng nhiệt độ khí tổng hợp làm phá hủy các thành phần nhựa đường ở khu vực cửa vào của cơ cấu làm mát khí tổng hợp. Do đó, oxy được bơm vào theo tỷ lệ để đạt tới hoàn thiện việc oxy hóa một phần các thành phần nhựa đường trong khí tổng hợp.

Trong quá trình oxy hóa một phần này của hydrocacbon hữu cơ cấu tạo nên nhựa đường, sự cần thiết làm tăng về nhiệt độ khí phụ thuộc vào các yêu cầu đối với phá hủy hydrocacbon, và không phụ thuộc vào giới hạn của nhiệt độ nóng chảy tro.

Tin rằng, nhiệt độ tối đa có thể đạt tới khoảng 1150 đến hoàn toàn phá hủy hầu hết nếu không phải là tất cả nhựa đường trong khí tổng hợp khí khí hóa sinh khối hoặc than bitum trong máy khí hóa tầng sôi. Thậm trí nếu cần thiết để làm tăng nhiệt độ khí tổng hợp cao hơn nhiệt độ nóng chảy tro, các hạt tro nhỏ được cuốn theo, nếu là chất lưu, sẽ có khả năng phủ các bề mặt các hạt chất rắn tuần hoàn tro trong cơ cấu làm mát. Trong phương án này, do dòng oxy **119** được bơm vào với hơi nước và CO₂ và việc tạo ra dòng chất rắn **125**, oxy được tạo phân tán tốt cùng với dòng khí tổng hợp đi vào **110** và làm giảm thiểu tiềm năng đối với các điểm nóng. Do nhựa đường và một số các hạt hóa than trong khí tổng hợp được oxy hóa theo cách ưu tiên và một phần ở nhiệt độ tương đối cao, sản phẩm oxy hóa một phần chính là CO thay cho CO₂. Khí tổng hợp nóng có thể được làm lạnh nhanh trong cơ cấu làm mát giai đoạn thứ nhất đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 800 đến 900°C.

Cơ cấu làm mát khí tổng hợp **200** theo **Fig.2** bao gồm cơ cấu làm mát tầng nặng và dãy cơ cấu làm mát ICFB để sinh ra hơi nước ở các điều kiện khác nhau và gia nhiệt nước nạp từ nồi hơi trong khi làm mát khí tổng hợp từ lên đến khoảng 1600 đến thấp hơn khoảng 300°C. Dòng khí tổng hợp **210** ra khỏi máy khí hóa chảy qua ống dẫn **220** vào trong cơ cấu làm mát tầng sôi pha nặng **S1DBC** mà hoạt động ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 800 đến 900°C. Cơ cấu làm mát tầng nặng giai đoạn 1 **S1DBC** với các cuộn dây làm mát được gắn vào **222** thường sinh ra hơi nước do nhiệt độ tầng cao và giới hạn nhiệt độ của các vật liệu bề mặt truyền nhiệt. Nếu khí tổng hợp chứa thành phần nhựa đường, dòng oxy **219** chứa đến 50% thể tích oxy được trộn với hơi nước và CO₂ có thể được bơm vào ở cửa vào của cơ cấu làm mát tầng nặng giai đoạn 1 **S1DBC** để oxy hóa theo cách ưu tiên và một phần nhựa đường và một số các hạt hóa than trong khí tổng hợp.

Kích cỡ ban đầu của các hạt trong tất cả giai đoạn của cơ cấu làm mát khí tổng hợp **200** tốt hơn là nằm trong khoảng từ 200 đến 400µm. Với sự vận hành liên tục, một phần của các hạt trong tầng nặng với kích cỡ hạt lớn hơn do tạo kết tụ hơn nữa với vật

liệu chất thải bản trong khí tổng hợp. Các hạt lớn hơn so với khoảng $1000\mu\text{m}$ có thể được loại bỏ qua dòng **224** và làm cho chất rắn được bổ sung ngược lại đến cơ cấu làm mát qua dòng **225**. Việc tạo ra các hạt chất rắn lơ lửng ở kích cỡ nằm trong khoảng từ 200 đến $400\mu\text{m}$ tốt hơn là có được từ được việc nghiền thành bột một phần của lớn hơn kích cỡ kết tụ các hạt được loại bỏ từ cơ cấu làm mát qua dòng **224**. Với kích cỡ lớn này, làm cho các hạt chất rắn lơ lửng, khu vực tách rời **238** trong cơ cấu làm mát ICFB giai đoạn 2 **S2ICFB** có hiệu quả cao và hầu như bắt giữ tất cả các hạt từ ống dẫn đứng **236** và quay các hạt trở về đến khu vực làm mát **234**.

Khí tổng hợp ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 800 đến 900°C đi ra khỏi cơ cấu làm mát tầng nặng giai đoạn 1 **S1DBC** và chảy vào cơ cấu làm mát ICFB giai đoạn 2 **S2ICFB** mà là cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn trong. Khí tổng hợp ra khỏi cơ cấu làm mát tầng nặng giai đoạn 1 **S1DBC** trộn với dòng chất rắn tuần hoàn **227** ở cơ cấu làm mát giai đoạn 2 **S2ICFB**. Khí tổng hợp được làm mát đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 650 đến 700°C bằng cách truyền nhiệt cho dòng chất rắn khi hỗn hợp chảy lên ống dẫn đứng **236**. Khí và chất rắn được tách rời với sự trợ giúp của cơ cấu tách rời theo quán tính **238**. Chất rắn được gia nhiệt **chảy** xuống khoảng trống hình khuyên giữa ống dẫn đứng và vỏ bể truyền nhiệt đến các bề mặt truyền nhiệt **234** được gắn trong khoảng trống hình khuyên của cơ cấu làm mát giai đoạn 2 **S2ICFB**. Cơ cấu làm mát giai đoạn 2 **S2ICFB** thường nằm trong khoảng từ cơ cấu gia nhiệt quá mức trong quy trình IGCC. Tốc độ dòng chất rắn tuần hoàn **227** được kiểm soát bằng khí thông gió **226** và cơ cấu làm kín không cơ khí **230**. Khí tổng hợp truyền nhiệt khi nó trộn với chất rắn ở cơ cấu làm mát tương đối trong phần dưới của ống dẫn đứng vùng **232** rất nhanh chóng. Kết quả là, độ cao cơ cấu làm mát giai đoạn 2 **S2ICFB** phụ thuộc vào diện tích bề mặt truyền nhiệt cần thiết để nâng cao hơi nước quá nhiệt ở các điều kiện mong muốn.

Tin rằng, cơ cấu tách rời theo quán tính **238** có thể có các thiết kế khác nhau để tác động đến hiệu quả tách. Một trong các thiết kế là mũ Trung Quốc đơn giản, mà hoàn toàn dựa vào quán tính của chất rắn sau khi thay đổi hướng của dòng chảy tùy theo va chạm (tác động, ảnh hưởng) để tách chất khí-chất rắn. Chuyên gia trong ngành có thể đánh giá được rằng, các thiết kế khác để tách có hiệu quả chất khí-chất rắn như là có ống dẫn đứng đỉnh kín với khí và dòng chất rắn chảy theo tiếp tuyến quanh dạng

hình trụ của cơ cấu tách. Cơ cấu tách sẽ cơ bản là có dạng xyclon và việc tách chất khí-chất rắn có hiệu quả nhờ các lực ly tâm.

Cơ cấu làm mát giai đoạn 2 **S2ICFB** và các vận hành của nó được tách rời nội tại khỏi cơ cấu làm mát giai đoạn 1 tầng nặng **S1DBC** qua bộ phân phối dạng nón **228** mà còn tạo thuận tiện cho việc tuần hoàn bên trong chất rắn trong cơ cấu làm mát giai đoạn 2 **S2ICFB**. Bộ phân phối **228** được tạo hơn nữa với các cuộn dây hơi nước với các phần mở nhỏ hoặc các kẽ hở đối với phần khí tổng hợp nhỏ từ giai đoạn dưới đây để chảy qua (dòng **226**) và dùng để thông gió đối với chất rắn trong khoảng trống hình khuyên. Do cơ cấu làm mát giai đoạn 1 **S1DBC** không chứa khu vực tách rời, chất rắn lưu trữ được duy trì bằng cách chuyển chất rắn ở cơ cấu làm mát giai đoạn 2 **S2ICFB** qua ống dẫn **229**. Tổng thể chất rắn lưu trữ trong các giai đoạn của cơ cấu làm mát 1 và 2 cũng như trong các giai đoạn của cơ cấu làm mát 3 **S3ICFB** và 4 **S4ICFB** và mức độ chất rắn **221** trong từng giai đoạn được duy trì bằng cách tạo ra bổ sung chất rắn qua dòng **225** đến từng giai đoạn như cần thiết.

Khí tổng hợp được tách khỏi cơ cấu làm mát giai đoạn 2 **S2ICFB** chảy vào cơ cấu làm mát giai đoạn 3 **S3ICFB** và cơ cấu làm mát giai đoạn 4 **S4ICFB** mà ở đó khí tổng hợp được làm mát thêm nữa đến nhiệt độ mong muốn trước khi ra khỏi cơ cấu làm mát khí tổng hợp qua dòng đi ra **250**. Tùy thuộc vào khả năng của quy trình IGCC, cơ cấu làm mát giai đoạn 3 **S3ICFB** có thể hoặc là cơ cấu gia nhiệt quá mức hoặc bộ phận tiết kiệm và cơ cấu làm mát giai đoạn 4 **S4ICFB** có thể là bộ phận tiết kiệm. Cả hai **S3ICFB** và **S4ICFB** là cơ cấu làm mát ICFB và các dấu hiệu và các đặc tính chức năng và vận hành của chúng là tương tự như ở cơ cấu làm mát giai đoạn 2 **S2ICFB**. Trong cơ cấu làm mát ICFB, khí tổng hợp không đi vào tiếp xúc trực tiếp với các bề mặt truyền nhiệt được gắn trong khoảng trống hình khuyên giữa ống dẫn đứng và vỏ bể. Điều này làm nhẹ bớt sự xói mòn, ăn mòn và chất thải bẩn của các bề mặt truyền nhiệt do các chất mà có thể có mặt trong khí tổng hợp. Dòng chất rắn tuần hoàn chảy xuống khoảng trống hình khuyên ở tốc độ nằm trong khoảng từ 1 đến 1,5m/giây, và ở tốc độ thấp này không gây ra sự xói mòn của các bề mặt truyền nhiệt.

Các phương án khác của cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn được bộc lộ trên các hình vẽ **Fig.3** và **Fig.4** mà là các dạng lai của các phương án ở các dạng hệ

thống ở các hình vẽ **Fig.1** và **Fig.2** và dùng làm quy trình đặc hiệu để tích hợp tốt hơn với máy khí hóa, cách bố trí tổng quan và các yêu cầu bố trí của quy trình khí hóa. Các cơ cấu làm mát lai nhiều giai đoạn này có thể được sử dụng với máy khí hóa mà có khí tổng hợp đưa ra ở gần đỉnh của máy khí hóa và với khí tổng hợp có nồng độ các chất thải bản cao và nhiệt độ cao tiến gần đến 1600°C.

Hai chữ số cuối của các số tham khảo khác nhau được chỉ định trên các hình vẽ **Fig.3** và **Fig.4** có hoặc là các thành phần, dòng hoặc chức năng nhận diện tương tự như trên các hình vẽ **Fig.1** và **Fig.2**. Các yếu tố tạo sự khác nhau cho các phương án trên các hình vẽ **Fig.3** và **Fig.4** từ các hình vẽ **Fig.1** và **Fig.2** được mô tả dưới đây.

Phương án **300** được bộc lộ trên **Fig.3** sử dụng cơ cấu làm mát chất rắn từ cơ cấu làm mát ICFB giai đoạn 4 **S4ICFB** qua ống dẫn **312** để bắt đầu tiếp xúc dòng khí tổng hợp nóng **310**. khi chất rắn từ cơ cấu làm mát ICFB giai đoạn 4 **S4ICFB** là tương đối ở áp suất thấp hơn được so sánh với dòng vào khí tổng hợp, máy phun **340** với khí tổng hợp quay vòng lại áp suất cao **330** làm tăng áp suất và tạo thuận tiện cho việc phun cho việc phun chất rắn. Nếu khí tổng hợp chứa nhựa đường từ tầng sôi ví dụ, dòng khí tổng hợp và chất rắn nóng bắt đầu được tiếp xúc với dòng oxy loãng **319** để oxy hóa theo cách ưu tiên và một phần các thành phần nhựa đường trong khí tổng hợp. Cơ cấu làm mát tương đối phun ra hỗn hợp chất rắn với khí tổng hợp nóng khi cả hai dòng chảy xuống cơ cấu làm mát chảy xuống giai đoạn 1 **313** trước khi ra khỏi cơ cấu làm mát giai đoạn 2 tầng nặng **S1DBC** qua ống dẫn **320** nơi mà chất rắn trao đổi nhiệt với các bề mặt truyền nhiệt được gắn để sinh ra hơi nước. Cách bố trí, chức năng và sự vận hành của cơ cấu làm mát giai đoạn 2 tầng nặng **S1DBC** và cơ cấu làm mát ICFB giai đoạn 3 và giai đoạn 4 là tương tự như được mô tả cho các cơ cấu làm mát tương ứng của phương án **200** được bộc lộ trên **Fig.2**. Khí tổng hợp được làm mát theo cách kế tiếp trong từng giai đoạn trước khi đi ra qua dòng **350**. Mức độ chất rắn **321** trong từng giai đoạn trong số 3 giai đoạn cuối của phương án **300** được duy trì bằng cách loại bỏ dòng chất rắn kết tụ có kích cỡ lớn quá mức **324** từ cơ cấu làm mát giai đoạn 2 tầng nặng và việc bổ sung tạo ra chất rắn qua dòng **325**. Việc tạo ra chất rắn ở kích cỡ nằm trong khoảng từ 200 đến 400µm có được từ việc nghiền thành bột chất rắn kết tụ.

Phương án **400** được thể hiện trên **Fig.4** đề xuất linh hoạt hơn trong việc làm mát khí tổng hợp do nó bao gồm cơ cấu làm mát xuôi dòng tuần hoàn giai đoạn 1 độc lập. Dòng khí tổng hợp nóng ở cửa vào **410** với các chất thải rắn trộn với dòng chất rắn ở cơ cấu làm mát **415** được bơm vào ở các độ cao khác nhau và cả hai dòng chảy xuống và qua ống dẫn được tạo nghiêng **414** đi vào xyclon Presalter **417** như được bộc lộ trong Patent Mỹ số 7,771,585. Dòng oxy loãng **419** như trong các phương án trên các hình vẽ từ **Fig.1** đến **Fig.3** được bơm vào cùng với dòng **415** ở độ cao phía trên của ống dẫn **413** để oxy hóa theo cách ưu tiên và một phần thành phần nhựa đường mà có thể có mặt trong khí tổng hợp.

Do dòng khí tổng hợp và chất rắn ở cơ cấu làm mát tương hòa đối trộn và chảy xuống ống dẫn **413**, các giọt nhỏ tro nóng chảy trong khí tổng hợp ngưng tụ và kết tụ với các hạt chất rắn ở cơ cấu làm mát được bơm vào. Dòng chất rắn từ xyclon được làm mát trong cơ cấu làm mát giai đoạn 1 bằng cách trao đổi nhiệt với các bề mặt truyền nhiệt và sinh ra hơi nước. Quay vòng lại khí tổng hợp ở cao hơn việc ép được bơm vào trong cơ cấu làm mát qua dòng **430** nâng chất rắn từ cơ cấu làm mát qua ống dẫn **411** để bơm lại. Chất rắn quá kích cỡ kết tụ được loại bỏ từ cơ cấu làm mát giai đoạn 1 qua dòng **424** và việc tạo ra chất rắn có kích cỡ hạt nằm trong khoảng từ 200 đến 400 μ m, có được từ việc nghiền thành bột chất rắn kết tụ, được bổ sung ngược lại đến cơ cấu làm mát qua dòng **425**.

Dòng khí tổng hợp **420** ra khỏi xyclon đi vào cơ cấu làm mát giai đoạn 2 tầng nặng và cơ cấu làm mát ICFB giai đoạn 3 và giai đoạn 4 để làm mát hơn nữa trước khi ra khỏi cơ cấu làm mát tầng sôi nhiều giai đoạn ở phương án **400** qua dòng **450**. Cách bố trí, chức năng và sự vận hành của cơ cấu làm mát giai đoạn 2 tầng nặng và cơ cấu làm mát ICFB giai đoạn 3 và giai đoạn 4 là tương tự với các cơ cấu làm mát tương ứng được mô tả ở phương án **200** được bộc lộ trên **Fig.2**. Mức độ chất rắn **421** trong cơ cấu làm mát chảy xuống giai đoạn 1 và các giai đoạn khác của phương án **400** được duy trì như cần thiết qua việc bổ sung chất rắn vào từng giai đoạn với dòng **425** và loại bỏ chất rắn quá kích cỡ qua dòng **424**. Do sự vận hành của cơ cấu làm mát chảy xuống giai đoạn 1 là độc lập với giai đoạn khác, phương án theo **Fig.4** đề xuất linh hoạt hơn về vận hành và khả năng làm mát và có thể xử lý khí tổng hợp với nhiệt độ cửa vào cao lên đến khoảng 1600°C.

Như với các phương án khác, khí tổng hợp như nó chảy qua các phương án **300** và **400** được bộc lộ trên các hình vẽ **Fig.3** và **Fig.4** không tiếp xúc một cách trực tiếp các bề mặt truyền nhiệt, và do đó tránh được các khó khăn liên quan đến ăn mòn, sự xói mòn và chất thải rắn. Hơn nữa, làm mát nhiều giai đoạn với tầng tuần hoàn của chất rắn trong các phương án này tạo thuận tiện việc sinh ra nước nạp nóng từ nồi hơi và hơi nước ở các điều kiện khác nhau bao gồm hơi nước quá nhiệt cần thiết đối với quy trình IGCC để sinh ra năng lượng.

Do các bề mặt truyền nhiệt được bảo vệ khỏi nhiệt độ cửa vào cao cũng như các đặc tính ăn mòn, xói mòn và chất thải rắn của khí tổng hợp, các phương án khác nhau của cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn được bộc lộ ở đây có thể được vận hành ở vận tốc khí bề mặt cao nằm trong khoảng từ 4 đến 10m/giây là thuận tiện cho cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn đơn để xử lý tốc độ dòng khí tổng hợp lên đến 90m³/giây mà là lớn hơn so với máy khí hóa đơn bất kỳ có thể phân phối.

Nhiều đặc tính và các ưu điểm đã được đưa ra trong phần mô tả trên đây, cùng nhau với các chi tiết về cấu trúc và chức năng. Trong khi sáng chế được bộc lộ ở một số phương án, hiển nhiên đối với các chuyên gia trong lĩnh vực rằng nhiều biến đổi, bổ sung, và loại bỏ, đặc biệt là về dạng, kích cỡ, và cách bố trí của các phần, có thể được tạo trong đó mà không ra khỏi tinh thần và phạm vi của sáng chế và các dạng tương đương của nó như được đưa ra trong các điểm yêu cầu bảo hộ dưới đây. Do đó, các biến đổi khác hoặc các phương án khác như có thể được đề xuất thông qua nội dung được bộc lộ ở đây được bảo lưu riêng khi chúng nằm trong ý tưởng và phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo ở đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống làm mát khí tổng hợp tầng sôi tuần hoàn bao gồm

dòng khí tổng hợp ở đầu vào;
 môi trường truyền nhiệt tuần hoàn;
 ít nhất hai cơ cấu làm mát tầng sôi;
 cơ cấu loại nhiệt; và
 dòng khí tổng hợp ở đầu ra;

trong đó, ít nhất một phần của môi trường truyền nhiệt tuần hoàn truyền ít nhất một phần nhiệt từ dòng khí tổng hợp ở đầu vào lên đến 1600°C đến cơ cấu loại nhiệt sao cho nhiệt độ của dòng khí tổng hợp ở đầu ra ít nhất bằng 500°C và lên đến 1300°C thấp hơn so với nhiệt độ của dòng khí tổng hợp ở đầu vào;

trong đó, môi trường truyền nhiệt tuần hoàn bao gồm chất rắn có kích cỡ hạt trung bình nằm trong khoảng từ 50 đến $1000\mu\text{m}$;

trong đó, ít nhất một phần của môi trường truyền bao gồm các hạt có kích cỡ trung bình bằng $1000\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn được loại ra khỏi hệ thống; và

trong đó, dòng bao gồm oxy, cacbon dioxit và hơi nước được bơm vào trong dòng khí tổng hợp ở đầu vào để oxy hóa theo cách ưu tiên và một phần các thành phần nhựa đường trong khí tổng hợp.

2. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn để làm mát khí tổng hợp ở nhiệt độ cao từ máy khí hóa than, cơ cấu làm mát này bao gồm:

tầng sôi nặng với các cuộn dây làm mát được gắn vào nối lưu với dòng khí tổng hợp nóng ở đầu vào;

ống dẫn đứng mà từ đó một phần của tầng tuần hoàn của chất rắn đi vào cơ cấu làm mát tầng sôi ở các độ cao khác nhau và chất rắn được làm mát chảy ngược lại nhờ trọng lực đến ống dẫn đứng ở độ cao thấp hơn và quạt khí từ cơ cấu làm mát chảy vào ống dẫn đứng ở độ cao cao hơn;

xyclon để tách khí tổng hợp và chất rắn với khí tổng hợp ở cơ cấu làm mát ra khỏi cơ cấu làm mát khí tổng hợp;

ống rót để đưa chất rắn ở cơ cấu làm mát từ xyclon quay lại ống dẫn đứng; và

khí hóa lỏng đến phần dưới của ống rót và tầng sôi nặng để phân ly chất rắn và tạo thuận tiện cho việc loại tro kết tụ.

3. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 2, trong đó khí tổng hợp nóng đi vào cơ cấu làm mát được làm mát trong các bước kế tiếp khi nó đi qua phần ống dẫn đứng của cơ cấu làm mát.

4. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 3, trong đó khí tổng hợp bắt đầu được làm mát bằng cách tiếp xúc chất rắn trong tầng sôi nặng.

5. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 4, trong đó khí tổng hợp được làm mát được làm mát thêm nữa bằng cách tiếp xúc tầng tuần hoàn của chất rắn ở đáy của ống dẫn đứng.

6. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 5, trong đó khí tổng hợp được làm mát được làm mát thêm nữa bằng cách tiếp xúc chất rắn ở cơ cấu làm mát trong ống dẫn đứng mà quay trở về từ cơ cấu làm mát tầng sôi trong các giai đoạn kế tiếp.

7. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn để làm mát khí tổng hợp ở nhiệt độ cao từ máy khí hóa than, cơ cấu làm mát này bao gồm:

tầng sôi nặng với các cuộn dây làm mát được gắn vào nối lưu với dòng khí tổng hợp nóng ở đầu vào; và

nhiều giai đoạn của cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn bên trong theo dãy;

ống dẫn đứng mà ở đó khí tổng hợp trộn và truyền năng lượng nhiệt đến tầng tuần hoàn của chất rắn;

khu vực tách để tách khí tổng hợp ra khỏi tầng tuần hoàn của chất rắn;

khoảng trống hình khuyên cho chất rắn tuần hoàn chảy xuống và truyền nhiệt cho các bề mặt truyền nhiệt được gắn;

cơ cấu thông gió và làm kín để kiểm soát việc chảy của chất rắn tuần hoàn vào trong khu vực ống dẫn đứng; và

khu vực hình nón mà tạo thuận tiện cho việc tuần hoàn chất rắn ở bên trong và dùng làm phân đoạn giữa các giai đoạn của cơ cấu làm mát;

trong đó khu vực hình nón bao gồm các cuộn dây được làm mát bằng hơi nước với các phần mở cho một phần khí tổng hợp đi qua và tạo ra sự thông gió đối với chất rắn trong khoảng trống hình khuyên.

8. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn để làm mát khí tổng hợp ở nhiệt độ cao từ máy khí hóa than, cơ cấu làm mát này bao gồm:

tầng sôi nặng với các cuộn dây làm mát được gắn vào nối lưu với dòng khí tổng hợp nóng ở đầu vào;

nhiều giai đoạn của cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn bên trong theo dây;

ống dẫn đứng mà ở đó khí tổng hợp trộn và truyền năng lượng nhiệt đến tầng tuần hoàn của chất rắn;

khu vực tách để tách khí tổng hợp ra khỏi tầng tuần hoàn của chất rắn;

khoảng trống hình khuyên cho chất rắn tuần hoàn chảy xuống và truyền nhiệt cho các bề mặt truyền nhiệt được gắn;

cơ cấu thông gió và làm kín để kiểm soát việc chảy của chất rắn tuần hoàn vào trong khu vực ống dẫn đứng; và

khu vực hình nón mà tạo thuận tiện cho việc tuần hoàn chất rắn ở bên trong và dùng làm phân đoạn giữa các giai đoạn của cơ cấu làm mát;

trong đó khí tổng hợp đi vào cơ cấu làm mát được làm mát sơ bộ và được xử lý đối với các tác nhân làm nhiễm bẩn trong giai đoạn ngược dòng, tạo thành hệ thống làm mát lai với cả tuần hoàn ngoài và tuần hoàn trong các hạt chất rắn; và

trong đó giai đoạn ngược dòng bao gồm:

máy phun để phun chất rắn ở cơ cấu làm mát tương đối từ giai đoạn cuối của cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn vào trong cơ cấu làm mát chảy xuống nơi mà dòng khí tổng hợp nóng ở đầu vào bắt đầu trộn với chất rắn ở cơ cấu làm mát tương đối được bơm vào;

dòng khí tổng hợp quay vòng lại áp suất cao làm chất lưu chuyển động nhờ máy phun; và

dòng khí tổng hợp ở đầu ra ở cơ cấu làm mát tương đối từ cơ cấu làm mát chảy xuống mà đi vào cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn để làm mát hơn nữa.

9. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn để làm mát khí tổng hợp ở nhiệt độ cao từ máy khí hóa than, cơ cấu làm mát này bao gồm:

tầng sôi nặng với các cuộn dây làm mát được gắn vào nối lưu với dòng khí tổng hợp nóng ở đầu vào;

nhiều giai đoạn của cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn bên trong theo dãy;

ống dẫn đứng mà ở đó khí tổng hợp trộn và truyền năng lượng nhiệt đến tầng tuần hoàn của chất rắn;

khu vực tách để tách khí tổng hợp ra khỏi tầng tuần hoàn của chất rắn;

khoảng trống hình khuyên cho chất rắn tuần hoàn chảy xuống và truyền nhiệt cho các bề mặt truyền nhiệt được gắn; _____

cơ cấu thông gió và làm kín để kiểm soát việc chảy của chất rắn tuần hoàn vào trong khu vực ống dẫn đứng;

khu vực hình nón mà tạo thuận tiện cho việc tuần hoàn chất rắn ở bên trong và dùng làm phân đoạn giữa các giai đoạn của cơ cấu làm mát;

trong đó khí tổng hợp đi vào cơ cấu làm mát được làm mát sơ bộ và được xử lý đối với các tác nhân làm nhiễm bẩn trong giai đoạn ngược dòng, tạo thành hệ thống làm mát lai với cả tuần hoàn ngoài và tuần hoàn trong các hạt chất rắn; và

trong đó giai đoạn ngược dòng là hệ thống làm mát chảy xuống mà bao gồm:

ống dẫn chảy xuống trong đó khí tổng hợp nóng ở cửa vào khi nó chảy xuống trộn với chất rắn ở cơ cấu làm mát được bơm vào ở các độ cao khác nhau;

xyclon Presalter để tách khí tổng hợp ra khỏi chất rắn kết tụ;

cơ cấu làm mát với các bề mặt truyền nhiệt được gắn để làm mát chất rắn được tách khỏi xyclon với điều kiện để loại bỏ chất rắn kết tụ có kích cỡ vượt quá 1000 μ m và bổ sung chất rắn tạo ra;

ống dẫn nâng để nâng chất rắn được làm mát từ cơ cấu làm mát với khí tổng hợp quay vòng lại áp suất cao và phun vào trong ống dẫn chảy xuống ở các độ cao khác nhau; và

dòng khí tổng hợp đi ra ở cơ cấu làm mát tương đối từ xyclon mà đi vào cơ cấu làm mát nhiều giai đoạn để làm mát hơn nữa.

10. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn để làm mát khí tổng hợp ở nhiệt độ cao từ máy khí hóa than, cơ cấu làm mát này bao gồm:

tầng sôi nặng với các cuộn dây làm mát được gắn vào nối lưu với dòng khí tổng hợp nóng ở đầu vào;

nhiều giai đoạn của cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn bên trong theo dãy;

ống dẫn đứng mà ở đó khí tổng hợp trộn và truyền năng lượng nhiệt đến tầng tuần hoàn của chất rắn;

khu vực tách để tách khí tổng hợp ra khỏi tầng tuần hoàn của chất rắn;

khoảng trống hình khuyên cho chất rắn tuần hoàn chảy xuống và truyền nhiệt cho các bề mặt truyền nhiệt được gắn;

cơ cấu thông gió và làm kín để kiểm soát việc chảy của chất rắn tuần hoàn vào trong khu vực ống dẫn đứng; và

khu vực hình nón mà tạo thuận tiện cho việc tuần hoàn chất rắn ở bên trong và dùng làm phân đoạn giữa các giai đoạn của cơ cấu làm mát;

trong đó khí tổng hợp được làm mát theo cách kế tiếp trong các giai đoạn khác nhau đến nhiệt độ thích hợp để sinh ra hơi nước mong muốn và các điều kiện nước nạp nóng từ nồi hơi với các bề mặt truyền nhiệt được gắn trong tầng sôi và tuần hoàn theo cách bên trong.

11. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 10, trong đó khu vực hình nón bao gồm các cuộn dây được làm mát bằng hơi nước với các phần mở cho một phần khí tổng hợp đi qua và tạo ra sự thông gió đối với chất rắn trong khoảng trống hình khuyên.

12. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 10, trong đó khí tổng hợp đi vào cơ cấu làm mát được làm mát sơ bộ và được xử lý đối với các tác nhân làm nhiễm bẩn trong giai đoạn ngược dòng, tạo thành hệ thống làm mát lai với cả tuần hoàn ngoài và tuần hoàn trong các hạt chất rắn.

13. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 10, trong đó giai đoạn ngược dòng bao gồm:

máy phun để phun chất rắn ở cơ cấu làm mát tương đối từ giai đoạn cuối của cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn vào trong cơ cấu làm mát chảy xuống nơi mà dòng khí tổng hợp nóng ở đầu vào bắt đầu trộn với chất rắn ở cơ cấu làm mát tương đối được bơm vào;

dòng khí tổng hợp quay vòng lại áp suất cao làm chất lưu chuyển động nhờ máy phun; và

dòng khí tổng hợp ở đầu ra ở cơ cấu làm mát tương đối từ cơ cấu làm mát chảy xuống mà đi vào cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn để làm mát hơn nữa.

14. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 10, trong đó giai đoạn ngược dòng là hệ thống làm mát chảy xuống mà bao gồm:

ống dẫn chảy xuống trong đó dòng khí tổng hợp nóng ở đầu vào khi nó chảy xuống trộn với chất rắn ở cơ cấu làm mát được bơm vào ở các độ cao khác nhau;

xyclon Presalter để tách khí tổng hợp ra khỏi chất rắn kết tụ;

cơ cấu làm mát với các bề mặt truyền nhiệt được gắn để làm mát chất rắn được tách khỏi xyclon với điều kiện để loại bỏ chất rắn kết tụ có kích cỡ vượt quá 1000 μ m và bổ sung chất rắn tạo ra;

ống dẫn nâng để nâng chất rắn được làm mát từ cơ cấu làm mát với khí tổng hợp quay vòng lại áp suất cao và phun vào trong ống dẫn chảy xuống ở các độ cao khác nhau; và

dòng khí tổng hợp đi ra ở cơ cấu làm mát tương đối từ xyclon mà đi vào cơ cấu làm mát nhiều giai đoạn để làm mát hơn nữa.

15. Hệ thống làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn tầng sôi tuần hoàn bao gồm:

dòng vào bao gồm:

khí tổng hợp;

chất rắn từ dòng tạo ra chất rắn; và

thiết bị oxy hóa từ dòng làm giảm nhựa đường để ít nhất oxy hóa một phần nhựa đường trong dòng vào;

dòng vào có các giọt nhỏ vảy xỉ được cuốn theo và nhựa đường;

hệ thống làm mát giai đoạn thứ nhất nhận dòng vào, hệ thống làm mát giai đoạn thứ nhất bao gồm tầng sôi pha nặng chứa môi trường truyền nhiệt tuần hoàn, ở đó các giọt nhỏ vảy xỉ được cuốn theo từ dòng vào ngưng tụ và kết tụ để tạo thành các khối kết tụ của môi trường truyền nhiệt;

dòng ra các khối kết tụ để loại bỏ các khối kết tụ của môi trường truyền nhiệt từ hệ thống này mà bao gồm các hạt đi ra có kích cỡ hạt trung bình hoặc lớn hơn;

trong đó mức chất rắn của môi trường truyền nhiệt tuần hoàn trong hệ thống được duy trì bằng việc kiểm soát dòng tạo ra chất rắn và dòng ra các khối kết tụ;

ống dẫn đứng nối lưu với hệ thống làm mát giai đoạn thứ nhất mà qua đó dòng của ống dẫn đứng từ hệ thống làm mát giai đoạn thứ nhất đi lên;

ít nhất hai hệ thống làm mát tầng sôi để làm mát chất rắn trong dòng của ống dẫn đứng, mỗi hệ thống làm mát tầng sôi loại bỏ chất rắn nóng trong dòng của ống dẫn đứng đi lên, trong đó chất rắn nóng được loại ra khỏi ống dẫn đứng ở vị trí có áp suất bên trong ống dẫn đứng thấp hơn ở vị trí chất rắn được làm mát bằng cách đưa hệ thống làm mát tầng sôi được quay trở về ống dẫn đứng; và

dòng khí tổng hợp ở đầu ra được làm mát;

trong đó hệ thống này làm mát khí tổng hợp lên đến 1600°C của dòng vào sao cho nhiệt độ của dòng khí tổng hợp ở đầu ra ít nhất là 500°C thấp hơn nhiệt độ của khí tổng hợp của dòng vào khi vận hành ở tốc độ dòng khí tổng hợp là $90\text{ m}^3/\text{s}$.

16. Hệ thống làm mát khí tổng hợp theo điểm 15, trong đó sự chênh lệch nhiệt độ giữa khí tổng hợp của dòng vào và dòng khí tổng hợp ở đầu ra lên đến 1300°C.
17. Hệ thống làm mát khí tổng hợp theo điểm 15, trong đó hệ thống này vận hành ở áp suất lên đến 1000 psi (6894,75 Kpa).
18. Hệ thống làm mát khí tổng hợp theo điểm 15, trong đó chất rắn của môi trường truyền nhiệt tuần hoàn chứa các hạt có kích cỡ hạt trung bình nằm trong khoảng từ 50 đến 1000 μm .
19. Hệ thống làm mát khí tổng hợp theo điểm 15, trong đó tốc độ dòng mặt khí tổng hợp lên đến 10 m/s.
20. Hệ thống làm mát khí tổng hợp theo điểm 15, trong đó hệ thống làm mát giai đoạn thứ nhất bao gồm các ống truyền nhiệt.
21. Hệ thống làm mát khí tổng hợp theo điểm 15, trong đó hệ thống làm mát giai đoạn thứ nhất bao gồm các cuộn dây truyền nhiệt.
22. Hệ thống làm mát khí tổng hợp theo điểm 15, trong đó hệ thống làm mát giai đoạn thứ nhất sinh ra hơi nước và/hoặc hơi nước quá nhiệt.
23. Hệ thống làm mát khí tổng hợp theo điểm 15, trong đó các khối kết tụ có các hạt đi ra có kích cỡ hạt trung bình là 1000 μm hoặc lớn hơn.
24. Hệ thống làm mát khí tổng hợp theo điểm 15, trong đó ít nhất một phần của các khối kết tụ của môi trường truyền nhiệt có các hạt đi ra có kích cỡ hạt trung bình hoặc lớn hơn được loại ra khỏi hệ thống này được giảm về kích cỡ, và ít nhất một phần của các khối kết tụ được giảm về kích cỡ của môi trường truyền nhiệt được cho quay trở về hệ thống này.
25. Hệ thống làm mát khí tổng hợp theo điểm 24, trong đó các hạt đi ra có kích cỡ hạt trung bình là 1000 μm ; và
- trong đó các khối kết tụ được giảm về kích cỡ của môi trường truyền nhiệt có kích cỡ hạt trung bình nằm trong khoảng từ 200 đến 400 μm .
26. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn để làm mát khí tổng hợp ở nhiệt độ cao từ máy khí hóa than, cơ cấu làm mát này bao gồm:

tầng sôi nặng với các cuộn dây làm mát được gắn vào, tầng sôi nặng này có đầu vào để đưa dòng khí tổng hợp có nhiệt độ cao từ máy khí hóa than vào, tầng sôi nặng này có đầu ra để đưa dòng khí tổng hợp đã được làm mát ra; và

nhiều giai đoạn của các cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn nối lưu với một cơ cấu khác theo dãy, đầu vào của cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn giai đoạn ban đầu nối lưu với đầu ra của tầng sôi nặng, đầu vào của cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn giai đoạn sau nối lưu với đầu ra của cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn giai đoạn ban đầu, tiếp tục cho đến khi đầu vào của cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn giai đoạn cuối được nối lưu với đầu ra của cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn giai đoạn áp chót;

trong đó mỗi trong số nhiều giai đoạn của các cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn bao gồm các bề mặt truyền nhiệt được gắn trong đó và tầng tuần hoàn của chất rắn; và

trong đó dòng khí tổng hợp có nhiệt độ cao từ máy khí hóa than được làm mát theo cách kế tiếp từ tầng sôi nặng qua cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn giai đoạn cuối ở các giai đoạn khác nhau đến các nhiệt độ thích hợp để sinh ra hơi nước mong muốn và các điều kiện nước nạp nóng từ nồi hơi với các cuộn dây làm mát được gắn vào của tầng sôi nặng, và các bề mặt truyền nhiệt được gắn trong các cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn.

27. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 26, trong đó cơ cấu này còn bao gồm:

ống dẫn đứng mà từ đó một phần của tầng tuần hoàn của chất rắn đi vào các cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn, mỗi trong số các cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn ở các độ cao khác nhau, trong đó chất rắn được làm mát chảy ngược lại nhờ trọng lực đến ống dẫn đứng ở độ cao thấp hơn và quạt khí từ cơ cấu làm mát chảy vào ống dẫn đứng ở độ cao cao hơn;

xyclon để tách khí tổng hợp và chất rắn với khí tổng hợp ở cơ cấu làm mát ra khỏi cơ cấu làm mát khí tổng hợp;

ống rót để đưa chất rắn ở cơ cấu làm mát từ xyclon quay trở về ống dẫn đứng; và

khí hóa lỏng đến phần dưới của ống rót và tầng sôi nặng để phân ly chất rắn và tạo thuận tiện cho việc loại tro kết tụ.

28. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 27, trong đó khí tổng hợp nóng đi vào cơ cấu làm mát được làm mát trong các bước kế tiếp khi nó đi qua phần ống dẫn đứng của cơ cấu làm mát.

29. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 28, trong đó khí tổng hợp bắt đầu được làm mát bằng cách tiếp xúc chất rắn trong tầng sôi nặng.

30. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 29, trong đó khí tổng hợp được làm mát được làm mát thêm nữa bằng cách tiếp xúc tầng tuần hoàn của chất rắn ở đáy của ống dẫn đứng.

31. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 30, trong đó khí tổng hợp được làm mát được làm mát thêm nữa bằng cách tiếp xúc chất rắn ở cơ cấu làm mát trong ống dẫn đứng mà quay trở về từ các cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn trong các giai đoạn kế tiếp.

32. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn để làm mát khí tổng hợp ở nhiệt độ cao từ máy khí hóa than, cơ cấu làm mát này bao gồm:

tầng sôi nặng với các cuộn dây làm mát được gắn vào, tầng sôi nặng có đầu vào để đưa dòng khí tổng hợp có nhiệt độ cao từ máy khí hóa than, tầng sôi nặng có đầu ra để đưa dòng khí tổng hợp đã được làm mát ra; và

nhiều giai đoạn của các cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn bên trong nối lưu với một cơ cấu khác theo dãy, đầu vào của cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn bên trong giai đoạn ban đầu nối lưu với đầu ra của tầng sôi nặng, đầu vào của cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn bên trong giai đoạn sau nối lưu với đầu ra của cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn bên trong giai đoạn ban đầu, tiếp tục cho đến khi đầu vào của cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn bên trong giai đoạn cuối được nối lưu với đầu ra của cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn bên trong giai đoạn áp chót;

trong đó mỗi trong số nhiều giai đoạn của các cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn bên trong bao gồm các bề mặt truyền nhiệt được gắn trong đó, khu vực ống dẫn đứng ở đó khí tổng hợp trộn và truyền năng lượng nhiệt đến tầng tuần hoàn của chất

rắn, khu vực tách để tách khí tổng hợp từ tầng tuần hoàn của chất rắn, khoảng trống hình khuyên cho chất rắn tuần hoàn chảy xuống và truyền nhiệt cho các bề mặt truyền nhiệt được gắn, cơ cấu thông gió và làm kín để kiểm soát việc chảy của chất rắn tuần hoàn vào trong khu vực ống dẫn đứng, và khu vực hình nón mà tạo thuận tiện tuần hoàn chất rắn ở bên trong và dùng làm phân đoạn từ tầng sôi nặng hoặc từ giai đoạn trước của cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn bên trong; và

trong đó dòng khí tổng hợp có nhiệt độ cao từ máy khí hóa than được làm mát theo cách kế tiếp từ tầng sôi nặng qua cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn bên trong giai đoạn cuối ở các giai đoạn khác nhau đến các nhiệt độ thích hợp để sinh ra hơi nước mong muốn và các điều kiện nước nạp nóng từ nồi hơi với các cuộn dây làm mát được gắn vào của tầng sôi nặng, và các bề mặt truyền nhiệt được gắn trong các cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn bên trong.

33. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 32, trong đó khu vực hình nón bao gồm các phần mở mà qua đó khí tổng hợp được làm mát hơi nước đi qua, và các cuộn dây có các phần mở mà qua đó một phần của khí tổng hợp được làm mát hơi nước có thể thoát ra cuộn dây này và tạo ra sự thông gió đối với chất rắn trong khoảng trống hình khuyên.

34. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 32, trong đó khí tổng hợp đi vào cơ cấu làm mát được làm mát sơ bộ và được xử lý đối với các tác nhân làm nhiễm bẩn trong giai đoạn ngược dòng, trong đó sự kết hợp của giai đoạn ngược dòng và cơ cấu làm mát khí tổng hợp tạo ra hệ thống làm mát lai với cả sự tuần hoàn ngoài và tuần hoàn trong của các hạt rắn, trong đó giai đoạn ngược dòng bao gồm:

máy phun để phun tương đối chất rắn ở cơ cấu làm mát từ giai đoạn cuối của cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn vào trong cơ cấu làm mát chảy xuống nơi mà dòng khí tổng hợp nóng ở đầu vào bắt đầu trộn với chất rắn được bơm vào tương đối ở cơ cấu làm mát;

dòng khí tổng hợp quay vòng lại áp suất cao làm chất lưu chuyển động nhờ máy phun; và

dòng khí tổng hợp ở đầu ra ở cơ cấu làm mát tương đối từ cơ cấu làm mát chảy xuống mà đi vào cơ cấu làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn để làm mát hơn nữa.

35. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 32, trong đó khí tổng hợp đi vào cơ cấu làm mát được làm mát sơ bộ và được xử lý đối với các tác nhân làm nhiễm bẩn trong giai đoạn ngược dòng, trong đó sự kết hợp của giai đoạn ngược dòng và cơ cấu làm mát khí tổng hợp tạo ra hệ thống làm mát lai với cả tuần hoàn ngoài và tuần hoàn trong của các hạt rắn, trong đó giai đoạn ngược dòng là hệ thống làm mát chảy xuống mà bao gồm:

ống dẫn chảy xuống trong đó khí tổng hợp nóng ở đầu vào khi nó chảy xuống trộn với chất rắn ở cơ cấu làm mát được bơm vào ở các độ cao khác nhau;

xyclon Presalter để tách khí tổng hợp từ chất rắn kết tụ;

cơ cấu làm mát với các bề mặt truyền nhiệt được gắn để làm mát chất rắn được tách khỏi xyclon với điều kiện để loại bỏ chất rắn kết tụ có kích cỡ vượt quá 1000 μm và bổ sung chất rắn được tạo ra;

ống dẫn nâng để nâng chất rắn được làm mát từ cơ cấu làm mát với khí tổng hợp quay vòng lại áp suất cao và phun vào trong ống dẫn chảy xuống ở các độ cao khác nhau; và

dòng khí tổng hợp ở đầu ra ở cơ cấu làm mát tương đối từ xyclon mà đi vào cơ cấu làm mát nhiều giai đoạn để làm mát hơn nữa.

36. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 32, trong đó:

các tầng tuần hoàn bao gồm môi trường truyền nhiệt tuần hoàn; và

các bề mặt truyền nhiệt bao gồm cơ cấu loại nhiệt;

trong đó ít nhất một phần của môi trường truyền nhiệt tuần hoàn truyền ít nhất một phần nhiệt từ dòng khí tổng hợp có nhiệt độ cao từ máy khí hóa than lên đến 1600°C đến cơ cấu loại nhiệt sao cho nhiệt độ của khí tổng hợp tại đầu ra của cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn bên trong giai đoạn cuối ít nhất là 500°C và lên đến 1300°C thấp hơn nhiệt độ của khí tổng hợp tại đầu vào của tầng sôi nặng;

trong đó môi trường truyền nhiệt tuần hoàn bao gồm các hạt rắn có kích cỡ hạt trung bình nằm trong khoảng từ xấp xỉ 50 đến 1000 μm ;

trong đó ít nhất một phần của môi trường truyền có hạt có kích cỡ hạt trung bình là 1000 μm hoặc lớn hơn được loại ra khỏi cơ cấu làm mát; và

trong đó dòng chứa oxy, cacbon dioxit và hơi nước được bơm vào trong dòng khí tổng hợp có nhiệt độ cao từ máy khí hóa than để oxy hóa theo cách ưu tiên và một phần các thành phần nhựa đường trong khí tổng hợp.

37. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 32, trong đó:

các tầng tuần hoàn bao gồm môi trường truyền nhiệt tuần hoàn; và

các bề mặt truyền nhiệt bao gồm cơ cấu loại nhiệt;

ít nhất một phần của môi trường truyền nhiệt tuần hoàn truyền ít nhất một phần nhiệt từ dòng khí tổng hợp có nhiệt độ cao từ máy khí hóa than lên đến 1600°C đến cơ cấu loại nhiệt sao cho nhiệt độ của khí tổng hợp tại đầu ra của cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn bên trong giai đoạn cuối ít nhất là 500°C thấp hơn nhiệt độ của khí tổng hợp tại đầu vào của tầng sôi nặng khi vận hành ở tốc độ dòng khí tổng hợp xấp xỉ 90 m^3/s .

38. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 37, trong đó sự chênh lệch nhiệt độ giữa dòng khí tổng hợp có nhiệt độ cao từ máy khí hóa than và khí tổng hợp tại đầu ra của cơ cấu làm mát tầng sôi tuần hoàn bên trong giai đoạn cuối lên đến 1300°C.

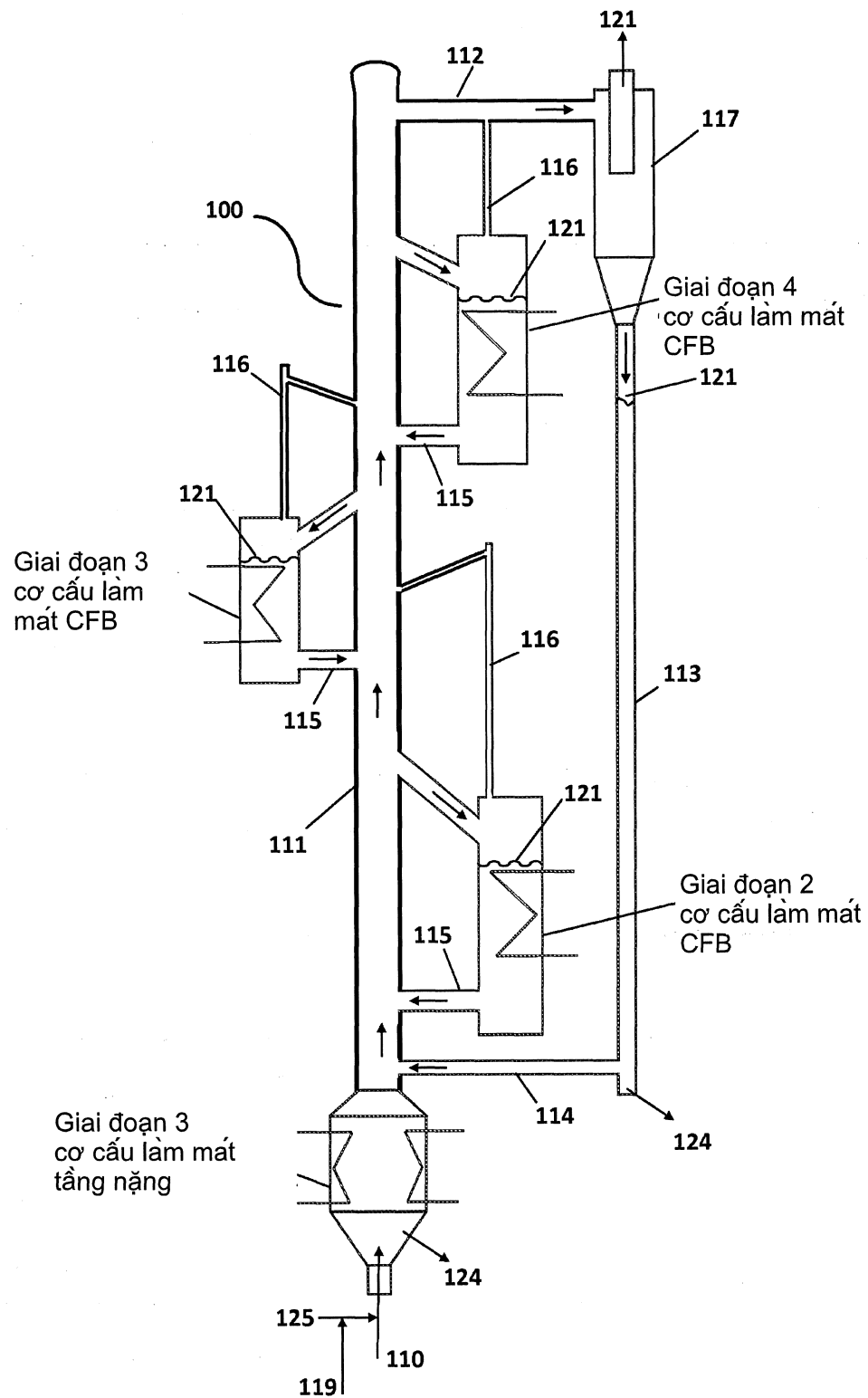
39. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 37, trong đó cơ cấu làm mát vận hành lên đến xấp xỉ 1000 psi (6894,75 kPa).

40. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 37, trong đó môi trường truyền nhiệt tuần hoàn bao gồm các hạt rắn có kích cỡ hạt trung bình nằm trong khoảng từ xấp xỉ 50 đến 1000 μm .

41. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 37, trong đó tốc độ dòng mặt của khí tổng hợp lên đến xấp xỉ 10 m/s .

42. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 37, trong đó cơ cấu loại nhiệt bao gồm các ống truyền nhiệt.

43. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 37, trong đó cơ cấu loại nhiệt bao gồm các cuộn dây truyền nhiệt.
44. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 37, trong đó cơ cấu loại nhiệt sinh ra hơi nước.
45. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 37, trong đó cơ cấu loại nhiệt sinh ra hơi nước quá nhiệt.
46. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 37, trong đó môi trường truyền nhiệt tuần hoàn bao gồm các hạt đi ra có kích cỡ hạt trung bình hoặc lớn hơn được loại ra khỏi hệ thống này.
47. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 46, trong đó các hạt đi ra có kích cỡ hạt trung bình 1000 μm .
48. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 46, trong đó ít nhất một phần của môi trường truyền nhiệt bao gồm các hạt đi ra có kích cỡ hạt trung bình hoặc lớn hơn được loại ra khỏi hệ thống này được giảm về kích cỡ, và ít nhất một phần của môi trường truyền nhiệt được giảm về kích cỡ được cho quay trở về hệ thống này.
49. Cơ cấu làm mát khí tổng hợp theo điểm 48, trong đó các hạt đi ra có kích cỡ hạt trung bình là 1000 μm ; và
- trong đó môi trường truyền nhiệt được giảm kích cỡ về kích cỡ có kích cỡ hạt trung bình xấp xỉ 200 đến 400 μm .



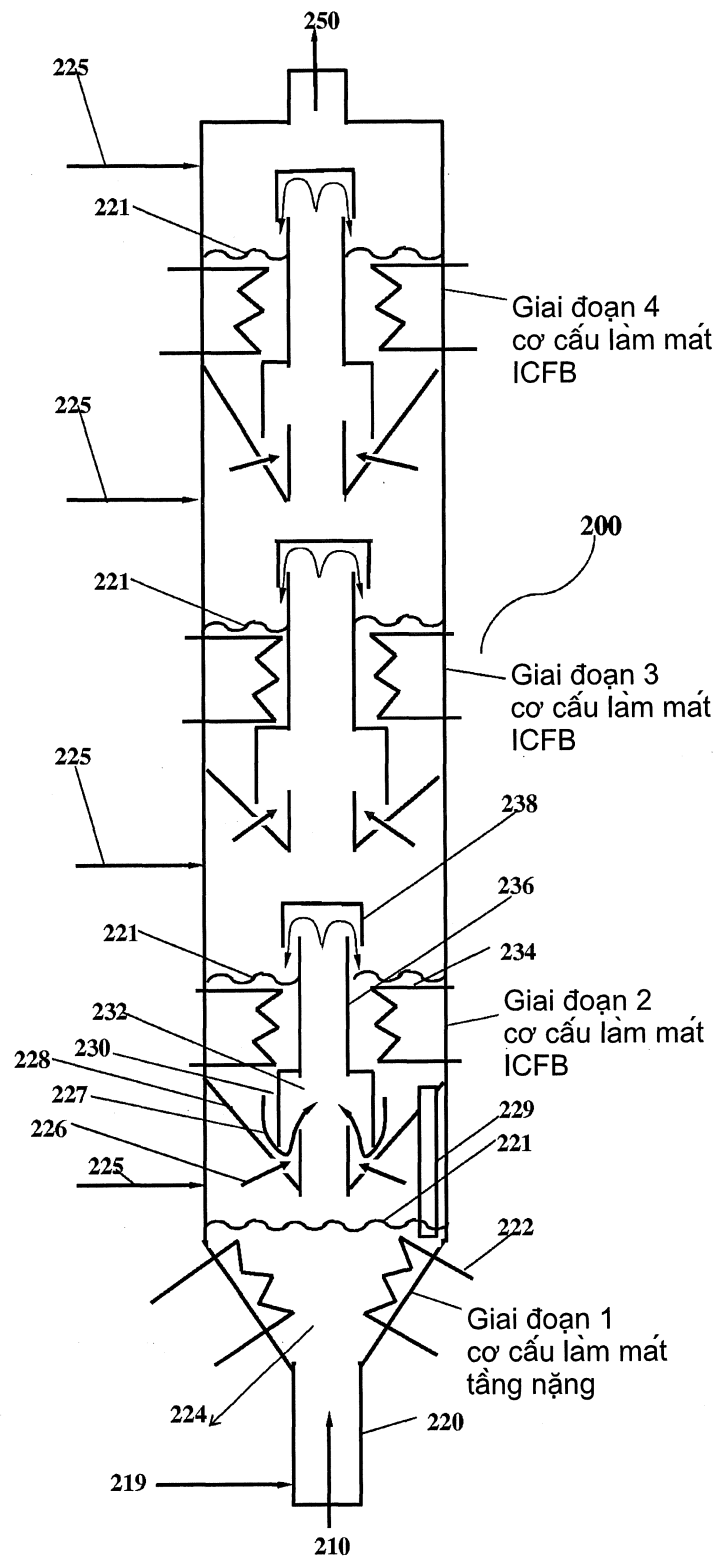


Fig. 2

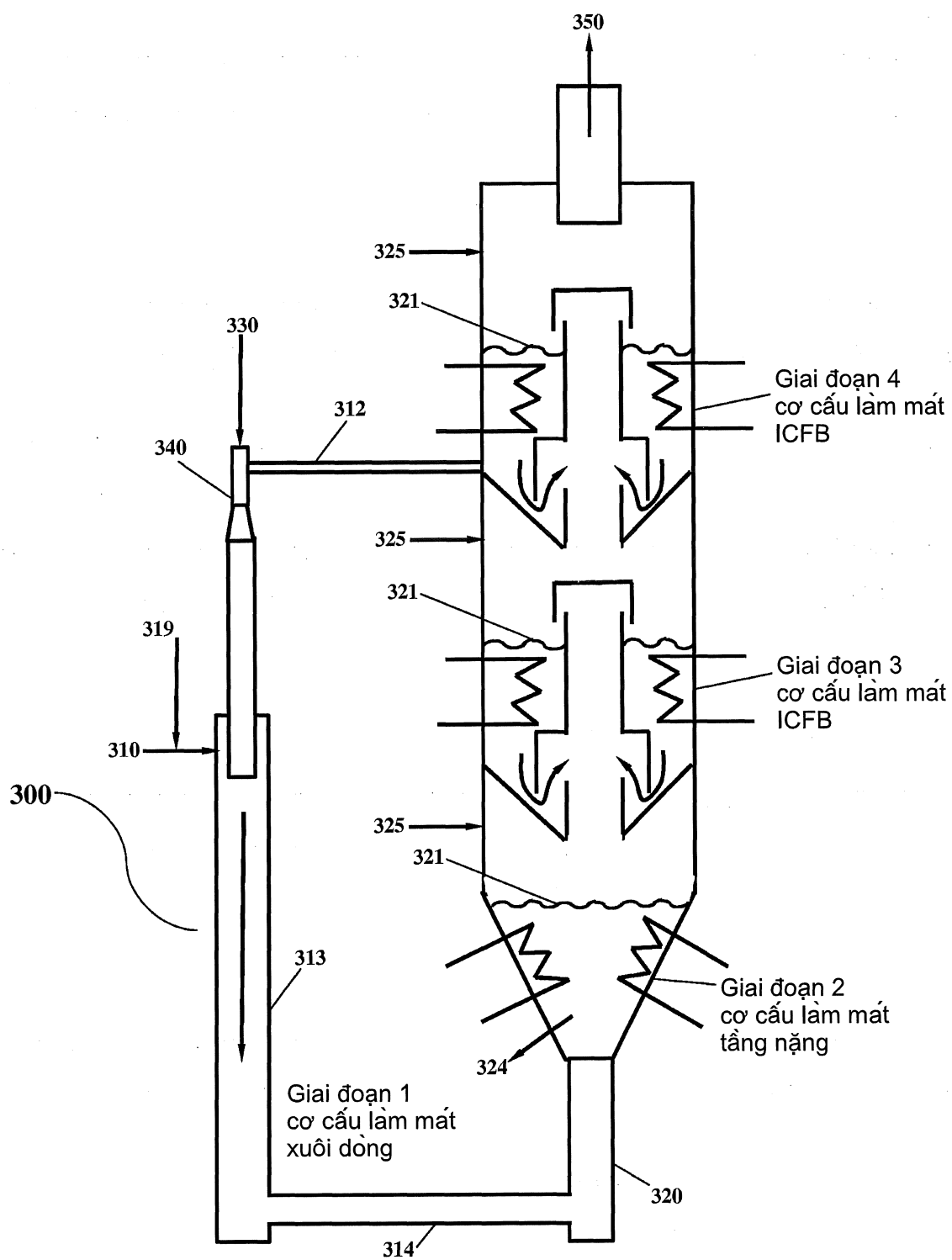


Fig. 3

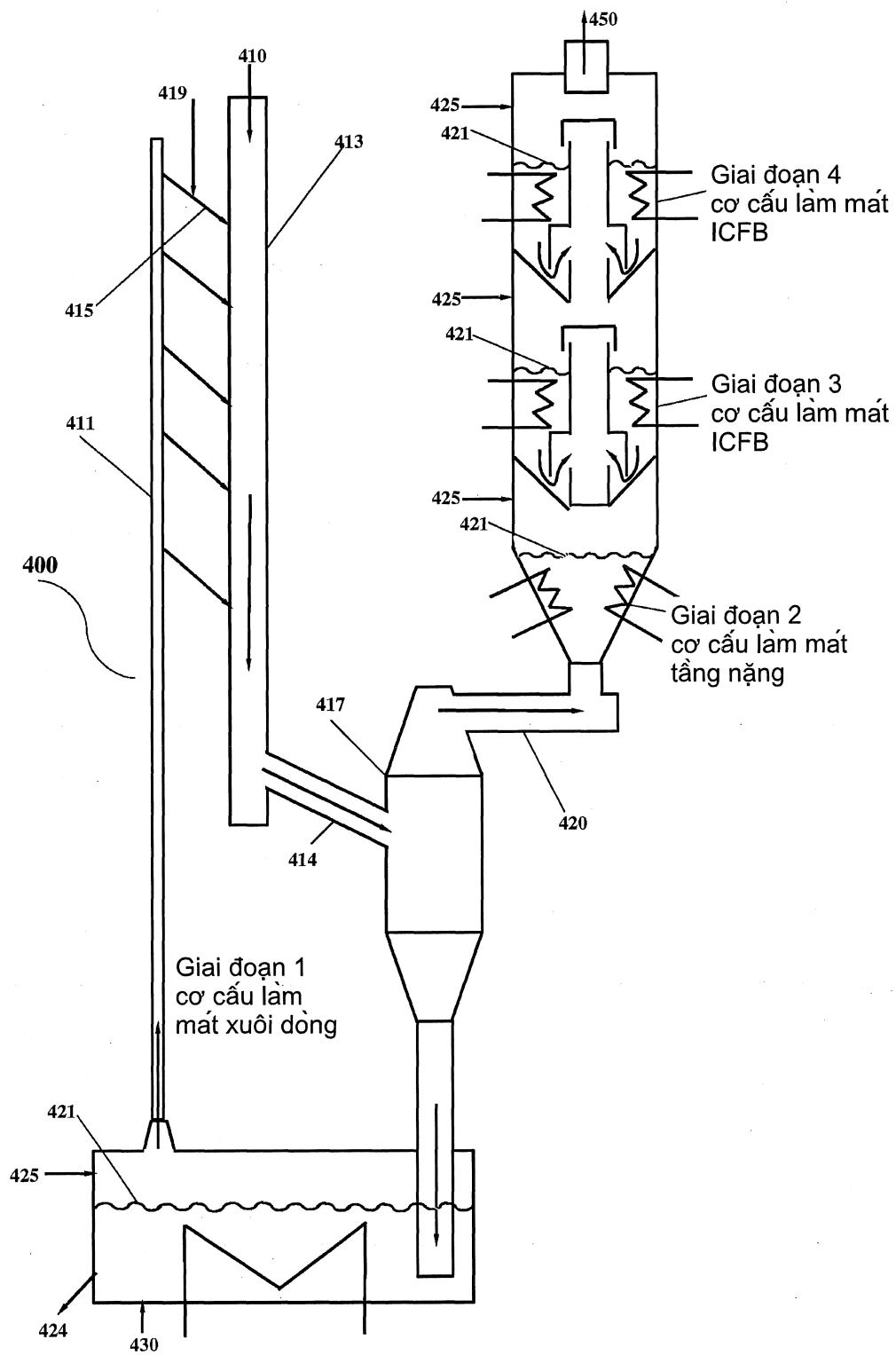


Fig. 4