



(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

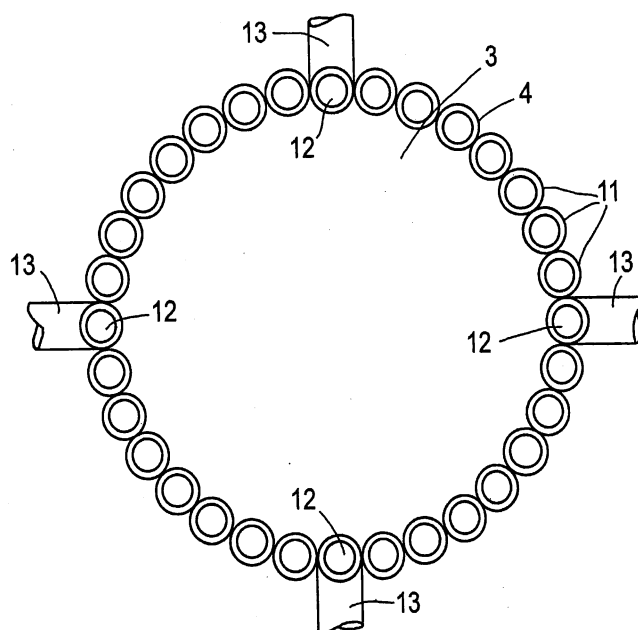
(11) 
1-0020759

(51)⁷ **C10J 3/74, 3/08, 3/72, 3/76, B01J 19/00** (13) **B**

(21) 1-2015-01030 (22) 16.10.2013
(86) PCT/EP2013/071589 16.10.2013 (87) WO2014/060453 24.04.2014
(30) 12188806.9 17.10.2012 EP
(45) 25.04.2019 373 (43) 27.07.2015 328
(73) AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC. (US)
7201 Hamilton Boulevard, Allentown, Pennsylvania 18195, United States of America
(72) KAR Ibrahim (DE), SCHMITZ-GOEB Manfred Heinrich (DE)
(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) **THIẾT BỊ PHẢN ỨNG KHÍ HÓA VÀ PHƯƠNG PHÁP GIÁM SÁT NHIỆT ĐỘ BÊN TRONG BUỒNG XỬ LÝ CỦA BỘ PHẬN KHÍ HÓA**

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị phản ứng khí hóa (1) để đốt cháy một phần nguyên liệu cacbon bao gồm bộ phận khí hóa (3) có vách bộ phận khí hóa (4), và phương pháp giám sát sự gia tăng nhiệt độ trong bộ phận khí hóa. Vách bộ phận khí hóa bao gồm các đường dẫn chất làm lạnh. Ít nhất một trong số các đường dẫn chất làm lạnh (12) là đường giám sát nhiệt độ được nối với bộ cấp chất làm lạnh lỏng, cụ thể là nước. Đường giám sát nhiệt độ bao gồm bộ đo nhiệt độ để xác định sự thay đổi nhiệt độ trên ít nhất là một đoạn đường giám sát nhiệt độ, trong đó nhiệt độ của chất làm lạnh thấp hơn điểm sôi của nó.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị phản ứng khí hóa để sản xuất khí tổng hợp bằng cách đốt cháy một phần nguyên liệu cacbon trong bộ phận khí hóa, trong đó thiết bị phản ứng khí hóa bao gồm bể áp lực và trong bể áp lực này có buồng xử lý được bao kín bởi vách ngăn và bộ phận để giám sát nhiệt độ xử lý trong buồng xử lý của bộ phận khí hóa. Sáng chế cũng đề cập tới phương pháp giám sát nhiệt độ trong bộ phận khí hóa của thiết bị phản ứng khí hóa.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong quá trình sản xuất khí tổng hợp, hoặc khí đốt tổng hợp, nguyên liệu cacbon, như bột than nghiền, sinh khối hoặc dầu, được oxy hóa không hoàn toàn trong thiết bị phản ứng khí hóa của nhà máy khí hóa. Trong quy trình này, nhiệt độ trong thiết bị phản ứng khí hóa có thể cao tới khoảng 1300-1600°C, trong khi áp suất vận hành thường nằm trong khoảng 3-6,5 MPa. Trong bộ phận khí hóa đã biết thông thường, buồng xử lý được bao kín bởi vách ngăn được làm mát bằng nước/hơi nước, đồng thời áp suất vận hành được tạo ra một cách riêng biệt bởi bể áp lực, không tiếp xúc với nhiệt độ cao.

Nhiệt độ cần thiết sẽ khác nhau đối với từng loại nguyên liệu cacbon. Nhằm đạt được tốc độ chuyển hóa mong muốn của nguyên liệu thành khí đốt tổng hợp, thì nhiệt độ trong buồng xử lý của bộ phận khí hóa là một thông số quan trọng sẽ cần phải giám sát một cách chặt chẽ để tối ưu hóa việc kiểm soát quy trình. Do các nhiệt độ trong bộ phận khí hóa là rất cao, nên không thể đo được một cách trực tiếp các nhiệt độ này bằng các cặp nhiệt điện thông thường hoặc các dụng cụ đo tương tự khác.

Trên thực tế, nhiệt trong buồng xử lý của bộ phận khí hóa của thiết bị phản ứng khí hóa được theo dõi một cách gián tiếp nhờ sử dụng vách ngăn của bộ phận khí hóa có các kênh dẫn vận chuyển hỗn hợp của nước và hơi nước là chất làm lạnh. Hỗn hợp của nước và hơi nước nằm trong vách ngăn sát bên buồng xử lý hấp thu nhiệt của bộ phận khí hóa, sẽ làm gia tăng hàm lượng hơi nước của hỗn hợp này và nhờ đó tạo ra

lượng hơi nước quy trình đáng kể. Lượng hơi nước sinh ra này là một số chỉ báo cho nhiệt độ bên trong bộ phận khí hóa. Tuy nhiên, do các kênh dẫn làm mát nằm trong vách ngăn của bộ phận khí hóa thường chỉ là một thành phần của hệ thống tuần hoàn tạo hơi nước lớn hơn bao gồm các kênh dẫn làm mát tạo hơi nước nằm trước và/hoặc nằm sau bộ phận khí hóa này, nên lượng hơi nước xác định được được tạo ra không chỉ bởi nhiệt của bộ phận khí hóa.

GB 2094955 đề cập đến bề có lớp vỏ bên ngoài làm bằng sợi cacbon nằm trong một chất kết dính nhựa, bộ phận tuần hoàn chất làm lạnh và bộ phận kiểm soát và lớp vỏ bên trong làm bằng vật liệu chịu lửa. Bộ phận kiểm soát có thể được kiểm soát bằng máy vi tính và có thể được sử dụng để giám sát và điều chỉnh chất làm lạnh được đưa vào thông qua bộ phận tuần hoàn để làm mát và bảo vệ sợi cacbon và lớp vỏ bên ngoài. Bộ phận kiểm soát cũng được sử dụng để phát hiện các điểm nóng cục bộ bất kỳ có thể xuất hiện do sự phân hủy của lớp vỏ bên trong.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là cho phép người vận hành giám sát một cách đầy đủ nhiệt độ bên trong buồng xử lý của bộ phận khí hóa một cách chính xác hơn và nhờ vậy có thể không chế nhiệt độ này bằng cách thay đổi các biến số quy trình để duy trì nhiệt độ này trong khoảng có lợi nhất.

Cụ thể hơn, để đạt được mục đích nêu trên, sáng chế đề xuất thiết bị phản ứng khí hóa để đốt cháy một phần nguyên liệu cacbon bao gồm bộ phận khí hóa có vách bộ phận khí hóa. Vách bộ phận khí hóa bao gồm các đường dẫn chất làm lạnh. Ít nhất một trong số các đường dẫn chất làm lạnh này là đường ống giám sát nhiệt độ được nối với bộ cấp chất làm lạnh ở dạng lỏng và có một hoặc nhiều bộ đo nhiệt độ được tạo kết cấu để đo sự thay đổi nhiệt độ trên ít nhất là một đoạn đường ống giám sát nhiệt độ, trong đó nhiệt độ của chất làm lạnh là thấp hơn điểm sôi của nó, ít nhất là trong các điều kiện xử lý thông thường.

Theo một khía cạnh khác, để đạt được mục đích nêu trên, sáng chế còn đề xuất phương pháp giám sát nhiệt độ bên trong bộ phận khí hóa ở các điều kiện vận hành. Bộ phận khí hóa này có vách bộ phận khí hóa gồm ít nhất một đường ống giám sát nhiệt độ. Chất làm lạnh ở dạng lỏng, như nước, chảy qua đường ống giám sát nhiệt độ theo

một hướng dòng chảy. Chất làm lạnh này có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ sôi của nó trên ít nhất là một đoạn ống dẫn của đường ống giám sát nhiệt độ. Nhiệt độ của chất làm lạnh được xác định tại hai hoặc nhiều điểm đo của đoạn đường ống nêu trên. Số gia về nhiệt độ của chất làm lạnh tại các điểm đo liên tiếp được sử dụng để tính toán ước lượng nhiệt độ bên trong bộ phận khí hóa.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế sẽ được giải thích chi tiết hơn dựa vào các hình vẽ kèm theo thể hiện thiết bị phản ứng khí hóa theo sáng chế theo một phương án minh họa, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ cắt dọc thể hiện dạng sơ đồ của thiết bị phản ứng khí hóa;

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt theo đường II-II thể hiện dạng sơ đồ của thiết bị phản ứng trên Fig.1;

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt phóng to thể hiện cửa vào ở dưới của đường ống giám sát nhiệt độ trên Fig.2; và

Fig.4 là hình vẽ mặt cắt phóng to thể hiện cửa ra ở trên của đường ống giám sát nhiệt độ trên Fig.2.

Mô tả chi tiết sáng chế

Nhiệt độ tại đầu vào của đường ống giám sát nhiệt độ có thể được đo hoặc có thể là đã được xác định từ trước đó. Trong trường hợp sau, chỉ cần duy nhất một bộ đo nhiệt độ nằm sau được sử dụng để xác định số gia nhiệt độ. Tuy nhiên, việc sử dụng nhiều bộ đo nhiệt độ sẽ góp phần xác định một cách chính xác hơn nhiệt độ của chất làm lạnh.

Chất làm lạnh là một chất lỏng quá lạnh có nhiệt độ thấp hơn điểm sôi của nó ở các điều kiện xử lý. Trong phần mô tả này, nhiệt độ sôi là nhiệt độ sôi trong các điều kiện xử lý trong các đường dẫn chất làm lạnh. Trên thực tế, các điều kiện xử lý này thường bao gồm áp suất cao của chất làm lạnh, như áp suất nằm trong khoảng 40 - 70 bar (4 - 7 MPa). Các áp suất nằm ngoài khoảng này cũng có thể được áp dụng, nếu cần.

Nhiệt của bộ phận khí hóa đã được hấp thu bởi chất làm lạnh ở dạng lỏng được chuyển hóa hoàn toàn với một số gia về nhiệt độ của chất làm lạnh. Nó là khác với

nhệt được hấp thu bởi hơi của chất làm lạnh thông thường trộn với nước, chủ yếu là chuyển hóa nhiệt đã được hấp thu để làm giãn nở thể tích.

Sáng chế cho phép xác định nhiệt độ của khí trong buồng xử lý (có thể bằng, ví dụ, 1500°C). Đã biết, việc xác định nhiệt độ bên trong buồng khí hóa là cực kỳ khó khăn, và hiện chưa có hệ thống tin cậy và bền bỉ cho phép áp dụng thương mại.

Khi vận hành các cụm, đôi khi toàn bộ lượng hơi nước đã được tạo ra trong vách ngăn được sử dụng như một số chỉ báo cho nhiệt độ quy trình trong bộ phận khí hóa. Nhưng phương pháp này rất kém chính xác, do hơi nước sinh ra từ các bề mặt gia nhiệt khác nhau hoàn toàn không trực tiếp liên quan tới buồng khí hóa. Theo sáng chế, nhiệt độ của khí quy trình trong bộ phận khí hóa chỉ được giám sát tại vách bộ phận khí hóa, do đó nhiệt được tạo ra từ các đoạn bề mặt gia nhiệt nằm trước hoặc nằm sau bộ phận khí hóa không ảnh hưởng tới nhiệt độ được xác định. Kết quả là, có thể tính toán ước lượng chính xác hơn một cách đáng kể cho nhiệt độ quy trình trong bộ phận khí hóa.

Số gia nhiệt độ đo được với một chất làm lạnh ở dạng lỏng là một số chỉ báo cho nhiệt độ của các chất nằm trong bộ phận khí hóa. Dựa trên lưu lượng và lưu lượng khối chất làm lạnh và các tính chất dẫn nhiệt của các vách kênh dẫn dòng chất làm lạnh, số gia nhiệt độ chất làm lạnh đo được có thể được sử dụng một cách hiệu quả để ước tính gần đúng nhiệt độ của bộ phận khí hóa.

Việc tạo xỉ ở bên trong vách bộ phận khí hóa có thể cô lập nhiệt các đường ống làm mát và ảnh hưởng tới mối liên quan giữa nhiệt độ bên trong bộ phận khí hóa và nhiệt độ của chất làm lạnh. Tuy nhiên, với các hiểu biết về các loại nhiên liệu hydrocacbon được đốt cháy, mức độ tạo xỉ là có thể dự đoán trước được một cách khá chính xác và có thể được tính đến.

Chất làm lạnh ở dạng lỏng có thể là nước chẳng hạn. Áp suất vận hành trong các đường dẫn chất làm lạnh của bộ phận khí hóa thường cao, ví dụ, nằm trong khoảng 4-7 MPa (40-70 bar). Với các áp suất này, nhiệt độ sôi của chất làm lạnh nước sẽ lớn hơn 250°C. Nước lỏng có thể, ví dụ, được cung cấp tới đầu vào của các đường ống giám sát nhiệt độ có nhiệt độ, ví dụ, tối đa là 240°C hoặc tối đa là 230°C hoặc tối đa là 220°C.

Nhằm cải thiện khả năng chịu nhiệt, vách bộ phận khí hóa có thể, ví dụ, có kết cấu gồm các đường dẫn chất làm lạnh dạng ống nằm song song được nối với nhau để tạo ra một cấu trúc vách kín khí. Các ống dẫn hình ống này có thể, ví dụ, là các ống dẫn nằm dọc hoặc có dạng xoắn ốc. Một hoặc nhiều đường ống dẫn này có thể được dùng làm đường ống giám sát nhiệt độ vận chuyển chất làm lạnh ở dạng lỏng, trong khi các đường ống dẫn còn lại được sử dụng để dẫn một loại chất làm lạnh khác, có thể đã được bốc hơi một phần, như hỗn hợp của nước và hơi nước.

Khi chất làm lạnh ở dạng lỏng trong các đường ống giám sát nhiệt độ là khác với chất làm lạnh trong các đường dẫn chất làm lạnh còn lại, thì ứng suất nhiệt có thể bị sinh ra bởi sự chênh lệch nhiệt độ. Để làm giảm các ứng suất này, thì sự chênh lệch nhiệt độ được ưu tiên hạn chế. Ví dụ, nhiệt độ cuối dòng đo được của chất làm lạnh ở dạng lỏng, ví dụ, được đo tại hoặc sát đầu ra của đường ống giám sát nhiệt độ, có thể ít nhất là 20 K (253°C), hoặc ít nhất là 15 K (258°C) hoặc ít nhất là 10 K (263°C) thấp hơn nhiệt độ sôi của chất làm lạnh. Cũng có thể có khả năng là một chất làm lạnh ở dạng lỏng trong đường ống giám sát nhiệt độ có nhiệt độ xấp xỉ như chất làm lạnh đã bốc hơi một phần trong các đường ống còn lại, nhưng ở một áp suất cao hơn. Ví dụ, đường ống giám sát nhiệt độ có thể chứa nước lỏng có nhiệt độ 270°C ở áp suất khoảng 7 MPa (70 bar), trong khi các đường dẫn chất làm lạnh còn lại dẫn hỗn hợp nước và hơi nước có nhiệt độ 270°C ở áp suất 5 MPa (50 bar).

Lưu lượng và chiều dài đường dẫn dòng được giám sát có thể, ví dụ, được tạo kết cấu để sao cho số gia nhiệt độ của chất làm lạnh nằm trong khoảng 10-50 độ Kelvin (263-223°C), tùy thuộc vào các thông số cụ thể của bộ phận khí hóa và nhiệt sinh ra bên trong bộ phận khí hóa.

Lưu lượng chất làm lạnh có thể, ví dụ, nằm trong khoảng từ 1 đến 5 m/giây, chủ yếu tùy thuộc vào độ dài của đoạn đường dẫn chất làm lạnh được giám sát và nhiệt của bộ phận khí hóa.

Tùy ý, đường dẫn chất làm lạnh được giám sát có thể có ít nhất một bộ đo nhiệt độ tại đầu ra của nó và ít nhất một bộ đo nhiệt độ tại đầu vào của nó. Nếu cả nhiệt độ nước tại đầu vào lẫn nhiệt độ nước tại đầu ra đều được đo, số gia nhiệt độ của chất làm lạnh theo độ dài của kênh dẫn có thể được xác định một cách chính xác.

Nhiệt độ của bộ phận khí hóa có thể được giám sát một cách chính xác hơn nữa nếu như vách bộ phận khí hóa có nhiều hơn một, ví dụ, ít nhất ba hoặc bốn đường ống giám sát nhiệt độ nằm trên vách bộ phận khí hóa.

Theo một phương án cụ thể, sự thay đổi nhiệt độ được đo trên một đoạn kênh dẫn hoàn toàn nằm trong vách bộ phận khí hóa. Bằng cách này, số gia nhiệt độ đo được có nguồn gốc trực tiếp từ nhiệt của bộ phận khí hóa. Tốt hơn là, tất cả các đầu vào và đầu ra cùng với các bộ đo nhiệt độ có liên quan là một phần của vách bộ phận khí hóa.

Một hoặc nhiều đường ống giám sát nhiệt độ có thể, ví dụ, chạy theo đường xoắn hoặc nằm theo phương thẳng đứng hướng lên hoặc hướng xuống hoặc có thể chạy theo hướng thích hợp khác bất kỳ.

Bộ đo nhiệt độ có thể, ví dụ, là các cặp nhiệt điện thông thường, như cặp nhiệt điện loại K.

Fig.1 thể hiện thiết bị phản ứng khí hóa 1 được lấy làm ví dụ để sản xuất khí đốt tổng hợp bởi quá trình khí hóa nguyên liệu cacbon, như bột than nghiền. Thiết bị phản ứng khí hóa 1 bao gồm bể áp lực 2 bao ngoài bộ phận khí hóa 3. Bộ phận khí hóa 3 có vách bộ phận khí hóa 4, đầu ra khí đốt tổng hợp 5 ở đầu trên của nó và cửa xả xỉ 6 ở đáy của nó. Các đầu đốt 7 kéo dài xuyên qua vách bộ phận khí hóa 4.

Theo một phương án khác, bộ phận khí hóa có thể có duy nhất một cửa ra tại đầu dưới của nó để tháo xỉ cũng như khí đốt tổng hợp đã được tạo ra.

Liệu cấp hydrocacbon, như bột than nghiền, được cấp vào bộ phận khí hóa 3 qua các đầu đốt 7 cùng với khí chứa oxy, như không khí hoặc oxy tinh khiết. Liệu cấp hydrocacbon được đốt cháy một phần để tạo ra khí đốt tổng hợp, vốn được xả ra qua cửa ra ở trên 5 để xử lý tiếp. Xỉ được xả ra qua cửa xả 6 và được gom trong bể gom xỉ chứa nước 8. Xỉ được lấy ra khỏi bể gom xỉ 8 qua cửa ra 9 ở dưới.

Như được thể hiện trên hình vẽ mặt cắt trên Fig.2, vách bộ phận khí hóa 4 được tạo kết cấu bởi các đường dẫn chất làm lạnh dạng ống nằm song song 11 được nối với nhau để tạo ra một kết cấu vách kín khí, như được thể hiện trên Fig.2. Bốn đường giám sát nhiệt độ dạng ống nằm cách đều nhau 12 chạy giữa cửa vào 13 ở dưới và cửa ra 14 ở trên lần lượt được thể hiện trên Fig.3 và Fig.4. Nếu muốn, số lượng thích hợp khác bất kỳ về các kênh dẫn nước có thể được áp dụng cho việc xác định nhiệt độ của bộ phận khí hóa. Các cửa vào 13 được nối để cấp nước đã làm quá lạnh. Nước đã làm quá

lạnh có nhiệt độ thấp hơn điểm sôi của nó ở áp suất vận hành. Nhiệt độ nước tại đầu vào có thể, ví dụ, khoảng hoặc thấp hơn 230°C, ví dụ, bằng khoảng hoặc thấp hơn 220°C, hoặc bằng khoảng hoặc thấp hơn 200°C ở áp suất nằm trong khoảng 5-6 MPa (50-60 bar). Đầu ra 14 được nối để tháo nước. Nhiệt độ của nước tại cửa ra 14 có thể, ví dụ, cao hơn nhiệt độ tại cửa vào 13 khoảng từ 10-50°C, tùy thuộc vào lượng nhiệt bên trong bộ phận khí hóa đã được hấp thu.

Fig.3 và Fig.4 lần lượt thể hiện các mặt cắt cửa vào 13 và cửa ra 14. Cả hai đều được bố trí cặp nhiệt điện 17, 16. Mức chênh lệch ΔT giữa nhiệt độ $T_{\text{đầu ra}}$ đo được bằng cặp nhiệt điện đầu ra 16 và nhiệt độ $T_{\text{đầu vào}}$ đo được bằng cặp nhiệt điện đầu vào 17 là một số chỉ báo cho nhiệt độ $T_{\text{bộ phận khí hóa}}$ của các chất nằm trong bộ phận khí hóa.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị phản ứng khí hóa để đốt cháy một phần nguyên liệu cacbon, kết hợp với bộ cấp chất làm lạnh bay hơi ít nhất một phần, bộ cấp chất làm lạnh lỏng, bao gồm: bộ phận khí hóa có vách bộ phận khí hóa, bao quanh buồng xử lý của bộ phận khí hóa nằm bên trong bề áp lực của bộ phận khí hóa, trong đó vách bộ phận khí hóa bao gồm nhiều đường dẫn chất làm lạnh dạng ống song song được nối với nhau để tạo ra cấu trúc vách kín khí, bộ đường dẫn chất làm lạnh song song thứ nhất bao gồm ít nhất một trong số bộ đường dẫn chất làm lạnh thứ nhất là đường giám sát nhiệt độ được kết nối với bộ cấp chất làm lạnh lỏng và bao gồm một hoặc nhiều bộ đo nhiệt độ để xác định sự thay đổi nhiệt độ qua ít nhất một đoạn đường giám sát nhiệt độ, trong đó nhiệt độ của chất làm lạnh là thấp hơn điểm sôi của chất làm lạnh, và bộ đường dẫn chất làm lạnh song song thứ hai được kết nối với bộ cấp chất làm lạnh bay hơi ít nhất một phần.
2. Thiết bị phản ứng khí hóa theo điểm 1, trong đó đường giám sát nhiệt độ bao gồm ít nhất một bộ đo nhiệt độ khác.
3. Thiết bị phản ứng khí hóa theo điểm 2, trong đó ít nhất một bộ đo nhiệt độ được bố trí tại cửa vào và ít nhất một bộ đo nhiệt độ được bố trí tại cửa ra của ít nhất một đường giám sát nhiệt độ.
4. Thiết bị phản ứng khí hóa theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó vách bộ phận khí hóa bao gồm nhiều đường giám sát nhiệt độ dạng ống nằm cách đều nhau trên vách bộ phận khí hóa.
5. Thiết bị phản ứng khí hóa theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó bộ cấp chất làm lạnh lỏng là bộ cấp nước có nhiệt độ thấp hơn điểm sôi của nó ở các điều kiện xử lý.

6. Thiết bị phản ứng khí hóa theo điểm 5, trong đó bộ cấp chất làm lạnh ở dạng lỏng là bộ cấp nước có nhiệt độ thấp hơn điểm sôi của nó ở các điều kiện xử lý ít nhất là 50°C.
7. Thiết bị phản ứng khí hóa theo điểm 6, trong đó chất làm lạnh bay hơi ít nhất một phần là hỗn hợp nước và hơi nước.
8. Phương pháp giám sát nhiệt độ bên trong của buồng xử lý của bộ phận khí hóa trong các điều kiện vận hành trong đó bộ phận khí hóa có vách bộ phận khí hóa bao gồm nhiều đường dẫn chất làm lạnh dạng ống song song được nối với nhau để tạo ra cấu trúc vách kín khí với bộ đường dẫn chất làm lạnh song song thứ nhất bao gồm ít nhất một đường giám sát nhiệt độ, và bộ đường dẫn chất làm lạnh song song thứ hai, phương pháp này bao gồm các bước:
 - cho chất làm lạnh lỏng chảy qua bộ đường dẫn chất làm lạnh song song thứ nhất bao gồm ít nhất một đường giám sát nhiệt độ theo một hướng dòng chảy, chất làm lạnh lỏng này có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ sôi của nó trên ít nhất là một đoạn đường giám sát nhiệt độ,
 - dẫn chất làm lạnh bay hơi ít nhất một phần qua bộ đường dẫn chất làm lạnh song song thứ hai,
 - xác định nhiệt độ của chất làm lạnh lỏng ở hai hoặc nhiều điểm đo trên đoạn đường đã nêu, và
 - sử dụng mức tăng nhiệt độ chất làm lạnh ở các điểm đo liên tiếp để tính toán giá trị ước tính của nhiệt độ bên trong bộ phận khí hóa.
9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó bộ cấp chất làm lạnh lỏng là bộ cấp nước có nhiệt độ thấp hơn điểm sôi của nó ở các điều kiện xử lý.
10. Phương pháp theo điểm 8 hoặc 9, trong đó bộ cấp chất làm lạnh lỏng là bộ cấp nước có nhiệt độ thấp hơn điểm sôi của nó ở các điều kiện xử lý ít nhất là 50°C.

11. Phương pháp theo điểm 8, trong đó chất làm lạnh bay hơi ít nhất một phần là hỗn hợp nước và hơi nước.
12. Phương pháp theo điểm 8, trong đó bước xác định nhiệt độ chất làm lạnh lỏng bao gồm ít nhất là:
- biết trước được nhiệt độ của chất làm lạnh lỏng tại cửa vào của đường giám sát nhiệt độ; và
 - đo nhiệt độ của chất làm lạnh lỏng bằng cách sử dụng ít nhất một bộ đo nhiệt độ xuôi dòng.
13. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 12, trong đó bước xác định nhiệt độ của chất làm lạnh lỏng bao gồm ít nhất là:
- đo nhiệt độ của chất làm lạnh lỏng tại cửa vào của đường giám sát nhiệt độ; và
 - đo nhiệt độ của chất làm lạnh lỏng bằng cách sử dụng ít nhất một bộ đo nhiệt độ xuôi dòng.
14. Phương pháp theo điểm 8, trong đó phương pháp này bao gồm bước giới hạn mức chênh lệch nhiệt độ giữa chất làm lạnh lỏng và chất làm lạnh bay hơi ít nhất một phần.
15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó bước giới hạn mức chênh lệch nhiệt độ bao gồm bước tạo cho chất làm lạnh lỏng trong ít nhất một đường giám sát nhiệt độ ở khoảng bằng nhiệt độ của chất làm lạnh bay hơi ít nhất một phần ở các đường khác, nhưng ở áp suất cao hơn.

Fig.2

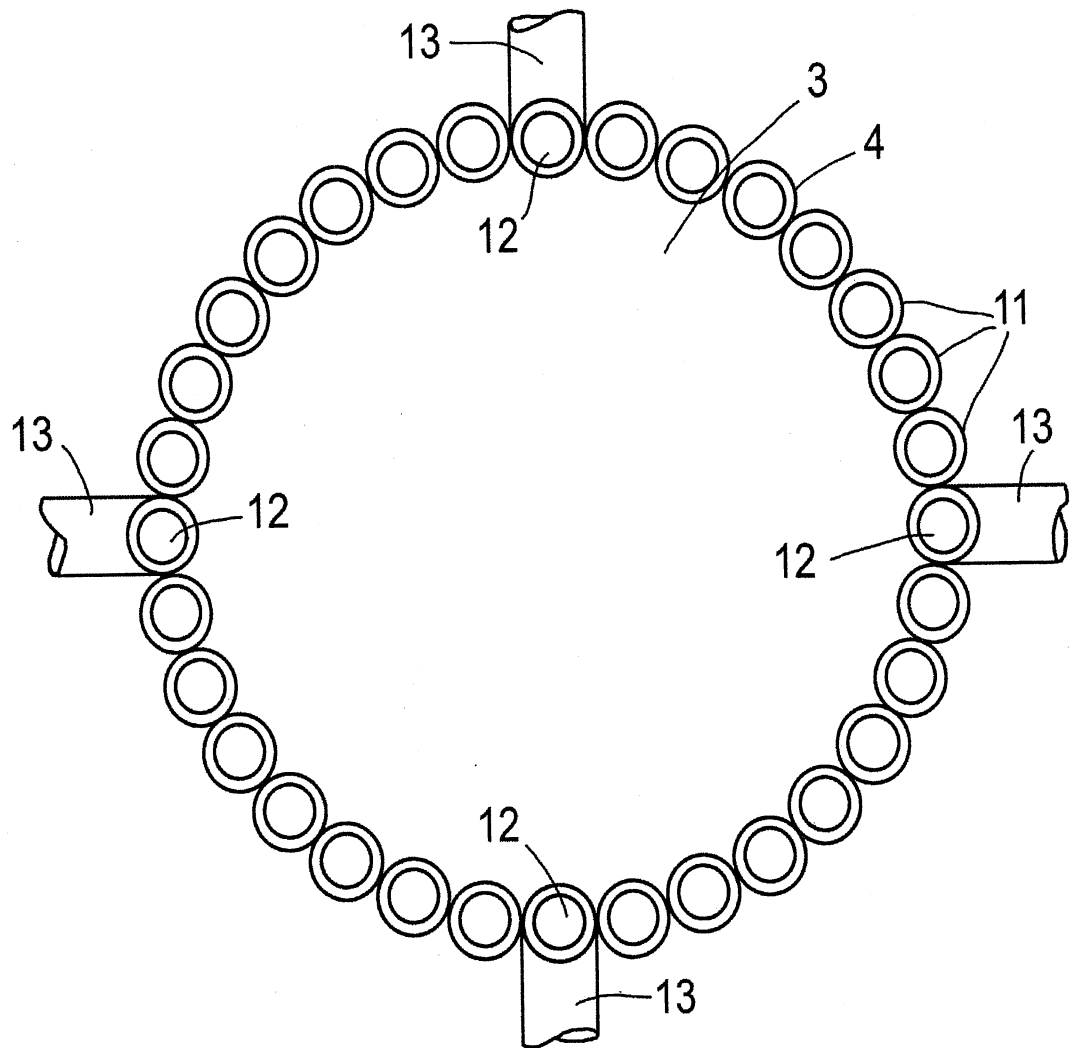


Fig.3

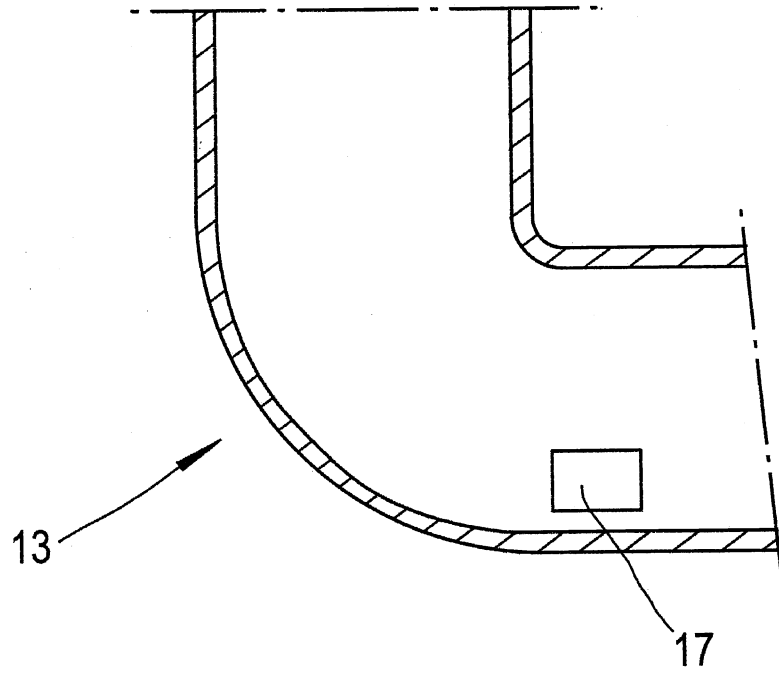


Fig.4

