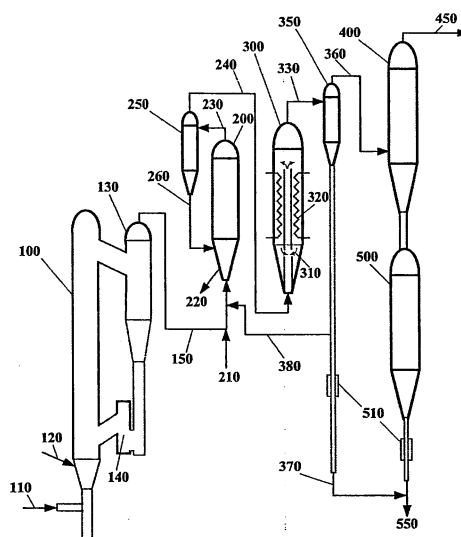


(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến việc khí hóa của than bitum có hàm lượng tro cao mà có nhiệt độ nóng chảy tro cao. Thiết bị khí hóa tầng sôi hiện hành là không phù hợp để xử lý than này một cách kinh tế do than này kém hoạt động nên dẫn đến sự chuyển hóa cacbon thấp hơn và tạo ra các thành phần không mong muốn như nhựa đường. Nếu than này được khí hóa trong các thiết bị khí hóa than tạo xỉ cuốn theo dòng mà hoạt động ở nhiệt độ cao hơn để cải thiện việc chuyển hóa cacbon, sự tiêu hao năng lượng lớn liên quan đến xỉ, bao gồm lượng lớn các chất bổ trợ mà cần để hạ thấp nhiệt độ nóng chảy tro, làm cho quy trình không thể vận hành được một cách kinh tế. Do đó, sáng chế đề cập đến quy trình khí hóa than này bao gồm hai giai đoạn - bước khí hóa sơ bộ được thực hiện sau bước oxy hóa một phần ở nhiệt độ cao của than cacbon còn lại và lượng nhỏ nhựa đường. Quy trình theo sáng chế còn có lợi với việc sử dụng tầng sôi tuần hoàn trong để làm mát một cách hiệu quả khí tổng hợp ở nhiệt độ cao.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đối với người có hiểu biết trung bình trong ngành khí hóa than, một số than bitum là không phù hợp để sử dụng trong thiết bị khí hóa thương mại hiện hành một cách kinh tế hoặc có ý nghĩa thực tế. Thực tế, nhiệt độ biến dạng tro ban đầu của các than bitum này như được đo bằng phương pháp ASTM D-1857 là cao hơn 1500°C. Nên rất khó làm nóng chảy tro đối với các thiết bị khí hóa mà phụ thuộc vào việc tạo xỉ trong quy trình khí hóa, như các thiết bị khí hóa GE, Shell và E-Gas thông thường. Đối với các thiết bị khí hóa này và các thiết bị khí hóa khác, để khí hóa than có nhiệt độ nóng chảy tro cao, nhiệt độ vận hành thiết bị khí hóa trở nên quá cao thậm trí với các chất trợ chảy được bổ sung và việc vận hành này làm giảm thời gian làm việc của hệ thống đường ống trong thiết bị khí hóa. Hơn nữa, than bitum có hàm lượng tro cao có thể bao gồm lên đến 45% theo trọng lượng tro trong than. Thậm trí với việc bổ sung, ví dụ, khoảng 20% theo trọng lượng các chất trợ chảy để hạ thấp nhiệt độ nóng chảy tro của than, tuy nhiên sự tiêu hao năng lượng làm nóng chảy lượng lớn tro là quá

cao và dẫn đến quy trình khí hóa không hiệu quả và không tin cậy. Hơn nữa, sẽ là khó vận hành các thiết bị khí hóa này do lượng lớn dòng xỉ của tro và chất trợ chảy được kết hợp. Than bitum có hàm lượng tro cao và có nhiệt độ nóng chảy tro cao đã bị hạn chế dùng ở nhiều công nghệ khí hóa than hiện nay.

Ngoài ra, còn khó để khí hóa các than này trong các thiết bị khí hóa tầng sôi thông thường do than bitum có khả năng hoạt động tương đối kém với các chất khí hóa. Lý do cơ bản cho khả năng hoạt động kém trong tầng sôi đó là nhiệt độ vận hành bị giới hạn do xu hướng hình thành xỉ khô. Một khi xỉ khô tạo ra, sự tạo tầng sôi và các khả năng tạo chức năng trong thiết bị khí hóa bị giảm. Mặc dù nhiệt độ nóng chảy tro là cao, thiết bị khí hóa sẽ tạo ra xỉ khô thấp hơn vài trăm °C so với nhiệt độ nóng chảy tro do bề mặt của các hạt than đốt cháy có nhiệt độ cao hơn nhiều so với nhiệt độ khối được đo trong tầng sôi. Hơn nữa, nhiệt độ trong thiết bị khí hóa tầng sôi hiếm khi đồng nhất do các điểm nóng trong một số các phần của tầng mà có khuynh hướng làm nóng chảy bề mặt của hạt tro than, dẫn đến kết tụ và cuối cùng là hình thành xỉ khô. Do đó, rất ít thiết bị khí hóa tầng sôi hoạt động ở nhiệt độ cao hơn 1100°C mà không làm tắc nghẽn tầng bất chấp nhiệt độ nóng chảy tro của than cao hơn 1500°C. Bởi vì các giới hạn nhiệt độ vận hành, việc chuyển hóa cacbon trong quy trình tầng sôi thường là thấp hơn 90%. Cacbon còn lại phải được đốt cháy trong buồng đốt (cũng với tất cả thiết bị kèm theo trong phần truyền động đốt cháy) để tạo ra tính khả thi kinh tế, dẫn đến tăng vốn và hoạt động và chi phí duy trì đối với quy trình khí hóa. Do đó, thiết bị khí hóa tầng sôi hiện hành không thể xử lý than bitum một cách kinh tế. Hơn nữa, khí hóa của than bitum trong tầng sôi tạo ra các lượng nhỏ của nhựa đường trong khí tổng hợp, mà khó loại bỏ và tốn kém để xử lý khí tổng hợp. Với việc không xử lý nhựa đường trong khí tổng hợp, thiết bị xuôi dòng như thiết bị làm mát khí tổng hợp và lọc bụi có khuynh hướng bị tắc nghẽn, dẫn đến các vấn đề với độ tin cậy vận hành.

Khó hơn khi khí hóa các dạng này của than bitum trong thiết bị khí hóa tầng chuyển dịch. Hầu hết than bitum có một số thiên hướng đóng bánh và thiết bị khí hóa tầng chuyển dịch có khó khăn trong việc xử lý đóng bánh than. Việc chuyển hóa cacbon thậm trí là kém hơn so với việc chuyển hóa trong thiết bị khí hóa tầng sôi do các giới hạn liên quan đến nhiệt độ vận hành. Ngoài ra, thiết bị khí hóa tầng chuyển

dịch tạo ra lượng lớn của nhựa đường và nước phenol mà cần các quy trình tốn kém để xử lý mà thỏa mãn các quy định ngày nay về môi trường.

Quá trình khí hóa hai giai đoạn là đã biết. Thiết bị khí hóa hai giai đoạn tầng cố định hoặc tầng chuyển dịch được phát triển để sản xuất ra hai dòng khí tổng hợp khác nhau trong patent Mỹ số US 5,139,535. Một dòng bao gồm nhựa đường và khí cacbon hóa và dòng còn lại là sản phẩm khí tổng hợp từ việc khí hóa than. Do dung lượng thấp, nên sản lượng khí tổng hợp thấp hơn và tạo ra nhiều nước thải, các thiết bị khí hóa tầng chuyển dịch hai giai đoạn đã lỗi thời.

Có các hệ thống khí hóa tầng sôi hai giai đoạn khác nhau. Một dạng hệ thống sử dụng cách bố trí hai bể với buồng đốt và thiết bị khí hóa. Khí ống hơi từ buồng đốt cùng với các phần rắn nóng quay vòng giữa thiết bị khí hóa và buồng đốt được nạp vào trong thiết bị khí hóa để tạo ra nhiệt đối với các phản ứng khí hóa thu nhiệt. Patent Mỹ số US 4,386,940 bộc lộ một trong các dạng này. Tuy nhiên, người có hiểu biết trung bình trong ngành khí hóa hiểu rằng vấn đề không phải là tạo ra nhiệt cho thiết bị khí hóa như thế nào, mà là chuyển hóa như thế nào để chuyển hóa một cách đủ hiệu quả cacbon và than thành thành phần cấu thành khí tổng hợp cacbon monoxit và hydro mong muốn. Trong hoạt động thông thường khoảng nhiệt độ của lên đến 1100°C trong hệ thống hai giai đoạn này, than chuyển hóa thành cacbon monoxit và hydro là quá thấp với các thành phần không mong muốn như nhựa đường vẫn có mặt trong khí tổng hợp. Do đó, việc đốt cháy và khí hóa trong hai bể riêng rẽ, và khi đó chuyển khí ống hơi đến thiết bị khí hóa, hầu như không khác so với sử dụng thiết bị khí hóa đơn với các vùng đốt cháy và khí hóa.

Công bố đơn Mỹ số US 2013-0056685 bộc lộ việc sử dụng thiết bị khí hóa hai giai đoạn để chuyển hóa cacbon ở mức cao. Thiết bị khí hóa hoặc thiết bị nhiệt phân giai đoạn thứ nhất hoạt động ở khoảng từ 500 đến 700°C và giai đoạn thứ hai hoạt động ở từ 1400 đến 1500°C. Tro từ thiết bị khí hóa giai đoạn thứ hai được làm nóng chảy và được xả ra ở dạng vảy xỉ nóng chảy. Bản chất kỹ thuật này là tương tự với bản chất kỹ thuật trong patent Mỹ số US 6,455,011 mà bộc lộ phương pháp để khí hóa chất thải trong hệ thống thiết bị khí hóa hai giai đoạn. Thiết bị khí hóa giai đoạn thứ nhất là thiết bị khí hóa tầng sôi và giai đoạn thứ hai là thiết bị khí hóa xoáy hoặc xyclon và tro

được làm nóng chảy và được xả ra ở dạng vảy xỉ. Ngoài ra, các phương pháp này gặp phải các khó khăn và yếu điểm về tính kinh tế trong xử lý than bitum có hàm lượng tro cao với có nhiệt độ nóng chảy tro cao làm thiết bị khí hóa kiểu dòng cuốn.

Thiết bị khí hóa hai giai tạo xỉ cuốn theo dòng khác được bộc lộ trong patent Mỹ số US 8,444,724. Do dạng thiết bị khí hóa này cần phải làm nóng chảy và tạo xỉ tro và các chất trợ chảy, nó chắc chắn không thể được sử dụng đối với các loại than với hàm lượng tro cao và có nhiệt độ nóng chảy tro cao.

Do đó, rõ ràng là các công nghệ khí hóa than hiện nay không thể xử lý một cách kinh tế than với hàm lượng tro cao và có nhiệt độ nóng chảy tro cao. Ngoài khả năng khí hóa than này, bản chất của quy trình và thiết kế của của thiết bị xuôi dòng còn đóng vai trò đáng kể trong việc tạo ra một cách kỹ năng sản lượng cao của khí tổng hợp hầu như không có bụi để tổng hợp hóa chất hoặc sau cùng là sử dụng để tạo ra năng lượng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất quy trình, hệ thống thiết bị và phương pháp thích hợp để vận hành dây các thiết bị mà có thể khí hóa than bitum có hàm lượng tro cao, có nhiệt độ nóng chảy tro cao với độ chuyển hóa cacbon lớn hơn 90%, và tốt hơn là lớn hơn 98%, đồng thời tạo ra khí tổng hợp gần như không có nhựa đường cho các quá trình xử lý xuôi dòng thành hóa chất hoặc sau cùng là sử dụng để tạo ra năng lượng.

Cụ thể hơn, sáng chế đề xuất hệ thống thiết bị và phương pháp để khí hóa than bitum với hàm lượng tro cao hơn 15% theo trọng lượng và có nhiệt độ tro bắt đầu biến dạng cao hơn 1500°C. Hệ thống này bao gồm thiết bị khí hóa vận chuyển tầng sôi tuần hoàn hoạt động ở nhiệt độ tương đối thấp nằm trong khoảng từ 900°C đến 1100°C với chất oxy hóa bao gồm 30 đến 100% oxy tùy thuộc vào khí tổng hợp sử dụng cuối. Vận tốc khí bề mặt trong ống nạp đứng của thiết bị khí hóa vận chuyển giai đoạn thứ nhất là nằm trong khoảng từ 3,66 đến 15,24m/giây (từ 12 đến 50ft/s) và áp suất hoạt động ở cửa ra của giai đoạn thứ nhất là nằm trong khoảng từ 206842,72 đến 6894757,29Pa (từ 30 đến 1000psia), phụ thuộc việc sử dụng cuối dòng sản phẩm khí hóa. Bước này có tác dụng như là bước khí hóa sơ bộ để chuyển hóa lên đến 90% theo trọng lượng của

cacbon thành các thành phần khí tổng hợp khác nhau bao gồm các lượng nhỏ của các thành phần hữu cơ nặng, bao gồm trong số các loại khác, than cacbon và nhựa đường. Phân đoạn cacbon trong nhựa đường từ tầng sôi mà xử lý than bitum kém hoạt động có thể là nằm trong khoảng từ 3 đến 10% theo trọng lượng của tổng cacbon trong khí tổng hợp.

Than cacbon và nhựa đường còn lại từ thiết bị khí hóa sau đó được craking nhiệt và được chuyển hóa thành các thành phần khí tổng hợp hữu dụng trong thiết bị oxy hóa một phần tầng sôi nhiệt độ cao hoạt động ở nhiệt độ tương đối cao nằm trong khoảng từ 1100°C đến 1400°C. Nhiệt độ vận hành của thiết bị oxy hóa một phần tầng sôi giai đoạn thứ hai phụ thuộc vào nhiệt độ biến dạng tro ban đầu của than bitum được nạp vào cho thiết bị khí hóa vận chuyển giai đoạn thứ nhất. Vận tốc khí bề mặt trong thiết bị khí hóa giai đoạn thứ hai là nằm trong khoảng từ 0,91 đến 1,83 m/giây (từ 3 đến 6 ft/s).

Quy trình hai bước theo sáng chế có thể đạt được hơn 98% sự chuyển hóa tổng thể cacbon thành các thành phần khí tổng hợp hữu dụng trong khi hạn chế theo cách có lợi, thậm chí là, là tránh được hình thành xỉ khô và kết tụ mà kéo dài thời gian sử dụng của hệ thống đường ống và các phần trong khác của cả hai thiết bị khí hóa vận chuyển (do nhiệt độ tương đối thấp) và thiết bị oxy hóa một phần (do các thể tích nhỏ của than cacbon và nhựa đường).

Khí tổng hợp ở nhiệt độ cao từ thiết bị oxy hóa một phần giai đoạn thứ hai được làm mát trong tầng sôi tuần hoàn trong của môi trường tro mà để chuyển năng lượng nhiệt từ khí tổng hợp đến các bề mặt truyền nhiệt. Vì khí tổng hợp tốt hơn là không tiếp xúc với các bề mặt truyền nhiệt trực tiếp, các vấn đề liên quan đến sự ăn mòn, bào mòn và làm tắc nghẽn được làm giảm, thậm chí là ngăn ngừa được. Nhiệt độ của ra khí tổng hợp từ thiết bị làm mát khí tổng hợp là nằm trong khoảng từ 300°C đến 500°C.

Xyclon sau thiết bị làm mát khí tổng hợp giữ lại than cacbon không được chuyển hóa để tuần hoàn trở lại, nếu cần, vào thiết bị oxy hóa một phần giai đoạn thứ hai. Xyclon còn làm giảm tải cho thiết bị lọc bụi xuôi dòng. Các hạt mịn được thu gom

bằng thiết bị lọc được làm mát và được giảm áp để loại bỏ, và khí tổng hợp sạch có thể được sử dụng để tổng hợp hóa chất mong muốn hoặc tạo ra năng lượng.

Theo sáng chế, thiết bị khí hóa vận chuyển thông thường và tầng sôi tuần hoàn trong thiết bị làm mát khí tổng hợp được biến đổi để xử lý than bitum có hàm lượng tro cao, có nhiệt độ nóng chảy tro cao. Các điều kiện và phương pháp đặc hiệu để vận hành các thiết bị riêng rẽ và hệ thống tổng thể còn được mô tả dưới đây.

Theo một phương án cụ thể, sáng chế đề xuất hệ thống khí hóa than bitum có hàm lượng tro cao, có nhiệt độ nóng chảy cao bao gồm thiết bị khí hóa kết hợp than bitum và chất oxy hóa để sản xuất ra khí tổng hợp, khí tổng hợp bao gồm ít nhất một loại vật chất không mong muốn, thiết bị oxy hóa một phần mà nhận khí tổng hợp và chuyển hóa ít nhất một phần loại vật chất không mong muốn thành khí tổng hợp, thiết bị làm mát khí tổng hợp để làm mát khí tổng hợp từ thiết bị oxy hóa một phần, hệ thống này loại bỏ loại vật chất không mong muốn mà loại bỏ ít nhất một phần loại vật chất không mong muốn ra khỏi khí tổng hợp từ thiết bị làm mát khí tổng hợp, và thiết bị nạp hồi tiếp từ hệ thống loại bỏ trở lại thiết bị oxy hóa một phần để tuần hoàn trở lại ít nhất một phần loại vật chất không mong muốn từ hệ thống loại bỏ đến thiết bị oxy hóa một phần. Hệ thống này có thể còn bao gồm thiết bị lọc mà khí tổng hợp được làm mát đi qua.

Thiết bị khí hóa có thể hoạt động ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 900°C đến 1100°C để sản xuất ra khí tổng hợp bao gồm ít nhất một loại vật chất không mong muốn. Thiết bị oxy hóa một phần có thể hoạt động ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1100°C đến 1400°C.

Loại vật chất không mong muốn có thể bao gồm than cacbon. Loại vật chất không mong muốn khác có thể bao gồm nhựa đường.

Thiết bị oxy hóa một phần có thể nhận khí tổng hợp bao gồm than cacbon và nhựa đường từ thiết bị khí hóa, và chuyển hóa ít nhất một phần của than cacbon và nhựa đường thành khí tổng hợp bổ sung ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1100°C đến 1400°C.

Hệ thống loại bỏ loại vật chất không mong muốn có thể bao gồm xyclon xuôi dòng mà thu gom ít nhất một phần của than cacbon không phản ứng.

Thiết bị nạp hồi tiếp từ hệ thống loại bỏ trở lại thiết bị oxy hóa một phần có thể nạp ít nhất một phần của than cacbon được gom bằng hệ thống loại bỏ loại vật chất không mong muốn xuôi dòng với thiết bị làm mát khí tổng hợp vào thiết bị oxy hóa một phần để tận dụng cacbon tốt hơn.

Thiết bị làm mát khí tổng hợp có thể bao gồm thiết bị làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn để làm mát khí tổng hợp từ nhiệt độ vận hành của thiết bị oxy hóa một phần đến nhiệt độ ở cửa vào thiết bị lọc.

Theo một phương án cụ thể khác, sáng chế đề xuất hệ thống khí hóa mà có thể khí hóa than bitum có hàm lượng tro cao, có nhiệt độ nóng chảy cao bao gồm thiết bị khí hóa mà nhận than bitum làm vật liệu nạp và cùng với oxy hoặc không khí làm chất oxy hóa và hoạt động ở nhiệt độ tương đối thấp nằm trong khoảng từ 900°C đến 1100°C để sản xuất ra khí tổng hợp bao gồm loại vật chất không mong muốn, ví dụ, than cacbon và nhựa đường, thiết bị oxy hóa một phần mà nhận khí tổng hợp bao gồm than cacbon và các lượng nhỏ của nhựa đường từ thiết bị khí hóa và chuyển hóa than cacbon và nhựa đường thành khí tổng hợp bổ sung ở nhiệt độ tương đối cao nằm trong khoảng từ 1100°C đến 1400°C, thiết bị làm mát khí tổng hợp nhiều giai đoạn mà có thể làm mát khí tổng hợp từ nhiệt độ vận hành thiết bị oxy hóa một phần đến nhiệt độ vận hành mong muốn của thiết bị lọc bụi, xyclon sau thiết bị làm mát khí tổng hợp và ngược dòng của thiết bị lọc hạt để gom than cacbon không phản ứng từ quy trình, và chu trình tuần hoàn than cacbon mà nạp than cacbon được gom bằng cách xyclon sau thiết bị làm mát khí tổng hợp vào thiết bị oxy hóa một phần để tận dụng cacbon tốt hơn, trong đó các hạt mịn được làm mát và được giảm áp để loại bỏ, và trong đó khí tổng hợp sạch có thể được sử dụng để tổng hợp hóa chất mong muốn hoặc tạo ra năng lượng.

Hệ thống này có thể được hoạt động theo cách thổi không khí chủ yếu để tạo ra năng lượng hoặc theo cách thổi oxy để sản xuất ra hóa chất hoặc tạo ra năng lượng.

Hệ thống này có thể được hoạt động ở áp suất nằm trong khoảng từ 206842,72 đến 6894757,29 Pa (từ 30 đến 1000 psia).

Quá trình khí hóa nhiệt độ thấp và quá trình oxy hóa một phần ở nhiệt độ cao có thể đạt được hơn 98% sự chuyển hóa cacbon và sản xuất ra khí tổng hợp gần như không có bụi và không có nhựa đường.

Thiết bị khí hóa có thể được tạo cấu hình là thiết bị khí hóa vận chuyển tầng sôi tuần hoàn với than bitum được nạp theo tiếp tuyến vào trong tầng đặc và trong vùng kém giàu oxy của thiết bị khí hóa để giảm sự đóng bánh của than bitum.

Thiết bị oxy hóa một phần có thể được tạo cấu hình là tầng sôi với oxy hoặc oxy được làm giàu làm chất oxy hóa để khí hóa hơn nữa than cacbon ở dạng hạt mịn khó cháy và nhựa đường trong khí tổng hợp.

Thiết bị làm mát khí tổng hợp có thể được tạo cấu hình là thiết bị làm mát tầng sôi tuần hoàn trong để làm mát khí tổng hợp ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1400°C cho đến 300°C đến 500°C trong khi tạo ra hơi nước và hơi nước quá nhiệt. Thiết bị làm mát tốt hơn là giảm thiểu vật liệu, làm giảm sự tắc nghẽn, ăn mòn, bào mòn và các vấn đề duy trì liên quan đến các bề mặt truyền nhiệt do cấu hình tránh tiếp xúc trực tiếp của khí tổng hợp với các bề mặt truyền nhiệt.

Xyclon sau thiết bị làm mát khí tổng hợp có thể được tạo cấu hình để vận hành ở 300°C đến 500°C, và giữ lại một cách hiệu quả hạt mịn than cacbon không được chuyển hóa và giảm thiểu tải cho thiết bị lọc bụi xuôi dòng.

Theo một phương án cụ thể khác, sáng chế đề xuất hệ thống khí hóa than bitum có hàm lượng tro cao, có nhiệt độ nóng chảy tro cao, hệ thống này bao gồm thiết bị khí hóa kết hợp dòng than bitum và dòng chất oxy hóa từ thiết bị khí hóa để tạo ra dòng khí tổng hợp từ thiết bị khí hóa bao gồm loại vật chất không mong muốn ở nồng độ thứ nhất, trong đó thiết bị khí hóa hoạt động trong khoảng nhiệt độ vận hành của thiết bị khí hóa, vận tốc khí bề mặt của thiết bị khí hóa hoạt động, và khoảng giá trị áp suất hoạt động thiết bị khí hóa ở cửa ra của thiết bị khí hóa, thiết bị oxy hóa một phần mà kết hợp dòng khí tổng hợp từ thiết bị khí hóa và dòng chất oxy hóa ở thiết bị oxy hóa một phần để tạo ra dòng khí tổng hợp ở thiết bị oxy hóa một phần bao gồm loại vật chất không mong muốn ở nồng độ thứ hai là thấp hơn so với nồng độ thứ nhất, trong đó thiết bị oxy hóa một phần hoạt động trong nhiệt độ hoạt động của thiết bị oxy hóa một phần, vận tốc khí bề mặt hoạt động của thiết bị oxy hóa một phần, và khoảng giá

trị áp suất hoạt động của thiết bị oxy hóa một phần ở cửa ra của thiết bị oxy hóa một phần, hệ thống loại bỏ loại vật chất không mong muốn mà loại bỏ ít nhất một phần loại vật chất không mong muốn ra khỏi dòng khí tổng hợp ở thiết bị oxy hóa một phần, và thiết bị làm mát khí tổng hợp để làm mát dòng khí tổng hợp ở thiết bị oxy hóa một phần.

Hệ thống khí hóa này có thể còn bao gồm thiết bị nạp hồi tiếp từ hệ thống loại bỏ trở lại thiết bị oxy hóa một phần để tuần hoàn trở lại ít nhất một phần loại vật chất không mong muốn nhờ dòng loại vật chất không mong muốn từ hệ thống loại bỏ đến thiết bị oxy hóa một phần, trong đó thiết bị oxy hóa một phần kết hợp hơi nước và dòng loại vật chất không mong muốn với dòng khí tổng hợp từ thiết bị khí hóa và dòng chất oxy hóa ở thiết bị oxy hóa một phần để tạo ra dòng khí tổng hợp ở thiết bị oxy hóa một phần.

Hệ thống khí hóa này có thể còn bao gồm hệ thống lọc mà dòng khí tổng hợp ở thiết bị oxy hóa một phần được làm mát đi qua đó.

Hệ thống theo sáng chế có thể đạt được hơn 90% sự chuyển hóa cacbon thành khí tổng hợp bằng cách khí hóa than bitum với hàm lượng tro cao hơn 15% theo trọng lượng và có nhiệt độ tro bắt đầu biến dạng cao hơn 1500°C.

Hệ thống này có thể đạt được hơn 98% sự chuyển hóa cacbon thành khí tổng hợp bằng cách khí hóa than bitum với hàm lượng tro cao hơn 15% theo trọng lượng và có nhiệt độ tro bắt đầu biến dạng cao hơn 1500°C.

Thiết bị khí hóa có thể là thiết bị khí hóa vận chuyển tầng sôi tuần hoàn, và thiết bị oxy hóa một phần có thể là thiết bị oxy hóa một phần tầng sôi.

Hơi nước có thể được kết hợp với dòng than bitum và dòng chất oxy hóa từ thiết bị khí hóa để tạo ra dòng khí tổng hợp từ thiết bị khí hóa.

Khoảng nhiệt độ hoạt động của thiết bị khí hóa có thể nằm trong khoảng từ 900°C đến 1100°C, vận tốc khí bề mặt của thiết bị khí hóa hoạt động có thể nằm trong khoảng 3,66 đến 15,24 m/giây (từ 12 đến 50 ft/s), và giá trị áp suất hoạt động của thiết bị khí hóa ở cửa ra của thiết bị khí hóa có thể nằm trong khoảng từ 206842,72 đến 6894757,29 Pa (từ 30 đến 1000 psia).

Nhiệt độ hoạt động của thiết bị oxy hóa một phần có thể nằm trong khoảng từ 1100°C đến 1400°C, vận tốc khí bề mặt hoạt động của thiết bị oxy hóa một phần có thể nằm trong khoảng từ 0,91 đến 1,83 m/giây (từ 3 đến 6 ft/s), và áp suất thiết bị oxy hóa một phần hoạt động ở cửa ra của thiết bị oxy hóa một phần có thể nằm trong khoảng từ 34473,77 đến 241316,51 Pa (từ 5 đến 35 psia) thấp hơn so với khoảng giá trị áp suất của thiết bị khí hóa ở cửa ra của thiết bị khí hóa.

Khoảng nhiệt độ hoạt động của thiết bị khí hóa có thể ít nhất là 350°C thấp hơn so với nhiệt độ bắt đầu biến dạng của tro.

Loại vật chất không mong muốn có thể bao gồm một hoặc nhiều than cacbon, nhựa đường và các hạt mịn.

Trong một phương án làm ví dụ khác, sáng chế đề cập đến phương pháp khí hóa than bitum có hàm lượng tro cao, có nhiệt độ nóng chảy tro cao để đạt được lớn hơn 98% sự chuyển hóa cacbon, phương pháp này bao gồm việc nạp hạt than bitum có cỡ hạt trung bình của nhỏ hơn khoảng 1000 micron vào trong môi trường tầng đặc giàu oxy, ở vị trí nâng thấp hơn của thiết bị khí hóa vận chuyển tầng sôi tuần hoàn, vận hành thiết bị khí hóa ở nhiệt độ tương đối thấp nằm trong khoảng từ 900°C đến 1100°C, nạp than cacbon ở dạng hạt mịn khó cháy và nhựa đường trong khí tổng hợp từ thiết bị khí hóa vào thiết bị oxy hóa một phần, vận hành thiết bị oxy hóa một phần ở nhiệt độ tương đối cao nằm trong khoảng từ 1100°C đến 1400°C để tạo ra khí tổng hợp bổ sung, làm mát khí tổng hợp trong thiết bị làm mát tầng sôi tuần hoàn trong sử dụng môi trường tuần hoàn tro để chuyển nhiệt từ khí tổng hợp đến các bề mặt truyền nhiệt và không có các bề mặt truyền nhiệt tiếp xúc trực tiếp với khí tổng hợp, tách hạt mịn than cacbon và tro khỏi khí tổng hợp trong xyclon hoạt động ở nhiệt độ thấp nằm trong khoảng từ 300°C đến 500°C để giảm tải cho thiết bị lọc bụi xuôi dòng, quay vòng các hạt mịn, nếu cần, vào thiết bị oxy hóa một phần để đạt được chuyển hóa cacbon mong muốn, lọc bụi trong thiết bị lọc bụi để tạo ra dòng khí tổng hợp sạch để xử lý xuôi dòng hơn nữa, và giảm áp bụi từ xyclon và thiết bị lọc để bảo quản và loại bỏ.

Thiết bị khí hóa vận chuyển tầng sôi tuần hoàn có thể hoạt động ở vận tốc khí bề mặt nằm trong khoảng 3,66 đến 15,24 m/giây (từ 12 đến 50 ft/s).

Vận tốc khí cùng với tốc độ tuần hoàn chất rắn và cỡ hạt than được nạp có thể được điều chỉnh để giảm thiểu việc xả ra của than cacbon và tro từ thiết bị khí hóa ở các điều kiện hoạt động bình thường, và than cacbon không phản ứng và tro ra khỏi thiết bị khí hóa cùng với khí tổng hợp.

Nhiệt độ vận hành thiết bị oxy hóa một phần có thể được kiểm soát bằng cách điều chỉnh dòng oxy và tỷ lệ hơi nước so với oxy dựa trên hàm lượng than cacbon và hàm lượng nhựa đường trong khí tổng hợp đi vào thiết bị oxy hóa.

Các mục đích trên đây và các mục đích, các dấu hiệu và ưu điểm khác của sáng chế sẽ được mô tả một cách rõ ràng hơn thông qua phần mô tả chi tiết sáng chế dưới đây kết hợp với hình vẽ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ dạng sơ đồ của hệ thống xử lý than bitum có hàm lượng tro cao, có nhiệt độ nóng chảy tro cao theo phương án được ưu tiên của sáng chế.

Fig.2 là hình vẽ dạng sơ đồ khác của hệ thống xử lý than bitum có hàm lượng tro cao, có nhiệt độ nóng chảy tro cao theo phương án được ưu tiên của sáng chế.

Fig.3 là hình vẽ dạng sơ đồ của quy trình xử lý than bitum có hàm lượng tro cao, có nhiệt độ nóng chảy tro cao theo phương án được ưu tiên của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Để thuận tiện cho việc hiểu các nguyên lý và các dấu hiệu ở các phương án khác nhau của sáng chế, các phương án minh họa khác nhau được mô tả một cách chi tiết dưới đây. Mặc dù các phương án cụ thể của sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết, tuy nhiên cần phải hiểu rằng sáng chế còn bao gồm các phương án khác. Do đó, sáng chế không bị xem là chỉ giới hạn ở các chi tiết về kết cấu và cách bố trí của các thành phần được mô tả trong phần mô tả dưới đây hoặc được minh họa trên các hình vẽ. Sáng chế có thể có các phương án khác và được thực hiện hoặc được tiến hành theo các cách khác nhau. Ngoài ra, trong phần mô tả các phương án minh họa, thuật ngữ cụ thể sẽ được sử dụng để làm rõ sáng chế.

Ngoài ra, cần lưu ý rằng rằng, như được sử dụng trong phần mô tả và yêu cầu bảo hộ kèm theo, các dạng số ít bao gồm cả các dạng số nhiều trừ khi được chỉ ra theo

cách cụ thể khác. Ví dụ, phần mô tả liên quan đến thành phần còn bao gồm tổ hợp của nhiều thành phần. Phần mô tả liên quan đến dạng kết hợp bao gồm một thành phần cấu thành còn bao gồm các thành phần cấu thành khác, ngoài thành phần đã nêu.

Ngoài ra, trong phần mô tả các phương án làm ví dụ, thuật ngữ sẽ được sử dụng để làm rõ sáng chế. Mỗi thuật ngữ được xem là mang nghĩa rộng nhất của nó như được hiểu bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này và bao gồm tất cả các dạng tương đương về kỹ thuật mà hoạt động theo cách tương tự để hoàn thiện mục đích tương tự.

Trong bản mô tả này, các khoảng giá trị có thể được thể hiện là từ “khoảng chừng” hoặc “khoảng” hoặc “cơ bản là” một giá trị cụ thể và/hoặc đến “khoảng chừng” hoặc “khoảng” hoặc “cơ bản là” giá trị cụ thể khác. Khi khoảng giá trị này được thể hiện, các phương án khác làm ví dụ bao gồm từ một giá trị cụ thể và/hoặc đến giá trị cụ thể khác.

Tương tự, như được sử dụng trong bản mô tả này, “về cơ bản là không có” hoặc “gần như không có”, hoặc “về cơ bản là tinh khiết”, và các đặc tính tương tự của than cacbon, có thể bao gồm cả hai nghĩa “ít nhất về cơ bản là không có”, hoặc “ít nhất về cơ bản là tinh khiết”, và là “hoàn toàn không có”, hoặc “hoàn toàn tinh khiết”.

Thuật ngữ “chứa” hoặc “bao gồm” hoặc “gồm có” được dùng để chỉ ít nhất hợp chất, vật chất, hạt, hoặc bước phương pháp được mô tả là có mặt trong thành phần hoặc vật phẩm hoặc phương pháp, nhưng không loại trừ sự có mặt của hợp chất, vật chất, hạt, bước phương pháp khác, thậm trí nếu hợp chất, vật chất, hạt, bước phương pháp khác có cùng chức năng như được mô tả.

Thuật ngữ “dòng” được sử dụng trong bản mô tả này là bao gồm nhiều con đường cho vật chất chuyển dịch từ một vị trí đến vị trí khác. Ví dụ, “dòng than” hoặc “dòng chất oxy hóa” không nhất thiết hàm ý dòng liên tục, hoặc mà dòng dựa trên chất lỏng hoặc chất khí. “Dòng than” được phân phối đến bể chỉ ra rằng than từ bên ngoài bể được vận chuyển vào trong bể, nơi mà than có thể là được khuấy bởi chất lỏng hoặc chất khí, và nơi mà than có thể là các hạt than. Do đó, nơi mà bể kết hợp hai dòng, lại dự tính rằng hai vật chất trộn lẫn trong bể, không cần thiết là các dòng liên tục của vật

chất are được trộn trong bể. Việc phân phối nhờ dòng có thể là không liên tục, rời rạc, hoặc liên tục.

Ngoài ra, cần phải hiểu rằng, phân mô tả đề cập đến một hoặc nhiều bước của phương pháp không loại trừ sự có mặt của bước của phương pháp bổ sung hoặc bước của phương pháp xen vào giữa các bước được xác định rõ ràng. Tương tự, cần phải hiểu rằng, phân mô tả đề cập đến một hoặc nhiều thành phần trong hỗn hợp thành phần không loại trừ sự có mặt của các thành phần bổ sung khác với các thành phần được xác định rõ ràng.

Vật chất được mô tả mà tạo ra các yếu tố khác nhau của sáng chế chỉ là để minh họa và không có ý nghĩa làm giới hạn sáng chế. Các vật chất phù hợp mà sẽ thực hiện cùng chức năng hoặc chức năng tương tự như vật chất được mô tả trong bản mô tả này được hàm ý là bao gồm trong phạm vi của sáng chế. Các vật chất khác không được mô tả trong bản mô tả này có thể bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, ví dụ, vật chất mà được phát triển sau thời điểm tạo ra sáng chế.

Mục đích của sáng chế là khí hóa than bitum với hàm lượng tro cao hơn so với khoảng 15% theo trọng lượng và với nhiệt độ nóng chảy tro cơ bản là cao hơn so với khoảng 1500°C. Sáng chế còn có mục đích để khí hóa than bitum khác với hàm lượng tro cao nằm trong khoảng từ 25 đến 45% theo trọng lượng, nhưng với nhiệt độ nóng chảy tro thấp hơn nằm trong khoảng từ 1150°C đến 1500°C mà không khả thi về kinh tế để khí hóa trong thiết bị khí hóa hiện hành như các thiết bị khí hóa tạo xỉ cuộn theo dòng.

Liên quan đến các hình vẽ Fig.1 và Fig.2, hệ thống khí hóa được ưu tiên đối với than bitum có hàm lượng tro cao, có nhiệt độ nóng chảy tro cao, hệ thống này bao gồm thiết bị khí hóa 100 kết hợp dòng than bitum 120, dòng chất oxy hóa từ thiết bị khí hóa 110, và hơi nước, để tạo ra dòng khí tổng hợp 150, dòng khí tổng hợp 150 bao gồm ít nhất một loại vật chất không mong muốn, ví dụ, than cacbon và/hoặc nhựa đường. Thiết bị khí hóa 100 hoạt động ở khoảng nhiệt độ vận hành thiết bị khí hóa, vận tốc khí bề mặt của thiết bị khí hóa hoạt động, và giá trị áp suất hoạt động của thiết bị khí hóa ở cửa ra của thiết bị khí hóa. Tốt hơn là, nhiệt độ vận hành thiết bị khí hóa nằm trong khoảng từ 900°C đến 1100°C. Tốt hơn là, vận tốc khí bề mặt của thiết bị khí hóa

hoạt động nằm trong khoảng 3,66 đến 15,24 m/giây (từ 12 đến 50 ft/s). Tốt hơn là, giá trị áp suất hoạt động của thiết bị khí hóa ở cửa ra của thiết bị khí hóa nằm trong khoảng từ 206842,72 đến 6894757,29 Pa (từ 30 đến 1000 psia).

Thiết bị oxy hóa một phần 200 nhận dòng khí tổng hợp 150 và chuyển hóa ít nhất một phần loại vật chất không mong muốn thành dòng khí tổng hợp 230. Thiết bị oxy hóa một phần kết hợp dòng khí tổng hợp 150 với chất oxy hóa ở thiết bị oxy hóa một phần và dòng hơi nước 210, và dòng hạt tầng được gom (vật chất tầng) 260 từ hệ thống loại bỏ loại vật chất không mong muốn 250. Thiết bị oxy hóa một phần 200 còn xúc tiến khí hóa hơi nước và các phản ứng khí hóa khác trong chuyển hóa một phần loại vật chất không mong muốn thành khí tổng hợp. Thiết bị oxy hóa một phần 200 hoạt động ở nhiệt độ hoạt động của thiết bị oxy hóa một phần, vận tốc khí bề mặt hoạt động của thiết bị oxy hóa một phần, và khoảng giá trị áp suất hoạt động của thiết bị oxy hóa một phần ở cửa ra của thiết bị oxy hóa một phần. Tốt hơn là, nhiệt độ hoạt động của thiết bị oxy hóa một phần nằm trong khoảng từ 1100°C đến 1400°C. Tốt hơn là, vận tốc khí bề mặt hoạt động của thiết bị oxy hóa một phần nằm trong khoảng từ 0,91 đến 1,83 m/giây (từ 3 đến 6 ft/s). Tốt hơn là, áp suất thiết bị oxy hóa một phần hoạt động ở cửa ra của thiết bị oxy hóa một phần nằm trong khoảng từ 34473,77 đến 241316,51 Pa (từ 5 đến 35 psia) thấp hơn so với khoảng giá trị áp suất của thiết bị khí hóa ở cửa ra của thiết bị khí hóa.

Do thiết bị oxy hóa một phần giai đoạn thứ hai 200 dựa vào hoạt động tầng sôi với hàm lượng than cacbon giảm nhiều để hạn chế hoặc tránh hình thành xỉ khô, xyclon giai đoạn thứ nhất 130 có thể được sử dụng trong thiết bị khí hóa vận chuyển giai đoạn thứ nhất 100 để hạn chế ra khỏi các hạt than cacbon lớn hơn so với, ví dụ, khoảng 50 micron, mà được gom trong xyclon giai đoạn thứ nhất 130 và duy trì trong vật chất tầng tuần hoàn để phản ứng hơn nữa trong vùng giàu chất oxy hóa của thiết bị khí hóa 100.

Hệ thống loại bỏ loại vật chất không mong muốn 250 nhận dòng khí tổng hợp 230, và loại bỏ ít nhất một phần loại vật chất không mong muốn ra khỏi dòng khí tổng hợp 230, mà loại vật chất không mong muốn có thể bao gồm than cacbon và nhựa

đường, trong số các loại khác. Trong phương án được ưu tiên, hệ thống 250 bao gồm xyclon giai đoạn thứ hai 250.

Dòng hạt ở tầng được gom 260 đi từ hệ thống loại bỏ quay về thiết bị oxy hóa một phần làm quay trở về ít nhất một phần loại vật chất không mong muốn từ hệ thống loại 250 vào thiết bị oxy hóa một phần 200.

Dòng khí tổng hợp 240 ra khỏi xyclon giai đoạn thứ hai 250 bao gồm tro hữu như mịn và bụi mịn than cacbon không phản ứng bất kỳ. Dòng khí tổng hợp tương đối nóng 240 mà sẽ ở trong nhiệt độ hoạt động của thiết bị oxy hóa một phần khi đó đi vào thiết bị làm mát khí tổng hợp 300 để làm mát khí tổng hợp từ xyclon giai đoạn thứ hai 250/thiết bị oxy hóa một phần 200. Thiết bị làm mát khí tổng hợp 300 làm mát dòng khí tổng hợp 240 đến khoảng nhiệt độ của thiết bị làm mát khí tổng hợp. Tốt hơn là, nhiệt độ của thiết bị làm mát khí tổng hợp nằm trong khoảng từ 300°C đến 500°C, và thiết bị làm mát khí tổng hợp 300 tạo ra hơi nước và gia nhiệt quá mức cho hơi nước trong khi làm mát khí tổng hợp.

Xyclon thứ ba 350 có thể được bố trí xuôi dòng với thiết bị làm mát khí tổng hợp 300, và có hiệu quả trong việc gom than cacbon không phản ứng từ cửa vào dòng khí tổng hợp 330 do nó hoạt động ở nhiệt độ thấp hơn và tải cao hơn do tro dạng hạt mịn đi qua thiết bị làm mát khí tổng hợp 300.

Dòng khí tổng hợp 360 ra khỏi xyclon thứ ba 350 có thể đi vào hệ thống lọc 400. Tốt hơn là, hệ thống lọc 400 có thể giảm nồng độ bụi ở cửa vào của hệ thống 400 đến khoảng giá trị lọc ở cửa ra của hệ thống 400, tạo ra dòng khí tổng hợp hầu như không có bụi 450 dùng cho việc sử dụng sau đó. Tốt hơn là, hệ thống lọc 400 lọc đến nồng độ bụi ở cửa ra dòng khí tổng hợp 450 từ hệ thống 400 nằm trong khoảng từ 0,1 ppmw đến 1 ppmw.

Các hạt mịn từ hệ thống lọc 400 có thể được gom trong bể nhận các hạt mịn 500 và được bố trí thông qua dòng 550 sau khi làm mát thêm nữa và giảm áp sử dụng, ví dụ, hệ thống giảm áp liên tục hạt tro mịn (CFAD) 510 được bộc lộ trong patent Mỹ số US 8,066,789. Một phần các hạt mịn được gom 380 từ xyclon thứ ba 350 có thể được tuần hoàn trở lại vào thiết bị oxy hóa một phần 200 và/hoặc được làm mát và

được giảm áp thông qua hệ thống CFAD khác 510 làm dòng 370 và được bố trí thông qua dòng 550.

Cụ thể hơn, thiết bị khí hóa 100 hoạt động làm thiết bị khí hóa vận chuyển tầng sôi tuần hoàn xử lý việc nạp các hạt than thấp hơn kích cỡ trung bình bằng khoảng 1000 micron, với cỡ hạt trung bình khối ưu tiên là nằm trong khoảng từ 150 đến 300 micron tùy thuộc vào khả năng phản ứng của than bitum. Các phần khác nhau và chức năng của thiết bị khí hóa vận chuyển được mô tả trong patent Mỹ số US 7,771,585 và công bố patent Mỹ số 2011-0146152. Dòng chất oxy hóa từ thiết bị khí hóa 110, ví dụ, tốt hơn là oxy và/hoặc không khí, được bổ sung cho thiết bị khí hóa để phản ứng một phần với các hạt cacbon tạo ra năng lượng nhiệt cần thiết đối với các phản ứng khí hóa và để duy trì nhiệt độ thiết bị khí hóa. Trong một phương án làm ví dụ, việc sử dụng không khí được làm giàu cải thiện tính kinh tế bằng cách trộn oxy từ cơ cấu tách không khí mà có thể được bố trí trong nhà thiết bị khí hóa thổi không khí để đề xuất nitơ đối với các mục đích làm trơ. Nhiệt độ vận hành của thiết bị khí hóa là tương đối thấp và nằm trong khoảng từ 900°C đến 1100°C. Áp suất hoạt động của thiết bị khí hóa tốt hơn là nằm trong khoảng từ 206842,72 đến 6894757,29 Pa (từ 30 đến 1000 psia).

Để khí hóa than bitum trong thiết bị khí hóa vận chuyển, dòng than 120 được nạp vào vùng có dạng nón của phần ống nạp đứng thấp hơn ở thiết bị khí hóa 100 do vậy mà các hạt than dưới điều kiện lực trơ của các vòi nạp và trọng lực bắt đầu sẽ giảm hướng xuống dưới và đi vào tiếp xúc với dòng chất oxy hóa từ thiết bị khí hóa 110 từ đáy của thiết bị khí hóa. Do các hạt than được nạp vào bắt đầu làm nóng trong môi trường oxy, thiên hướng đóng bánh của than được giảm thiểu. Hơn nữa, dòng than 120 được nạp vào với điểm hướng xuống dưới theo phễu tiếp tuyến và dòng tương tác với các phần rắn chảy hướng xuống dưới dọc theo thành của thiết bị khí hóa. Tương tác này làm tăng tốc độ tuần hoàn chất rắn hướng về đáy của thiết bị khí hóa và cải thiện khả năng phân tán của chất oxy hóa và hơi nước được nạp vào từ đáy của thiết bị khí hóa. Việc trộn than và các hạt rắn tuần hoàn làm loãng nồng độ của các hạt than mới và giảm thiểu khả năng đóng bánh các hạt than làm bám dính vào nhau để hình thành khối kết tụ.

Theo một phương án khác của sáng chế, than có thể còn được nạp vào trong phần ống nạp đứng của vòng bít kín 140, trong đó than đóng bánh có thể được trộn với khoảng 100 lần trọng lượng của các phần rắn tuần hoàn để giảm cơ hội đóng bánh các hạt than làm hình thành kết tụ. Biện pháp khác nữa để khắc phục xu hướng đóng bánh than mạnh là bổ sung lượng nhỏ chất oxy hóa, ví dụ oxy, vào khí chuyển tải than. Oxy được nạp vào trong ống nạp đứng của vòng bít kín 140 sẽ được tạo phân tán nhanh bởi các phần rắn tuần hoàn do vậy mà việc tăng nhiệt độ bất kỳ gần điểm nạp than sẽ được giảm thiểu.

Hơi nước có thể được bổ sung vào trong vùng dạng nón và các vùng khác của thiết bị khí hóa để điều chỉnh một phần nhiệt độ thiết bị khí hóa và còn phản ứng với các hạt than để sản xuất ra khí tổng hợp. Nhiệt độ thiết bị khí hóa còn được điều chỉnh bởi việc quay vòng các phần rắn từ ống đứng. Vận tốc khí cùng với tốc độ tuần hoàn chất rắn và cỡ hạt than được nạp có thể được điều chỉnh để giảm thiểu việc xả ra của tro hoặc các loại vật chất không mong muốn khác từ thiết bị khí hóa ở các điều kiện hoạt động bình thường. Dưới hoạt động này, than cacbon dư (không phản ứng) sẽ bẫy với khí tổng hợp ra khỏi thiết bị khí hóa và được nạp vào trong thiết bị oxy hóa một phần giai đoạn thứ hai 200 để chuyển hóa thêm nữa.

Than cacbon được tạo ra trong thiết bị khí hóa 100 tùy thuộc vào việc khí hóa của than bitum là rất khó cháy theo bản chất và khó chuyển hóa thành khí tổng hợp hữu dụng ở các điều kiện hoạt động tương đối thấp của thiết bị khí hóa vận chuyển giai đoạn thứ nhất. Quá trình khí hóa trong thiết bị khí hóa 100 còn tạo ra nhựa đường do các điều kiện hoạt động bị hạn chế. Thiết bị oxy hóa một phần giai đoạn thứ hai 200, mà có thể là bình phản ứng tầng sôi khác, nhận khí tổng hợp nóng mang một cách tiềm năng lượng chủ yếu của hạt mịn khó cháy các hạt than cacbon và các thành phần hữu cơ lớn khác mà sẽ trở thành nhựa đường khi khí tổng hợp được làm mát để hạ thấp khoảng 250°C. Các thành phần hữu cơ lớn này để chỉ chung trong bản mô tả này đôi khi là phân đoạn nhựa đường trong khí tổng hợp. Phân đoạn nhỏ của chất oxy hóa (không khí, không khí được làm giàu hoặc oxy) và hơi nước thông qua dòng 210 có thể được bổ sung vào thiết bị oxy hóa một phần để chuyển hóa bằng nhiệt thêm nữa than cacbon không phản ứng và nhựa đường.

Nhiệt độ vận hành của thiết bị oxy hóa một phần giai đoạn thứ hai là tương đối cao và có thể nằm trong khoảng từ 1100°C đến 1400°C hoặc lên đến 100°F thấp hơn so với nhiệt độ bắt đầu biến dạng của tro. Áp suất hoạt động của thiết bị oxy hóa một phần có thể nằm trong khoảng từ 34473,77 đến 241316,51 Pa (từ 5 đến 35 psia) thấp hơn so với khoảng giá trị áp suất của thiết bị khí hóa giai đoạn thứ nhất 100. Nhiệt độ thiết bị oxy hóa một phần được duy trì bằng cách điều chỉnh dòng chất oxy hóa và tỷ lệ hơi nước so với oxy trong dòng 210 dựa trên hàm lượng than cacbon và hàm lượng nhựa đường trong cửa vào dòng khí tổng hợp. Thiết bị oxy hóa một phần giai đoạn thứ hai có thể hoạt động trong cơ chế tạo tầng sôi hỗn loạn và vận tốc khí bề mặt có thể nằm trong khoảng từ 0,91 đến 1,83 m/giây (từ 3 đến 6 ft/s) để giảm thiểu độ cao của thiết bị oxy hóa một phần và tối đa hóa thời gian lưu trú khí.

Các hạt than cacbon riêng ở nhiệt độ cơ bản là cao hơn so với tầng khối trong thiết bị khí hóa tầng sôi do oxy hóa bề mặt của các hạt than cacbon. Điều này có thể có nhiều khả năng dẫn đến kết tụ và hình thành xỉ khô thậm trí khi nhiệt độ khối thiết bị khí hóa nằm trong khoảng từ 100°C thấp hơn so với nhiệt độ bắt đầu biến dạng của tro. Ngoài ra, nồng độ than cacbon là tương đối cao trong tầng sôi khi khí hóa than có khả năng hoạt động thấp. Chất oxy hóa được bổ sung cho thiết bị khí hóa sẽ được tiêu thụ nhanh trong thể tích tương đối nhỏ của thiết bị khí hóa, có nhiều khả năng dẫn đến các điểm nóng và hình thành xỉ khô. Để trả lời cho các vấn đề này, trong phương án được ưu tiên của sáng chế, nhiệt độ vận hành trong thiết bị khí hóa vận chuyển giai đoạn thứ nhất sẽ nhiều hơn khoảng 400°C thấp hơn so với nhiệt độ bắt đầu biến dạng của tro để hạn chế nếu không hoàn toàn tránh hình thành xỉ khô.

Nhiệt độ vận hành trong thiết bị oxy hóa một phần giai đoạn thứ hai có thể là cao hơn so với trong thiết bị khí hóa vận chuyển giai đoạn thứ nhất. Nhiệt độ được ưu tiên hoạt động trong thiết bị oxy hóa một phần giai đoạn thứ hai có thể nằm trong khoảng từ 30°C đến 50°C thấp hơn so với nhiệt độ bắt đầu biến dạng của tro, nhưng tốt hơn là không vượt quá khoảng 1400°C. Nhiệt độ cao hơn này đảm bảo việc chuyển hóa chủ yếu của hạt mịn than cacbon và nhựa đường trong giai đoạn thứ hai.

Thiết bị oxy hóa một phần giai đoạn thứ hai dựa vào hoạt động tầng sôi với hàm lượng than cacbon giảm nhiều để hạn chế hoặc tránh hình thành xỉ khô. Thiết kế

của xyclon giai đoạn thứ nhất 130 trong thiết bị khí hóa vận chuyển giai đoạn thứ nhất có ý nghĩa thực tế đảm bảo rằng các hạt than cacbon lớn hơn so với khoảng 50 micron được gom và duy trì trong vật chất tầng tuần hoàn để phản ứng hơn nữa trong vùng giàu chất oxy hóa. Lượng than cacbon được tạo ra có thể nằm trong khoảng từ 10 đến 20% theo trọng lượng của than cacbon mà được nạp vào trong thiết bị khí hóa vận chuyển giai đoạn thứ nhất. Chỉ phân đoạn tương đối nhỏ của hạt mịn than cacbon được tạo ra và không được gom bởi thiết bị khí hóa xyclon giai đoạn thứ nhất được nạp vào (nhờ dòng khí tổng hợp 150) vào trong thiết bị oxy hóa một phần giai đoạn thứ hai nơi mà ít nhất một phần của nó được chuyển hóa thành khí tổng hợp. Phân đoạn tương đối nhỏ của hạt mịn than cacbon mà không được chuyển hóa trong thiết bị oxy hóa một phần giai đoạn thứ hai ra khỏi giai đoạn thứ hai nhờ dòng 240 cùng với khí tổng hợp. Các yếu tố này làm giảm đến mức tối thiểu sự tích tụ đến không có than cacbon trong thiết bị oxy hóa một phần giai đoạn thứ hai 200 và nồng độ than cacbon trong tầng có thể nhỏ hơn khoảng 0,2% theo trọng lượng. Ở nồng độ than cacbon thấp này trong tầng sôi giai đoạn thứ hai, khả năng là rất thấp đối với các hạt than cacbon nóng để va vào nhau và tạo ra hạt lớn hơn và cuối cùng thì dẫn đến xỉ khô.

Hơn nữa, tất cả các hạt tro tương đối lớn nằm trong khoảng từ 10 đến 500 micron trong tầng sôi giai đoạn thứ hai gần như ở cùng nhiệt độ khối. Do các hạt tro có mặt trong vượt quá nhiều so với hạt mịn than cacbon (nhỏ hơn khoảng 0,2% theo trọng lượng) và nhựa đường, chúng sẽ dừng nhanh nhiệt độ bề mặt cao của hạt mịn than cacbon do nó được oxy hóa một phần. Từ đây, thiết bị oxy hóa một phần tầng sôi giai đoạn thứ hai có thể có tối thiểu đến không có các điểm nóng và có thể được hoạt động ở nhiệt độ cao hơn nhiều so với thiết bị khí hóa 100 không có rủi ro là tạo ra xỉ khô hoặc kết tụ.

Sự có mặt của các hạt tro trong tầng sôi giai đoạn thứ hai được duy trì với xyclon giai đoạn thứ hai 250 để gom các hạt được bẫy trong dòng khí tổng hợp 230 mà ra khỏi thiết bị oxy hóa một phần tầng sôi giai đoạn thứ hai. Các hạt ở tầng được gom có thể được tuần hoàn trở lại thông qua dòng hạt ở tầng được gom 260 vào tầng sôi giai đoạn thứ hai. Kiểm nghiệm tầng dư thừa có thể được loại bỏ thông qua dòng 220 để loại bỏ sau khi làm mát và giảm áp. Dòng khí tổng hợp 240 ra khỏi xyclon giai đoạn thứ hai 250 bao gồm tro hầu như mịn và bụi mịn than cacbon không phản ứng

bất kỳ. Dòng khí tổng hợp nóng 240 mà có thể nhiệt độ lên đến 1400°C khi đó đi vào thiết bị làm mát khí tổng hợp 300.

Thiết bị làm mát khí tổng hợp 300 có thể bao gồm thiết bị làm mát tầng sôi tuần hoàn trong nhiều giai đoạn (ICFB) để khí hóa than bitum có hàm lượng tro cao, có nhiệt độ nóng chảy tro cao. Thiết bị làm mát nhiều giai đoạn ICFB được bộc lộ trong công bố đơn Mỹ số US 2004-0100902. Thiết bị làm mát ICFB 300 làm mát khí tổng hợp đến nhiệt độ được ưu tiên nằm trong khoảng từ 300°C đến 500°C để tạo ra hơi nước và để gia nhiệt quá mức cho hơi nước trong khi làm mát khí tổng hợp. Trong thiết bị làm mát ICFB, khí tổng hợp có thể được làm mát sử dụng môi trường tuần hoàn tro 310 để chuyển nhiệt từ khí tổng hợp đến các bề mặt truyền nhiệt 320 tốt hơn là không có các bề mặt truyền nhiệt tiếp xúc trực tiếp với khí tổng hợp. Kết quả là, thiết bị làm mát khí tổng hợp ICFB là hiệu quả hơn nhiều so với thiết bị làm mát thông thường trong việc khắc phục vấn đề làm tắc nghẽn, ăn mòn, bào mòn và các vấn đề bảo trì.

Xyclon thứ ba 350 xuôi dòng với thiết bị làm mát khí tổng hợp là có hiệu quả trong việc gom than cacbon không phản ứng do nó hoạt động ở nhiệt độ thấp hơn và tải cao hơn do tro dạng hạt mịn đi qua thiết bị làm mát khí tổng hợp ICFB. Tính hiệu quả thu hồi than cacbon của xyclon có thể được tăng bằng cách duy trì tỷ lệ khối lượng của các hạt tro to than cacbon không phản ứng của ít nhất 10 trong dòng khí tổng hợp 330 ở cửa vào của xyclon. Tải mong muốn ở cửa vào của xyclon có thể đạt được bằng cách lựa chọn một cách thích hợp phân bố kích cỡ của môi trường tro trong thiết bị làm mát ICFB và điều chỉnh thiết bị làm mát vận tốc khí bề mặt. Một phần của than cacbon được gom cùng với vật chất tro dạng hạt mịn có thể được bổ sung làm dòng 380 vào đáy của thiết bị oxy hóa một phần giai đoạn thứ hai 200 như mong muốn chuyển hóa thêm nữa than cacbon và tăng chuyển hóa tổng thể cacbon. Ngoài ra, hiệu quả gom cao của xyclon lạnh làm giảm tải cho thiết bị lọc bụi 400 và hệ thống xử lý hạt mịn tro 500 xuôi dòng.

Thiết bị lọc bụi 400 có thể bao gồm lọc bằng tấm ngăn để loại bỏ ít nhất một phần của hạt mịn còn lại. Hạt mịn bụi có thể được lọc với, ví dụ, lọc nền gốm hoặc kim loại thêu kết mà có thể duy trì nhiệt độ quy trình. Nền có thể giảm khoảng 4,000

đến 20,000 phần triệu theo trọng lượng (parts per million by weight - ppmw) nồng độ bụi ở cửa vào của cơ cấu 400 đến 0,1 ppmw đến 1 ppmw ở cửa ra của cơ cấu, sản xuất ra khí tổng hợp hầu như không có bụi 450 đối với thành phẩm xuôi dòng. Các hạt mịn có thể được gom trong bể nhận các hạt mịn 500 và được bố trí thông qua dòng 550 sau khi làm mát thêm nữa và giảm áp sử dụng, ví dụ, hệ thống giảm áp liên tục hạt tro mịn (Continuous Fine Ash Depressurization - CFAD) 510 được bộc lộ trong patent Mỹ số 8,066,789. Các hạt mịn từ xyclon thứ ba 350 có thể còn được làm mát và được giảm áp thông qua hệ thống CFAD khác 510 để sản xuất ra dòng 370 mà có thể được bố trí thông qua dòng 550.

Như được thể hiện trên Fig.3, phương pháp được ưu tiên để khí hóa than bitum có hàm lượng tro cao, có nhiệt độ nóng chảy tro cao để đạt được lớn hơn 90% sự chuyển hóa cacbon, bao gồm phần khí hóa 1000 là tổ hợp của dòng than bitum, dòng chất oxy hóa từ thiết bị khí hóa, và hơi nước, để tạo ra dòng khí tổng hợp, dòng khí tổng hợp bao gồm ít nhất một loại vật chất không mong muốn, ví dụ, than cacbon và/hoặc nhựa đường. Bước khác nữa bao gồm oxy hóa một phần 1100 dòng khí tổng hợp từ bước 1000 và chuyển hóa ít nhất một phần loại vật chất không mong muốn thành dòng khí tổng hợp. Oxy hóa một phần 1100 bao gồm kết hợp dòng khí tổng hợp từ bước 1000 với dòng chất oxy hóa ở thiết bị oxy hóa một phần và dòng hơi nước, và dòng hạt ở tầng được gom từ bước loại loại vật chất không mong muốn 1200.

Bước loại loại vật chất không mong muốn 1200 bao gồm việc nhận dòng khí tổng hợp từ bước 1100, và loại đi ít nhất một phần loại vật chất không mong muốn cùng với tầng vật chất trơ được rửa sạch từ dòng khí tổng hợp, mà loại vật chất không mong muốn có thể bao gồm than cacbon và nhựa đường, trong số các loại khác.

Bước ra khỏi dòng khí tổng hợp 1200 bao gồm tro hầu như mịn và bụi mịn than cacbon không phản ứng bất kỳ. Dòng khí tổng hợp tương đối nóng khi đó đi vào bước làm mát cơ cấu khí tổng hợp 1300 để làm mát khí tổng hợp từ bước 1100/1200. Bước làm mát cơ cấu khí tổng hợp 1300 làm mát dòng khí tổng hợp.

Thiết bị làm mát dòng khí tổng hợp đi vào xyclon thứ ba để tiếp tục loại bỏ (bước 1400) hạt mịn tro và hạt than mịn không phản ứng từ dòng khí tổng hợp. Tính hiệu quả của xyclon thứ ba cao hơn nhiều so với xyclon thứ hai do nó hoạt động ở

hiệt độ thấp hơn nhiều. Một phần các hạt mịn được gom ở bước 1400 được tuần hoàn trở lại để được tiếp tục oxy hóa một phần nữa trong bước 1100. Dòng khí tổng hợp ra khỏi xyclon thứ ba có thể đi vào bước lọc 1500. Tốt hơn là, bước lọc 1500 có thể giảm nồng độ bụi để tạo ra dòng khí tổng hợp hầu như không có bụi.

Bước bố trí các hạt mịn 1600 có thể được áp dụng sau khi làm mát thêm nữa và giảm áp bằng cách sử dụng, ví dụ, hệ thống CFAD.

Các đặc tính và ưu điểm khác nhau của sáng chế đã được mô tả trên đây, cùng với các chi tiết về cấu trúc và chức năng. Mặc dù sáng chế đã được mô tả theo một số dạng, tuy nhiên hiển nhiên là người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này có thể thực hiện được các biến đổi, bổ sung, và loại bỏ, đặc biệt là đối với hình dạng, kích cỡ, và cách bố trí của các thành phần, tương đương với các phương án theo sáng chế như trong yêu cầu bảo hộ dưới đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống khí hóa than bitum có hàm lượng tro cao, có nhiệt độ nóng chảy tro cao, hệ thống này bao gồm:

thiết bị khí hóa mà kết hợp dòng than bitum và dòng chất oxy hóa từ thiết bị khí hóa để tạo ra dòng khí tổng hợp từ thiết bị khí hóa bao gồm các loại vật chất không mong muốn ở nồng độ thứ nhất, trong đó thiết bị khí hóa hoạt động trong khoảng nhiệt độ hoạt động của thiết bị khí hóa, khoảng vận tốc khí bề mặt hoạt động của thiết bị khí hóa, và khoảng giá trị áp suất hoạt động của thiết bị khí hóa ở cửa ra của thiết bị khí hóa;

thiết bị oxy hóa một phần mà kết hợp dòng khí tổng hợp từ thiết bị khí hóa và dòng chất oxy hóa ở thiết bị oxy hóa một phần để tạo ra dòng khí tổng hợp ở thiết bị oxy hóa một phần bao gồm các loại vật chất không mong muốn ở nồng độ thứ hai là thấp hơn so với nồng độ thứ nhất, trong đó thiết bị oxy hóa một phần hoạt động trong khoảng nhiệt độ hoạt động của thiết bị oxy hóa một phần, khoảng vận tốc khí bề mặt hoạt động của thiết bị oxy hóa một phần, và khoảng giá trị áp suất hoạt động của thiết bị oxy hóa một phần ở cửa ra của thiết bị oxy hóa một phần;

hệ thống loại bỏ các loại vật chất không mong muốn mà loại bỏ ít nhất một phần loại vật chất không mong muốn ra khỏi dòng khí tổng hợp ở thiết bị oxy hóa một phần; và

thiết bị làm mát khí tổng hợp để làm mát dòng khí tổng hợp ở thiết bị oxy hóa một phần; và

hệ thống lọc để lọc dòng khí tổng hợp được làm mát một phần qua đó; và

trong đó thiết bị nạp hồi tiếp từ hệ thống loại bỏ trở lại thiết bị oxy hóa một phần để tuần hoàn trở lại ít nhất một phần các loại vật chất không mong muốn nhờ dòng các loại vật chất không mong muốn từ hệ thống loại bỏ đến thiết bị oxy hóa một phần, trong đó thiết bị oxy hóa một phần kết hợp hơi nước và dòng các loại vật chất không mong muốn với dòng khí tổng hợp từ thiết bị khí hóa và dòng chất oxy hóa ở thiết bị oxy hóa một phần để tạo ra dòng khí tổng hợp ở thiết bị oxy hóa một phần.

2. Hệ thống khí hóa theo điểm 1, hệ thống này còn bao gồm thiết bị nạp hồi tiếp từ hệ thống loại bỏ trở lại thiết bị oxy hóa một phần để tuần hoàn trở lại ít nhất một phần loại vật chất không mong muốn nhờ dòng các loại vật chất không mong muốn từ hệ thống loại bỏ đến thiết bị oxy hóa một phần, trong đó thiết bị oxy hóa một phần kết hợp hơi nước và dòng loại vật chất không mong muốn với dòng khí tổng hợp từ thiết bị khí hóa và dòng chất oxy hóa ở thiết bị oxy hóa một phần để tạo ra dòng khí tổng hợp ở thiết bị oxy hóa một phần.
3. Hệ thống khí hóa theo điểm 1, trong đó hệ thống đạt được khoảng hơn 98% sự chuyển hóa cacbon thành khí tổng hợp bằng cách khí hóa than bitum với hàm lượng tro cao hơn khoảng 15% theo trọng lượng và tro này có nhiệt độ bắt đầu biến dạng trên khoảng 1500°C.
4. Hệ thống khí hóa theo điểm 1, trong đó thiết bị khí hóa là thiết bị khí hóa vận chuyển tầng sôi tuần hoàn, và trong đó thiết bị oxy hóa một phần là thiết bị oxy hóa một phần tầng sôi.
5. Hệ thống khí hóa theo điểm 1, trong đó hơi nước được kết hợp với dòng than bitum và dòng chất oxy hóa từ thiết bị khí hóa để tạo ra dòng khí tổng hợp từ thiết bị khí hóa.
6. Hệ thống khí hóa theo điểm 1, trong đó khoảng nhiệt độ hoạt động của thiết bị khí hóa nằm trong khoảng từ 900°C đến 1100°C, khoảng vận tốc khí bề mặt hoạt động của thiết bị khí hóa nằm trong khoảng từ 3,66 đến 15,24 m/giây (từ 12 đến 50 ft/s), và khoảng giá trị áp suất hoạt động của thiết bị khí hóa ở cửa ra của thiết bị khí hóa nằm trong khoảng từ 206842,72 đến 6894757,29 Pa (từ 30 đến 1000 psia).
7. Hệ thống khí hóa theo điểm 1, trong đó khoảng nhiệt độ hoạt động của thiết bị oxy hóa một phần nằm trong khoảng từ 1100°C đến 1400°C, khoảng vận tốc khí bề mặt hoạt động của thiết bị oxy hóa một phần nằm trong khoảng từ 0,91 đến 1,83m/giây (từ 3 đến 6ft/s), và khoảng giá trị áp suất hoạt động của thiết bị oxy hóa một phần ở cửa ra của thiết bị oxy hóa một phần nằm trong khoảng từ 34473,77 đến 241316,51 Pa (từ 5 đến 35 psia) thấp hơn so với khoảng giá trị áp suất của thiết bị khí hóa ở cửa ra của thiết bị khí hóa.

8. Hệ thống khí hóa theo điểm 3, trong đó khoảng nhiệt độ vận hành của thiết bị khí hóa ít nhất là 350°C thấp hơn so với nhiệt độ bắt đầu biến dạng của tro.
9. Hệ thống khí hóa theo điểm 1, trong đó loại vật chất không mong muốn bao gồm than cacbon.
10. Hệ thống khí hóa theo điểm 1, trong đó loại vật chất không mong muốn bao gồm nhựa đường.
11. Hệ thống khí hóa theo điểm 1, trong đó loại vật chất không mong muốn bao gồm các hạt tro mịn.
12. Hệ thống khí hóa theo điểm 1, trong đó hệ thống đạt được khoảng hơn 90% sự chuyển hóa cacbon thành khí tổng hợp bằng cách khí hóa than bitum với hàm lượng tro cao hơn khoảng 15% theo trọng lượng.
13. Hệ thống khí hóa theo điểm 1, trong đó thiết bị khí hóa được tạo kết cấu dưới dạng thiết bị khí hóa vận chuyển tầng sôi tuần hoàn với hạt than bitum có cỡ hạt trung bình nằm trong khoảng từ 150 đến 300 micron được nạp tiếp tuyến vào trong tầng đặc và trong vùng ở vị trí thấp giàu oxy của thiết bị khí hóa.
14. Hệ thống khí hóa theo điểm 1, trong đó thiết bị khí hóa được cấu hình dưới dạng thiết bị khí hóa vận chuyển tầng sôi tuần hoàn bao gồm vùng ở vị trí thấp giàu oxy và vòng kín khít bao gồm bộ nâng;
 trong đó than bitum được cấp vào tầng đặc và ở vùng ở vị trí thấp giàu oxy của thiết bị khí hóa; và
 trong đó than bitum nung được cấp vào trong bộ nâng của vòng kín của thiết bị khí hóa vận chuyển tầng sôi tuần hoàn với tốc độ tuần hoàn chất rắn ít nhất bằng 100 lần tốc độ nạp than bitum để hạn chế việc hình thành khối kết tủa;
15. Hệ thống khí hóa theo điểm 1, trong đó hệ thống loại bỏ các loại vật chất không mong muốn bao gồm xyclon sau thiết bị làm mát khí tổng hợp để phân tách các loại vật chất không mong muốn ra khỏi dòng khí tổng hợp của thiết bị oxy hóa một phần;
 trong đó các loại vật chất không mong muốn bao gồm than cacbon mịn và tro;
 và

trong đó xyclon vận hành trong khoảng từ khoảng 300°C đến 500°C và phân tách than cacbon mịn và tro từ dòng khí tổng hợp của thiết bị oxy hóa một phần ra khỏi thiết bị làm mát khí tổng hợp để làm giảm tải trọng cho hệ thống lọc phía sau.

16. Hệ thống khí hóa theo điểm 15, trong đó thiết bị làm mát khí tổng hợp bao gồm thiết bị làm mát tầng sôi tuần hoàn bên trong sử dụng môi trường tuần hoàn trở để truyền nhiệt từ dòng khí tổng hợp của thiết bị oxy hóa một phần đến các bề mặt truyền nhiệt mà không để các bề mặt truyền nhiệt tiếp xúc trực tiếp với dòng khí tổng hợp của thiết bị oxy hóa một phần.

17. Hệ thống khí hóa theo điểm 16, hệ thống này còn bao gồm thiết bị nạp hồi tiếp từ hệ thống loại bỏ trở lại thiết bị oxy hóa một phần để tuần hoàn trở lại ít nhất một phần loại vật chất không mong muốn nhờ dòng các loại vật chất không mong muốn từ xyclon đến thiết bị oxy hóa một phần, trong đó thiết bị oxy hóa một phần kết hợp hơi nước và dòng loại vật chất không mong muốn với dòng khí tổng hợp từ thiết bị khí hóa và dòng chất oxy hóa ở thiết bị oxy hóa một phần để tạo ra dòng khí tổng hợp ở thiết bị oxy hóa một phần.

18. Hệ thống khí hóa theo điểm 16, hệ thống này còn bao gồm thiết bị nạp hồi tiếp từ hệ thống loại bỏ trở lại thiết bị oxy hóa một phần để tuần hoàn trở lại ít nhất một phần loại vật chất không mong muốn nhờ dòng các loại vật chất không mong muốn từ xyclon đến thiết bị oxy hóa một phần, trong đó lượng các loại không mong muốn tuần hoàn đến thiết bị oxy hóa một phần đạt được phần trăm sự chuyển hóa cacbon mong muốn.

19. Hệ thống khí hóa theo điểm 17, trong đó các loại vật chất không mong muốn được lọc trong hệ thống lọc để tạo ra dòng khí tổng hợp sạch cho quá trình xử lý tiếp sau đó.

20. Hệ thống khí hóa theo điểm 19, trong đó các loại vật chất không mong muốn được làm giảm áp từ xyclon và hệ thống lọc để lưu trữ và loại bỏ.

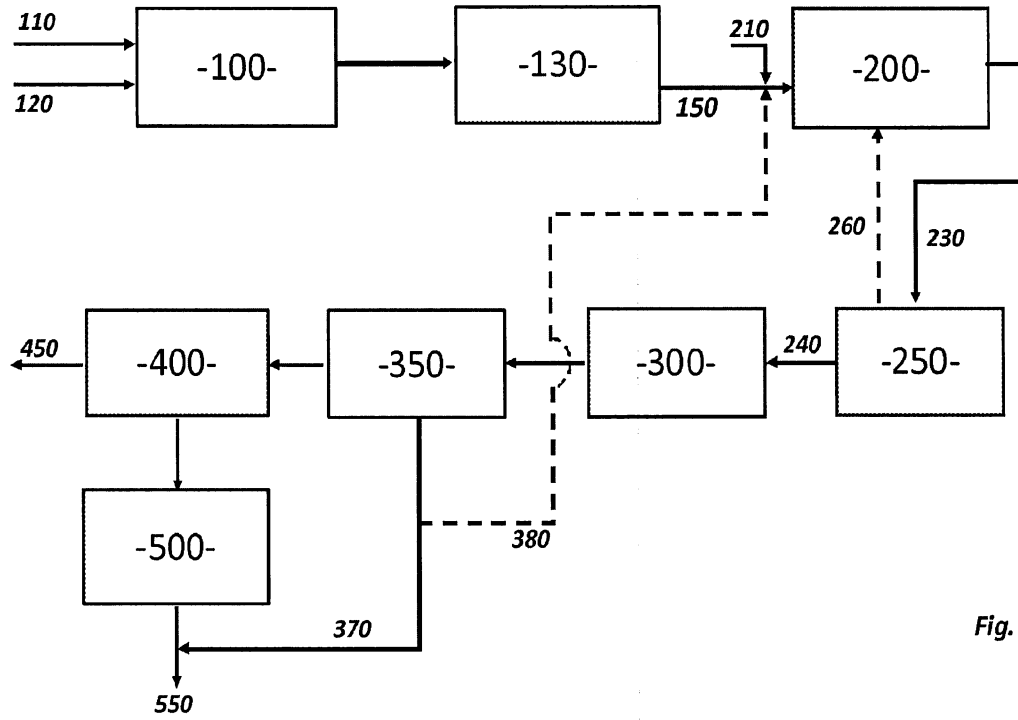


Fig. 1

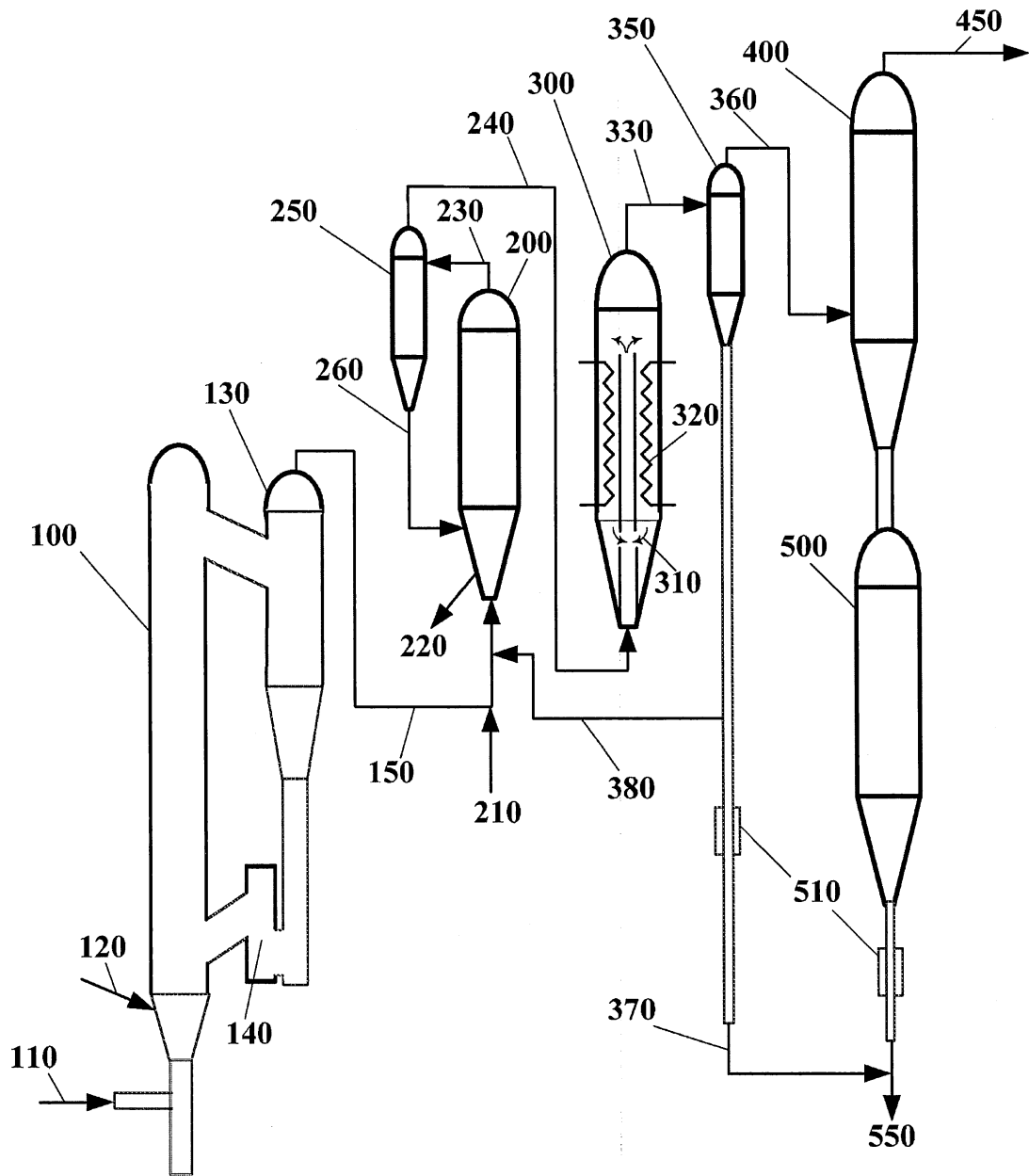
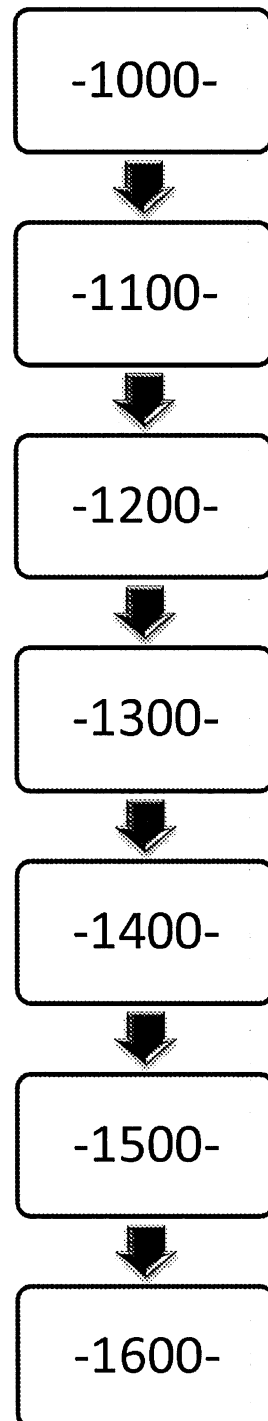


Fig. 2

3/3

**Fig. 3**