



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0004410

(51) **F26B 5/06; F25B 27/02**
2024.01

(13) **Y**

(21) 2-2025-00313

(22) 15/05/2017

(67) 1-2017-01778

(45) 27/10/2025 451

(43) 25/09/2017 354A

(73) Nguyễn Tấn Dũng (VN)

Số 1 Võ Văn Ngân, phường Linh Chiểu, thành phố Thủ Đức, thành phố Hồ Chí Minh

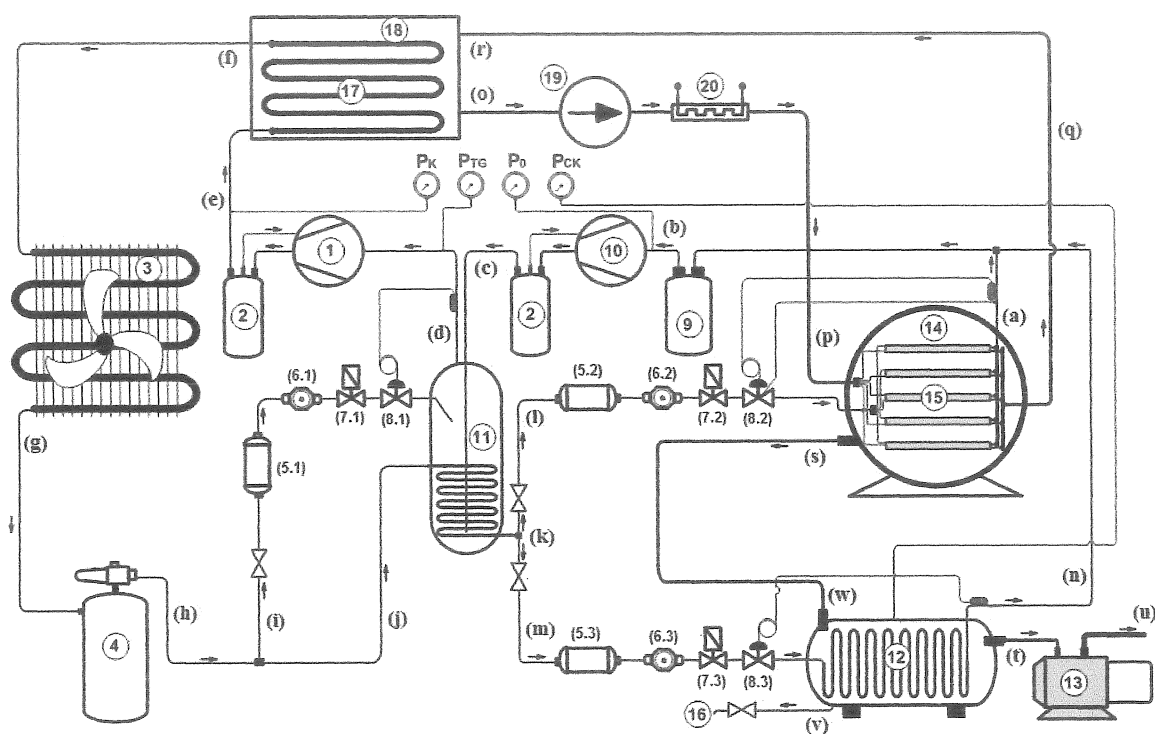
(72) Nguyễn Tấn Dũng (VN); Lê Thanh Phong (VN); Lê Tấn Cường (VN); Lê Văn
Hoàng (VN).

(54) **HỆ THỐNG SẤY THĂNG HOA CẤP NHIỆT CHO QUÁ TRÌNH SẤY BẰNG
THIẾT BỊ HỒI NHIỆT**

(21) 2-2025-00313

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến hệ thống sấy thăng cấp nhiệt cho quá trình sấy bằng thiết bị hồi nhiệt bao gồm thiết bị hồi nhiệt được lắp ở giữa đường ống của môi chất từ bình tách dầu (2) về thiết bị ngưng tụ (3) để hấp thụ nhiệt của môi chất trước khi môi chất được đưa về thiết bị ngưng tụ (3); và thiết bị hồi nhiệt được kết nối với các giá truyền nhiệt (15) của buồng sấy thăng hoa để bơm nước (19) dẫn nước từ thiết bị hồi nhiệt qua bộ đốt phụ (20) có chức năng gia nhiệt cho nước trước khi đi vào các giá truyền nhiệt (15), sau đó nước nhận nhiệt ra khỏi các giá truyền nhiệt (15) và trở lại thiết bị hồi nhiệt theo các đường ống (q, r).

[Hình 3]



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến lĩnh vực sấy thăng hoa dùng để bảo quản thực phẩm, cụ thể là đề cập đến hệ thống sấy thăng hoa cấp nhiệt cho quá trình sấy bằng thiết bị hồi nhiệt.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Sấy thăng hoa là quá trình tách nước ra khỏi sản phẩm từ thể rắn (lạnh đông) sang thể hơi trong điều kiện nhiệt độ thấp và áp suất dưới điểm ba thể O ($0,0098^{\circ}\text{C}$; $4,58\text{ mmHg}$), chính xác là nhiệt độ dưới điểm kết tinh của ẩm trong sản phẩm ($T_{kt} < 0^{\circ}\text{C}$; T_{kt} là nhiệt độ kết tinh của ẩm trong sản phẩm), áp suất dưới $4,58\text{ mmHg}$. Chính vì thế, sản phẩm sau khi sấy gần như vẫn giữ nguyên được chất lượng tự nhiên của nguyên liệu như ban đầu, protein không bị biến tính và thủy phân, glucit không bị hồ hóa, lipid không bị oxy hóa, vitamin và các hoạt chất sinh học không bị phá hủy, màu sắc mùi vị không thay đổi, các chất xơ và khoáng chất được bảo toàn, v.v., sản phẩm có cấu trúc xốp, đặc biệt khi ngâm vào nước nó hoàn nguyên trở lại trạng thái ban đầu mà không thể có phương pháp nào thực hiện được.

Như được thể hiện ở Hình 1 là giản đồ trạng thái ba pha lỏng-rắn-khí của nước:

- Đường OK là đường ranh giới giữa pha hơi (khí) và pha lỏng
- Đường OA là đường ranh giới giữa pha rắn và pha lỏng
- Đường OB là đường ranh giới giữa pha hơi (khí) và rắn
- Vùng KOA là lỏng; vùng AOB là rắn; vùng BOK là hơi (khí)
- Điểm O giao giữa ba vùng lỏng-rắn-hơi gọi là điểm ba thể thể, có nhiệt độ $0,0098^{\circ}\text{C}$ và áp suất $4,58\text{ mmHg}$

- Điểm M: nước ở trạng thái lỏng ở áp suất khí quyển $P = 760 \text{ mmHg}$; ở áp suất này nhiệt độ kết tinh của nước là 0°C .
- Điểm N: nước ở trạng thái rắn ở áp suất khí quyển $P = 760 \text{ mmHg}$
- Điểm R: nước ở trạng thái rắn ở áp suất dưới điểm ba thể ($P < 4,58 \text{ mmHg}$), áp suất tại điểm này gọi là áp suất thăng hoa ($P_R = P_F = P_Q = P_{th}$), P_{th} gọi là áp suất thăng hoa
- Điểm Q: nước ở trạng thái hơi (khí) ở áp suất $P_Q = P_{th} < 4,58 \text{ mmHg}$
- Đường MN là quá trình lạnh đông tại áp suất khí quyển, nước sẽ chuyển trạng thái từ pha lỏng sang pha rắn.
- Đường NR là quá trình giảm áp suất từ $P_N = 760 \text{ mmHg}$ xuống $P_R = P_{th} < 4,58 \text{ mmHg}$, nước giữ nguyên trạng thái pha rắn
- Đường RQ là đường thăng hoa tại áp suất không đổi $P_{th} = P_R = P_Q = \text{const}$ (hằng số), nước sẽ chuyển trạng thái từ pha rắn sang pha hơi.
- Nhiệt độ tại điểm F gọi là nhiệt độ thăng hoa hay T_{th} .

Quá trình sấy thăng hoa luôn trải qua các giai đoạn sau:

- Giai đoạn 1: Là giai đoạn lạnh đông sản phẩm (được biểu diễn bằng đường M – N, xem Hình 1). Sản phẩm sau khi chuẩn bị xong được tiến hành lạnh đông để ẩm trong sản phẩm kết tinh. Kết thúc giai đoạn này, nhiệt độ sản phẩm sấy đạt tới nhiệt độ lạnh đông thích hợp là T_N để ẩm trong sản phẩm sấy kết tinh hoàn toàn trước khi qua giai đoạn sấy thăng hoa.

- Giai đoạn 2: sấy thăng hoa (được biểu diễn bằng đường N – R – Q, xem hình 1), sản phẩm sau khi lạnh đông ở trạng thái N, được đưa vào trạng thái chân không ở điểm R dưới điểm ba thể O, sau đó tiến hành thăng hoa ẩm (được biểu diễn bằng đường R – Q), ẩm sẽ thăng hoa tại điểm F có nhiệt độ là T_{th} và áp suất thăng hoa là $P_{th} = P_R = P_F = P_Q$. Nói một cách khác, quá trình sấy thăng hoa được tiến hành trong môi trường có nhiệt độ và áp suất thấp, dưới điểm ba thể O ($0,0098^\circ\text{C}$; $4,58 \text{ mmHg}$) đối với nước đá, còn dưới điểm kết tinh (T_{kt} ; $4,58 \text{ mmHg}$) đối với ẩm kết tinh trong sản phẩm sấy, có nghĩa $T_{th} < T_{kt}$, $P_{th} < 4,58 \text{ mmHg}$. Để sản phẩm sau khi sấy có chất lượng tốt thì kết thúc giai đoạn này ẩm kết tinh đã thăng hoa hết, độ ẩm sản phẩm đạt

yêu cầu và nhiệt độ sản phẩm vượt qua nhiệt độ kết tinh của ẩm trong sản phẩm là T_{kt} , khi đó ẩm còn lại trong sản phẩm rất ít, chủ yếu là ẩm liên kết và chỉ tồn tại ở pha lỏng.

- Giai đoạn 3 (nếu có): sấy chân không nhiệt độ thấp, chỉ xảy ra khi kết thúc giai đoạn sấy thăng hoa mà độ ẩm sản phẩm vẫn chưa đạt yêu cầu, lúc này tiến hành giai đoạn sấy chân không nhiệt độ thấp làm bay hơi lượng ẩm còn lại của sản phẩm. Cho đến khi độ ẩm sản phẩm đạt tới độ ẩm yêu cầu (dưới 6%) thì quá trình sấy kết thúc, như vậy sẽ không ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm. Sản phẩm sau khi sấy cho vào túi nhựa PE, ghép mí chân không kín rồi bảo quản ở nhiệt độ thường.

Như được thể hiện trên Hình 2, hệ thống sấy thăng hoa đã biết bao gồm: máy nén cao áp 1; bình tách dầu 2; thiết bị ngưng tụ 3; bình chứa lỏng cao áp 4; các phin lọc (5.1, 5.2, 5.3); các mắt kiểm tra khí ga (6.1, 6.2, 6.3); các van điện từ (7.1, 7.2, 7.3); các van tiết lưu (8.1, 8.2, 8.3); bình tách lỏng 9; máy nén hạ áp 10; bình trung gian 11; thiết bị hóa đá (ngưng tụ đóng băng) 12; bơm chân không 13; buồng sấy thăng hoa (buồng lạnh đông) 14; giá truyền nhiệt 15; cổng xả nước 16 ở bình hóa đá; đồng hồ đo áp lực cao P_K ; đồng hồ đo áp lực trung gian P_{TG} ; đồng hồ đo áp lực thấp P_0 ; đồng hồ đo áp lực chân không P_{CK} .

Để dễ dàng cho việc mô tả nguyên lý hoạt động cũng như chỉ ra các hạn chế cần được khắc phục của hệ thống sấy thăng hoa nêu trên, tác giả quy ước ba cụm thiết bị có trong hệ thống như sau:

- Cụm thiết bị thứ nhất: bao gồm phin lọc thứ nhất 5.1, mắt kiểm tra khí ga thứ nhất 6.1, van điện từ thứ nhất 7.1, van tiết lưu thứ nhất 8.1 kết nối với bình trung gian 11;
- Cụm thiết bị thứ hai: bao gồm phin lọc thứ hai 5.2, mắt kiểm tra khí ga thứ hai 6.2, van điện từ thứ hai 7.2, van tiết lưu thứ hai 8.2 kết nối với buồng sấy thăng hoa 14;
- Cụm thiết bị thứ ba: bao gồm phin lọc thứ ba 5.3, mắt kiểm tra khí ga thứ ba 6.3, van điện từ thứ ba 7.3, van tiết lưu thứ ba 8.3 kết nối với thiết bị hóa đá 12.

Nguyên lý làm việc của hệ thống sấy thăng hoa nêu trên được trình bày như sau:

Sản phẩm sấy được đặt trong các khay sấy, đưa vào buồng sấy thăng hoa 14, đặt trên các giá truyền nhiệt 15, sau đó đóng cửa buồng sấy lại.

- Giai đoạn 1: lạnh đông hay cấp đông sản phẩm:

Hệ thống lạnh hoạt động, lúc cụm thiết bị thứ ba và bơm chân không 13 chưa hoạt động; tại buồng sấy thăng hoa 14 môi chất lạnh ở các giá truyền nhiệt 15 nhận nhiệt của sản phẩm (sản phẩm mất nhiệt sẽ làm giảm nhiệt độ) sẽ thực hiện quá trình bay hơi đẳng áp ($P_0 = \text{const}$), hơi này được máy nén hạ áp 10 hút về đi qua bình tách lỏng 9 để tách lỏng trước khi nén đa biến (hay đoạn nhiệt) vào bình trung gian 11 để làm mát hoàn toàn hơi môi chất lạnh nén lên trong điều kiện đẳng áp ($P_{TG} = \text{const}$), sau đó được máy nén cao áp 1 hút về nén đa biến (hay đoạn nhiệt) lên thiết bị ngưng tụ 3, trước khi về thiết bị ngưng tụ môi chất được tách dầu ở bình tách dầu 2.

Tại thiết bị ngưng tụ 3, hơi môi chất lạnh thải nhiệt cho môi trường làm mát (là không khí), thực hiện quá trình ngưng tụ đẳng áp ($P_K = \text{const}$), môi chất lạnh sau khi ngưng tụ ở trạng thái lỏng đưa về bình chứa lỏng cao áp 4. Tại đây môi chất lỏng được chia vào hai đường ống, đường ống thứ nhất đi đến cụm thiết bị thứ nhất, tiết lưu vào bình trung gian 11 nhằm hai mục đích: một là làm mát hoàn toàn hơi môi chất lạnh từ máy nén hạ áp 10 nén lên, hai là làm quá lạnh lỏng môi chất lạnh đi theo đường ống thứ hai trong ống xoắn nằm phía dưới bình trung gian 11. Môi chất lạnh sau khi ra khỏi ống xoắn của bình trung gian 11 được đưa đến cụm thiết bị thứ hai, tiết lưu vào các giá truyền nhiệt 15 để thực hiện quá trình lạnh đông sản phẩm. Chu trình lạnh cứ tiếp tục như thế, lấy nhiệt ở buồng sấy thăng hoa 14 và thải ra ở thiết bị ngưng tụ 3, quá trình này kết thúc khi nhiệt độ sản phẩm đạt tới nhiệt độ lạnh đông thích hợp, nước trong sản phẩm kết tinh hoàn toàn và chuyển qua giai đoạn tiếp theo.

- Giai đoạn 2 và giai đoạn 3: là giai đoạn sấy thăng hoa và giai đoạn sấy chân không nhiệt độ thấp (nếu có):

Điều khiển khóa cụm thiết bị thứ hai bằng van điện từ thứ hai 7.2, ngừng cấp môi chất lạnh cho buồng sấy thăng hoa 14, ngừng hoạt động cụm thiết bị thứ hai, đồng thời mở cụm thiết bị thứ ba bằng van điện từ thứ ba 7.3, cấp môi chất lạnh cho thiết bị hóa đá 12 để thực hiện quá trình làm lạnh, lúc này bơm chân không 13 hoạt động. Khi bơm chân không hoạt động sẽ hạ áp suất môi trường sấy trong buồng sấy thăng hoa 14

dưới điểm ba thể, lúc này nước trong sản phẩm ở trạng thái rắn sẽ thăng hoa thành hơi, hơi này được bơm chân không 13 hút đi ra khỏi buồng sấy thăng hoa 14 đưa tới thiết bị hóa đá 12, tại đây hơi được làm lạnh và hóa đá để không làm hỏng bơm chân không 13, mặt khác thiết bị hóa đá 12 làm ổn định áp suất trong buồng sấy thăng hoa 14 dưới điểm ba thể.

Như vậy, tới giai đoạn này hệ thống lạnh có nhiệm vụ lấy nhiệt ở thiết bị hóa đá 12 để chuyển hơi ẩm bốc ra từ sản phẩm thành đá (tuyết) bám trên thành trao đổi nhiệt của thiết bị hóa đá 12. Môi chất lạnh sau khi vào thiết bị hóa đá 12, nhận nhiệt hơi ẩm thực hiện quá trình bay hơi đẳng áp ($P_0 = \text{const}$), sau đó được máy nén hạ áp 10 hút về nén lên bình trung gian 11, chu trình lạnh cứ tiếp tục như vậy, nó sẽ lấy nhiệt ở thiết bị hóa đá 12 và thải ra ngoài môi trường ở thiết bị ngưng tụ 3. Để quá trình thăng hoa nhanh hơn thì trong giai đoạn này người ta thường cấp nhiệt cho quá trình bằng một nguồn nhiệt độc lập khác để làm tăng nhiệt độ môi trường sấy ở buồng sấy thăng hoa 14. Quá trình sấy kết thúc khi độ ẩm sản phẩm đạt giá trị yêu cầu, thường độ ẩm sản phẩm cần đạt từ 2% đến 4%.

Đối với tất cả các hệ thống sấy thăng hoa, mà các hãng trên thế giới chế tạo, việc cấp nhiệt cho quá trình sấy thăng hoa đều sử dụng một nguồn nhiệt riêng (như điện trở đốt nóng trực tiếp, hay gián tiếp bằng chất tải nhiệt), vì thế tiêu tốn rất nhiều năng lượng trong suốt quá trình sấy. Trong khi đó, nguồn nhiệt lấy ra từ thiết bị hóa đá 12 để làm đóng băng ẩm bốc ra trong quá trình sấy thăng hoa từ sản phẩm sấy lại được thiết bị ngưng tụ 3 thải ra ngoài môi trường, thật lãng phí và ô nhiễm môi trường.

Để tiết kiệm năng lượng, nên sử dụng nguồn năng lượng (nguồn nhiệt) thải ra ở thiết bị ngưng tụ 3 cấp trở lại cho quá trình sấy trong buồng sấy thăng hoa 14. Muốn vậy đòi hỏi phải có nhiều nghiên cứu, chế tạo ra thiết bị để thu nhận năng lượng thải ra ở thiết bị ngưng tụ 3 sau đó sử dụng năng lượng này gia nhiệt cho quá trình sấy thăng hoa. Tuy nhiên, việc nghiên cứu chế tạo thiết bị để thu nhận năng lượng thải ra ở thiết bị ngưng tụ 3 cấp cho quá trình sấy thăng hoa nhằm tiết kiệm năng lượng cho đến nay vẫn chưa có công trình nghiên cứu nào đã công bố hay đề cập đến.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là tận dụng năng lượng (nguồn nhiệt) thải ra ở thiết bị ngưng tụ để cấp trở lại cho quá trình sấy thăng hoa nhằm tiết kiệm năng lượng, giảm giá thành sản phẩm, làm tăng khả năng ứng dụng vào thực tiễn sản xuất.

Để đạt được mục đích nêu trên, giải pháp hữu ích đề xuất hệ thống sấy thăng hoa cấp nhiệt cho quá trình sấy bằng thiết bị hồi nhiệt (dạng bơm nhiệt) bao gồm:

máy nén cao áp để hút môi chất từ bình trung gian đưa về thiết bị hồi nhiệt;

bình tách dầu để tách dầu lẫn trong môi chất trước khi môi chất được đưa về thiết bị hồi nhiệt;

thiết bị ngưng tụ để giải nhiệt ngưng tụ và làm quá lạnh môi chất bằng môi trường không khí;

bình chứa lỏng cao áp để chứa môi chất lỏng đã được xử lý bởi thiết bị ngưng tụ;

các phin lọc, các mắt kiểm tra khí ga, các van điện từ để đóng/mở dòng môi chất, các van tiết lưu;

bình tách lỏng để tách môi chất lỏng trong bình trung gian;

máy nén hạ áp để nén môi chất ở dạng hơi hơi từ thiết bị hóa đá đưa vào bình trung gian;

thiết bị hóa đá để làm lạnh và hóa đá hơi môi chất được bơm chân không đưa vào từ buồng sấy thăng hoa, thiết bị hóa đá bao gồm công xả nước;

buồng sấy thăng hoa có chức năng cấp đông sản phẩm ở giai đoạn cấp đông, vừa có chức năng là buồng sấy thăng hoa ở giai đoạn sấy thăng hoa;

giá truyền nhiệt nằm bên trong buồng sấy thăng hoa để đặt sản phẩm sấy và hấp thụ nhiệt từ các sản phẩm này;

đồng hồ đo áp lực cao, đồng hồ đo áp lực trung gian, đồng hồ đo áp lực thấp, đồng hồ đo áp lực chân không;

trong đó,

thiết bị hồi nhiệt được lắp ở giữa đường ống của môi chất từ bình tách dầu về thiết bị ngưng tụ để hấp thụ nhiệt của môi chất trước khi môi chất được đưa về thiết bị ngưng tụ; và

thiết bị hồi nhiệt được kết nối với các giá truyền nhiệt của buồng sấy thăng hoa để bơm nước dẫn nước từ thiết bị hồi nhiệt qua bộ đốt phụ có chức năng gia nhiệt cho nước trước khi đi vào các giá truyền nhiệt, sau đó nước nhận nhiệt ra khỏi các giá truyền nhiệt và trở lại thiết bị hồi nhiệt theo các đường ống (q, r).

Theo một phương án cụ thể của giải pháp hữu ích, hệ thống sấy thăng hoa như đã nêu trên, trong đó, thiết bị hồi nhiệt bao gồm: bộ trao đổi nhiệt, và bể để lấy nhiệt từ bộ trao đổi nhiệt.

Theo một phương án cụ thể của giải pháp hữu ích, hệ thống sấy thăng hoa như đã nêu trên, trong đó, bộ trao đổi nhiệt có dạng ống trao đổi nhiệt.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ kèm theo

Hình 1 là hình thể hiện giản đồ trạng thái ba pha của nước;

Hình 2 là hình thể hiện sơ đồ nguyên lý của hệ thống sấy thăng hoa theo tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích; và

Hình 3 là hình thể hiện sơ đồ nguyên lý của hệ thống sấy thăng hoa cấp nhiệt cho quá trình sấy bằng thiết bị hồi nhiệt theo giải pháp hữu ích.

Mô tả chi tiết phương án thực hiện giải pháp hữu ích

Như được thể hiện ở Hình 3, hệ thống sấy thăng hoa cấp nhiệt cho quá trình sấy bằng thiết bị hồi nhiệt (dạng bơm nhiệt) theo giải pháp hữu ích bao gồm:

máy nén cao áp 1 để hút môi chất từ bình trung gian 11 đưa về thiết bị hồi nhiệt;

bình tách dầu 2 để tách dầu lẫn trong môi chất trước khi môi chất được đưa về thiết bị hồi nhiệt;

thiết bị ngưng tụ 3 để giải nhiệt ngưng tụ và làm quá lạnh môi chất bằng môi trường không khí;

bình chứa lỏng cao áp 4 để chứa môi chất lỏng đã được xử lý bởi thiết bị ngưng tụ 3;

các phin lọc (5.1, 5.2, 5.3), các mắt kiểm tra khí ga (6.1, 6.2, 6.3), các van điện từ (7.1, 7.2, 7.3) để đóng/mở dòng môi chất, các van tiết lưu (8.1, 8.2, 8.3);

bình tách lỏng 9 để tách môi chất lỏng trong bình trung gian 11;

máy nén hạ áp 10 để nén môi chất ở dạng hơi hơi từ thiết bị hóa đá đưa vào bình trung gian 11;

thiết bị hóa đá (đóng tuyết) 12 để làm lạnh và hóa đá hơi môi chất được bơm chân không 13 đưa vào từ buồng sấy thăng hoa 14, thiết bị hóa đá 12 bao gồm cổng xả nước 16;

buồng sấy thăng hoa 14 có chức năng cấp đông sản phẩm ở giai đoạn cấp đông, vừa có chức năng là buồng sấy thăng hoa ở giai đoạn sấy thăng hoa;

giá truyền nhiệt 15 nằm bên trong buồng sấy thăng hoa 14 để đặt sản phẩm sấy và hấp thụ nhiệt từ các sản phẩm này;

đồng hồ đo áp lực cao P_k , đồng hồ đo áp lực trung gian P_{TG} , đồng hồ đo áp lực thấp P_0 , đồng hồ đo áp lực chân không P_{CK} ;

trong đó,

thiết bị hồi nhiệt được lắp ở giữa đường ống của môi chất từ bình tách dầu 2 về thiết bị ngưng tụ 3 để hấp thụ nhiệt của môi chất trước khi môi chất được đưa về thiết bị ngưng tụ 3; và

thiết bị hồi nhiệt được kết nối với các giá truyền nhiệt 15 của buồng sấy thăng hoa để bơm nước 19 dẫn nước từ thiết bị hồi nhiệt qua bộ đốt phụ 20 có chức năng gia nhiệt cho nước trước khi đi vào các giá truyền nhiệt 15, sau đó nước nhận nhiệt ra khỏi các giá truyền nhiệt 15 và trở lại thiết bị hồi nhiệt theo các đường ống (q, r).

Theo một phương án cụ thể của giải pháp hữu ích, hệ thống sấy thăng hoa như đã nêu trên, trong đó, thiết bị hồi nhiệt bao gồm: bộ trao đổi nhiệt 17, và bể 18 để hấp thụ nhiệt từ bộ trao đổi nhiệt 17.

Theo một phương án cụ thể của giải pháp hữu ích, hệ thống sấy thăng hoa như đã nêu trên, trong đó, bộ trao đổi nhiệt 17 có dạng ống trao đổi nhiệt.

Để dễ dàng cho việc mô tả nguyên lý hoạt động của hệ thống sấy thăng hoa theo giải pháp hữu ích, tác giả quy ước ba cụm thiết bị có trong hệ thống như sau:

- Cụm thiết bị thứ nhất: bao gồm phin lọc thứ nhất 5.1, mắt kiểm tra khí ga thứ nhất 6.1, van điện từ thứ nhất 7.1, van tiết lưu thứ nhất 8.1 kết nối với bình trung gian 11.

- Cụm thiết bị thứ hai: bao gồm phin lọc thứ hai 5.2, mắt kiểm tra khí ga thứ hai 6.2, van điện từ thứ hai 7.2, van tiết lưu thứ hai 8.2 kết nối với buồng sấy thăng hoa 14.

- Cụm thiết bị thứ ba: bao gồm phin lọc thứ ba 5.3, mắt kiểm tra khí ga thứ ba 6.3, van điện từ thứ ba 7.3, van tiết lưu thứ ba 8.3 kết nối với thiết bị hóa đá 12.

Nguyên lý làm việc của hệ thống sấy thăng hoa theo giải pháp hữu ích được trình bày như sau:

Tương tự như hệ thống sấy thăng hoa thông thường, sản phẩm sấy được đặt ở trong các khay sấy, đưa vào buồng sấy thăng hoa 14, đặt trên các giá truyền nhiệt 15, sau đó đóng cửa buồng sấy lại.

- Giai đoạn 1: là giai đoạn lạnh đông (hay cấp đông sản phẩm).

Hệ thống lạnh hoạt động, lúc này cụm thiết bị thứ ba chưa hoạt động. Tại buồng sấy thăng hoa 14 môi chất lạnh ở thiết bị bay hơi (là các giá truyền nhiệt 15) nhận nhiệt của sản phẩm để làm giảm nhiệt độ sản phẩm thực hiện quá trình bay hơi đẳng áp ($P_0 = \text{const}$), hơi này được máy nén hạ áp 10 hút về theo các đường ống (a, b) đi qua bình tách lỏng 9 để tách lỏng trước khi nén đa biến (hay đoạn nhiệt) vào bình trung gian 11 theo các đường ống (b, c) để làm mát hoàn toàn hơi môi chất lạnh nén lên trong điều kiện đẳng áp ($P_{TG} = \text{const}$). Sau đó, hơi môi chất lạnh được máy nén cao áp 1 hút về nén đa biến (hay đoạn nhiệt) theo các đường ống (d, e) lên thiết bị hồi nhiệt vào khối trao đổi nhiệt 17 và bể 18 của thiết bị hồi nhiệt. Trước khi về thiết bị hồi nhiệt, môi chất được tách dầu ở bình tách dầu 2.

Tại thiết bị hồi nhiệt, hơi môi chất lạnh có nhiệt độ cao và năng lượng cao giải nhiệt cho chất tải nhiệt là nước của bể 18 để đun nóng nước để thực hiện quá trình chuyển pha môi chất lạnh từ hơi sang lỏng trong điều kiện đẳng áp ($P_K = \text{const}$). Ở giai đoạn này do chưa lấy nước nóng cấp nhiệt cho quá trình sấy nên nước trong bể 18 lưu động ra - vào để giữ nhiệt độ với mục đích làm cho quá trình giải nhiệt tốt. Sau khi ra khỏi thiết bị hồi nhiệt, môi chất lạnh được đưa về thiết bị ngưng tụ 3 theo các đường ống (f, g) để tiếp tục giải nhiệt ngưng tụ và làm quá lạnh môi chất lạnh bằng môi trường không khí, làm tăng năng suất lạnh cho hệ thống, tăng hiệu quả làm lạnh trong giai đoạn cấp đông.

Môi chất lạnh sau khi ngưng tụ và quá lạnh ở trạng thái lỏng được đưa về bình chứa lỏng cao áp 4 theo các đường ống (g, h). Tại đây môi chất lỏng được chia vào hai hướng: hướng thứ nhất theo các đường ống (h, i) đi đến cụm thiết bị thứ nhất, tiết lưu vào bình trung gian 11 nhằm hai mục đích: một là làm mát hoàn toàn hơi môi chất lạnh được nén lên từ máy nén hạ áp 10, hai là làm quá lạnh lỏng môi chất lạnh đi trong ống xoắn nằm phía dưới bình trung gian 11 theo hướng thứ hai đi theo các đường ống (h, j).

Môi chất lạnh sau khi ra khỏi ống xoắn bên dưới bình trung gian 11 được đưa đến cụm thiết bị thứ hai theo các đường ống (k, l), tiết lưu vào thiết bị bay hơi (là các giá truyền nhiệt 15) để thực hiện quá trình lạnh đông sản phẩm. Chu trình lạnh cứ tiếp tục như thế, lấy nhiệt ở buồng sấy thăng hoa 14 thải ra ở thiết bị hồi nhiệt và thiết bị ngưng tụ 3, quá trình này kết thúc khi nhiệt độ sản phẩm đạt tới nhiệt độ lạnh đông thích hợp, nước trong sản phẩm kết tinh hoàn toàn và chuyển qua giai đoạn tiếp theo.

- Giai đoạn 2 và giai đoạn 3: giai đoạn sấy thăng hoa và giai đoạn sấy chân không nhiệt độ thấp (nếu có):

Khóa cụm thiết bị thứ hai bằng van điện từ thứ hai 7.2, ngừng cấp môi chất lạnh cho buồng sấy thăng hoa 14, không cho môi chất lạnh đi theo các đường ống (k, l), ngừng hoạt động cụm thiết bị thứ hai, ngưng quá trình lưu động nước ra - vào ở bể 18 của thiết bị hồi nhiệt để tập trung đun nóng nước, đồng thời mở cụm thiết bị thứ ba bằng van điện từ thứ ba 7.3, môi chất lạnh theo các đường ống (k, m) cấp cho thiết bị hóa đá 12 để thực hiện quá trình làm lạnh, lúc này bơm chân không 13 hoạt động. Khi bơm chân không hoạt động sẽ hạ áp suất môi trường sấy trong buồng sấy thăng hoa 14

dưới điểm ba thể, lúc này nước trong sản phẩm ở trạng thái rắn sẽ thăng hoa thành hơi, hơi này được bơm chân không 13 hút đi ra khỏi buồng sấy thăng hoa 14 tới thiết bị hóa đá 12 theo các đường ống (s, w), tại đây hơi được làm lạnh và hóa đá để hơi nước không ngưng tụ tại cửa bơm chân không 13 làm hỏng bơm chân không, mặt khác thiết bị hóa đá 12 làm ổn định áp suất môi trường buồng sấy thăng hoa 14 dưới điểm ba thể, phần hơi không ngưng tụ tại bình hóa đá 12 sẽ được bơm chân không 13 hút thải ra ngoài theo các đường ống (t, u).

Hệ thống lạnh có nhiệm vụ lấy nhiệt ở thiết bị hóa đá 12 để chuyển hơi ẩm bốc ra từ sản phẩm thành tuyết (đá) bám trên thành trao đổi nhiệt của thiết bị hóa đá 12. Môi chất lạnh sau khi vào thiết bị hóa đá 12, nhận nhiệt hơi ẩm thực hiện quá trình bay hơi đẳng áp ($P_0 = \text{const}$), sau đó được máy nén hạ áp 10 hút về nén lên bình trung gian theo các đường ống (n, b) và được tách lỏng ở bình tách lỏng 9. Chu trình lạnh cứ tiếp tục như vậy, lấy nhiệt ở thiết bị hóa đá 12 thải ra cho chất tải nhiệt là nước ở thiết bị hồi nhiệt để đun nóng nước và ở thiết bị ngưng tụ 3 để ngưng tụ một phần còn lại và làm quá lạnh môi chất lạnh trước khi đi về bình chứa lỏng cao áp 4. Song song với quá trình sấy thăng hoa, bơm nước 19 hoạt động đưa nước nóng từ bể 18 vào các giá truyền nhiệt 15 theo các đường ống (o, p). Sau khi gia nhiệt xong ở các giá truyền nhiệt 15, nước lại hồi về bể 18 để nhận nhiệt theo các đường ống (q, r), quá trình cứ tuần hoàn như thế. Quá trình sấy kết thúc khi sản phẩm đạt giá trị độ ẩm yêu cầu, thường giá trị độ ẩm yêu cầu từ 2 % đến 4 %.

Sau khi kết thúc quá trình sấy, hệ thống sấy thăng hoa dừng, nước đá trong thiết bị hóa đá tan chảy ra, nước này được xả ra theo đường ống v tại cổng xả nước 16.

Như đã đề cập ở trên, thiết bị hồi nhiệt (bộ trao đổi nhiệt 17, bể 18) hỗ trợ cho việc thu nhận năng lượng thải ra ngoài môi trường một cách lãng phí bằng chất tải nhiệt là nước sau đó cấp nhiệt cho quá trình sấy. Năng lượng sau khi nhận ở thiết bị hóa đá 12 để làm lạnh ngưng tụ đóng băng hơi bốc ra do thăng hoa từ sản phẩm, được máy nén hạ áp và cao áp hút về nén lên thành hơi quá nhiệt cao áp, ở nhiệt độ cao, năng lượng lớn được đưa về thiết bị hồi nhiệt, tại đây hơi môi chất lạnh đi trong bộ trao đổi nhiệt 17 là ống trao đổi nhiệt sẽ trao đổi nhiệt (giải nhiệt) với nước trong bể 18. Quá trình trao đổi nhiệt này làm cho nước trong bể nóng lên, đồng thời làm nguội môi chất lạnh đi trong ống trao đổi nhiệt. Kết quả, môi chất lạnh sẽ chuyển pha từ

trạng thái hơi sang trạng thái lỏng, sau đó ra khỏi thiết bị hồi nhiệt theo đường ống f về thiết bị ngưng tụ 3, còn nước ở trong bể 18 sau khi đun nóng theo đường ống o được bơm nước 19 vận chuyển đến bộ đốt phụ 20 để tiếp tục đun nóng làm tăng nhiệt độ nếu quá trình sấy cần nhiệt độ cao, sau đó được vận chuyển đến các giá truyền nhiệt 15 cấp nhiệt cho quá trình sấy thăng hoa, rồi tuần hoàn trở lại bể 18 theo các đường ống (p, r).

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Như vậy, hệ thống sấy thăng hoa sẽ tận dụng được lượng nhiệt thải ở thiết bị ngưng tụ (vì thải ra ngoài môi trường) để đun nóng nước, nước nóng này được bơm vào giá truyền nhiệt, cấp nhiệt cho quá trình sấy thăng hoa, tiết kiệm được năng lượng, làm giảm tối đa giá thành sản phẩm sau khi sấy, làm tăng hiệu quả kinh tế khi áp dụng công nghệ này.

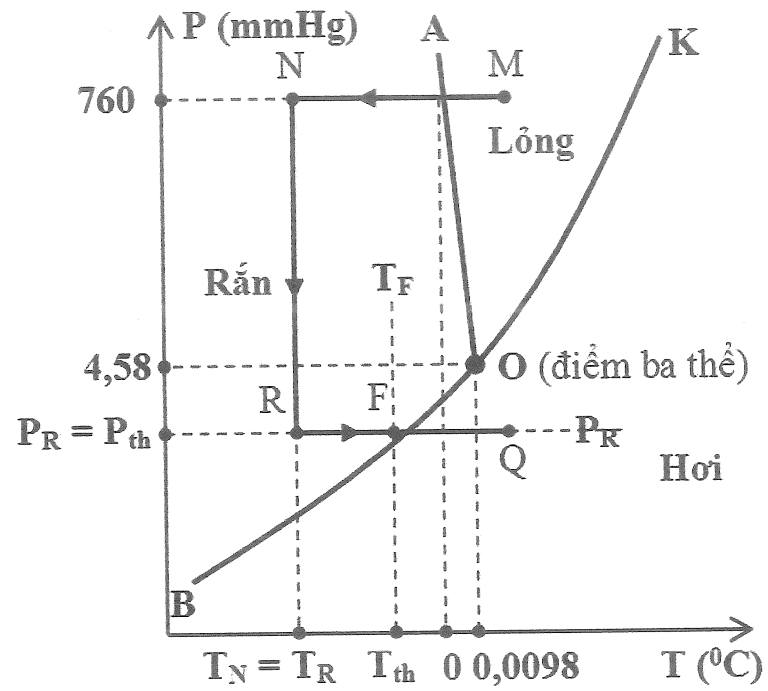
YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống sấy thăng hoa cấp nhiệt cho quá trình sấy bằng thiết bị hồi nhiệt bao gồm:
 - máy nén cao áp (1) để hút môi chất từ bình trung gian (11) đưa về thiết bị hồi nhiệt;
 - bình tách dầu (2) để tách dầu lẫn trong môi chất trước khi môi chất được đưa về thiết bị hồi nhiệt;
 - thiết bị ngưng tụ (3) để giải nhiệt ngưng tụ và làm quá lạnh môi chất bằng môi trường không khí;
 - bình chứa lỏng cao áp (4) để chứa môi chất lỏng đã được xử lý bởi thiết bị ngưng tụ (3);
 - các phin lọc (5.1, 5.2, 5.3), các mắt kiểm tra khí ga (6.1, 6.2, 6.3), các van điện từ (7.1, 7.2, 7.3) để đóng/mở dòng môi chất, các van tiết lưu (8.1, 8.2, 8.3);
 - bình tách lỏng (9) để tách môi chất lỏng trong bình trung gian (11);
 - máy nén hạ áp (10) để nén môi chất ở dạng hơi từ thiết bị hóa đá đưa vào bình trung gian (11);
 - thiết bị hóa đá (12) để làm lạnh và hóa đá hơi môi chất được bơm chân không (13) đưa vào từ buồng sấy thăng hoa (14), thiết bị hóa đá (12) bao gồm cổng xả nước (16);
 - buồng sấy thăng hoa (14) có chức năng cấp đông sản phẩm ở giai đoạn cấp đông, vừa có chức năng là buồng sấy thăng hoa ở giai đoạn sấy thăng hoa;
 - giá truyền nhiệt (15) nằm bên trong buồng sấy thăng hoa (14) để đặt sản phẩm sấy và hấp thụ nhiệt từ các sản phẩm này;
 - đồng hồ đo áp lực cao (P_k), đồng hồ đo áp lực trung gian (P_{TG}), đồng hồ đo áp lực thấp (P_0), đồng hồ đo áp lực chân không (P_{CK});
 - trong đó,

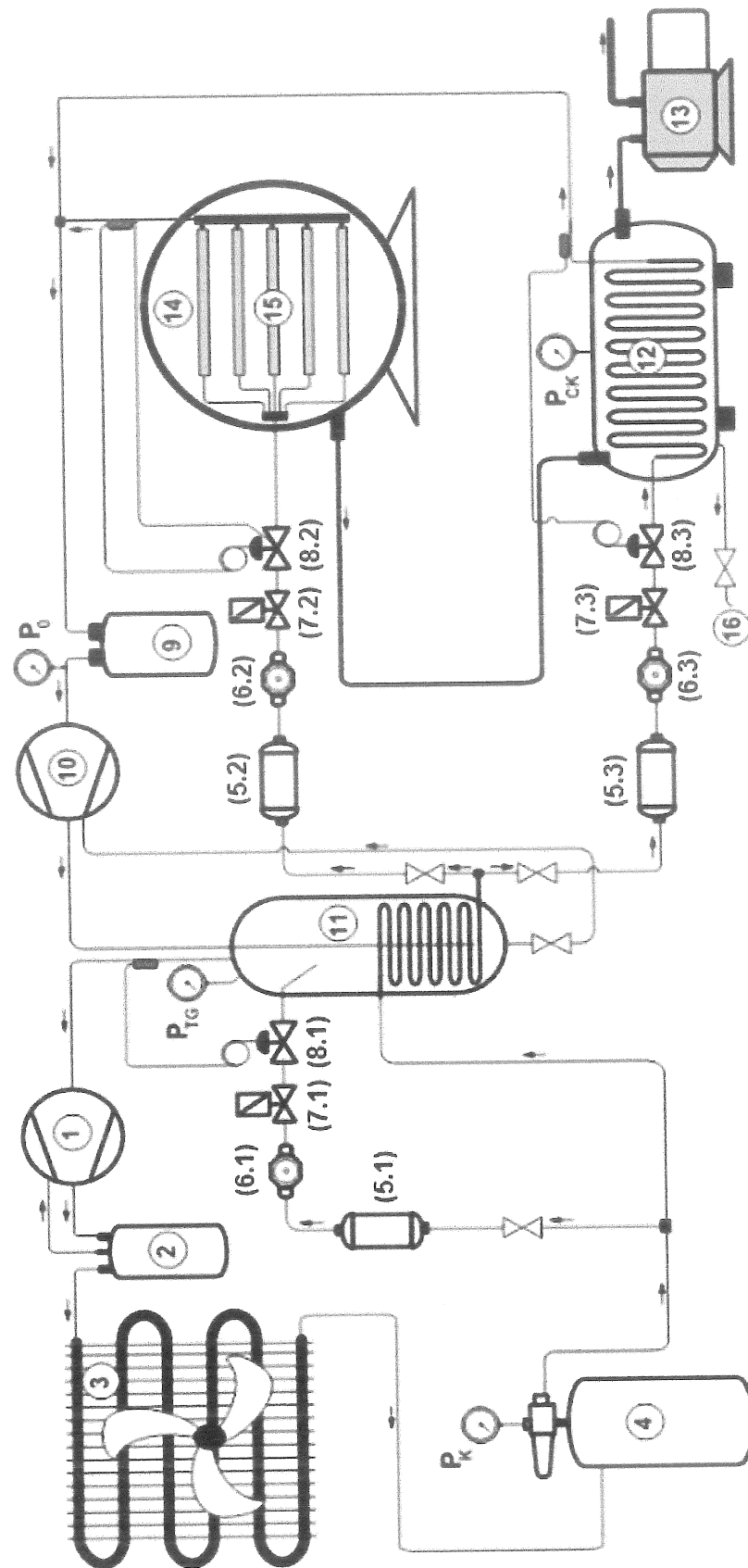
thiết bị hồi nhiệt được lắp ở giữa đường ống của môi chất từ bình tách dầu (2) về thiết bị ngưng tụ (3) để hấp thụ nhiệt của môi chất trước khi môi chất được đưa về thiết bị ngưng tụ (3); và

thiết bị hồi nhiệt được kết nối với các giá truyền nhiệt (15) của buồng sấy thăng hoa để bơm nước (19) dẫn nước từ thiết bị hồi nhiệt qua bộ đốt phụ (20) có chức năng gia nhiệt cho nước trước khi đi vào các giá truyền nhiệt (15), sau đó nước nhận nhiệt ra khỏi các giá truyền nhiệt (15) và trở lại thiết bị hồi nhiệt theo các đường ống (q, r).

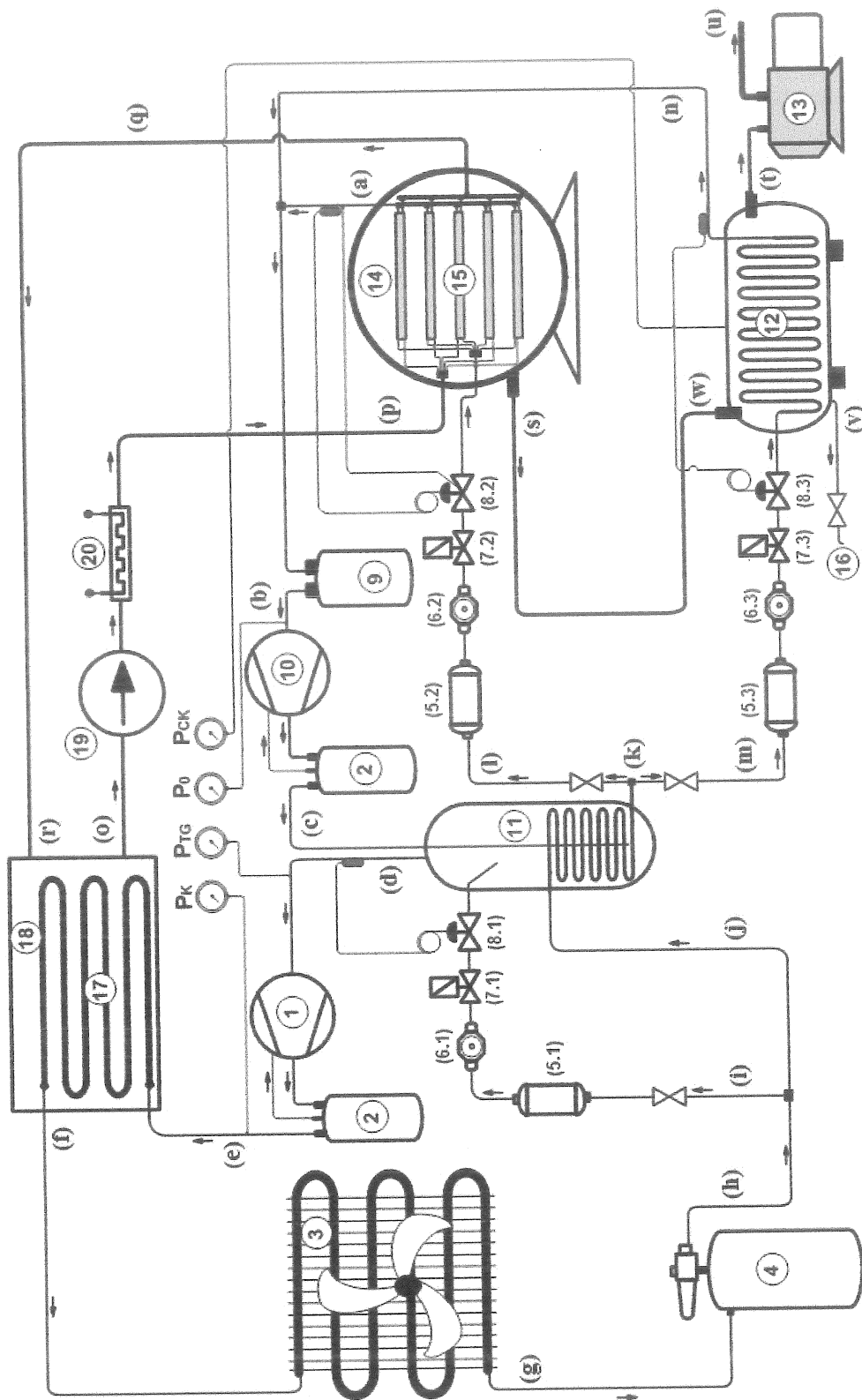
2. Hệ thống sấy thăng hoa theo điểm 1, trong đó thiết bị hồi nhiệt bao gồm bộ trao đổi nhiệt (17), và bể (18) để hấp thụ nhiệt từ bộ trao đổi nhiệt (17).
3. Hệ thống sấy thăng hoa theo điểm 2, trong đó bộ trao đổi nhiệt (17) có dạng ống trao đổi nhiệt.



Hình 1



Hình 2



Hình 3