



(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)



1-0030274

(51)⁷ B01D 53/14; C01B 31/20; B01D 53/62 (13) B

(21) 1-2014-01664

(22) 09/10/2012

(86) PCT/JP2012/076073 09/10/2012

(87) WO2013/061761 02/05/2013

(30) 2011-236829 28/10/2011 JP

(45) 25/12/2021 405

(43) 25/08/2014 317A

(73) IHI CORPORATION (JP)

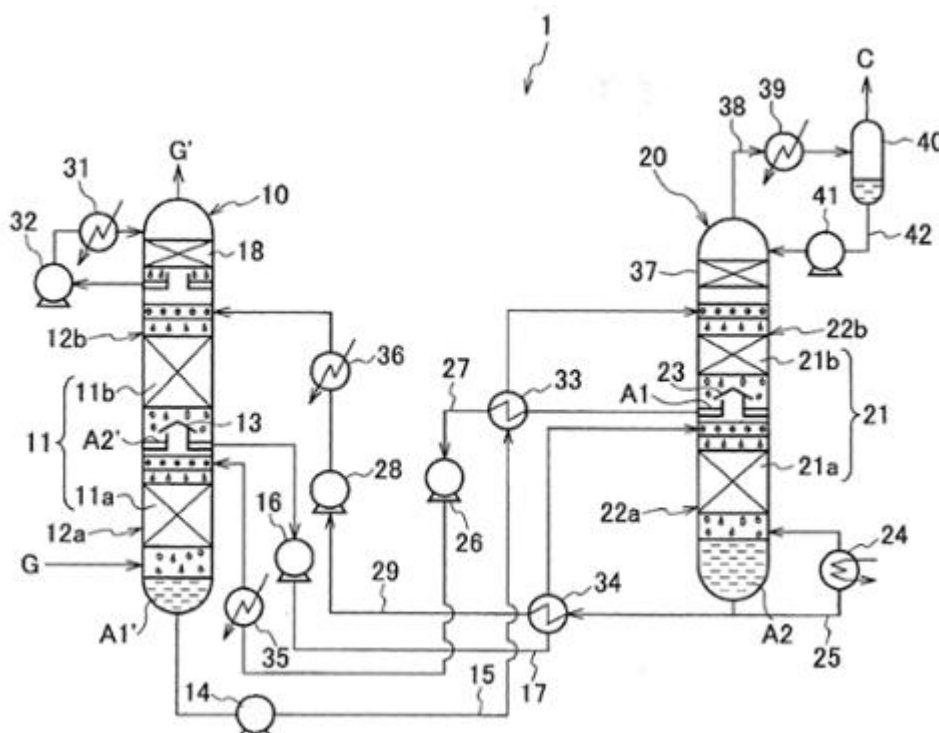
1-1, Toyosu 3-chome, Koto-ku, Tokyo 135-8710, Japan

(72) NAKAMURA Shiko (JP); YAMANAKA Yasuro (JP); OKUNO Shinya (JP).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ THU HỒI CACBON ĐIOXIT

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp thu hồi cacbon đioxit và thiết bị thu hồi có khả năng giảm năng lượng để tái sinh chất lỏng hấp thụ nhằm giảm chi phí vận hành. Thiết bị này có tháp hấp thụ mà chất lỏng hấp thụ hấp thụ cacbon đioxit của khí, tháp tái sinh làm nóng và tái sinh chất lỏng hấp thụ với cacbon đioxit xả ra, và hệ thống tuần hoàn tuần hoàn chất lỏng hấp thụ. Tháp hấp thụ có các đoạn hấp thụ thứ nhất và thứ hai, và khí được cấp đến đoạn hấp thụ thứ hai qua đoạn hấp thụ thứ nhất. Tháp tái sinh có đoạn tái sinh thứ nhất có thiết bị làm nóng bên ngoài và đoạn tái sinh thứ hai được làm nóng bởi khí được xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất. Hệ thống tuần hoàn có đường dẫn tuần hoàn thứ nhất tuần hoàn giữa đoạn hấp thụ thứ nhất và đoạn tái sinh thứ hai và đường dẫn tuần hoàn thứ hai tuần hoàn giữa đoạn hấp thụ thứ hai và đoạn tái sinh thứ hai, một cách riêng biệt.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp thu hồi cacbon đioxit và thiết bị thu hồi cacbon đioxit để trả lại khí sạch vào trong không khí bằng cách tách và thu hồi cacbon đioxit từ khí chứa cacbon đioxit như khí đốt cháy.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Lượng lớn nhiên liệu như than, dầu nặng và dầu nặng đặc biệt được dùng trong các thiết bị như các trạm nhiệt điện, xưởng luyện thép và nồi hơi. Đối với oxit lưu huỳnh, oxit nitơ và cacbon đioxit được xả ra do việc đốt nhiên liệu, đã có yêu cầu về việc hạn chế số lượng/nồng độ trong các khí thải từ quan điểm ngăn không cho ô nhiễm không khí và bảo vệ môi trường toàn cầu. Trong những năm gần đây, cacbon đioxit đã được coi là nhân tố chính góp phần vào việc làm nóng lên toàn cầu, và các biện pháp ngăn chặn các khí thải cacbon đioxit đã được tiến hành tích cực trên khắp thế giới. Do đó, hàng loạt nghiên cứu đã được tiến hành một cách mạnh mẽ để có thể thu hồi/cắt giữ cacbon đioxit từ khí xả đốt cháy hoặc khí xả của quy trình thay vì phát cacbon đioxit ra trong không khí. Ví dụ, phương pháp hấp thụ dao động áp suất (PSA - pressure swing adsorption), phương pháp tập trung tách chất dùng màng, và kỹ thuật hấp thụ bằng hóa chất sử dụng sự hấp thụ phản ứng với hợp chất cơ bản đã được biết là phương pháp thu hồi cacbon đioxit.

Theo kỹ thuật hấp thụ bằng hóa chất, hợp chất cơ bản thường là các alkanolamin chủ yếu được dùng làm chất hấp thụ, và chất lỏng hấp thụ được tuần hoàn trong quy trình xử lý của nó, nói chung, nhờ việc sử dụng dung dịch nước chứa chất hấp thụ làm chất lỏng hấp thụ, bằng cách lần lượt lặp lại bước hấp thụ làm cho chất lỏng hấp thụ hấp thụ cacbon đioxit chứa trong khí và bước tái sinh để tái sinh chất lỏng hấp thụ bằng cách làm cho chất lỏng hấp thụ giải phóng cacbon đioxit đã được hấp thụ (ví dụ xem, tài liệu sáng chế 1 - JP 2009-214089 A). Cần làm nóng cacbon đioxit thoát ra ở bước tái sinh, và điều quan trọng là phải giảm được năng lượng cần để làm nóng/làm nguội để tái sinh, nhằm giảm chi phí vận hành thu hồi cacbon đioxit.

Như đã bộc lộ trong tài liệu sáng chế 1, chất lỏng hấp thụ có nhiệt độ cao, mà cacbon đioxit đã được xả ra từ đó (dung dịch nghèo) ở bước tái sinh, phải chịu sự trao đổi nhiệt với chất lỏng hấp thụ, mà cacbon đioxit đã được hấp thụ trong đó (dung dịch giàu) ở bước hấp thụ. Theo cách này, nhiệt năng có thể được thu hồi để tái sử dụng ở bước tái sinh.

Nhằm giảm năng lượng cần để thu hồi cacbon đioxit từ chất lỏng hấp thụ, theo tài liệu sáng chế 2 - JP 2005-254212 A, nhiệt dưới đây được dùng để làm nóng chất lỏng hấp thụ: nhiệt dư của nước ngưng tụ dạng hơi sinh ra từ bộ làm nóng tái sinh để tách chất lỏng hấp thụ ra ở bước tái sinh và sau đó buộc chất lỏng hấp thụ này phải chịu sự trao đổi nhiệt với hơi có nhiệt độ cao. Hơn nữa, tài liệu sáng chế 3 - JP 2005-230808 A mô tả rằng, để thúc đẩy việc xả ra cacbon đioxit đã được hấp thụ, khí giải hấp được đưa vào theo cùng với cacbon đioxit.

Năng lượng cần để bước tái sinh được phân loại thành nhiệt cảm nhận được cần cho sự tăng nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ, nhiệt phản ứng sinh ra khi cacbon đioxit được xả ra từ chất lỏng hấp thụ, và nhiệt ẩn bù cho sự tổn thất nhiệt khi bay hơi nước ra khỏi chất lỏng hấp thụ. Tuy nhiên, các kỹ thuật nêu trên là các kỹ thuật liên quan đến nhiệt cảm nhận được hoặc nhiệt phản ứng, và năng lượng liên quan đến nhiệt ẩn được xả ra cùng với hơi nước chứa trong cacbon đioxit đã được thu gom. Do vậy, vẫn có khả năng cải tiến hiệu suất của năng lượng.

Để mở rộng việc thu hồi cacbon đioxit nhằm bảo vệ môi trường, từ quan điểm kinh tế mong muốn tạo ra được hiệu suất năng lượng cao nhất có thể để giảm các chi phí cho việc thu hồi. Điều quan trọng là cần tiết kiệm năng lượng để làm tăng hiệu suất thu hồi nhiệt năng từ chất lỏng hấp thụ. Ngoài ra, điều này cũng có thể tác động có hiệu quả đến hiệu suất thu hồi cacbon đioxit.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giải quyết các vấn đề nêu trên, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp thu hồi cacbon đioxit và thiết bị thu hồi có khả năng giảm năng lượng cần để tái sinh chất lỏng hấp thụ nhằm giảm các chi phí vận hành.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp thu hồi cacbon đioxit và thiết bị thu hồi có khả năng giảm các phụ tải lên thiết bị và chất lỏng hấp thụ và giảm

năng lượng cần để tái sinh chất lỏng hấp thụ mà không làm giảm tỷ lệ thu hồi cacbon đioxit, nhờ đó giảm các chi phí để thu gom cacbon đioxit.

Để giải quyết các vấn đề nêu trên, các tác giả sáng chế đã lặp lại các nghiên cứu và phát hiện ra rằng chất lỏng hấp thụ được tuần hoàn bằng cách sử dụng hệ thống tuần hoàn chia ra thành hai phần, trong đó mỗi bước hấp thụ và bước tái sinh được chia ra thành ít nhất hai giai đoạn, nhờ đó thực hiện hai nhóm chu trình hấp thụ/thu hồi cacbon-đioxit. Do đó, sáng chế đã đạt được mục đích.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất đối tượng thiết bị thu hồi cacbon đioxit bao gồm: tháp hấp thụ được tạo kết cấu để đưa khí vào tiếp xúc với chất lỏng hấp thụ và cho phép chất lỏng hấp thụ hấp thụ cacbon đioxit chứa trong khí, tháp hấp thụ này có đoạn hấp thụ thứ nhất và đoạn hấp thụ thứ hai, các đoạn này được bố trí để cấp khí qua đoạn hấp thụ thứ nhất vào trong đoạn hấp thụ thứ hai; tháp tái sinh, tháp này tái sinh chất lỏng hấp thụ, được tạo kết cấu để làm nóng chất lỏng hấp thụ có cacbon đioxit đã được hấp thụ trong tháp hấp thụ để làm cho chất lỏng hấp thụ giải phóng cacbon đioxit này, tháp tái sinh này có đoạn tái sinh thứ nhất có thiết bị làm nóng bên ngoài và đoạn tái sinh thứ hai được bố trí để được làm nóng bởi nhiệt từ khí được xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất; và hệ thống tuần hoàn có đường dẫn tuần hoàn thứ nhất được tạo kết cấu để tuần hoàn chất lỏng hấp thụ giữa đoạn hấp thụ thứ nhất và đoạn tái sinh thứ hai, và đường dẫn tuần hoàn thứ hai được tạo kết cấu để tuần hoàn chất lỏng hấp thụ giữa đoạn hấp thụ thứ hai và đoạn tái sinh thứ nhất.

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất đối tượng phương pháp thu hồi cacbon đioxit bao gồm: bước xử lý hấp thụ đưa khí vào tiếp xúc với chất lỏng hấp thụ để làm cho cacbon đioxit chứa trong khí được hấp thụ vào trong chất lỏng hấp thụ, bước xử lý hấp thụ này có bước hấp thụ thứ nhất và bước hấp thụ thứ hai, và khí được cấp qua bước hấp thụ thứ nhất đến bước hấp thụ thứ hai; bước xử lý tái sinh làm nóng chất lỏng hấp thụ trong đó cacbon đioxit được hấp thụ ở bước xử lý hấp thụ để xả ra cacbon đioxit, nhờ đó tái sinh chất lỏng hấp thụ, bước xử lý tái sinh này có bước tái sinh thứ nhất và bước tái sinh thứ hai, chất lỏng hấp thụ được làm nóng ở bước tái sinh thứ nhất nhờ việc sử dụng thiết bị làm nóng bên ngoài, và chất lỏng hấp thụ được làm nóng ở bước tái sinh thứ hai nhờ việc sử dụng nhiệt từ khí được xả ra ở bước tái sinh thứ nhất; và bước tuần hoàn thứ nhất tuần hoàn chất lỏng hấp thụ giữa

bước hấp thụ thứ nhất và bước tái sinh thứ hai, và bước tuần hoàn thứ hai tuần hoàn chất lỏng hấp thụ giữa bước hấp thụ thứ hai và bước tái sinh thứ nhất.

Các hiệu quả có lợi của sáng chế

Theo sáng chế, trong quy trình thu hồi cacbon đioxit chứa trong khí, việc cải tiến được tạo ra ở hiệu suất thu hồi nhiệt dùng để tái sinh chất lỏng hấp thụ, sao cho nhiệt năng cần cho việc tái sinh có thể được giảm mà không làm giảm tỷ lệ thu hồi cacbon đioxit. Do đó, phương pháp thu hồi cacbon đioxit và thiết bị thu hồi được tạo ra là hữu dụng để giảm các chi phí vận hành. Hai chất lỏng hấp thụ khác so với nhau về hợp phần có thể dùng được, và các tính chất tương ứng của các chất lỏng hấp thụ có thể được chuyên môn hóa tương ứng với các điều kiện hấp thụ/tái sinh tương ứng của các chất lỏng hấp thụ. Việc thu hồi cacbon đioxit và tái sinh các chất lỏng hấp thụ có thể thu được một cách có hiệu quả nhờ sử dụng các tính chất của chúng, sao cho tải lên các chất lỏng hấp thụ được giảm khi các chất lỏng hấp thụ được tái sinh. Do đó, các chất lỏng hấp thụ có thể được sử dụng một cách có hiệu quả và ổn định, và hữu dụng để giảm các chi phí vận hành và chi phí bảo dưỡng thiết bị. Do sáng chế có thể được thực hiện một cách dễ dàng nhờ sử dụng các thiết bị thông thường mà không yêu cầu thiết bị chuyên dụng hoặc thiết bị đắt tiền, nên có lợi về mặt kinh tế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ thể hiện kết cấu dạng sơ đồ của thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo phương án thực hiện của sáng chế.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện kết cấu dạng sơ đồ của thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo thể hiện phương án thực hiện khác của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong quy trình hấp thụ cacbon đioxit theo phương pháp hấp thụ bằng hóa chất, bước xử lý hấp thụ trong đó chất lỏng hấp thụ ở nhiệt độ thấp được tạo ra để hấp thụ cacbon đioxit chứa trong khí và bước xử lý tái sinh trong đó chất lỏng hấp thụ được tái sinh bằng cách làm cho chất lỏng hấp thụ giải phóng cacbon đioxit đã được hấp thụ lần lượt được lặp lại bằng cách tuần hoàn chất lỏng hấp thụ giữa bước xử lý hấp thụ và bước xử lý tái sinh. Mức độ tái sinh chất lỏng hấp thụ ở bước xử lý

tái sinh phụ thuộc vào nhiệt độ làm nóng của chất lỏng hấp thụ. Khi nhiệt độ ở mức cao hơn, thì chất lỏng hấp thụ xả ra thể tích cacbon đioxit lớn hơn khiến cho nồng độ cacbon đioxit còn lại trong chất lỏng hấp thụ trở nên thấp hơn (xem tài liệu “Sự cân bằng giữa cacbon đioxit và các dung dịch monoethanolamin dạng nước” (Equilibrium Between Carbon Dioxide and Aqueous Monoethanolamine Solutions) của Jong I. Lee, Frederick D. Otto và Alan E. Mather, J. appl. Chem. Biotechnol. 1976, 26, pp. 541-549). Do đó, chất lỏng hấp thụ ở bước xử lý tái sinh được giữ ở nhiệt độ gần đến điểm sôi của nó bởi thiết bị làm nóng bên ngoài nhờ sử dụng nhiệt năng được cấp từ nguồn nhiệt bên ngoài. Chất lỏng hấp thụ, mà cacbon đioxit đã được xả ra từ đó (dung dịch nghèo), ở bước xử lý tái sinh, có nhiệt độ cao, phải chịu sự trao đổi nhiệt với chất lỏng hấp thụ, mà cacbon đioxit đã được hấp thụ trong đó (dung dịch giàu) ở bước xử lý hấp thụ, và dung dịch giàu đã được làm nóng được cấp đến bước xử lý tái sinh. Do đó, nhiệt năng được thu hồi và tái sử dụng. Tuy nhiên, khí chứa cacbon-dioxit được xả ra từ chất lỏng hấp thụ ở bước xử lý tái sinh sẽ được xả ra ở trạng thái nhiệt độ cao mà khí có nhiệt. Lượng nhiệt chứa trong khí đã được xả ra bị bỏ phí. Nhiệt độ của khí đã được xả ra, tức là, nhiệt độ ở đỉnh tháp của tháp tái sinh có thể được tạo ra thấp bằng cách làm giảm tỷ lệ trao đổi nhiệt giữa dung dịch giàu và dung dịch nghèo. Tuy nhiên, điều này không góp phần vào việc giảm lượng nhiệt do nhiệt cảm nhận được thu hồi khi trao đổi nhiệt được giảm.

Theo sáng chế, mỗi bước xử lý hấp thụ và bước xử lý tái sinh được chia ra thành ít nhất hai giai đoạn, để tạo thành hai nhóm bước hấp thụ và bước tái sinh. Đường dẫn tuần hoàn để tuần hoàn chất lỏng hấp thụ cũng được tách ra thành hai đường dẫn độc lập, và chất lỏng hấp thụ được tuần hoàn giữa bước hấp thụ và bước tái sinh ở mỗi nhóm để tạo thành phương pháp thu hồi theo sáng chế. Ở một trong số các bước tái sinh, chất lỏng hấp thụ được làm nóng tích cực bởi thiết bị làm nóng bên ngoài nhờ sử dụng nguồn năng lượng bên ngoài, và khí có nhiệt độ cao xả ra ở bước này được cấp đến bước tái sinh khác để thực hiện chức năng làm nguồn nhiệt, nhờ vậy chất lỏng hấp thụ được làm nóng và tái sinh. Tóm lại, nhiệt được xả ra và thu hồi từ khí sẽ được dùng trực tiếp để tái sinh chất lỏng hấp thụ. Theo kết cấu này, chất lỏng hấp thụ, chất lỏng này được tuần hoàn trong hai đường dẫn có thể được chọn một cách riêng biệt cho mỗi đường dẫn sao cho mỗi chất lỏng hấp thụ có thể

được điều chỉnh để có tính chất thích hợp cho các điều kiện xử lý trong đường dẫn liên quan. Kết quả là, hai loại chất lỏng hấp thụ được chuẩn bị để có các hợp phần khác nhau cũng có thể dùng được. Nói chung khó để chất hấp thụ chứa trong chất lỏng hấp thụ phát triển chất hấp thụ này được mỹ mãn cả về tính năng hấp thụ và tính chất tái sinh, và các chất hấp thụ chung sẽ mỹ mãn theo mỗi một trong số tính năng và tính chất nêu trên. Do đó, theo kết cấu trong đó các chất lỏng hấp thụ khác so với nhau về nồng độ hoặc hợp phần có thể dùng được, chất lỏng hấp thụ được chuyên môn hóa cho các điều kiện xử lý ở bước hấp thụ và bước tái sinh có thể được chọn để dùng cho mỗi hệ thống tuần hoàn, khiến cho việc giảm có thể được thúc đẩy theo cách có lợi về năng lượng cần cho việc tái sinh trong khi ngăn không cho làm giảm hiệu suất hấp thụ và hiệu suất tái sinh.

Dưới đây, theo các hình vẽ, phần mô tả chi tiết sẽ được mô tả về phương pháp thu hồi cacbon đioxit và thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo sáng chế.

Fig.1 thể hiện thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo phương án thực hiện của sáng chế. Thiết bị thu hồi 1 có tháp hấp thụ 10 được tạo kết cấu để đưa khí G chứa cacbon đioxit vào tiếp xúc với chất lỏng hấp thụ nhằm làm cho cacbon đioxit được hấp thụ vào trong chất lỏng hấp thụ, và tháp tái sinh 20, tháp này được tạo kết cấu để làm nóng chất lỏng hấp thụ mà cacbon đioxit được hấp thụ trong đó, để xả ra cacbon đioxit ra khỏi chất lỏng hấp thụ và tái sinh chất lỏng hấp thụ này. Khí G được cấp đến thiết bị thu hồi 1 sẽ không bị giới hạn cụ thể và do đó, các khí chứa cacbon-dioxit khác nhau, như khí xả đốt cháy và khí xả của quy trình, có thể được xử lý. Tháp hấp thụ 10 và tháp tái sinh 20, mỗi tháp được tạo kết cấu như thiết bị tiếp xúc khí-lỏng thuộc loại dòng ngược, và lần lượt được nạp đầy các chất độn 11 và 21, để làm tăng các diện tích tiếp xúc của chúng. Chất lỏng hấp thụ dùng trong đó là chất lỏng có nước chứa, như chất hấp thụ, alkanolamin hoặc hợp chất khác bất kỳ có ái lực với cacbon đioxit. Các chất độn 11 và 21 được tạo ra từ vật liệu có sức chịu mài và độ bền chống ăn mòn ở các nhiệt độ xử lý và có thể được chọn một cách thích hợp để lần lượt được dùng với các chất độn có hình dạng có khả năng tạo ra diện tích tiếp xúc mong muốn. Nói chung, các chất độn tạo ra từ vật liệu kim loại trên cơ sở sắt, như thép không gỉ hoặc thép cacbon, có thể được dùng cho các chất độn này, nhưng các chất độn không chỉ giới hạn ở đó. Nếu cần, tháp làm nguội có thể được

tạo ra để giữ khí G cấp vào tháp hấp thụ 10 ở nhiệt độ thấp thích hợp cho việc hấp thụ cacbon đioxit.

Khí G chứa cacbon đioxit được cấp qua phần dưới của tháp hấp thụ 10. Bên trong tháp hấp thụ 10 được phân chia thành đoạn hấp thụ thứ nhất 12a ở phía dưới mà chất độn 11a được chứa trong đó, và đoạn hấp thụ thứ hai 12b ở phía trên mà chất độn 11b được chứa trong đó. Giữa các đoạn hấp thụ thứ nhất 12a và thứ hai 12b, bộ phận phân chia 13 được đặt sao cho thành hình trụ đứng trên mép theo chu vi của lỗ tâm tạo ra trong tấm hình tròn nằm ngang, và chi tiết dạng cái chụp đèn che bên trên lỗ đầu trên của thành hình trụ của bộ phận phân chia 13, và nó được tạo kết cấu sao cho thùng chứa chất lỏng được tạo ra trên tấm hình tròn nằm ngang này giữa thành trong của tháp hấp thụ 10 và thành hình trụ của bộ phận phân chia 13. Khí G cấp qua phần dưới của tháp hấp thụ 10 đi lên trong tháp qua chất độn 11a ở đoạn hấp thụ thứ nhất 12a, và sau đó đi qua lỗ khoan trong của thành hình trụ của bộ phận phân chia 13 để đi qua chất độn 11b ở đoạn hấp thụ thứ hai 12b. Chất lỏng hấp thụ được tách ra thành các chất lỏng hấp thụ thứ nhất và thứ hai. Chất lỏng hấp thụ thứ nhất được cấp qua phần trên của đoạn hấp thụ thứ nhất 12a của tháp hấp thụ 10 để chảy xuống qua chất độn 11a, và sau đó được lưu lại trên phần dưới tháp hấp thụ 10. Chất lỏng hấp thụ thứ hai được cấp qua phần trên của đoạn hấp thụ thứ hai 12b của tháp hấp thụ 10 để chảy xuống qua chất độn 11b, và sau đó được lưu lại trong thùng chứa chất lỏng của bộ phận phân chia 13. Nó được tạo kết cấu để xả ra chất lỏng hấp thụ thứ hai ra bên ngoài tháp mà không chảy xuống đến đoạn hấp thụ thứ nhất. Trong khi khí G đi qua các chất độn 11a và 11b, khí này được đưa vào tiếp xúc khí-lỏng với hai chất lỏng hấp thụ liên tiếp, sao cho cacbon đioxit trong khí G được hấp thụ thành các chất lỏng hấp thụ. Do khí sau khi đi qua đoạn hấp thụ thứ nhất có nồng độ cacbon đioxit đã được giảm, nên chất lỏng hấp thụ thứ hai tiếp xúc với khí có nồng độ cacbon đioxit thấp hơn so với khí G, mà chất lỏng hấp thụ thứ nhất tiếp xúc với nó. Chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1', mà cacbon đioxit đã được hấp thụ trong đó (dung dịch giàu) ở đoạn hấp thụ thứ nhất 12a, được lưu lại trên đáy của tháp hấp thụ 10 và sau đó cấp, bằng bơm 14, đến tháp tái sinh 20 qua đường cấp thứ nhất 15, mà qua đó đáy của tháp hấp thụ 10 được nối với phần trên của tháp tái sinh 20. Chất lỏng hấp thụ thứ hai A2', mà cacbon đioxit đã được hấp thụ trong đó (dung dịch

giàu) ở đoạn hấp thụ thứ hai 12b, được lưu lại trong thùng chứa chất lỏng của bộ phận phân chia 13 và sau đó cấp, bằng bơm 16, đến tháp tái sinh 20 qua đường cấp thứ hai 17, mà qua đó phần tâm của tháp hấp thụ 10 được nối với phần tâm của tháp tái sinh 20. Khí G', mà cacbon đioxit đã được loại bỏ ra khỏi đó, được xả ra từ tháp hấp thụ 10 qua đỉnh của nó.

Khi chất lỏng hấp thụ hấp thụ cacbon đioxit, thì nhiệt được sinh ra khiến cho nhiệt độ của chất lỏng được tăng lên. Do đó, khi cần tăng lên, đoạn bình ngưng tụ làm nguội 18 được tạo ra ở đỉnh của tháp hấp thụ 10 để ngưng tụ hơi nước và các chất khác chứa trong khí G'. Đoạn này cho phép hạn chế hơi nước và các chất khác đến mức độ nhất định không cho rò rỉ ra bên ngoài tháp. Để bảo đảm hơn nữa sự hạn chế này, thiết bị thu hồi có bộ làm nguội 31 và bơm 32 bố trí bên ngoài tháp hấp thụ. Một phần của nước ngưng tụ được lưu lại bên dưới đoạn bình ngưng tụ làm nguội 18 (phần nước ngưng tụ cho phép chứa khí G' trong tháp) được tuần hoàn giữa đoạn bình ngưng tụ làm nguội 18 và bộ làm nguội 31 bằng bơm 32. Nước ngưng tụ và các chất khác, vốn đã được làm nguội bởi bộ làm nguội 31 để được cấp đến phần đỉnh tháp khiến cho đoạn bình ngưng tụ làm nguội 18 được giữ ở nhiệt độ thấp, và khiến cho khí G' đi qua đoạn bình ngưng tụ làm nguội 18 được làm nguội đến mức nhất định. Việc vận hành của bơm 32 được điều khiển theo cách sao cho tốt hơn là nhiệt độ của khí G' được xả ra bên ngoài tháp vào khoảng 60°C hoặc thấp hơn, tốt hơn nữa là khoảng 45°C hoặc thấp hơn. Theo kết cấu trên Fig.1, nước ngưng tụ ở đoạn bình ngưng tụ làm nguội 18 được cấp đến chất độn 11b. Do nước ngưng tụ có thể dùng được để hiệu chỉnh sự thay đổi về hợp phần của chất lỏng hấp thụ trong các tháp, do đó cho phép, khi cần tăng lên, là các hợp phần có nồng độ tương ứng của các chất lỏng hấp thụ thứ nhất và thứ hai được dò và nước ngưng tụ được phân bố để được cấp đến chất độn 11a và/hoặc chất độn 11b theo tỷ lệ các các thay đổi về nồng độ. Tính đến việc hiệu chỉnh nhờ việc sử dụng nước ngưng tụ trong tháp tái sinh 20, sẽ được mô tả chi tiết dưới đây, nói chung thích hợp là nước ngưng tụ trong tháp hấp thụ 10 được bổ sung vào chất lỏng hấp thụ thứ hai.

Bên trong tháp tái sinh 20 được phân chia thành đoạn tái sinh thứ nhất 22a ở phía dưới mà chất độn 21a được chứa trong đó, và đoạn tái sinh thứ hai 22b ở phía trên mà chất độn 12b được chứa trong đó. Bộ phận phân chia 23 được đặt giữa các

đoạn tái sinh thứ nhất 22a và thứ hai 22b, bộ phận phân chia này có kết cấu tương tự như bộ phận phân chia 13 để tạo ra thùng chứa chất lỏng. Chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1' được cấp từ đáy của tháp hấp thụ 10 qua đường cấp thứ nhất 15 được đưa đến phần trên của đoạn tái sinh thứ hai 22b của tháp tái sinh 20 để chảy xuống qua chất độn 21b, và sau đó được lưu lại trong thùng chứa chất lỏng của bộ phận phân chia 23. Nó được tạo kết cấu sao cho phần chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1' được xả ra ra bên ngoài tháp mà không chảy xuống đến đoạn tái sinh thứ nhất. Chất lỏng hấp thụ thứ hai A2' được cấp từ đoạn hấp thụ thứ hai 12b của tháp hấp thụ 10 qua đường cấp thứ hai 17 được cấp đến phần trên của đoạn tái sinh thứ nhất 22a để chảy xuống qua chất độn 21a, và sau đó được lưu lại trên đáy của tháp tái sinh 20.

Nồi đun lại được lắp, như thiết bị làm nóng bên ngoài để làm nóng chất lỏng hấp thụ tích cực bằng cách sử dụng năng lượng được cấp từ bên ngoài, đến đáy của tháp tái sinh 20. Cụ thể là, bộ làm nóng bằng hơi 24 bố trí bên ngoài tháp tái sinh 20, và đường dẫn tuần hoàn 25 để tuần hoàn, qua bộ làm nóng bằng hơi 24, chất lỏng hấp thụ thứ hai A2 được lưu lại trên tháp đáy được trang bị. Chất lỏng hấp thụ thứ hai A2 trên tháp đáy được phân nhánh riêng phần qua đường dẫn tuần hoàn 25 vào trong bộ làm nóng bằng hơi 24, và nó được làm nóng liên tục bởi sự trao đổi nhiệt với hơi có nhiệt độ cao để chảy ngược lại vào trong tháp. Theo cách này, chất lỏng hấp thụ thứ hai A2 trên đáy được làm nóng tích cực để xả ra đủ cacbon đioxit, và chất độn 21a cũng được làm nóng gián tiếp để thúc đẩy việc xả ra cacbon đioxit bởi sự tiếp xúc khí-lỏng trên chất độn 21a. Khí có nhiệt độ cao chứa cacbon đioxit và hơi nước được xả ra từ chất lỏng hấp thụ thứ hai đi lên qua chất độn 21a ở đoạn tái sinh thứ nhất 22a. sau đó, nó đi qua lỗ trong bao quanh bởi thành hình trụ của bộ phận phân chia 23 để đi qua chất độn 21b ở đoạn tái sinh thứ hai 22b. Trong khoảng thời gian này, chất lỏng hấp thụ thứ hai A2' chảy xuống qua chất độn 21a và chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1' chảy xuống qua chất độn 21b được làm nóng khiến cho cacbon đioxit trong các chất lỏng hấp thụ A1' và A2' được xả ra. Chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1' cấp vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22b không nhận được sự làm nóng tích cực bất kỳ bởi thiết bị làm nóng bên ngoài, để chỉ được làm nóng bởi nhiệt của khí được xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a. Do đó, nhiệt độ của nó thấp hơn nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ thứ hai A2'. Do vậy, khi các chất lỏng hấp thụ thứ nhất và thứ hai là

giống hệt nhau nhau trong hợp phần, thì mức độ tái sinh của chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1 trong thùng chứa chất lỏng của bộ phận phân chia 23 trở nên thấp hơn mức độ tái sinh của chất lỏng hấp thụ thứ hai A2 trên tháp đáy, để trở thành dung dịch nửa nghèo. Chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1, mà cacbon đioxit đã được xả ra từ đó, được tạo ra để chảy ngược lại, bằng bơm 26, từ thùng chứa chất lỏng của bộ phận phân chia 23 đến vùng trên của đoạn hấp thụ thứ nhất 12a của tháp hấp thụ 10 qua đường dẫn trở về thứ nhất 27, mà qua đó phần tâm của tháp tái sinh 20 được nối với phần tâm của tháp hấp thụ 10. Chất lỏng hấp thụ thứ hai A2, mà cacbon đioxit đã được xả đủ ra từ đó (phần dung dịch nghèo), trong khi được lưu lại trên đáy của tháp tái sinh 20 được tạo ra để chảy ngược lại, bằng bơm 28, đến phần trên của đoạn hấp thụ thứ hai 12b của tháp hấp thụ 10 qua đường dẫn trở về thứ hai 29, mà qua đó phần trên của tháp hấp thụ 10 được nối với đáy của tháp tái sinh 20. Kết quả là, chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1, A1' được chuyển động qua lại giữa đoạn hấp thụ thứ nhất 12a và đoạn tái sinh thứ hai 22b qua đường cấp thứ nhất 15 và đường dẫn trở về thứ nhất 27, để tạo thành hệ thống tuần hoàn thứ nhất. Chất lỏng hấp thụ thứ hai A2, A2' được chuyển động qua lại giữa đoạn hấp thụ thứ hai 12b và đoạn tái sinh thứ nhất 22a qua đường cấp thứ hai 17 và đường dẫn trở về thứ hai 29, để tạo thành hệ thống tuần hoàn thứ hai. Khí chứa cacbon-đioxit được xả ra từ chất lỏng hấp thụ trong tháp tái sinh 20 được xả ra từ tháp tái sinh 20 qua đỉnh của nó.

Chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1, mà cacbon đioxit đã được xả ra từ đó, ở đoạn tái sinh thứ hai 22b, đi qua bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 33 trong khi chảy ngược lại trong đường dẫn trở về thứ nhất 27, khiến cho sự trao đổi nhiệt được thực hiện giữa đường cấp thứ nhất 15 và đường dẫn trở về thứ nhất 27 trong bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 33. Do vậy, chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1 được làm nguội với phần chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1' trong đường cấp thứ nhất 15, và được làm nguội đủ hơn nữa đến nhiệt độ thích hợp cho việc hấp thụ cacbon đioxit bởi bộ làm nguội 35 nhờ sử dụng nước làm nguội. Sau đó, chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1 được đưa vào trong phần trên của đoạn hấp thụ thứ nhất 12a. Hơn nữa, chất lỏng hấp thụ thứ hai A2, mà cacbon đioxit đã được xả ra từ đó, ở đoạn tái sinh thứ nhất 22a, đi qua bộ trao đổi nhiệt thứ hai 34 trong khi chảy trong đường dẫn trở về thứ hai 29, khiến cho sự trao đổi nhiệt được thực hiện giữa đường cấp thứ hai 17 và đường dẫn trở về thứ hai 29

trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai 34. Do vậy, chất lỏng hấp thụ thứ hai A2 được làm nguội với chất lỏng hấp thụ thứ hai A2' trong đường cấp thứ hai 17, và được làm nguội đủ hơn nữa theo cách tương tự bởi bộ làm nguội 36 nhờ sử dụng nước làm nguội. Sau đó, chất lỏng hấp thụ thứ hai A2 được đưa vào trong phần trên của đoạn hấp thụ thứ hai 12b. Các bộ trao đổi nhiệt có thể được phân loại thành các kiểu khác nhau như đường xoắn ốc, tấm, ống kép, nhiều hình trụ, nhiều ống hình tròn, ống xoắn, tấm xoắn, ống xoắn dạng bình, vỏ dạng bình, và các kiểu chất lỏng tiếp xúc trực tiếp. Mỗi bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 33 và thứ hai và 34 dùng theo sáng chế có thể là kiểu bất kỳ trong số các kiểu này. Từ quan điểm đơn giản hóa các bộ trao đổi và dễ dàng tháo và làm sạch nó, các bộ trao đổi kiểu tấm là tốt nhất.

Khí chứa cacbon-đioxit được xả ra từ chất lỏng hấp thụ bằng cách làm nóng trong tháp tái sinh 20 đi qua đoạn ngưng tụ 37 ở phần trên của tháp tái sinh 20, và sau đó được xả ra qua ống xả 38 từ đỉnh của nó. Khí này được làm nguội đủ bởi bộ làm nguội 39 nhờ sử dụng nước làm nguội, khiến cho hơi nước và các chất khác chứa trong đó được ngưng tụ nhiều nhất có thể. Nước ngưng tụ tạo thành được loại bỏ bởi bộ tách khí-lỏng 40, và sau đó được thu hồi như khí thu hồi C. Đoạn ngưng tụ 37 ngưng tụ hơi nước chứa trong khí để hạn chế việc xả ra của nó, và hạn chế hơn nữa việc xả ra chất hấp thụ. Bằng cách phun cacbon đioxit chứa trong khí thu hồi C vào trong, ví dụ, mặt đất hoặc giếng dầu, khí cacbon đioxit có thể được ngưng kết trong mặt đất và được cấu tạo lại. Nước ngưng tụ được tách ra trong bộ tách khí-lỏng 40 sẽ được cấp ở tốc độ dòng chảy định trước qua đường dòng chảy 42 vào trong phần trên của đoạn ngưng tụ 37 của tháp tái sinh 20 bằng bơm 41 sao cho nước này có chức năng như nước làm nguội.

Trong tháp tái sinh 20, biểu thức $T1 > T2$ được thỏa mãn, trong đó T1 biểu thị nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ thứ hai A2 được làm nóng trên đáy của đoạn tái sinh thứ nhất 22a, và T2 biểu thị nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ thứ hai A2' được đưa từ bộ trao đổi nhiệt thứ hai 34 vào trong phần trên của đoạn tái sinh thứ nhất 22a. Các biểu thức $t1 > T3 > T4$ và $t1 > t2$ cũng được thỏa mãn, trong đó T3 biểu thị nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1 trong thùng chứa chất lỏng, vốn đã được làm nóng ở đoạn tái sinh thứ hai 22b bởi khí được xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a, T4 biểu thị nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1' được đưa từ bộ trao đổi nhiệt thứ nhất

33 vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22b, t_1 biểu thị nhiệt độ của khí được xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22b, và t_2 biểu thị nhiệt độ của khí được xả ra từ đoạn tái sinh thứ hai 22b. Nói chung, chất lỏng hấp thụ trong tháp tái sinh được làm nóng đến nhiệt độ gần với điểm sôi của chất lỏng hấp thụ để làm tăng mức độ tái sinh của nó. Khi bộ trao đổi nhiệt có tính năng trao đổi nhiệt cao được dùng để làm tăng tỷ lệ thu hồi nhiệt nhằm tạo sự chênh lệch nhiệt độ ($T_1 - T_2$) nhỏ, thì nhiệt độ t_1 của khí được xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a cũng sẽ cao. Nếu khí được xả ra từ tháp tái sinh 20 như vậy, thì lượng năng lượng lớn tương ứng với nhiệt ẩn cũng được xả ra, cùng với hơi nước, cũng như năng lượng tương ứng với nhiệt cảm nhận được. Theo sáng chế, lượng nhiệt của khí được xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a sẽ được thu hồi ở đoạn tái sinh thứ hai 22b nhằm được dùng cho việc tái sinh chất lỏng hấp thụ, khiến cho nhiệt độ của khí được hạ xuống từ t_1 đến t_2 để giảm lượng xả của nhiệt cảm nhận được ra bên ngoài. Tiếp theo việc hạ xuống nhiệt độ của khí, việc ngưng tụ hơi nước cũng được thúc đẩy, khiến cho hơi nước và nhiệt ẩn chứa trong khí được xả ra từ đoạn tái sinh thứ hai 22b cũng được giảm. Theo kết cấu nêu trên, nước ngưng tụ từ hơi nước được bay hơi ra khỏi chất lỏng hấp thụ, trong tháp hấp thụ 10, sẽ được cấp đến chất lỏng hấp thụ thứ hai A2, A2' ở đoạn hấp thụ thứ hai 12b trong khi nước ngưng tụ được cấp, trong tháp tái sinh 20, đến chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1, A1' ở đoạn tái sinh thứ hai 22b. Tuy nhiên, nếu lượng bay hơi ra khỏi chất lỏng hấp thụ thứ hai A2 ở đoạn tái sinh thứ nhất 22a nhiều hơn lượng nước ngưng tụ được bổ sung ở đoạn hấp thụ thứ hai 12b, kết cấu có thể được thay đổi sao cho nước ngưng tụ trong bộ tách khí-lỏng 40 được dùng làm nước pha loãng để hạn chế sự tăng nồng độ của chất lỏng hấp thụ thứ hai. Trong trường hợp khi các chất lỏng hấp thụ thứ nhất và thứ hai là hợp phần như nhau được sử dụng, một phần của chất lỏng hấp thụ thứ nhất có thể được trộn vào trong chất lỏng hấp thụ thứ hai hoặc một phần của chất lỏng hấp thụ thứ hai có thể được trộn vào trong phần chất lỏng hấp thụ thứ nhất, để làm cân bằng các nồng độ tương ứng của các chất lỏng hấp thụ thứ nhất và thứ hai, các chất lỏng này được thay đổi bằng cách bay hơi. Trong trường hợp này, sự tổn thất năng lượng gây ra bởi việc trộn một phần các chất lỏng hấp thụ có thể được giảm bằng cách điều chỉnh các điều kiện (như lượng tuần hoàn của chất lỏng hấp thụ) để vận hành. Thích hợp là trộn các chất lỏng hấp thụ với

nhau trong khi các điều kiện vận hành được điều chỉnh để tạo ra chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1 sau khi được tái sinh và chất lỏng hấp thụ thứ hai A2' sau khi hấp thụ tương đương về nồng độ cacbon đioxit so với nhau.

Khi bộ trao đổi nhiệt có tính năng trao đổi nhiệt cao được dùng làm bộ trao đổi nhiệt thứ hai 34, ở phần chất lỏng hấp thụ thứ hai A2' (phần dung dịch giàu) trong đường cấp thứ hai 17 kéo dài từ bộ trao đổi nhiệt thứ hai 34 đến đoạn tái sinh thứ nhất 22a, thì các bọt khí cacbon đioxit được sinh ra một cách dễ dàng bởi sự tăng nhiệt độ. Do đó, có thể xảy ra trường hợp trong đó các bọt khí cản trở việc dẫn nhiệt khiến cho việc giảm về sự chênh lệch nhiệt độ ($T_1 - T_2$) bị gây cản trở. Trong trường hợp này, các bọt khí có thể được hạn chế bằng cách rót phần dung dịch giàu vào trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai 34 ở trạng thái mà phần dung dịch được tăng áp, khiến cho việc gây cản trở đến sự tăng nhiệt độ của phần dung dịch giàu được loại bỏ. Do vậy, tính năng trao đổi nhiệt được dự định dùng cho sự chênh lệch nhiệt độ giữa nhiệt độ đầu vào của bộ trao đổi nhiệt của phần dung dịch nghèo và nhiệt độ đầu ra của bộ trao đổi nhiệt của phần dung dịch giàu, sao cho sự chênh lệch nhiệt độ này được giảm. Do đó, nhiệt năng tạo ra bởi bộ trao đổi nhiệt được cấp có hiệu quả vào giai đoạn tái sinh. Sự chênh lệch nhiệt độ nêu trên khi trao đổi nhiệt có thể được đặt chung đến nhiệt độ thấp hơn 10°C , tốt hơn là vào khoảng 3°C . Đối với áp suất tác dụng vào chất lỏng hấp thụ, nó cũng hoạt động có hiệu quả để thúc đẩy việc xả ra cacbon đioxit nếu nó được thoát ra khi phần chất lỏng hấp thụ được nạp vào trong bước xử lý tái sinh. Để rót chất lỏng hấp thụ vào trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai 34 ở trạng thái mà chất lỏng hấp thụ được tăng áp, ví dụ, van đối áp được lắp vào đường cấp thứ hai 17 (ví dụ, ở vùng lân cận cửa đưa vào trong đoạn tái sinh 22a) giữa bộ trao đổi nhiệt thứ hai 34 và tháp tái sinh 20, nhờ vậy có thể sử dụng lực vận hành của bơm 16 để làm tăng áp chất lỏng hấp thụ. Trong trường hợp này, áp suất cũng có thể được điều chỉnh, nhờ sử dụng cảm biến áp suất. Tương tự, cũng có thể để cho chất lỏng hấp thụ đi qua bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 33, nhằm hạn chế việc tạo bọt khí bởi sự tăng áp khiến cho sự tăng nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1' cấp vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22b có thể thu được một cách dễ dàng. Nếu áp suất của chất lỏng hấp thụ ở trạng thái tăng áp được thoát ra khi chất lỏng hấp thụ được đưa vào trong tháp tái sinh, thì việc xả ra cacbon đioxit được thúc đẩy. Lúc này, nhiệt ẩn

được tiêu thụ để tạo ra hiệu quả có lợi hơn nữa góp phần vào việc giảm nhiệt độ của khí đã được xả ra.

Phương pháp thu hồi được thực hiện nhờ thiết bị thu hồi 1 trên Fig.1 sẽ được mô tả.

Trong tháp hấp thụ 10, khí G, khí này chứa cacbon đioxit, như khí xả đốt cháy hoặc khí xả của quy trình, được cấp vào đó qua đáy. Các chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1 và thứ hai A2 lần lượt được cấp đến các đoạn hấp thụ thứ nhất 12a và thứ hai 12b qua các phân trên tương ứng của nó. Kết quả là, khí G được đưa vào tiếp xúc khí-lỏng trên các chất độn 11a và 11b với các chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1 và thứ hai A2, khiến cho cacbon đioxit được hấp thụ thành các chất lỏng hấp thụ. Do cacbon đioxit được hấp thụ một cách thỏa đáng ở nhiệt độ thấp, nhiệt độ chất lỏng của các chất lỏng hấp thụ A1 và A2 hoặc nhiệt độ của tháp hấp thụ 10 (cụ thể là, các chất độn 11a và 11b) nói chung được điều chỉnh đến khoảng 50°C hoặc thấp hơn, tốt hơn là khoảng 40°C hoặc thấp hơn. Do các chất lỏng hấp thụ hấp thụ cacbon đioxit với nhiệt sinh ra, nên mong muốn lưu ý đến vấn đề là nhiệt độ chất lỏng cần không lớn hơn 60°C, thì tính đến sự tăng nhiệt độ chất lỏng bởi sự sinh ra nhiệt này. Ngoài ra, đối với khí G cấp vào trong tháp hấp thụ 10, cũng thích hợp là dùng tháp làm nguội để điều chỉnh nhiệt độ của nó đến gần nhiệt độ thích hợp, nêu trên. Đối với các chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1 và thứ hai A2, chất lỏng có nước chứa, như chất hấp thụ, hợp chất có ái lực với cacbon đioxit có thể lần lượt được sử dụng. Đối với chất hấp thụ, các alkanolamin, amin cản trở có nhóm rượu hydroxyl, và tương tự có thể được dùng, và các ví dụ cụ thể của nó gồm có monoetanolamin, dietanolamin, trietanolamin, N-metyldietanolamin (MDEA), diisopropanolamin, và diglycolamin, chúng là các alkanolamin; và 2-amino-2-metyl-1-propanol (AMP), 2-(etylamin)etanol (EAE), và 2-(metylamin)etanol (MAE), chúng là các amin cản trở, mỗi amin có nhóm rượu hydroxyl. Nó cho phép kết hợp hai hoặc nhiều loại hợp chất nêu trên để sử dụng ở dạng hỗn hợp. Nồng độ chất hấp thụ trong mỗi chất lỏng hấp thụ có thể được đặt một cách thích hợp tùy theo lượng cacbon đioxit chứa trong khí, nó là đích cần được xử lý, và tốc độ xử lý, độ lỏng của chất lỏng hấp thụ, sự hạn chế tổn thất tiêu thụ của nó, và các chất khác. Nói chung, chất hấp thụ được dùng theo nồng độ nằm trong khoảng từ 10 đến 50% theo khối lượng. Để xử lý khí G mà

trong đó hàm lượng theo tỷ lệ phần trăm của cacbon đioxit là, ví dụ, vào khoảng 20%, chất lỏng hấp thụ có nồng độ vào khoảng 30% theo khối lượng được sử dụng theo cách có lợi.

Theo sáng chế, các chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1 và thứ hai A2 có thể là các chất lỏng hấp thụ giống hệt nhau nhau; hoặc có thể là 1) các chất lỏng hấp thụ có nồng độ chất hấp thụ khác so với nhau, hoặc 2) các chất lỏng hấp thụ là các loại chất hấp thụ khác nhau hoặc hợp phần chứa chất hấp thụ khác so với nhau. Ví dụ, đối với phương án thực hiện của 1), khi nồng độ chất hấp thụ trong chất lỏng hấp thụ thứ hai A2, chất lỏng này có nhiệt độ tương đối cao được làm nóng trong tháp tái sinh 20, được đặt thấp hơn nhiệt độ trong chất lỏng hấp thụ thứ nhất, thì chất lỏng hấp thụ thứ hai A2 có thể được hạn chế khỏi sự biến tính do nhiệt và được tạo ra có sức chịu nhiệt cao trong khi chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1 có thể được tạo ra có năng suất hấp thụ cao. Do đó, có thể chọn, trong số các chất hấp thụ có sức chịu nhiệt kém, chất hấp thụ có tính năng hấp thụ và tính chất tái sinh tốt (dễ dàng tái sinh) để sử dụng. Đối với phương án thực hiện của 2), do đoạn hấp thụ thứ nhất 12a có điều kiện là nồng độ cacbon đioxit trong khí cần được xử lý cao hơn nồng độ ở đoạn hấp thụ thứ hai 12b khiến cho việc hấp thụ cacbon đioxit sẽ dễ hơn, việc chọn các chất lỏng hấp thụ được thực hiện bằng cách ưu tiên với tính chất tái sinh của chất lỏng hấp thụ cho chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1, trong khi ưu tiên với tính năng hấp thụ cho chất lỏng hấp thụ thứ hai A2, chất lỏng này được đưa vào tiếp xúc ở đoạn hấp thụ thứ hai 12b mà trong đó nồng độ cacbon đioxit trong khí là tương đối thấp. Theo kết cấu này, có thể dễ dàng thực hiện việc tái sinh các chất lỏng hấp thụ mà không làm giảm toàn bộ hiệu suất hấp thụ, để giảm năng lượng cần cho việc tái sinh. Nhờ sử dụng chất lỏng hấp thụ có tính chất tái sinh tốt làm chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1, mức độ tái sinh của nó ở nhiệt độ thấp trong đoạn tái sinh thứ hai 22b được tạo ra cao, khiến cho chất lỏng hấp thụ chảy ngược lại vào trong đoạn hấp thụ thứ nhất 12a có thể được đưa gần đến dung dịch nghèo. Monoetanolamin (MEA), mà nói chung có thể dùng được theo cách có lợi, là chất hấp thụ có tính năng hấp thụ cao trong khi AMP và MDEA có tính chất tái sinh tốt. Để cải thiện tính năng hấp thụ của AMP hoặc MDEA, chất lỏng hấp thụ thường được chuẩn bị bằng cách trộn MEA vào trong chúng, và tính năng hấp thụ và tính chất tái sinh có thể được điều chỉnh đến mức độ nhất định theo

tỷ lệ trộn. Do đó, khi các chất lỏng hấp thụ thứ nhất và thứ hai theo sáng chế được chuẩn bị nhờ sử dụng phương pháp này, thì có thể thực hiện việc hấp thụ và tái sinh có hiệu quả trong khi có lợi ích của các tính chất của mỗi chất lỏng hấp thụ. Ví dụ, tốt hơn là để giảm năng lượng tái sinh cần sử dụng chất lỏng hấp thụ vốn có nồng độ tương đối cao là MDEA hoặc AMP và tính chất tái sinh tốt làm chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1, và sử dụng chất lỏng hấp thụ vốn có nồng độ tương đối cao là MEA và tính năng hấp thụ cao làm chất lỏng hấp thụ thứ hai A2.

Tốc độ cấp khí G, và các tốc độ tuần hoàn của các chất lỏng hấp thụ thứ nhất và thứ hai lần lượt được đặt một cách thích hợp, sao cho hấp thụ được thúc đẩy một cách thỏa đáng, do lượng cacbon đioxit chứa trong khí G, năng suất hấp thụ cacbon đioxit của các chất lỏng hấp thụ, hiệu suất tiếp xúc khí-lỏng trong chất độn, và các thứ khác. Bước xử lý hấp thụ và bước xử lý tái sinh được thực hiện lặp lại bằng cách tuần hoàn mỗi chất lỏng hấp thụ.

Chất lỏng hấp thụ thứ hai A2', mà cacbon đioxit đã được hấp thụ trong đó, được cấp qua đường cấp thứ hai 17 đến đoạn tái sinh thứ nhất 22a. Trong khoảng thời gian này, chất lỏng hấp thụ thứ hai A2' phải chịu sự trao đổi nhiệt với chất lỏng hấp thụ thứ hai A2 chảy ngược lại từ tháp tái sinh 20, để được làm nóng. Nhiệt độ T1 của chất lỏng hấp thụ thứ hai A2 được làm nóng bởi nhiệt bên ngoài ở đoạn tái sinh thứ nhất 22a sẽ được thay đổi tùy theo hợp phần của các điều kiện của chất lỏng hấp thụ và tái sinh được dùng. Nhiệt độ T1 được đặt chung trong khoảng từ 100 đến 130°C (điểm sôi hoặc trong khoảng đó). Trên cơ sở này, nhiệt độ đầu ra của bộ trao đổi nhiệt của chất lỏng hấp thụ thứ hai A2', tức là, nhiệt độ đưa vào T2 của nó vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22a có thể được đặt trong khoảng từ 95 đến 125°C. Nhiệt độ t1 của khí được xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a đến đoạn tái sinh thứ hai 22b trở về trong khoảng từ 85 đến 115°C. Nhiệt độ T3 của chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1 được làm nóng ở đoạn tái sinh thứ hai 22b bởi khí được xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a trở về trong khoảng từ 85 đến 115°C. Việc trao đổi nhiệt trong bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 33 có thể đặt trong khoảng từ 80 đến 110°C, nhiệt độ T4 của chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1' được đưa vào trong đoạn tái sinh thứ hai 22b. Nhiệt độ t2 của khí được xả ra từ đoạn tái sinh thứ hai 22b có thể được hạ xuống đến 100°C hoặc thấp hơn.

Trong trường hợp tăng áp ít nhất một trong số các chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1' và thứ hai A2' lần lượt chảy trong các bộ trao đổi nhiệt thứ nhất 33 và thứ hai 34, áp suất thích hợp là áp suất không đổi vào khoảng 150kPaG hoặc cao hơn, tốt hơn là 200kPaG hoặc cao hơn, tốt hơn nữa là 250kPaG hoặc cao hơn (với điều kiện là áp suất vào khoảng 900kPaG hoặc thấp hơn, do sức chịu áp suất của thiết bị và các thứ khác).

Chất lỏng hấp thụ thứ hai A2 được lưu lại trong đáy của tháp tái sinh 20 được làm nóng đến điểm sôi hoặc trong khoảng đó bằng cách làm nóng tuần hoàn cục bộ. Lúc này, điểm sôi của chất lỏng hấp thụ phụ thuộc vào hợp phần (nồng độ chất hấp thụ) và áp suất trong tháp tái sinh 20. Đối với việc làm nóng, nguồn cấp nhiệt ẩn bay hơi của nước là cần thiết, nhiệt này bị mất khỏi chất lỏng hấp thụ, và nhiệt cảm nhận được của chất lỏng hấp thụ, và, nếu sự bay hơi được hạn chế bằng cách tăng áp suất, thì nhiệt cảm nhận được được tăng bởi sự tăng điểm sôi. Do đó, vì sự cân bằng giữa chúng, tốt hơn là đối với hiệu suất năng lượng để sử dụng thì điều kiện đặt là áp suất trong tháp tái sinh 20 được tăng đến khoảng 100kPaG và chất lỏng hấp thụ được làm nóng đến nhiệt độ trong khoảng từ 120 đến 130°C. Việc tăng áp suất trong tháp tái sinh 20 điều chỉnh được bằng cách lắp van điều chỉnh áp suất vào đầu ra của ống xả 38 và điều chỉnh áp suất.

Trong đoạn tái sinh thứ hai 22b, việc tái sinh được thực hiện ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ của đoạn tái sinh thứ nhất 22a, nhờ đó khiến cho có thể hạ nhiệt độ t_2 của phần trên của tháp tái sinh 20 đến nhiệt độ gần với nhiệt độ T_4 của chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1' được rót ($t_2 < t_1$, và $T_4 < T_3 < t_1$). Do vậy, hơi nước và nhiệt ẩn chứa trong khí thu hồi đi qua đoạn ngưng tụ 37 được giảm khiến cho sự tổn thất năng lượng nhiệt được giảm. Để thúc đẩy việc tái sinh chất lỏng hấp thụ ở nhiệt độ thấp, điều quan trọng là hàm lượng cacbon đioxit trong chất lỏng hấp thụ cần cao. Về mặt này, chất lỏng hấp thụ thứ nhất tiếp xúc với khí có nồng độ cacbon đioxit cao ở đoạn hấp thụ thứ nhất 12a sẽ dễ dàng có hàm lượng cacbon đioxit tương đối cao, và do đó chất lỏng hấp thụ thứ nhất là thích hợp để thực hiện việc tái sinh nhờ việc sử dụng nhiệt được thu hồi ở đoạn tái sinh thứ hai 22b.

Theo cách này, các chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1 và thứ hai A2 được tuần hoàn độc lập so với nhau giữa tháp hấp thụ 10 và tháp tái sinh 20, và đoạn tái sinh

thứ hai 22b để thực hiện việc tái sinh ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ của đoạn tái sinh thứ nhất 22a được dùng để thực hiện bước xử lý tái sinh có hai giai đoạn, do đó nâng cao hiệu suất năng lượng trong tháp tái sinh. Ngoài ra, cũng có thể tính đến các chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1 và thứ hai A2 rằng chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1 là chất lỏng hấp thụ hỗ trợ và chất lỏng hấp thụ thứ hai A2 là chất lỏng hấp thụ chính. Trong trường hợp này, chức năng của chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1 gồm có việc thu hồi và tái sử dụng nhiệt năng trong tháp tái sinh, cũng như việc giảm tải hấp thụ, điều này khiến cho chất lỏng hấp thụ thứ hai A2 bị khí có nồng độ cacbon đioxit cao. Tóm lại, kết cấu của thiết bị trên Fig.1 cũng có hiệu quả làm tăng khả năng thích ứng xử lý của thiết bị thu hồi.

Trong thiết bị thu hồi có kiểu tháp hấp thụ và tháp tái sinh thông thường, hiệu quả của hiệu suất trao đổi nhiệt của bộ trao đổi nhiệt của nó được đánh giá trên giả thiết rằng, theo thử nghiệm mô phỏng để tính năng lượng tái sinh cần cho việc thu hồi cacbon đioxit, dung dịch MEA 30% trong nước được dùng làm chất lỏng hấp thụ để xử lý khí chứa cacbon-đioxit thành tỷ lệ thu hồi cacbon đioxit khoảng 90%. Trong trường hợp đó, khi tăng tính năng trao đổi nhiệt (được biểu thị bởi sự chênh lệch giữa nhiệt độ đầu vào của bộ trao đổi nhiệt của đường dẫn trở về của nó và nhiệt độ đầu ra của bộ trao đổi nhiệt của đường cấp của nó) của bộ trao đổi nhiệt trong khoảng từ 10°C đến 3°C, thì nhiệt độ đưa vào dung dịch giàu của tháp tái sinh được tăng lên khoảng 7°C (nhiệt độ được giả sử là 118°C) và năng lượng tái sinh được giảm xuống từ khoảng 4,1GJ/t-CO₂ đến khoảng 3,9GJ/t-CO₂ bằng cách giảm nhiệt cảm nhận được cần cho sự tăng nhiệt độ. Để đánh giá kết cấu theo sáng chế, đoạn hấp thụ và đoạn tái sinh cần được bổ sung để thay đổi thiết bị thu hồi theo kết cấu của thiết bị được thể hiện trên Fig.1, được tạo ra cho đoạn hấp thụ thứ nhất và đoạn tái sinh thứ hai, và chất lỏng hấp thụ khác có đặc tính tương tự được tuần hoàn giữa đoạn hấp thụ thứ nhất và đoạn tái sinh thứ hai. Theo kết cấu này, khi nhiệt độ đưa vào của chất lỏng hấp thụ vào trong đoạn tái sinh thứ hai là 106°C, nhiệt độ này thấp hơn 12°C so với nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ được đưa vào trong đoạn tái sinh thứ nhất, thì năng lượng tái sinh có thể được giảm đến khoảng 3,4GJ/t-CO₂ bởi sự góp phần của lượng nhiệt ẩn bay hơi giảm. Hơn nữa, kết cấu được thay đổi thành thiết bị thu hồi trên Fig.2, sẽ được mô tả chi tiết dưới đây, bằng cách chia bên trong tháp tái

sinh ra thành ba đoạn tái sinh. Trong trường hợp này, khi nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ được đưa vào trong đoạn tái sinh thứ ba vào khoảng 98°C , thì năng lượng tái sinh có thể được giảm đến khoảng $3,1\text{GJ/t-CO}_2$.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện thiết bị thu hồi để thực hiện phương pháp thu hồi cacbon đioxit theo phương án thực hiện thứ hai của sáng chế. Trong thiết bị thu hồi 2, tháp hấp thụ 10 có hai đoạn hấp thụ theo cách tương tự như được thể hiện trên Fig.1. Tháp tái sinh 20' của nó có ba đoạn tái sinh 22a, 22b và 22c, các đoạn này lần lượt được nạp đầy chất độn 21'. Bộ phận phân chia 23' được đặt giữa đoạn tái sinh thứ hai 22b và đoạn tái sinh thứ ba 22c, bộ phận phân chia này có kết cấu tương tự như mỗi bộ phận phân chia 13 và 23 nêu trên. Phần chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1', mà cacbon đioxit đã được hấp thụ trong đó ở đoạn hấp thụ thứ nhất 12a của tháp hấp thụ 10, được phân bố và cấp vào trong mỗi đoạn tái sinh thứ hai 22b và đoạn tái sinh thứ ba 22c của tháp tái sinh 20'. Khí được xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất 22a đi qua đoạn tái sinh thứ hai 22b, sau đó đi qua bộ phận phân chia 23', và khí được đưa hơn nữa vào tiếp xúc khí-lỏng với chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1' cũng trên chất độn 21c ở đoạn tái sinh thứ ba 22c, khiến cho nhiệt độ của khí đã được xả ra được tạo ra thấp hơn nhiệt độ theo kết cấu trên Fig.1. Để phân bố và cấp, đến đoạn tái sinh thứ ba 22c, phần của chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1' được cấp từ đáy của tháp hấp thụ 10 vào trong tháp tái sinh, đường cấp thứ ba 15' được tạo ra, đường cấp này được phân nhánh từ đường cấp thứ nhất 15 để được nối với đoạn tái sinh thứ ba 22c. Để làm cho chất lỏng hấp thụ A1c được lưu lại trong thùng chứa chất lỏng của bộ phận phân chia 23' chảy ngược lại từ đoạn tái sinh thứ ba 22c vào trong đoạn hấp thụ thứ nhất 12a, đường dẫn trở về thứ ba 27' được tạo ra, đường dẫn này kéo dài từ đoạn tái sinh thứ ba 22c để được nối với đường dẫn trở về thứ nhất 27. Hơn nữa, bộ trao đổi nhiệt thứ ba 33' được tạo ra để thực hiện sự trao đổi nhiệt giữa đường cấp thứ ba 15' và đường dẫn trở về thứ ba 27'. Chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1' đi qua đường cấp thứ ba 15' được làm nóng bởi sự trao đổi nhiệt trong bộ trao đổi nhiệt thứ ba 33', và sau đó cấp vào trong đoạn tái sinh thứ ba 22c, nhờ đó phải chịu tiếp xúc khí-lỏng ở đoạn tái sinh thứ ba 22c để xả ra cacbon đioxit. Sau đó, nó được lưu lại trong thùng chứa chất lỏng của bộ phận phân chia 23'. Chất lỏng hấp thụ A1c trong thùng chứa chất lỏng đi qua đường dẫn trở về thứ ba 27' và nó phải chịu sự trao đổi nhiệt trong bộ trao đổi

nhệt thứ ba 33' với chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1' trong đường cấp thứ ba 15', nhờ đó nó được làm nguội. Sau đó, chất lỏng hấp thụ A1c được nối thông với chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1 trong đường dẫn trở về thứ nhất 27, và nó được làm nguội bởi bộ làm nguội 35 và sau đó chảy ngược lại vào trong phần trên của đoạn hấp thụ thứ nhất 12a của tháp hấp thụ 10.

Trong tháp tái sinh 20', các biểu thức $t_2 > T_5 > T_6$, và $t_2 > t_3$ được thỏa mãn trong đó: T5 biểu thị nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1c được làm nóng, ở đoạn tái sinh thứ ba 22c, bởi khí được xả ra từ các đoạn tái sinh thứ nhất 22a và thứ hai 22b; T6 biểu thị nhiệt độ của phần chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1' được đưa từ bộ trao đổi nhiệt thứ ba 33' vào trong phần trên của đoạn tái sinh thứ ba 22c; và t3 biểu thị nhiệt độ của khí được xả ra từ đoạn tái sinh thứ ba 22c. Do vậy, nếu các nhiệt độ từ T1 đến T4 và t1 và t2 của thiết bị thu hồi trên Fig.2 bằng với các nhiệt độ tương ứng từ T1 đến T4 và t1 và t2 của thiết bị thu hồi 1 trên Fig.1, thì nhiệt độ của khí được xả ra từ đoạn tái sinh được giảm xuống từ t2 đến t3 và việc thoát nhiệt cảm nhận được ra bên ngoài được hạn chế hơn nữa. Lúc này, hơi nước cũng được ngưng tụ để thu được việc giảm hơn nữa lượng hơi nước chứa trong khí được xả ra từ đoạn tái sinh thứ ba 22c. Do đó, việc thoát nhiệt ẩn ra bên ngoài cũng được hạn chế. Tóm lại, nhiệt được thu hồi ở đoạn tái sinh thứ ba 22c sẽ tạo ra việc tái sinh khiến cho việc thu hồi và sử dụng nhiệt tiến triển hơn nữa.

Đối với thiết bị thu hồi 2 trên Fig.2, các vấn đề khác với các vấn đề được mô tả trên đây là tương tự như các vấn đề theo thiết bị thu hồi 1 trên Fig.1. Do đó, phần mô tả của nó được bỏ qua.

Theo thiết bị thu hồi 2 trên Fig.2, nhiệt độ T5 của chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1c ở đoạn tái sinh thứ ba 22c là thấp hơn nhiệt độ T3 của chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1 ở đoạn tái sinh thứ hai 22b, và chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1c cũng có mức độ tái sinh kém hơn. Kết quả là, theo thiết bị thu hồi 2 trên Fig.2, các mức độ tái sinh của chất lỏng hấp thụ thứ nhất (A1 + A1c) chảy ngược lại đến đoạn hấp thụ thứ nhất 12a được tính trung bình giữa hai dòng chảy, khiến cho mức độ tái sinh được tạo ra thấp hơn mức độ tái sinh của chất lỏng hấp thụ thứ nhất A1 theo thiết bị thu hồi 1 trên Fig.1. Do phương án thực hiện để cải tiến vấn đề này là phương án thực hiện nhằm chia tháp hấp thụ 10 ra thành ba đoạn hấp thụ để bố trí đoạn hấp thụ thứ ba bên trên

các đoạn hấp thụ thứ nhất và thứ hai, và lần lượt chuyển động qua lại ba loại chất lỏng hấp thụ độc lập so với nhau qua ba đường dẫn tuần hoàn. Cụ thể là, chất lỏng hấp thụ thứ nhất được tuần hoàn giữa đoạn hấp thụ thứ nhất và đoạn tái sinh thứ ba; chất lỏng hấp thụ thứ hai được tuần hoàn giữa đoạn hấp thụ thứ hai và đoạn tái sinh thứ hai; và chất lỏng hấp thụ thứ ba được tuần hoàn giữa đoạn hấp thụ thứ ba và đoạn tái sinh thứ nhất. Khí G chứa cacbon đioxit đi qua từ đoạn hấp thụ thứ nhất qua đoạn hấp thụ thứ hai để đi đến đoạn hấp thụ thứ ba, mà khí được xả ra bên ngoài từ đó. Khí chứa cacbon-đioxit được xả ra, ở đoạn tái sinh thứ nhất, bởi nhiệt được cấp từ bên ngoài đi qua đoạn tái sinh thứ hai để đi đến đoạn tái sinh thứ ba, mà khí được xả ra bên ngoài từ đó. Thích hợp là chọn các chất lỏng hấp thụ thứ nhất, thứ hai và thứ ba trong khi điều quan trọng là phải áp dụng tính chất tái sinh cho việc chọn các chất lỏng hấp thụ thứ nhất và thứ hai và điều quan trọng là phải áp dụng tính năng hấp thụ cho chất hấp thụ thứ ba; và sử dụng chất lỏng hấp thụ có tính chất tái sinh tốt nhất trong số các chất lỏng hấp thụ này làm chất lỏng hấp thụ thứ nhất, và sử dụng chất lỏng hấp thụ có tính năng hấp thụ tốt nhất trong số chúng làm phân chất lỏng hấp thụ thứ ba. Theo cách tương tự, bên trong tháp hấp thụ và bên trong tháp tái sinh có thể lần lượt được chia ra thành bốn đoạn hấp thụ hoặc nhiều hơn, và bốn đoạn tái sinh hoặc nhiều hơn để tuần hoàn nhiều loại chất lỏng hấp thụ.

Khả năng ứng dụng công nghiệp

Sáng chế có thể dùng được cho việc xử lý hoặc một số hoạt động khác của khí chứa cacbon-đioxit được xả ra từ các nhà máy nhiệt điện, xưởng luyện thép, nồi hơi và các thiết bị khác, và hữu dụng để giảm lượng cacbon đioxit được xả ra từ chúng, tác động của nó lên môi trường, và các thứ khác. Sáng chế tạo ra thiết bị thu hồi cacbon đioxit có khả năng giảm các chi phí dùng cho quy trình thu gom cacbon đioxit, và góp phần vào việc tiết kiệm năng lượng và bảo vệ môi trường.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị thu hồi cacbon đioxit bao gồm:

tháp hấp thụ được tạo kết cấu để đưa khí vào tiếp xúc với chất lỏng hấp thụ và cho phép chất lỏng hấp thụ hấp thụ cacbon đioxit chứa trong khí, tháp hấp thụ có đoạn hấp thụ thứ nhất và đoạn hấp thụ thứ hai, các đoạn này được bố trí để cấp khí qua đoạn hấp thụ thứ nhất vào trong đoạn hấp thụ thứ hai;

tháp tái sinh, mà tái sinh chất lỏng hấp thụ, được tạo kết cấu để làm nóng chất lỏng hấp thụ có cacbon đioxit đã được hấp thụ trong tháp hấp thụ nhằm làm cho chất lỏng hấp thụ giải phóng cacbon đioxit này, tháp tái sinh này có đoạn tái sinh thứ nhất có thiết bị làm nóng bên ngoài và đoạn tái sinh thứ hai được bố trí để được làm nóng bởi nhiệt từ khí được xả ra từ đoạn tái sinh thứ nhất; và

hệ thống tuần hoàn có đường dẫn tuần hoàn thứ nhất được tạo kết cấu để tuần hoàn chất lỏng hấp thụ giữa đoạn hấp thụ thứ nhất và đoạn tái sinh thứ hai, và đường dẫn tuần hoàn thứ hai được tạo kết cấu để tuần hoàn chất lỏng hấp thụ giữa đoạn hấp thụ thứ hai và đoạn tái sinh thứ nhất,

trong đó đường dẫn tuần hoàn thứ nhất và đường dẫn tuần hoàn thứ hai tuần hoàn, tương ứng, chất lỏng hấp thụ thứ nhất và chất lỏng hấp thụ thứ hai, mà chứa cùng một loại chất hấp thụ amin theo các nồng độ khác nhau, và nồng độ của chất hấp thụ trong chất lỏng hấp thụ thứ nhất cao hơn so với nồng độ của chất hấp thụ trong chất lỏng hấp thụ thứ hai.

2. Thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo điểm 1, trong đó đường dẫn tuần hoàn thứ nhất và đường dẫn tuần hoàn thứ hai là độc lập so với nhau và tuần hoàn chất lỏng hấp thụ một cách riêng biệt, và đoạn tái sinh thứ hai không có thiết bị làm nóng bên ngoài.

3. Thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hệ thống tuần hoàn có bộ trao đổi nhiệt thứ nhất và bộ trao đổi nhiệt thứ hai, bộ trao đổi nhiệt thứ nhất được bố trí để trao đổi, trong đường dẫn tuần hoàn thứ nhất, nhiệt giữa chất lỏng hấp thụ thứ nhất, mà được cấp từ đoạn hấp thụ thứ nhất đến đoạn tái sinh thứ hai, và chất

lòng hấp thụ thứ nhất, mà được trở về từ đoạn tái sinh thứ hai đến đoạn hấp thụ thứ nhất, và bộ trao đổi nhiệt thứ hai được bố trí để trao đổi, trong đường dẫn tuần hoàn thứ hai, nhiệt giữa chất lỏng hấp thụ thứ hai, mà được cấp từ đoạn hấp thụ thứ hai đến đoạn tái sinh thứ nhất, và chất lỏng hấp thụ thứ hai, mà được trở về từ đoạn tái sinh thứ nhất đến đoạn hấp thụ thứ hai.

4. Thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ thứ nhất, mà được tuần hoàn trong đường dẫn tuần hoàn thứ nhất khi chất lỏng hấp thụ thứ nhất được cấp đến đoạn tái sinh thứ hai là thấp hơn nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ thứ hai, mà được tuần hoàn trong đường dẫn tuần hoàn thứ hai khi chất lỏng hấp thụ thứ hai được cấp đến đoạn tái sinh thứ nhất.

5. Thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó tháp tái sinh còn có đoạn tái sinh thứ ba, mà được làm nóng bởi nhiệt từ khí được xả ra từ đoạn tái sinh thứ hai, và hệ thống tuần hoàn có đường dẫn tuần hoàn thứ ba, mà được tạo kết cấu để tuần hoàn chất lỏng hấp thụ thứ nhất giữa đoạn hấp thụ thứ nhất và đoạn tái sinh thứ ba.

6. Thiết bị thu hồi cacbon đioxit theo điểm 5, trong đó đường dẫn tuần hoàn thứ ba được bố trí để được phân nhánh từ đường dẫn tuần hoàn thứ nhất.

7. Phương pháp thu hồi cacbon đioxit bao gồm các bước:

xử lý hấp thụ bằng cách đưa khí vào tiếp xúc với chất lỏng hấp thụ để làm cho cacbon đioxit chứa trong khí được hấp thụ vào trong chất lỏng hấp thụ, bước xử lý hấp thụ này có bước hấp thụ thứ nhất và bước hấp thụ thứ hai, và khí được cấp qua bước hấp thụ thứ nhất đến bước hấp thụ thứ hai;

xử lý tái sinh bằng cách làm nóng chất lỏng hấp thụ, mà trong đó cacbon đioxit được hấp thụ ở bước xử lý hấp thụ để xả cacbon đioxit ra, nhờ đó tái sinh chất lỏng hấp thụ, bước xử lý tái sinh này có bước tái sinh thứ nhất và bước tái sinh thứ hai, chất lỏng hấp thụ được làm nóng ở bước tái sinh thứ nhất nhờ dùng thiết bị làm nóng bên ngoài, và chất lỏng hấp thụ được làm nóng ở bước tái sinh thứ hai nhờ

dùng nhiệt từ khí, mà được xả ra ở bước tái sinh thứ nhất; và

bước tuần hoàn thứ nhất tuần hoàn chất lỏng hấp thụ giữa bước hấp thụ thứ nhất và bước tái sinh thứ hai, và bước tuần hoàn thứ hai tuần hoàn chất lỏng hấp thụ giữa bước hấp thụ thứ hai và bước tái sinh thứ nhất,

trong đó chất lỏng hấp thụ thứ nhất và chất lỏng hấp thụ thứ hai, mà chứa cùng một loại chất hấp thụ amin lần lượt được tuần hoàn ở các bước tuần hoàn thứ nhất và thứ hai, và nồng độ của chất hấp thụ trong chất lỏng hấp thụ thứ nhất, mà được tuần hoàn ở bước tuần hoàn thứ nhất cao hơn so với nồng độ của chất hấp thụ trong chất lỏng hấp thụ thứ hai, mà được tuần hoàn ở bước tuần hoàn thứ hai.

8. Phương pháp thu hồi cacbon đioxit theo điểm 7, trong đó bước tuần hoàn thứ nhất và bước tuần hoàn thứ hai là độc lập so với nhau, chúng tuần hoàn chất lỏng hấp thụ một cách riêng biệt.

9. Phương pháp thu hồi cacbon đioxit theo điểm 7 hoặc 8, trong đó bước tuần hoàn thứ nhất có bước trao đổi nhiệt thứ nhất trao đổi nhiệt giữa chất lỏng hấp thụ thứ nhất, mà được cấp từ bước hấp thụ thứ nhất đến bước tái sinh thứ hai, và chất lỏng hấp thụ thứ nhất, mà được trở về từ bước tái sinh thứ hai đến bước hấp thụ thứ nhất, và bước tuần hoàn thứ hai có bước trao đổi nhiệt thứ hai trao đổi nhiệt giữa chất lỏng hấp thụ thứ hai, mà được cấp từ bước hấp thụ thứ hai đến bước tái sinh thứ nhất, và chất lỏng hấp thụ thứ hai, mà được trở về từ bước tái sinh thứ nhất đến bước hấp thụ thứ hai.

10. Phương pháp thu hồi cacbon đioxit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 9, trong đó nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ thứ nhất, mà được tuần hoàn ở bước tuần hoàn thứ nhất khi chất lỏng hấp thụ thứ nhất được cấp đến bước tái sinh thứ hai là thấp hơn nhiệt độ của chất lỏng hấp thụ thứ hai, mà được tuần hoàn ở bước tuần hoàn thứ hai khi chất lỏng hấp thụ thứ hai được cấp đến bước tái sinh thứ nhất.

11. Phương pháp thu hồi cacbon đioxit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 10, trong đó xử lý tái sinh còn có bước tái sinh thứ ba làm nóng chất lỏng hấp thụ bởi

nhiệt từ khí, mà được xả ra từ bước tái sinh thứ hai, phương pháp này còn có bước tuần hoàn thứ ba tuần hoàn chất lỏng hấp thụ thứ nhất giữa bước hấp thụ thứ nhất và bước tái sinh thứ ba.

12. Phương pháp thu hồi cacbon đioxit theo điểm 11, trong đó ở bước tuần hoàn thứ ba, chất lỏng hấp thụ thứ nhất, mà được tuần hoàn ở bước tuần hoàn thứ nhất, được phân nhánh một phần để được tuần hoàn.

FIG.1

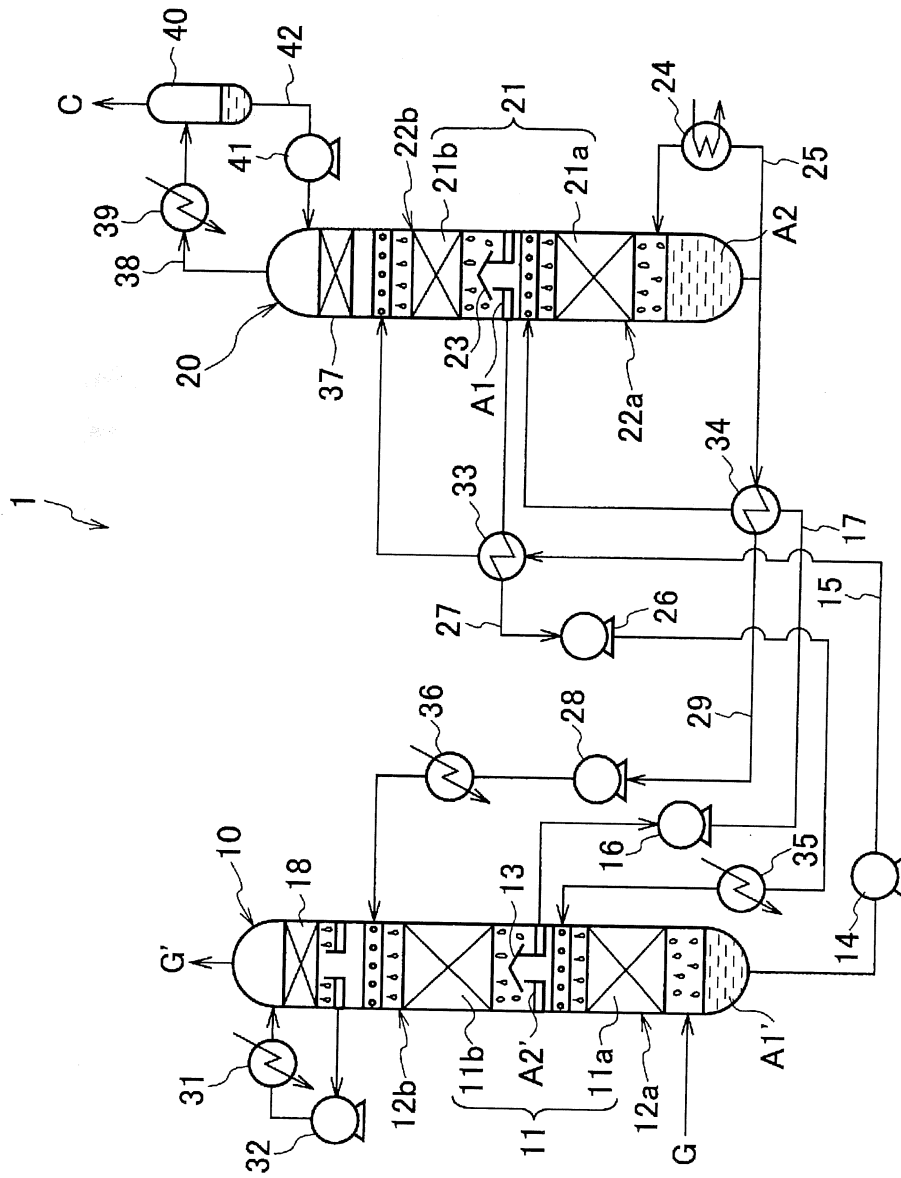


FIG.2

