(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) **1-0026079**

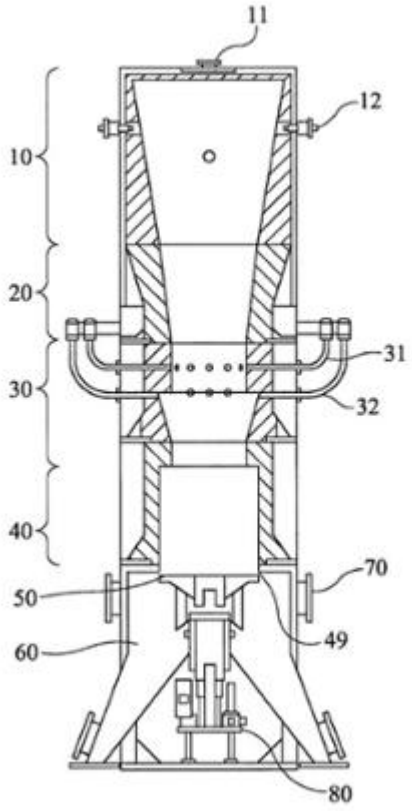
(51)[2020.01] **F23G 5/26**; C10J 3/42; F23G 5/027; F23G 5/24; C10J 3/26; F23G 5/00

(13) **B**

(21) 1-2015-03105
(22) 29/01/2013
(86) PCT/US2013/023606 29/01/2013
(87) WO 2014/116267 31/07/2014
(30) 13/752,021 28/01/2013 US; 13/751,983 28/01/2013 US
(45) 26/10/2020 391
(43) 25/01/2016 334A
(73) PHG ENERGY, LLC (US)
1245 Bridgestone Parkway, LaVergne, TN 37086, United States of America
(72) POTGIETER, Deon, John (US); HOPPER, Billy, Freeman (US); BROWN, Jeffrey, Scott (US); LOFTIN, Mark, Oliver (US).
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) THIẾT BỊ KHÍ HÓA VÀ PHƯƠNG PHÁP KHÍ HÓA NGUYÊN LIỆU

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị khí hóa dòng đi xuống và phương pháp khí hóa sử dụng nhiều ống được bố trí theo phương thẳng đứng để tạo ra vùng nhiệt phân, vùng oxy hóa phía dưới vùng nhiệt phân và vùng khử phía dưới vùng oxy hóa. Hình dạng của các ống này loại bỏ được nhu cầu về giới hạn (lòng lò) mà giới hạn số lượng vật liệu đưa vào tối đa. Ghi lò quay và có thể điều chỉnh được theo phương thẳng đứng nằm phía dưới, nhưng không được gắn vào, vùng khử của thiết bị khí hóa.


11
12
10
20
31
30
32
40
70
50
49
60
80

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến kỹ thuật và thiết bị nhiệt hóa, cụ thể là đến các quy trình và thiết bị để khí hóa sinh khối rắn, rác thải gia đình và công nghiệp, nhiên liệu hóa thạch cũng như các nguyên liệu chứa cacbon khác bằng cách sử dụng khí hóa dòng đi xuống.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Khí hóa là quy trình phân hủy liên tục do nhiệt trong đó các nguyên liệu (nguyên liệu thô) hữu cơ rắn hoặc các vật liệu chứa cacbon được làm vỡ thành khối hỗn hợp chứa khí dễ cháy. Các thành phần khí dễ cháy được tạo ra chủ yếu là cacbon monoxit (CO), hyđro (H2), và metan (CH4). Các chất khí không cháy khác như nitơ (N2), hơi nước (H2O), và cacbon đioxit (CO2) cũng có mặt với số lượng khác nhau. Quá trình khí hóa bao gồm công đoạn nhiệt phân được tiếp theo bằng quá trình oxy hóa một phần, quá trình này được kiểm soát bằng cách phun không khí hoặc các chất khí chứa oxy khác vào trong nguyên liệu đã nhiệt phân một phần. Cụ thể hơn, khí hóa sinh khối là một chuỗi phản ứng bao gồm làm bay hơi nước, phân hủy lignin, đốt cháy xenluloza và khử cacbon. Nguồn nhiệt bên ngoài bắt đầu phản ứng, tuy nhiên quá trình oxy hóa một phần tạo ra nhiệt để duy trì sự phân hủy bằng nhiệt của nguyên liệu. Nếu oxy đậm đặc được sử dụng, thì hỗn hợp khí thu được được gọi là khí đốt tổng hợp. Nếu không khí (chứa nitơ) được sử dụng làm chất oxy hóa, thì hỗn hợp khí thu được được gọi là khí lò. Để dễ hiểu, thuật ngữ "Khí lò" như được sử dụng ở đây sẽ bao gồm cả khí đốt tổng hợp lẫn khí lò. Cả hai hỗn hợp khí được coi là "khí nhiên liệu" và có thể được sử dụng như là một sự thay thế cho khí tự nhiên trong nhiều quy trình xử lý. Chúng còn được sử dụng làm tiền chất để tạo ra hóa chất khác nhau dùng trong công nghiệp và các nhiên liệu động cơ. Khi sinh khối được sử dụng làm nguyên liệu, thì khí hóa và sự cháy của khí lò được coi là nguồn năng lượng có thể tái sinh.

Là vấn đề chung, sự khí hóa tạo ra sự thay thế hiệu quả hơn, tiết kiệm hơn và thân thiện hơn với môi trường để tách năng lượng tiềm năng từ nguyên liệu rắn so với việc đốt. Nhờ vào kết quả của quá trình khí hóa, năng lượng tiềm năng của nguyên liệu có thể chuyển hóa thành khí lò, khí này có thể cháy sạch hơn, có thể nén được và dễ mang hơn.

Khí lò có thể được đốt trực tiếp trong một số động cơ và buồng đốt, được làm sạch để tạo ra metanol và hyđro, hoặc được chuyển hóa thông qua phương pháp Fischer-Tropsch và phương pháp và quy trình khác thành nhiên liệu lỏng tổng hợp.

Hiện có ba quy trình khí hóa phổ biến: khí hóa tầng sôi, khí hóa dòng đi lên và khí hóa dòng đi xuống. Sáng chế này đề cập đến thiết bị khí hóa dòng đi xuống cải tiến. Do đó, chỉ một phần mô tả ngắn gọn về khí hóa tầng sôi và khí hóa dòng đi lên được thể hiện và được tiếp theo bằng sự thảo luận đầy đủ hơn về khí hóa dòng đi xuống hiện tại.

Khí hóa dòng đi lên

Thiết bị khí hóa tầng cố định dòng ngược ("dòng khí đi lên") bao gồm tầng cố định của nguyên liệu trên mặt trên của ghi lò lớn mà qua đó hơi nước, oxy và/hoặc không khí đi lên. Các thiết bị khí hóa dòng đi lên nói chung cần đến nguyên liệu cứng và không dễ kết cục hoặc kết thành nhóm sao cho nó sẽ tạo ra tầng có thể thấm qua. Thiết bị khí hóa dòng đi lên bao gồm tầng nguyên liệu mà qua đó chất oxy hóa (hơi nước, oxy và/hoặc không khí) di chuyển từ đáy và thoát qua đỉnh như là khí. Các thiết bị khí hóa dòng đi lên hiệu quả về mặt nhiệt vì các chất khí từ dưới lên nhiệt phân và làm khô sinh khối đến, truyền nhiệt do đó khí lò thoát ra được làm nguội khi nó đi ra khỏi thiết bị khí hóa. Tuy nhiên, các lượng lớn hắc ín có mặt trong khí lò, do đó cần phải được làm sạch một cách rộng rãi trước khi sử dụng, trừ khi nó được đốt ở chỗ nó sinh ra. Hắc ín có thể được tái quay vòng về thiết bị khí hóa, nhưng việc loại bỏ hắc ín phức tạp và tốn kém. Thiết bị khí hóa dòng đi lên là thiết bị tiêu chuẩn áp dụng khí hóa than trong 150 năm và nó cũng phổ biến trong lò xử lý sinh khối.

Khí hóa kiểu tầng sôi

Trong thiết bị khí hóa kiểu tầng sôi, chất oxy hóa được thổi qua tầng của các phần tử rắn ở tốc độ đủ để giữ cho các phần tử rắn ở trạng thái lơ lửng. Nguyên liệu được đưa vào thiết bị khí hóa, nhanh chóng được trộn lẫn với tầng nguyên liệu và được đốt nóng hầu như ngay lập tức tới nhiệt độ tầng này hoặc từ bên ngoài hoặc bằng cách sử dụng môi trường truyền nhiệt. Hầu hết các thiết bị khí hóa kiểu tầng sôi này được lắp một xyclon trong để giảm thiểu than cháy (bị cuốn vào trong dòng khí lò) và loại bỏ chất làm lỏng từ khí lò. Ưu điểm chính của thiết bị này bao gồm tính linh hoạt của nguyên liệu và dễ kiểm

soát nhiệt độ phản ứng, điều này cho phép sự khí hóa của các nguyên liệu hạt mịn (mùn cưa, v.v.) mà không cần xử lý trước. Các thiết bị khí hóa kiểu tầng sôi còn mở rộng thành kích cỡ lớn rất tốt. Điều không may là, các vấn đề về việc cấp liệu, sự bất ổn định của tầng sôi, sự tích tụ của cacbon dư và thiêu kết tro trong các kênh dẫn khí xảy ra. Các bất lợi khác bao gồm hàm lượng hắc ín của khí lò cao (lên tới 500 mg/m3 khí), hiệu quả khá thấp và phản ứng kém đối với sự thay đổi tải trọng. Dó chi phí vận hành và bảo dưỡng cao, loại khí hóa này bị hạn chế về mặt kinh tế khi áp dụng ở quy mô lớn, thường nhiều hơn 100 tấn trên ngày.

Khí hóa dòng đi xuống

Trong phương pháp khí hóa dòng đi xuống, toàn bộ nguyên liệu, không khí và các chất khí di chuyển theo cùng hướng - từ đỉnh xuống đáy. Mặc dù khí hóa dòng đi lên thường được sử dụng để xử lý nguyên liệu sinh khối và khí hóa tầng sôi thường được xử dụng trong khí hóa của than, nhưng phương pháp khí hóa dòng đi xuống có nhiều ưu điểm. Một trong các ưu điểm của khí hóa dòng đi xuống có hàm lượng hắc ín thấp trong khí lò thu được vì các hắc ín sinh ra trong quá trình nhiệt phân phải đi qua vùng oxy hóa (được minh họa dưới đây) và tầng than cháy trong vùng khử (được minh họa dưới đây) trước khi thoát ra khỏi thiết bị khí hóa. Nhiệt độ cao của vùng oxy hóa và đỉnh của tầng than cháy làm vỡ các hắc ín (tức là nứt do nhiệt). Kết quả là khí lò mà có thể được làm nguội và được làm sạch dễ dàng hơn để sử dụng trong các động cơ tịnh tiến, các tua bin khí và các quy trình tạo lại xúc tác.

Các quy trình khí hóa dòng đi xuống hiện hành có một vài nhược điểm lớn cản trở sự chấp nhận nó một cách rộng rãi. Các nhược điểm này là: (1) nguyên liệu nói chung phải được xử lý trước theo kích thước chuẩn với các tính chất hóa học giống nhau (không cần phải trộn lẫn các loại nguyên liệu khác nhau hoặc các mẫu nguyên liệu có kích thước khác nhau) để cho phép khí hóa liên tục mà không chèn lấp (tức là làm kẹt) thiết bị hoặc làm giảm chất lượng của khí lò; (2) nguyên liệu phải nằm trong khoảng chuẩn hóa của các thành phần dễ bay hơi; (3) nguyên liệu phải có hàm lượng calo được chuẩn hóa (tức là btu/lb); (4) nói chung, thiết bị khí hóa phải được dừng thường xuyên để làm sạch và loại bỏ than cháy dư tích tụ ở đáy của thiết bị khí hóa; (5) khí lò sinh ra có chất lượng không đồng nhất, và thiết bị khí hóa có năng suất kém hơn và hiệu quả kém hơn do sự thay đổi

nhiệt gây ra do sự tắt máy thường xuyên và sự đa dạng của nguyên liệu; (6) các thiết bị khí hóa không cho phép cấu hình lại trong quá trình vận hành và phải tắt máy trong tất cả các lần phản ứng oxy hóa thay đổi vị trí chỉ định trong thiết bị khí hóa; (7) các thiết bị khí hóa không ổn định nhiệt qua khoảng thời gian dài và giảm hiệu quả (hoặc nóng chảy); và (8) các thiết bị khí hóa không cho phép vị trí phản ứng oxy hóa dịch chuyển đồng thời với vùng khử để bù các điều kiện khác nhau cần để khí hóa các loại nguyên liệu khác nhau và để tạo ra tỷ lệ khác nhau của các thành phần khí lò. Tuy nhiên, nhược điểm lớn nhất của các thiết bị khí hóa dòng đi xuống hiện hành là (9) chúng đòi hỏi một lượng nạp nhất định ở đáy lò do đó vùng oxy hóa, cũng là vùng nóng nhất của thiết bị khí hóa, được thiết kế với điểm giới hạn tương đối lớn (tức là giới hạn gần một nửa đường kính của các phần khác của thiết bị khí hóa).

Trong thiết bị khí hóa dòng đi xuống lý tưởng, có ba vùng: vùng nhiệt phân, vùng oxy hóa và vùng khử (mỗi vùng được minh họa dưới đây). Trong thiết bị khí hóa lý tưởng này, (1) thời gian lưu lại của nguyên liệu có thể được kiểm soát trong vùng oxy hóa (so với dòng nguyên liệu chảy qua phần còn lại của thiết bị khí hóa) cho phép một lượng lớn nhất nguyên liệu trải qua khí hóa trước khi đi qua ra khỏi vùng oxy hóa vào trong vùng khử và (2) vùng khử phải được thiết kế để khiến cho khí nóng sinh ra trong vùng oxy hóa trộn lẫn với than cháy trong vùng khử càng nhanh và càng toàn diện càng tốt để tăng cường khí hóa hoàn toàn. Điều không may là, khu vực hạn chế trong các thiết bị khí hóa hiện hành ngăn cản mạnh mẽ tổng thể tích nguyên liệu mà có thể dịch chuyển qua thiết bị khí hóa như vậy và làm gián đoạn toàn bộ dòng chảy và đầu ra của khí lò.

Các khu vực hạn chế được tìm thấy trong các thiết bị khí hóa đã biết thường được biết đến là cổ lò và đáy lò, các khu vực này là thiết kế chủ đích trong các thiết bị khí hóa dòng đi xuống hiện hành như được mô tả bởi các lý thuyết hiện hành, lý thuyết vận tốc bề mặt.

Vận tốc bề mặt (SV) được đo như sau:

SV = Tốc độ sản xuất khí/Diện tích mặt cắt ngang = (m3/giây)/(m2) = m/giây

trong đó s = thời gian và m = khoảng cách.

Lý thuyết vận tốc bề mặt, khi được sử dụng để thiết kế các thiết bị khí hóa dòng đi xuống, mô tả rằng vận tốc bề mặt cao hơn trong vùng oxy hóa nghĩa là khí lò sạch hơn và phụ phẩm than cháy ít hơn sẽ được tạo ra.

Giới hạn về mặt vật lý đòi hỏi bởi Lý thuyết vận tốc bề mặt trong chính vùng oxy hóa giới hạn cả đầu vào lẫn đầu ra của nguyên liệu trong các thiết bị khí hóa dòng đi xuống đã biết. Tốt hơn là khống chế vận tốc của nguyên liệu trong khu vực hạn chế độc lập với vận tốc của nó qua toàn bộ phần còn lại của thiết bị khí hóa để tăng cường khí hóa hoàn toàn và để giảm bớt việc tạo ra phụ phẩm của than cháy.

Điều cần thiết là thiết kế của thiết bị khí hóa dòng đi xuống cho phép tốc độ chảy của nguyên liệu cần được kiểm soát khi nó đi qua vùng oxy hóa có giới hạn tối thiểu để cải thiện tổng thể tích và dòng nguyên liệu đi qua thiết bị khí hóa.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Dưới đây là phần mô tả bản chất kỹ thuật của sáng chế. Phần này được đưa ra như là phần giới thiệu để hỗ trợ người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này hiểu rõ hơn phần thảo luận chi tiết, phần này được đưa ra và không được dự định theo bất kỳ cách nào để giới hạn phạm vi yêu cầu bảo hộ, được đính kèm theo đây, để thể hiện sáng chế.

Sáng chế đề xuất thiết bị khí hóa bao gồm nhiều ống được nối và được định vị theo phương thẳng đứng. Các ống này có vách trong và vách ngoài và đầu gần và đầu xa trong đó đầu gần tạo ra cửa vào và đầu xa tạo ra cửa ra. Thiết bị khí hóa có ba vùng phản ứng riêng biệt: (1) vùng nhiệt phân; (2) vùng oxy hóa phía dưới vùng nhiệt phân; và (3) vùng khử phía dưới vùng oxy hóa. Ghi lò quay và có thể điều chỉnh theo phương thẳng đứng được bố trí phía dưới, nhưng không được gắn vào, vùng khử. Không giống với các thiết bị khí hóa khác, đây là thiết bị khí hóa có lõi hở một phần mà không có đệm bít kín khí trên đầu xa của thiết bị khí hóa.

Tùy ý, vùng làm khô được bố trí phía trên vùng nhiệt phân sao cho nhiệt của thiết bị khí hóa có thể được sử dụng để sấy khô nguyên liệu trước khi nó đi vào thiết bị khí hóa. Khi vận hành, nguyên liệu được cấp vào trong vùng nhiệt phân (hoặc trực tiếp hoặc thông qua vùng sấy khô). Trọng lực khiến cho nguyên liệu di chuyển xuống dưới qua ba vùng

phản ứng, cùng với khí lò và tro cacbon và phụ phẩm còn lại được tạo ra sau khi nguyên liệu sinh khối được khí hóa ("Than sinh học") thoát qua ghi lò ở đáy của thiết bị khí hóa vào trong các máng thu gom. Than sinh học được tách khỏi khí lò nhờ trọng lực.

Khí lò còn thoát qua ghi lò và được thu gom bởi các lỗ thu gom trên các cạnh của các máng thu gom. Áp suất bên trong các máng thu gom là một hàm số của các ống dẫn nối với các lỗ thu gom khí và thiết bị được gắn vào các ống dẫn này phía sau thiết bị khí hóa (tức là các động cơ, các buồng thu gom, v.v..) Áp suất của thiết bị khí hóa không phụ thuộc vào áp suất của các máng thu gom.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ cắt trích mặt trước của thiết bị khí hóa.

Fig.2 là hình vẽ cắt trích mặt bên của thiết bị khí hóa.

Fig.3 là hình vẽ mặt trước của thiết bị khí hóa.

Fig.4 là hình chiếu cạnh của thiết bị khí hóa.

Fig.5 là hình vẽ cắt trích mặt trước của thiết bị khí hóa có kích thước được thể hiện theo insơ.

Fig.6 là hình vẽ cắt trích mặt bên của thiết bị khí hóa có kích thước được thể hiện theo insơ.

Fig.7 là hình vẽ cắt trích mặt bên của thiết bị khí hóa minh họa phần dày đặc nhất của građien cảm ứng và cuốn theo.

Fig.8 là hình vẽ tổng thể cắt trích của thiết bị khí hóa minh họa phần dày đặc nhất của građien cảm ứng và cuốn theo.

Fig.9 là hình vẽ cắt trích mặt bên của thiết bị khí hóa với dải chất oxy hóa.

Fig.10 là hình vẽ tổng thể cắt trích của thiết bị khí hóa với dải chất oxy hóa.

Fig.11 là hình tổng thể của khung ghi lò.

Fig.12 là hình vẽ từ trên xuống của khung ghi lò.

Fig.13 là hình tổng thể của ghi lò có rãnh xoắn ở trạng thái đã lắp ráp.

Fig.14 là hình vẽ mặt trước của ghi lò đã lắp ráp có các lỗ trong ghi lò.

Fig.15 là hình tổng thể của đoạn có thể tháo được của ghi lò.

Fig.16 là hình vẽ từ trên xuống của đoạn có thể tháo được của ghi lò.

Fig.17 là hình vẽ cắt trích mặt bên của thiết bị khí hóa có các mũi tên mô tả quy trình khí hóa.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các khái niệm

Danh mục các thuật ngữ xác định sau đây không được dự định để giới hạn hoặc bao hàm toàn bộ mà chỉ đưa ra công cụ tham khảo để hiểu rõ sáng chế. Các thuật ngữ khác được viết hoa trong các phần khác của tài liệu này trong đó chúng được sử dụng. Các thuật ngữ được viết hoa, sẽ bao gồm tất cả các dạng số ít và/hoặc số nhiều của các thuật ngữ được sử dụng ở đây.

"Dòng chất oxy hóa dạng tầng" hoặc "Không khí dạng tầng" nghĩa là dòng chất oxy hóa đi vào thiết bị khí hóa qua các cửa vào (tức là các cửa vào không khí không phẳng) được bố trí ở đỉnh của vùng nhiệt phân (hoặc tùy ý vùng sấy khô).

"Than sinh học" nghĩa là tro cacbon và phụ phẩm còn lại được tạo ra sau khi nguyên liệu sinh khối được khí hóa.

"Đường vòng" nghĩa là "khe hở" giữa đỉnh của ghi lò nằm ở phía dưới thiết bị khí hóa và lỗ ở đáy của vùng khử, mà còn được gọi là bước lỗ của ghi lò.

"Hệ thống kiểm soát" nghĩa là hệ thống điều hành, bao gồm nhiều cơ cấu điều khiển và phần mềm phối hợp cho người sử dụng/người vận hành để điều chỉnh các tham biến của thiết bị khí hóa như sự quay của ghi lò và chiều cao, đầu vào của nguyên liệu và các dòng chất oxy hóa.

"Vùng sấy khô", đối với thiết bị khí hóa, nghĩa là vùng trong đó nguyên liệu được sấy khô trước khi đi vào vùng nhiệt phân, vùng sấy khô này là phần chứa của các phần thu gọn hoặc mở rộng của thiết bị khí hóa phía trên vùng nhiệt phân, tuy nhiên, theo cách khác nó không phải là vùng và/hoặc thành phần/bộ phận tách rời khỏi thiết bị khí hóa. Trong

ngữ cảnh của quy trình khí hóa, "Vùng sấy khô" nghĩa là pha trong đó nguyên liệu được sấy khô.

"Đường dòng chảy của thiết bị khí hóa" nghĩa là đường dẫn, nói chung về phía trung tâm của thiết bị khí hóa, trong đó nguyên liệu di chuyển nhanh nhất, được khí hóa, và khi than và than sinh học thu được tiếp tục di chuyển vào trong vùng khử và ra khỏi thiết bị khí hóa qua ghi lò.

"Dòng chất oxy hóa" nghĩa là không khí hoặc các chất khí chứa oxy khác.

"Dải chất oxy hóa", đối với thiết bị khí hóa, nghĩa là vị trí nơi phản ứng khí hóa sơ cấp xảy ra. Dải chất oxy hóa là nơi các dòng chất oxy hóa hội tụ và, cùng với nhiệt từ thiết bị khí hóa và sự có mặt của nguyên liệu, thiết bị khí hóa nhanh chóng oxy hóa nguyên liệu trong một dải hẹp của khí nóng trắng mà kéo dài ngang qua đường kính của thiết bị khí hóa. Trong ngữ cảnh của quy trình khí hóa, "Dải chất oxy hóa" nghĩa là pha nóng nhất của phản ứng khí hóa.

"Vùng oxy hóa", đối với thiết bị khí hóa, nghĩa là vùng của thiết bị khí hóa dẫn lên tới và ra khỏi dải chất oxy hóa. Hình dạng tổng thể của vùng oxy hóa là hình dạng của ống rỗng, ống có cửa vào và cửa ra có kích thước gần giống nhau nhưng được mở rộng ở giữa. Trong ngữ cảnh của quy trình khí hóa, "Vùng oxy hóa" nghĩa là pha trong đó nguyên liệu thay đổi thành khí.

"Các cửa vào không khí kiểu phẳng" nghĩa là các cửa vào không khí bị nén được sử dụng để phun các dòng chất oxy hóa bị nén vào trong thiết bị khí hóa. Trong các thiết bị khí hóa hiện hành, các ống gió được sử dụng để cho phép không khí đi vào thiết bị khí hóa, tuy nhiên, thay vào đó các cửa vào không khí kiểu phẳng được tăng áp để phun các dòng chất oxy hóa vào trong thiết bị khí hóa.

"Dòng chất oxy hóa kiểu phẳng" hoặc "Không khí kiểu phẳng" nghĩa là dòng chất oxy hóa đi vào thiết bị khí hóa qua các cửa vào không khí kiểu phẳng.

"Khóa áp lực" nghĩa là cơ cấu khóa áp lực có van ở đỉnh của nó và một van khác ở đáy của nó, khóa áp lực được bố trí ở đỉnh của thiết bị khí hóa.

"Van áp suất" nghĩa là áp suất chênh giữa tâm của dải chất oxy hóa và vách vùng oxy hóa, đẩy nguyên liệu về phía vách của thiết bị khí hóa tạo ra gradien cảm ứng của

nguyên liệu phía trên dải chất oxy hóa ("Građien cảm ứng của nguyên liệu") và građien than sinh học cuốn theo phía dưới dải chất oxy hóa ("Građien than sinh học cuốn theo").

"Khí lò" nghĩa là khối hỗn hợp chứa khí dễ cháy sinh ra do sự khí hóa của nguyên liệu và bao gồm cả khí đốt tổng hợp và khí lò.

"Dòng chất oxy hóa sạch" hoặc "Không khí sạch" nghĩa là dòng chất oxy hóa được trộn với nguyên liệu trước khi nguyên liệu đi vào vùng nhiệt phân (hoặc vùng sấy khô tùy ý).

"Vùng nhiệt phân", đối với thiết bị khí hóa, nghĩa là vùng của thiết bị khí hóa trong đó nguyên liệu bắt đầu hóa lỏng và phân hủy trước khi đi vào trong vùng oxy hóa. Hình dạng tổng thể của vùng nhiệt phân có thể thuộc nhóm hình dạng từ ống rỗng tới hình nón rỗng ngược. Trong ngữ cảnh của quy trình khí hóa, vùng "Vùng nhiệt phân" nghĩa là pha trong đó nguyên liệu bắt đầu hóa lỏng và phân hủy.

"Vùng khử", đối với thiết bị khí hóa, nghĩa là vùng của thiết bị khí hóa trong đó khí lò trộn lẫn với than sinh học, làm nguội và tạo ra khí lò bổ sung. Hình dạng tổng thể của vùng khử là hình dạng của ống rỗng, rộng hơn cửa ra của vùng oxy hóa. Trong ngữ cảnh của quy trình khí hóa, vùng "Vùng khử" nghĩa là pha trong đó khí lò trộn lẫn với than sinh học.

Mô tả vắn tắt các vùng của thiết bị khí hóa

Sáng chế để cập đến phương pháp và thiết bị để khí hóa nguyên liệu sinh khối chứa cacbon. Thiết bị khí hóa bao gồm nhiều ống được nối và được định vị theo phương thẳng đứng. Các ống này có vách trong và vách ngoài và đầu gần và đầu xa trong đó đầu gần tạo ra cửa vào và đầu xa tạo ra cửa ra. Thiết bị khí hóa có ba vùng phản ứng liên tiếp riêng biệt: (1) vùng nhiệt phân; (2) vùng oxy hóa phía dưới vùng nhiệt phân; và (3) vùng khử phía dưới vùng oxy hóa. Ghi lò quay và có thể điều chỉnh theo phương thẳng đứng được bố trí phía dưới, nhưng không được gắn vào, vùng khử. Không giống với các thiết bị khí hóa khác, đây là thiết bị khí hóa có lõi hở một phần; không có vách đáy kín khí bít kín vùng khử hoặc đáy của chính thiết bị khí hóa.

Fig.1 và Fig.2 là hình vẽ cắt trích mặt trước của thiết bị khí hóa. Thiết bị khí hóa dòng đi xuống này là thiết bị khí hóa liên tiếp, dòng chảy cùng chiều, trợ giúp bằng trọng

lực, thay đổi pha nhiệt hóa học thiết bị khí hóa có ít nhất ba vùng: vùng nhiệt phân 20, vùng oxy hóa 30 và vùng khử 40. Thiết bị khí hóa oxy hóa một phần nguyên liệu, thiết bị này giải phóng một lượng năng lượng hoạt hóa nhiệt đủ để bắt đầu phản ứng nhiệt hóa học làm thay đổi pha rắn-thành-khí của nguyên liệu còn lại thành khí lò. Quá trình khí hóa là một chuỗi phản ứng bao gồm sự làm bay hơi nước, sự phân hủy lignin, sự đốt cháy xenluloza và khử cacbon và được kiểm soát bằng cách phun các dòng chất oxy hóa vào nguyên liệu đã nhiệt phân một phần. Trong khi, sáng chế sẽ được mô tả liên quan đến phương pháp và thiết bị để xử lý sinh khối, nhưng các nguyên tắc được mô tả có thể áp dụng cho nhiều loại nguyên liệu khác nhau và các phương án khác nhau sẽ trở nên rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Ở phía trong của toàn bộ thiết bị khí hóa được lót bằng silic carbua, silic oxit, nhôm oxit, hợp kim chịu lửa, các gốm khác hoặc một vật liệu khác có các tính chất tương tự mà ổn định ở các nhiệt độ. Các nguyên liệu không dễ bay hơi và chưa được khí hóa được tách ra khỏi khí lò nhờ trọng lực khi các nguyên liệu này rơi xuống đáy của thiết bị khí hóa. Thiết bị khí hóa hiệu suất cao này chuyển hóa năng lượng hóa học tiềm năng của nguyên liệu thành khí lò, với lượng trung bình than sinh học được tạo ra là khoảng từ 1%-10% trọng lượng nguyên liệu hữu cơ.

Fig.3 và Fig.4 là hình chiếu từ phía trước và hình chiếu cạnh của thiết bị khí hóa. Nguyên liệu di chuyển xuống dưới trong thiết bị khí hóa khi sự khí hóa diễn ra. Khi thiết bị khí hóa đạt tới trạng thái hoạt động ổn định (tức là trạng thái trong đó từng vùng của thiết bị khí hóa đạt tới nhiệt độ ổn định và bền vững), thì gradien nhiệt độ theo phương thẳng đứng hình thành bên trong thiết bị khí hóa và nguyên liệu phân tầng thành chuỗi các lớp hoặc các vùng nói chung tương ứng với vùng nhiệt phân 20, vùng oxy hóa 30 và vùng khử 40 dựa vào các bước trong quy trình khí hóa. Không có ranh giới cố định giữa các vùng này, nhưng thay vào đó các ranh giới này liền kề. Do đó, hình thành các gradien chuyển tiếp có các tính chất pha trộn của mỗi trong số các vùng liền kề (tức là sự nhiệt phân nguyên liệu có thể bắt đầu trong vùng sấy khô 10 và quá trình oxy hóa bắt đầu trong vùng nhiệt phân 20). Nguyên liệu được duy trì ở độ cao phía trên vùng nhiệt phân 20 và được kéo xuống qua vùng nhiệt phân 20 nhờ trọng lực do đó nguyên liệu đi xuống thay thế cho nguyên liệu đã được khí hóa. Các chất khí và nguyên liệu theo hướng đi xuống

bên trong thiết bị khí hóa. Các nguyên liệu rắn di chuyển qua thiết bị khí hóa nhờ trọng lực. Các chất khí di chuyển xuống dưới qua thiết bị khí hóa do sự chênh lệch áp suất.

Các chất rắn (ví dụ, nguyên liệu và than sinh học) được chứa bên trong thiết bị khí hóa bằng ghi lò quay có thể điều chỉnh được theo phương thẳng đứng 50 nằm ngay phía dưới vùng khử 40 của thiết bị khí hóa, như được thể hiện trên Fig.1, Fig.2, Fig.3 và Fig.4. Thời gian lưu lại của các chất rắn bên trong thiết bị khí hóa được kiểm soát bằng tốc độ quay của ghi lò 50, vị trí theo phương thẳng đứng của ghi lò 50, và tốc độ khí hóa (tức là thay đổi pha) bên trong thiết bị khí hóa. Than sinh học tích tụ trên mặt trên của ghi lò 50 và có tác dụng như là nút bịt kín giả đối với đáy của thiết bị khí hóa, sau đó than này cho phép thiết bị khí hóa gây áp lực, và duy trì sự điều áp đều khi than sinh học tiếp tục thoát ra khỏi thiết bị khí hóa. Than sinh học rơi từ đáy của thiết bị khí hóa qua ghi lò quay 50 hoặc ra khỏi đường vòng 49. Một khi than sinh học rơi khỏi ghi lò 50 hoặc đường vòng 49, nó sẽ rơi vào một hoặc nhiều máng thu gom 60 phía dưới ghi lò 50 và sau đó vào trong hộp chứa chất cặn 90, ở đó nó bị loại bỏ khỏi thiết bị khí hóa bằng khoan 91.

Theo một phương án, các vùng của thiết bị khí hóa bao gồm: vùng sấy khô 10, vùng nhiệt phân 20, vùng oxy hóa 30, vùng khử 40 có ghi lò 50 nằm ở phía dưới thiết bị khí hóa. Phía dưới thiết bị khí hóa là các lỗ thu gom khí 70, các máng gom than sinh học 60 và hộp chứa chất cặn than sinh học 90.

Fig.5 và Fig.6 là hình chiếu trích cắt phía trước và hình chiếu cạnh của thiết bị khí hóa theo tỷ lệ.

Vùng sấy khô (tùy ý)

Mô tả tổng thể, kích thước và chức năng

Trong vùng sấy khô 10, hơi ẩm bên trong nguyên liệu bay lên khi nó tiếp xúc với nhiệt độ bức xạ phát ra từ vùng oxy hóa 30. Hơi nước di chuyển xuống dưới qua vùng nhiệt phân 20 về phía vùng oxy hóa 30 cùng với dòng chất oxy hóa dạng tầng và dòng chất oxy hóa sạch được cấp vào trong thiết bị khí hóa. Nhiệt độ trong vùng sấy khô 10 có thể thay đổi mạnh mẽ tùy thuộc vào cách thiết bị khí hóa được vận hành. Ví dụ, đối với các vỏ bào có 25% hàm lượng ẩm, thì khoảng bình thường của nhiệt độ trong vùng sấy khô 10 là từ 100 đến 300° F (37,7 đến 148,8° C). Độ sâu của vùng sấy khô 10 theo một

phương án có thể nằm trong khoảng từ 0 đến sáu fút (0 đến 1,8 m). Độ sâu này có thể tăng lên cùng với hàm lượng ẩm của nguyên liệu, kích thước của thiết bị khí hóa và phương án của thiết bị khí hóa được sử dụng. Nhiệt độ bức xạ từ vùng oxy hóa 30 tác động đến các quá trình bay hơi. Tuy nhiên, đốt nóng trước dòng chất oxy hóa dạng tầng và dòng chất oxy hóa sạch có thể làm tăng nhanh quá trình sấy khô.

Sấy khô nguyên liệu bên trong thiết bị khí hóa là quá trình thu nhiệt, và do đó năng lượng (tức là nhiệt) cần để sấy khô và giải phóng nước khỏi nguyên liệu như là hơi nước, hơi nước này giúp cho các phản ứng xảy ra phía dưới. Nguyên liệu càng ướt thì vùng sấy khô 10 cần nhiều năng lượng hơn.

Thay đổi tính chất vật lý cơ bản trong vùng sấy khô 10 là:

$H_2O(l)$ + nhiệt -> $H_2O(g)$

Trong đó "H" là Hyđro, "O" là oxy, "1" là chất lỏng, và "g" là khí.

Mô tả cơ cấu cấp liệu và bộ phận chỉ báo mức nạp đầy

Vì thiết bị khí hóa bị tăng áp trong quá trình vận hành, nên khóa áp lực có thể được sử dụng để đưa nguyên liệu vào trong thiết bị khí hóa trong khi vẫn duy trì áp suất của thiết bị khí hóa. Van trên của khóa áp lực mở để nhận nguyên liệu vào trong khóa áp lực và sau đó đóng lại. Ở phía trong của khóa áp lực áp suất tăng để tương ứng với áp suất không khí của vùng nhiệt phân 20 (hoặc tùy ý vùng sấy khô 10), điều này có thể được kiểm soát bởi người sử dụng qua các hệ thống điều khiển, trước khi van dưới mở cho phép nguyên liệu rời khỏi khóa áp lực và đi vào thiết bị khí hóa ở áp suất không khí điều chỉnh.

Khóa áp lực có thể được chế tạo từ các nguyên liệu như ống thép cacbon không mối hàn theo bản liệt kê 40, các bích bằng thép loại 150 pao (67,95 kg) và các van tiêu chuẩn cổng trượt 150 pao, như các van mở nhanh. Cơ cấu khóa áp lực này có thể được tạo liền khối vào kết cấu của thiết bị và sử dụng một cặp các van mở nhanh công nghiệp tiêu chuẩn có ống dẫn giữa chúng. Theo một phương án ống dẫn này có thể là ống dẫn 18" (0,46m) theo bản liệt kê 40 nằm theo phương thẳng đứng. Chiều dài của ống dẫn có thể được điều chỉnh phụ thuộc vào phương pháp phân phối nguyên liệu và khối lượng mong muốn. Một ví dụ về khóa áp lực là khóa có độ dài 72" (1,83m), sẽ cung cấp 100-120 pao (45,3-54,4 kg) nguyên liệu trên một đống nguyên liệu vào trong vùng sấy khô 10 (nếu áp dụng) hoặc

vùng nhiệt phân 20. Theo một phương án, được gắn vào ống dẫn là các đầu nối có ren để nhận (1) công tắc mức, như công tắc mức quay, công tắc giới hạn, công tắc photon, hoặc công tắc laze, và (2) máy phát báo áp lực, và (3) đường dẫn cấp khí nén.

Người sử dụng cuối cùng có thể tự động hóa quá trình nạp nguyên liệu của thiết bị khí hóa nguyên liệu bằng bộ định giờ hoặc bằng cách sử dụng cảm biến vi sóng hoặc một bộ chỉ báo mức nạp đầy thích hợp khác, để phát hiện sự có mặt của nguyên liệu ở mức nạp đầy trong thiết bị khí hóa và cũng như trong khóa áp lực ("Bộ phận chỉ báo mức nạp đầy"). Vùng sấy khô 10 của thiết bị khí hóa có thể có một hoặc nhiều bộ phận chỉ báo mức nạp đầy 12 có thể vận hành trong các môi trường có nhiệt độ cao. Một khi bộ chỉ báo mức nạp đầy 12 phát hiện rằng mức nguyên liệu là thấp, thì cơ cấu nạp liệu tự động bắt đầu. Một kết cấu thiết bị khí hóa có nhiều bộ phận chỉ báo mức nạp đầy 12 cho phép có nhiều lựa chọn trong việc chọn chiều cao của tầng nguyên liệu khi sử dụng hệ thống nạp liệu tự động.

Theo một phương án, van trên của khóa áp lực mở và cơ cấu nạp bằng gàu đổ nguyên liệu vào trong khóa áp lực cho tới khi bộ chỉ báo mức nạp đầy trong khóa áp lực phát hiện rằng nó đã đầy nguyên liệu. Van trên của khóa áp lực đóng và khóa áp lực áp suất tăng để phù hợp với áp suất của vùng sấy khô 10 (nếu áp dụng) hoặc vùng nhiệt phân 20. Sau đó, van dưới của khóa áp lực mở và đặt nguyên liệu lên khoan bằng khí nén được nối với vùng sấy khô 10 (nếu áp dụng) hoặc vùng nhiệt phân 20. Sau đó, khoan này đặt nguyên liệu lên đỉnh của thiết bị khí hóa. Các hệ thống kiểm soát của thiết bị khí hóa xác định khi nào thì khởi động chu kỳ nạp nguyên liệu dựa vào các tín hiệu, như sự thay đổi nhiệt độ và áp suất, nhận được từ các cảm biến và bộ phận chỉ báo khác nhau trên thiết bị khí hóa.

Vùng nhiệt phân

Mô tả tổng thể, kích thước và vận hành

Vùng nhiệt phân 20 ở ngay phía dưới vùng sấy khô 10 (nếu trang bị vùng làm khô 10) bên trong thiết bị khí hóa. Chiều cao của vùng nhiệt phân 20 có thể tăng hoặc giảm dựa vào các tính chất của loại nguyên liệu chiếm ưu thế. Vùng nhiệt phân cao hơn 20 sẽ

chứa các nguyên liệu ướt hơn và hoặc phức tạp hơn cần thời gian sấy khô lâu hơn và thời gian nhiệt phân lâu hơn.

Trong vùng nhiệt phân 20, hơi nước, dầu, và các chất khí thành phần được chưng cất và di chuyển xuống dưới bởi tác động của trọng lực, chênh lệch áp suất và hơi nước sinh ra trong vùng sấy khô 10 và vùng nhiệt phân 20. Vùng nhiệt phân 20 thu nhiệt ở trên và dựa vào nhiệt được giải phóng từ bên dưới. Hướng về phía đáy của vùng nhiệt phân 20, nơi nhiệt độ tăng, nguyên liệu bắt đầu vỡ ra tự nhiên khi nó trở nên bất ổn định về mặt hóa học ở nhiệt độ cao. Do đó, sự phân hủy của nguyên liệu xảy ra ở vùng thấp hơn của vùng nhiệt phân 20 là tỏa nhiệt và giải phóng nhiệt. Theo một phương án, vùng nhiệt phân 20 có độ sâu từ bốn đến sáu fút (1,22 đến 1,83 m) .

Hóa học nhiệt phân là khá phức tạp. Các thay đổi hóa học và vật lý chính xảy ra trong vùng này có thể được thể hiện đơn giản như sau:

CxHyOz (s) + nhiệt -> chất bay hơi hữu cơ (fomanđêhyt, rượu, hắc ín, v.v..)

CxHyOz (s) -> CH4 + H2 + C(s) + chất bay hơi hữu cơ (hắc ín) + nhiệt

Vì một số oxy có mặt trong vùng nhiệt phân 20 từ các dòng chất oxy hóa được cấp vào trong thiết bị khí hóa, nên quá trình oxy hóa có thể xảy ra khi nguyên liệu chạm đến đáy của vùng nhiệt phân 20.

Vùng oxy hóa

Mô tả tổng thể, kích thước và vận hành

Vùng oxy hóa 30 là vùng trong thiết bị khí hóa dẫn lên tới và ra xa dải chất oxy hóa 350 hoặc công đoạn chung của phương pháp bao gồm bước tạo ra dải chất oxy hóa 350. Vùng oxy hóa 30 là nơi dải chất oxy hóa 350 hình thành và là bước nóng nhất trong quy trình khí hóa và là nơi mảnh xenluloza của nguyên liệu chuyển hóa từ thể cứng sang thể khí.

Građien thứ nhất (Građien cảm ứng của nguyên liệu)

Như được thể hiện trên Fig.7 và Fig.8, trong quá trình vận hành, dòng của dòng chất oxy hóa qua vùng nhiệt phân 20 khiến cho građien nguyên liệu hình thành (1) theo phương thẳng đứng, bắt đầu là hướng về phía đỉnh của vách ngoài của vùng nhiệt phân 20

và kết thúc hướng xuống ở vòng tròn dưới 32 của các cửa vào không khí kiểu phẳng trong vùng oxy hóa 30 và (2) theo phương ngang, bắt đầu ở tâm của thiết bị khí hóa và kết thúc hướng xuống ở vách của thiết bị khí hóa ("Građien cảm ứng của nguyên liệu").

Như được thể hiện trên Fig.7, Fig.8, Fig.9, và Fig.10, građien cảm ứng của nguyên liệu là građien tăng và mật độ khác nhau của nguyên liệu trở nên dày đặc hơn về phía chu vi của vách của thiết bị khí hóa và phía trên dải chất oxy hóa 350 ("Phần dày đặc nhất") được tạo ra bởi ít nhất bốn nhân tố hành động phối hợp: (1) van áp suất từ dải chất oxy hóa 350 ép nguyên liệu vào vách trong của thiết bị khí hóa; (2) hình dạng của vùng nhiệt phân 20 và vùng oxy hóa 30 (tức là các góc của các vách); (3) tổng thể tích của dòng chất oxy hóa chảy vào trong vùng nhiệt phân 20 và vùng oxy hóa 30; và (4) thể tích tương đối của dòng chất oxy hóa chảy vào trong mỗi trong số vùng nhiệt phân 20 và vùng oxy hóa 30. Phần dày đặc nhất của građien cảm ứng của nguyên liệu có số chỉ dẫn 200.

Nguyên liệu di chuyển qua thiết bị khí hóa với vận tốc khác nhau. Một ít nguyên liệu tiến đều xuống thiết bị khí hóa trong đường dòng chảy của thiết bị khí hóa 203, trong khi nguyên liệu khác có thể dừng hoặc chảy chậm tại các điểm khác nhau trong thiết bị khí hóa. Nguyên liệu di chuyển chậm hơn và/hoặc lơ lửng bên trong građien cảm ứng của nguyên liệu 200. Phần dày đặc nhất của građien cảm ứng của nguyên liệu 200 dầy đặc hơn và di chuyển nguyên liệu chậm hơn nguyên liệu trong đường dòng chảy của thiết bị khí hóa.

Phần dày đặc nhất của građien cảm ứng của nguyên liệu 200 kết thúc ở các cửa vào không khí kiểu phẳng dưới 32 trong vùng oxy hóa 30 mở rộng về phía đường kính lớn. Theo một phương án, phần mở rộng này được thiết kế theo bậc Kline-Fogelman để điều chỉnh và kiểm soát tốc độ dòng các chất khí và các chất rắn di chuyển xuống thiết bị khí hóa.

Thông thường, khi các chất khí đi qua bậc như bậc Kline-Fogelman, thì vòng xoáy được tạo ra. Vòng tròn dưới 32 của các cửa vào không khí kiểu phẳng trong vùng oxy hóa 30 phun không khí vào trong vị trí nơi vòng xoáy hình thành. Dòng không khí đến này va chạm với khí lò và nguyên liệu đi xuống đường dòng chảy của thiết bị khí hóa 203, làm đổi hướng các chất khí nóng ra xa vách của thiết bị khí hóa, chống lại sự hình thành vòng xoáy, và cung cấp năng lượng cho dải chất oxy hóa 350.

Khi các điều kiện trong thiết bị khí hóa thay đổi, thì građien cảm ứng của nguyên liệu cũng có thể thay đổi cho phép dải chất oxy hóa 350 và đường dòng chảy của thiết bị khí hóa 203 di chuyển bên trong thiết bị khí hóa. Điều này là không thể thực hiện được trong các thiết bị khí hóa trong đó đường dòng chảy của thiết bị khí hóa 203 được chế tạo tỳ vào vách ngoài cố định của thiết bị khí hóa.

Dải chất oxy hóa

Như được thể hiện trên Fig.9 và Fig.10, nguyên liệu trong đường dòng chảy của thiết bị khí hóa 203 di chuyển xuống qua thiết bị khí hóa vào trong dải chất oxy hóa 350. Dải chất oxy hóa 350 là điểm nơi lượng lớn nhiệt được giải phóng bởi sự đốt cháy của chất xenluloza trong nguyên liệu. Một khi được khởi đầu trong quá trình khởi động, dải chất oxy hóa 350 được duy trì liên tục nhờ bổ sung các dòng chất oxy hóa từ các cửa vào không khí kiểu phẳng 31, 32 và nguyên liệu đi xuống từ phía trên. Dải chất oxy hóa 350 oxy hóa một phần nguyên liệu thành than sinh học và các chất khí thành phần của khí lò. Hơi hắc ín sinh ra trong vùng nhiệt phân 20 tiếp tục được phân hủy trong sự có mặt của hơi nước phía trong dưới nhiệt độ cao của dải chất oxy hóa 350 vào trong khí lò bổ sung.

Như được thể hiện trên Fig.7, Fig.8, Fig.9 và Fig.10, hình dạng tổng thể của vùng oxy hóa 30 là hình dạng của ống rỗng, ống này có cửa vào 301 và cửa ra 303 có kích thước gần giống nhau nhưng được mở rộng ở giữa 302. Kết cấu này là ngược lại với các thiết bị khí hóa dòng đi xuống đã biết trong đó vùng oxy hóa thu nhỏ vào điểm giới hạn theo Lý thuyết vận tốc bề mặt.

Theo một phương án, cửa vào 301 và cửa ra 303 của vùng oxy hóa 30 là nửa đường kính của phần mở rộng 302 của vùng oxy hóa 30. Có ít nhất hai vòng tròn 31, 32 của các cửa vào không khí kiểu phẳng. Theo một phương án, vòng tròn cao 31 gần bằng 11 insơ (27,9 cm) ở phía trên vòng tròn dưới 32 và vòng tròn dưới 32 của các cửa vào không khí kiểu phẳng là ở phần rộng nhất của phần mở rộng 302 của vùng oxy hóa 30.

Nhiệt độ cực cao sinh ra bởi dải chất oxy hóa 350 sinh ra nhiệt tác động đến các phản ứng hóa học và vật lý trong vùng nhiệt phân 20 và vùng sấy khô 10 phía trên (nếu áp dụng). Một cách tự nhiên, dải chất oxy hóa 350 có xu hướng di chuyển lên trong thiết bị khí hóa về phía nguyên liệu chưa cháy hết và nguồn dòng chất oxy hóa phía trên. Phía

dưới dải chất oxy hóa 350 là khối hỗn hợp của than sinh học, khá ổn định ở nhiệt độ cao. Thiết bị khí hóa được thiết kế để cho phép dải chất oxy hóa 350 di chuyển lên và xuống bên trong thiết bị khí hóa. Theo một phương án, dải chất oxy hóa 350 được duy trì tại chỗ trong thiết bị khí hóa bằng cách sử dụng ghi lò 50 (nằm phía dưới vùng khử 40) để loại bỏ than sinh học phía dưới dải chất oxy hóa 350, chống lại xu hướng dải chất oxy hóa 350 di chuyển lên. Bất cứ khi nào ghi lò 50 dừng quay, thì dải chất oxy hóa 350 bắt đầu dâng lên.

Theo một phương án, vòng tròn cao 31 của các cửa vào không khí kiểu phẳng được bố trí phía trên vòng tròn dưới 32 của các cửa vào không khí kiểu phẳng, cho phép các dòng chất oxy hóa bổ sung được phun vào nguyên liệu ngay trước khi nó đi vào dải chất oxy hóa 350. Nhờ sử dụng tốc độ quay của ghi lò 50, mức độ và tỷ lệ của dòng chất oxy hóa dạng tầng, dòng chất oxy hóa sạch và các dòng chất oxy hóa kiểu phẳng, dải chất oxy hóa 350 có thể được giữ ở vị trí mong muốn bất kỳ bên trong thiết bị khí hóa. Theo một phương án, dải chất oxy hóa 350 được giữ ngay phía dưới vòng tròn dưới 32 của các cửa vào không khí kiểu phẳng.

Quá trình oxy hóa một phần của nguyên liệu cũng phức tạp nhưng có thể được thể hiện một cách giản lược trong biểu thức dưới đây:

Nguyên liệu-C được liên kết + ½ O_2 -> CO + nhiệt

Nguyên liệu-C được liên kết + O_2 -> CO_2 + nhiệt

Nguyên liệu -H được liên kết + O_2-> H_2O + nhiệt

Nguyên liệu -H được liên kết ->H_2

CO + 3H_2 -> CH_4 + H_2O + nhiệt

CO_2 + 4H_2 ->CH_4 + 2H_2O + nhiệt

Phần còn lại thể rắn của C + 2H_2 -> CH_4 + nhiệt

CO + H_2O -> CO_2 + H_2 + nhiệt

Các phản ứng trong vùng oxy hóa 30 tỏa nhiệt và giải phóng nhiệt mà vận hành toàn bộ thiết bị khí hóa.

Gradien thứ hai (Gradien than sinh học cuốn theo)

Ngoài ra, như được thể hiện trên Fig.7, Fig.8, Fig.9 và Fig.10, ngay phía dưới dải chất oxy hóa 350, sự bắt đầu của gradien thứ hai của than sinh học hình thành (1) theo phương thẳng đứng, bắt đầu ngay phía dưới vòng tròn dưới 32 của các cửa vào không khí kiểu phẳng trong vùng oxy hóa 30 và mở rộng hướng xuống dọc theo vách của vùng oxy hóa 30 vào trong vùng khử 40 (2) theo phương ngang, từ tâm của thiết bị khí hóa tới vách của thiết bị khí hóa ("Gradien than sinh học cuốn theo"). Khi than sinh học ra khỏi dải chất oxy hóa 350, thì đường kính của vùng oxy hóa 30 thu nhỏ gần bằng kích thước cửa vào 301 dẫn vào vùng oxy hóa 30. Van áp suất từ dải chất oxy hóa đẩy than sinh học ngược lại vách hẹp của vùng oxy hóa. Phần dày đặc nhất của gradien than sinh học cuốn theo có số chỉ dẫn 300. Van áp suất làm chậm sự di chuyển của phần dày đặc nhất của than sinh học trong gradien than sinh học cuốn theo 300 so với than sinh học trong đường dòng chảy của thiết bị khí hóa 203. Đường dòng chảy của thiết bị khí hóa 203 được giữ không đổi ngay cả khi nguyên liệu thay đổi pha, và bây giờ thay vì nguyên liệu thì khí lò và than sinh học di chuyển xuống dưới.

Phần dày đặc nhất của gradien than sinh học cuốn theo 300 chạy xuống dọc theo vách của vùng oxy hóa 30 vào trong vùng khử 40. Do vùng khử 40 rộng hơn vùng oxy hóa 30, nên sự đi vào vùng khử 40 tạo ra một bậc khác. Theo một phương án, phần được tạo góc của vách của vùng oxy hóa 30 và cửa vào vùng khử 40 tạo ra bậc Kline-Fogleman. Khi khí lò đi qua bậc này vào trong vùng khử rộng hơn 40 (tức là mở rộng đường kính trong vùng khử 40), thì vòng xoáy hình thành trong vùng khử 40. Xoáy này kích thích việc trộn giữa khí lò và than sinh học trong vùng khử 40.

Mô phỏng cổ lò và đáy lò

Khác với các thiết bị khí hóa dòng đi xuống đã biết, thiết bị khí hóa dòng đi xuống này không có vùng giới hạn trong vùng oxy hóa 30, mà thay vào đó vùng oxy hóa 30 tăng về kích thước. Hầu như tất cả các thiết bị khí hóa dòng đi xuống hiện hành đều áp dụng Lý thuyết vận tốc bề mặt và do đó, được xây dựng có vùng giới hạn trong vùng oxy hóa 30 để thu khí lò có chất lượng sử dụng được. Ngoài ra, hầu hết các thiết bị khí hóa dòng đi xuống hiện hành sử dụng chân không để kéo khí lò qua thiết bị khí hóa.

Hai gradien mà được tạo ra trong thiết bị khí hóa này, gradien cảm ứng của nguyên liệu phía trên dải chất oxy hóa 350 và gradien than sinh học cuốn theo phía dưới dải chất

oxy hóa 350 hoạt động cùng nhau để thực hiện giống như cổ lò và đáy lò bên trong thiết bị khí hóa. Ưu điểm của cách thức tiếp cận này là dải chất oxy hóa 350 có thể dịch chuyển lên hoặc xuống trong thiết bị khí hóa bị mà không làm hư hỏng hoặc phá hủy thiết bị khí hóa, và bên trong của thiết bị khí hóa có thể thích ứng với các loại và hỗn hợp nguyên liệu khác nhau. Các thiết bị khí hóa có cổ lò và đáy lò cố định phải được hiệu chuẩn theo khoảng nguyên liệu nhỏ, không điều chỉnh được một cách dễ dàng để thích ứng với các loại nguyên liệu khác nhau, và không thể điều chỉnh được một cách dễ dàng trong quá trình vận hành để thích ứng với các thay đổi.

Vùng khử

Mô tả tổng thể, kích thước và chức năng

Như được thể hiện trên Fig.1, 2, 7, và 8, vùng khử 40 của thiết bị khí hóa bằng hoặc lớn hơn đường kính cửa ra 303 của vùng oxy hóa 30. Hai chức năng chính của vùng khử 40 là khí hóa cacbon dư từ than sinh học và làm nguội khí lò. Cả hai chức năng này được thực hiện bởi cùng một cơ chế, cụ thể là các phản ứng thu nhiệt của các thành phần khí lò và cacbon rắn chứa bên trong than sinh học.

Như mô tả trên đây, khi khí lò và than sinh học đi vào vùng khử 40, xoáy rối hình thành qua bước giữa cửa ra 303 của vùng oxy hóa 30 và vùng khử rộng hơn 40. Xoáy trong vùng khử 40 khiến cho việc trộn khí lò với than sinh học trong vùng khử 40 tốt hơn trong các thiết kế thiết bị khí hóa khác. Điều này cho phép khí hóa hầu như hoàn toàn cacbon trong tầng này, và tối đa hóa tác dụng làm nguội. Theo một phương án, vùng khử 40 của thiết bị khí hóa duy trì tầng từ 2 đến 6 fút (5,08 đến 15,24 cm) than sinh học phía trên ghi lò 50.

Khí lò thoát ra khỏi các thiết bị khí hóa dòng đi xuống phổ biến ở nhiệt độ khoảng 1.500° F hoặc cao hơn. Khí lò thoát ra khỏi thiết bị khí hóa ở nhiệt độ thấp hơn than 1.500° F. Theo một phương án, khí lò thoát ra ở nhiệt độ thấp hơn 1.000° F. Ngoài ra, tầng dày của than sinh học cho phép khoảng từ 90 đến 99% cacbon nhiên liệu thoát ra khỏi thiết bị khí hóa như là khí lò, tùy thuộc vào nguyên liệu.

Các phản ứng khử xảy ra trong các thiết bị khí hóa dòng đi xuống đã được nghiên cứu kỹ và được hiểu là liên quan đến:

Cacbon + CO_2 + nhiệt -> 2CO

Cacbon + H_2O + nhiệt -> CO + H_2

Cacbon + 2H_2O +nhiệt -> CO_2 + 2H_2

CO_2 + H_2 +nhiệt -> CO + H_2O

Ghi lò của thiết bị khí hóa

Ghi lò 50 của thiết bị khí hóa có thể được chế tạo từ thép không gỉ hoặc một vật liệu thích hợp khác có độ bền cao, chịu được nhiệt và không bị phản ứng như silic carbua, silic oxit, nhôm oxit, hợp kim chịu lửa hoặc các gốm khác, ghi lò có mặt trên và mặt dưới. Theo một phương án và như được thể hiện trên Fig.3 và Fig.4, mặt dưới của ghi lò và trục có thể được lắp trên tấm nâng 80 mà chuyển động lên và xuống và được kiểm soát bằng các hệ thống kiểm soát thay đổi. Như được thể hiện trên Fig.3 và Fig.4, mặt trên của ghi lò 50 được bố trí phía dưới mép dưới của vùng khử 40. Theo một phương án, đường vòng là khe hở có kích thước từ 0,25 đến 2 insơ (0,63 đến 5,08 cm) giữa vùng khử 40 và mặt trên của ghi lò 50.

Rãnh xoắn

Fig.11 thể hiện ghi lò của thiết bị khí hóa 50 tạo thành bộ phận đỡ cho tất cả các chất rắn trong thiết bị khí hóa. Theo một phương án, ghi lò 50 có khung 505 và hai mặt, mặt trên và mặt dưới.

Fig.11 và Fig.12 thể hiện mặt trên của ghi lò 50 có rãnh xoắn 501. Rãnh xoắn 501 được định hướng trong thiết bị khí hóa sao cho nó hướng về vùng khử 40. Rãnh xoắn 501 có điểm khởi đầu ở phần giữa của ghi lò và đuôi kéo dài ra về phía mép của ghi lò 50. Do đó theo một phương án rãnh xoắn mở rộng qua toàn bộ mặt trên của ghi lò. Mục đích của rãnh xoắn 501 là ở chỗ nó làm di chuyển một cách tự nhiên than sinh học ra ngoài từ phần giữa của ghi lò 50 tới mép của ghi lò 50 khi ghi lò 50 quay ngược với chiều của rãnh xoắn 501. Than sinh học đi theo đuôi của rãnh xoắn 501 khi ghi lò 50 quay theo hướng ngược lại cho tới khi than sinh học bị đẩy từ vùng khử 40 qua đường vòng.

Theo một phương án của vùng khử 40, silic carbua, silic oxit, nhôm oxit, hợp kim chịu lửa, các gốm khác hoặc một số vật liệu thô, tỷ trọng cao, chịu được nhiệt khác lót cho

các vách của vùng khử 40. Vật liệu thô, tỷ trọng cao, chịu được nhiệt này có tác dụng như cái giữa để nghiền mọi than sinh học mà bị ép vào và bị kéo dọc theo vách ngoài của vùng khử 40 bằng ghi lò quay 50. Kết cấu này có rãnh xoắn 501 trong ghi lò ép than sinh học về phía và dọc theo vách thô của vùng khử 40 giúp nghiền các cục than cháy to thành các mảnh đủ nhỏ để thoát ra khỏi đường vòng. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rằng các loại rãnh xoắn khác nhau có thể được sử dụng (ví dụ, Archimedean, logarithmic, v.v..).

Theo một phương án, rãnh xoắn 501 trong ghi lò là rãnh Archimedean dạng chữ "v" 502, trong đó mép ngoài của một rãnh dạng xoắn khớp với mép trong của rãnh liền kề tạo ra mép nhô. Mục đích của rãnh hình chữ "v" là để tránh tạo ra các góc 90°, mà có thể tạo ra các điểm nóng hoặc các phần không ổn định nhiệt của ghi lò 50.

Nâng và hạ ghi lò/Đường vòng

Theo một phương án, ghi lò 50 có thể được nâng cao và hạ thấp để làm cho đường vòng cao hơn hoặc thấp hơn, cho phép loại bỏ các phần tử lớn tình cờ đi vào thiết bị khí hóa và/hoặc các nguyên liệu chưa được khí hóa mà không cần phải dừng thiết bị khí hóa (ví dụ, gạch, đá, v.v..). Theo một phương án có rãnh xoắn 501 trong ghi lò 50, các vật ngoại lai này sẽ được đẩy đến vách của vùng khử 40, và sau đó ghi lò 50 được hạ thấp để cho phép xả chúng qua đường vòng. Kết cấu này cho phép thiết bị khí hóa vận hành bình thường và vẫn loại bỏ được vật lớn, chứa khí hóa khỏi vùng khử 40. Cũng có thể sử dụng khả năng nâng và hạ ghi lò 50 nếu không cần đến việc báo trì bên trong thiết bị khí hóa. Noài ra, đường vòng 49 hoạt động để kiểm soát dòng khí lò di chuyển ra khỏi vùng khử 40, đường vòng 49 hoạt động tương tự như một chiếc van. Ví dụ, đường vòng ngắn làm tăng lực cản đối với dòng khí lò di chuyển qua ghi lò 50 và khiến cho áp suất tăng trong thiết bị khí hóa.

Các lỗ elip ở trong ghi lò

Fig.13 và Fig.14, thể hiện ghi lò đã lắp ráp. Fig.15 và Fig.16 thể hiện các đoạn "hình quạt" của ghi lò 502. Fig.13 và Fig.14 là hình phối cảnh và hình chiếu từ phía trước của ghi lò đã lắp ráp có các lỗ elip 503. Theo một phương án các lỗ elip 503, như các lỗ hình thận hoặc dạng hình ovan được phân bố đối xứng qua ghi lò 50 (ngoại trừ không có

lỗ ở trong phần giữa của ghi lò phía trên trục cơ để nâng và làm quay ghi lò). Mục đích của các lỗ 503 là để cho phép than sinh học cũng như khí lò đi qua ghi lò vào trong máng gom than sinh học 60 phía dưới.

Các đoạn hình quạt lắp vào ghi lò

Theo một phương án, các đoạn "hình quạt" 502, 504, nằm trên khung 505 của ghi lò 50. Khi mỗi đoạn 504 được lắp vào trong khung 505, thì ghi lò được tạo ra.

Phương án này cho phép thay thế đoạn 504 chứ không phải toàn bộ ghi lò 50 trong trường hợp phần của ghi lò 50 bị hư hỏng, và còn cho phép thiết bị khí hóa lắp khớp với các đoạn theo yêu cầu 504 được thiết kế cho các loại nguyên liệu cụ thể.

Ghi lò có nhiều chi tiết

Fig.15 là hình tổng thể của đoạn có thể tháo được của ghi lò. Theo một phương án, ghi lò 50 còn có rãnh xoắn 501 được cắt như đoạn chữ "v" 502 và các lỗ hình elip, hình thận hoặc hình ovan 503 được cắt qua rãnh xoắn 501. Fig.16 là hình vẽ từ trên xuống của đoạn có thể tháo được của ghi lò.

Kiểm soát thiết bị khí hóa bằng cách sử dụng ghi lò

Trục đỡ và quay ghi lò 50 có thể được chế tạo từ một hoặc nhiều chi tiết, tùy thuộc vào kích thước của ghi lò 50. Tốc độ quay của ghi lò 50 có thể được điều chỉnh bởi hệ thống điều khiển, nhưng thường nằm trong khoảng từ 0,0001 vòng/phút đến 1 vòng/phút, tùy thuộc vào các thành phần không dễ bay hơi của nguyên liệu và tốc độ sinh khí lò. Vì dải chất oxy hóa 350 nằm trên mặt trên của tầng than sinh học trong vùng khử 40, nếu tầng than sinh học trong vùng khử 40 trở nên quá dày, thì dải chất oxy hóa 350 sẽ dâng lên vào trong vùng nhiệt phân 20. Bằng cách sử dụng cặp nhiệt hoặc các cảm biến khác để giám sát vị trí của dải chất oxy hóa 350, hệ thống kiểm soát của thiết bị khí hóa được mô tả dưới đây có thể được lập trình để làm nhanh hoạt động quay của ghi lò 50 và loại bỏ than sinh học ở tốc độ cao hơn, hệ thống này giảm chiều cao của tầng than sinh học và hạ thấp dải chất oxy hóa 350 về các vị trí thích hợp. Ngược lại, hệ thống kiểm soát của thiết bị khí hóa có thể làm chậm hoạt động quay của ghi lò 50 nếu tầng than sinh học trở nên quá nông và, do đó, dải chất oxy hóa 350 tiến quá gần tới ghi lò.

Máng thu gom than cháy

Như được thể hiện trên Fig.1, Fig.2, Fig.5 và Fig.6, phía dưới thiết bị khí hóa là máng gom than sinh học 60, máng này có thể được chế tạo bằng thép, thép không gỉ hoặc một vật liệu không xốp, ổn định nhiệt, có độ bền cao khác. Khi than sinh học thoát ra khỏi đáy hoặc các mặt của ghi lò 50, nó rơi xuống máng gom than sinh học 60 phía dưới thiết bị khí hóa. Máng gom than sinh học 60 được bố trí tạo một góc với hướng của dòng than sinh học trong đường dòng chảy của thiết bị khí hóa 203. Theo một phương án, góc này nhỏ hơn than 90°, được đo từ hướng dòng than sinh học chảy trong đường dòng chảy của thiết bị khí hóa 203. Theo một phương án, góc này nằm trong khoảng từ 45° đến 80°, được đo từ hướng dòng than sinh học chảy trong đường dòng chảy của thiết bị khí hóa 203. Theo một phương án, ít nhất hai máng gom than sinh học 60 được bố trí đối xứng với trục tâm của thiết bị khí hóa.

Các vành/các lỗ thu gom khí lò

Như được thể hiện trên Fig.1, Fig.2, Fig.5 và Fig.6, hai hoặc nhiều lỗ thu gom khí lò 70 được bố trí bên trong máng gom than sinh học 60 đối xứng với nhau xung quanh trục của ghi lò 50. Miệng thông với các lỗ thu gom khí lò 70 hướng xuống dưới sao cho than sinh học không rơi trực tiếp vào trong các lỗ này khi than sinh học rơi từ ghi lò 50. Khi khí lò và than sinh học rơi vào trong máng gom than sinh học 60, thì than sinh học tách ra khỏi khí lò nhờ trọng lực, và khí lò thoát qua các lỗ thu gom khí lò 70.

Hộp chứa chất cặn than sinh học

Như được thể hiện trên Fig.6, các hộp chứa chất cặn than sinh học 90 ở đáy của các máng gom than sinh học 60. Than sinh học rơi xuống máng gom than sinh học 60 vào trong hộp chứa chất cặn than sinh học 90.

Hộp chứa chất cặn than sinh học có khoan kiểu ống 91 được gọi là "Khoan cặn." Khoan cặn 91 di chuyển than sinh học vào trong van hình cầu 92 được liên kết bằng bu lông vào đầu của ống cuộn chữ thập, được bắt vào khoan cặn 91. Theo một phương án, van hình cầu 92 là van cầu tiêu chuẩn 8" hoặc 10" được kích hoạt bằng không khí trong đó phần hình cầu được bít kín ở một đầu. Khi ở vị trí "lên", phần hình cầu tạo ra ngăn chứa. Khoan cặn 91 được kiểm soát bằng hệ thống kiểm soát của thiết bị khí hóa do đó trong khi van hình cầu 92 ở vị trí lên, thì khoan cặn 91 đặt than sinh học vào trong van hình cầu 92.

Khi hệ thống điều khiển dừng quá trình này, thì khoan cặn 91 dừng lại và van hình cầu 92 quay tới vị trí "xuống", đổ các thành phần chứa trong của nó vào trong thùng thu gom ngoài hoặc một hệ thống loại bỏ thứ hai khác. Vì phần hình cầu trên van hình cầu 92 được đóng ở một đầu, nên van hình cầu 92 được bít kín mọi lúc và ngăn không cho khí lò rò rỉ ra khỏi hộp chứa chất cặn than sinh học 90. Một lượng nhỏ khí lò không thoát ra được, nhưng có thể thoát ra một cách an toàn nhờ ống thông khí nhanh hoặc được hút ra bởi bơm chân không.

Yêu cầu về nguyên liệu

Thiết bị khí hóa có thể khí hóa nhiều loại nguyên liệu. Để xác định xem một nguyên liệu cụ thể hoặc hỗn hợp của các nguyên liệu sẽ khí hóa một cách hiệu quả, thì nguyên liệu phải xốp đủ để cho phép dòng chất oxy hóa chảy qua nó, có suất tỏa nhiệt thích hợp (btu/ft3), có mật độ khối thích hợp và thành phần hóa học thích hợp. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này phải nhận biết được nguyên liệu thích hợp. Theo một phương án của thiết bị khí hóa, nguyên liệu thích hợp có thể là: (1) hàm lượng oxy liên kết hóa học 25% hoặc lớn hơn (trên cơ sở phân tử), (2) hàm lượng tro là 10%> hoặc nhỏ hơn, (3) hàm lượng ẩm là 30% hoặc nhỏ hơn, và (4) mật độ khối lớn hơn 15 lbs/ft3. Có sự tương tác không đáng kể giữa các tham biến này.

Tất cả các dạng sinh khối mang cấu trúc hóa học cơ bản CxHyOz. Cấu trúc phân tử này rất không ổn định ở nhiệt độ cao và dễ gãy khi bị đốt nóng. Đây là yếu tố tác động cơ bản của tất cả các loại sinh khối các thiết bị khí hóa. Sự phá vỡ phân tử này tỏa nhiệt cao và tạo ra nhiệt cần để tiếp tục phá vỡ sinh khối. Do đó, trên thực tế tất cả các dạng sinh khối đều là nguyên liệu thích hợp cho thiết bị khí hóa, với điều kiện chúng đáp ứng các điều kiện về độ xốp và mật độ khối.

Khởi động và tắt máy

Khi khởi động, thiết bị khí hóa được cấp nguyên liệu lên tới phần giữa của vùng oxy hóa 30. Một lớp than nóng (theo một phương án một lớp cao vài insơ) được bổ sung vào đỉnh của nguyên liệu qua đỉnh của vùng nhiệt phân 20 hoặc vùng sấy khô 10 (nếu áp dụng). Sau đó, thiết bị khí hóa được cấp nguyên liệu theo bộ chỉ báo mức nạp đầy của thiết bị khí hóa và hệ thống kiểm soát của thiết bị khí hóa được bắt đầu.

Qua nhiều giờ tiếp theo, thiết bị khí hóa sẽ bắt đầu nóng lên, và građien nhiệt sẽ bắt đầu hình thành. Một số khí chất lượng thấp sẽ sinh ra gần như ngay lập tức và sự sinh khí lò sẽ tăng lên dần dần và trở nên tốt hơn khi thiết bị khí hóa nóng lên.

Nếu thiết bị khí hóa được vận hành trong một thời gian thỏa đáng, thì lớp lót bên trong thiết bị khí hóa sẽ trở nên thấm no nhiệt và thiết bị khí hóa có thể được khởi động lại mà không cần than nóng bổ sung thậm chí sau nhiều giờ không làm việc. Điều này được gọi là "khởi động nóng". Trong nhiều trường hợp, thiết bị khí hóa có thể dừng hoạt động nhiều hơn 2-3 ngày và vẫn giữ được đủ nhiệt bên trong cho sự khởi động nóng đơn giản bằng cách khởi động lại các dòng chất oxy hóa. Dòng khí lò di chuyển từ thiết bị khí hóa dừng lại khi các dòng chất oxy hóa dừng lại.

Hệ thống điều khiển thiết bị khí hóa

Việc tối ưu hoạt động của thiết bị khí hóa cần phải có sự điều chỉnh thời gian thực một cách chính xác để kiểm soát vị trí của dải chất oxy hóa 350. Ví dụ, nếu lắp một thiết bị trong dải chất oxy hóa 350 để điều chỉnh mức độ của các nguyên liệu thoát ra hoặc đi vào, thì nhiệt độ (xấp xỉ) 3.000° F trong dải chất oxy hóa 350 sẽ phá hủy thiết bị. Do đó, ghi lò 50 được sử dụng để kiểm soát sự dịch chuyển của than sinh học từ thiết bị khí hóa khi nó có thể được đặt ở gần vùng khử mát hơn nhiều 40. Sự thay đổi đối với chiều cao của tầng than sinh học gây ra do sự tăng tốc độ dịch chuyển của than sinh học từ vùng khử 40 gây ra một số thay đổi cần thiết để điều chỉnh vị trí thẳng đứng của dải chất oxy hóa 350. Mỗi trong số các tham biến dưới đây có thể được điều chỉnh để tạo sự thay đổi trong dải chất oxy hóa 350.

Nhiều phương pháp và hệ thống có thể được sử dụng làm bộ phận của toàn bộ hệ thống kiểm soát để tạo ra sự thay đổi và để kiểm soát dải chất oxy hóa 350. Hệ thống điều khiển này sử dụng các thuật toán khác nhau để giám sát và điều chỉnh thiết bị khí hóa. Hệ thống điều khiển này có thể bao gồm các hệ thống phụ có thể điều chỉnh theo thời gian thực và thay cho các phương pháp khác, là các phương pháp chỉ điều chỉnh được trong khi thiết bị khí hóa hoạt động độc lập. Các điều chỉnh trong khi thiết bị khí hóa hoạt động độc lập có thể bao gồm: (1) điều chỉnh kích thước vật lý và chiều cao của vùng sấy khô 10 (hoặc loại bỏ nó); (2) điều chỉnh kích thước của các lỗ 503 trong ghi lò 50 (theo một phương án, bằng cách thay thế các đoạn có thể thay được 504 của nó). Hệ thống điều

khiển có thể bao gồm các hệ thống phụ để thực hiện giống như các điều chỉnh theo thời gian thực trong quá trình vận hành thiết bị khí hóa liên quan đến: (a) loại của nguyên liệu đi vào thiết bị khí hóa; (b) tốc độ mà nguyên liệu đi vào thiết bị khí hóa; (c) mức nạp đầy nguyên liệu trong vùng sấy khô 10, nếu áp dụng; (d) nhiệt độ của vùng sấy khô 10, nếu áp dụng; (e) khối lượng, vận tốc và áp suất của dòng chất oxy hóa được phân phối qua các cửa vào ở đỉnh của vùng nhiệt phân 20 (hoặc vùng sấy khô 10, nếu áp dụng); (f) khối lượng, vận tốc và áp suất của dòng chất oxy hóa được phân phối qua vòng tròn 31, 32 của các cửa vào không khí kiểu phẳng; (g) tổng áp suất của thiết bị khí hóa; (h) áp suất chênh giữa các vùng khác nhau của thiết bị khí hóa; (i) vị trí của dải chất oxy hóa 350 trong thiết bị khí hóa; (j) điều chỉnh tốc độ quay của ghi lò 50; (k) vị trí theo phương thẳng đứng của ghi lò 50 (tức là điều chỉnh chiều cao của đường vòng); (1) độ dày của tầng than sinh học trong vùng khử 40; (m) kiểm tra và lấy mẫu các thành phần cấu thành của khí lò ra khỏi thiết bị khí hóa; (n) nhiệt độ của khí lò ra khỏi thiết bị khí hóa; và (o) áp suất lỗ thu gom khí lò và áp suất của khí lò rời khỏi thiết bị khí hóa (các ví dụ trên đây, là "Các tham biến").

Điều chỉnh tần số khả biến

Theo một phương án của thiết bị khí hóa, hệ thống điều khiển có thể tăng hoặc giảm dần tham biến hoặc bắt đầu hoặc dừng mọi thay đổi đối với tham biến một cách hoàn toàn. Ví dụ, hệ thống điều khiển có thể cần giảm nhẹ tốc độ quay của ghi lò 50 mỗi lần và sau đó dừng hoàn toàn ở một điểm khác. Do người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rằng, các động cơ điện và các bộ truyền động vận hành theo hai cách cơ bản, một số là bộ truyền động có tốc độ cố định còn các bộ truyền động khác là các bộ truyền động đổi tần (vận tốc) ("VFD-bộ truyền động đổi tần"). Do đó, theo một phương án của thiết bị khí hóa, VFD được gắn bộ phận định giờ bật/tắt và được sử dụng để kiểm soát tốc độ quay của ghi lò 50. Bằng cách khởi động và dừng VFD, hệ thống điều khiển có thể thực hiện quay chậm ghi lò 50 trong khi vẫn duy trì đủ mômen từ VFD để quay ghi lò 50.

Theo các ứng dụng khác, như hệ thống điều khiển dòng chất oxy hóa, trong đó không cần đến mômen xoắn cao, thì VFD có thể được sử dụng mà không có bộ phận định thời bật/tắt.

Điều khiển ghi lò

Hệ thống điều khiển điều chỉnh tốc độ quay của ghi lò 50 để điều chỉnh các tham biến, bao gồm áp suất chênh giữa vùng oxy hóa 30 và vùng khử 40. Một ví dụ về vùng khử là áp suất chênh của vùng khử có thể được duy trì đơn giản bằng cách kiểm soát trị số chỉ định vòng quay trên phút của ghi lò 50.

Kiểm soát dòng chảy của dòng chất oxy hóa

Tốc độ mà tại đó than sinh học ra khỏi thiết bị khí hóa cũng chi phối áp suất chênh theo phương thẳng đứng ngang qua thiết bị khí hóa (độ dày của tầng than sinh học xác định một phần áp suất của thiết bị khí hóa vì than sinh học tạo ra nút bịt kín giả ở đáy của thiết bị khí hóa). Áp suất chênh theo phương thẳng đứng ngang qua thiết bị khí hóa, từ đỉnh của vùng sấy khô 10 tới đáy của ghi lò 50 do đó được kiểm soát, một phần, đơn giản bằng cách tăng hoặc giảm tốc độ quay của ghi lò 50, mà đẩy ra than sinh học từ vùng khử 40. Theo cách khác, nếu than sinh học không được đẩy ra đủ nhanh từ thiết bị khí hóa thì nó tích tụ trong vùng khử 40 và thể tích đã giảm còn lại làm tăng áp suất của khí lò trong vùng khử 40 và vùng oxy hóa 30. Theo một phương án, áp suất chênh theo phương thẳng đứng của thiết bị khí hóa được kiểm soát bằng chiều cao của đường vòng; khi chiều cao của đường vòng tăng (tức là bằng cách hạ thấp ghi lò 50) thì dòng khí lò và than sinh học từ thiết bị khí hóa lớn hơn.

Tốc độ sinh khí lò tỷ lệ với nồng độ của oxy trong các dòng chất oxy hóa và tốc độ chảy của các dòng chất oxy hóa được đưa vào trong thiết bị khí hóa. Hệ thống điều khiển đo và điều chỉnh các dòng chất oxy hóa bằng cách sử dụng các phương pháp tiêu chuẩn đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Fig.17 là hình vẽ cắt trích mặt bên của thiết bị khí hóa có các mũi tên mô tả quy trình khí hóa. Ba loại dòng chất oxy hóa đi vào thiết bị khí hóa qua ba điểm cửa vào riêng rẽ, tương ứng: các dòng chất oxy hóa sạch, các dòng chất oxy hóa dạng tầng và các dòng chất oxy hóa kiểu phẳng. Dòng chất oxy hóa sạch là dòng chất oxy hóa được đưa vào nguyên liệu và đi vào thiết bị khí hóa cùng với nguyên liệu qua khóa áp lực. Dòng chất oxy hóa sạch còn ngăn không cho các chất khí hắc ín chảy ngược vào trong khóa áp lực. Dòng chất oxy hóa dạng tầng đi vào thiết bị khí hóa qua các cửa vào 11 nằm ở đỉnh của thiết bị khí hóa. Các dòng chất oxy hóa kiểu phẳng đi vào thiết bị khí hóa qua các cửa vào không khí kiểu phẳng 31, 32 nằm trong vòng tròn xung quanh chu vi của vùng oxy hóa

30. Hệ thống điều khiển giám sát và điều chỉnh từng dòng chất oxy hóa để kiểm soát tổng lượng oxy trong từng vùng của thiết bị khí hóa và tốc độ khí lò sinh ra. Hệ thống điều khiển có thể điều chỉnh khối lượng và vận tốc của dòng chất oxy hóa này để điều chỉnh đối với nguyên liệu có hàm lượng ẩm, mật độ khối khác nhau, hoặc thậm chí vì sự thay đổi về trị số BTU của nguyên liệu. Hệ thống điều khiển cho phép tạo ra các thay đổi trong khi thiết bị khí hóa vận hành, do đó không cần phải tắt máy hoặc cấu hình lại máy.

Càng nhiều oxy cấp vào thiết bị khí hóa thì nguyên liệu được khí hóa trong vùng oxy hóa càng nhanh. Phản ứng càng diễn ra nhanh, thì than sinh học được tạo ra càng nhiều và tích tụ trong vùng khử 40.

Việc áp dụng hệ thống điều khiển cho việc kiểm soát thay đổi của ghi lò 50 và dòng chất oxy hóa trong thiết bị khí hóa cũng bảo đảm cho sự nhất quán và cho chất lượng của khí lò.

Cặp nhiệt và lớp lót bằng gốm

Có nhiều phương pháp kiểm soát không cần thiết được sử dụng trong thiết bị khí hóa, và hầu hết hoạt động như là một phương tiện mà nhờ đó có thể đạt được sự kiểm soát chính xác hơn qua toàn bộ quá trình. Theo một phương án, một phương pháp kiểm soát hiệu quả để giám sát građien nhiệt, hoặc profin, như được biểu thị bằng nhiệt độ của từng vùng. Các nhiệt độ này thu được nhờ cặp nhiệt gắn bên trong của vách có lớp lót của thiết bị khí hóa. Nhiệt độ građien, hoặc profin này là chỉ báo rất tốt về vị trí của mỗi vùng và vị trí chúng di chuyển về phía bên trong thiết bị khí hóa. Theo một phương án, hệ thống điều khiển sử dụng thông tin này để thay đổi sự cân đối của dòng chất oxy hóa ở vùng cụ thể bất kỳ hoặc để thay đổi cơ học chiều cao của tầng than sinh học trong vùng khử 40 bằng cách quay ghi lò 50 và đường vòng để giúp duy trì và/hoặc giữ vững từng vùng phía trên nó.

Một phương án cải tiến sự nhất quán của khí lò bằng cách lót toàn bộ thiết bị khí hóa bằng silic carbua, silic oxit, nhôm oxit, hợp kim chịu lửa, các gốm khác hoặc một vật liệu khác có sự ổn định ở nhiệt độ cao. Lớp lót này giúp phân phối và dẫn một cách đồng đều nhiệt ra từ dải chất oxy hóa 350 và cho phép sử dụng cặp nhiệt trong khi vẫn bảo vệ chúng khỏi các phản ứng xảy ra bên trong thiết bị khí hóa.

Hệ thống điều khiển có thể sử dụng tất cả các phương pháp khác nhau và kết hợp các phương pháp nêu trên vào bộ điều khiển bằng thuật toán. Bộ điều khiển bằng thuật toán không chỉ cho phép kiểm soát các lượng dư thừa qua toàn bộ hệ thống điều khiển mà còn bảo đảm hơn về độ tin cậy và hiệu quả của nó. Nó còn bảo đảm rằng khí lò có chất lượng cao và không đổi.

Việc áp dụng và phương pháp khí hóa mô tả trên đây còn tạo ra cách thức kiểm soát hiệu quả chiều cao của vùng khử 40. Một vấn đề trong các thiết bị khí hóa khác là dải chất oxy hóa 350 bị giới hạn vào một bên trong thiết bị khí hóa, và việc di chuyển nó làm gián đoạn đáng kể quá trình vận hành của quy trình hoặc phá hủy thiết bị khí hóa. Theo một phương án của thiết bị khí hóa, dải chất oxy hóa 350 có thể di chuyển lên vào trong vùng nhiệt phân 20 hoặc xuống vào trong vùng khử 40 và vẫn được điều khiển và/hoặc duy trì nhờ vào vị trí mà hệ thống điều khiển cho phép dòng chất oxy hóa được đặt và lượng than sinh học được loại bỏ. Sự đứt gãy chiều cao của nguyên liệu, hoặc áp suất chênh ngang qua thiết bị khí hóa do đó có thể được kiểm soát nhờ vào sự quay của ghi lò 50 mà không gặp nguy cơ dải chất oxy hóa 350 gãy.

Khí được tạo ra

Trong quá trình vận hành, thiết bị khí hóa sẽ tạo ra khí lò có suất tỏa nhiệt từ 125 đến 145 btu/ft3. Chất lượng của khí lò này sẽ tiếp tục được duy trì tới chừng nào dòng chất oxy hóa thỏa đáng và nguyên liệu phù hợp được tạo ra sẵn sàng cho thiết bị khí hóa. Theo một phương án, thiết bị khí hóa chuyển hóa từ 12 đến 120 tấn nguyên liệu một ngày.

Điều rõ ràng là mặc dù thiết bị khí hóa này khác hoàn toàn về mặt thiết kế so với các thiết bị khí hóa khác, nó cải thiện đáng kể đầu ra và chất lượng của khí lò, cũng như hiệu quả toàn diện của quy trình xử lý so với các thiết bị khí hóa dòng đi xuống khác có bán trên thị trường hiện nay.

Các nội dung khác

Tất cả các tài liệu tham chiếu, bao gồm các công bố, các đơn yêu cầu cấp sáng chế, và các bằng độc quyền sáng chế, được trích dẫn ở đây được kết hợp vào đây bằng cách viện dẫn với cùng phạm vi của từng tài liệu tham chiếu được thể hiện riêng rẽ và cụ thể

được kết hợp bằng cách viện dẫn và được đưa ra với toàn bộ nội dung của nó trong bản mô tả này.

Việc sử dụng các mạo từ xác định và không xác định và các chỉ dẫn tương tự trong ngữ cảnh của sáng chế (cụ thể là trong các yêu cầu bảo hộ dưới đây) được hiểu là bao hàm cả số ít lẫn số nhiều, trừ phi được nêu rõ khác ở đây hoặc được nêu rõ theo ngữ cảnh. Các thuật ngữ "bao gồm," "có," "gồm có," và "chứa" được hiểu là các thuật ngữ có kết thúc mở (tức là "bao gồm, nhưng không giới hạn ở,") trừ khi được nêu rõ khác. Việc nêu các khoảng của các giá trị trong bản mô tả này chỉ dự định để sử dụng như là phương pháp tốc ký tham chiếu riêng rẽ tới từng giá trị riêng biệt thuộc khoảng này, trừ khi được nêu rõ khác trong bản mô tả này, và từng giá trị riêng biệt được kết hợp vào bản mô tả như nó được trích dẫn riêng rẽ trong bản mô tả này. Tất cả các phương pháp được mô tả ở đây có thể được thực hiện theo thứ tự thích hợp bất kỳ trừ khi được nêu rõ khác trong bản mô tả này hoặc được thể hiện ngược lại một cách rõ ràng khác theo ngữ cảnh. Việc sử dụng bất kỳ và tất cả các ví dụ hoặc ngôn ngữ làm ví dụ (ví dụ, "như") được đưa ra ở đây, chỉ nhằm minh họa tốt hơn sáng chế và không dự định giới hạn phạm vi của sáng chế (tức là "như, nhưng không giới hạn ở,") trừ khi được yêu cầu bảo hộ khác. Không một cách diễn đạt nào trong bản mô tả được hiểu là biểu thị dấu hiệu không yêu cầu bảo hộ bất kỳ như là dấu hiệu cơ bản thực hiện của sáng chế.

Mặc dù các phương án ưu tiên của sáng chế được mô tả ở đây. Các biến thể của các phương án này có thể trở nên rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này thông qua việc đọc phần mô tả nêu trên. Các tác giả sáng chế mong rằng người hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ áp dụng các biến thể này một cách thích hợp, và các tác giả sáng chế cũng dự định là sáng chế sẽ được áp dụng thực tế chứ không phải chỉ cụ thể như mô tả ở đây. Do đó, sáng chế này bao gồm tất cả các biến thể và các phương án tương đương của sáng chế được yêu cầu bảo hộ như được kèm theo đây phù hợp với luật áp dụng. Hơn nữa, mọi kết hợp các yếu tố được mô tả trên đây trong tất cả các biến thể của sáng chế đều được bao hàm bởi sáng chế này trừ khi được nêu rõ khác trong bản mô tả này hoặc được thể hiện ngược lại một cách rõ ràng khác theo ngữ cảnh.

Trong khi sáng chế được bộ lộ trên đây đưa ra các nguyên tắc của sáng chế cùng với các ví dụ được đưa ra chỉ mang tính chất minh họa, cần hiểu rằng việc sử dụng sáng

chế bao gồm tất cả các biến thể, các phương án thích hợp và/hoặc các cải biến, thuộc phạm vi yêu cầu bảo hộ đính kèm cũng như các phương án tương đương của nó. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu từ phần bộc lộ nêu trên rằng các phương án thích hợp và các cải biến khác nhau của các phương án được mô tả ở đây có thể được tạo ra mà không vượt ra khỏi phạm vi của sáng chế. Do đó, cần hiểu rằng, sáng chế có thể được thực hiện theo pham vi yêu cầu bảo hộ kèm theo chứ không phải như được mô tả cụ thể ở đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị khí hoá bao gồm:

nhiều ống được nối và được định vị thẳng đứng có vách trong, vách ngoài, đầu gần và đầu xa, trong đó đầu gần tạo ra cửa vào và đầu xa tạo ra cửa ra;

ít nhất ba vùng phản ứng tiếp giáp nhau bao gồm vùng nhiệt phân (20) được tạo góc về phía hội tụ ở tâm, tiếp theo là vùng oxy hoá (30) trong đó ống tương ứng với vùng oxy hoá mở rộng ở giữa, tiếp theo là vùng khử (40) trong đó vách trong của ống tương ứng với vùng khử có đường kính lớn hơn ống tương ứng với vùng oxy hoá, tạo thành bậc ở giữa vùng oxy hoá và vùng khử;

ít nhất hai vòng của các cửa vào khí đã điều áp (31, 32) được đặt bên trong vùng oxy hoá để phụt dòng chất oxy hoá, trong đó ít nhất một trong ít nhất hai vòng của các cửa vào khí đã điều áp được bố trí xung quanh đoạn giữa mở rộng của ống tương ứng với vùng oxy hoá; trong đó thiết bị khí hoá được tạo kết cấu để được điều khiển bởi hệ thống điều khiển, hệ thống điều khiển được tạo kết cấu để điều chỉnh thể tích, tốc độ và áp suất của dòng chất oxy hoá được phụt qua ít nhất hai vòng của cửa vào; và

ghi lò quay và điều chỉnh được theo phương thẳng đứng (50) được định vị bên dưới, nhưng không gắn vào, vùng khử (40); trong đó thiết bị khí hoá là thiết bị khí hoá dòng đi xuống có lõi hở một phần được sử dụng để khí hoá nguyên liệu.

2. Thiết bị khí hoá theo điểm 1, trong đó thiết bị này còn bao gồm các cửa vào không khí, trong đó dòng chất khí oxy hoá dạng tầng đi vào thiết bị khí hoá qua các cửa vào không khí và dòng chất oxy hoá thanh lọc đi vào thiết bị khí hoá cùng với nguyên liệu.

3. Thiết bị khí hoá theo điểm 1, trong đó phần mở rộng của ống trong vùng oxy hoá là bậc Kline-Fogelman.

4. Thiết bị khí hoá theo điểm 1, trong đó ghi lò quay (50) bền, chịu nhiệt và không phản ứng, và ghi lò quay có mặt trên và mặt dưới, và mặt trên của ghi lò quay có các góc không vuông so với các ống được định vị thẳng đứng của thiết bị khí hoá, và mặt trên của ghi lò quay còn bao gồm mẫu hoa văn là rãnh xoắn (501) bắt đầu ở tâm của ghi lò quay và trải rộng toàn bộ mặt trên của ghi lò quay.

5. Thiết bị khí hoá theo điểm 1, trong đó thiết bị này còn bao gồm ghi lò quay (50) có mặt trên và mặt dưới, mặt dưới của ghi lò quay là khung (505) và mặt trên của ghi lò quay bao gồm nhiều đoạn thay được (502) đặt trên khung.

6. Thiết bị khí hoá theo điểm 1, trong đó thiết bị này còn bao gồm:

đường vòng (49) giữa vùng khử và ghi lò quay; và

các lỗ (503) ở trong và được phân bố đối xứng qua ghi lò quay, trong đó than sinh học rơi từ đầu xa của thiết bị khí hoá qua ghi lò quay.

7. Thiết bị khí hoá theo điểm 1, trong đó thiết bị này còn bao gồm:

lớp than sinh học ở vùng khử ngay bên trên ghi lò quay trong suốt quá trình sử dụng thiết bị khí hoá, trong đó nguyên liệu và lớp than sinh học được giữ bên trong thiết bị khí hoá bởi ghi lò quay.

8. Phương pháp khí hoá nguyên liệu bao gồm các bước:

nạp nguyên liệu vào thiết bị khí hoá; thiết bị khí hoá này bao gồm nhiều ống được nối tiếp và được định vị thẳng đứng có vách trong, vách ngoài, đầu gần và đầu xa, trong đó đầu gần tạo ra cửa vào và đầu xa tạo ra cửa ra, vùng nhiệt phân, vùng oxy hoá và vùng khử, trong đó ống tương ứng với vùng oxy hoá mở rộng ở giữa, tiếp theo là vùng khử trong đó vách trong của ống tương ứng với vùng khử có đường kính lớn hơn ống tương ứng với vùng oxy hoá, tạo thành bậc ở giữa vùng oxy hoá và vùng khử;

đánh lửa nguyên liệu để tạo thành dải oxy hoá;

phụt các dòng chất oxy hoá vào trong vùng oxy hoá sử dụng ít nhất hai vòng của các cửa vào khí đã điều áp, trong đó ít nhất một trong ít nhất hai vòng của các cửa vào khí đã điều áp được bố trí xung quanh đoạn giữa mở rộng của ống tương ứng với vùng oxy hoá; và trong đó thiết bị khí hoá được điều khiển bởi hệ thống điều khiển được tạo kết cấu để điều chỉnh thể tích, tốc độ và áp suất của dòng chất oxy hoá được phụt qua ít nhất hai vòng của các cửa vào không khí đã điều áp;

dịch chuyển nguyên liệu tuần tự qua vùng nhiệt phân, ở đó nguyên liệu bắt đầu hoá lỏng và phân huỷ, tiếp sau là vùng oxy hoá ở đó nguyên liệu làm thay đổi khí lò và tiếp sau là vùng khử, ở đó khí lò trộn với than sinh học để làm nguội và tạo ra thêm khí lò;

giữ nguyên liệu và lớp than sinh học bên trong thiết bị khí hoá sử dụng ghi lò quay và điều chỉnh được theo phương thẳng đứng được định vị bên dưới vùng khử;

loại bỏ than sinh học và khí lò qua đường vòng và các lỗ ở ghi lò quay; và

nạp lại thiết bị khí hoá cùng với nguyên liệu.

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước phụt không khí vào trong thiết bị khí hoá qua các cửa vào không khí, trong đó dòng chất khí oxy hoá dạng tầng đi vào thiết bị khí hoá qua các cửa vào không khí và dòng chất oxy hoá thanh lọc đi vào thiết bị khí hoá cùng với nguyên liệu.

10. Phương pháp theo điểm 8, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước mô phỏng thiết bị khí hoá có cổ và đáy bằng cách tạo thành qua việc sử dụng thiết bị khí hoá, gradient của nguyên liệu cảm ứng bên trên dải oxy hoá và gradient của than sinh học được cuốn vào bên dưới dải oxy hoá.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó ít nhất một trong ít nhất hai vòng của các cửa vào khí đã điều áp được định vị bên trên các cửa vào khí đã điều áp được bố trí xung quanh phần mở rộng của ống tương ứng với vùng oxy hoá cho phép các dòng chất oxy hoá bổ sung được phụt vào nguyên liệu.

12. Phương pháp theo điểm 8, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

trộn khí lò và than sinh học trong vùng khử, trong đó việc trộn được hoàn thành bằng cách tạo thành xoáy ở vùng khử; và

loại bỏ các nguyên liệu không bị hoá khí trong suốt quá trình vận hành thiết bị khí hoá bằng cách sử dụng đường vòng.

13. Phương pháp theo điểm 8, trong đó ghi lò quay có mặt trên và mặt dưới, mặt trên có tâm và các góc không vuông tương ứng với các ống được định vị thẳng đứng của thiết bị khí hoá, trong đó ghi lò quay được tạo mẫu hoa văn có rãnh xoắn bắt đầu ở tâm của mặt trên của ghi lò quay và trải rộng toàn bộ mặt trên của ghi lò quay, và

trong đó phương pháp này bao gồm bước quay ghi lò quay theo hướng đối diện của rãnh xoắn.

14. Phương pháp theo điểm 8, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước giám sát và điều chỉnh các tham biến của thiết bị khí hoá sử dụng hệ thống điều khiển và các cảm biến, và còn bao gồm các bước:

giữ dải oxy hoá ở vị trí mong muốn bất kỳ bên trong thiết bị khí hoá bằng cách sử dụng hệ thống điều khiển để điều chỉnh tốc độ loại bỏ than sinh học khỏi ghi lò quay, tốc độ và tỷ lệ của dòng chất khí oxy hoá dạng tầng, dòng chất oxy hoá thanh lọc và dòng chất oxy hoá đã điều áp; và

điều chỉnh áp suất chênh lệch theo chiều thẳng đứng ngang qua thiết bị khí hoá nhờ tốc độ quay của ghi lò quay để điều khiển tốc độ than sinh học bị đẩy ra khỏi vùng khử.

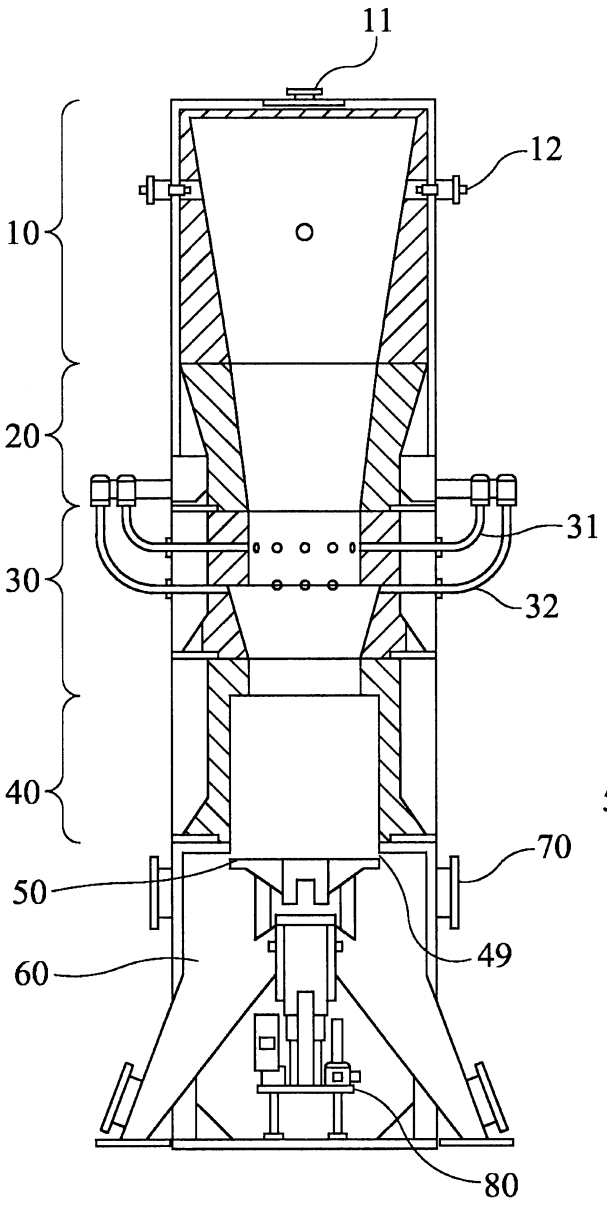

11
12
10
20
31
30
32
40
70
50
49
60
80

FIG. 1

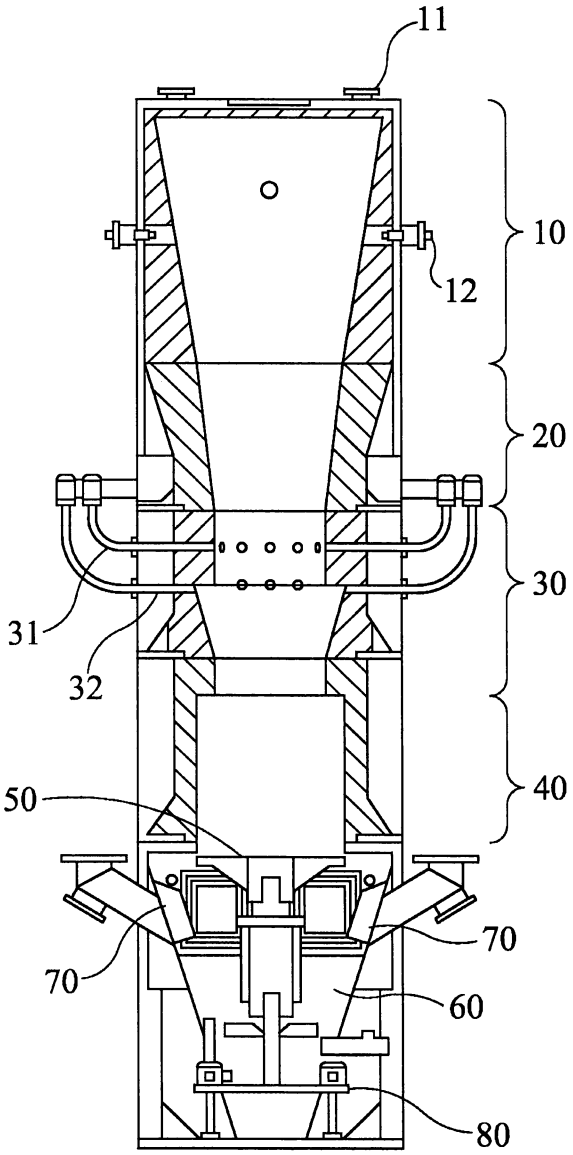

11
10
12
20
30
31
32
40
50
70
70
60
80

FIG. 2

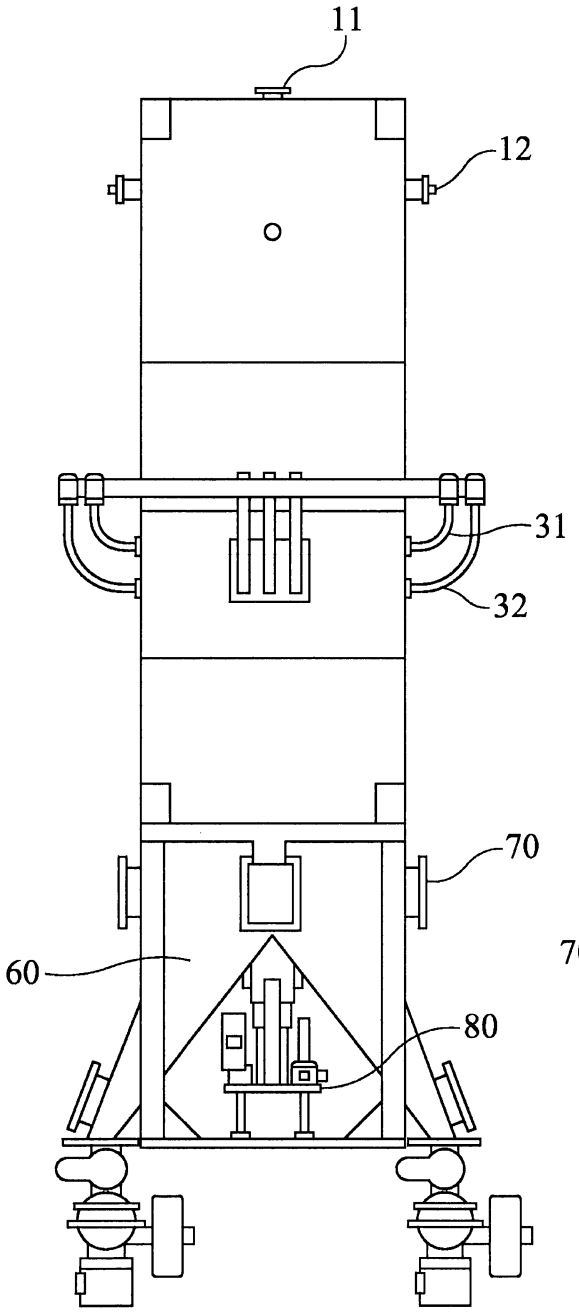


FIG. 3

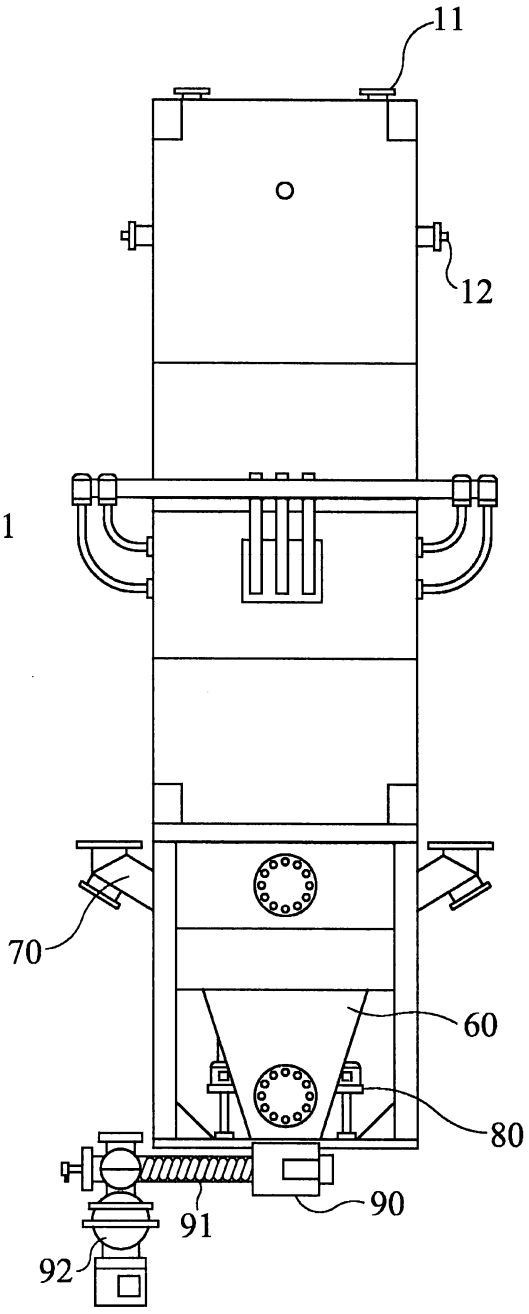


FIG. 4

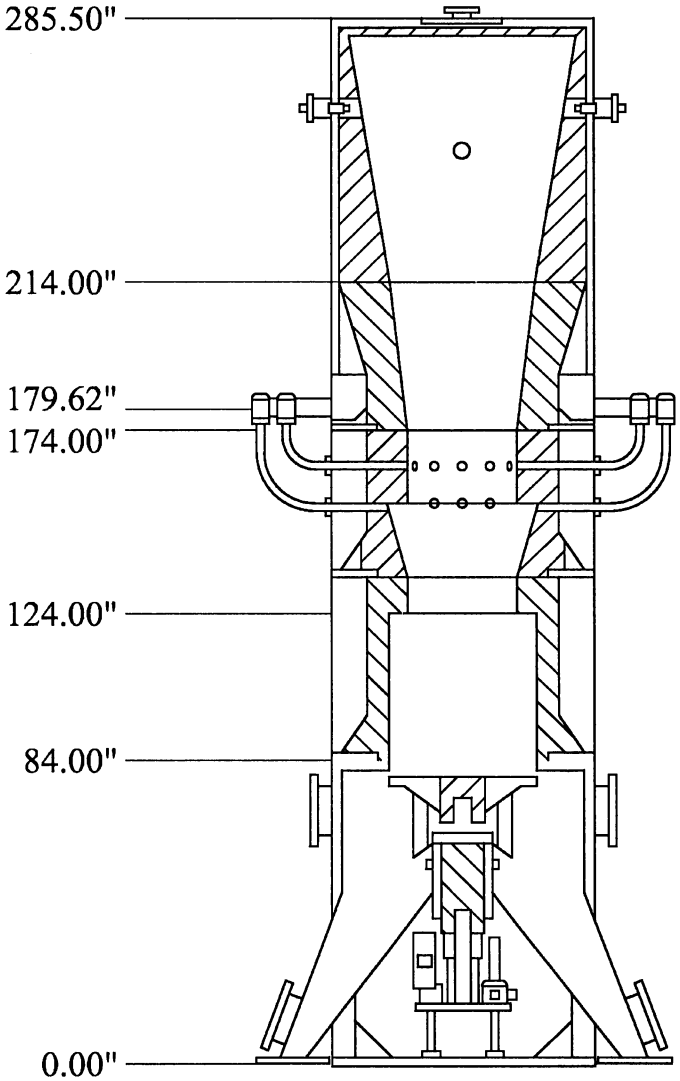


FIG. 5

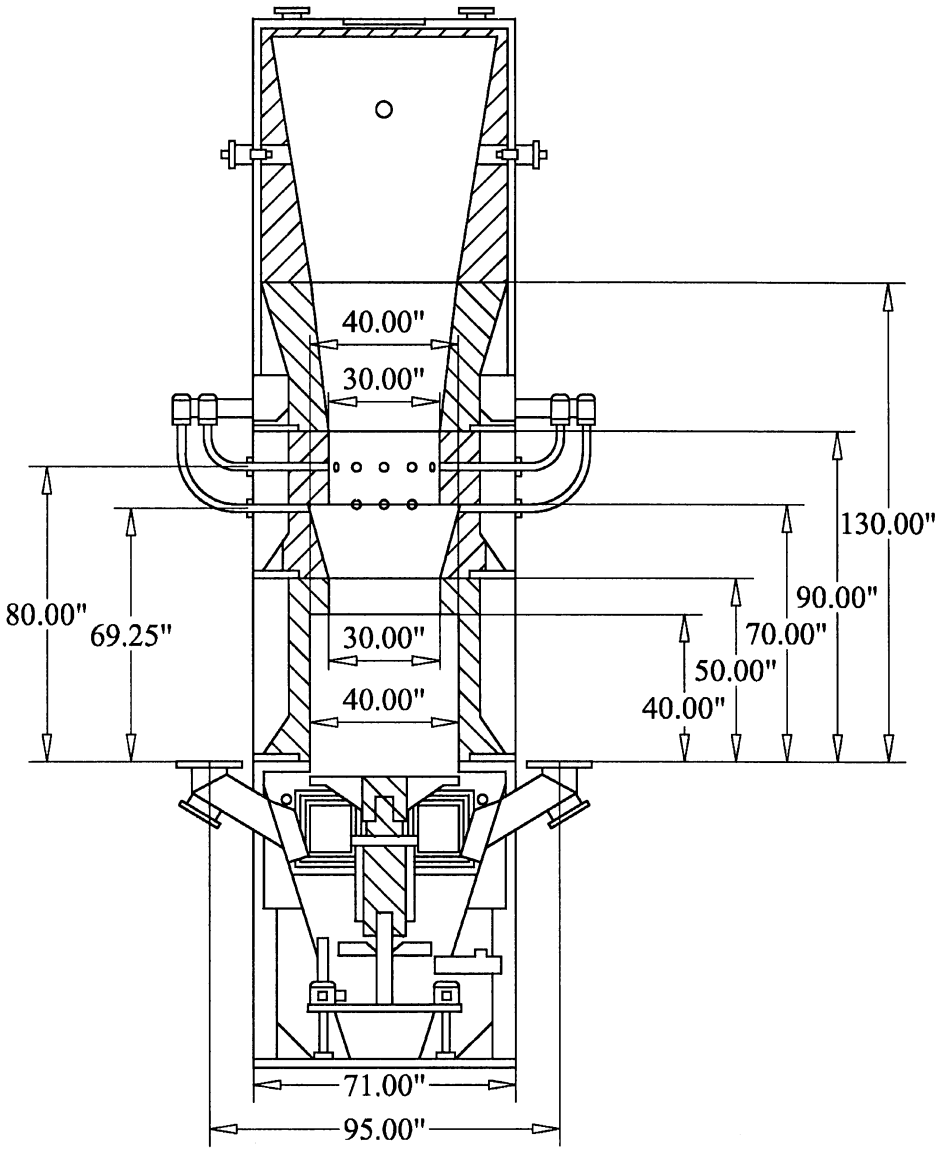

40.00"
30.00"
130.00"
90.00"
70.00"
50.00"
40.00"
80.00"
69.25"
30.00"
40.00"
71.00"
95.00"

FIG. 6

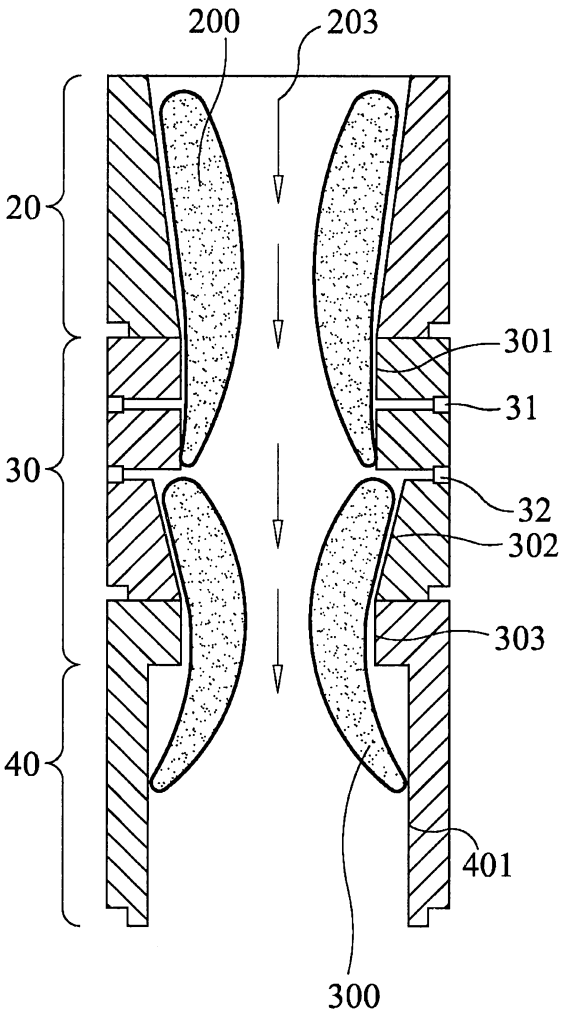


FIG. 7

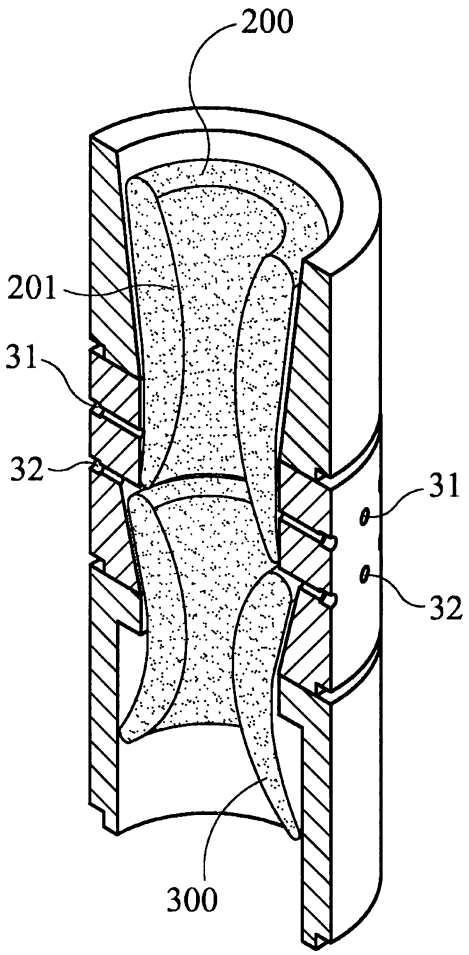


FIG. 8

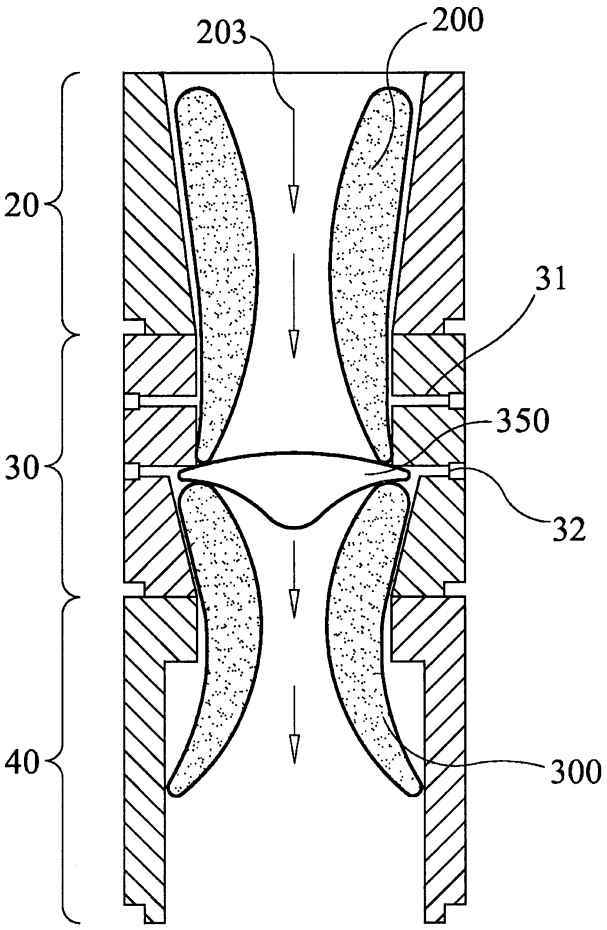


FIG. 9

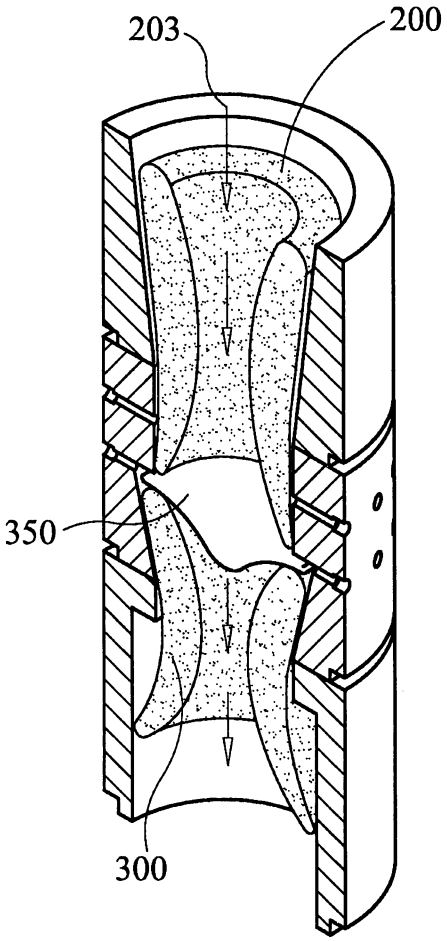


FIG. 10

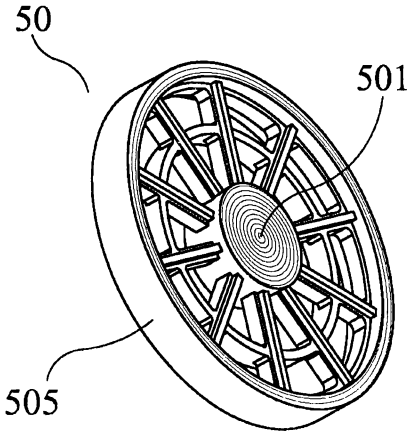


FIG. 11

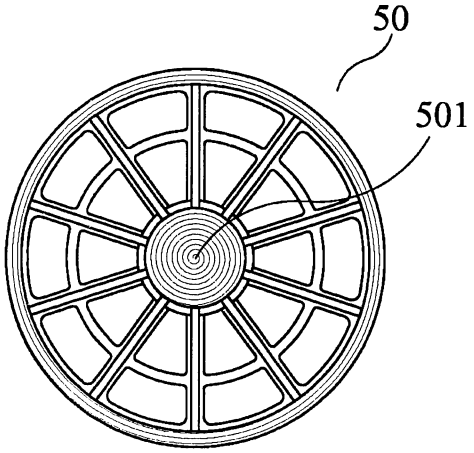


FIG. 12

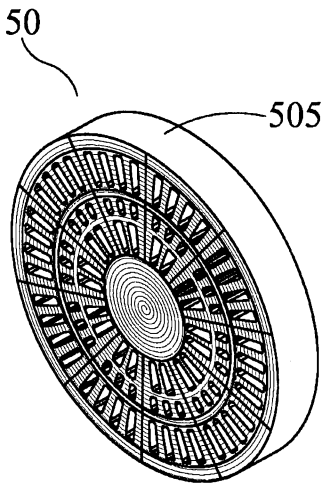


FIG. 13

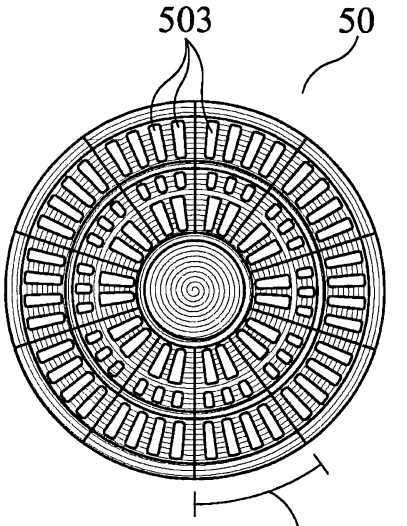


FIG. 14

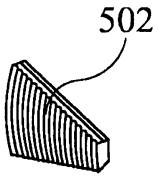


FIG. 15

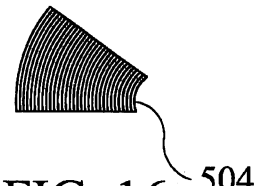


FIG. 16

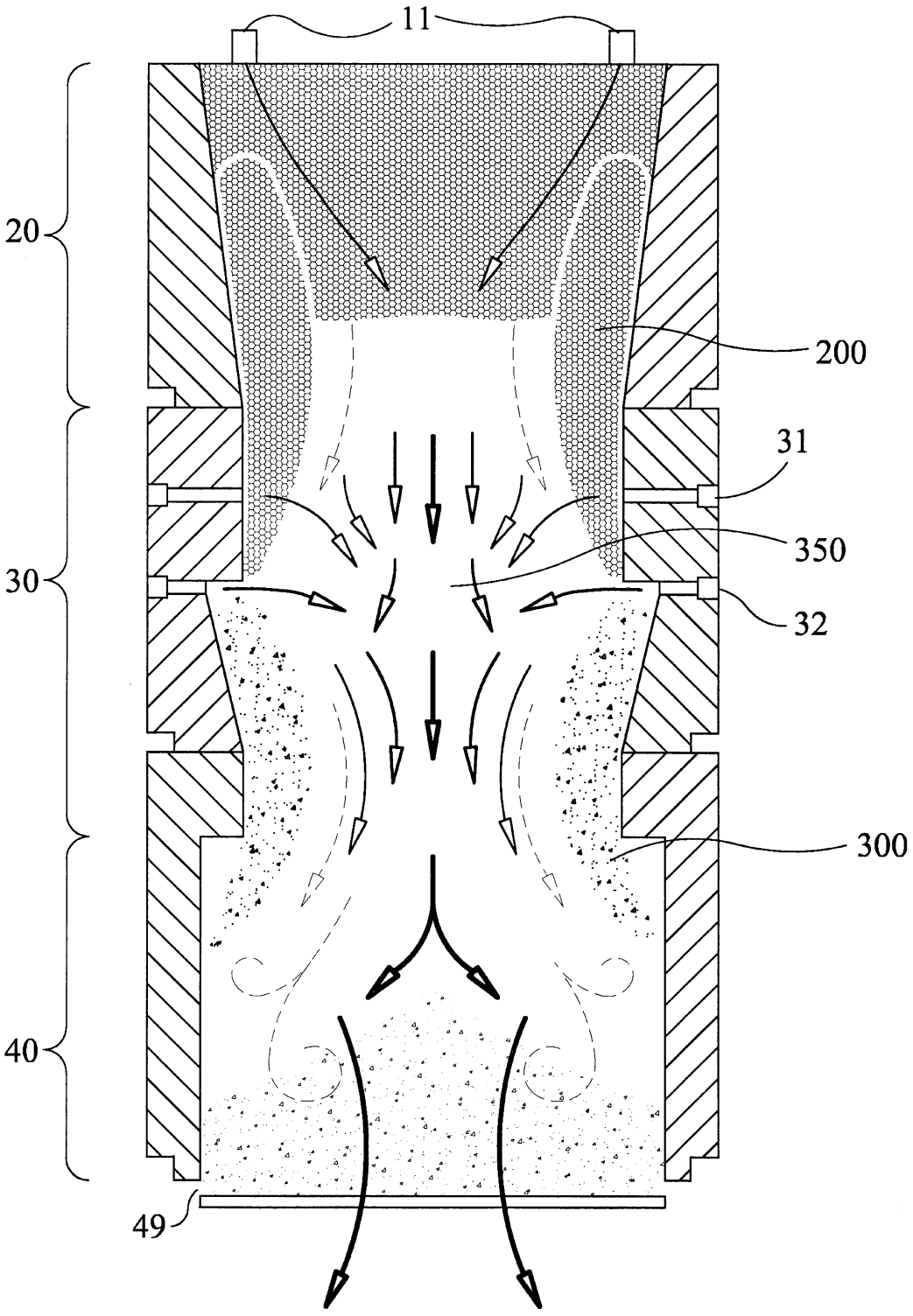


FIG. 17