



(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)



1-0026901

(51)⁷ C01B 21/26; C01B 21/40; B01J 19/24

(13) B

(21) 1-2015-02869

(22) 07/02/2014

(86) PCT/EP2014/000333 07/02/2014

(87) WO 2014/121938 14/08/2014

(30) 10 2013 002 201.0 07/02/2013 DE

(45) 25/01/2021 394

(43) 25/12/2015 333A

(73) 1. MESSER GROUP GMBH (DE)

Messer-Platz 1, 65812 Bad Soden, Germany

2. Messer Austria GmbH (AU)

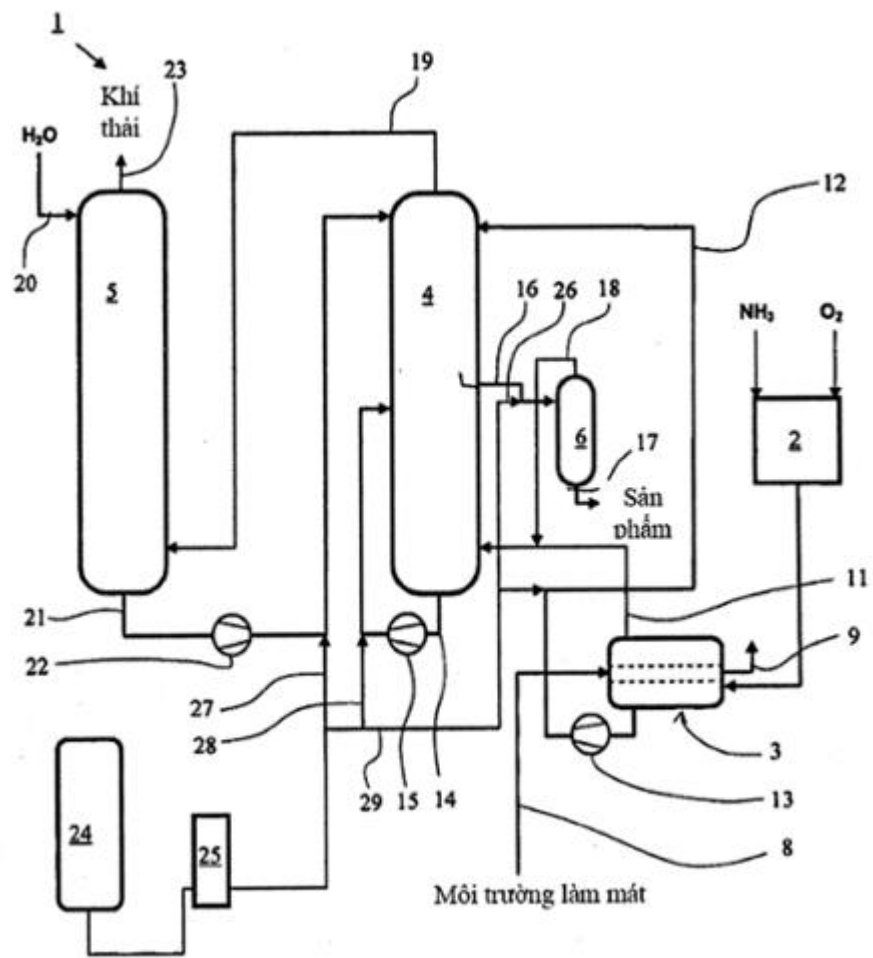
Industriestrasse 5, A-2352 Gumpoldskirchen, Austria

(72) BACHLEITNER, Walter (AT); BERGER, Thomas (DE); ROHOVEC, Joachim (AT).

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

(54) QUY TRÌNH VÀ HỆ THỐNG SẢN XUẤT AXIT NITRIC

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất axit nitric, trong đó nitơ oxit được tạo ra trước tiên trong bộ phận đốt amoniac (2), và sau đó chúng được nạp vào ít nhất một tháp hấp thụ (4, 5). Trong tháp hấp thụ (4, 5), nitơ oxit được đưa vào tiếp xúc với nước và oxy, với ít nhất một phần phản ứng của hỗn hợp khí chứa nitơ với nước và oxy để tạo thành dung dịch chứa axit nitric nước mà lấy ra từ đáy của tháp hấp thụ (4, 5) và tiếp đó được nén và được nạp nhờ đường ống thẳng đứng (12, 14, 21) trở lại tháp hấp thụ (4, 5). Để giảm thiểu nồng độ của nitơ oxit trong khí thải từ quy trình này, sáng chế đề xuất oxy được nạp ở dạng lỏng hoặc dạng khí vào trong vùng của đường ống thẳng đứng (12, 14, 21) mà thấp hơn về cao độ. Điều này thúc đẩy việc hòa tan oxy và cả phản ứng của oxy với nitơ oxit đã hòa tan để tạo ra axit nitric. Sáng chế còn đề cập đến hệ thống sản xuất để điều chế axit nitric.

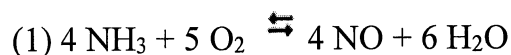


Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất axit nitric. Sáng chế còn đề cập đến hệ thống sản xuất để điều chế axit nitric.

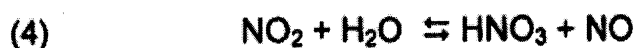
Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để điều chế axit nitric với quy mô công nghiệp, thông thường quy trình oxy hóa amoniac có xúc tác bốn giai đoạn (quy trình Ostwald) được sử dụng. Trong bước thứ nhất, amoniac và oxy được cho phản ứng trong bình phản ứng (sau đây còn được gọi là “thiết bị đốt amoniac”) với sự có mặt của chất xúc tác lưới chủ yếu bao gồm kim loại quý, ví dụ platin-rodì, để tạo ra nitơ monoxit và hơi nước:



Để thúc đẩy phản ứng mong muốn so với phản ứng cạnh tranh, nhiệt độ hoạt động trong bình phản ứng càng cao càng tốt, ví dụ 900°C, nhiệt độ này chỉ bị giới hạn bởi tính ổn định của lưới kim loại quý và sự thất thoát được dự tính trước của kim loại quý liên kết với nó. Thông thường, lượng siêu tỷ lượng của không khí hoặc oxy được dùng để giữ tính dễ bốc cháy của hỗn hợp phản ứng và nhiệt độ ra khỏi bình phản ứng trong tầm kiểm soát và để cung cấp oxy bổ sung cho các phản ứng oxy hóa sau đó. Sau đó, phần xả ra từ bình phản ứng được làm mát trong bộ phận ngưng đến nhiệt độ ở đó nước ngưng tụ. Trong trường hợp này, một ít nitơ monoxit phản ứng với nước và oxy để tạo ra dung dịch nước chứa axit nitric mà còn chứa nitơ oxit, cụ thể là nitơ monoxit, ở dạng hòa tan. Hỗn hợp khí còn lại mà không đi vào dung dịch được nạp vào tháp hấp thụ (sau đây còn được gọi là “cột hấp thụ”) trong đó một ít khí nitơ monoxit được oxy hóa bằng oxy, mà được đưa vào ở dạng

oxy khí quyển hoặc ở dạng oxy tinh khiết, để tạo ra nitơ dioxit, hoặc dime của nó, đinitơ tetroxit, mà sau đó được phản ứng với nước để tạo ra axit nitric:



Nước, trong trường hợp này, thường đi qua tháp hấp thụ theo dòng ngược với dòng khí đi lên. Axit nitric tập hợp ở đáy của tháp hấp thụ dưới dạng dung dịch nước. Dung dịch chứa axit nitric này, ngay khi dung dịch chứa axit nitric vừa được tạo ra trong bộ phận ngưng, được lấy ra, được bơm vào đỉnh của tháp hấp thụ và được phun ở trong đó, để phản ứng với khí đinitơ oxit vẫn còn có mặt trong dung dịch để tạo ra axit nitric. Trong nhiều trường hợp, nhiều tháp hấp thụ còn được nối liên tục, trong đó dòng khí, hoặc axit nitric mà được lấy ra, đi qua dãy tháp hấp thụ này theo dòng ngược. Để tăng khả năng hấp thụ đối với khí đinitơ oxit, các khí trong tháp hấp thụ, hoặc trong các tháp hấp thụ, được đưa đến áp suất cao hơn nằm trong khoảng từ 1 đến 15 bar (từ 10^5 đến $15 \cdot 10^5$ Pa) (g). Trong các nhà máy mà có các cột hấp thụ vận hành ở áp suất tương đối thấp, nằm trong khoảng từ 1 đến 5 bar (từ 10^5 đến $5 \cdot 10^5$ Pa) (g) (nhà máy áp suất trung bình hoặc áp suất thấp), tỷ lệ khí đinitơ oxit thải ra trong khí thải là rất cao, mà cụ thể là do áp suất riêng phần của oxy thấp trong không khí mà thường được sử dụng làm khí chứa oxy trong cột hấp thụ. Mặc dù việc áp dụng áp suất cao hơn dẫn đến việc giảm hàm lượng còn lại của nitơ oxit trong khí thải, điều này đi kèm với việc làm tăng đáng kể chi phí cho việc thu gọn và việc thiết kế các bộ phận của nhà máy phù hợp tương ứng cho các áp suất cao hơn.

Do đó, để làm tăng hiệu suất của quy trình, đã có những nỗ lực được thực hiện để làm tăng áp suất riêng phần của oxy bằng cách đưa oxy bổ sung vào ở các vị trí khác nhau, và nhờ đó làm giảm tỉ lệ khí đinitơ oxit trong khí thải.

Ví dụ, tài liệu EP 0 799 794 A1 đề xuất việc cung cấp oxy, hoặc khí giàu oxy, cho quy trình nêu trên để sản xuất axit nitric ở phía dưới của thiết bị đốt amoniac, nhưng ở phía trên của cột hấp thụ.

Tài liệu GB 547 959 A đề xuất việc đưa hỗn hợp chứa axit nitric đặc vừa phải và đinitơ tetraoxit (N_2O_4) lỏng cùng với oxy trong bình phản ứng dưới áp suất cao để tạo ra axit nitric có độ tinh khiết cao.

Theo hướng dẫn của tài liệu US 5 266 291 B1 và tài liệu US 5 360 603 B1, không khí giàu oxy được đưa vào trong bình phản ứng oxy hóa amoniac. Oxy dư sẵn có này cho phép sự tăng về nguồn cấp amoniac và do đó làm tăng năng suất vốn có; tuy nhiên, nhiệt độ của hệ thống và tính dễ bốc cháy phải, đồng thời, được giữ trong tầm kiểm soát bằng cách đưa nước hoặc các khí trơ vào phần cửa vào của bình phản ứng.

Tài liệu EP 1 013 604 B1 đề xuất việc bơm oxy bổ sung vào trong dòng xử lý chứa axit nitric để tạo ra hỗn hợp bọt khí/chất lỏng trong đó mà có sự phân tán mịn bọt khí có đường kính nhỏ hơn khoảng 0,1 mm. Kết quả là đạt được diện tích bề mặt lớn giữa chất khí và hỗn hợp chất lỏng, mà kết quả là các chất tạp nhiễm trong axit nitric tạo ra được cho là giảm đến mức thấp nhất và giảm yêu cầu đối với việc cấp oxy bổ sung trong hệ thống.

Tài liệu US 4 235 858 B1 bộc lộ quy trình sản xuất axit nitric trong đó oxy lạnh ($T < 0^\circ C$) được cho đi vào trong tháp hấp thụ. Trong trường hợp này, việc đưa vào này diễn ra trong buồng khí của tháp hấp thụ. Nhiệt độ thấp của oxy được cho là để

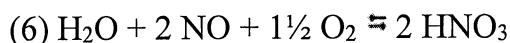
thúc đẩy việc tạo ra nitơ đioxit hoặc đinitơ tetroxit từ nitơ monoxit theo phương trình (2) và (3) và nhờ đó làm tăng việc sản xuất axit nitric tổng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mặc dù đã có các cải tiến, nhưng có thể đạt được việc tăng hơn nữa về năng suất và tối ưu hóa việc xử lý của quy trình được mô tả ở giai đoạn bắt đầu để sản xuất axit nitric, đó cũng là mục đích của sáng chế.

Mục đích này đạt được bằng quy trình có các dấu hiệu của điểm 1 yêu cầu bảo hộ và cả bằng cách dùng hệ thống sản xuất để điều chế axit nitric có các dấu hiệu theo điểm 7. Các phương án có lợi của sáng chế được nêu rõ trong các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc.

Do đó, quy trình theo sáng chế để điều chế axit nitric được đặc trưng ở chỗ oxy được đưa vào trong dung dịch nước chứa axit nitric mà xuất hiện trong quá trình ngưng tụ sản phẩm phản ứng của quá trình đốt amoniac trong bộ phận ngưng và/hoặc trong quá trình hấp thụ các khí chứa nitơ oxit trong tháp hấp thụ (hoặc các tháp hấp thụ) và được nạp qua các đường ống thẳng đứng vào vùng phía trên, cụ thể là khoảng trống ở đầu, của tháp hấp thụ (hoặc các khoảng trống ở đầu của các tháp hấp thụ). Sáng chế được thực hiện từ khái niệm cơ bản là nitơ oxit (về cơ bản là nitơ monoxit) còn có mặt ở dạng hòa tan trong dung dịch chứa axit nitric. Bằng cách đưa oxy vào, nitơ oxit này phản ứng với oxy và nước:



Phản ứng này về cơ bản diễn ra theo hướng tạo thành axit nitric, phản ứng ngược lại là không đáng kể. Do áp suất cao hơn thúc đẩy nguyên liệu dạng khí của phản ứng, dung dịch chứa axit nitric “được nén” trước khi đưa oxy vào, nghĩa là

được đưa đến áp suất cao hơn so với áp suất hoạt động trong tháp hấp thụ. Trong trường hợp đơn giản nhất, oxy cho mục đích này được nạp vào hệ thống ở điểm mà ở đó, trong trường hợp bất kỳ, áp suất đặc biệt cao chiếm ưu thế. Cụ thể, để đạt được mục đích này, các đoạn thấp hơn về cao độ của các đường ống thẳng đứng là thích hợp, do áp suất thủy tĩnh trong quá trình vận chuyển dung dịch chứa axit nitric đến khoảng trống ở đầu của tháp hấp thụ, áp suất tăng cao so với áp suất hoạt động của tháp hấp thụ đã chiếm ưu thế. Do đó, tốt hơn là, trong mỗi trường hợp, oxy được đưa, ở một điểm của đường ống thẳng đứng mà được đặt ở độ cao hoặc ở dưới độ cao của đáy tháp hấp thụ đó, vào vùng phía trên mà đường ống thẳng đứng này xả vào. Tuy nhiên, sáng chế còn bao gồm các phương án trong đó áp suất cao được tạo ra trong đường ống thẳng đứng hoặc trong đường ống phân dòng phân nhánh từ đó, cụ thể là áp suất cao hơn so với áp suất tương ứng với áp suất thủy tĩnh của dung dịch chứa axit nitric trong đường ống thẳng đứng. Ngoài ra, cũng có thể thấy được trong bối cảnh của sáng chế là xử lý từng mẻ dung dịch chứa axit nitric bằng oxy dưới áp suất cao tương ứng trong các bình áp suất. Ngoài ra, trong bối cảnh của sáng chế, không loại trừ là ngoài việc đưa oxy vào trong dung dịch chứa axit nitric, oxy bổ sung được đưa vào ở nơi nào đó khác, ví dụ trực tiếp đi vào trong tháp hấp thụ.

Có vẻ là đặc biệt thuận lợi khi dung dịch chứa axit nitric, trước khi nạp oxy, được nén đến áp suất cao hơn, ví dụ, ít nhất là từ 1 đến 2 bar (từ 10^5 đến $2 \cdot 10^5$ Pa), so với áp suất hoạt động của cột hấp thụ mà dung dịch chứa axit nitric được đưa vào. Cụ thể, đây là ưu điểm đối với cột áp suất trung bình hoặc áp suất thấp mà có áp suất hoạt động chỉ từ 1 đến 5 bar (từ 10^5 đến $5 \cdot 10^5$ Pa) (g). Tốt hơn là, dung dịch chứa axit nitric được đưa, trong các trường hợp này, đến áp suất tốt hơn là ít nhất ở 4,5 bar ($4,5 \cdot 10^5$ Pa) (g) trước khi nạp oxy. Nhờ các biện pháp bổ sung để tăng áp suất, như, ví dụ, dùng thiết bị vận chuyển được thiết kế thích hợp, có thể đạt được việc nén bổ sung có lợi, ví dụ đến giá trị nằm trong khoảng từ 5 đến 15 bar (từ $5 \cdot 10^5$ đến $15 \cdot 10^5$ Pa) (g).

Đối với “oxy”, tốt hơn là oxy có độ tinh khiết ít nhất là 95% theo thể tích được sử dụng, nhưng oxy cũng có thể được nạp dưới dạng không khí hoặc dưới dạng hỗn hợp khí chứa oxy khác. Oxy được nạp vào dung dịch chứa axit nitric ở dạng khí, hoặc ở dạng lỏng đông lạnh, trong đó, ít nhất trong trường hợp ở dạng lỏng đông lạnh, phải thận trọng để đảm bảo rằng đường chảy không đóng băng do việc nạp môi trường đông lạnh này. Theo cách khác, oxy lỏng có thể được hóa hơi trước khi nó được nạp vào dung dịch chứa axit nitric. Điều này có thể diễn ra trong thiết bị làm bay hơi bằng không khí thông thường, hoặc thành phần lạnh của oxy lỏng được sử dụng theo các cách khác, ví dụ để làm mát sản phẩm phản ứng của quá trình đốt amoniac nêu trên.

Một sự cải tiến thuận lợi của sáng chế đề xuất rằng, oxy, hoặc khí chứa oxy, được nạp ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ môi trường, tốt hơn là thấp hơn 0°C . Trong phương án này, sáng chế tiến hành từ nhận thức rằng, các bước phản ứng tỏa nhiệt diễn ra trong đường ống thẳng đứng và sau đó diễn ra càng nhanh trong tháp hấp thụ, thì nhiệt độ càng thấp. Bằng cách nạp oxy lạnh hoặc đông lạnh, nhiệt độ của hỗn hợp phản ứng được hạ thấp và tốc độ phản ứng nhờ đó tăng lên. Oxy lạnh yêu cầu theo sáng chế được lưu trữ, ví dụ, trong phương tiện thùng cách nhiệt tốt và/hoặc có thể được rút trực tiếp từ dòng oxy sản phẩm của thiết bị tách không khí. Vì trong trường hợp sau, oxy từ thiết bị này đã xuất hiện ở dạng chất lỏng đông lạnh, trong trường hợp này, các thiết bị phức tạp để làm mát oxy được miễn trừ. Trong phạm vi này, đặc biệt có lợi là kết hợp, về mặt thiết bị, thiết bị sản xuất axit nitric với thiết bị tách không khí đông lạnh.

Một phương án ưu tiên khác của sáng chế đề xuất rằng, trong đường ống phân dòng được chỉ định cho đường ống thẳng đứng tương ứng, dòng phụ được phân nhánh từ dung dịch chứa axit nitric, dòng phụ này được nén và được làm giàu oxy và sau đó được nạp vào dòng chính của dung dịch chứa axit nitric trước khi nó được nạp vào khoảng trống ở đầu của tháp hấp thụ. Do đó, theo phương án này, chỉ cần

nén dòng phụ là đủ, mà sau đó oxy được đưa vào dòng này, đến áp suất cao hơn, ví dụ, nằm trong khoảng từ 5 đến 15 bar (từ $5 \cdot 10^5$ đến $15 \cdot 10^5$ Pa).

Hệ thống sản xuất theo sáng chế để sản xuất axit nitric, bao gồm bộ phận đốt amoniac để cho amoniac phản ứng với oxy để tạo ra nitơ oxit và hơi nước, bộ phận ngưng mà được nối với bộ phận đốt amoniac để làm mát sản phẩm phản ứng của bộ phận đốt amoniac đến nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ ngưng tụ của nước, ít nhất là một tháp hấp thụ được bố trí ở phía dưới của bộ phận ngưng để lọc sạch hỗn hợp khí được tạo ra trong bộ phận ngưng bằng nước, ít nhất một đường ống thẳng đứng có trang bị thiết bị vận chuyển để nạp dung dịch chứa axit nitric từ bộ phận ngưng hoặc từ vùng đáy của tháp hấp thụ hoặc của các tháp hấp thụ, mà mở vào trong vùng phía trên (so với vùng đáy) của tháp hấp thụ hoặc các tháp hấp thụ, và cả đường ống nạp oxy mà có thể nối được vào nguồn oxy mà xả vào đường ống thẳng đứng này, ở phía dưới của thiết bị vận chuyển, ở thiết bị đưa vào trong vùng thấp hơn về cao độ. Ví dụ, ống nhỏ để đưa vào hoặc vòi Venturi được cân nhắc làm thiết bị đưa vào. Điều cần thiết đối với sáng chế là hệ thống đưa vào là phù hợp cho việc trộn oxy được đưa vào và dung dịch chứa axit nitric nhanh và kỹ với nhau và để thúc đẩy việc tạo axit nitric trong đường ống thẳng đứng nhờ áp suất tăng trong vùng phản ứng. Do đó, thiết bị đưa vào được bố trí ở vùng thấp hơn - nhìn thấy về cao độ - của đường ống thẳng đứng; đặc biệt tốt hơn là, hệ thống đưa vào này được đặt ở độ cao bằng hoặc dưới độ cao của, đáy của tháp hấp thụ mà dung dịch chứa axit nitric được đưa vào trong vùng phía trên (ví dụ, khoảng trống ở đầu) của nó. Phương án này có hai ưu điểm cụ thể: thứ nhất, áp suất thủy tĩnh của cột chất lỏng có mặt trong đường ống thẳng đứng được sử dụng để tạo áp suất mà tăng so với áp suất hoạt động trong tháp hấp thụ, mà thúc đẩy việc sản xuất axit nitric trong ống thẳng đứng. Thứ hai, toàn bộ đoạn tiếp theo của đường ống thẳng đứng giữa hệ thống đưa vào và khoảng trống ở đầu được sử dụng làm bình phản ứng để tiến hành phản ứng nêu trên (6) để tạo ra axit nitric. Do đó, đặc biệt có lợi, nếu có bố trí phương tiện để tăng thời gian tiếp xúc, ví dụ diện tích mặt cắt ngang dòng chảy của đoạn này của đường ống thẳng

đứng được mở rộng, nhờ đó tốc độ dòng chảy của chất lỏng được dẫn qua đó giảm, hoặc phần kéo dài của đường ống thẳng đứng mà trong đó các chất phản ứng tiếp xúc với nhau.

Theo một biến thể có lợi của sáng chế, đường ống thẳng đứng bao gồm đường ống phân dòng mà đường ống nạp oxy xả vào. Do đó, phương án này được đặc trưng ở chỗ dòng phụ được phân nhánh từ dung dịch chứa axit nitric, dòng phụ này được nén đến áp suất mong muốn, được làm giàu oxy và sau đó lại được nạp vào dòng chính của dung dịch chứa axit nitric trước khi nạp nó vào khoảng trống ở đầu của tháp hấp thụ. Đường ống phân dòng còn được bố trí một cách thích hợp ở đoạn thấp hơn về cao độ của đường ống thẳng đứng.

Theo phương án có lợi khác của sáng chế, trong đường ống thẳng đứng và/hoặc đường ống phân dòng, có bố trí thiết bị để tăng áp suất, nhờ đó áp suất trong đường ống thẳng đứng hoặc trong đường ống phân dòng có thể điều chỉnh được đến giá trị cao hơn so với áp suất thủy tĩnh cần thiết để vận chuyển dung dịch chứa axit nitric đến đỉnh của tháp hấp thụ. Áp suất mà được tăng lên theo cách này, ví dụ, nằm trong khoảng từ 10 đến 15 bar (từ 10^6 đến $15 \cdot 10^5$ Pa) (g), thúc đẩy việc hòa tan oxy và tạo axit nitric trong đường ống thẳng đứng.

Tốt hơn là, thiết bị đưa vào được trang bị phần tạo giá trị áp suất, nhờ đó giá trị tối thiểu đối với áp suất dư của oxy mà được nạp so với áp suất trong đường ống thẳng đứng có thể được thiết đặt. Van áp suất này bao gồm, ví dụ, bộ phận ngắt mà chỉ điều chỉnh được đến vị trí mở của nó chống lại tác động của lò xo hoàn lực. Bằng cách lựa chọn hoặc thiết đặt lực lò xo của lò xo hoàn lực, áp suất dư tối thiểu nằm trong khoảng, ví dụ, từ 0,1 đến 10 bar (từ 10^4 đến 10^6 Pa) có thể dễ dàng được thiết đặt, mà oxy được nạp ở áp suất đó.

Theo phương án được ưu tiên, sáng chế đề xuất thiết bị đưa vào được trang bị bộ phận cuối mà mở ra gần như ở tâm mặt cắt ngang của ống thẳng đứng, và trong vùng ở phía trên của miệng mở của thiết bị bơm, có bố trí bộ phận trộn để trộn kỹ oxy và dung dịch chứa axit nitric. Phương án này tránh được, nhờ thiết kế của thiết bị đưa vào, việc oxy được nạp tiếp xúc trực tiếp với thành của đường ống thẳng đứng. Theo cách này, tránh được sự ăn mòn trầm trọng trên đường ống thẳng đứng do oxy được đưa vào. Trong trường hợp này, bộ phận trộn là đoạn còn lại của đường ống thẳng đứng ở phía dưới của thiết bị đưa vào; do đó, tốt hơn là, đoạn này được tạo càng dài càng tốt, hoặc nó có mặt cắt ngang của lỗ mở rộng mà làm chậm tốc độ dòng của dung dịch chứa axit nitric trong vùng này.

Theo phương án có lợi khác, sáng chế đề xuất thiết bị đưa vào và/hoặc các đoạn của đường ống thẳng đứng mà được bố trí ở phía dưới của thiết bị đưa vào và/hoặc đường ống phân dòng mà oxy được nạp nào, được trang bị chất xúc tác để thúc đẩy phản ứng của nitơ oxit có mặt trong dung dịch chứa axit nitric với oxy được đưa vào. Ví dụ, trong đường ống thẳng đứng hoặc đường ống phân dòng, việc đệm kín bằng vòng Raschig hoặc các vật liệu đệm kín khác có thể được cung cấp mà có các vật liệu đệm kín xúc tác phù hợp mà có thể thúc đẩy phản ứng oxy hóa. Ví dụ, chất xúc tác kim loại được xem xét, mà có thể có sự hấp thụ hóa học O_2 mạnh và do đó về nguyên tắc là hữu dụng làm chất xúc tác, như, ví dụ, chất xúc tác kim loại mà chứa một kim loại hoặc nhiều kim loại được chọn từ nhóm sau: Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Fe, Ru, Os, Ni, Co, Rh, Pd, Pt, Ir, Mn, Cu; Al, Au; Li, Na, K, Mg, Ag, Zn, Cd, In, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi.

Trong trường hợp này, đặc biệt tốt hơn là, các chất xúc tác này có thể được phủ ở dạng nhỏ mịn lên các thân rỗng bằng gốm được nung kết. Ví dụ, SiO_2 , Al_2O_3 hoặc nhôm silicat được nung kết, ví dụ $NaAlSiO_3$ hoặc $KAlSiO_3$, ví dụ, thường xuyên được sử dụng trong công nghiệp chất xúc tác và cũng có thể được sử dụng ở đây sau khi làm thích ứng cần thiết bất kỳ.

Các vật liệu đệm kín xúc tác cũng có thể được sử dụng trong các đường ống phân dòng được đề cập trên đây và do đó làm cho phản ứng nhanh hơn và hiệu suất được cải thiện.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Phương án được nêu làm ví dụ của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn bằng cách viện dẫn đến các hình vẽ. Trong các hình vẽ này, dưới dạng sơ đồ:

Fig. 1: thể hiện biểu đồ chu trình của việc hệ thống sản xuất theo sáng chế để sản xuất axit nitric.

Fig. 2: thể hiện thiết bị để đưa oxy vào trong đường ống thẳng đứng dẫn axit nitric ở đoạn dọc.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig. 1 thể hiện hệ thống sản xuất 1 để sản xuất axit nitric. Theo cách đã biết rõ, hệ thống sản xuất 1 bao gồm bộ phận đốt amoniac 2, bộ phận ngưng 3, nhiều, trong phương án ví dụ là hai, tháp hấp thụ 4, 5, và cột tẩy trắng 6. Tháp hấp thụ 4, 5, trong phương án ví dụ, là cột áp suất trung bình hoặc áp suất thấp mà vận hành ở áp suất hoạt động từ 2 đến 5 bar (từ $2 \cdot 10^5$ đến $5 \cdot 10^5$ Pa) (g); tuy nhiên, cột áp suất trung bình hoặc áp suất cao có áp suất hoạt động lên đến 15 bar ($15 \cdot 10^5$ Pa) (g) cũng có thể được sử dụng.

Bộ phận đốt amoniac 2 dùng để cho khí amoniac và oxy phản ứng ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 600°C đến 900°C với sự có mặt của chất xúc tác lưới được làm bằng kim loại quý, ví dụ như platin, hoặc hợp kim của platin/rodi, để tạo ra nitơ

monoxit và hơi nước. Thường sử dụng oxy khí quyển trong trường hợp này làm oxy, nhưng oxy tinh khiết có hàm lượng oxy > 95% theo thể tích hoặc khí chứa oxy khác cũng có thể được sử dụng. Sản phẩm phản ứng của phản ứng diễn ra trong bộ phận đốt amoniac 2, về cơ bản là nitơ monoxit và hơi nước, và cả oxy dư, được nạp vào bộ phận ngưng 3, trong đó sản phẩm phản ứng được làm mát bằng cách tiếp xúc nhiệt với môi trường làm mát được đưa vào qua đường ống nạp môi trường làm mát 8, ví dụ nước hoặc khí nitơ hóa lỏng hoặc được làm lạnh, đến nhiệt độ tại đó hơi nước ngưng tụ, ví dụ, đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 60°C đến 80°C. Môi trường làm mát mà được gia nhiệt trong bộ trao đổi nhiệt được loại bỏ qua đường ống thải môi trường làm mát 9 và thải ra khí quyển hoặc được cấp cho ứng dụng khác. Một phần nitơ monoxit oxy hóa với oxy dư để tạo ra nitơ đioxit hoặc đime của nó là đinitơ tetraoxit. Một ít nitơ oxit phản ứng với nước để tạo ra axit nitric mà được tách ra ở đáy của bộ phận ngưng 3 trong dung dịch nước. Hỗn hợp khí có mặt trong bộ phận ngưng 3 được đưa qua đường ống nạp khí 11 vào trong vùng thấp hơn của tháp hấp thụ 4. Dung dịch nước chứa axit nitric từ đáy của bộ phận ngưng 3 được nạp qua đường ống thẳng đứng 12 đến khoảng trống ở đầu của tháp hấp thụ 4, trong đó thiết bị vận chuyển 13 đảm bảo áp suất cần thiết để thắng được áp suất thủy tĩnh trong đường ống thẳng đứng 12. Do tháp hấp thụ thường có độ cao cấu trúc là 30 m và cao hơn, áp suất thủy tĩnh trong vùng thấp hơn về cao độ của đường ống thẳng đứng 12 là đáng kể và, ví dụ, là nằm trong khoảng từ 4,5 đến 5 bar (từ $4,5 \cdot 10^5$ đến $5 \cdot 10^5$ Pa) (g).

Dung dịch nước chứa axit nitric từ bộ phận ngưng 3 được phun vào trong khoảng trống ở đầu của tháp hấp thụ 4 bằng cách bố trí phễu 15 mà không được mô tả chi tiết hơn ở đây, chảy xuống dưới và trong theo dòng này đi vào tiếp xúc với khí chứa nitơ oxit mà đi lên từ đáy. Trong trường hợp này, các phản ứng khác nữa của nitơ oxit có mặt trong hỗn hợp khí phản ứng với nước và oxy có mặt trong hỗn hợp khí để tạo ra axit nitric, mà tập trung trong dung dịch nước ở vùng đáy của tháp hấp thụ 4. Dung dịch nước này chứa axit nitric được lấy ra nhờ đường ống thẳng đứng

14, được vận chuyển bằng thiết bị vận chuyển 15 đến vùng giữa của tháp hấp thụ 4 và được phun ở trong đó.

Nước từ đường ống nạp nước 20 được phun vào trong khoảng trống ở đầu của tháp hấp thụ 5. Hỗn hợp khí chứa nitơ oxit đi lên từ đáy đến tiếp xúc, trong tháp hấp thụ 5, với nước mà được phun trong và phản ứng với ít nhất một phần với nó và oxy có mặt trong hỗn hợp khí để tạo ra axit nitric, mà tập hợp ở đáy của tháp hấp thụ 5 trong dung dịch nước. Dung dịch nước này chứa axit nitric được lấy ra qua đường ống thẳng đứng 21 và được dẫn bởi thiết bị vận chuyển 22 đến đỉnh của cột hấp thụ 4 và được phun ở trong đó.

Ở vùng giữa của tháp hấp thụ 4, dung dịch chứa axit nitric được lấy ra và được nạp qua đường ống ra 16 vào cột tẩy trắng 6, được tẩy trắng và được lấy ra qua đường ống ra sản phẩm 17. Trong cột tẩy trắng, lần lượt, khí chứa nitơ oxit sinh ra được đưa qua đường ống 18 vào trong đường ống khí 11 và qua đường ống này vào trong tháp hấp thụ 4.

Hỗn hợp khí chứa nitơ oxit còn lại trong tháp hấp thụ 4 được loại bỏ qua đường ống khí ra 19 và được đưa vào vùng thấp hơn của tháp hấp thụ 5. Hỗn hợp khí vẫn còn có mặt trong tháp hấp thụ 5 được cho đi qua ra ngoài qua đường ống khí thải 23 và được nạp vào thiết bị mà không được thể hiện ở đây để loại nitơ, trong đó nitơ oxit còn lại được loại bỏ ở lượng rất lớn khỏi hỗn hợp khí. Để rõ ràng, phương án ví dụ được thể hiện trên Fig. 1, chỉ bao gồm hai cột hấp thụ 4, 5; tất nhiên, trong ngữ cảnh của sáng chế, các phương án làm ví dụ có ba hoặc nhiều hơn tháp hấp thụ cũng có thể chấp nhận được qua đó dòng khí chứa nitơ oxit và dung dịch nước chứa axit nitric chảy theo dòng ngược theo cách đã biết.

Để làm tăng áp suất riêng phần của oxy trong các cột hấp thụ 4, 5 và nhờ đó cải thiện việc hấp thụ khí nitơ, oxy được nạp vào các cột hấp thụ 4, 5. Oxy này được

rút ra từ nguồn oxy mà, trong phương án làm ví dụ, là thùng 24 đối với oxy lỏng; tuy nhiên, theo cách khác nó có thể, ví dụ, là bể có áp suất đối với khí oxy, đường ống hoặc thiết bị để tách không khí. Oxy lỏng từ bể 24 đi qua thiết bị làm bay hơi không khí 25 theo cách đã biết trên thực tế và được nạp lạnh, nhưng ở dạng khí, nhờ các đường ống nạp oxy 26, 27, 28, 29 vào các đường ống thẳng đứng 12, 14, 21 và cả đường ống ra 16. Hơn nữa, thay vì khí hóa trong thiết bị làm bay hơi không khí 25, mức lạnh của oxy hóa lỏng, còn có thể được sử dụng để làm mát sản phẩm phản ứng của bộ phận đốt amoniac 2 trong bộ phận ngưng 3, bằng cách, ví dụ, đưa môi trường làm mát được sử dụng ở đó vào bộ trao đổi nhiệt với oxy lỏng từ thùng 24, hoặc oxy lỏng từ thùng 24 được nạp trực tiếp đi vào bộ phận ngưng 3 làm môi trường làm mát.

Một ít oxy từ thùng 24 được cho đi qua nhờ đường ống nạp oxy 26 vào trong đường ống ra 16 và cùng với axit nitric vẫn còn bị nhiễm tạp được dẫn qua đường ra 16, được đưa vào trong cột tẩy trắng (cột tẩy trắng) 6. Ở đó, nó hỗ trợ việc tẩy trắng, cụ thể là bằng cách loại bỏ nito oxit bất kỳ vẫn còn được hòa tan trong axit nitric. Trong khoảng trống ở đầu của cột tẩy trắng 6, pha khí giàu oxy tập trung lại, mà được lấy ra nhờ đường ống 18 và được kết hợp với hỗn hợp khí từ bộ phận ngưng 3 được dẫn qua đường ống 11.

Oxy được đưa vào trong vùng thấp hơn về cao độ của đường ống thẳng đứng tương ứng 12, 14, 21 và ở phía dưới của thiết bị vận chuyển tương ứng 13, 15, 22 để sử dụng áp suất thủy tĩnh của cột chất lỏng có mặt trong đường ống thẳng đứng 12, 14, 21 và áp suất bổ sung bất kỳ được tạo ra bởi thiết bị vận chuyển tương ứng 13, 15, 22. Trong đoạn đường ống thẳng đứng 12, 14, 21 theo phía dưới của điểm vào cho oxy, oxy này hòa tan một phần và phản ứng của nito oxit mà được hòa tan trong dung dịch chứa axit nitric với nước và oxy mà được đưa vào, dẫn ra sự tạo thành axit nitric. Một ít oxy dư được đưa vào không phản ứng với nito oxit và đi qua ở trạng thái khí vào trong tháp hấp thụ tương ứng 4, 5 ở đó tạo ra áp suất riêng phần

của oxy cao mà lần lượt thúc đẩy quá trình tạo axit nitric trong tháp hấp thụ tương ứng 4, 5. Quá trình tạo axit nitric được hỗ trợ thêm bởi nhiệt độ thấp của oxy được nạp.

Trên Fig. 2, là một ví dụ, thiết bị bơm 30 được thể hiện để nạp oxy từ đường ống oxy 27 vào trong dung dịch chứa axit nitric trong đường ống thẳng đứng 21. Đường ống nạp oxy 27 xả trong vùng thấp hơn về cao độ của đường ống thẳng đứng 21, ở khoảng độ cao bằng, hoặc dưới đáy của tháp hấp thụ 4, và xuôi dòng với thiết bị vận chuyển 22. Thiết bị bơm 30, mà đồng thời tạo ra bộ phận cuối của đường ống oxy 27, được bố trí đồng trục trong đoạn đi lên theo phương thẳng đứng của đường ống thẳng đứng 21, trong đó giữa bề mặt ngoài của thiết bị bơm 30 và bề mặt trong của đường ống thẳng đứng 21, vẫn còn một kênh hình khuyên. Thiết bị bơm 30 bao gồm phần tạo giá trị áp suất 32 có chi tiết chặn 31 mà có đầu trước ở dạng đĩa 33 mà, trên mặt phía sau của nó quay mặt về đường ống nạp oxy 27, được tạo dạng theo hình nón cụt và nhờ đó lắp vừa ở dạng này của nó vào miệng xả 34 mà được cắt tương tự ở dạng hình nón cụt ở đường ống nạp oxy 27. Phần tạo giá trị áp suất 32 được cấu tạo theo cách mà chi tiết chặn 31 chỉ có thể được mở chống lại lực của lò xo hoàn lực 35. Trường hợp này là khi, nhờ áp suất trong đường ống nạp oxy 27, lực tác động lên chi tiết chặn 31 vượt quá tổng lực phản hồi của lò xo hoàn lực 35 và lực tác động lên van áp suất 32 nhờ áp suất tác động trong đường ống thẳng đứng 21. Điều này đảm bảo rằng oxy được đưa vào với áp suất dư so với áp suất phổ biến trong đường ống thẳng đứng 21. Nhờ lựa chọn lò xo hoàn lực 35 có lực phản hồi tương ứng, trong trường hợp của phương án theo Fig. 2, có thể dễ dàng thiết đặt áp suất dư tối thiểu theo cách này mà oxy được nạp ở áp suất đó. Phễu lưu lượng 36 được bố trí đồng trục với thiết bị bơm 30 mà được tách rời khỏi thiết bị bơm 32 bởi kênh trong hình khuyên 37 và tách rời khỏi đường ống thẳng đứng 21 bởi kênh ngoài hình khuyên 38 và kéo dài đến vùng 39 ở phía dưới của miệng xả 34 của đường ống nạp oxy 27. Phễu lưu lượng 36 này ngăn chặn, trước tiên, oxy mà được đưa vào ở thiết bị bơm 32 không tiếp xúc ngay lập tức với thành trong của đường ống thẳng

đứng 21, mà kết quả là gây ra sự ăn mòn, nhờ đó tránh được sự ăn mòn, thứ hai nó góp phần, theo cách được mô tả dưới đây, vào hỗn hợp trộn kỹ của oxy được đưa vào với dung dịch chứa axit nitric diễn ra trong đường ống thẳng đứng 21.

Ở trạng thái vận hành, dung dịch chứa axit nitric chảy qua đường ống thẳng đứng 21 từ đáy đến đỉnh - như được chỉ ra trên Fig. 2 bằng các mũi tên. Đồng thời, oxy được dẫn ở áp suất cao qua đường ống oxy 28, ép chi tiết chặn 31 chống lại lực của lò xo hoàn lực 35 vào trạng thái mở của nó và chảy ở tốc độ cao vào trong vùng 39 ở phía trên của miệng mở của thiết bị bơm 30. Kết quả là, trong kênh trong hình khuyên 37, áp suất giảm được tạo ra, nhờ đó dung dịch chứa axit nitric được dẫn tăng lên qua kênh trong hình khuyên 37 này, trong đó - như được chỉ ra bởi các mũi tên 40 - ngoài dung dịch chứa axit nitric được kéo vào trong bằng cách hút từ kênh ngoài hình khuyên 38 vào trong kênh trong hình khuyên 37. Trong vùng 39, nhờ mặt cắt ngang của ống mở cao hơn, có áp suất cao hơn, và việc trộn kỹ của oxy và dung dịch chứa axit nitric diễn ra. Nitơ oxit (chủ yếu là NO) có mặt trong dung dịch phản ứng với oxy và nước để tạo ra axit nitric. Theo cách này, nồng độ của axit nitric tăng khi đi qua đường ống thẳng đứng 21 đến khi đến được tháp hấp thụ 4. Để tăng thời gian tiếp xúc của các thành phần phản ứng và để hòa tan oxy càng hoàn toàn càng tốt, đoạn đường ống thẳng đứng 21 theo phía dưới của phễu lưu lượng 36 có thể được trang bị mặt cắt ngang mở rộng, để vùng này làm chậm tốc độ dòng chảy của dung dịch chứa axit nitric. Ngoài ra, các hệ thống bơm như thiết bị bơm 30 được phác họa ở đây trong đường ống thẳng đứng 21 có thể được đề xuất ở tất cả các đường ống thẳng đứng 12, 14, 21 và đường ống ra 16, ở đó dung dịch chứa axit nitric được vận chuyển vào trong khoảng trống ở đầu của tháp hấp thụ 4, 5. Ngoài ra, hệ thống bơm như thiết bị bơm 30 được phác họa ở đây, có thể còn được bố trí trong đường ống phân dòng (mà không được thể hiện trên hình vẽ ở đây) phân nhánh ở phía ngược dòng của đường ống thẳng đứng 12, 14, 21. Thay vào đó, hoặc thêm vào đó, thiết bị bơm 30, các hệ thống đưa vào khác dùng cho oxy cũng có thể được đề

xuất, tuy nhiên, ví dụ thiết bị tạo bọt, nhờ đó oxy có thể được đưa ở dạng các bọt khí nhỏ vào trong dung dịch được tạo áp chứa axit nitric.

Ngoài ra, chất xúc tác, ví dụ chất xúc tác kim loại, có thể được cung cấp vào một trong các các đường ống thẳng đứng 12, 14, 21, ở phía dưới của thiết bị bơm, bằng chất xúc tác này việc oxy hóa nitơ oxit có mặt trong dung dịch chứa axit nitric được thúc đẩy. Chất xúc tác như vậy có thể được đưa vào, ví dụ, trên vòng Raschig (mà không được thể hiện trên hình vẽ ở đây) trong đường chảy của dung dịch chứa axit nitric.

Đặc biệt, sáng chế còn thích hợp để cải tiến cho các nhà máy cũ mà thường vận hành với các cột hấp thụ, áp suất hoạt động của chúng nằm trong khoảng áp suất thấp và áp suất trung bình, nghĩa là nằm trong khoảng từ 1 đến 5 bar (từ 10^5 đến $5 \cdot 10^5$ Pa) (g). Tuy nhiên, sáng chế cũng hữu dụng để cải tiến cho các nhà máy áp suất cao và kép. Trong trường hợp này, thậm chí có thể đạt được các nồng độ NO_x thấp hơn nữa một cách rõ rệt trong khí thải, nhờ đó chi phí vận hành của nhà máy loại nitơ có thể được giảm rõ rệt, hoặc thậm chí việc sử dụng của nó có thể tránh được hoàn toàn. Trong trường hợp này, có thể đạt được việc tiết kiệm chi phí đáng kể bằng cách tiết kiệm amoniac và/hoặc khí tự nhiên, mà thường được sử dụng làm tác nhân khử để loại nitơ.

Danh sách các số chỉ dẫn

1. Hệ thống sản xuất
2. Bộ phận đốt amoniac
3. Bộ phận ngưng
4. Tháp hấp thụ
5. Tháp hấp thụ
6. Cột tẩy trắng
7. -
8. Đường ống nạp môi trường làm mát
9. Đường ống ra môi trường làm mát
10. -
11. Đường ống nạp khí
12. Ống thẳng đứng
13. Thiết bị vận chuyển
14. Ống thẳng đứng
15. Thiết bị vận chuyển
16. Đường ống ra
17. Đường ống ra sản phẩm
18. Đường ống
19. Đường ống khí ra
20. Đường ống nạp nước
21. Ống thẳng đứng
22. Thiết bị vận chuyển
23. Đường ống khí thải
24. Thùng
25. Thiết bị làm bay hơi không khí
26. Đường ống oxy
27. Đường ống oxy

- 28. Đường ống oxy
- 29. Đường ống oxy
- 30. Thiết bị bơm
- 31. Chi tiết chặn
- 32. Van
- 33. Đoạn trước
- 34. Miệng xả
- 35. Lò xo hoàn lực
- 36. Phễu lưu lượng
- 37. Kênh trong hình khuyên
- 38. Kênh ngoài hình khuyên
- 39. Vùng
- 40. Mũi tên

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình điều chế axit nitric, trong đó:

a. trong bộ phận đốt amoniac (2), amoniac được phản ứng với oxy để tạo ra nitơ oxit và hơi nước,

b. nitơ oxit và hơi nước từ bước (a) được làm mát trong bộ phận ngưng (3) đến nhiệt độ mà tại đó hơi nước ngưng tụ, trong đó nitơ oxit một phần phản ứng với hơi nước ngưng tụ và oxy để tạo ra dung dịch chứa axit nitric và một phần còn lại trong hỗn hợp khí chứa nitơ oxit,

c. hỗn hợp khí chứa nitơ oxit trong bước (b) được nạp vào tháp hấp thụ (4, 5), trong đó hỗn hợp này được đưa vào tiếp xúc với nước và oxy, trong đó hỗn hợp khí chứa nitơ oxit được phản ứng với nước và oxy ít nhất một phần với sự hình thành của dung dịch nước chứa axit nitric, mà tập hợp ở đáy của tháp hấp thụ (4, 5),

d. dung dịch chứa axit nitric trong bước (b) và/hoặc dung dịch chứa axit nitric trong bước (c) được lấy ra từ đáy của tháp hấp thụ (4, 5) hoặc từ bộ phận ngưng (3), được nén bằng thiết bị vận chuyển (13, 15, 22) và sau đó được nạp thông qua đường ống thẳng đứng (12, 14, 21) vào vùng phía trên của tháp hấp thụ (4, 5),

khác biệt ở chỗ:

e. dung dịch chứa axit nitric trong bước (b) và/hoặc bước (c) được nén và oxy được đưa vào trong các vùng thấp hơn về cao độ của (các) đường ống thẳng đứng (12, 14, 21) dẫn dung dịch chứa axit nitric trong bước (b) và/hoặc bước (c) xuống phía dưới của thiết bị vận chuyển (13, 15, 22).

2. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, dung dịch chứa axit nitric được đưa về áp suất ít nhất là 4,5 bar ($4,5 \cdot 10^5$ Pa) (g) trước khi nạp oxy.

4. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, oxy mà được đưa vào trong (các) đường ống thẳng đứng (12, 14, 22) được nạp vào ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ môi trường, tốt hơn là thấp hơn 0°C .

5. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, dòng phụ được tạo nhánh từ dung dịch chứa axit nitric, dòng phụ này được nén và được làm giàu bằng oxy và sau đó được nạp vào dòng chính của dung dịch chứa axit nitric trước khi được nạp vào khoảng trống ở đầu của tháp hấp thụ (4, 5).

6. Hệ thống sản xuất để điều chế axit nitric, hệ thống này bao gồm:

bộ phận đốt amoniac (2) để cho amoniac phản ứng với oxy để tạo ra nitơ oxit và hơi nước,

bộ phận ngưng (3) mà được nối vào bộ phận đốt amoniac (2) để làm mát sản phẩm phản ứng của bộ phận đốt amoniac (2) đến nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ ngưng tụ của nước,

ít nhất một tháp hấp thụ (4, 5) được bố trí ở phía dưới của bộ phận ngưng (3) để hấp thụ hỗn hợp khí được tạo ra trong bộ phận ngưng (3) với nước,

ít nhất một đường ống thẳng đứng (12, 14, 21) để nạp dung dịch chứa axit nitric từ bộ phận ngưng (3) hoặc từ vùng đáy của tháp hấp thụ (4, 5) hoặc của các tháp hấp thụ (4, 5), đường ống thẳng đứng này được trang bị thiết bị vận chuyển (15, 22, 13) và mở vào trong vùng phía trên của tháp hấp thụ (4, 5) hoặc một trong các tháp hấp thụ (4, 5),

khác biệt ở chỗ:

ít nhất một đường ống nạp oxy (26, 27, 28, 29) mà có thể nối được với nguồn oxy (24), được bố trí mà xả vào trong đường ống thẳng đứng (12, 14, 21) ở phía dưới của thiết bị vận chuyển (15, 22, 13) ở thiết bị đưa vào (30), mà được bố trí trong vùng thấp hơn về cao độ của đường ống thẳng đứng (12, 14, 21), trong đó thiết bị

đưa vào (30) được bố trí ở độ cao bằng hoặc dưới độ cao của đáy tháp hấp thụ (4, 5) vào vùng phía trên mà đường ống thẳng đứng (12, 14, 21) xả vào.

7. Hệ thống sản xuất theo điểm 6, khác biệt ở chỗ, đường ống thẳng đứng (12, 14, 21) bao gồm đường ống phân dòng mà đường ống nạp oxy (26, 27, 28, 29) xả vào.

8. Hệ thống sản xuất theo điểm 6 hoặc 7, khác biệt ở chỗ, trong đường ống thẳng đứng (12, 14, 21), có bố trí thiết bị để làm tăng áp suất, nhờ đó áp suất trong đường ống thẳng đứng (12, 14, 21) hoặc trong đường ống phân dòng có thể điều chỉnh được đến giá trị mà cao hơn so với áp suất thủy tĩnh cần thiết để vận chuyển dung dịch chứa axit nitric đến đỉnh của tháp hấp thụ (4, 5).

9. Hệ thống sản xuất theo các điểm từ 6 đến 8, khác biệt ở chỗ, thiết bị đưa vào (30) được trang bị van áp suất (32) để thiết đặt áp suất dư tối thiểu của oxy trong đường ống nạp oxy (26, 27, 28, 29) so với áp suất trong đường ống thẳng đứng (12, 14, 21).

10. Hệ thống sản xuất theo các điểm từ 6 đến 9, khác biệt ở chỗ, thiết bị đưa vào (30) được trang bị bộ phận cuối mà mở ra về cơ bản là ở tâm mặt cắt ngang của đường ống thẳng đứng (12, 14, 21), và trong vùng (39) ở phía trên của miệng mở của thiết bị đưa vào (30), có bố trí bộ phận trộn để trộn kỹ oxy và dung dịch chứa axit nitric.

11. Hệ thống sản xuất theo các điểm từ 6 đến 10, khác biệt ở chỗ, thiết bị đưa vào (30) và/hoặc các đoạn của đường ống thẳng đứng (12, 14, 21) mà được bố trí ở phía dưới của thiết bị đưa vào (30) hoặc trong đường ống phân dòng mà đường ống nạp oxy (26, 27, 28, 29) xả vào được trang bị chất xúc tác để thúc đẩy phản ứng của nitơ oxit, mà có mặt trong dung dịch chứa axit nitric với oxy được đưa vào.

12. Hệ thống sản xuất theo điểm 11, khác biệt ở chỗ, chất xúc tác có mặt ở dạng của môi trường mà được phủ ở dạng nhỏ mịn lên thân gốm rỗng được nung kết.

13. Hệ thống sản xuất theo điểm 11 hoặc 12, khác biệt ở chỗ, chất xúc tác có mặt trong khối vật liệu đệm kín trong đường ống thẳng đứng (12, 14, 21) hoặc trong đường ống phân dòng mà đường ống nạp oxy (26, 27, 28, 29) xả vào.

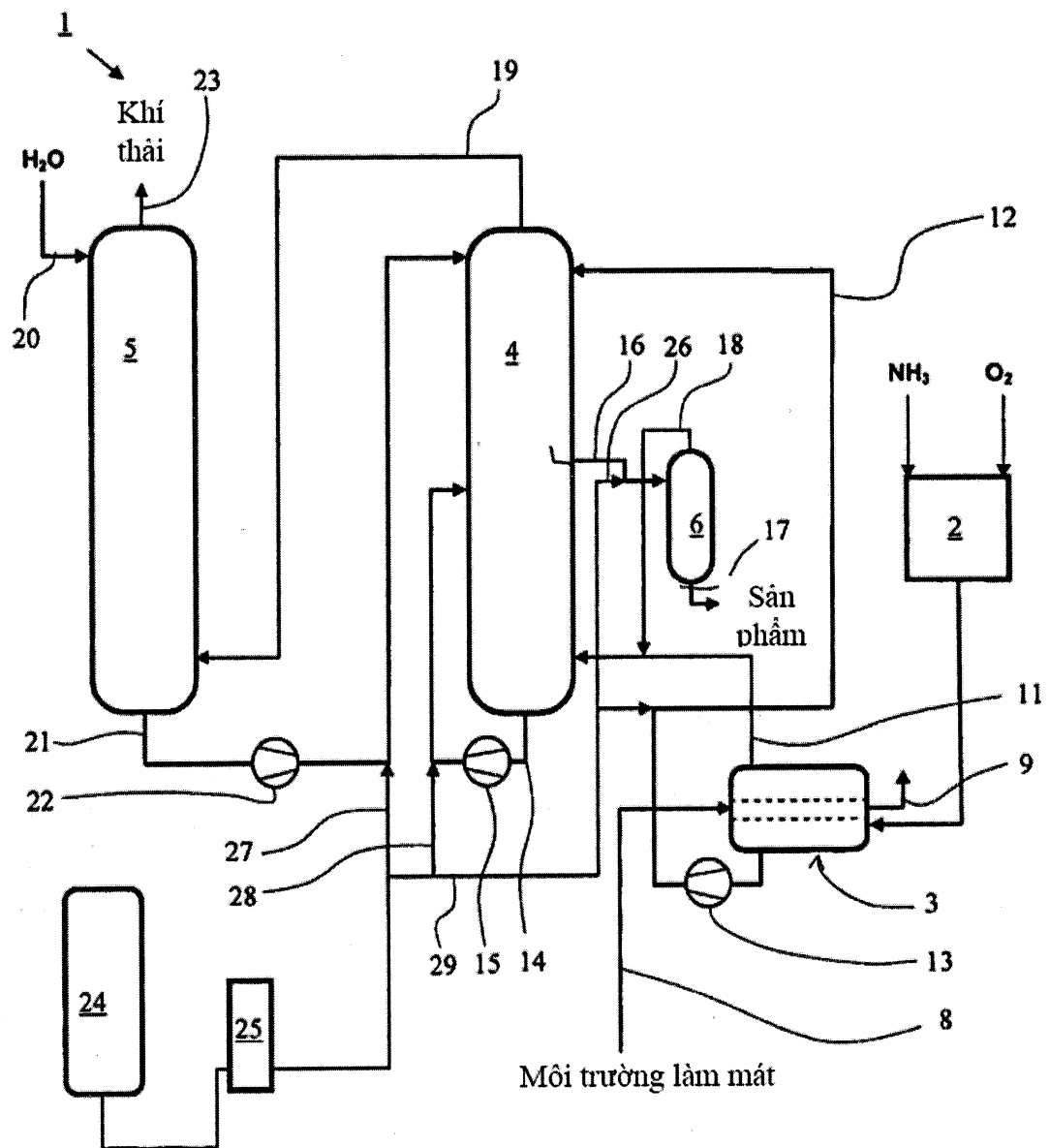


Fig. 1

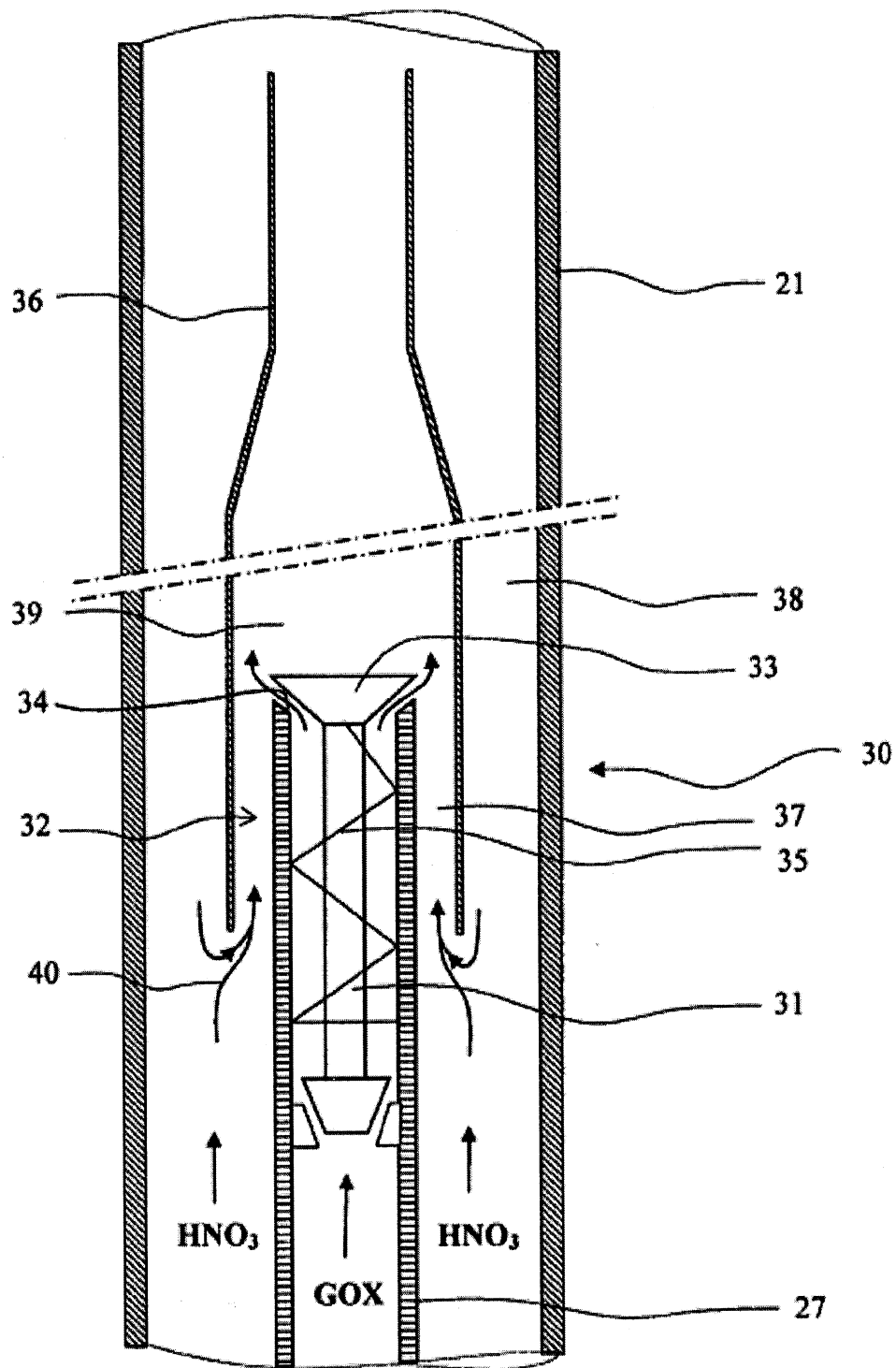


Fig. 2