



(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)



1-0039114

(51)^{2020.01} B01J 8/00; C01C 1/04; B01J 8/04

(13) B

(21) 1-2020-03126

(22) 19/12/2018

(86) PCT/EP2018/085895 19/12/2018

(87) WO 2019/121949 27/06/2019

(30) PA 2017 00733 20/12/2017 DK

(45) 25/03/2024 432

(43) 25/09/2020 390

(73) HALDOR TOPSØE A/S (DK)

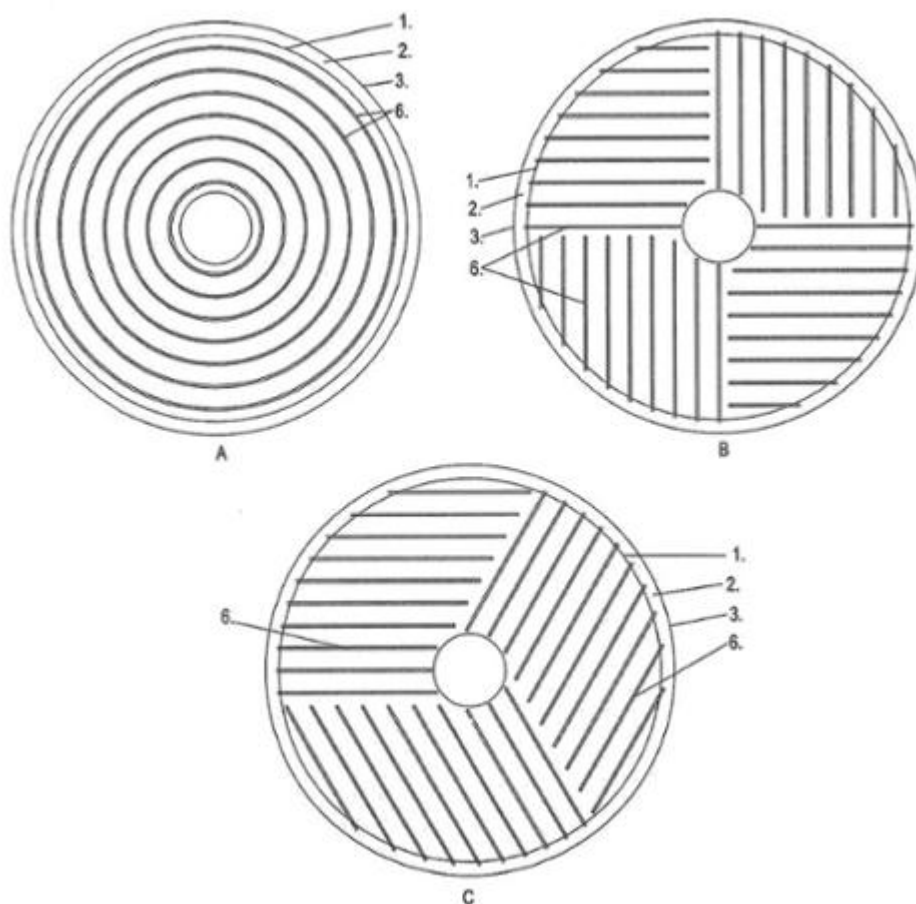
Haldor Topsøes Allé 1, 2800 Kgs. Lyngby, Denmark

(72) SPETH, Christian Henrik (DK); WIND, Tommy Lykke (DK); THOMSEN, Uffe Bach (DK); HANSEN, Anders Helbo (DK).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ LÒ PHẢN ỨNG ĐỂ THỰC HIỆN CÁC PHẢN ỨNG TOÁ NHIỆT

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và lò phản ứng để thực hiện các phản ứng tỏa nhiệt với các môđun xúc tác được vận hành song song được bố trí theo thứ tự xếp chồng trong vỏ áp suất và được tương thích với luồng hướng trục của khí xử lý qua một hoặc nhiều lớp xúc tác và ít nhất một lớp xúc tác được làm mát bởi bộ trao đổi nhiệt nội tạng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp để thực hiện các phản ứng xúc tác tỏa nhiệt và lò phản ứng để thực hiện các phản ứng tỏa nhiệt.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Amoniac có vai trò quan trọng lớn trong việc nuôi sống dân số thế giới ngày một gia tăng nhờ việc áp dụng nó làm nguyên liệu để sản xuất phân bón. Trong lịch sử, lò chuyển đổi kiểu Tennessee Valley Authority (TVA) trong nhiều thập kỷ là kiểu lò phản ứng ưu tiên để tổng hợp amoniac và đã có vị trí vững chắc từ những năm 1930. Nó khác biệt ở chỗ sử dụng luồng hướng trục trong tầng xúc tác được làm mát bằng khí đơn. Việc làm mát chất xúc tác được thực hiện bởi nhiều đường ống được đặt thẳng đứng trong tầng xúc tác, đảm bảo các điều kiện phản ứng có lợi cho việc chuyển đổi của phản ứng tỏa nhiệt. Mặc dù có nhiều mẫu tham khảo đối với hệ chuyển đổi loại này, thiết kế này có ba hạn chế quan trọng; I) sự hạ áp suất trên lò chuyển đổi đơn tăng nhanh khi công suất nhà máy tăng dẫn đến lượng tiêu thụ năng lượng cao, II) chi phí thi công cao để xây dựng các lò chuyển đổi song song trong các vỏ áp suất riêng biệt để giải quyết vấn đề về sự hạ áp suất cao và III) tốc độ tái tuần hoàn (và các áp suất vòng lặp) cao thường được yêu cầu để bù cho sự chuyển đổi bình thường của hydro và nitơ mỗi lần đi qua lò phản ứng.

Để tuân thủ xu hướng chung hướng tới việc xây dựng các nhà máy công suất dây chuyền đơn lớn hơn sau chiến tranh thế giới lần thứ hai, ý tưởng sử dụng luồng hướng tâm đoạn nhiệt trong các tầng xúc tác cố định được giới thiệu. Đặc biệt là từ những năm 1960 và về sau, lò chuyển đổi luồng hướng tâm đã có được thị phần ngày càng tăng cạnh tranh với lò chuyển đổi TVA. Mẫu số chung của các lò phản ứng luồng hướng tâm là chúng thường bố trí diện tích mặt cắt ngang lớn hơn cho luồng và nhờ đó làm giảm vận tốc khí trung bình trái với diện tích mặt cắt ngang và vận tốc khí thu được bởi luồng hướng trục qua cùng khối lượng chất xúc tác. Việc thực hiện này hỗ trợ tốc độ sản xuất amoniac cao hơn đáng kể trong lò chuyển đổi đơn và vỏ áp suất trong khi duy trì sự hạ áp suất của lò chuyển đổi dưới 3 bar. Hơn nữa, để tăng sự chuyển đổi, việc làm giảm

tốc độ tái tuần hoàn được yêu cầu của vòng lặp, việc làm nguội khí sản phẩm từ tầng đoạn nhiệt thứ nhất bằng khí xử lý sạch được giới thiệu trong những năm 1960 bởi lò chuyển đổi S-100 của Haldor Topsoe. Luồng được làm nguội được kết hợp sau đó được chuyển đổi thêm trong tầng đoạn nhiệt thứ hai được kết nối nối tiếp với tầng thứ nhất. Luồng hướng tâm được áp dụng trong cả hai tầng xúc tác.

Các cải tiến thêm nữa của lò chuyển đổi luồng hướng tâm được xuất hiện với lò chuyển đổi S-200 trong những năm 1980 và lò chuyển đổi S-300 vào khoảng năm 2000. Thay vì làm nguội, các lò phản ứng này được trang bị lần lượt một hoặc hai bộ trao đổi nhiệt liên tầng để cung cấp việc làm mát ở giữa hai hoặc ba tầng xúc tác được hoạt động nối tiếp, mỗi tầng đều đoạn nhiệt và áp dụng nguyên lý luồng hướng tâm. Các thiết kế tương tự bao gồm lò chuyển đổi luồng hướng trục-hướng tâm của Casale mà đồng thời dựa trên các tầng xúc tác cố định đoạn nhiệt được vận hành nối tiếp và với sự trao đổi nhiệt liên tầng. (Các) bộ trao đổi nhiệt liên tầng nêu trên phục vụ mục đích tạo ra thể nhiệt động cho sự chuyển đổi bổ sung của phản ứng tỏa nhiệt sau mỗi tầng xúc tác trong khi gia nhiệt sơ bộ một cách đồng thời khí xử lý sạch đến lò chuyển đổi trước khi đi đến tầng xúc tác thứ nhất.

Sự cải tiến bất kỳ liên quan đến các lò phản ứng amoniac phải so sánh hiệu suất của nó với lò chuyển đổi đoạn nhiệt hai hoặc ba tầng với luồng hướng tâm và sự trao đổi nhiệt liên tầng vì lò chuyển đổi loại này vẫn là sự lựa chọn được ưu tiên cho các nhà máy amoniac quy mô lớn.

Mặc dù các lò chuyển đổi đoạn nhiệt nối tiếp với luồng hướng tâm và sự trao đổi nhiệt liên tầng vẫn chiếm ưu thế trên thị trường, các bước cải tiến thêm có thể được thực hiện. Đã được biết đến rộng rãi rằng hiệu quả của chất xúc tác cho phản ứng tỏa nhiệt bất kỳ có thể được cải tiến bằng cách làm mát chất xúc tác đến mức tạo ra đường cong hoạt động theo đường cong tốc độ phản ứng lớn nhất của phản ứng cho trước. Lò phản ứng đoạn nhiệt, không cung cấp việc làm mát, chịu phần khối lượng chất xúc tác hoạt động ở các điều kiện mát hơn so với điều kiện tối ưu trong khi các phần khác của tầng xúc tác hoạt động ở các điều kiện nóng hơn so với điều kiện tối ưu. Vì thế, sự phát triển tự nhiên đã được thực hiện bởi Casale đã giới thiệu lò chuyển đổi luồng trong đó việc làm mát tầng xúc tác thu được bằng cách sử dụng các tấm làm mát trong đó một số loại chất lưu làm mát được gia nhiệt. Lò chuyển đổi loại này về nguyên lý có thể cung

cấp sự chuyển đổi cao hơn trên mỗi thể tích chất xúc tác do các điều kiện phản ứng được cải tiến của chất xúc tác so với sự chuyển đổi được thu trong tầng đoạn nhiệt. Giải pháp này được mô tả qua một số bằng sáng chế, chẳng hạn như US 6,946,494 và US 9,028,766. Tất cả các bằng sáng chế này, mô tả các tấm làm mát được đặt theo cách bố trí hướng tâm bên trong vỏ lò chuyển đổi hình trụ và sử dụng luồng hướng tâm trong tầng xúc tác để thu được sự hạ áp suất thấp qua chất xúc tác.

Mặc dù giải pháp kỹ thuật đã biết nêu trên, áp dụng luồng hướng tâm và cách bố trí tấm làm mát hướng tâm, cung cấp phương tiện để cải tiến hiệu quả việc xúc tác phản ứng tỏa nhiệt, tuy nhiên giải pháp này vẫn có bốn nhược điểm chính; I) bản chất của cách bố trí tấm làm mát hướng tâm ngụ ý thay đổi khoảng cách giữa các tấm làm mát và do đó biến thiên độ dày của lớp xúc tác nằm ở giữa hai tấm làm mát liền kề, kết quả là dẫn đến cấu hình làm mát không mong muốn qua tầng xúc tác.

Một cách chi tiết, phản ứng tỏa nhiệt hóa học được làm mát quá yếu ở gần bán kính ngoài của tầng xúc tác vì khoảng cách giữa các tấm làm mát ở đây cao hơn khoảng cách tối ưu trong khi phản ứng được làm mát quá mạnh ở gần bán kính trong của tầng xúc tác trong đó khoảng cách giữa các tấm làm mát là ở mức nhỏ nhất của nó. Cấu hình luồng kết hợp tạo ra đường cong hoạt động không tối ưu và tốc độ sản xuất xúc tác cụ thể bị giới hạn. Hơn nữa, II) việc duy trì nguyên tắc luồng hướng tâm ngụ ý các tầng xúc tác thẳng đứng cao, đem lại các lực xúc tác cao trên các phần cơ học của lò chuyển đổi và rủi ro sự cố, III) thể tích chất xúc tác lớn được áp dụng trong mỗi tầng của lò chuyển đổi luồng hướng tâm yêu cầu việc nạp liệu chất xúc tác từ bên trong lò chuyển đổi sau khi lắp đặt phần cứng mà đòi hỏi thời gian lắp đặt lâu và IV) việc tháo liệu chất xúc tác được đặt ở giữa các tấm làm mát đặc biệt có vấn đề ở đáy của lò chuyển đổi luồng hướng tâm được làm mát do các tấm làm mát dài được áp dụng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề cập đến phương pháp để thực hiện các phản ứng xúc tác tỏa nhiệt hiệu quả cao chẳng hạn như, nhưng không bị giới hạn ở, tổng hợp amoniac hoặc metanol. Sáng chế bộc lộ các bước cải tiến được thực hiện để cải tiến các điều kiện phản ứng của chất xúc tác được áp dụng. Ngoài ra, sáng chế đề xuất nguyên lý xếp chồng được để lắp đặt nhanh, dễ dàng nạp liệu và tháo liệu chất xúc tác, cho phép các hiệu suất chuyển đổi cao trong các nhà máy hóa chất công suất lớn với các chi phí đầu

tư thấp và hiệu quả năng lượng cao trong khi vẫn khắc phục các hạn chế của giải pháp kỹ thuật đã biết. Các vấn đề kỹ thuật nêu trên của giải pháp kỹ thuật đã biết được giải quyết theo sáng chế, bằng:

Phương pháp để thực hiện các phản ứng xúc tác tỏa nhiệt bao gồm các bước đưa khí xử lý sạch song song vào ít nhất hai môđun xúc tác hình trụ, mỗi trong số chúng chứa vùng xúc tác được làm mát giữ tầng xúc tác và bộ trao đổi nhiệt nội tầng.

Chuyển đổi theo cách tỏa nhiệt khí xử lý sạch, khi khí xử lý sạch này thổi theo hướng luồng hướng trực qua tầng xúc tác trong mỗi trong số các vùng xúc tác, thành khí sản phẩm.

Trong mỗi trong số các môđun xúc tác hình trụ được vận hành song song, việc làm mát phản ứng tỏa nhiệt bằng cách đưa khí xử lý sạch từ không gian hình khuyên bên ngoài, được tạo ra xung quanh mỗi trong số các môđun xúc tác hình trụ, vào trong bộ trao đổi nhiệt nội tầng và đưa khí xử lý sạch qua bộ trao đổi nhiệt nội tầng trao đổi nhiệt gián tiếp với khí xử lý phản ứng thổi theo hướng trực qua vùng xúc tác được làm mát. Vùng xúc tác được làm mát của mỗi môđun một cách tùy chọn có thể được kết nối nối tiếp với một hoặc nhiều vùng xúc tác đoạn nhiệt, ở trên và/hoặc ở dưới vùng xúc tác được làm mát.

Bộ trao đổi nhiệt nội tầng của mỗi môđun được làm từ các bộ phận trao đổi nhiệt được căn chỉnh thẳng hàng tạo ra các ngăn dẫn cho khí xử lý sạch trong bộ trao đổi nhiệt nội tầng. Mỗi bộ phận trao đổi nhiệt chứa phương tiện nạp được đặt nằm ngang được bố trí để vận chuyển khí xử lý sạch từ không gian hình khuyên bên ngoài, được tạo ra xung quanh mỗi trong số các môđun hình trụ, vào trong bộ phận trao đổi nhiệt trong đó khí xử lý sạch được gia nhiệt khi khí xử lý sạch này đi qua bộ phận trao đổi nhiệt bằng cách hấp thụ nhiệt phản ứng từ phản ứng tỏa nhiệt trong vùng xúc tác được làm mát. Khí xử lý sạch được gia nhiệt sơ bộ rời khỏi bộ phận trao đổi nhiệt ở đầu đối diện của phương tiện nạp đã nêu mà sau đó nó được vận chuyển đến vùng xúc tác phía trên, hoặc là đoạn nhiệt hoặc được làm mát. Mô hình luồng trong mỗi bộ phận trao đổi nhiệt của bộ trao đổi nhiệt nội tầng tốt hơn là hướng trực và ngược dòng hoặc cùng dòng với luồng trong các vùng xúc tác.

Theo một phương án của sáng chế, các bộ phận trao đổi nhiệt đã nêu của mỗi bộ trao đổi nhiệt nội tầng bao gồm các kết cấu dạng tấm được kéo dài, giống như các tấm

gối, được gọi là các tấm làm mát. Tấm làm mát thường được làm từ hai tấm thép mỏng được đặt cách nhau, khoảng cách bên trong tấm làm mát giữa hai tấm thép tạo thành kênh trong đó khí xử lý sạch thổi. Chất xúc tác được bố trí giữa các tấm làm mát. Khí sản phẩm từ mỗi môđun xúc tác hình trụ tốt hơn là được đi từ vùng xúc tác phía dưới cùng đến không gian trung tâm được tạo ra tại trung tâm trong hai hoặc nhiều môđun xúc tác khi xếp chồng các môđun bên trong vỏ áp suất.

Sáng chế còn bộc lộ khả năng áp dụng cách bố trí tấm làm mát song song, trong đó khoảng cách giữa hai tấm làm mát liền kề là giống nhau trong khoảng $\pm 10\%$ và tốt hơn là trong đó mỗi tấm làm mát về cơ bản là phẳng và là loại tấm gối (pillow plate).

Theo một phương án khác của sáng chế, phương tiện bổ sung được thêm vào để cung cấp khí xử lý được gia nhiệt sơ bộ, đi từ bộ gia nhiệt khởi động bên trong hoặc bên ngoài chẳng hạn, đến chất xúc tác được nạp liệu trong các môđun xúc tác hình trụ. Các phương tiện này, được gọi là hệ thống khí đầu vào trực tiếp, có thể đóng vai trò là công cụ quan trọng để cho phép giảm chất xúc tác trong quá trình khởi động ban đầu của lò chuyển đổi. Hệ thống khí đầu vào trực tiếp đã nêu được bố trí để vòng qua không gian hình khuyên bên ngoài, nằm ở giữa vỏ áp suất bên ngoài và các môđun xúc tác hình trụ. Điều này cho phép đưa vào khí xử lý được gia nhiệt sơ bộ trong quá trình giảm chất xúc tác mà nếu không thì sẽ vượt quá nhiệt độ thiết kế hoặc vỏ áp suất. Nếu không có hệ thống khí đầu vào trực tiếp, thì mức nhiệt độ khả dụng của chất xúc tác trong nhiều trường hợp sẽ bị giới hạn do nhiệt độ thiết kế được đề cập ở trên, dẫn đến chu kỳ giảm bị kéo dài và không hiệu quả.

Theo một phương án khác của sáng chế, hệ thống khí đầu vào trực tiếp cũng được sử dụng để cung cấp khí xử lý sạch không được gia nhiệt sơ bộ vào chất xúc tác chứa trong các môđun xúc tác hình trụ trong quá trình hoạt động bình thường của lò chuyển đổi, nghĩa là sau việc giảm ban đầu của chất xúc tác. Luồng khí xử lý qua hệ thống khí đầu vào trực tiếp có thể được điều khiển bởi một hoặc nhiều van nằm bên ngoài lò chuyển đổi. Hệ thống này cho phép điều khiển mức nhiệt độ của chất xúc tác trong quá trình hoạt động bình thường. Ví dụ, trong chu kỳ ban đầu của vòng đời của chất xúc tác, trong đó hoạt tính của chất xúc tác ở mức lớn nhất, hoặc mức nạp liệu được giảm (luồng nạp được giảm) đến lò chuyển đổi, một phần của khí nạp được đưa vào qua hệ thống khí đầu vào trực tiếp có thể được tăng để làm mát chất xúc tác được

gia nhiệt bởi phản ứng tỏa nhiệt. Tương tự, khi chất xúc tác bất hoạt và/hoặc tải của lò chuyển đổi được tăng lên, một phần của khí nạp được chuyển qua hệ thống khí đầu vào trực tiếp có thể được giảm để cho phép việc gia nhiệt sơ bộ được tăng cường đối với khí nạp còn lại được đưa qua bộ trao đổi nhiệt nội tầng của mỗi môđun xúc tác. Việc sử dụng hệ thống khí đầu vào trực tiếp đã nêu cho cả hai kịch bản, gia nhiệt trong chu kỳ giảm và điều khiển nhiệt độ trong quá trình hoạt động bình thường, đảm bảo việc sử dụng tối ưu của thể tích lò chuyển đổi khả dụng thay vì thiết kế các phần bên trong lò chuyển đổi với hai phương tiện/hệ thống riêng biệt để cung cấp khí xử lý sạch được gia nhiệt sơ bộ và không được gia nhiệt sơ bộ một cách tương ứng.

Ưu điểm là, trái với tình trạng kỹ thuật của sáng chế, sáng chế mang lại hiệu quả ngạc nhiên là, việc sử dụng luồng hướng trục trong (các) vùng xúc tác của các môđun được vận hành song song cho phép các tấm làm mát được đặt theo cách bố trí song song bên trong vùng xúc tác được làm mát. Cách triển khai quan trọng này đảm bảo độ dày cố định của lớp xúc tác nằm ở giữa hai tấm làm mát liền kề, khi thu được bằng cách ưu tiên lựa chọn các tấm làm mát song song. Điều này tạo ra việc làm mát đồng nhất của chất xúc tác trong vùng xúc tác được làm mát và do đó các điều kiện phản ứng và hiệu quả xúc tác liên quan đến các điều kiện phản ứng thu được được cải tiến so với tình trạng kỹ thuật của sáng chế.

Một cải tiến khác của sáng chế liên quan đến sự kết hợp đã mô tả của I) các môđun xúc tác được vận hành song song, II) luồng hướng trục qua các vùng xúc tác và III) gia nhiệt sơ bộ khí nạp thu được bằng trao đổi nhiệt nội tầng trong vùng xúc tác được làm mát, đảm bảo khả năng nạp liệu nhiều chất xúc tác hơn một cách đáng kể vào trong vỏ áp suất của nhà máy hóa chất được đề cập. Do đó, sáng chế tạo ra việc sử dụng hiệu quả hơn thể tích vỏ áp suất khả dụng. Sự kết hợp của hiệu quả xúc tác được cải tiến, thu được bởi độ dày lớp xúc tác không đổi bởi các tấm làm mát song song, và thể tích nạp liệu chất xúc tác cao hơn đảm bảo hiệu quả hiệp đồng hơn nữa đối với tốc độ sản xuất lớn nhất có thể trong vỏ áp suất có kích thước cố định. Điều này là quan trọng nhất trong các trường hợp tu sửa tập trung vào tăng dung lượng trong đó lò chuyển đổi được thay thế trong khi vỏ áp suất ban đầu được duy trì.

Ưu điểm khác của sáng chế là thay vì luồng hướng trục qua tất cả các vùng xúc tác, tổng lượng hạ áp suất của lò chuyển đổi có thể được giữ ở mức thấp là 1 kg/cm^2

hoặc nhỏ hơn. Điều này là khả thi do lựa chọn của mẫu luồng song song của các môđun làm giảm vận tốc khí trong các vùng xúc tác.

Ngoài ra, phương pháp được mô tả để đưa khí xử lý sạch từ không gian hình khuyên bên ngoài, nằm giữa vỏ áp suất bên ngoài và các môđun xúc tác hình trụ, vào trong bộ trao đổi nhiệt nội tầng là dấu hiệu hiệu quả và thông minh để đảm bảo việc làm mát của vỏ áp suất thường có nhiệt độ thiết kế thấp và do đó phải được che chắn khỏi phản ứng tỏa nhiệt diễn ra trong các vùng xúc tác của các môđun xúc tác được vận hành song song.

Dấu hiệu quan trọng khác của sáng chế là các môđun, vận hành song song, có độ linh hoạt cao về kích thước bằng cách điều chỉnh đơn giản số lượng môđun cho nhà máy hóa chất được đề cập và dung lượng được mong muốn. Điều này cho phép nạp liệu chất xúc tác bên ngoài vỏ áp suất và nâng các môđun, có trọng lượng được giảm và chất xúc tác được nạp liệu trước, trực tiếp vào trong vỏ áp suất. Điều này đóng vai trò quan trọng trong việc giảm thời gian chết do nạp liệu chất xúc tác nhanh và thời gian lắp đặt của phần cứng nhanh, thu được nhờ ý tưởng xếp chồng thực các môđun xúc tác.

Cuối cùng, sáng chế đề xuất độ cao tầng xúc tác thấp hơn bằng cách tăng số lượng môđun xúc tác đem lại các lực xúc tác được giảm một cách đáng kể trên các phần cơ học và rủi ro sự cố được giảm.

Ưu điểm quan trọng khác của độ cao tầng xúc tác thấp hơn là việc tháo liệu chất xúc tác dễ dàng hơn.

Tóm lại, các khía cạnh và các dấu hiệu kỹ thuật của sáng chế là:

1. Phương pháp thực hiện các phản ứng xúc tác tỏa nhiệt bao gồm các bước:

đưa khí xử lý sạch song song vào ít nhất hai môđun xúc tác hình trụ được bố trí theo thứ tự xếp chồng, mỗi trong số chúng bao gồm một hoặc nhiều vùng xúc tác nối tiếp, ít nhất một trong số các vùng xúc tác được làm mát bởi bộ trao đổi nhiệt nội tầng;

phản ứng theo cách tỏa nhiệt khí xử lý sạch thổi theo hướng luồng hướng trục qua tất cả các vùng xúc tác thành khí sản phẩm;

trong mỗi trong số các môđun xúc tác hình trụ, làm mát khí xử lý phản ứng tỏa nhiệt bằng khí xử lý sạch và nhờ đó gia nhiệt sơ bộ khí xử lý sạch bằng cách đưa khí xử lý sạch từ không gian hình khuyên bên ngoài được tạo ra xung quanh mỗi trong số các môđun xúc tác hình trụ vào trong bộ trao đổi nhiệt nội tầng và đưa khí xử lý sạch qua

bộ trao đổi nhiệt nội tầng vào trao đổi nhiệt gián tiếp với khí xử lý được gia nhiệt sơ bộ phản ứng tỏa nhiệt mà đưa theo hướng luồng hướng trực qua vùng xúc tác được làm mát; và

thu thập khí sản phẩm được rút từ ít nhất hai môđun xúc tác trong không gian trung tâm được tạo ra tại trung tâm trong ít nhất hai môđun xúc tác được xếp chồng.

2. Phương pháp theo dấu hiệu kỹ thuật 1, trong đó ít nhất một trong số các vùng xúc tác được kết nối nối tiếp là vùng xúc tác đoạn nhiệt.

3. Phương pháp theo dấu hiệu kỹ thuật 1, trong đó khí xử lý từ vùng xúc tác được làm mát đơn được đưa nối tiếp qua vùng xúc tác đoạn nhiệt đơn.

4. Phương pháp theo dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu kỹ thuật từ 1 đến 3, trong đó bộ trao đổi nhiệt nội tầng bao gồm nhiều tấm làm mát tạo ra các ngăn dẫn cho khí xử lý sạch trong bộ trao đổi nhiệt nội tầng.

5. Phương pháp theo dấu hiệu kỹ thuật 4, trong đó độ dày của lớp xúc tác được làm mát giữa hai tấm làm mát liên kế thay đổi trong khoảng $\pm 10\%$.

6. Phương pháp theo dấu hiệu kỹ thuật 5, trong đó độ dày của lớp xúc tác được làm mát giữa hai tấm làm mát liên kế nằm trong khoảng 10 và 300 mm.

7. Phương pháp theo dấu hiệu kỹ thuật 6, trong đó độ dày của lớp xúc tác được làm mát giữa hai tấm làm mát liên kế nằm trong khoảng 20 và 150 mm.

8. Phương pháp theo dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu kỹ thuật từ 5 đến 7, trong đó mỗi trong số tấm làm mát về cơ bản là phẳng.

9. Phương pháp theo dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu kỹ thuật từ 5 đến 8, trong đó các tấm làm mát được bố trí theo ba phần 120° trong các môđun xúc tác hình trụ và trong đó tất cả các tấm làm mát trong mỗi phần 120° về cơ bản là phẳng và song song.

10. Phương pháp theo dấu hiệu kỹ thuật 9, trong đó các tấm làm mát về cơ bản là phẳng trong phần bất kỳ trong số ba phần 120° không song song với các tấm làm mát về cơ bản là phẳng trong một phần khác.

11. Phương pháp theo dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu kỹ thuật từ 1 đến 10, trong đó khí xử lý sạch được đưa qua bộ trao đổi nhiệt nội tầng theo luồng ngược dòng hoặc luồng cùng dòng với khí xử lý đưa qua các vùng xúc tác trong mỗi trong số các môđun xúc tác hình trụ.

12. Phương pháp theo dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu kỹ thuật từ 1 đến 11, trong đó khí xử lý sạch được đi qua bộ trao đổi nhiệt nội tầng theo luồng ngược dòng với khí xử lý đi qua các vùng xúc tác trong mỗi trong số các môđun xúc tác hình trụ.

13. Phương pháp theo dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu kỹ thuật từ 1 đến 12, trong đó các môđun xúc tác hình trụ có cùng kích thước.

14. Lò phản ứng để thực hiện các phản ứng tỏa nhiệt, lò phản ứng này bao gồm bên trong vỏ áp suất hình trụ:

ít nhất hai môđun xúc tác hình trụ được vận hành song song được bố trí theo thứ tự xếp chồng, mỗi trong số chúng bao gồm một hoặc nhiều vùng xúc tác nối tiếp với lớp xúc tác được tương thích với luồng hướng trục, lớp xúc tác trong ít nhất một trong số các vùng xúc tác được làm mát bởi bộ trao đổi nhiệt nội tầng;

không gian hình khuyên bên ngoài giữa các môđun xúc tác hình trụ và vỏ áp suất hình trụ được kết nối động với ít nhất hai môđun xúc tác hình trụ song song;

trong ít nhất một vùng xúc tác được làm mát, phương tiện nạp cho khí xử lý sạch vào trong đầu vào của bộ trao đổi nhiệt nội tầng, được kết nối động với không gian hình khuyên bên ngoài;

đầu ra của bộ trao đổi nhiệt nội tầng được tạo ra bởi các đầu hở của bộ trao đổi nhiệt nội tầng trong ít nhất một vùng xúc tác được làm mát;

các nắp che đóng ít nhất hai môđun xúc tác hình trụ song song; và

phương tiện đầu ra từ ít nhất hai môđun xúc tác hình trụ song song.

15. Lò phản ứng theo dấu hiệu kỹ thuật 14, trong đó phương tiện đầu ra từ ít nhất hai môđun xúc tác hình trụ song song được bố trí trong không gian trung tâm được tạo ra tại trung tâm trong ít nhất hai môđun xúc tác được xếp chồng.

16. Lò phản ứng theo dấu hiệu kỹ thuật 14 hoặc 15, trong đó ít nhất một trong số các vùng xúc tác nối tiếp là vùng xúc tác đoạn nhiệt.

17. Lò phản ứng theo dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu kỹ thuật từ 14 đến 16, trong đó lò phản ứng này có vùng xúc tác được làm mát đơn được kết nối nối tiếp với vùng đoạn nhiệt đơn.

18. Lò phản ứng theo dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu kỹ thuật từ 14 đến 17, trong đó bộ trao đổi nhiệt nội tầng là bộ trao đổi nhiệt dạng tấm với nhiều tấm làm mát tạo ra

các ngăn dẫn cho khí xử lý sạch trong bộ trao đổi nhiệt nội tạng.

19. Lò phản ứng theo dấu hiệu kỹ thuật 17, trong đó độ dày của lớp xúc tác được làm mát giữa hai tấm làm mát liền kề thay đổi trong khoảng $\pm 10\%$.

20. Lò phản ứng theo dấu hiệu kỹ thuật 19, trong đó độ dày của lớp xúc tác được làm mát giữa hai tấm làm mát liền kề nằm trong khoảng 10 và 300 mm.

21. Lò phản ứng theo dấu hiệu kỹ thuật 19, trong đó độ dày của lớp xúc tác được làm mát giữa hai tấm làm mát liền kề nằm trong khoảng 20 và 150 mm.

22. Lò phản ứng theo dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu kỹ thuật từ 18 đến 21, trong đó mỗi trong số các tấm làm mát về cơ bản là phẳng.

23. Lò phản ứng theo dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu kỹ thuật từ 18 đến 22, trong đó các tấm làm mát được bố trí theo ba phần 120° trong các môđun xúc tác hình trụ và trong đó tất cả các tấm làm mát trong mỗi phần 120° về cơ bản là phẳng và song song.

24. Lò phản ứng theo dấu hiệu kỹ thuật từ 18 đến 22, trong đó các tấm làm mát được bố trí theo ba phần 120° trong các môđun xúc tác hình trụ và trong đó các tấm làm mát về cơ bản là phẳng trong phần bất kỳ trong số ba phần 120° không song song với các tấm làm mát về cơ bản là phẳng trong một phần khác.

25. Lò phản ứng theo dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu kỹ thuật từ 14 đến 24, trong đó các môđun xúc tác hình trụ có cùng kích thước.

26. Lò phản ứng theo dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu kỹ thuật từ 17 đến 25, trong đó các tấm làm mát là ở dạng các tấm gối.

27. Lò phản ứng theo dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu kỹ thuật từ 14 đến 26, trong đó đầu vào bộ trao đổi nhiệt nội tạng được bố trí phương tiện nạp khí được kết nối động với không gian hình khuyên bên ngoài.

28. Lò phản ứng theo dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu kỹ thuật từ 14 đến 27, trong đó phương tiện đầu ra từ vùng xúc tác phía dưới cùng trong mỗi trong số ít nhất hai môđun xúc tác hình trụ được vận hành song song được kết nối động với không gian trung tâm được tạo ra tại trung tâm trong ít nhất hai môđun xúc tác được xếp chồng.

29. Lò phản ứng theo dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu kỹ thuật từ 14 đến 28, trong đó lò phản ứng chứa phương tiện đầu vào bổ sung để cung cấp luồng khí xử lý được gia nhiệt sơ bộ khác.

30. Lò phản ứng theo dấu hiệu kỹ thuật 29, trong đó phương tiện để cung cấp luồng khí xử lý được gia nhiệt sơ bộ khác được bố trí để vòng qua không gian hình khuyên bên ngoài và bộ trao đổi nhiệt nội tầng.

31. Lò phản ứng theo dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu kỹ thuật từ 14 đến 30, trong đó lò phản ứng chứa phương tiện để cung cấp luồng khí xử lý sạch khác.

32. Lò phản ứng theo dấu hiệu kỹ thuật 30, trong đó phương tiện để cung cấp luồng khí xử lý sạch khác được bố trí để vòng qua không gian hình khuyên bên ngoài và bộ trao đổi nhiệt nội tầng.

Các dấu hiệu kỹ thuật và các ưu điểm của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn với phần mô tả dưới đây của các hình vẽ và các phương án cụ thể.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là mặt cắt ngang được đơn giản hóa của lò chuyển đổi xúc tác thể hiện ba môđun xúc tác hình trụ được xếp chồng, vận hành song song bên trong vỏ áp suất chung.

Các hình vẽ từ Fig.2A đến Fig.2C thể hiện ba ví dụ về các bộ phận trao đổi nhiệt mà từ đó bộ trao đổi nhiệt nội tầng có thể được xây dựng.

Fig.2D và Fig.2E thể hiện các ví dụ về các loại tấm làm mát mà từ đó bộ phận trao đổi nhiệt có thể được xây dựng.

Fig.3A thể hiện ví dụ về mặt cắt ngang của môđun xúc tác hình trụ, chứa vùng xúc tác được làm mát và bộ trao đổi nhiệt nội tầng. Bộ trao đổi nhiệt nội tầng bao gồm trong hình vẽ này các tấm làm mát song song được căn chỉnh thẳng hàng được đặt bên trong vùng xúc tác được làm mát.

Fig.3B thể hiện mặt cắt ngang của môđun xúc tác hình trụ theo hình chiếu A-A trên Fig.3A. Tương tự, Fig.3C thể hiện mặt cắt ngang của hai môđun xúc tác hình trụ theo hình chiếu B-B trên Fig.3A.

Fig.4 thể hiện ví dụ khác về mặt cắt ngang của môđun xúc tác hình trụ, môđun này giữ hai vùng xúc tác đoạn nhiệt được kết nối nối tiếp với vùng xúc tác được làm mát đơn.

Các hình vẽ từ Fig.5A đến Fig.5C thể hiện các ví dụ về các cách bố trí tấm làm mát khả dụng của các môđun xúc tác hình trụ trong đó bộ trao đổi nhiệt nội tầng của

mỗi môđun được xây dựng từ nhiều tấm làm mát.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế mô tả phương pháp thực hiện các phản ứng xúc tác tỏa nhiệt trong đó khí xử lý sạch được đi song song vào ít nhất hai môđun xúc tác hình trụ được bố trí theo thứ tự xếp chồng. Fig.1 thể hiện ví dụ về ý tưởng bằng mặt cắt ngang của lò chuyển đổi xúc tác có ba môđun xúc tác hình trụ được xếp chồng 1, vận hành song song bên trong vỏ áp suất chung 3. Trên hình vẽ này, khí xử lý sạch 9 đi vào vỏ áp suất ở đáy, nó thổi theo hướng trục hướng lên trong không gian hình khuyên bên ngoài 2, nằm ở giữa vỏ áp suất bên ngoài 3 và các môđun xúc tác hình trụ 1. Khí xử lý sạch đi vào mỗi trong số các môđun xúc tác hình trụ, trong mỗi môđun đi qua bộ trao đổi nhiệt nội tầng (không được thể hiện) trong đó khí xử lý sạch được gia nhiệt sơ bộ trước khi nó thổi theo hướng trục hướng xuống qua vùng xúc tác được làm mát và một cách tùy chọn một hoặc nhiều vùng xúc tác đoạn nhiệt (các vùng không được thể hiện một cách chi tiết). Khí sản phẩm từ vùng xúc tác phía dưới cùng của mỗi môđun xúc tác hình trụ được đi đến không gian trung tâm 4 được tạo ra tại trung tâm trong hai hoặc nhiều môđun xúc tác khi xếp chồng các môđun bên trong vỏ áp suất. Trên hình vẽ, khí sản phẩm được kết hợp từ lò chuyển đổi 10 được rút từ đáy của vỏ áp suất.

Fig.2 thể hiện ba ví dụ về các bộ phận trao đổi nhiệt 11 mà từ đó bộ trao đổi nhiệt nội tầng có thể được xây dựng. Hình vẽ 2A là một ví dụ trong đó mỗi bộ phận trao đổi nhiệt 11 bao gồm phương tiện nạp 5 và tấm làm mát 6. Fig.2B thể hiện cùng nguyên lý như trên Fig.2A, với phương tiện nạp 5, nhưng trong trường hợp này bộ phận trao đổi nhiệt 11 được xây dựng từ nhiều phần tấm làm mát 12 hẹp hơn. Fig.2C là ví dụ thứ ba về bộ phận trao đổi nhiệt 11 trong đó phương tiện nạp 5 được kết nối với các ống làm mát 13. Trong mỗi trường hợp được miêu tả trên các hình vẽ từ Fig.2A đến Fig.2C, phương tiện nạp 5, nằm ở đáy của mỗi bộ phận trao đổi nhiệt 11, cung cấp sự phân phối đồng đều của khí xử lý sạch dọc theo chiều rộng của tấm làm mát 6 mà sau đó khí xử lý sạch thổi theo hướng trục hướng lên qua bộ phận trao đổi nhiệt 11.

Sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ trên về các bộ phận trao đổi nhiệt được miêu tả trên các hình vẽ từ Fig.2A đến Fig.2C. Các hình dạng khác với các tấm làm mát 6, các phần tấm làm mát 12 hẹp hơn hoặc các ống làm mát 13 có thể được sử dụng và phương tiện nạp 5 theo cách khác có thể được đặt trên để cung cấp luồng hướng trục

hướng xuống của khí xử lý sạch bên trong mỗi bộ phận trao đổi nhiệt 11. Fig.2D và Fig.2E thể hiện các ví dụ về các loại tấm làm mát mà từ đó bộ phận trao đổi nhiệt có thể được xây dựng. Tấm làm mát 6 được miêu tả trên Fig.2D và Fig.2E là loại tấm gôi. Đường đối xứng 19 được biểu thị trên Fig.2D.

Fig.3A thể hiện mặt cắt ngang của các môđun xúc tác hình trụ 1, chứa vùng xúc tác được làm mát 14. Không gian hình khuyên bên ngoài 2, được nằm ở giữa vỏ áp suất bên ngoài 3 và môđun xúc tác hình trụ 1. Bộ trao đổi nhiệt nội tầng, gồm có các tấm làm mát song song được căn chỉnh thẳng hàng 6 và phương tiện nạp (không được thể hiện), được đặt bên trong vùng xúc tác được làm mát 14. Các mũi tên trên Fig.3A, chỉ vào phía trong trên các tấm làm mát biểu thị luồng khí xử lý sạch từ không gian hình khuyên bên ngoài 2 đi vào trong bộ trao đổi nhiệt nội tầng.

Fig.3B thể hiện mặt cắt ngang của môđun xúc tác hình trụ theo hướng A-A trên Fig.3A. Hình vẽ này thể hiện rằng môđun bao gồm vùng xúc tác được làm mát 14 được kết nối nối tiếp với vùng xúc tác đoạn nhiệt 15 được đặt bên dưới vùng xúc tác được làm mát. Khí xử lý sạch được chuyển vào trong bộ trao đổi nhiệt nội tầng qua phương tiện nạp 5. Trong ví dụ này của sáng chế, khí xử lý sạch thổi theo hướng trực hướng lên qua các tấm làm mát, luồng này là ngược dòng đối với luồng hướng xuống hướng trực trong vùng xúc tác được làm mát 14. Vùng xúc tác 14 được làm mát bằng cách trao đổi nhiệt với khí xử lý sạch, được đi qua các tấm làm mát 6. Khí xử lý được chuyển đổi một phần từ vùng xúc tác được làm mát thổi nối tiếp tới vùng xúc tác đoạn nhiệt 15 của môđun xúc tác 1 trong đó nó được chuyển đổi thêm thành khí sản phẩm.

Fig.3C thể hiện mặt cắt ngang của hai môđun xúc tác hình trụ theo hình chiếu B-B trên Fig.3A. Khí xử lý sạch được bổ sung từ không gian hình khuyên bên ngoài 2 vào trong các bộ phận trao đổi nhiệt 11, mỗi trong số chúng gồm có phương tiện nạp 5 và một tấm làm mát 6. Khí xử lý sạch được phân phối đồng đều dọc theo chiều rộng của tấm làm mát 6 khi nó thổi qua phương tiện nạp 5. Khí xử lý sạch sau đó thổi theo hướng trực hướng lên qua tấm làm mát trong khi nó được gia nhiệt sơ bộ bằng cách hấp thụ một phần nhiệt phản ứng được tạo ra bởi phản ứng tỏa nhiệt diễn ra trong vùng xúc tác được làm mát 14 nằm ở giữa các tấm làm mát 6. Trong ví dụ của sáng chế, khí xử lý sạch được gia nhiệt sơ bộ rời khỏi các tấm làm mát ở trên cùng, quay lại và thổi theo hướng trực hướng xuống đầu tiên qua vùng được làm mát bằng khí 14 sau đó là vùng

xúc tác đoạn nhiệt 15 trước khi nó được đi tới không gian trung tâm 4 mà từ đó nó thổi đến đầu ra lò chuyển đổi (không được thể hiện). Còn được miêu tả là hệ thống khí đầu vào trực tiếp 7 mà phục vụ mục đích cung cấp khí xử lý được gia nhiệt sơ bộ tới chất xúc tác được nạp liệu trong các môđun xúc tác 1 trong quá trình giảm chất xúc tác và/hoặc với mục đích chuyển khí xử lý không được gia nhiệt sơ bộ sạch tới vùng xúc tác phía trên, ở đây là 14, cho phép điều khiển mức nhiệt độ của chất xúc tác trong quá trình hoạt động bình thường. Hệ thống khí đầu vào trực tiếp 7 này được bố trí để vòng qua không gian hình khuyên bên ngoài 2, và nhờ đó tránh vượt quá nhiệt độ thiết kế của vỏ áp suất 3 trong quá trình giảm chất xúc tác.

Fig.4 thể hiện cách bố trí khác được bao gồm trong sáng chế. Ở đây, môđun xúc tác 1 được đặt bên trong vỏ áp suất 3, môđun xúc tác này chứa vùng xúc tác đoạn nhiệt phía trên 16 được kết nối nối tiếp với vùng xúc tác được làm mát 17 được nối tiếp bởi vùng xúc tác đoạn nhiệt phía dưới 18 khác nối tiếp. Khí xử lý sạch thổi từ không gian hình khuyên bên ngoài 2, vào trong phương tiện nạp 5 trong đó khí xử lý sạch được phân phối dọc theo chiều rộng của tấm làm mát 6. Trái với Fig.3, khí xử lý sạch trên Fig.4 được gia nhiệt khi nó thổi theo hướng trực hướng xuống qua tấm làm mát 6. Để được dẫn tới chất xúc tác, phương tiện vận chuyển 8 được bố trí để đưa khí xử lý sạch được gia nhiệt sơ bộ từ đầu ra của tấm làm mát, tới vùng xúc tác đoạn nhiệt phía trên 16. Trong ví dụ của sáng chế, luồng khí xử lý sạch bên trong tấm làm mát 6 là cùng dòng với luồng khí xử lý trong vùng xúc tác được làm mát 17.

Cuối cùng, các hình vẽ từ Fig.5A đến Fig.5C thể hiện các phương án cụ thể của sáng chế. Mỗi hình vẽ minh họa môđun xúc tác hình trụ 1, chứa vùng xúc tác được làm mát và bộ trao đổi nhiệt nội tầng, gồm có các tấm làm mát song song được căn chỉnh thẳng hàng 6 và phương tiện nạp (không được thể hiện ở đây). Không gian hình khuyên bên ngoài 2, được nằm ở giữa vỏ áp suất bên ngoài 3 và môđun xúc tác hình trụ 1. Một cách chi tiết, Fig.5A thể hiện các tấm làm mát có cách bố trí hình trụ, có khoảng cách không đổi giữa các tấm liền kề. Trên Fig.5B, các tấm làm mát được bố trí thành bốn phần 90° trong môđun xúc tác hình trụ 1 trong đó tất cả các tấm làm mát trong mỗi phần 90° đều phẳng và song song. Trên Fig.5C, các tấm làm mát được bố trí theo ba phần 120° trong môđun xúc tác hình trụ 1 trong đó tất cả các tấm làm mát trong mỗi phần 120° đều phẳng và song song. Trong cả ba trường hợp, độ dày của lớp xúc tác nằm ở giữa hai tấm làm mát liền kề là không đổi, khi thu được bởi lựa chọn được ưu

tiên của các tấm làm mát song song. Điều này đảm bảo việc làm mát đồng nhất hơn chất xúc tác trong vùng xúc tác được làm mát và kết quả là các điều kiện phản ứng và hiệu quả xúc tác được cải tiến so với các điều kiện phản ứng thu được bằng giải pháp kỹ thuật đã biết.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Nghiên cứu về ý tưởng được đề xuất của sáng chế đã được thực hiện đối với ứng dụng tổng hợp amoniac với sự tham chiếu tới ‘tình trạng kỹ thuật của sáng chế’ là lò chuyển đổi luồng hướng tâm vì hiện tại nó là lựa chọn được ưu tiên cho các nhà máy amoniac quy mô lớn. Một cách chi tiết, các phương pháp của sáng chế được so sánh với lò chuyển đổi luồng hướng tâm ba tầng có hai bộ trao đổi nhiệt liên tầng để gia nhiệt sơ bộ khí xử lý sạch và để làm mát giữa các tầng xúc tác.

Lò chuyển đổi, theo sáng chế, được trang bị nhiều môđun xúc tác hình trụ được vận hành song song được điều chỉnh để đưa tổng lượng hạ áp suất của lò chuyển đổi tới dưới 1 kg/cm^2 . Mỗi môđun xúc tác gồm có vùng xúc tác được làm mát, giữ bộ trao đổi nhiệt nội tầng, được kết nối nối tiếp với vùng xúc tác đoạn nhiệt. Luồng hướng trục qua cả hai vùng xúc tác của mỗi môđun xúc tác được sử dụng. Bộ trao đổi nhiệt nội tầng của mỗi môđun xúc tác gồm có các tấm làm mát song song cung cấp độ dày lớp xúc tác không đổi trong vùng xúc tác được làm mát. Kích thước của vỏ áp suất, được áp dụng cho hai loại lò chuyển đổi, là giống nhau. Hơn nữa, áp suất vòng lặp được áp dụng là bằng nhau và cùng một chất xúc tác amoniac được xem xét trong cả hai trường hợp.

Các kết quả chính được liệt kê trong bảng dưới đây.

Bảng

Tham số	Loại lò chuyển đổi	
	Lò chuyển đổi luồng hướng tâm theo tình trạng kỹ thuật	Lò chuyển đổi theo sáng chế
Thể tích nạp liệu chất xúc tác bổ sung	-	24%
Sự cải tiến về tốc độ sản xuất của chất xúc tác cụ	-	4,5%

thể		
Khả năng bổ sung của lò chuyển đổi (tốc độ sản xuất)	-	30%
Mức giảm về sự hạ áp suất	-	64%
Sự giảm về độ cao vùng xúc tác lớn nhất	-	75%
Sự giảm về trọng lượng tầng xúc tác	-	53%

Nghiên cứu thể hiện rằng các phương pháp của sáng chế tạo ra nhiều ưu điểm so với tình trạng kỹ thuật của sáng chế:

- Sử dụng tốt hơn thể tích vỏ áp suất khả dụng và chất xúc tác với lượng nhiều hơn 24% có thể được nạp liệu vào trong vỏ áp suất tương đồng.
- Tốc độ sản xuất chất xúc tác cụ thể, tính theo tấn của amoniac được sản xuất mỗi ngày trên mỗi thể tích chất xúc tác được cải tiến 4,5%, đạt được nhờ các tấm làm mát được đặt song song trong các môđun hình trụ cung cấp độ dày lớp xúc tác không đổi và các điều kiện phản ứng được cải tiến cho chất xúc tác của vùng xúc tác được làm mát.
- Hiệu quả hiệp đồng của hai điểm trên đảm bảo khả năng sản xuất thêm 30% amoniac trong vỏ áp suất cố định. Đây là thành tựu đáng kể có giá trị trong cả kịch bản tu sửa cũng như cho các nhà máy hoàn toàn mới. Điều này dẫn đến tiết kiệm được các chi phí đầu tư liên quan cho vỏ áp suất.
- Sự hạ áp suất trên lò chuyển đổi trong nghiên cứu được hạ thấp tới không nhỏ hơn 64% khiến cho các chi phí hoạt động được giảm và hiệu quả năng lượng được cải tiến.
- Độ cao vùng xúc tác lớn nhất được giảm 75% tạo ra các lực xúc tác được giảm một cách đáng kể trên các phần cơ học và rủi ro sự cố được giảm.
- Trọng lượng tầng xúc tác được giảm 53% thu được nhờ ý tưởng về các môđun xúc tác vận hành song song. Điều này làm giảm khả năng nạp liệu chất xúc tác

trên mặt đất, và lắp đặt chất xúc tác và phần cứng (các môđun) một cách đồng thời bằng cách nâng các môđun được nạp liệu trước trực tiếp vào trong vỏ áp suất với thời gian lắp đặt được giảm.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp thực hiện các phản ứng xúc tác tỏa nhiệt bao gồm các bước:

đưa khí xử lý sạch song song vào ít nhất hai môđun xúc tác hình trụ được bố trí theo thứ tự xếp chồng, mỗi trong số chúng bao gồm một hoặc nhiều vùng xúc tác nối tiếp, ít nhất một trong số các vùng xúc tác được làm mát bởi bộ trao đổi nhiệt nội tầng;

phản ứng theo cách tỏa nhiệt khí xử lý sạch thổi theo hướng luồng hướng trực qua tất cả các vùng xúc tác thành khí sản phẩm;

trong mỗi trong số các môđun xúc tác hình trụ, làm mát khí xử lý phản ứng tỏa nhiệt bằng khí xử lý sạch và nhờ đó gia nhiệt sơ bộ khí xử lý sạch bằng cách đưa khí xử lý sạch từ không gian hình khuyên bên ngoài được tạo ra xung quanh mỗi trong số các môđun xúc tác hình trụ vào trong bộ trao đổi nhiệt nội tầng và đưa khí xử lý sạch qua bộ trao đổi nhiệt nội tầng vào trao đổi nhiệt gián tiếp với khí xử lý được gia nhiệt sơ bộ phản ứng tỏa nhiệt mà đưa theo hướng luồng hướng trực qua vùng xúc tác được làm mát; và

thu thập khí sản phẩm được rút từ ít nhất hai môđun xúc tác trong không gian trung tâm được tạo ra tại trung tâm trong ít nhất hai môđun xúc tác được xếp chồng.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ít nhất một trong số các vùng xúc tác được kết nối nối tiếp là vùng xúc tác đoạn nhiệt.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khí xử lý từ vùng xúc tác được làm mát đơn được đưa nối tiếp qua vùng xúc tác đoạn nhiệt đơn.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó bộ trao đổi nhiệt nội tầng bao gồm nhiều tấm làm mát tạo ra các ngăn dẫn cho khí xử lý sạch trong bộ trao đổi nhiệt nội tầng.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó độ dày của lớp xúc tác được làm mát giữa hai tấm làm mát liền kề thay đổi trong khoảng $\pm 10\%$.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó độ dày của lớp xúc tác được làm mát giữa hai tấm làm mát liền kề nằm trong khoảng 10 và 300 mm.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó độ dày của lớp xúc tác được làm mát giữa hai tấm làm mát liền kề nằm trong khoảng 20 và 150 mm.

8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 7, trong đó mỗi trong số

tấm làm mát về cơ bản là phẳng.

9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 8, trong đó các tấm làm mát được bố trí theo ba phần 120° trong các môđun xúc tác hình trụ và trong đó tất cả các tấm làm mát trong mỗi phần 120° về cơ bản là phẳng và song song.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó các tấm làm mát về cơ bản là phẳng trong phần bất kỳ trong số ba phần 120° không song song với các tấm làm mát về cơ bản là phẳng trong một phần khác.

11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, trong đó khí xử lý sạch được đưa qua bộ trao đổi nhiệt nội tầng theo luồng ngược dòng hoặc luồng cùng dòng với khí xử lý đưa qua các vùng xúc tác trong mỗi trong số các môđun xúc tác hình trụ.

12. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11, trong đó khí xử lý sạch được đi qua bộ trao đổi nhiệt nội tầng theo luồng ngược dòng với khí xử lý đi qua các vùng xúc tác trong mỗi trong số các môđun xúc tác hình trụ.

13. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 12, trong đó các môđun xúc tác hình trụ có cùng kích thước.

14. Lò phản ứng để thực hiện các phản ứng tỏa nhiệt, lò phản ứng này bao gồm bên trong vỏ áp suất hình trụ:

ít nhất hai môđun xúc tác hình trụ được vận hành song song được bố trí theo thứ tự xếp chồng, mỗi trong số chúng bao gồm một hoặc nhiều vùng xúc tác nối tiếp với lớp xúc tác được tương thích với luồng hướng trục, lớp xúc tác trong ít nhất một trong số các vùng xúc tác được làm mát bởi bộ trao đổi nhiệt nội tầng;

không gian hình khuyên bên ngoài giữa các môđun xúc tác hình trụ và vỏ áp suất hình trụ được kết nối động với ít nhất hai môđun xúc tác hình trụ song song;

trong ít nhất một vùng xúc tác được làm mát, phương tiện nạp cho khí xử lý sạch vào trong đầu vào của bộ trao đổi nhiệt nội tầng, được kết nối động với không gian hình khuyên bên ngoài;

đầu ra của bộ trao đổi nhiệt nội tầng được tạo ra bởi các đầu hở của bộ trao đổi nhiệt nội tầng trong ít nhất một vùng xúc tác được làm mát;

các nắp che đóng ít nhất hai môđun xúc tác hình trụ song song; và

phương tiện đầu ra từ ít nhất hai môđun xúc tác hình trụ song song.

15. Lò phản ứng theo điểm 14, trong đó phương tiện đầu ra từ ít nhất hai môđun xúc tác hình trụ song song được bố trí trong không gian trung tâm được tạo ra tại trung tâm trong ít nhất hai môđun xúc tác được xếp chồng.

16. Lò phản ứng theo điểm 14 hoặc 15, trong đó ít nhất một trong số các vùng xúc tác nối tiếp là vùng xúc tác đoạn nhiệt.

17. Lò phản ứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 16, trong đó lò phản ứng này có vùng xúc tác được làm mát đơn được kết nối nối tiếp với vùng đoạn nhiệt đơn.

18. Lò phản ứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 17, trong đó bộ trao đổi nhiệt nội tầng là bộ trao đổi nhiệt dạng tấm với nhiều tấm làm mát tạo ra các ngăn dẫn cho khí xử lý sạch trong bộ trao đổi nhiệt nội tầng.

19. Lò phản ứng theo điểm 17, trong đó độ dày của lớp xúc tác được làm mát giữa hai tấm làm mát liền kề thay đổi trong khoảng $\pm 10\%$.

20. Lò phản ứng theo điểm 19, trong đó độ dày của lớp xúc tác được làm mát giữa hai tấm làm mát liền kề nằm trong khoảng 10 và 300 mm.

21. Lò phản ứng theo điểm 19, trong đó độ dày của lớp xúc tác được làm mát giữa hai tấm làm mát liền kề nằm trong khoảng 20 và 150 mm.

22. Lò phản ứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 18 đến 21, trong đó mỗi trong số các tấm làm mát về cơ bản là phẳng.

23. Lò phản ứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 18 đến 22, trong đó các tấm làm mát được bố trí theo ba phần 120° trong các môđun xúc tác hình trụ và trong đó tất cả các tấm làm mát trong mỗi phần 120° về cơ bản là phẳng và song song.

24. Lò phản ứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 18 đến 22, trong đó các tấm làm mát được bố trí theo ba phần 120° trong các môđun xúc tác hình trụ và trong đó các tấm làm mát về cơ bản là phẳng trong phần bất kỳ trong số ba phần 120° không song song với các tấm làm mát về cơ bản là phẳng trong một phần khác.

25. Lò phản ứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 24, trong đó các môđun xúc tác hình trụ có cùng kích thước.

26. Lò phản ứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 17 đến 25, trong đó các tấm làm mát là ở dạng các tấm gôí.

27. Lò phản ứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 26, trong đó đầu vào bộ trao đổi nhiệt nội tầng được bố trí phương tiện nạp khí được kết nối động với không gian hình khuyên bên ngoài.
28. Lò phản ứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 27, trong đó phương tiện đầu ra từ vùng xúc tác phía dưới cùng trong mỗi trong số ít nhất hai môđun xúc tác hình trụ được vận hành song song được kết nối động với không gian được tạo ra tại trung tâm trong ít nhất hai môđun xúc tác được xếp chồng.
29. Lò phản ứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 28, trong đó lò phản ứng chứa phương tiện đầu vào bổ sung để cung cấp luồng khí xử lý được gia nhiệt sơ bộ khác.
30. Lò phản ứng theo điểm 29, trong đó phương tiện để cung cấp luồng khí xử lý được gia nhiệt sơ bộ khác được bố trí để vòng qua không gian hình khuyên bên ngoài và bộ trao đổi nhiệt nội tầng.
31. Lò phản ứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 30, trong đó lò phản ứng chứa phương tiện để cung cấp luồng khí xử lý sạch khác.
32. Lò phản ứng theo điểm 30, trong đó phương tiện để cung cấp luồng khí xử lý sạch khác được bố trí để vòng qua không gian hình khuyên bên ngoài và bộ trao đổi nhiệt nội tầng.

FIG.1

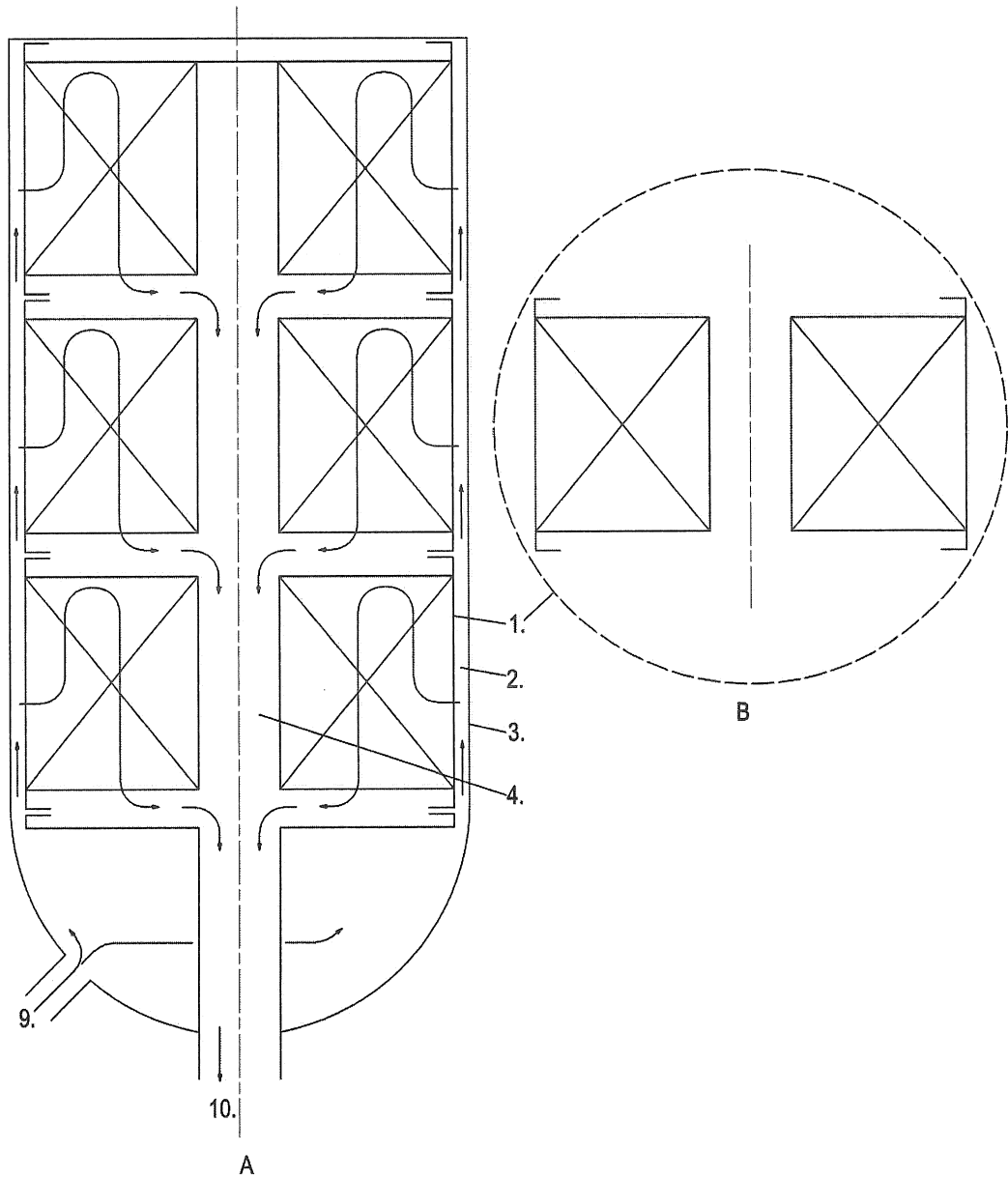
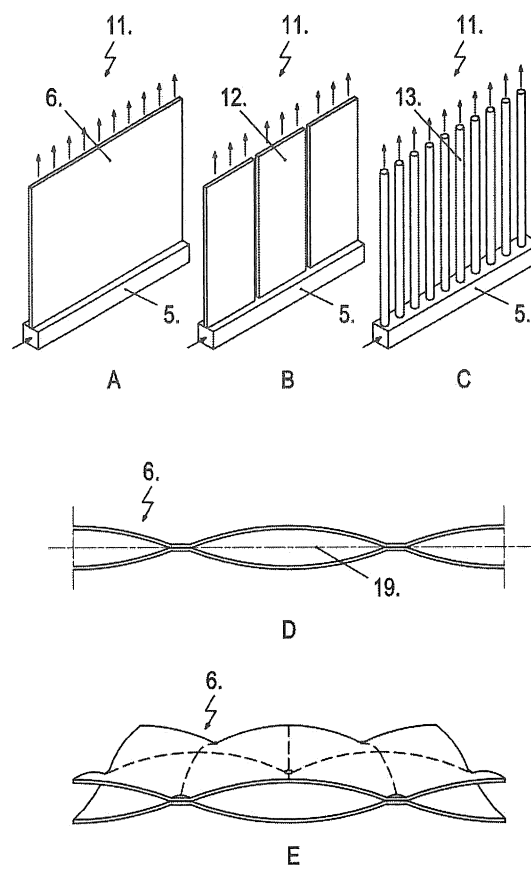


FIG.2



3/5

FIG.3

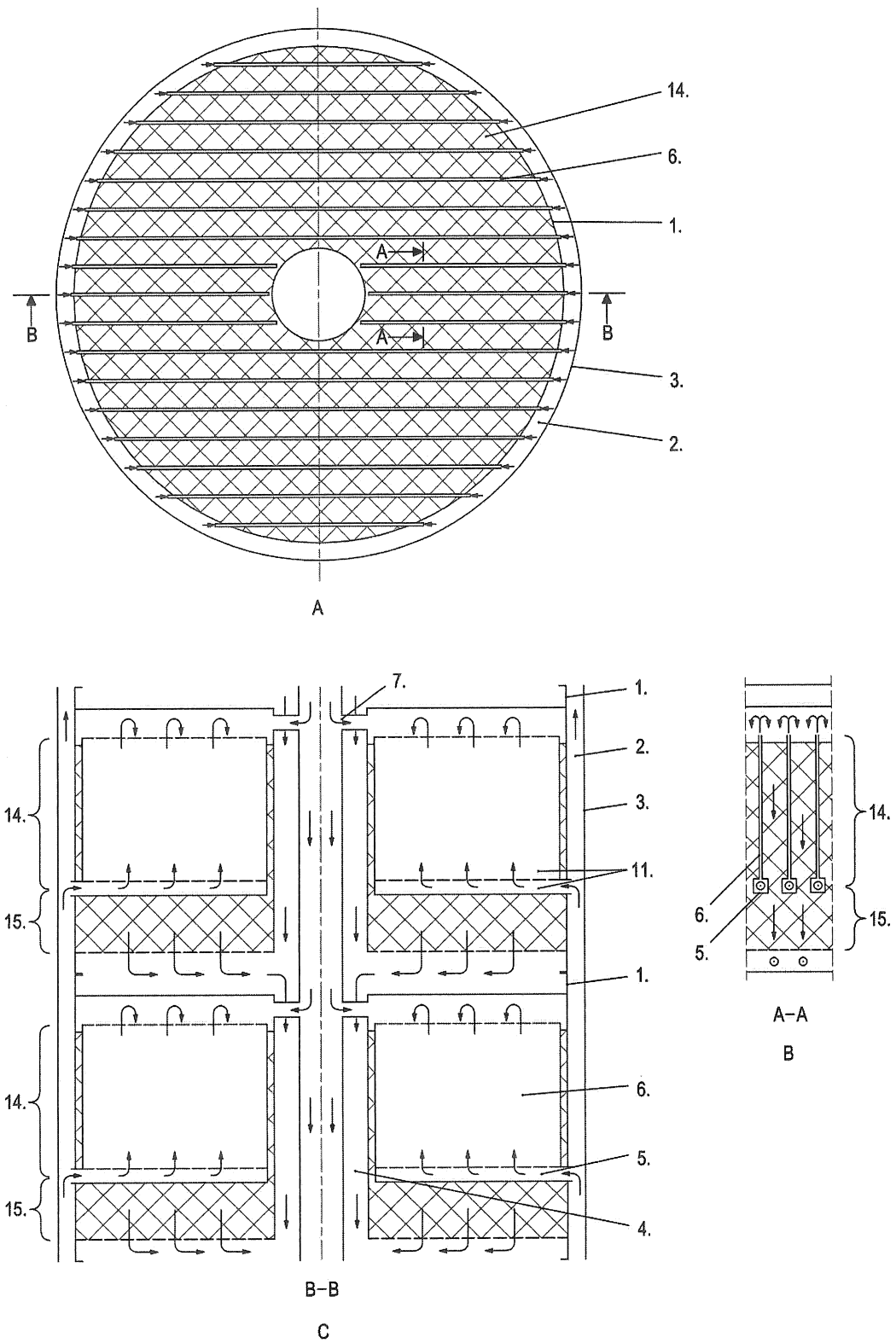
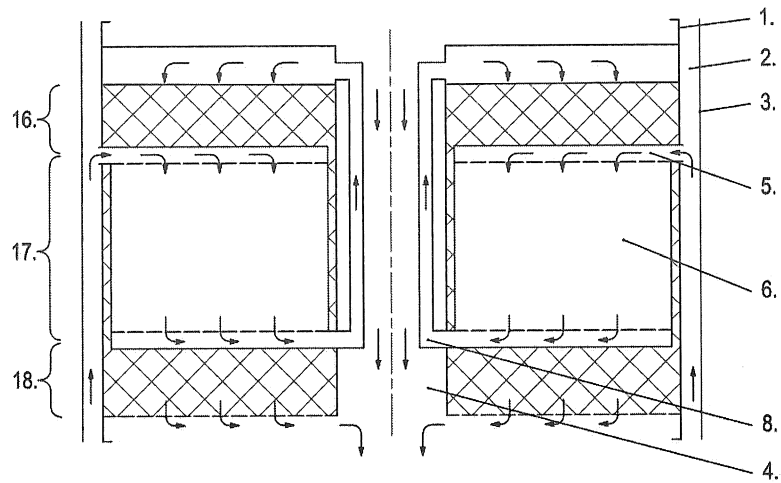


FIG.4



5/5

FIG.5

