



(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)



1-0027960

(51)⁷ **B01J 10/00; C07C 273/04; B01J 19/24; (13) B**
B01J 19/00; B01J 19/02

(21) 1-2012-03490

(22) 21/04/2011

(86) PCT/EP2011/002106 21/04/2011

(87) WO/2011/134648 03/11/2011

(30) MI2010A 000757 30/04/2010 IT

(45) 25/04/2021 397

(43) 25/02/2013 299A

(73) SAIPEM S.P.A. (IT)

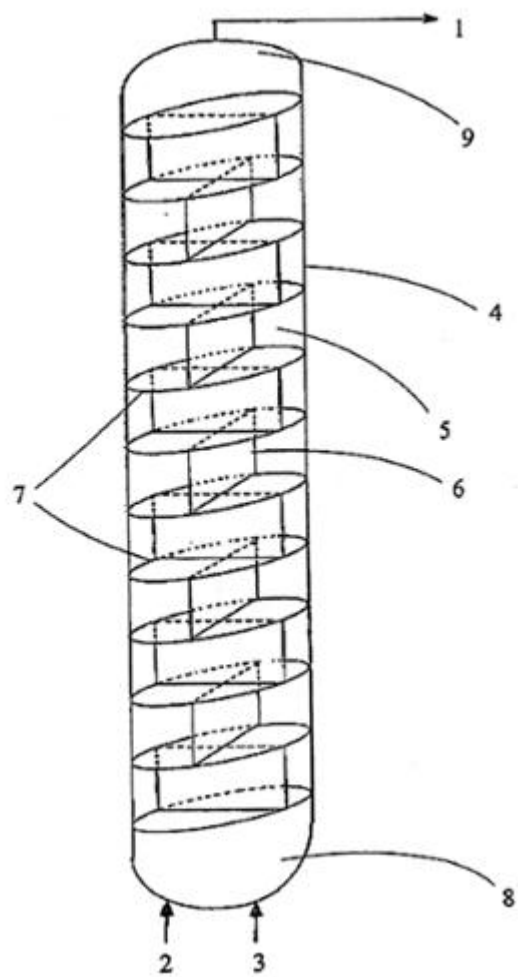
Via Martiri di Cefalonia, 67 20097 SAN DONATO MILANESE (MI), Italy

(72) CARLESSI, Lino (IT); GIANAZZA, Alessandro (IT).

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) LÒ PHẢN ỨNG THỰC HIỆN PHẢN ỨNG HAI PHA LỒNG KHÍ

(57) Sáng chế đề cập đến lò phản ứng thực hiện phản ứng hai pha lồng khí kiểu đứng, bao gồm nhiều đĩa được đục lỗ, được xếp chồng và được đặt cách nhau thích hợp dọc theo trục tung, trong đó vách ngăn phân chia đơn được đặt theo phương thẳng đứng trong các vùng được phân định bởi các đĩa này. Lò phản ứng trên đây cụ thể là được sử dụng để thực hiện phản ứng tổng hợp trực tiếp ure bắt đầu từ amoni và cacbon dioxit.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

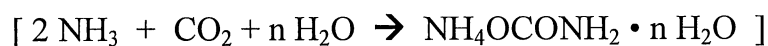
Sáng chế đề cập đến lò phản ứng thực hiện phản ứng hoá học hai pha lỏng khí.

Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến lò phản ứng kiểu đĩa thích hợp để tiến hành phản ứng trong môi trường bao gồm pha lỏng và pha khí tiếp xúc nhau với dòng chảy cùng chiều, cụ thể là phản ứng tổng hợp ure trực tiếp bắt đầu từ amoni và cacbon dioxit, ở áp suất và nhiệt độ cao, với sự tạo thành trung gian của amoni carbamat.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hoạt động của quy trình đồng nhất dựa trên chất lưu hai pha lỏng khí được trộn với nhau, như phản ứng hoá học, bay hơi, phân tách, v.v., thường được tiến hành trong thiết bị cột đứng bao gồm thân hình trụ rỗng, khi cần, có thể chịu được nhiệt độ và áp suất vận hành cao, được đóng kín ở các đầu bằng nắp bán cầu, được tạo dạng và trang bị thích hợp với các lỗ hở cần thiết cho đầu ra và đầu vào của chất lưu, trong đó có sắp xếp nhiều đĩa được đục lỗ, được đặt cách nhau thích hợp, các đĩa này xác định, trong thân hình trụ, các dãy vùng dạng trụ hình học xảy ra sự truyền khối với nhau.

Lò phản ứng để tổng hợp ure trực tiếp bắt đầu từ amoni và cacbon dioxit, với sự tạo thành của nước là sản phẩm phụ, hoặc để thực hiện phản ứng thủy phân ure ngược có mặt trong dung dịch nước nhằm mục đích loại bỏ, là đặc biệt quan trọng và khó thực hiện. Cả hai phản ứng đều có hiệu quả ở áp suất và nhiệt độ cao và đòi hỏi thiết bị đặc biệt để chống lại sự ăn mòn của muối do sự tạo thành của amoni carbamat là chất trung gian. Thiết bị này vận hành ở áp suất thường nằm trong khoảng từ 10 đến 40 MPa và nhiệt độ nằm trong khoảng từ 70 đến 300°C, với sự có mặt của hỗn hợp hai pha chứa ure, nước, amoni, cacbon dioxit và amoni carbamat, sản phẩm cuối cùng được tạo thành theo phản ứng ngưng tụ đã biết:



Điều kiện vận hành tốt hơn là ở áp suất 12-25 MPa và nhiệt độ nằm trong khoảng từ 120 đến 240°C.

Trong các nhà máy công nghiệp sản xuất ure thông thường, các thiết bị chịu

áp suất cao nêu trên thường có thể tích nằm trong khoảng từ 10.000 đến 400.000 lit. Để đạt được sự chuyển hoá lớn nhất, hai pha khí và lỏng phải được giữ để có thể phân tán vào nhau, và việc pha trộn ngược phải giảm đến mức tối thiểu. Vì lý do này, lò phản ứng thường bao gồm cột đĩa kiểu đứng mà chiều cao của nó lên đến 60m, ở các nhà máy có năng suất trên 2.000 tấn/ngày. Các đĩa bên trong cột thường nằm cách nhau khoảng từ 50 đến 300cm và có các dạng đục lỗ khác nhau để cải thiện sự pha trộn lại của chất lưu công nghệ. Lò phản ứng được trang bị với một số dụng cụ và ống dẫn tạo ra sự truyền khối chất lưu giữa các vùng được xác định bởi mỗi cặp đĩa liền kề, như ống mềm, lưới, ống bọc ngoài, ống chảy tràn, v.v, cũng được mô tả trong lĩnh vực. Trong số đơn sáng chế được công bố, ví dụ, đơn sáng chế EP 495418 và US 6,165,315 có thể được đề cập.

Mặc dù các giải pháp khác nhau được chấp nhận đang được sử dụng, việc mở rộng liên tục trong việc sản xuất ure tăng đáng kể do nhu cầu thị trường để sử dụng làm phân bón, đã dẫn đến việc hình thành lò phản ứng dạng cột với thể tích cao đáng kể, để duy trì đủ thời gian tiếp xúc và cho phép chuyển hoá thành ure lớn nhất để đạt đến cân bằng nhiệt động. Chuyển hoá amoni carbamat thành ure bằng cách loại bỏ phân tử nước trong thực tế là bước tương đối chậm và đòi hỏi hỗn hợp phản ứng phải được duy trì dưới điều kiện áp suất và nhiệt độ thích hợp trong thời gian nằm trong khoảng từ 15 đến 120 phút. Để đạt được thời gian tiếp xúc này với thể tích hỗn hợp phản ứng lớn, chiều cao của lò phản ứng và số đĩa phải tăng, kèm theo nhược điểm là phải sử dụng lò phản ứng quá cao, làm cho công kênh, khó lắp đặt và vận chuyển, ngoài ra để vào các bộ phận bên trong để có thể kiểm tra và việc giảm áp suất cao trong quá trình vận hành.

Một trong số các giải pháp được đề xuất là sử dụng hai hoặc nhiều lò phản ứng trên một dây chuyền công nghệ, tuy nhiên bất lợi là tăng giá thành lắp đặt, vận hành và bảo trì nhà máy. Mặt khác, không thuận tiện khi tăng thể tích của lò phản ứng bằng cách tăng đường kính cột vì điều này sẽ dẫn đến việc giảm đáng kể hiệu quả chuyển hoá thành ure, do hiện tượng pha trộn ngược và khuếch tán của hỗn hợp phản ứng.

Do đó, nhu cầu về giải pháp có hiệu quả và tiết kiệm để tăng năng suất lò phản ứng cho phản ứng hai pha, và cụ thể để tổng hợp ure là rất lớn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đã phát hiện ra rằng các vấn đề nêu trên có thể được khắc phục bởi lò phản ứng theo sáng chế.

Đầu tiên, sáng chế đề cập đến lò phản ứng thực hiện phản ứng trong môi trường hai pha lỏng khí, tốt hơn là ở áp suất và nhiệt độ cao. Sáng chế cũng đề cập đến nhà máy bao gồm lò phản ứng trên đây cho phản ứng hai pha và quy trình được thực hiện với nhà máy này.

Do đó, mục tiêu đầu tiên của sáng chế là đề cập đến lò phản ứng thực hiện phản ứng hai pha lỏng khí kiểu đứng bao gồm:

- a) cấu trúc rỗng được phân định bởi vách ngoài có hình dạng về cơ bản là hình trụ, được đóng kín ở hai đầu bằng các nắp về cơ bản là dạng bán cầu, bao gồm các lỗ hở cho đầu vào và đầu ra của chất lưu công nghệ để cho dòng pha khí và lỏng cùng có mặt bên trong lò phản ứng;
- b) nhiều tấm đục lỗ được xếp chồng, mở rộng theo phương nằm ngang bên trong cấu trúc theo bề mặt bên trong của vách hình trụ và được đặt cách nhau thích hợp dọc theo trục tung, sao cho giữa mỗi cặp đĩa liền kề có vùng có sự truyền khối chất lưu với vùng được đặt ở trên và/hoặc dưới đĩa;

khác biệt ở chỗ ít nhất một vùng có ít nhất một vách ngăn phân chia được bố trí giữa hai đĩa liền kề và vuông góc với chúng, để phân chia vùng tương ứng thành ít nhất hai vùng có tỷ lệ thể tích giữa chúng nằm trong khoảng từ 1/3 đến 3/1, tốt hơn nằm trong khoảng từ 0,95 đến 1,05, tốt hơn nữa là bằng 1.

Mục tiêu thứ hai của sáng chế đề cập đến phương pháp cải tiến lò phản ứng kiểu đứng dạng đĩa, bao gồm:

- a) cấu trúc rỗng được phân định bởi vách ngoài có hình dạng về cơ bản là hình trụ, được đóng kín ở hai đầu bằng các nắp về cơ bản là dạng bán cầu, bao gồm các lỗ hở cho đầu vào và đầu ra của chất lưu công nghệ để cho dòng pha khí và lỏng cùng có mặt bên trong lò phản ứng;
- b) nhiều tấm đục lỗ được xếp chồng, mở rộng theo phương nằm ngang bên trong cấu trúc theo bề mặt bên trong của vách hình trụ và được đặt cách nhau thích hợp dọc theo trục tung, sao cho giữa mỗi cặp đĩa liền kề có vùng (khoảng) truyền khối với hai vùng liền kề tương ứng được đặt ở trên và/hoặc dưới đĩa;

khác biệt ở chỗ trong ít nhất một, tốt hơn là trong ít nhất hai, tốt hơn nữa là hơn 90%, thậm chí tốt hơn nữa là trong toàn bộ, các vùng nêu trên ít nhất một vách ngăn phân chia được đặt giữa hai đĩa liền kề và vuông góc với chúng, để phân chia vùng

tương ứng thành ít nhất hai vùng có tỷ lệ thể tích giữa chúng nằm trong khoảng từ 1/3 đến 3/1, tốt hơn nằm trong khoảng từ 0,95 đến 1,05, tốt hơn nữa là bằng 1.

Mô tả chi tiết sáng chế

Thuật ngữ về cơ bản là hình trụ, như được sử dụng ở đây, đề cập đến cấu tạo hình tròn đồng dạng với dạng mặt bên của hình trụ, và cũng bao gồm, ví dụ, cấu tạo có vùng elip hoặc ovan.

Thuật ngữ về cơ bản là bán cầu, như được sử dụng ở đây, đề cập đến cấu tạo hình tròn đồng dạng với dạng bán cầu, và cũng bao gồm, ví dụ, cấu tạo nắp lồi với bán kính đường cong không đồng nhất.

Thuật ngữ kiểu đứng, như được sử dụng ở đây, liên quan đến lò phản ứng hoặc các bộ phận của nó đề cập đến việc bố trí thiết bị trong quá trình vận hành thông thường của nó.

Thuật ngữ liên kề, như được sử dụng ở đây, liên quan đến các vùng hoặc đĩa của lò phản ứng, nghĩa là theo hướng dọc, cụ thể có nghĩa là ngay phía trên hoặc ngay phía dưới theo phương thẳng đứng.

Thuật ngữ truyền khối chất lưu, như được sử dụng ở đây liên quan đến hai thân rỗng, như các phân đoạn, các vùng, các khoang, có nghĩa là ít nhất một chất lưu, dạng lỏng hoặc khí, có thể lưu chuyển từ một thân rỗng này đến thân rỗng khác trong quá trình vận hành.

Lò phản ứng theo sáng chế có thể có kích thước khác nhau và cấu tạo thay đổi, phụ thuộc vào quy trình phản ứng được thiết kế cho nó. Vách ngoài cũng có thể có độ dày khác nhau và có cấu tạo từ kim loại khác nhau, theo áp suất và nhiệt độ của quy trình được tiến hành trong lò phản ứng và có liên quan đến chất lưu được bao gồm. Trong trường hợp lò phản ứng để tổng hợp ure, áp suất và nhiệt độ thông thường được chỉ ra trước đó, và chất lưu bao gồm có tính ăn mòn cao dưới điều kiện công nghệ, và do đó vật liệu lắp đặt gồm có thân chịu lực được làm từ thép có độ dày đáng kể, nói chung nằm trong khoảng từ 50 đến 300mm, tốt hơn nằm trong khoảng từ 100 đến 250mm, thường được sắp thành hàng ở bên trong bởi một hoặc nhiều lớp bao gồm kim oại chống ăn mòn như, ví dụ, thép AISI 316L (độ ure), INOX thép 25/22/2 Cr/Ni/Mo, thép austenitic-ferit đặc biệt, titan, ziriconi và hợp kim tương ứng.

Đường kính của lò phản ứng theo sáng chế có thể thay đổi trong giới hạn

chiều rộng và thông thường nằm trong khoảng từ 50 đến 500cm. Đường kính được ưu tiên cho ứng dụng tổng hợp ure nằm trong khoảng từ 150 đến 400cm.

Hai nắp bán cầu (các đầu) được đặt ở đầu cuối của thân hình trụ của lò phản ứng, để tạo ra sự phân bố lực đẩy áp suất tốt hơn. Các lỗ hở cho đầu vào và đầu ra của chất lưu, việc đưa vào các cảm biến và lỗ hở để kiểm tra (cửa chui) được đặt thích hợp bên trong nắp bán cầu và dọc theo thân hình trụ.

Nhiều loại tấm được đục lỗ có mặt bên trong lò phản ứng, mở rộng theo phương nằm ngang và vuông góc hoặc về cơ bản vuông góc với trục chính, theo kỹ thuật lắp đặt thông thường của lò phản ứng cho phản ứng hai pha lỏng khí, như được minh họa, cụ thể là để tạo thành ure, trong các tài liệu được trích dẫn trước đó. Các đĩa nêu trên có thể mở rộng trên toàn bộ mặt cắt ngang lò phản ứng, hoặc để lại phần nhỏ của phần hở phân đoạn để hợp nhất hoặc tách các lưu lượng pha lỏng và pha khí. Mỗi đĩa được đục các lỗ, các đĩa có thể gồm lỗ đơn giản hoặc bao gồm các van hoặc ống mềm thích hợp để điều hoà lưu lượng và sự phân tán của lỏng và khí và sự pha trộn của chúng và tiếp xúc thuận nghịch. Mật độ lỗ trung bình có mặt tốt hơn là nằm trong khoảng từ 100 to 1.000 lỗ/m², với sự phân bố trên bề mặt của đĩa có thể đồng nhất hơn hoặc ít đồng nhất hơn, phụ thuộc vào phụ thuộc vào điều kiện sử dụng cụ thể. Hơn nữa, mật độ lỗ cũng có thể thay đổi đáng kể từ đĩa này đến đĩa khác trong cùng một lò phản ứng, theo kỹ thuật lắp đặt thông thường, phụ thuộc vào đặc tính lưu biến và lưu lượng của pha khí và lỏng mong muốn trong các vùng khác nhau của lò phản ứng.

Theo sáng chế, lò phản ứng cho phản ứng hai pha lỏng khí được trang bị theo cách để cho phép lưu chuyển cùng chiều của pha khí và lỏng, tốt hơn là có hướng đi lên, được phối trộn với nhau. Chiều cao của lò phản ứng được chọn để đạt được thời gian tiếp xúc mong muốn để thực hiện phản ứng đến cân bằng càng nhiều càng tốt. Do đó, số đĩa được chọn sao cho khoảng cách giữa một đĩa và đĩa liền kề cho phép duy trì sự phân tán của các pha với nhau tốt, để tăng bề mặt trao đổi, nhưng làm giảm hoặc ngăn cản tổng thể sự pha trộn ngược, có ảnh hưởng tiêu cực để đạt trạng thái cân bằng. Các điều kiện được ưu tiên là như thu được trong vùng dòng chảy hai pha (xem tài liệu Perry's Chemical Engineering Handbook, ấn bản lần thứ 5, McGraw-Hill, các trang 5-41). Để đạt được những điều kiện này lò phản ứng kiểu đứng theo sáng chế thường không bao gồm ống chảy chuyển trong các vùng giữa đĩa liền kề.

Nếu lò phản ứng được sử dụng để tổng hợp ure, các đĩa cách nhau khoảng từ 50 đến 400cm, tốt hơn nằm trong khoảng từ 150 đến 300cm, với các khoảng cách

này đường kính lò cũng tăng theo đó. Trong những điều kiện này, số đĩa có mặt trong lò phản ứng nằm trong khoảng từ 5 đến 40, tốt hơn nằm trong khoảng từ 10 đến 20. Tốt hơn nữa là, khoảng cách giữa các đĩa liền kề được giữ gần như không đổi dọc theo toàn bộ lò phản ứng, ngoại trừ dung sai nằm trong $\pm 10\%$ đối với yêu cầu lắp đặt.

Các đĩa là kim loại thường, được gắn bản lề lên trên mặt trong của lò phản ứng bằng cách hàn hoặc tốt hơn là bắt bu lông, sao cho có thể tháo và thay thế chúng dễ dàng. Kim loại làm các đĩa được bao gồm phải có đặc điểm chống chịu và độ cứng tốt dưới điều kiện vận hành của lò phản ứng, cụ thể là nếu có mặt chất lưu ăn mòn hoặc các điều kiện lưu biến gây ra hiện tượng xói mòn. Trong trường hợp tổng hợp ure, các đĩa tốt hơn là làm từ kim loại hoặc hợp kim chống sự ăn mòn của amoni carbamat dưới điều kiện công nghệ, ví dụ, titan, ziriconi, thép AISI 316L (độ ure), thép austenitic-ferit đặc biệt và tốt hơn là thép OX 25/22/2 Cr/Ni/Mo.

Theo sáng chế, mỗi đoạn thu được bằng cách được đặt xen giữa một hoặc nhiều vách ngăn phân chia trong vùng bao gồm thuận tiện phần bề mặt của cả đĩa trên và đĩa dưới trong đó có ít nhất một lỗ để truyền khối chất lưu với vùng liền kề. Mật độ lỗ trung bình tốt hơn là nằm trong khoảng từ 100 đến 1.000, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 200 đến 600, lỗ/m².

Ở phần trên, nói chung chiều cao của nắp lò phản ứng theo sáng chế có thể được lắp đặt với cấu tạo đặc biệt và các phần bổ sung, như, ví dụ, phần hở cho đầu ra hướng lên trên hoặc cho tất cả pha khí còn lại được thu lại qua đường ống thích hợp, ngoài ra phần hở để thu pha lỏng và dụng cụ để kiểm soát mức nhiệt độ và áp suất.

Nếu lò phản ứng được thiết kế để tổng hợp ure, hỗn hợp lỏng khí bao gồm sản phẩm phản ứng và phần còn lại của chất phản ứng không được chuyển hoá tốt hơn là được thu lại bằng ống chảy tràn được đặt gần với nắp trên (đầu) của lò phản ứng, và được đưa vào trong ống dẫn dẫn xuống ra ngoài theo phương thẳng đứng, hoặc tốt hơn nữa là, bên trong, song song với trục của lò phản ứng, đến khi đạt đến chiều cao của thiết bị tách và tinh chế ure, cụ thể là dung môi loại bỏ khí của chu trình tổng hợp có áp suất cao, mà phần đỉnh của nó có độ cao gấp 0,5 đến 0,8 lần lò phản ứng. Điều này là đã biết với các người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực, cho phép áp suất giảm thuận lợi, do sự phát triển lò phản ứng theo phương thẳng đứng được khôi phục.

Theo sáng chế, ít nhất một, tốt hơn là ít nhất hai, tốt hơn nữa là ít nhất 90%

và thậm chí tốt hơn nữa là toàn bộ, các vùng được giới hạn giữa hai đĩa liền kề nêu trên được phân chia thành ít nhất hai vùng bởi ít nhất một vách ngăn phân chia vuông góc, hoặc về cơ bản vuông góc, với các đĩa nêu trên, tốt hơn là, nhưng không cần thiết, bao gồm nguyên liệu làm các đĩa giống nhau. Vách ngăn thích hợp cho lò phản ứng kiểu đứng theo sáng chế tốt hơn là mặt phẳng hoặc có cấu tạo bằng các chi tiết phẳng được ghép lại với nhau, có thể tạo góc thẳng đứng. Thuật ngữ phẳng ở đây có xu hướng khi đề cập đến kích thước tổng thể và hình dạng của vách ngăn hoặc các chi tiết của nó, và không loại trừ vách ngăn có vi cấu trúc theo nhiều cách khác nhau như dạng tạo sóng.

Vách ngăn này có thể là kiểu đóng hoặc kiểu mở. Trong trường hợp trước đây, vách ngăn theo kiểu đóng không cho phép sự trao đổi chất riêng phần giữa các phân đoạn trong vùng được phân chia. Do đó, nó được hàn kín dọc theo mép tiếp xúc với các đĩa và với mặt trong của thân hình trụ. Trong trường hợp mới đây, mặc dù vách ngăn được gắn với các đĩa và/hoặc với mặt trong của lò phản ứng bằng cách hàn một phần hoặc bắt bu lông của các mép, nó có một hoặc nhiều các lỗ hở cho truyền khối chất lưu giữa các phân đoạn mà nó giới hạn. Các lỗ hở này, ví dụ, có thể là kín với các mép ngoài cùng của mỗi vách ngăn, dọc theo đường cố định, hoặc chúng có thể có lỗ được tạo ra một cách đặc biệt vì mục đích này trong vách ngăn. Cả hai giải pháp này đều được bao gồm trong sáng chế và cho phép các đặc điểm của lò phản ứng được thích nghi tối ưu với các thông số động học và động học chất lỏng của hỗn hợp phản ứng. Vách ngăn phân chia được cố định trong lò phản ứng bằng cách bắt bu lông được ưu tiên cho việc lắp đặt tốt hơn và đơn giản trong bảo dưỡng chúng.

Khi vách ngăn phân chia là phẳng hoặc phẳng về cơ bản, tốt hơn là nó được đặt sao cho bề mặt của nó gần hoặc trùng với trục chính của lò phản ứng, để phân chia vùng mà nó được đặt trong đó thành các phân đoạn có thể tích xấp xỉ bằng nhau, cụ thể là, có tỷ lệ giữa thể tích của hai trong số các phân đoạn bất kỳ trong đó vùng được phân chia nằm trong khoảng từ 1,05 đến 0,95. Do đó, khi vách ngăn phân chia khác nhau có mặt trong vùng, ví dụ hai, tốt hơn là chúng được cố định bằng cách giao cắt chúng để tạo thành góc nhị diện, ví dụ, bốn, và chia vùng thành các phân đoạn góc tương ứng, tốt hơn nữa là có thể tích gần bằng nhau.

Theo khía cạnh được ưu tiên của sáng chế, giữa hai đĩa liền kề chỉ có vách ngăn phân chia đơn, tốt hơn nữa là được đặt để giao cắt với trục của lò phản ứng, ví dụ có hướng trên một trong số các đường kính của các đĩa liền kề. Theo cách về sau, mỗi vùng được phân chia thành hai phân đoạn về cơ bản có cùng thể tích và

hình dạng.

Khi ống dẫn theo phương thẳng đứng bên trong nêu trên để đưa hỗn hợp đã phản ứng có mặt đến khối phân tách, ở phần trên của lò phản ứng, nó được đặt thuận tiện gần với vách trong của lò phản ứng và đi qua chỉ một trong số phân đoạn trong vùng được phân chia.

Theo sáng chế, mỗi vách ngăn phân chia có mặt trong lò phản ứng có thể được đặt với đường cong chuẩn của mặt phẳng độc lập với nhau. Các vùng chứa vách ngăn phân chia đơn, tuy nhiên, đã phát hiện ra rằng hai giải pháp khác nhau đặc biệt là có lợi. Điều đầu tiên trong số các giải pháp này, tất vách ngăn phân chia chủ yếu được sắp xếp trên mặt phẳng hình học đơn (ngoại trừ có sai số đáng kể trong lắp đặt) chứa trục chính của lò phản ứng kiểu đứng. Trong thực tế, các phương pháp lắp đặt này, lò phản ứng bao gồm hai đường phản ứng song song, có thể truyền khối riêng phần với nhau. Do đó, tạo ra hai đường được khép kín trong cùng thân hình trụ, chúng cho phép đơn giản hoá lắp đặt đáng kể có liên quan đến việc sử dụng hai lò phản ứng tách biệt song song, đặc biệt là trong trường hợp các quy trình áp suất cao, và tránh việc sử dụng đến lò phản ứng có sự tăng về chiều cao khi cần thiết tốc dòng rất cao và/hoặc xử lý thể tích chất lưu lớn.

Trong giải pháp có lợi thứ hai, mặt phẳng của mỗi vách ngăn phân chia đơn được đặt theo phương thẳng đứng với góc nằm trong khoảng từ 30° đến 90° , tốt hơn nữa là khoảng 90° , so với mặt phẳng của vách ngăn ngay sau hoặc trước nó dọc theo trục chính của lò phản ứng. Sự sắp xếp này với dụng cụ đo góc làm cho chất lưu pha trộn lại theo phương nằm ngang mà do đó tiếp theo là chu trình dạng hình sin trong quá trình lên xuống dọc theo lò phản ứng. Bằng cách này, thu được sự pha trộn của hai pha lớn hơn.

Tất cả các kết hợp có thể khác của vách ngăn được định hướng với nhau, tuy nhiên, đều là các cách được bao gồm khác theo phạm vi của sáng chế.

Một trong số các ưu điểm của sáng chế là tính linh động nhờ vách ngăn phân chia khác nhau có thể được lắp đặt và thiết kế, để có thể tối ưu, ngoài ra căn cứ vào sự hiểu biết trong quá trình vận hành, các thông số động học chất lỏng và động học của lò phản ứng.

Vách ngăn phân chia trong lò phản ứng được làm từ các vật liệu được chọn căn cứ vào quy trình được sử dụng. Chúng bao gồm có lợi khi cùng một vật liệu với vật liệu tạo ra các đĩa, hoặc vật liệu thích hợp. Độ dày của vách ngăn phân chia

không giới hạn cụ thể, nhưng thường không quá cao khi nó không phải chịu áp lực đáng kể. Độ dày một vài milimet ví dụ, từ 1 đến 10mm, tốt hơn nằm trong khoảng từ 2 đến 5mm, là đủ cho các ứng dụng thông thường.

Đã phát hiện ra rằng nhờ sáng chế, có thể duy trì thiết kế và các thông số quy trình thích hợp và chiều cao của lò phản ứng thấp hơn đồng thời thậm chí bằng 40% so với việc cần thiết để thu được cùng một sản lượng với sự có mặt của vách ngăn phân chia nêu trên. Đường kính tổng của lò phản ứng là cao hơn về tỷ lệ, nhưng không bao hàm việc giảm có hiệu quả nhờ sự có mặt của việc bố trí đặc biệt của vách ngăn phân chia.

Các hình vẽ kèm theo cung cấp một số ví dụ minh họa mà không làm giới hạn phạm vi của sáng chế, bằng cách tham chiếu cụ thể đến lò phản ứng có thể được sử dụng để tổng hợp ure trực tiếp ở áp suất và nhiệt độ cao. Các phần có cùng chức năng trong hình vẽ khác nhau được thể hiện cùng một số chỉ dẫn. Để rõ ràng hơn, các phần của thiết bị không cần thiết cho việc hiểu và minh họa đầy đủ của sáng chế đã được loại khỏi hình vẽ.

Sáng chế được mô tả nhằm mục đích minh họa, bằng cách tham chiếu cụ thể đến các hình vẽ kèm theo, mà không làm giới hạn đến phạm vi của sáng chế như được xác định trong yêu cầu bảo hộ, ngoài ra có liên quan đến các giải pháp tương đương với nó.

Fig.1 thể hiện phác họa hình vẽ phối cảnh của lò phản ứng kiểu đứng theo sáng chế, trong đó vách trước của thân hình trụ được loại bỏ để thể hiện các thành phần bên trong quan trọng nhất.

Fig.2 thể hiện phác họa hình vẽ phối cảnh chi tiết hơn của phân đoạn lò phản ứng kiểu đứng của Fig.1, trong đó các mặt phẳng của vách ngăn phân chia được đặt lệch nhau 90° .

Fig.3 thể hiện phác họa hình vẽ phối cảnh chi tiết hơn của phân đoạn của lò phản ứng kiểu đứng theo sáng chế, trong đó các mặt phẳng của vách ngăn phân chia trong các vùng liền kề được đặt thẳng hàng với nhau.

Fig.4 thể hiện phác họa chi tiết lò phản ứng kiểu đứng theo sáng chế, trong đó vách ngăn phân chia được đặt giữa hai đĩa liền kề với đường hàn kín.

Fig.5 thể hiện phác họa chi tiết lò phản ứng kiểu đứng theo sáng chế, trong đó vách ngăn phân chia được đặt giữa hai đĩa liền kề bằng cách bắt bu lông và có

các lỗ hở để truyền khối chất lưu giữa hai phân đoạn.

Trong Fig.1, lò phản ứng cột đứng có thể được nhận rõ, được phân định bởi thân chịu lực 4, tương ứng được đóng kín ở các đầu bằng nắp dưới 8, trong đó các đầu vào 2 và 3 của cacbon dioxit và hơi bao gồm amoni lỏng và amoni carbamat được đưa vào, và nắp trên 9, trong đó hỗn hợp đã phản ứng được thu lại, bao gồm ure được tạo ra trong lò phản ứng, được đưa hướng về dung môi loại bỏ khí qua đường 1 khỏi phần đầu. Đường 1 nêu trên có thể ra khỏi lò phản ứng theo cách khác ở độ cao trung bình với ống dẫn được bố trí bên trong theo phương thẳng đứng của thiết bị cho đến khi nó đi đến phần chảy tràn được đặt trên nắp trên của lò phản ứng để thu hồi hỗn hợp pha lỏng hoặc pha khí theo các trường hợp.

Dọc theo cột, nhiều đĩa được đục lỗ 7 giới hạn số tương ứng của các vùng 5, mà trong đó hỗn hợp phản ứng hai pha chảy trong quá trình vận hành. Lỗ được tạo ra trên mỗi đĩa cho phép sự truyền khối chất lưu giữa các vùng liền kề không được thể hiện trong Fig.1 nhưng mặt khác có thể nhận thấy trong các Fig.4 và 5 sau đó. Mỗi vùng được phân chia thành hai phân đoạn về cơ bản có cùng thể tích qua vách ngăn phân chia 6, được đặt vuông góc so với các đĩa liền kề và đi qua trục của lò phản ứng. Cụ thể là, Fig.1 thể hiện vách ngăn phân chia được bố trí khác nhau với các mặt phẳng xoay 90° với nhau.

Liên quan đến Fig.2, trong mặt cắt của cột được thể hiện, các chi tiết giống nhau về cơ bản được mô tả trước đó có liên quan đến Fig.1 nhưng có thể nhận biết được.

Liên quan đến Fig.3, mặt cắt của cột được thể hiện, các chi tiết giống nhau về cơ bản được mô tả trước đó có liên quan đến Fig.2 nhưng có thể nhận biết được nhưng bằng sự khác biệt quan trọng ở chỗ vách ngăn phân chia 6 được bố trí thẳng hàng trên cùng mặt phẳng.

Liên quan đến Fig.4, hình này minh họa phương án cụ thể theo sáng chế, trong đó vách ngăn phân chia 6 được gắn chặt nhờ mối hàn thích hợp 10 và 11 của các cạnh của nó, với bề mặt của các đĩa 7 và với mặt trong của lớp lót của thân chịu lực 4, tương ứng.

Liên quan đến Fig.5, hình này minh họa phương án cụ thể theo sáng chế, trong đó vách ngăn phân chia 6 được gắn trên bề mặt của các đĩa 7 và trên mặt trong của lớp lót của thân chịu lực 4, bằng các giá đỡ kim loại được bắt bu-lông 13. Giải pháp này thuận tiện để can thiệp bảo dưỡng hoặc sửa chữa lò phản ứng khi cần, vì

nó thuận lợi cho việc tháo dỡ và thay thế vách ngăn phân chia (và nếu có thể các đĩa cũng có thể được cố định bằng bu lông). Cũng có thể tạo mô hình và cố định vách ngăn phân chia sao cho, trong quá trình vận hành, phần hỗn hợp phản ứng di chuyển từ một phân đoạn này đến phân đoạn khác của cùng một vùng.

Fig.4 và 5 cũng thể hiện phác hoạ lỗ 12 được tạo ra trong mỗi đĩa 7 cho phép sự lưu chuyển hỗn hợp phản ứng khí/lỏng từ vùng này đến vùng khác. Các lỗ này cũng có thể có dạng khác với dạng hình tròn, ví dụ, hình vuông hoặc hình chữ nhật, và có thể được bố trí với các thành phần ba thứ nguyên như ống mềm, vòng đệm, khớp nối, lưới, thích hợp để dẫn hoặc điều hoà sự lưu chuyển một hoặc hai pha lỏng và khí, hoặc cho phép trộn có hiệu quả hơn. Kích thước của lỗ (độ rộng lớn nhất) thường nằm trong khoảng từ 1 đến 10cm.

Lò phản ứng theo sáng chế có thể được tạo ra bằng cách áp dụng kỹ thuật lắp đặt thông thường của thiết bị hoá công nghiệp của loại này. Cụ thể là, nếu lò phản ứng được trù định trước để tổng hợp hoặc thuỷ phân ure, các chuyên gia trong ngành sẽ chấp nhận các giải pháp kỹ thuật thích hợp và được sử dụng rộng rãi nhất để thu được thiết bị vận hành ở áp suất và nhiệt độ cao, dưới điều kiện chất lưu công nghệ có tính ăn mòn hoá học cao, ví dụ, sử dụng thân chịu lực và nắp thép có đủ độ dày được bọc bên trong bằng một hoặc nhiều tấm kim loại hoặc hợp kim chống ăn mòn, như được chỉ ra trước đó. Tấm được đục lỗ và vách ngăn phân chia sau đó được bố trí bên trong lò phản ứng, thông thường vận hành thông qua cửa chui, được đặt cách nhau đủ để thu được các đặc tính lưu chuyển. Nếu hai vách ngăn giao cắt phân chia được đặt trong một hoặc nhiều vùng, có thể thu được cách bố trí chéo nhau, ví dụ, bằng cách hàn một nửa vách ngăn, trực giao trên đường tâm của mỗi mặt của vách ngăn khác.

Sáng chế đã phát hiện ra rằng lò phản ứng dạng đĩa kiểu đứng trước đó có thể được thay đổi để thực hiện phản ứng hai pha khí/lỏng, để thu được lò phản ứng có cùng đặc điểm là lò phản ứng theo sáng chế, với hiệu quả chuyển hoá tăng vào sau cùng sự can thiệp trong quá trình vận hành. Do đó, mục tiêu khác của sáng chế đề cập đến phương pháp cải tiến lò phản ứng dạng đĩa kiểu đứng để thực hiện phản ứng hai pha, hơn nữa các nhà máy mà trong đó lắp đặt lò phản ứng trên đây, bao gồm bố trí ít nhất một vách ngăn phân chia trong ít nhất một vùng được bao gồm giữa hai đĩa liền kề.

Hơn nữa, phương pháp cải tiến nêu trên cũng có thể bao gồm việc loại bỏ một hoặc nhiều đĩa và bố trí lại đĩa còn lại để thu được các vùng giữa các đĩa liền kề có chiều cao khác nhau sao với lò phản ứng trước đây.

Với lò phản ứng theo sáng chế, hoặc lò phản ứng thu được nhờ phương pháp cải tiến nêu trên, nó đã được chứng minh cụ thể là có lợi để tiến hành quy trình sản xuất ure bằng cách tổng hợp trực tiếp bắt đầu từ amoni và cacbon dioxit trong hỗn hợp hai pha lỏng khí, ở áp suất và nhiệt độ cao, với sự tạo thành trung gian của amoni carbamat. Do đó, mục tiêu khác của sáng chế đề cập đến quy trình nêu trên trong đó diễn ra sự tạo thành ure, một phần hoặc hoàn toàn, tốt hơn là ít nhất 60%, trong lò phản ứng theo sáng chế.

Với lò phản ứng theo sáng chế, cùng một chuyển hoá trên hành trình và sản lượng quy trình có thể thu được như lò phản ứng tương tự của tình trạng kỹ thuật đã biết không được trang bị với vách ngăn phân chia, nhưng với việc giảm chiều cao đáng kể so với lò phản ứng sau này, tốt hơn nằm trong khoảng từ 20 đến nhỏ hơn 40%. Lò phản ứng có chiều cao giảm có thể xử lý thể tích của hỗn hợp chất phản ứng rất cao với sự có mặt của vách ngăn phân chia, mặt khác, không đạt được hiệu quả chuyển hoá mong muốn.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ sau đây không làm hạn chế việc sử dụng lò phản ứng được đưa ra nhằm mục đích minh hoạ theo sáng chế.

Lò phản ứng theo sáng chế của loại được mô tả trong Fig.1 và 2, được sử dụng trong quy trình sản xuất ure với năng suất 1.750 tấn/ngày có các đặc điểm sau đây:

Đường kính trong: 265cm

Chiều cao: 2.520cm

Vách ngoài cùng làm bằng thép carbon, dày khoảng: 10cm

Số đĩa: 9

Khoảng cách giữa các đĩa: 250cm

Các đĩa, làm từ thép 25/22/2 Cr/Ni/Mo có độ dày khoảng 0,8cm, xác định tổng số 8 vùng dạng hình trụ có chiều cao khoảng 250cm, và bao gồm số lượng lỗ có đường kính khoảng 3cm được phân bố trên bề mặt của nó với mật độ khoảng 400 lỗ/m².

Vách ngăn phân chia theo phương thẳng đứng đi qua trục của lò phản ứng,

được đặt trong mỗi vùng, bằng cách hàn, vách ngăn phân chia thể tích của vùng làm đôi. Vách ngăn nêu trên không bao gồm lỗ và có cấu tạo từ tấm thép 25/22/2 Cr/Ni/Mo có độ dày khoảng 0,8cm. Vì có thể thấy ở Fig.2, mặt phẳng của mỗi vách ngăn phân chia được xoay 90° dọc theo trục của lò phản ứng so với mỗi vách ngăn ngay liền kề.

Đưa 54.200 kg/h dòng khí CO_2 chứa 750 kg/h sản phẩm trơ có nhiệt độ 120°C và áp suất 16 MPa qua đường 2 vào trong lò phản ứng. Dòng chất lỏng chứa amoni carbamat và amoni dư vào lò phản ứng, qua đường 3, ở nhiệt độ 135°C và áp suất 16 MPa, có hợp phần sau đây:

NH_3 114.246 kg/h,

CO_2 31.467 kg/h,

H_2O 23.660 kg/h

trong đó amoni carbamat được nén bằng CO_2 và lượng amoni bao gồm cả amoni tự do và amoni này liên kết với the amoni carbamat. Hỗn hợp phản ứng được tạo thành ở đáy lò phản ứng đi lên qua các đĩa và các phân đoạn khác nhau trong đó các vùng được phân chia giữa đĩa này với đĩa khác. Với sự truyền qua mỗi đĩa, hỗn hợp phản ứng của một phân đoạn được trộn một phần với hỗn hợp ở phân đoạn liền kề trong cùng một vùng, dẫn đến thu được sự cân bằng đồng nhất. Sự lưu chuyển của nguyên liệu, dưới những điều kiện này, là để ngăn sự chảy rớt khỏi sự tạo thành pha trộn ngược đáng kể. Sau cùng, dòng hỗn hợp khí/lỏng được lấy ra từ đầu của lò phản ứng, qua đường 1, ở 190°C và 15,5 MPa, có hợp phần sau đây:

NH_3 73.608 kg/h

CO_2 31.609 kg/h

Ure 73.187 kg/h

H_2O 44.001 kg/h

Sản phẩm trơ 750 kg/h

trong đó CO_2 có mặt cơ bản ở dạng muối, như amoni carbamat. Dòng hơi này được đưa đến các phân đoạn tách và tinh chế ure, vận hành theo kỹ thuật đã biết, hơi nước của amoni carbamat và amoni từ dòng hơi này được tuần hoàn tới lò phản ứng qua đường 3 nêu trên, sau khi bổ sung thành phần amoni.

Sự chuyển hoá trên mỗi hành trình CO_2 thành ure, được tính là phần trăm tỷ lệ mol giữa ure được tạo thành và tổng CO_2 được tạo ra bởi các đường 2 và 3, là bằng 63%.

Lò phản ứng kiểu truyền thống, để thu được cùng một cách chuyển hoá ure, với cùng tốc độ lưu chuyển như được minh hoạ trên đây để sản xuất ure 1.750 tấn/ngày, thường có đường kính khoảng 210cm và chiều cao 4.000cm.

Ưu điểm lớn của lò phản ứng theo sáng chế ở chỗ, với cùng hiệu quả chuyển hoá, nó trở nên dễ lắp đặt và vận chuyển, và thuận tiện bảo dưỡng, khi nó bắt đầu vận hành.

Vì mục đích so sánh, lò phản ứng được đánh giá thông qua tính toán mô hình, mà lò phản ứng có cùng kích thước như được mô tả trên đây, nhưng không được trang bị với vách ngăn phân chia nêu trên, nếu vận hành với cùng sản lượng 1.750 tấn/ngày, sẽ sản xuất ra ure với chuyển hoá trên hành trình CO_2 là 57%.

Có thể thu được phương án theo sáng chế khác biệt với các phương án được mô tả trên đây bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật, phù hợp với các đòi hỏi ứng dụng khác nhau, thể hiện các biến thể khác nhau trong trường hợp bất kỳ được bao gồm theo phạm vi của yêu cầu bảo hộ sau đây.

Yêu cầu bảo hộ

1. Lò phản ứng kiểu đứng để sản xuất ure bằng cách tổng hợp trực tiếp từ amoni và cacbon dioxit trong hỗn hợp hai pha lỏng khí bao gồm:
 - a) cấu trúc rỗng được phân định bởi vách ngoài cùng (4) có hình dạng về cơ bản là hình trụ, được đóng kín ở hai đầu bằng các nắp về cơ bản là dạng bán cầu (8, 9), bao gồm các lỗ hở cho đầu vào và đầu ra của chất lưu công nghệ để cho pha khí và lỏng chảy cùng chiều bên trong lò phản ứng;
 - b) nhiều đĩa được đục lỗ được xếp chồng (7), mở rộng theo phương nằm ngang bên trong cấu trúc theo bề mặt bên trong của vách hình trụ (4) và được đặt cách nhau thích hợp dọc theo trục tung, sao cho giữa mỗi cặp đĩa liền kề có vùng (5) có sự truyền khối chất lưu với vùng được đặt ở trên và/hoặc dưới đĩa;

khác biệt ở chỗ, ít nhất một vùng (5) bao gồm một vách ngăn phân chia đơn về cơ bản là phẳng (6) được đặt giữa hai đĩa liền kề và vuông góc với chúng và được gắn trên bề mặt các đĩa (7) và trên bề mặt bên trong của lớp lót của vách ngoài (4), để phân chia vùng tương ứng thành hai vùng có tỷ lệ thể tích giữa chúng nằm trong khoảng từ 1/3 đến 3/1.
2. Lò phản ứng kiểu đứng theo điểm 1, trong đó ít nhất 2 vùng được xác định bởi hai đĩa liền kề có ít nhất một vách ngăn phân chia
3. Lò phản ứng kiểu đứng theo điểm 1, trong đó ít nhất 90% các vùng được xác định bởi hai đĩa liền kề có ít nhất một vách ngăn phân chia.
4. Lò phản ứng kiểu đứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó số đĩa thay đổi nằm trong khoảng từ 5 đến 40.
5. Lò phản ứng kiểu đứng theo điểm 4, trong đó số đĩa thay đổi nằm trong khoảng từ 10 đến 20.
6. Lò phản ứng kiểu đứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó khoảng cách giữa các đĩa liền kề nằm trong khoảng từ 50 đến 400cm.
7. Lò phản ứng kiểu đứng theo điểm 6, trong đó khoảng cách giữa các đĩa liền kề gần như không đổi và nằm trong khoảng từ 150 đến 300cm.

8. Lò phản ứng kiểu đứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó các đĩa và vách ngăn phân chia đơn làm từ kim loại hoặc hợp kim được chọn từ titan, ziriconi, thép AISI 316L, thép austeno-ferit, thép INOX 25/22/2 Cr/Ni/Mo.
9. Lò phản ứng kiểu đứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó mật độ lỗ trung bình nằm trong khoảng từ 100 đến 1000 lỗ/m².
10. Lò phản ứng kiểu đứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 4 đến 9, trong đó tất cả vách ngăn phân chia đơn chủ yếu được sắp xếp trên mặt phẳng hình học đơn chứa trục chính của lò phản ứng kiểu đứng.
11. Lò phản ứng kiểu đứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên từ 4 đến 9, trong đó mặt phẳng của mỗi vách ngăn phân chia đơn được đặt theo phương thẳng đứng với góc nằm trong khoảng từ 30° đến 90° so với mặt phẳng của vách ngăn ngay sau hoặc trước nó dọc theo trục chính của lò phản ứng.
12. Lò phản ứng kiểu đứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ít nhất một vách ngăn phân chia đơn được gắn chặt bằng cách hàn các cạnh của nó.
13. Lò phản ứng kiểu đứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11, trong đó ít nhất một vách ngăn phân chia đơn nêu trên được gắn bằng các giá đỡ kim loại được bắt bu-lông.
14. Lò phản ứng kiểu đứng theo điểm 1, trong đó tỷ lệ giữa thể tích của hai phân đoạn được phân chia bởi vách ngăn phân chia đơn (6) nằm trong khoảng từ 0,95 đến 1,05.
15. Lò phản ứng kiểu đứng theo điểm 1, trong đó tỷ lệ thể tích của hai phân đoạn được phân chia bởi vách ngăn phân chia đơn (6) là 1.
16. Phương pháp cải tiến lò phản ứng kiểu đứng dạng đĩa, để sản xuất ure bằng cách tổng hợp trực tiếp từ amoni và cacbon dioxit trong hỗn hợp hai pha lỏng-khí, bao gồm:
 - a) cấu trúc rỗng được phân định bởi vách ngoài có hình dạng về cơ bản là hình trụ, được đóng kín ở hai đầu bằng các nắp về cơ bản là dạng bán cầu, bao gồm các lỗ hở cho đầu vào và đầu ra của chất lưu công nghệ;
 - b) nhiều tấm đục lỗ được xếp chồng, mở rộng theo phương nằm ngang bên

trong cấu trúc theo bề mặt bên trong của vách hình trụ và được đặt cách nhau thích hợp dọc theo trục tung, sao cho vùng giữa mỗi cặp đĩa liền kề được tạo ra xảy ra quá trình truyền khối chất lưu với vùng được đặt ở trên và/hoặc dưới đĩa, tương ứng;

khác biệt ở chỗ, một vách ngăn phân chia đơn về cơ bản là phẳng được đặt trong ít nhất một trong số các vùng nêu trên, được sắp xếp giữa hai đĩa liền kề và vuông góc với chúng trên bề mặt các đĩa (7) và bề mặt trong của lớp lót của vách ngoài (4), để phân chia vùng tương ứng thành ít nhất hai vùng có tỷ lệ thể tích giữa chúng nằm trong khoảng từ 1/3 đến 3/1.

17. Phương pháp theo điểm 16, trong đó thể tích của hai tỷ lệ giữa thể tích của hai phân đoạn được phân chia bởi vách ngăn phân chia đơn (6) nằm trong khoảng từ 0,95 đến 1,05.
18. Phương pháp theo điểm 16, trong đó tỷ lệ thể tích của hai phân đoạn được phân chia bởi vách ngăn phân chia đơn (6) là 1.
19. Phương pháp theo điểm 16, trong đó ít nhất một vách ngăn phân chia đơn được đặt ở trên 90% các vùng nêu trên.
20. Phương pháp theo điểm 16, trong đó ít nhất một vách ngăn phân chia đơn được đặt trong tất cả các vùng nêu trên.
21. Quy trình sản xuất ure bằng cách tổng hợp trực tiếp bắt đầu từ amoni và cacbon dioxit với sự tạo thành trung gian của amoni carbamat, khác biệt ở chỗ, phản ứng tổng hợp được tiến hành trong hỗn hợp hai pha lỏng khí, ở áp suất và nhiệt độ cao, trong lò phản ứng kiểu đứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 15.

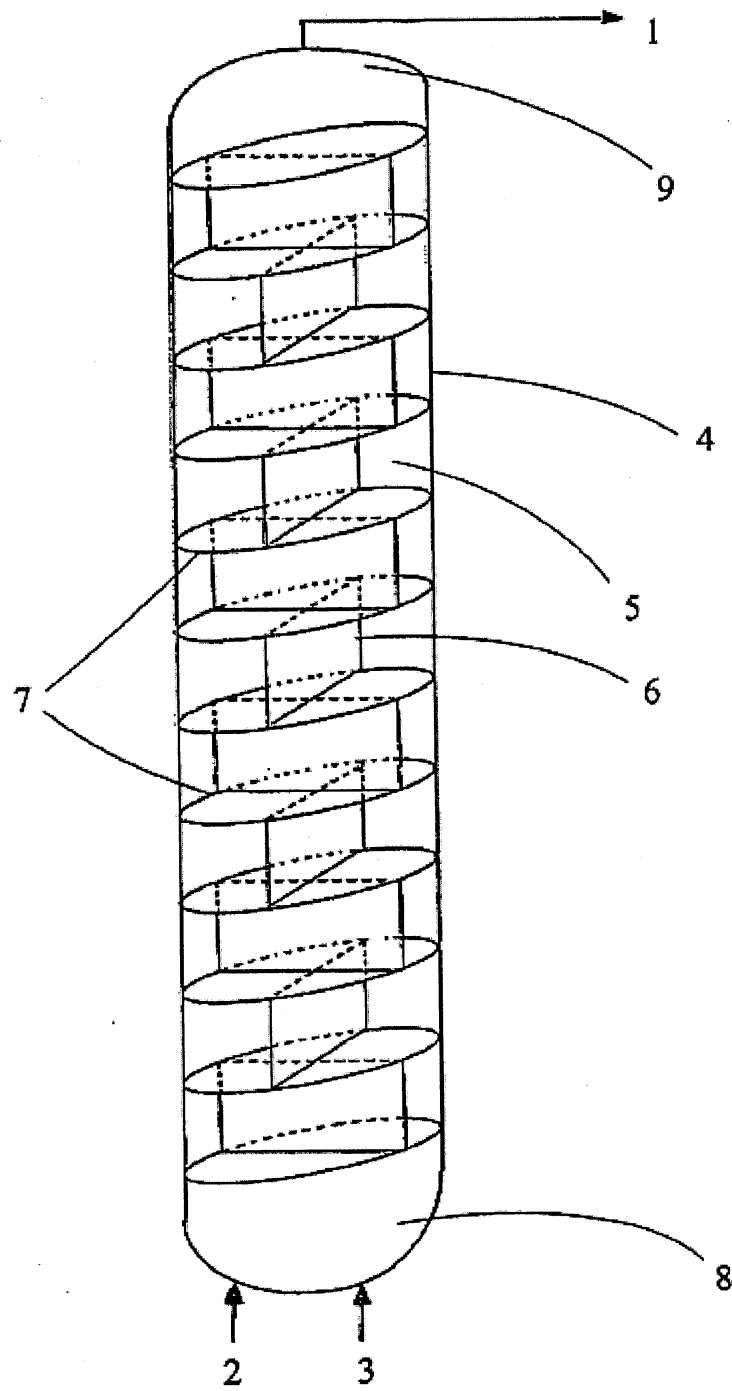


Fig. 1

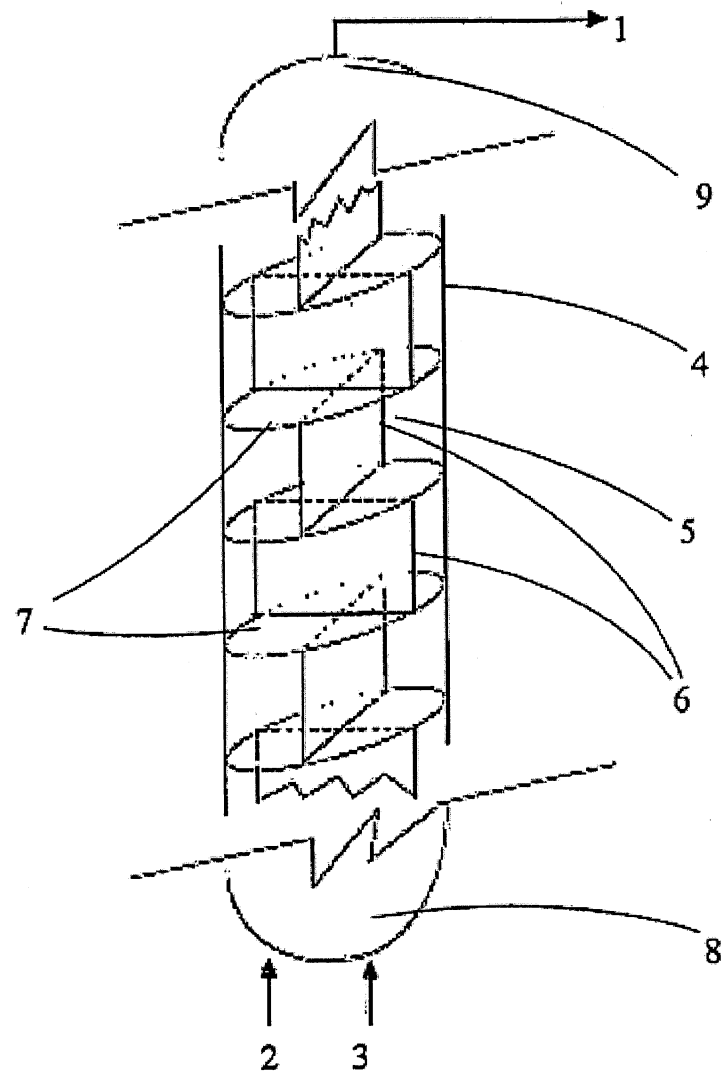


Fig.2

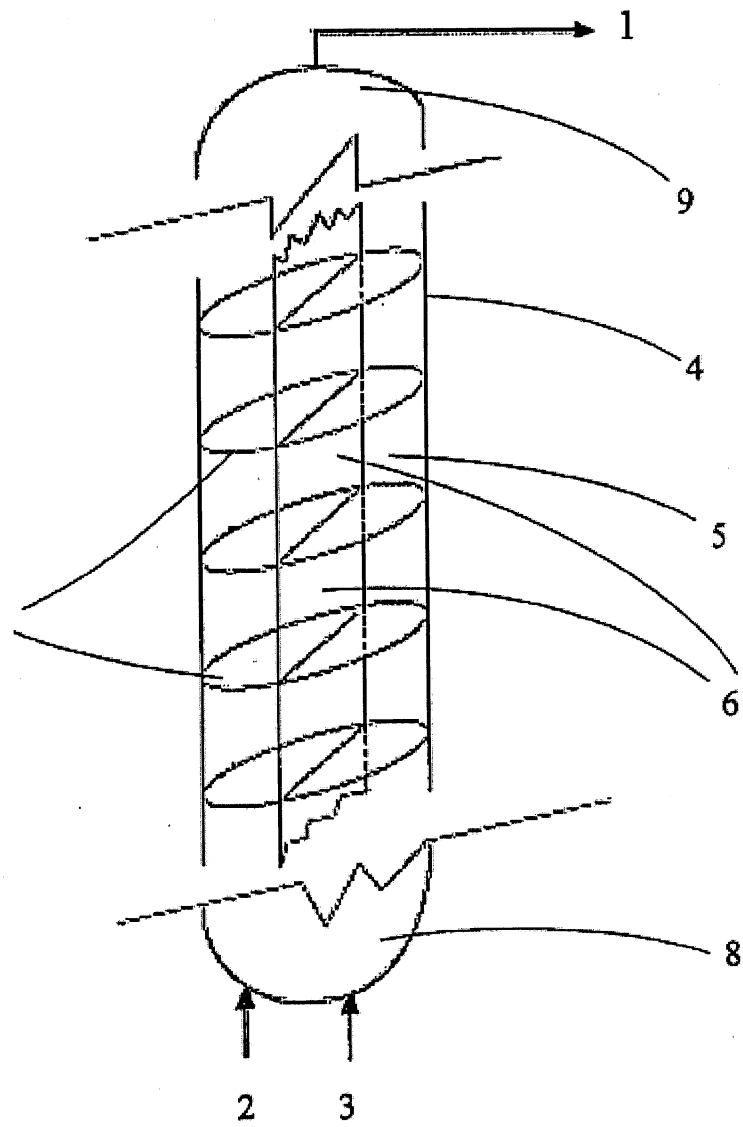


Fig.3

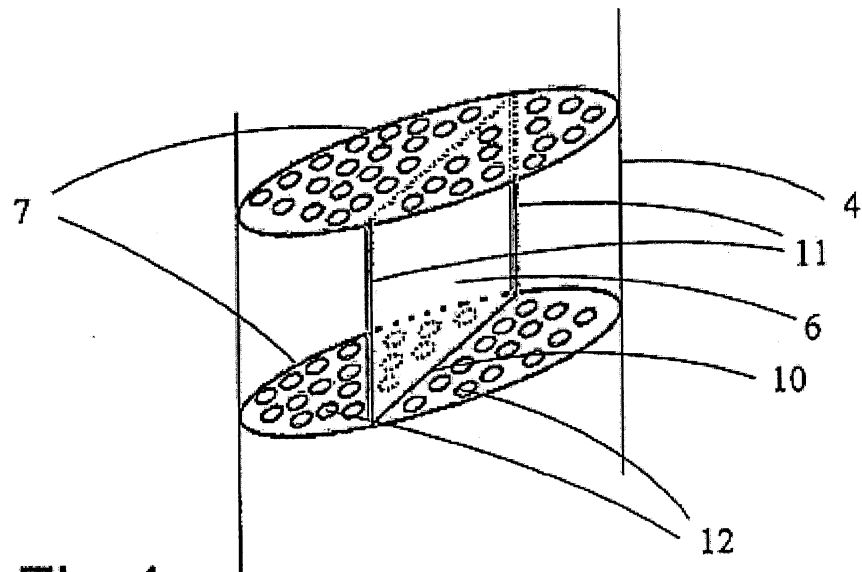


Fig. 4

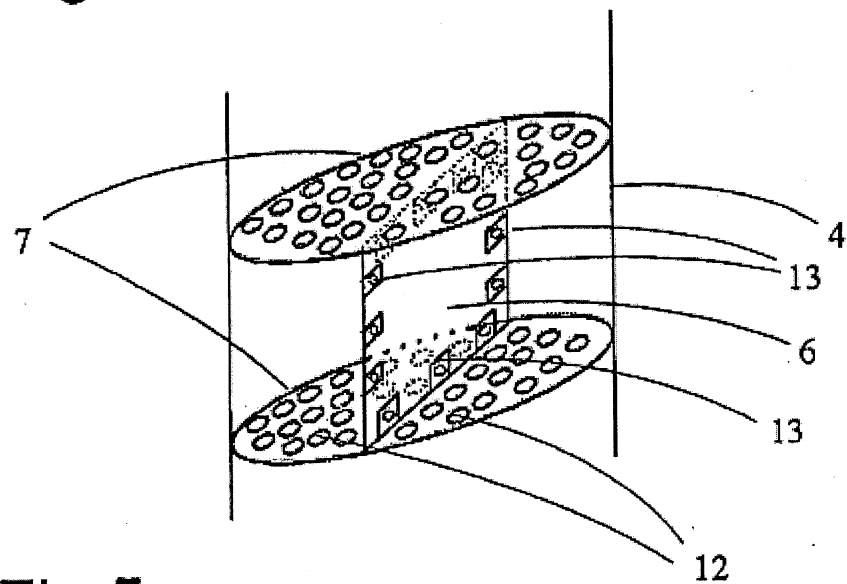


Fig. 5