



(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) 
1-0022151

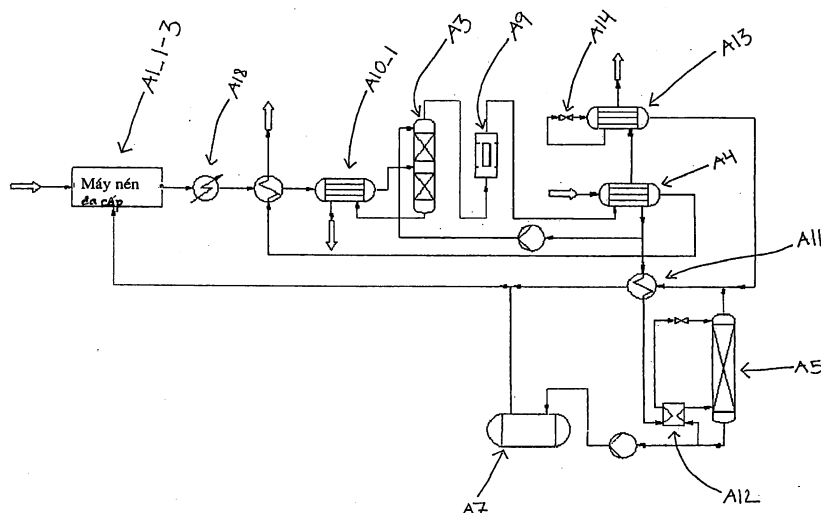
(51)⁷ **F25J 3/08, B01D 53/78, 53/14**

(13) **B**

(21) 1-2013-00005 (22) 01.07.2011
(86) PCT/DK2011/050258 01.07.2011 (87) WO2012/000520 05.01.2012
(30) PA 2010 70314 02.07.2010 DK
(45) 25.11.2019 380 (43) 25.04.2013 301
(73) UNION ENGINEERING A/S (DK)
Snaremossevej 27, DK-7000 Fredericia, Denmark
(72) FIND Rasmus (DK), POULSEN Jan Flensted (DK)
(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) **PHƯƠNG PHÁP THU HỒI CACBON ĐIOXIT TỪ DÒNG KHÍ CACBON ĐIOXIT CÓ NGUỒN GỐC TỪ QUY TRÌNH LÊN MEN, NƠI Ủ RƯỢU BIA HOẶC DÂY CHUYỀN ĐÓNG CHAI**

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp thu hồi cacbon đioxit từ dòng khí cacbon đioxit có nguồn gốc từ quy trình lên men, nơi ủ rượu bia hoặc dây chuyền đóng chai bao gồm các bước: nén, hấp thụ, ngưng tụ và chưng cất, trong đó ít nhất là bước hấp thụ và bước ngưng tụ được thực hiện dưới áp suất cao, ít nhất là 30 bar ($30 \cdot 10^5 \text{Pa}$).



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới phương pháp thu hồi cacbon đioxit từ dòng khí có nguồn gốc từ quy trình lên men hoặc dây chuyền đóng chai, bằng quá trình nén, quá trình hấp thụ, quá trình ngưng tụ và quá trình chưng cất, trong đó phương pháp này được thực hiện dưới áp suất cao.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Một cách được ưu tiên để sục khí cacbonic vào các đồ uống, như các sản phẩm rượu bia, là bằng cách tinh chế cacbon đioxit tại chỗ. Do đó, các dòng cacbon đioxit có nguồn gốc từ quy trình lên men, như ở nơi ủ rượu bia, thường được tinh chế và đưa trở lại nơi ủ rượu bia. Do vậy, cacbon đioxit sinh ra bởi quy trình lên men lại được sử dụng trong đồ uống rượu bia hoặc các đồ uống có ga khác đã được sản xuất ở cùng nơi với quy trình lên men, và được dùng làm khí bảo vệ trong phân xưởng đóng chai để ngăn ngừa sự thâm nhập của không khí hoặc sự chiếm chỗ của không khí.

Hiện nay, phương pháp được sử dụng phổ biến nhất thường bao gồm các bước: khử bọt; rửa trong bộ lọc rửa khí bằng nước; nén; lọc qua bộ lọc than; loại bỏ nước; đun sôi lại và chưng cất dòng cacbon đioxit để tạo ra dòng cacbon đioxit đã được tinh chế. Phương pháp này mặc dù cho phép tinh chế một cách có hiệu quả cacbon đioxit với hiệu suất và độ tinh khiết thỏa đáng, nhưng một vài thành phần của quy trình này sẽ làm tăng chi phí của toàn bộ quy trình thu hồi. Trước đây, nước được sử dụng trong bộ lọc rửa khí bằng nước sẽ phải bỏ đi, thêm nữa các bộ lọc than và các bộ khử nước sẽ thường xuyên phải được tái tạo, và cuối cùng là năng lượng bên ngoài phải được cung cấp cho quy trình này. Một số lượng lớn các đơn vị vận hành theo phương pháp này cần đến phương tiện để duy trì áp suất trên toàn bộ hệ thống này. Nói chung, khi số lượng bước cần được thực hiện trong hệ thống này càng nhiều thì sự tụt áp càng lớn và do đó làm tăng chi phí để

duy trì nó.

Hơn nữa, quá trình hóa lỏng sau cùng thông thường của cacbon đioxit cần đến việc cấp bổ sung năng lượng đáng kể. Quá trình ngưng tụ này thường được thực hiện bởi bộ ngưng tụ được làm lạnh bằng amoniac. Ngoài ra, cacbon đioxit lỏng đã tạo ra phải được cất giữ trong thùng chứa và phải được làm bay hơi lại trước khi được sử dụng làm khí bảo vệ hoặc làm cacbon đioxit để sục khí cacbonic vào đồ uống. Theo phương pháp thông thường, hệ thống này được vận hành ở áp suất khoảng 16 bar ($16 \cdot 10^5 \text{Pa}$) tương ứng với áp suất trong thùng chứa cacbon đioxit tiêu chuẩn mà trong đó cacbon đioxit lỏng được cất giữ trước khi được sử dụng.

Việc vận hành theo cách này, tức là ở áp suất giảm là cách phổ biến để thu hồi cacbon đioxit có độ tinh khiết cao với chất lượng dùng được cho thực phẩm, chủ yếu là do cách thức này được xem là kinh tế nhất vì một số lý do, như độ tinh khiết thu được và chi phí lắp đặt.

Tuy nhiên, việc vận hành ở các áp suất giảm cần đến mức độ loại bỏ nước rất cao, do sự có mặt của nước trong hệ thống sẽ dẫn tới các vấn đề về sự tạo ra đá hoặc các hydrat khí. Ngoài ra, quá trình ngưng tụ cacbon đioxit đã được tinh chế để tạo ra cacbon đioxit đã hóa lỏng cần đến năng lượng cấp đầu vào lớn.

Giải pháp cho quá trình ngưng tụ đã được đề cập trong EP 0194795 A2 trong đó quy trình thu hồi được đề xuất, trong đó cacbon đioxit không tinh khiết từ nhà máy rượu bia được nén và được làm lạnh, tạo ra dòng cacbon đioxit lỏng gần như tinh khiết và dòng các tạp chất dạng khí, tức là các khí không ngưng. Tiếp đó là quá trình giãn nở dòng cacbon đioxit lỏng tinh khiết để tạo ra dòng cacbon đioxit dạng khí và lỏng, trong đó cacbon đioxit lỏng tạo ra được sử dụng để hóa lỏng dòng khí của bước nén ban đầu. Do vậy, phương pháp này đề xuất một giải pháp trong đó việc làm lạnh và hóa lỏng cacbon đioxit được thực hiện bởi quá trình giãn nở và bay hơi cacbon đioxit lỏng gần như tinh khiết. Nhờ đó, năng lượng của quá trình truyền nhiệt bên trong và/hoặc quá trình làm lạnh được sử dụng để cung cấp năng lượng cho bước tinh chế. Điều này cho thấy là quy trình này cho phép giảm bớt chi phí riêng và tổng chi phí năng lượng cần thiết đối với quá trình bay hơi. Tuy nhiên, chỉ trong trường hợp cacbon đioxit đã hóa lỏng được sử dụng và được giãn nở toàn bộ thì phương pháp này mới đạt được hiệu quả kinh

tế thỏa đáng. Do đó, phương pháp này vẫn cần đến năng lượng đầu vào lớn để ngưng tụ cacbon đioxit. Sáng chế đề xuất phương pháp trong đó một hoặc nhiều vấn đề nêu trên của các giải pháp kỹ thuật đã biết được giải quyết.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất phương pháp thu hồi cacbon đioxit từ dòng khí cacbon đioxit có nguồn gốc từ quy trình lên men, phương pháp này bao gồm các bước: a) tạo ra dòng cacbon đioxit có nguồn gốc từ quy trình lên men; b) nén dòng đã tạo ra này bởi ít nhất một bước nén tạo ra dòng khí đã được nén; c) đưa dòng khí đã được nén này vào bước hấp thụ tạo ra ít nhất một dòng khí giàu cacbon đioxit; d) làm ngưng tụ dòng khí giàu cacbon đioxit này trong bộ ngưng tụ để tạo ra ít nhất một phần ngưng và khí xả; và e) chưng cất phần ngưng này để tạo ra cacbon đioxit đã được tinh chế, trong đó áp suất của dòng cacbon đioxit đã được nén thu được ở bước b) ít nhất là 30 bar ($30 \cdot 10^5 \text{Pa}$), nhiệt độ nằm trong khoảng mà ở đó hầu như không có sự ngưng tụ cacbon đioxit và áp suất nêu trên được duy trì ít nhất là ở bước d).

Theo sáng chế, đã phát hiện ra rằng khi áp suất ít nhất là 30 bar ($30 \cdot 10^5 \text{Pa}$), thì khí có thể được ngưng tụ sau đó bằng cách sử dụng các chất lỏng, như các chất lỏng thường được sử dụng trong quy trình đóng chai hoặc trong quy trình lên men, nhờ đó năng lượng được sử dụng vào lúc bắt đầu quy trình là nhiều hơn so với mức thu hồi được ở giai đoạn sau của quy trình, tức là trong quá trình hóa lỏng cacbon đioxit tinh khiết mà nó thường là một trong những bộ phận tiêu tốn năng lượng nhất của quy trình thu hồi.

Phương pháp theo sáng chế có một vài ưu điểm.

Khi áp suất trong hệ thống cao, bộ lọc rửa khí bằng nước thông thường sẽ được thay thế bằng bộ lọc rửa khí bằng nước áp suất cao hoặc bộ lọc rửa khí cacbon đioxit. Việc này sẽ làm giảm bớt lượng nước cần thiết để tạo ra độ tinh khiết được mong muốn cũng như lượng nước bẩn phải được làm sạch và thải ra. Hơn nữa, quá trình ngưng tụ tiếp sau bước hấp thụ sẽ không đòi hỏi nhiệt độ thấp khoảng -30°C thường bắt buộc phải có để ngưng tụ cacbon đioxit khi ở áp suất nằm trong khoảng 15-20 bar ($15 \cdot 10^5$ - $20 \cdot 10^5 \text{Pa}$). Do vậy, theo sáng chế nhiệt độ của chất lỏng làm ngưng tụ, dưới đây gọi là tác nhân làm lạnh, có thể gần bằng

không khí hoặc thấp hơn, như nằm trong khoảng từ -10°C đến 10°C , tốt hơn là nằm trong khoảng từ -8°C đến -3°C , như -5°C chẳng hạn. Khi nhiệt độ của tác nhân làm lạnh có thể là tương đối đối với các nhà máy CO_2 truyền thống, thì có thể sử dụng, ví dụ, nước muối mà nó thường được sử dụng trong các nhà máy rượu bia cho việc làm lạnh cho các thùng lên men, v.v., và do đó, tác nhân làm lạnh là có sẵn trong thiết bị này. Tốt hơn, nếu nước muối là hỗn hợp nước bất kỳ có thể hạ thấp điểm đóng băng của nước. Ví dụ, các dung dịch nước của glycol và các muối. Khi nhiệt độ môi trường xung quanh thấp, quá trình ngưng tụ CO_2 bởi việc làm lạnh bằng không khí cũng là một phương án.

Một trong các ưu điểm chủ yếu của sáng chế đó là có thể sử dụng tác nhân làm lạnh có nhiệt độ nằm trong khoảng từ -10°C đến 10°C để làm lạnh cacbon đioxit tới nhiệt độ dưới -24°C , làm giảm một cách đáng kể sự tiêu tốn năng lượng riêng cho lượng cacbon đioxit được sản xuất.

Một ưu điểm khác của sáng chế đó là lượng nước được sử dụng trong toàn bộ quy trình có thể được giảm hơn nữa. Độ tan trong nước của nhiều tạp chất được khống chế áp suất riêng phần của tạp chất cụ thể. Nếu một dung dịch là dung dịch lý tưởng và nồng độ của các tạp chất tương ứng là thấp, thì độ tan sẽ tỷ lệ thuận với áp suất riêng phần. Do vậy, khi áp suất nhân đôi thì độ tan cũng nhân đôi. Do đó, khi độ tan trong nước tăng, do việc tăng áp suất, thì hàm lượng nước có thể giảm bớt được một cách tương ứng để tạo ra mức độ tinh chế tương đương.

Theo một phương án khác nữa, cacbon đioxit đã hóa lỏng có thể được làm bay hơi lại bởi việc cho tiếp xúc với tác nhân làm lạnh ấm hơn, ví dụ, nước muối, lấy từ nơi ủ rượu bia. Sau đó, cacbon đioxit đã bay hơi lại này có thể được sử dụng, ví dụ, trong dây chuyền đóng chai. Bằng cách này, nhiệt độ của tác nhân làm lạnh giảm xuống từ, ví dụ, -5°C xuống -8°C . Theo một phương án được ưu tiên cụ thể, nước muối đã làm lạnh này được sử dụng làm tác nhân làm lạnh trong bước ngưng tụ, nhờ đó nhiệt độ của tác nhân làm lạnh thường là sẽ tăng lên tới nhiệt độ ban đầu của nước muối và có thể được sử dụng trở lại ở nơi ủ rượu bia chẳng hạn.

Nhờ đó, hệ thống này không tiêu thụ năng lượng liên quan tới quá trình ngưng tụ và bay hơi lại khắc phục cho nhiều vấn đề thuộc tình trạng kỹ thuật.

Năng lượng cần thiết cho quá trình nén có thể được tối ưu bằng cách bố trí

một vài bước nén liên tiếp, ví dụ, 2 hoặc 3 bước. 2 hoặc 3 bước nén thường được ưu tiên theo sáng chế do nó là số lượng bước kinh tế nhất liên quan tới hệ thống và việc vận hành.

Cuối cùng, khi chuyển cacbon đioxit đã được ngưng tụ và đã được chưng cất vào thùng chứa trong đó cacbon đioxit phổ biến nhất sẽ được cất giữ áp suất thấp hơn áp suất làm ngưng tụ, thường là ở khoảng 16 bar ($16 \cdot 10^5 \text{Pa}$) là một tiêu chuẩn trong công nghiệp, thì cacbon đioxit dạng khí 20% sẽ được tạo ra do sự chênh áp này (nếu được giảm áp từ 35 bar ($35 \cdot 10^5 \text{Pa}$) chẳng hạn). Cacbon đioxit dạng khí này có thể được chuyển thẳng tới thiết lên men, nơi ủ rượu bia và/hoặc nơi đóng chai làm khí bảo vệ hoặc được sử dụng trong các chai hoặc các lon để sục khí cacbonic cho các đồ uống, tốt hơn là bia.

Khi cacbon đioxit dạng khí đã tạo ra được chuyển thẳng tới nơi ủ rượu bia, thì sự tiêu tốn năng lượng của toàn bộ phương pháp sẽ được giảm hơn nữa, và theo một phương án cụ thể, khi áp suất giảm từ khoảng 35 ($35 \cdot 10^5 \text{Pa}$) xuống 16 bar ($16 \cdot 10^5 \text{Pa}$), thì mức này lên tới khoảng 10% bổ sung.

Phương tiện để kiểm soát cacbon đioxit có thể được trang bị để đảm bảo rằng cacbon đioxit dạng khí dư có độ tinh khiết cần thiết trước khi đi vào thiết bị lên men, nơi ủ rượu bia và/hoặc nơi đóng chai.

Theo một phương án khác, cacbon đioxit dạng khí được tạo ra khi được chuyển vào thùng chứa được đưa trở lại vào ít nhất một máy nén và được đưa vào một bước tinh chế khác. Theo cách khác, khí dư này được điều hòa và được chưng cất một lần nữa hoặc được ngưng tụ và được chuyển vào thùng chứa. Theo một phương án cụ thể, quá trình ngưng tụ này được thực hiện bằng cách sử dụng nước muối chứa glycol làm tác nhân làm lạnh hoặc bằng cách sử dụng năng lượng làm lạnh của quá trình bay hơi lại cacbon đioxit lỏng.

Quá trình hấp thụ có thể được tiến hành trong bộ lọc rửa khí bằng nước áp suất cao hoặc bộ lọc rửa khí cacbon đioxit. Khi sử dụng bộ lọc rửa khí bằng nước áp suất cao, thì lượng nước cần sử dụng là ít hơn đáng kể so với trường hợp rửa bằng nước dưới các áp suất giảm thường được sử dụng trong công nghiệp, tức là gần với áp suất môi trường. Khi áp suất nhân đôi thì sự tiêu tốn nước có thể giảm một nửa. Ngoài ra, bước loại nước sau đó trong, ví dụ, bộ lọc và quá trình tái sinh nó sẽ đòi hỏi ít cacbon đioxit hơn cho việc tái sinh, thường là khoảng từ 3% đến

dưới 1,5%, và do đó tổng hiệu suất được tăng lên.

Khi chất hấp thụ là nước, thì sẽ tốt hơn nếu phương pháp này cũng bao gồm bước loại nước để loại bỏ nước do nó có thể gây ra các vấn đề liên quan tới sự tạo thành đá và hydrat khí sau đó, như trong bộ ngưng tụ hoặc hệ thống cột chưng cất.

Theo một phương án được ưu tiên của sáng chế, bước hấp thụ là bước lọc rửa khí cacbon đioxit. Khi sử dụng bộ lọc rửa khí cacbon đioxit, hiệu suất cacbon đioxit sẽ gia tăng tương với việc sử dụng bộ lọc rửa khí bằng nước do cacbon đioxit sẽ được hấp thụ trong nước, khi được sử dụng làm chất hấp thụ, dẫn đến làm mất cacbon đioxit. Ngoài ra, khi bộ lọc rửa khí cacbon đioxit bao gồm phương loại nước được tích hợp, như etanol từ quy trình lên men, nước sẽ được loại bỏ trong bước lọc rửa khí cacbon đioxit. Do vậy, bộ lọc làm khô là không cần thiết, do nước bất kỳ sẽ được loại bỏ trong bộ lọc rửa khí cacbon đioxit. Do đó, việc không phải tái sinh bộ lọc thường tiêu tốn khoảng 3% dòng cacbon đioxit, cũng dẫn đến có hiệu suất cao hơn.

Một ưu điểm khác của việc sử dụng bộ lọc rửa khí cacbon đioxit đó là việc chỉ cần có ít bộ phận hơn cho toàn bộ việc tinh chế cho phép tiết kiệm các chi phí lắp đặt. Việc có ít bộ phận hơn trong toàn bộ quy trình cũng có nghĩa là sự tụt áp ít đáng kể hơn, và do đó cần ít năng lượng hơn cho việc duy trì áp suất trong hệ thống.

Theo một phương án được ưu tiên khác, ít nhất một máy nén là máy nén được bôi trơn như máy nén được bôi trơn bằng dầu hoặc nước, đặc biệt hơn là máy nén trục vít được bôi trơn bằng dầu.

Các máy nén như vậy là không quá đắt, dễ điều chỉnh cấp nén và thích ứng với các điều kiện của quy trình. Hơn nữa, chúng dễ bảo dưỡng và rất đáng tin cậy.

Các máy nén loại pit tông không bôi trơn cũng là các máy nén thường được chọn. Các chất lỏng bôi trơn, như dầu, hầu như không được mong muốn để dùng cho cacbon đioxit và nó sẽ chỉ được dùng một cách miễn cưỡng cho việc thay thế cho các máy nén thông thường bằng các máy nén được bôi trơn, rẻ tiền hơn. Vấn đề này có thể được giải quyết bằng cách bổ sung một bộ lọc nằm giữa ít nhất một bước nén và bước hấp thụ. Tuy nhiên, chất lượng của sản phẩm có thể phụ thuộc nhiều vào sự vận hành của bộ lọc, nó là phương tiện duy nhất để loại bỏ chất bôi trơn chắc chắn sẽ trộn lẫn với dòng cacbon đioxit. Tuy nhiên, khi bước hấp thụ là

bước lọc rửa khí cacbon đioxit, thì dầu bôi trơn sẽ được loại bỏ một cách có hiệu quả trong nó và việc trang bị bộ lọc có thể được bỏ qua hoặc chỉ có tác dụng như một biện pháp phòng ngừa bổ sung và/hoặc phương tiện để thu gom chất bôi trơn để đưa trở lại các máy nén. Điều này cho phép giảm bớt chất bôi trơn được sử dụng cũng như đảm bảo về mặt chất lượng sản phẩm.

Do vậy, theo một phương án được ưu tiên của sáng chế, chất hấp thụ là cacbon đioxit lỏng và ít nhất một máy nén là máy nén được bôi trơn. Việc này sẽ cho phép tiết kiệm cho phí lắp đặt cũng như trong khi vận hành với hiệu suất cao mà không ảnh hưởng tới độ tinh khiết.

Áp suất cụ thể của phương pháp theo sáng chế đã được chỉ ra là cho phép cacbon đioxit có thể được ngưng tụ một cách có hiệu quả nhờ sử dụng lưu chất làm lạnh thường có sẵn ở điểm bắt đầu dòng cacbon đioxit. Nhờ việc tìm ra như vậy, các phí tổn cao khác cho việc gia tăng áp suất trước quy trình được lấy lại một cách đáng kể trong toàn bộ quy trình. Do vậy, áp suất phụ thuộc một phần vào nhiệt độ của tác nhân làm lạnh có sẵn từ quy trình lên men cũng như thành phần của dòng cacbon đioxit ít tạp chất đi ra từ bước tinh chế. Tác giả sáng chế cũng đã nhận thấy rằng việc nâng cao độ tinh khiết của dòng cần được ngưng tụ, thì các nhiệt độ cao của tác nhân làm lạnh, ở một áp suất đã định sẽ là thỏa đáng. Theo một phương án được ưu tiên, nhiệt độ của lưu chất làm lạnh này là -5°C , và áp suất ít nhất là 35 bar ($35 \cdot 10^5 \text{Pa}$), việc kết hợp này sẽ đảm bảo việc có hiệu suất cùng với độ tinh khiết cao.

Theo một phương án khác nữa, cacbon đioxit lỏng từ thùng chứa được làm bay hơi lại để sử dụng ở nơi ủ rượu bia. Quá trình bay hơi lại được thực hiện nhờ tác nhân làm lạnh hoặc là trước khi được sử dụng làm tác nhân làm lạnh trong bước ngưng tụ hoặc nhờ tác nhân làm lạnh ấm hơn sau quá trình ngưng tụ. Cả hai phương án tùy chọn này đều đảm bảo việc không tiêu thụ năng lượng. Phương án được ưu tiên đặc biệt là trong đó tác nhân làm lạnh được sử dụng trước khi được sử dụng trong bước ngưng tụ, do việc này sẽ cho phép tác nhân làm lạnh có nhiệt độ thấp hơn cho phép áp suất và/hoặc mức độ tinh khiết thấp hơn của dòng cần được ngưng tụ.

Theo một phương án khác, áp suất được giảm sau bước ngưng tụ d), và quá trình chưng cất của bước e) được thực hiện ở áp suất giảm. Phương án này có ưu

điểm là cần ít tác nhân làm lạnh hơn để sử dụng cho việc ngưng tụ cacbon đioxit. Thay vào đó, không khí hoặc nước có thể được sử dụng để làm lạnh dòng phía trước quy trình. Sẽ tốt hơn, nếu áp suất giảm mà tại đó quá trình chưng cất xảy ra là mức tiêu chuẩn công nghiệp để cất giữ cacbon đioxit, thông thường nằm trong khoảng 15-18 bar ($15 \cdot 10^5 \text{Pa}$ - $18 \cdot 10^5 \text{Pa}$), tốt hơn là 16 bar ($16 \cdot 10^5 \text{Pa}$).

Theo một phương án khác nữa, phương pháp này còn bao gồm bước f) đưa dòng khí thu được ở bước d) vào bước ngưng tụ và bay hơi lại kết hợp, trong đó quá trình bay hơi lại được thực hiện ở áp suất thấp hơn so với áp suất của dòng khí thu được ở bước d), tốt hơn là áp suất tiêu chuẩn thường được áp dụng trong công nghiệp để cất giữ cacbon đioxit, như nằm trong khoảng từ 15 đến 18 bar ($15 \cdot 10^5$ - $18 \cdot 10^5 \text{Pa}$), tốt hơn là khoảng 16 bar ($16 \cdot 10^5 \text{Pa}$). Theo phương án này, thể tích của khí xả bị thải ra sẽ giảm một cách rõ rệt. Nhờ đó, tổng hiệu suất cacbon đioxit tăng lên. Áp suất thường được giải phóng bằng cách bổ sung van.

Theo một khía cạnh hoặc một phương án của khía cạnh thứ nhất của sáng chế là đề xuất phương pháp bay hơi lại cacbon đioxit lỏng, ví dụ, đã tạo ra theo các phương pháp đã mô tả ở trên, để tạo ra dòng khí cacbon đioxit để sử dụng trong quá trình sản xuất cần cacbon đioxit dạng khí, bao gồm các bước: a) tạo ra cacbon đioxit lỏng, ví dụ, từ nguồn cấp được chọn trong số thùng chứa, cacbon đioxit đã được chưng cất từ thiết bị chưng cất hoặc cacbon đioxit đã được ngưng tụ từ thiết bị ngưng tụ; b) bay hơi cacbon đioxit lỏng trong phương tiện trao đổi nhiệt để tạo ra dòng cacbon đioxit đã được gia nhiệt dạng khí; c) giãn nở dòng cacbon đioxit đã được gia nhiệt dạng khí này để tạo ra dòng cacbon đioxit đã được gia nhiệt dạng khí đã giãn nở; và d) gia nhiệt dòng cacbon đioxit đã được gia nhiệt dạng khí đã giãn nở này để tạo ra dòng khí cacbon đioxit để sử dụng trong quá trình sản xuất cần khí cacbon đioxit. Phương pháp này là một biện pháp tiết kiệm năng lượng của quá trình bay hơi lại cacbon đioxit lỏng cho mục đích thích hợp bất kỳ.

Các hiệu quả và các ưu điểm sẽ được minh họa tiếp bởi các phương án được mô tả chi tiết ở dưới. Chúng nhằm mục đích minh họa và sáng chế sẽ không chỉ giới hạn ở các phương án này.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ tổng thể chi tiết của quy trình theo một phương án của sáng chế.

Fig.2 là hình vẽ tổng thể chi tiết của quy trình theo một phương án của sáng chế.

Fig.3 là hình vẽ tổng thể dạng sơ đồ khối của quy trình theo các phương án được thể hiện trên Fig.1 và Fig.2.

Fig.4 là hình vẽ riêng phần của quy trình theo sáng chế trong đó quá trình chưng cất được thực hiện dưới áp suất cao.

Fig.5 là hình vẽ riêng phần của quy trình theo sáng chế trong đó quá trình chưng cất được thực hiện dưới áp suất tiêu chuẩn công nghiệp.

Fig.6 là hình vẽ thể hiện quy trình làm bay hơi lại cacbon đioxit lỏng theo một phương án cụ thể.

Mô tả chi tiết sáng chế

Nhằm mục đích minh họa, các bộ phận và các dòng được đề cập đến trong phần mô tả chi tiết dưới đây được ký hiệu như dưới đây.

Bẫy bọt A0; các máy nén thứ nhất, thứ hai và thứ ba A1_1, A1_2, A1_3; bộ tách A2; bộ tinh chế/bộ hấp thụ A3; bộ ngưng tụ A4; thiết bị chưng cất A5; bộ tách A6; thùng chứa A7; bộ sôi lại A8; bộ lọc A9; các bộ sôi lại rửa khí cacbon đioxit A10 và A10_1; bộ làm quá lạnh A11; bộ làm quá lạnh thứ hai A11_1; bộ sôi lại thứ hai A12; bộ ngưng tụ thứ hai A13; van A14; phương tiện trao đổi nhiệt thứ nhất A15; bộ làm giãn nở A16; phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai A17, và phương tiện trao đổi nhiệt A18.

Các dòng được thể hiện trên các hình vẽ được mô tả dưới đây bao gồm các dòng sau;

Khí quá trình lên men 101; dòng khí đã khử bọt 102; các dòng khí đã được nén thứ nhất, thứ hai và thứ ba 103, 104, 106; khí đã sôi lại đã được nén 107; dòng khí giàu cacbon đioxit/ít tạp chất 108; dòng đã được lọc 109; khí xả 110; dòng chất hấp thụ 111; phần ngưng 111_1; dòng đã được làm quá lạnh đã được ngưng tụ 111_2; dòng áp suất cao đã được làm quá lạnh 111_3; dòng đã được giảm áp 111_4; cacbon đioxit đã được tinh chế 111_5; dòng bộ làm lạnh 111_5_1; dòng sản phẩm 111_5_2; dòng đã được làm bay hơi lại 111_6; cacbon đioxit lỏng từ cột

chưng cất/cacbon đioxit đã hóa lỏng 112; phân đoạn dòng cacbon đioxit đã được hóa lỏng 112_1; cacbon đioxit đã được làm bay hơi 112_2; hơi thăng hoa 113; chất lỏng đã được giảm áp 114; dòng sản phẩm được cất giữ 116; dòng sản phẩm đã được gia nhiệt 117; dòng xả cuối 118; dòng sản phẩm đã giãn nở 119; dòng khí cacbon đioxit 120; các tạp chất được ngưng tụ 203; dòng giàu tạp chất thải 204; dòng giàu tạp chất thải 206; dòng khí đã sôi lại 207; dòng cacbon đioxit lỏng từ bộ rửa khí 208; tác nhân làm lạnh 301, 401; tác nhân làm lạnh ẩm 302, 501; và tác nhân làm lạnh đã được làm lạnh 402.

Các dòng khác được thể hiện trên Fig.1. Bản chất của các dòng này sẽ dễ dàng có thể nhận biết được bởi các chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật này không nhất thiết phải mô tả thêm.

Tham khảo Fig.1 và Fig.3, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn.

Khí nguyên liệu theo phương pháp này là khí quá trình lên men 101 mà nó có thể được khử bọt trong bể bọt A0 trước khi được xử lý tiếp. Việc khử bọt là tùy ý và không có tính bắt buộc tùy thuộc vào bản chất của khí đầu vào, ví dụ, công đoạn của các bình lên men. Dòng khí đã khử bọt 102 được tiến hành bước nén thứ nhất trong máy nén thứ nhất A1_1. Số lượng bước nén có thể là số bất kỳ từ 1 trở lên. Chi phí vận hành giảm theo số lượng máy nén; tuy nhiên, nó sẽ phải cân bằng với chi phí cho các máy nén. Theo sáng chế, số máy nén kinh tế nhất là ba, như được thể hiện trên Fig.1 và Fig.3. Bước nén lần lượt tạo ra các dòng khí đã được nén 103, 104 và 106. Giữa các máy nén, các dòng này có thể được tiến hành trao đổi nhiệt, nếu cần.

Theo phương án được thể hiện trên hình vẽ, bộ tách A2 được bổ sung vào trước máy nén thứ ba A1_3. Nó có tác dụng để loại bỏ các tạp chất được ngưng tụ 203 chủ yếu là nước, ra khỏi khí cacbon đioxit. Nói chung, bộ tách có thể được bổ sung vào giữa hai bước nén bất kỳ, việc này dễ dàng xác định được bởi chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật này khi cần. Khí đã được nén 106 theo phương án được thể hiện được dẫn vào bộ sôi lại A8, trước khi đi vào cột tinh chế A3. Tham khảo Fig.1, dòng khí nóng 106 sau đó được sử dụng để làm bay hơi phân đoạn dòng cacbon đioxit đã được hóa lỏng 112_1 từ cột chưng cất A5 để tạo ra cacbon đioxit đã được làm bay hơi 112_2, nhờ vậy tạo thuận lợi cho quá trình chưng cất. Các nguồn năng lượng khác cũng có thể được sử dụng.

Như đã nêu trên, do sự chênh áp giữa quy trình và thùng chứa, khoảng 15-30% cacbon đioxit lỏng đôi khi sẽ tạo ra hơi thăng hoa. Hơi thăng hoa này có thể được sử dụng trong cột chưng cất thay cho khí được tạo ra bởi, ví dụ, bộ sôi lại A8.

Ít nhất một máy nén A1_1, v.v. được sử dụng có thể là máy nén thích hợp bất kỳ. Sẽ tốt hơn, nếu ít nhất một máy nén được bôi trơn, cụ thể hơn là máy nén trực vít được bôi trơn bằng dầu do việc này sẽ tiết kiệm các chi phí đầu tư và vận hành. Khi một máy nén như vậy được sử dụng, thì sẽ tốt hơn nếu bộ lọc (không được thể hiện) được sử dụng trước bước hấp thụ, cụ thể là khi chất hấp thụ được sử dụng trong bước hấp thụ c) là nước. Khi cacbon đioxit là chất hấp thụ, 111, như theo phương án được thể hiện trên Fig.1, các cặn dầu sẽ được loại bỏ, và sự có mặt của bộ lọc sẽ có tác dụng phòng ngừa hỗ trợ cũng như phương tiện để thu hồi và tái tuần hoàn dầu vào các máy nén.

Khí đã sôi lại đã được nén 107 đi vào cột hấp thụ A3, tốt hơn là ở phần đáy của nó. Cột tinh chế được thể hiện là bộ lọc rửa khí cacbon đioxit đã được mô tả trong WO2009/127217 và PCT/DK2010/050146. Theo đó, hệ thống cột hấp thụ theo phương án được thể hiện bao gồm bộ rửa khí A3 và bộ sôi lại rửa khí CO₂ tùy ý A10. Bộ sôi lại A10 có tác dụng làm giảm thiểu dòng giàu tạp chất thải 204 bằng cách sôi lại các dòng cacbon đioxit lỏng từ bộ rửa khí 208 và 206 để tạo ra dòng khí đã sôi lại 207 mà nó được tinh chế một lần nữa trong cột này.

Chất hấp thụ trong cột tinh chế là cacbon đioxit lỏng, tốt hơn là được rút ra từ quá trình nằm tiếp sau. Theo phương án được minh họa, chất hấp thụ là dòng 111 được lấy sau quá trình chưng cất cuối trước khi giảm áp.

Điều cũng được dự liệu là bộ lọc rửa khí cacbon đioxit có thể được cải tiến theo giải pháp đã được mô tả trong PCT/DK2010/050146 trong đó dòng cấp đã được nén được tinh chế trong cột tinh chế tạo ra ít nhất một dòng lỏng giàu tạp chất và dòng khí ít tạp chất và sôi lại dòng lỏng giàu tạp chất tạo ra dòng khí và cấp dòng khí này vào cột tinh chế. Sự chênh áp giữa dòng lỏng giàu tạp chất và dòng khí ít tạp chất được tạo ra trước khi đi vào bộ sôi lại phải sao cho $P_{\text{dòng lỏng giàu tạp chất}} < P_{\text{dòng khí ít tạp chất}}$. Cụ thể hơn là, việc này được tạo ra bằng cách đưa dòng đã được nén vào a) bước hấp thụ trong cột tạo ra dòng khí ít tạp chất rời khỏi phần đỉnh của cột và dòng lỏng giàu tạp chất rời khỏi, tùy ý phần đáy của cột và trong

đó dòng khí ít tạp chất rời khỏi phần đỉnh của cột được đưa tiếp các bước được chọn trong số dưới đây:

1: b1) nén dòng khí ít tạp chất tạo ra dòng khí đã được nén; c1) làm lạnh dòng khí đã được nén này trong bộ sôi lại tạo ra ít nhất một dòng sản phẩm để ngưng tụ và được chưng cất, và dòng khí; và d1) cấp dòng khí này vào cột tinh chế ở phần đáy của cột; và

2: b2) làm lạnh dòng khí ít tạp chất trong bộ sôi lại tạo ra ít nhất một dòng sản phẩm để ngưng tụ sau đó và được chưng cất và dòng khí; và c2) nén dòng khí này tạo ra dòng khí nén đã được làm lạnh; d2) cấp dòng khí nén đã được làm lạnh này vào cột ở phần đáy của cột; và giảm áp tiếp dòng lỏng giàu tạp chất lấy từ phần đáy của cột trước khi đi vào bộ sôi lại. Việc giảm áp theo một phương án cụ thể được tạo ra bằng van.

Bộ lọc rửa khí cacbon đioxit có thể chứa chất tẩy rửa hoặc chất ức chế được tích hợp, nếu cần. Khi khí nguyên liệu được tạo ra từ quy trình lên men, thì thích hợp nhất nếu khí này bao gồm etanol, nó có thể được dùng làm chất ức chế nước.

Việc cải tiến theo PCT/DK2010/050146 là được đặc biệt ưu tiên khi dòng này bao gồm nhiều tạp chất để làm giảm thiểu dòng giàu tạp chất thải 204. Việc này đảm bảo độ tinh khiết cao cũng như hiệu suất cao.

Sau bước hấp thụ, dòng khí giàu cacbon đioxit/ít tạp chất 108 được lọc trong bộ lọc A9, bộ lọc này có thể là bộ lọc cơ học, bộ lọc than hoạt tính hoặc loại chất hấp phụ khác, khi thích hợp, loại bỏ các vi lượng như H_2S chẳng hạn. Bộ lọc này là tùy chọn.

Dòng đã được lọc 109 được ngưng tụ trong bộ ngưng tụ A4. Bộ ngưng tụ này có thể được kết hợp trong cột chưng cất A5, như được thể hiện trên Fig. 1. Điều cũng được dự liệu là các bộ phận này cũng có thể được tách biệt như được minh họa trong các Fig.2, Fig.3 và Fig.5. Quá trình ngưng tụ được thực hiện nhờ tác nhân làm lạnh 301, tạo ra tác nhân làm lạnh ẩm 302. Tác nhân làm lạnh là chất lưu bất kỳ có tác dụng làm lạnh đủ để ngưng tụ cacbon đioxit ở các áp suất cao được dự liệu. Được ưu tiên cụ thể là tác nhân làm lạnh có mặt tại nơi ủ rượu bia, hoặc nơi đóng chai, ví dụ, nước muối thường có nhiệt độ nằm trong khoảng từ $-5^{\circ}C$ đến $+5^{\circ}C$, như -2 hoặc $-3^{\circ}C$, được sử dụng, ví dụ, để làm lạnh các thùng lên men. Nhờ đó, quá trình ngưng tụ được thực hiện mà không cần có nguồn cấp năng

lượng bên ngoài bất kỳ hoặc không cần bổ sung thiết bị khác cho thiết bị này. Theo một phương án được ưu tiên cụ thể (không được thể hiện), cacbon đioxit đã hóa lỏng được lấy từ thùng chứa A7 và được làm bay hơi lại nhờ sử dụng tác nhân làm lạnh dẫn vào 301. Theo phương án này, tốt hơn nếu cacbon đioxit đã hóa lỏng được lấy từ thùng chứa, và tác nhân làm lạnh được làm lạnh, bằng cacbon đioxit bay hơi, để hạ thấp nhiệt độ trước khi đi vào bộ ngưng tụ A4. Sau khi rời khỏi bộ ngưng tụ A4, nhiệt độ của tác nhân làm lạnh ẩm 302 sẽ có thể được quay về như lúc cấp ban đầu. Do đó, quá trình ngưng tụ này hoàn toàn không tiêu thụ năng lượng nên sẽ có hiệu quả kinh tế hơn nhiều so với tình trạng kỹ thuật.

Sau quá trình ngưng tụ, phần ngưng 111_1 được chưng cất để tinh chế tiếp cacbon đioxit tạo ra dòng cacbon đioxit đã được hóa lỏng 112, điều dự liệu là khí cacbon đioxit đi ra từ thiết bị chưng cất vào bộ phận ngưng tụ sẽ thấy được trên các Fig.1 và Fig.3. Một phần của dòng cacbon đioxit đã được hóa lỏng 112 có thể được dùng làm chất hấp thụ 111 khi cacbon đioxit lỏng được dùng làm chất hấp thụ trong bước hấp thụ.

Trên Fig.2, một phương án khác của quy trình theo sáng chế được thể hiện. Các ký hiệu chỉ dẫn trên các Fig.1 và Fig.3 cũng áp dụng cho Fig.2. Quá trình nằm sau theo phương án trên Fig.2 được mô tả chi tiết được thể hiện trên Fig.5. Do vậy, các số chỉ dẫn được đưa ra cho tất cả Fig.1, Fig.3 và Fig.5. Một biến thể của bộ sôi lại rửa khí CO₂, A10_1, được thể hiện trên Fig. 2. Theo phương án này, bộ sôi lại rửa khí CO₂ A10_1 được nối với dòng rời khỏi phương tiện nén cuối cùng trước khi đi vào cột hấp thụ A3.

Theo phương án được thể hiện trên Fig. 4, là hình vẽ chi tiết của các quá trình nằm sau của quy trình theo phương án được thể hiện trên Fig. 1, dòng cacbon đioxit đã được hóa lỏng 112 được giảm áp nhờ đó một lượng nhất định của hơi thăng hoa được tạo ra. Trước khi hóa lỏng, dòng này, tùy ý được làm quá lạnh một hoặc hai lần (như được thể hiện) bằng các bộ làm quá lạnh A11 và A11_1, các bộ làm quá lạnh này có thể được dẫn động bằng nước muối hoặc cacbon đioxit hoặc cả hai miễn là thích hợp cho dòng cụ thể cần được làm lạnh. Tỷ lệ của hơi thăng hoa tùy thuộc vào sự chênh áp. Theo một phương án tiêu biểu, khi áp suất được giảm từ 35 (35.10⁵Pa) xuống 16 bar (16.10⁵Pa), trong đó 16 bar (16.10⁵Pa) là tiêu chuẩn công nghiệp cho các thùng chứa cacbon đioxit, thì lượng hơi thăng hoa

chiếm 20% toàn bộ dòng này. Chất lỏng và khí được phân tách trong bộ tách A6 tạo ra chất lỏng đã được giảm áp 114 để cất giữ trong thùng chứa A7. Bộ tách A6, ví dụ, cột chưng cất nhanh, cũng tạo ra hơi thăng hoa 113. Hơi thăng hoa 113 này, theo phương án được thể hiện, được đưa trở lại vị trí nằm trước trước khi giai đoạn nén, để tinh chế một lần nữa. Theo cách khác, một máy nén khác có thể có mặt giữa bộ tách A6 và bộ ngưng tụ A4, nhờ đó hơi thăng hoa 113 có thể được ngưng tụ và được chưng cất một lần nữa.

Theo phương án được thể hiện trên Fig. 5 phần ngưng 111_1 được giảm áp trước quá trình chưng cất. Phần ngưng 111_1 này có thể, theo phương án được thể hiện, có áp suất bằng 47 bar ($47 \cdot 10^5 \text{Pa}$). Theo một phương án được ưu tiên, phần ngưng 111_1 có thể đi qua bộ làm quá lạnh, A11_1. Mục đích của việc bổ sung bộ làm quá lạnh là để làm giảm thiểu lượng hơi thăng hoa 113 tái tuần hoàn vào bước nén và tinh chế. Do vậy, việc làm quá lạnh làm giảm tổng sự tiêu tốn năng lượng. Việc làm quá lạnh cũng có thể được bổ sung vì các lý do kỹ thuật nhằm bảo vệ cho thiết bị, như tránh việc đóng băng khi nước có mặt trong dòng khí đã được nén 104 như được thể hiện trên Fig.1.

Sau quá trình làm quá lạnh, tùy ý, dòng đã được làm quá lạnh đã được ngưng tụ 111_2, được cho đi qua bộ sôi lại thứ hai, A12, tạo ra dòng áp suất cao đã được làm quá lạnh 111_3. Sau đó, áp suất của dòng 111_3 được giảm, ví dụ, từ 47 bar ($47 \cdot 10^5 \text{Pa}$) xuống 16 bar ($16 \cdot 10^5 \text{Pa}$), thành dòng đã được giảm áp 111_4, nhờ đó một lượng đáng kể của dòng này bay hơi và tạo ra hơi thăng hoa mà nó có thể được sử dụng trong bước chưng cất e) trong cột chưng cất A5.

Trong dòng đã bão hoà (tức là, $+12^\circ\text{C}$), khoảng 30% dòng đầu vào sẽ bay hơi để tạo ra hơi thăng hoa khi giảm áp suất. Khi dòng đã được làm quá lạnh đã được ngưng tụ 111_2 được làm quá lạnh xuống $+1^\circ\text{C}$ thì phần này sẽ chiếm khoảng 20%, nếu làm quá lạnh tiếp xuống -11°C thì phần sẽ chiếm khoảng 12%.

Trong quá trình này, việc giảm áp suất dẫn đến việc hơi thăng hoa được tạo ra, hơi thăng hoa có thể được sử dụng trong bước chưng cất cuối (bước e).

Đầu tiên, dòng đã được làm quá lạnh đã được ngưng tụ 111_2 đi vào bộ sôi lại A12. Dòng đã được làm quá lạnh đã được ngưng tụ 111_2 này ấm hơn so với dòng bộ làm lạnh đầu vào 111_5_1 ở áp suất thấp hơn, thường là cacbon đioxit lỏng lấy từ phần đáy của cột chưng cất A5 theo phương án được thể hiện. Nhiệt

của dòng đã được làm quá lạnh đã được ngưng tụ 111_2 được chuyển sang dòng bộ làm lạnh 111_5_1 để tạo ra dòng đã được làm bay hơi lại 111_6 đi vào cột chưng cất một lần nữa. Tiếp đó, dòng áp suất cao đã làm quá lạnh trong bộ làm lạnh 111_3 được tiến hành làm giảm áp nhờ đó dòng đã được giảm áp hỗn hợp trong bộ làm lạnh 111_4 được tạo ra. Dòng đã được giảm áp 111_4 đi vào cột chưng cất A5 ở đó phân đoạn lỏng được tinh chế bởi dòng ngược khí đã bay hơi lại 111_6 tạo ra cacbon đioxit đã được tinh chế lỏng 111_5. Cacbon đioxit đã được tinh chế lỏng 111_5 được chia thành hai phân đoạn 111_5_1 (dòng bộ làm lạnh), và 111_5_2 (sản phẩm) trong đó dòng 111_5_1 được cấp vào bộ sôi lại A12 và dòng 111_5_2 là sản phẩm.

Nhờ đó, bước chưng cất không tiêu thụ năng lượng do không cần có nhu cầu về nguồn cấp năng lượng nhiệt bên ngoài hoặc làm lạnh.

So với phương án được thể hiện trên Fig.4, việc nhiệt được cung cấp cho bộ sôi lại A8 có nguồn gốc từ quá trình nằm trước như được thể hiện trên Fig.3 (và các Fig.1 và Fig.2) là không cần thiết.

Thay vào đó, theo phương án được thể hiện trên Fig.5, có thể có lợi nếu bao gồm bước trao đổi nhiệt bổ sung nhờ bộ trao đổi nhiệt A18, ở vị trí sau máy nén cuối A1_3 để rút nhiệt ra khỏi hệ thống. Việc này sẽ làm giảm thiểu lượng nước muối được sử dụng sau đó trong quá trình trong bộ ngưng tụ A4 ở đó cacbon đioxit được hóa lỏng.

Việc rút nhiệt này được thực hiện nhờ bộ trao đổi nhiệt sử dụng nước hoặc không khí làm mát. Trong trường hợp bổ sung bộ trao đổi nhiệt nằm sau bước nén b), thì phương án này sử dụng ít năng lượng hơn so với phương án trên Fig.1 do dòng 106 được làm lạnh bởi không khí hoặc nước làm mát thay vì nước muối.

Theo một phương án được ưu tiên khác, (được thể hiện trong cả Fig.4 lẫn Fig.5), bước trao đổi nhiệt thứ hai kết hợp bước bay hơi lại được bổ sung vào sau bước ngưng tụ d). Phương án này có lợi ích cho cả hai phương án chưng cất ở áp suất cao lẫn áp suất giảm như được lần lượt thể hiện trên Fig.4 và Fig.5.

Theo phương án cụ thể này, khí xả 110 (dòng khí cacbon đioxit) rời khỏi bộ ngưng-tụ A4 được chuyển vào bộ ngưng tụ thứ hai A13 được nối với vòng có van A14 hoặc phương tiện tương tự để làm giảm áp cho khí xả 110, ví dụ từ 47 ($47 \cdot 10^5 \text{Pa}$) xuống 16 bar ($16 \cdot 10^5 \text{Pa}$) tương tự với quá trình giảm áp được mô tả cho

phương án được minh họa trên Fig.5. Việc giảm áp này cũng dẫn đến việc dòng pha hỗn hợp chứa tới 30% hơi thăng hoa. Việc giảm áp dẫn đến làm giảm nhiệt độ khoảng 30%, theo phương án này từ -34°C xuống -44°C do hàm lượng của các khí không ngưng.

Việc dòng này được làm lạnh xuống -44°C khiến cho ít cacbon đioxit có mặt trong dòng xả cuối 118. Do vậy, kết quả của việc bổ sung bước ngưng tụ khí xả 110 lấy từ bước ngưng tụ thứ nhất d) đó là lượng cacbon đioxit bị loại bỏ cùng với dòng xả cuối 118 giảm xuống một cách đáng kể, tức là từ 1300kg/giờ xuống còn 190kg/giờ như đối với phương án được minh họa chẳng hạn. Do đó, tổng hiệu suất cacbon đioxit tăng lên.

Theo một phương án được ưu tiên, điều cũng được dự liệu là hơi thăng hoa 113 được sử dụng trực tiếp trong dây chuyền sản xuất rượu bia làm khí khí bảo vệ hoặc để sục khí cacbonic cho các đồ uống.

Cuối cùng, điều được dự liệu là hơi này được ngưng tụ nhờ sử dụng tác dụng làm lạnh từ quá trình bay hơi lại cacbon đioxit lỏng.

Cacbon đioxit đã hóa lỏng được cất giữ có thể lấy từ thùng chứa dưới dạng dòng được cất giữ 116 và bay hơi lại để sử dụng ở nơi ủ rượu bia. Để làm bay hơi lại, tốt hơn nếu tác nhân làm lạnh 301 được sử dụng trước khi đi vào bộ ngưng tụ A4 như đã mô tả chi tiết ở trên.

Điều cũng được dự liệu là các bộ trao đổi nhiệt, các bơm, các van, v.v. sẽ được có mặt nếu cần để khởi động và duy trì áp suất, nhiệt độ được mong muốn và các thông số quan trọng khác cho phương pháp này. Các điều kiện như vậy là đã biết đối với chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Tiếp theo tham khảo Fig.6, một khía cạnh và phương án cụ thể khác theo sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết hơn.

Ở thời điểm sục khí cacbonic cho các đồ uống ở nơi ủ rượu bia, cacbon đioxit đã hóa lỏng có thể được lấy từ thùng chứa A7 hoặc lấy trực tiếp từ bước chưng cất e) như dưới dạng hơi thăng hoa 113 chẳng hạn.

Cacbon đioxit đã hóa lỏng 116 từ thùng chứa hoặc cột chưng cất có nhiệt độ thường là nằm trong khoảng từ -30°C đến 20°C và áp suất thường là nằm trong khoảng từ 10 (10.10^5Pa) đến 55 bar (55.10^5Pa) theo một phương án sẽ được làm bay hơi lại nhờ sử dụng phương tiện trao đổi nhiệt thứ nhất A15, tốt hơn là bộ bay

hơi, bằng cách cho dòng cacbon đioxit đã được hóa lỏng 116 tiếp xúc với tác nhân làm lạnh 401, ví dụ, nước muối, lấy từ nơi ủ rượu bia.

Bằng cách này, nhiệt độ của tác nhân làm lạnh 401 giảm, ví dụ, từ -5°C xuống -8°C , và nhiệt độ của dòng sản phẩm đã được gia nhiệt 117 rời khỏi phương tiện trao đổi nhiệt thứ nhất A5 có thể tăng lên tới -6°C chẳng hạn. Nhiệt độ 25°C có thể đạt được bởi hai hoặc nhiều bước trao đổi nhiệt khi đó bước thứ hai và bước bổ sung sau đó thường không tác động bởi việc sử dụng nước muối, mà sử dụng nước, không khí hoặc môi trường ấm bất kỳ khác (không được thể hiện). Theo một phương án được ưu tiên cụ thể, tác nhân làm lạnh thu được 402 được sử dụng làm tác nhân làm lạnh (301 trong quy trình được thể hiện trên Fig.1 làm phương tiện ngưng tụ A4 được thể hiện trên Fig.1), nhờ đó nhiệt độ của tác nhân làm lạnh sẽ tăng một cách thông thường tới nhiệt độ ban đầu của nước muối, tức là -5°C và có thể được sử dụng trở lại ở nơi ủ rượu bia chẳng hạn.

Hơn thế, dòng sản phẩm đã được gia nhiệt dạng khí 117 hiện thời đã ấm hơn tiếp đó được giãn nở bằng bộ làm giãn nở A16. Nhiệt độ và áp suất của dòng sản phẩm đã giãn nở 119 lần lượt có thể là nằm trong khoảng từ -55 đến -20°C và từ 5 đến 7 bar ($5-7 \cdot 10^5 \text{Pa}$). Dòng sản phẩm đã giãn nở 119 được gia nhiệt nhờ sử dụng phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai A17.

Trong phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai A17, theo một phương án cụ thể, quá trình gia nhiệt được tác động bởi việc sử dụng tác nhân làm lạnh ấm 501, như tác nhân làm lạnh ấm 302 được thể hiện trên Fig.1. Do vậy, tác nhân làm lạnh ấm 302/501 có thể có bản chất giống như tác nhân làm lạnh được sử dụng cho phương tiện trao đổi nhiệt thứ nhất A15, tác nhân làm lạnh ấm (302 được thể hiện trên Fig.1) rời khỏi bộ ngưng tụ A4, hoặc có thể được lấy từ thùng chứa tác nhân làm lạnh (không được thể hiện). Bước giãn nở và gia nhiệt tương ứng có thể được tiến hành trong một hoặc nhiều bước.

Năng lượng làm lạnh tạo ra có thể được sử dụng trong bộ ngưng tụ A4 chẳng hạn.

Dòng khí cacbon đioxit 120 rời khỏi phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai A17 có thể có nhiệt độ nằm trong khoảng $5-25^{\circ}\text{C}$ và áp suất nằm trong khoảng 1-6 bar ($1-6 \cdot 10^5 \text{Pa}$) và có thể được sử dụng trong nơi chưng cất/nơi đóng chai, v.v., chẳng hạn.

Nhờ việc sử dụng phương tiện trao đổi nhiệt thứ nhất và thứ hai (A15 và A17), năng lượng làm lạnh với mức nằm trong khoảng từ 90 đến 115kWh trên một tấn cacbon đioxit có thể được thu hồi. Hơn thế nữa, nhờ việc sử dụng bộ làm giãn nở A16, có thể thu hồi thêm được năng lượng với mức nằm trong khoảng từ 10 đến 20kW so với quy trình thông thường sử dụng van và nhờ bộ trao đổi nhiệt. Năng lượng được thu hồi có thể hoặc là được sử dụng cho việc tạo sức nén hoặc ở một nơi khác trong quy trình thu hồi cacbon đioxit, ở nơi ủ rượu bia hoặc ở một nơi khác.

Cũng được dự liệu là các khía cạnh và/hoặc phương án sau đều có thể được thực hiện ở nơi bất kỳ mà cacbon đioxit đã hóa lỏng cần được làm bay hơi lại để sử dụng và sẽ không chỉ giới hạn ở phương pháp theo sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp thu hồi cacbon đioxit từ dòng khí cacbon đioxit có nguồn gốc từ quy trình lên men, nơi ủ rượu bia hoặc dây chuyền đóng chai, phương pháp này bao gồm các bước:

- a) tạo ra dòng cacbon đioxit có nguồn gốc từ quy trình lên men, nơi ủ rượu bia hoặc dây chuyền đóng chai;
- b) nén dòng cacbon đioxit đã được tạo ra này bởi ít nhất một bước nén để tạo ra dòng khí đã được nén;
- c) đưa dòng khí đã được nén này vào bước hấp thụ để tạo ra ít nhất một dòng khí giàu cacbon đioxit, trong đó bước hấp thụ này có cacbon đioxit lỏng làm chất hấp thụ;
- d) làm ngưng tụ dòng khí giàu cacbon đioxit này trong bộ ngưng tụ để tạo ra ít nhất một phần ngưng và khí xả; và
- e) chưng cất dòng cacbon đioxit lỏng để tạo ra cacbon đioxit đã được tinh chế, trong đó áp suất của dòng khí đã được nén thu được ở bước b) ít nhất là 30 bar ($30 \cdot 10^5 \text{Pa}$), nhiệt độ nằm trong khoảng mà ở đó hầu như không có sự ngưng tụ cacbon đioxit và áp suất nêu trên được duy trì ít nhất là ở bước d), trong đó quá trình ngưng tụ ở bước d) được thực hiện bởi tác nhân làm lạnh được sử dụng ở nơi ủ rượu bia, quy trình lên men hoặc dây chuyền đóng chai, tác nhân làm lạnh này là nước muối, mà là hỗn hợp nước làm giảm điểm đông lạnh của nước.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước chuyển cacbon đioxit đã được ngưng tụ, đã được chưng cất vào thùng chứa có áp suất thấp hơn áp suất của quá trình ngưng tụ ở bước d), nhờ đó dòng khí thứ hai được tạo ra và trong đó dòng khí thứ hai được xử lý tiếp.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó bước xử lý tiếp được chọn trong số: chuyển dưới dạng sản phẩm tới thiết bị sản xuất đồ uống, làm ngưng tụ và chuyển vào thùng chứa, và cấp cho bước nén b) hoặc bước chưng cất e).

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nước muối bao gồm glycol và muối.
5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó cacbon đioxit đã được ngưng tụ, đã được chưng cất được làm bay hơi lại bởi tác nhân làm lạnh.
6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ít nhất một bước nén được thực hiện bằng máy nén được bôi trơn.
7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó máy nén được bôi trơn là máy nén trục vít được bôi trơn bằng dầu.
8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này có hai hoặc ba bước nén.
9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó dòng khí đã được nén được lọc trước quá trình ngưng tụ ở bước d).
10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó áp suất được giảm sau quá trình ngưng tụ ở bước d) và quá trình chưng cất ở bước e) được thực hiện ở áp suất giảm.
11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó áp suất giảm là áp suất tiêu chuẩn thường được áp dụng trong công nghiệp để cất giữ cacbon đioxit.
12. Phương pháp theo điểm 10, trong đó trị số áp suất giảm nằm trong khoảng từ 15 đến 18 bar ($15 \cdot 10^5$ - $18 \cdot 10^5$ Pa).
13. Phương pháp theo điểm 10, trong đó trị số áp suất giảm là khoảng 16 bar ($16 \cdot 10^5$ Pa).
14. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước f) để đưa khí xả thu được ở bước d) vào bước ngưng tụ và bay hơi lại kết hợp, trong đó quá trình bay hơi lại được thực hiện ở áp suất thấp hơn áp suất của khí xả thu được ở bước d).

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó bước bay hơi lại được thực hiện ở áp suất tiêu chuẩn được áp dụng trong công nghiệp cất giữ cacbon đioxit.

16. Phương pháp theo điểm 14, trong đó bước bay hơi lại được thực hiện ở áp suất nằm trong khoảng từ 15 đến 18 bar ($15 \cdot 10^5$ - $18 \cdot 10^5$ Pa).

17. Phương pháp theo điểm 14, trong đó bước bay hơi lại được thực hiện ở áp suất khoảng 16 bar ($16 \cdot 10^5$ Pa).

18. Phương pháp theo điểm 14, trong đó áp suất được giảm bằng van.

19. Phương pháp theo điểm 1, trong đó cacbon đioxit đã được chưng cất được cất giữ trong thùng chứa cacbon đioxit.

20. Phương pháp theo điểm 1, trong đó cacbon đioxit thu được được làm bay hơi lại để tạo ra dòng khí cacbon đioxit nhằm sử dụng trong quá trình sản xuất cần cacbon đioxit dạng khí, phương pháp này bao gồm các bước:

f) tạo ra cacbon đioxit lỏng từ bộ phận chưng cất ở bước e) hoặc từ quá trình ngưng tụ ở bước d);

g) làm bay hơi cacbon đioxit lỏng trong phương tiện trao đổi nhiệt để tạo ra dòng cacbon đioxit đã được gia nhiệt dạng khí;

h) giãn nở dòng cacbon đioxit đã được gia nhiệt dạng khí này để tạo ra dòng cacbon đioxit đã được gia nhiệt dạng khí đã giãn nở; và

i) gia nhiệt dòng cacbon đioxit đã được gia nhiệt dạng khí đã giãn nở này để tạo ra dòng khí cacbon đioxit để sử dụng trong quá trình sản xuất cần khí cacbon đioxit dạng khí.

21. Phương pháp theo điểm 20, trong đó lạnh sinh ra từ quá trình giãn nở được thu hồi và/hoặc điện năng hoặc cơ năng được sinh ra bởi quá trình làm giãn nở.

22. Phương pháp theo điểm 1, trong đó cacbon đioxit đã được ngưng tụ, đã được chưng cất được làm bay hơi lại bởi tác nhân làm lạnh trước bước ngưng tụ d).

23. Phương pháp theo điểm 1, trong đó dòng khí đã được nén được lọc trước quá trình ngưng tụ ở bước d) nhờ bộ lọc cơ học và/hoặc bộ lọc hấp phụ.

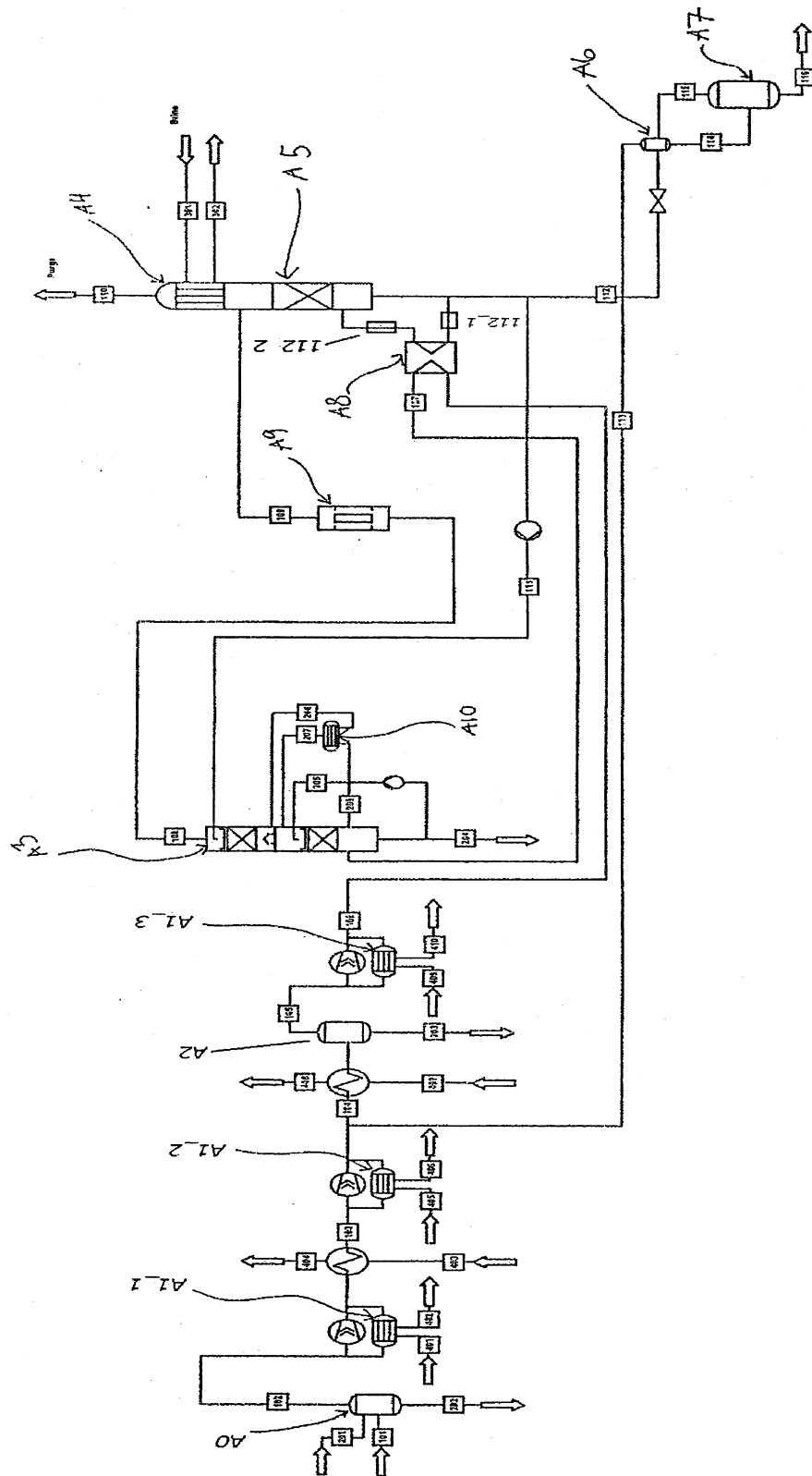


Fig.1

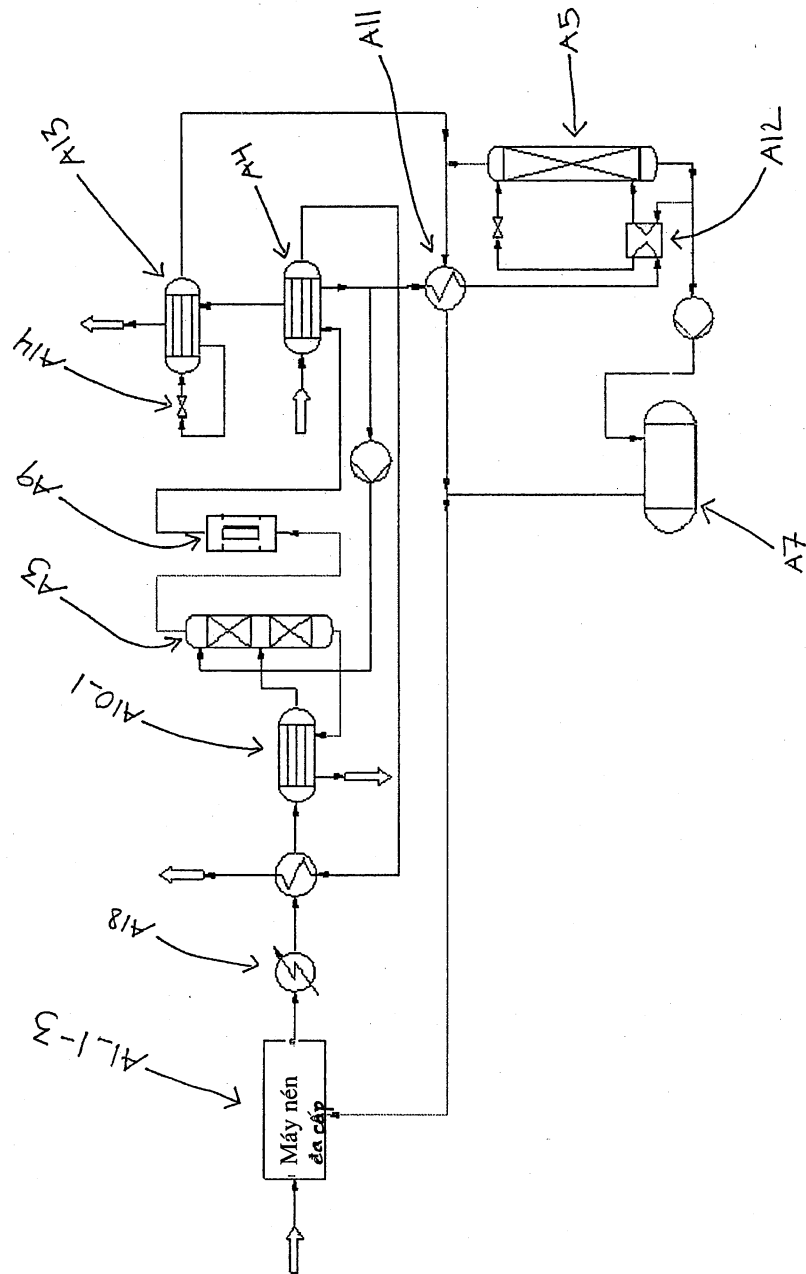


Fig.2

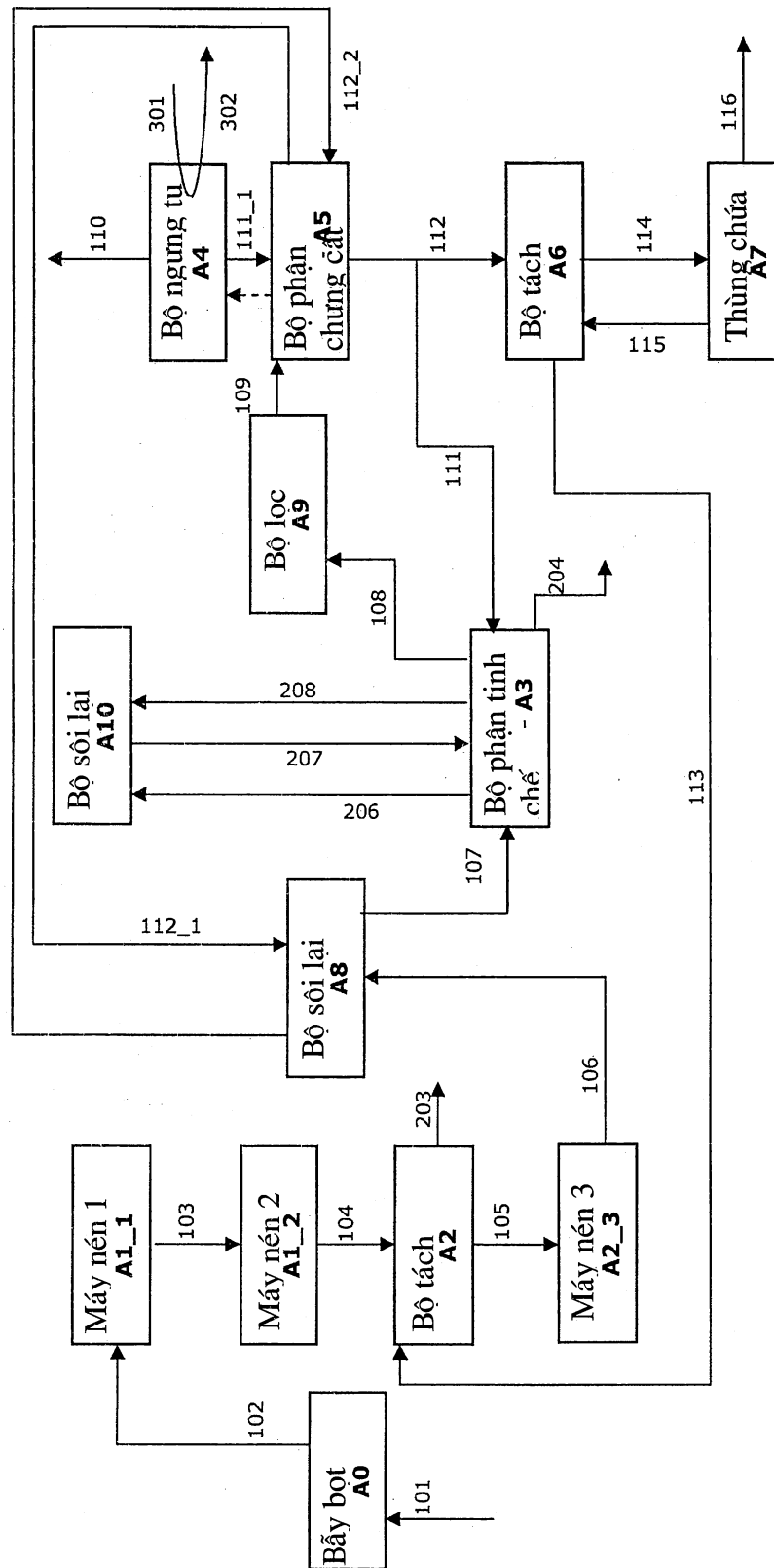
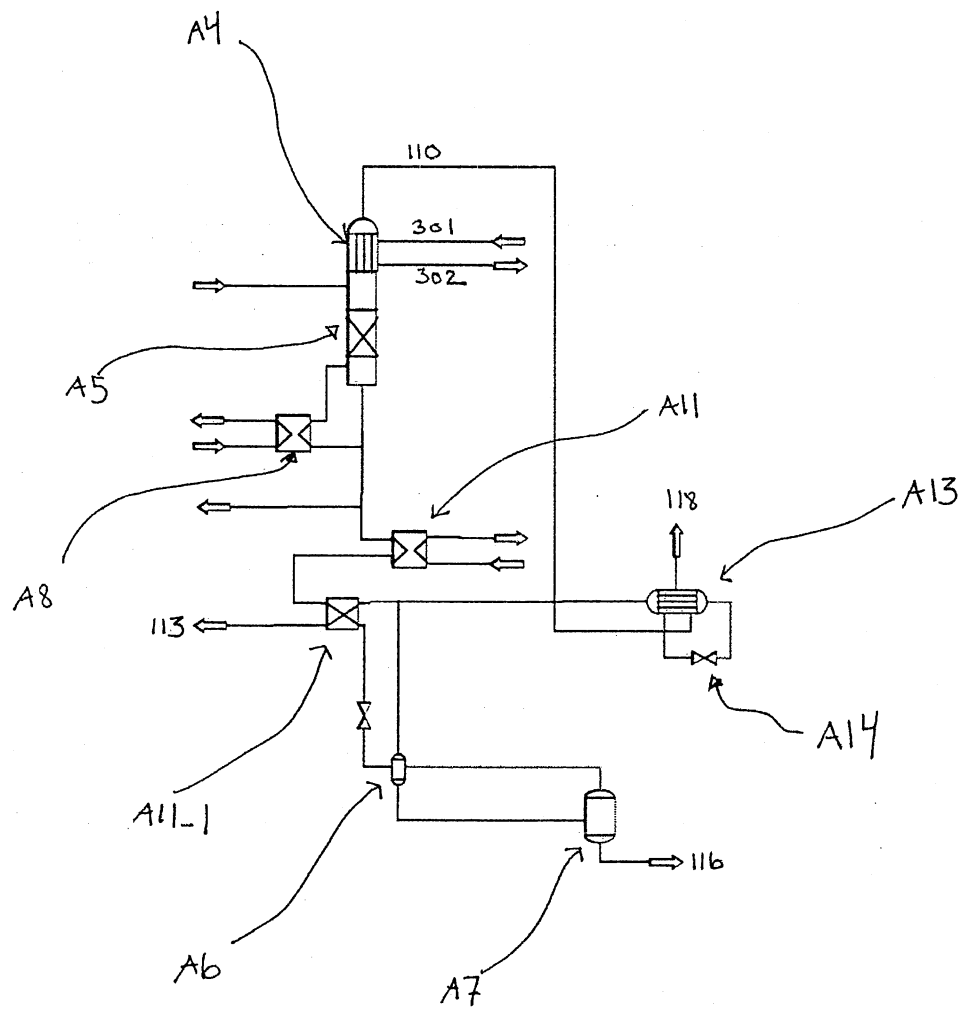


Fig.3

**Fig.4**

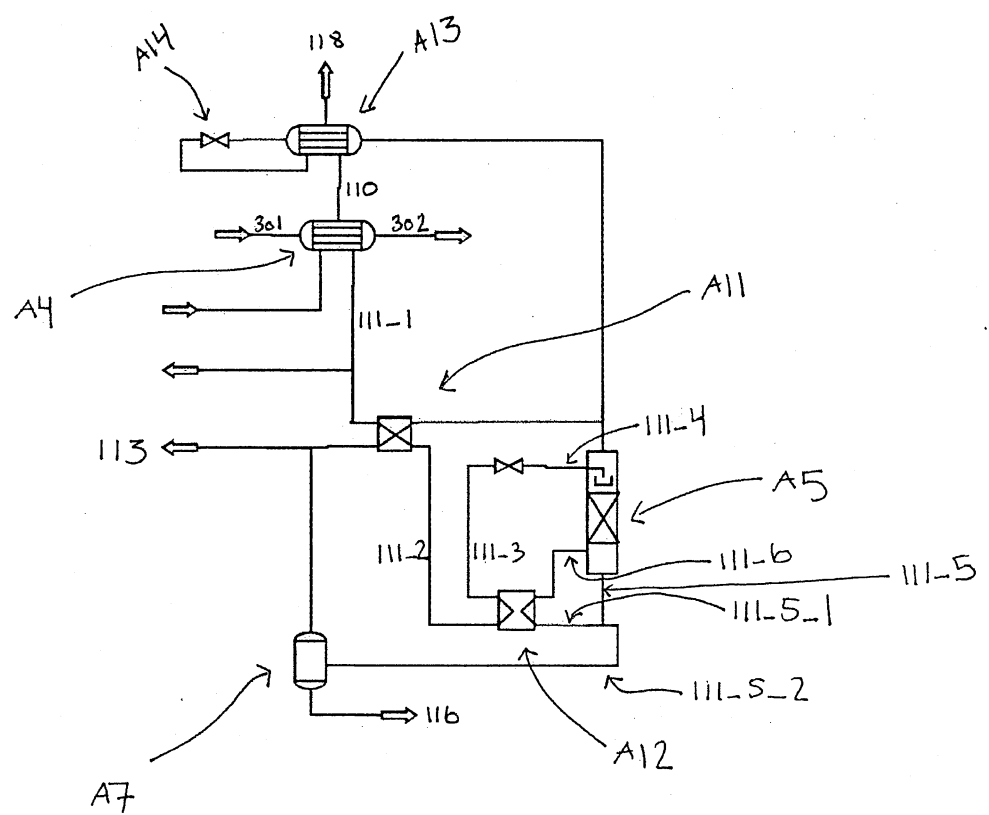
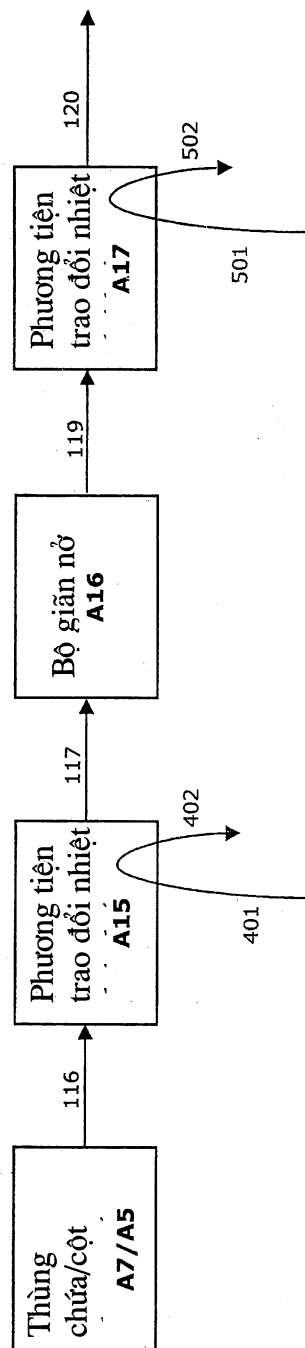


Fig.5

**Fig.6**