



(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)   
**2-0002158**

(51)<sup>7</sup> **C07C 29/80**

(13) **Y**

(21) 2-2015-00270

(22) 08.09.2015

(45) 25.10.2019 379

(43) 27.03.2017 348

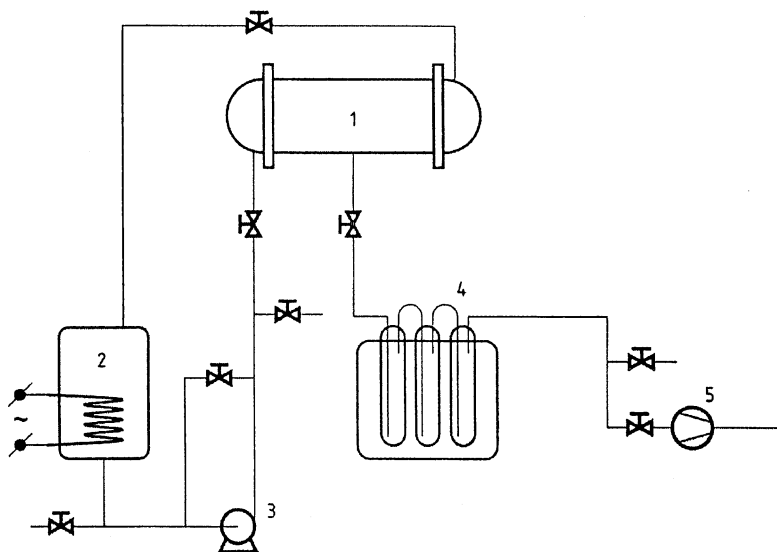
(73) **TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA - ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ  
CHÍ MINH (VN)**

268 Lý Thường Kiệt, phường 14, quận 10, thành phố Hồ Chí Minh

(72) **Nguyễn Hữu Hiếu (VN)**

(54) **HỆ THỐNG KHỬ NƯỚC DUNG DỊCH CỒN CAO ĐỘ BẰNG CÔNG NGHỆ  
THẨM THẤU BỐC HƠI SỬ DỤNG MÀNG ỐNG**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến hệ thống khử nước dung dịch cồn cao độ bằng công nghệ thẩm thấu bốc hơi sử dụng màng ống, trong đó hệ thống này bao gồm: bơm nhập liệu (3) bơm dung dịch từ bình nhập liệu (2) qua môđun màng ống (1); quá trình thẩm thấu bốc hơi xảy ra tại môđun màng ống (1), nhờ áp suất chân không được tạo ra từ bơm chân không (5), dòng hơi thẩm thấu thoát ra bên ngoài môđun màng ống (1) sẽ được dẫn qua một bể lạnh (4) và dòng chất lỏng bên trong môđun màng ống (1) không được hóa hơi được tuần hoàn quay trở về bình nhập liệu (2).



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực sản xuất cồn nhiên liệu. Cụ thể là, giải pháp hữu ích đề cập đến hệ thống khử nước dung dịch cồn cao độ bằng công nghệ thẩm thấu bốc hơi sử dụng màng ống.

### **Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích**

Dung dịch cồn được tạo ra sau quá trình lên men các sản phẩm nông nghiệp được trải qua quá trình chưng cất đơn giản ở áp suất khí quyển. Theo đó, nồng độ cồn sản phẩm được nâng lên đến tối đa là 95,6% vì hỗn hợp cồn đẳng phí với 4,4% khối lượng nước ở điều kiện 78,2°C và áp suất khí quyển. Để có thể sử dụng như là một nhiên liệu sinh học, dung dịch cồn phải đạt được nồng độ cao hơn 99,95% khối lượng. Có nhiều công nghệ trước đây đã cung cấp giải pháp cho quá trình nâng cao nồng độ cồn đạt đến giá trị yêu cầu như:

Patent US4654123A đưa ra giải pháp chưng cất đẳng phí bằng cách thêm vào hỗn hợp đẳng phí các cấu tử khác như keton; hexahydrophthalic anhydrit; methyl tetrahydrophthalic anhydrit và pentanol-1; trimelitic anhydrit; etyl salixylat và resorcinol v.v. để phá vỡ điểm đẳng phí hay nói khác hơn là tăng nhiệt độ sôi của hỗn hợp các cấu tử thêm vào và cồn. Dùng một tháp chưng cất nhiều đĩa, tiến hành chưng cất hỗn hợp mới, nước được thu hồi ở đỉnh tháp, cồn và các cấu tử thêm vào là sản phẩm tại đáy tháp. Bằng các phương pháp khác nhau như chưng cất, trích ly, cồn được tách ra từ dòng sản phẩm đáy của quá trình chưng cất đẳng phí.

Patent US4161429 cũng dùng chưng cất đẳng phí để tách nước khỏi hỗn hợp. Nhóm tác giả đưa pentan và cyclohexan vào như các chất phá điểm đẳng phí. Điều kiện để thực hiện phương pháp trên là tháp mâm vận hành trong môi trường không có oxy và áp suất cao. Thu được cồn và các cấu tử thêm vào trong dòng sản phẩm đỉnh, giảm áp suất để thu được cồn tinh khiết khi mà các cấu tử khác bay hơi ở áp suất khí quyển.

Patent US4399000A đưa ra giải pháp trích ly bằng các dung môi hữu cơ. Bằng cách thêm vào một trong các dung môi di-2-ethylhexyl phosphat, 2-ethylhexylphosphonat, tri-neopentylphosphat, xyclohexyl di-t-butylphosphat v.v. còn được hòa tan vào pha hữu cơ, pha nước được tách ra bằng các phương pháp vật lý. Pha hữu cơ được chưng cất chân không trong tháp mâm thu được sản phẩm còn tinh khiết tại đỉnh tháp.

Patent US7407906B2 dùng rây phân tử để hấp phụ chọn lọc phân tử nước. Nhóm tác giả chế tạo rây phân tử điều chỉnh được đường kính lỗ mao dẫn, đặt trong 2 cột hấp phụ cao áp, cho dung dịch còn chạy qua để hấp phụ có chọn lọc phân tử nước. Thời gian lưu được tính toán sao cho khi đi hết chiều cao cột thì toàn bộ lượng nước bị giữ lại trên cột. Dòng thu được chứa còn tinh khiết. Rây phân tử được giải hấp phụ bằng cách gia nhiệt gián tiếp để nước hóa hơi.

Ngoài ra, có nhiều giải pháp khác để làm tinh khiết còn nhưng đa phần các giải pháp này đều có các nhược điểm:

- Tiêu tốn nhiều năng lượng. Các giải pháp chưng cất chân không tốn nhiều năng lượng vào việc tạo ra áp suất chân không bằng bơm hay khí quét, các giải pháp chưng cất đẳng phí tiêu tốn thêm năng lượng để làm hóa hơi các cấu tử thêm vào sau đó lại giải nhiệt để ngưng tụ các cấu tử này, các giải pháp chưng cất áp suất cao tốn năng lượng vào việc tạo áp suất cao trong thiết bị cũng như quá trình khử khí oxy trong tháp. Quá trình tái tạo rây phân tử cũng tiêu tốn nhiều năng lượng.

- Thiết bị cồng kềnh, phức tạp. Các giải pháp trích ly cần phải có một dây chuyền sản xuất gồm rất nhiều thiết bị vì trải qua rất nhiều quá trình công nghệ. Các giải pháp cần áp suất cao trong thiết bị yêu cầu có thiết bị chịu áp. Xử lý nước thải, khí thải, tái sử dụng năng lượng trong các quá trình trên gây nên sự phức tạp trong thiết kế và chế tạo hệ thống.

- Độc hại cho môi trường, người vận hành, các dung môi hữu cơ sử dụng trong trích ly hay chưng cất đẳng phí thường rất độc hại. Quá trình sản xuất rây phân tử cần có các chất dẫn hướng gây độc cho con người và môi trường.

Công nghệ thẩm thấu bốc hơi đã giải quyết được các nhược điểm trên vì quá trình tiêu tốn ít năng lượng hơn, thiết bị đơn giản, an toàn cho người vận hành cũng như thân thiện với môi trường.

Công nghệ thẩm thấu bốc hơi cũng đã được các nhà khoa học trong nước nghiên cứu như nhóm nghiên cứu của PGS.TS. Mai Thanh Phong – Trường Đại Học Bách Khoa thành phố Hồ Chí Minh và nhóm nghiên cứu của TS. Nguyễn Minh Tân – Trường Đại Học Bách Khoa Hà Nội. Các nhóm tác giả nghiên cứu về công nghệ này đã chế tạo được các loại màng dạng phẳng nhằm cải tiến và thay thế màng thương mại poly vinyl alcohol (PVA) sử dụng hệ thống màng phẳng ở quy mô phòng thí nghiệm. Tuy nhiên, chưa triển khai công nghệ này ở quy mô pilot hay công nghiệp để sản xuất thử cồn nhiên liệu. Do đó, chế tạo hệ thống thẩm thấu bốc hơi sử dụng màng ống trên quy mô pilot hay công nghiệp là cần thiết.

#### **Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích**

Mục đích của giải pháp hữu ích là sản xuất cồn nhiên liệu bằng cách sử dụng màng thẩm thấu bốc hơi dạng màng ống là phương pháp thân thiện với môi trường và người vận hành, tiêu tốn ít năng lượng hơn, hệ thống được chế tạo, lắp ráp tại Việt Nam.

Do đó, giải pháp hữu ích đề xuất hệ thống khử nước dung dịch cồn cao độ bằng công nghệ thẩm thấu bốc hơi sử dụng màng ống, trong đó hệ thống này bao gồm:

bơm nhập liệu (3) bơm dung dịch từ bình nhập liệu (2) qua môđun màng ống (1); quá trình thẩm thấu bốc hơi xảy ra tại môđun màng ống (1), nhờ áp suất chân không được tạo ra từ bơm chân không (5), dòng hơi thẩm thấu thoát ra bên ngoài môđun màng ống (1) sẽ được dẫn qua một bể lạnh (4) và dòng chất lỏng bên trong môđun màng ống (1) không được hóa hơi được tuần hoàn quay trở về bình nhập liệu (2), khác biệt ở chỗ, môđun màng ống (1) bao gồm các ống màng được bố trí theo kiểu lục giác tạo thành chùm ống, các ống màng này làm có nền bằng gốm được phủ lớp màng mỏng poly(vinyl alcohol) ở bề mặt trong của ống; vì ống được gắn vào thân môđun bằng hai bích; và dòng nhập liệu đi từ dưới lên cho phép thể tích dòng nhập liệu đi vào môđun là lớn nhất, lấp đầy toàn bộ môđun và đảm bảo các ống màng đều hoạt động.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ kèm theo**

Hình 1 là sơ đồ hệ thống thẩm thấu bốc hơi.

Hình 2 là mặt cắt ngang của môđun màng ống.

Hình 3 là vi ống và mặt cắt ngang của vi ống.

Hình 4 là nắp môđun ở đầu vào của dung dịch.

Hình 5 là nắp môđun ở đầu ra của dung dịch.

Hình 6 là hệ thống thẩm thấu bốc hơi đã chế tạo và hoàn thiện theo giải pháp hữu ích.

### **Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích**

Sau đây, giải pháp hữu ích mô tả chi tiết các phương án cụ thể, tuy nhiên, các phương án này chỉ nhằm mục đích mô tả chi tiết giải pháp hữu ích, chứ không nhằm mục đích hạn chế phạm vi yêu cầu bảo hộ của giải pháp hữu ích.

Giải pháp hữu ích đề xuất hệ thống khử nước dung dịch cồn cao độ bằng công nghệ thẩm thấu bốc hơi sử dụng màng ống, trong đó hệ thống này bao gồm:

bơm nhập liệu (3) bơm dung dịch từ bình nhập liệu (2) qua môđun màng ống (1); quá trình thẩm thấu bốc hơi xảy ra tại môđun màng ống (1), nhờ áp suất chân không được tạo ra từ bơm chân không (5), dòng hơi thẩm thấu thoát ra bên ngoài môđun màng ống (1) sẽ được dẫn qua một bể lạnh (4) và dòng chất lỏng bên trong môđun màng ống (1) không được hóa hơi được tuần hoàn quay trở về bình nhập liệu (2), khác biệt ở chỗ, môđun màng ống (1) bao gồm các ống màng được bố trí theo kiểu lục giác tạo thành chùm ống, các ống màng này làm có nền bằng gốm được phủ lớp màng mỏng poly(vinyl alcohol) ở bề mặt trong của ống; vi ống được gắn vào thân môđun bằng hai bích; và dòng nhập liệu đi từ dưới lên cho phép thể tích dòng nhập liệu đi vào môđun là lớn nhất, lấp đầy toàn bộ môđun và đảm bảo các ống màng đều hoạt động.

Dung dịch cồn chứa khoảng 95% cồn được nhập liệu vào hệ thống dưới dạng lỏng, tại nhiệt độ 40-50°C ở áp suất khí quyển. Điều này cho thấy khả năng tiết kiệm năng lượng hơn so với các phương pháp khác cần nhiệt độ cao và áp suất cao.

Tại môđun màng, dòng nhập liệu đi bên trong màng ống gồm có cấu tử cồn và cấu tử nước, nước dễ hấp phụ lên bề mặt màng bị giữ lại, thẩm thấu qua bề mặt còn lại của

màng. Tại bề mặt này áp suất chân không được tạo ra bằng một bơm chân không nhằm làm bốc hơi lượng nước vừa được thẩm thấu qua màng, lượng hơi nước vừa bốc hơi được dẫn qua một bể lạnh. Tại đây, nước trao đổi nhiệt với chất tải nhiệt trong bể lạnh, ngưng tụ. Công nghệ thẩm thấu bốc hơi được thực hiện trên giải pháp hữu ích này là thân thiện với môi trường vì không cần sử dụng thêm hóa chất độc hại nào.

Tác giả của giải pháp hữu ích là người trực tiếp thiết kế và giao cho các đơn vị trong nước chế tạo bộ phận quan trọng nhất của hệ thống là môđun màng, nơi mà quá trình thẩm thấu bốc hơi xảy ra. Sau đó, tiến hành lắp đặt, kiểm tra, hiệu chỉnh, vận hành đạt các yêu cầu kỹ thuật mà không có sự xuất hiện của bất kỳ yếu tố ngoài nước trừ màng ống mà tại Việt Nam hiện chưa có đơn vị nào sản xuất. Quá trình công nghệ cũng được điều khiển dựa trên thiết kế và lắp đặt với các thiết bị mà ở Việt Nam hiện chưa có đơn vị nào sản xuất.

Trong hình 1, hệ thống thẩm thấu bốc hơi theo giải pháp hữu ích được thể hiện bao gồm: môđun màng ống (1), bình nhập liệu (2), bơm nhập liệu (3), bể lạnh (4), bơm chân không (5).

Các hình vẽ từ hình 2 đến hình 5 thể hiện toàn bộ môđun màng bao gồm thân môđun, nắp môđun và vi ống bên trong môđun. Môđun màng ống là thiết bị được thiết kế để hướng dòng chảy theo kiểu dòng chảy ngang qua màng (cross-flow) của dung dịch vào bên trong các ống màng, các ống màng này được bố trí theo kiểu lục giác tạo thành chùm ống, các vách ngăn cơ khí và vòng đệm làm kín của môđun ngăn cách hai vùng áp suất khác nhau giữa bên trong ống màng là dòng dung dịch lỏng ở áp suất khí quyển và bên ngoài ống màng là dòng thẩm thấu ở áp suất chân không. Môđun được thiết kế như một thiết bị truyền nhiệt loại ống chùm nằm ngang. Trong đó, các ống màng với nền gồm được phủ lớp màng mỏng poly(vinyl alcohol) ở bề mặt trong của ống. Các ống màng được ghép với vi ống qua đầu nối bằng thau để có thể định vị ống màng và bịt kín bằng keo silicon (hoặc keo chân không). Vi ống được ghép với thân môđun hình trụ bằng mặt bích và được làm kín bằng cơ chế ép gioăng silicon. Đáy và nắp môđun có dạng elip làm bằng vật liệu thép không gỉ SUS304. Thân môđun và đáy nắp được ghép bằng mối ghép bích.

Trong đó, hình 5 thể hiện nắp môđun ở phía đầu vào của dung dịch cho phép dòng nhập liệu đi từ dưới lên cho phép thể tích dòng nhập liệu đi vào môđun là lớn nhất, lắp đầy toàn bộ môđun, hình 4 thể hiện nắp môđun ở phía còn lại.

Dung dịch còn có nồng độ khoảng 95% khối lượng được cho vào bình nhập liệu, tại đây, các điện trở gia nhiệt được điều khiển để gia nhiệt dung dịch nhập liệu đến nhiệt độ vận hành, các điện trở này cũng là nguồn duy trì nhiệt độ trong suốt quá trình thẩm thấu bốc hơi. Bơm ly tâm sẽ bơm dung dịch còn qua môđun màng. Trong môđun màng có một vi ống để lắp các ống màng. Dung dịch còn sẽ đi bên trong ống, quá trình thẩm thấu bốc hơi xảy ra tại đây. Dòng hơi thẩm thấu sẽ thoát ra bên ngoài ống màng, dòng lỏng bên trong màng sẽ tăng nồng độ dần và tuần hoàn về bình nhập liệu. Từ bình nhập liệu, dung dịch còn sẽ được bơm tuần hoàn trong suốt thời gian vận hành. Các cấu tử nước sau khi hấp phụ trên một bề mặt của màng được thẩm thấu qua màng nhờ vào sự chênh lệch áp suất riêng phần của nước ở 2 bề mặt màng. Ở mặt còn lại của màng, áp suất chân không được tạo ra làm hóa hơi nước nhằm duy trì động lực của quá trình truyền khối xảy ra giữa hai bên bề mặt màng. Hơi nước tạo ra được dẫn qua một bể lạnh, tại đây, hơi nước trao đổi nhiệt với chất tải nhiệt và ngưng tụ lại. Dòng bị giữ lại (không qua màng) sẽ được hoàn lưu cho đến khi nồng độ còn đạt yêu cầu. Trong đó, bể lạnh là một bể điều nhiệt lạnh được tùy chỉnh để trao đổi nhiệt gián tiếp giữa chất tải lạnh trong bể điều nhiệt và dòng hơi đi qua màng ống.

Hình 6 thể hiện hệ thống thẩm thấu bốc hơi ở dạng pilot đã được thiết kế, chế tạo và lắp đặt hoàn chỉnh.

### **Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích**

Ví dụ 1: Sử dụng hệ thống của giải pháp hữu ích để sản xuất cồn nhiên liệu

Hệ thống được ứng dụng để sản xuất cồn nhiên liệu có nồng độ cao (> 99%) để sử dụng như một nhiên liệu sinh học. Có thể đáp ứng cho nhu cầu của các ngành công nghiệp khác như thực phẩm, hóa dược v.v..

Môđun màng ống của hệ thống thích hợp khử nước dung dịch ethanol đẳng phí (95% khối lượng) bằng công nghệ thẩm thấu bốc hơi dùng màng PVA thương mại để tạo cồn nhiên liệu. Etanol nguyên liệu được đưa vào môđun có chứa khoảng 10% khối lượng

nước. Sau khi qua môđun màng, sản phẩm thu được chỉ chứa khoảng 1% khối lượng nước, các nhược điểm của chưng cất đẳng phí đều được giải quyết.

Quá trình khử nước dung dịch ethanol của môđun màng sử dụng công nghệ thẩm thấu bốc hơi được tiến hành qua các bước:

Bước 1 – khởi động bể điều nhiệt

Bước 2 – lắp các ống màng vào môđun màng ống và kiểm tra độ kín của môđun

Bước 3 – cho dung dịch ethanol vào bình nhập liệu và gia nhiệt bồn nhập liệu

Bước 4 – bơm dòng nhập liệu

Bước 5 – chỉnh lưu lượng dòng nhập liệu

Bước 6 – nhập liệu vào môđun màng ống

Bước 7 – khởi động bơm chân không

Bước 8 – cho môđun màng ống hoạt động

Bước 9 – lấy mẫu định kì

Bước 10 – kết thúc

Hệ thống sử dụng công nghệ thẩm thấu bốc hơi có nhiều ưu điểm vượt trội hơn so với các công nghệ tách cồn hiện nay.

Năng lượng cung cấp cho hệ thống trong suốt quá trình vận hành thấp nên chi phí đầu tư ban đầu thấp từ đó giá thành sản phẩm cũng sẽ không cao. Ngoài ra, hệ thống không thải ra bất kì chất thải độc hại nào trong suốt quá trình vận hành, không gây ảnh hưởng đến môi trường và sức khỏe người vận hành mà vẫn đạt được sản phẩm có độ tinh khiết cao.

### **Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích**

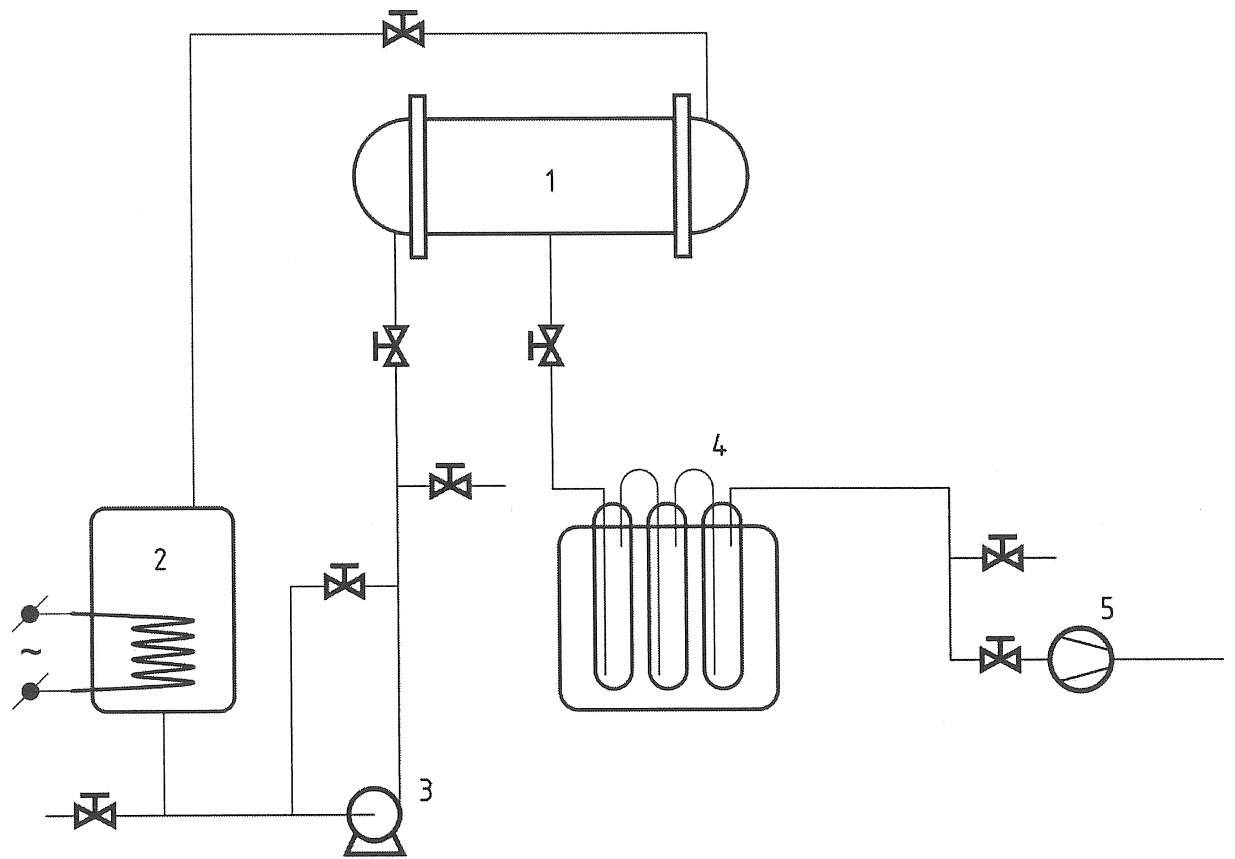
Hệ thống khử nước dung dịch cồn cao độ bằng công nghệ thẩm thấu bốc hơi sử dụng màng ống theo giải pháp hữu ích đã giảm thiểu chi phí vận hành và chi phí năng lượng để sản xuất dung dịch cồn cao độ.

Giải pháp hữu ích thực tiễn hóa việc thiết kế, chế tạo và lắp đặt hệ thống sử dụng công nghệ thẩm thấu bốc hơi để sản xuất dung dịch cồn cao độ giúp giải quyết các vấn đề khó khăn trong công nghệ tách, chiết cồn bằng chưng cất đẳng phí hiện này đang gặp phải. Điểm mới của hệ thống là việc sử dụng môđun màng dạng ống giúp làm tăng diện tích bề mặt tiếp xúc pha mà không làm tăng đáng kể kích thước của toàn hệ thống. Việc sản xuất dung dịch cồn cao độ bằng hệ thống theo giải pháp hữu ích có nhiều ưu điểm là an toàn cho người vận hành, tiết kiệm năng lượng, thân thiện với môi trường.

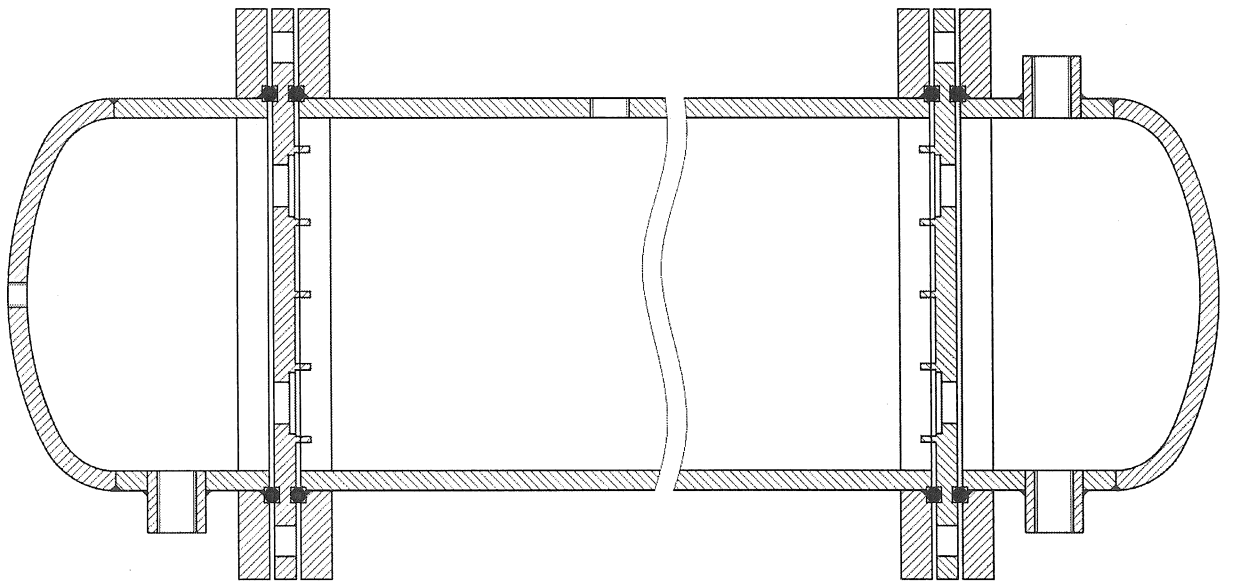
### **YÊU CẦU BẢO HỘ**

1. Hệ thống khử nước dung dịch cồn cao độ bằng công nghệ thẩm thấu bốc hơi sử dụng màng ống, trong đó hệ thống này bao gồm:

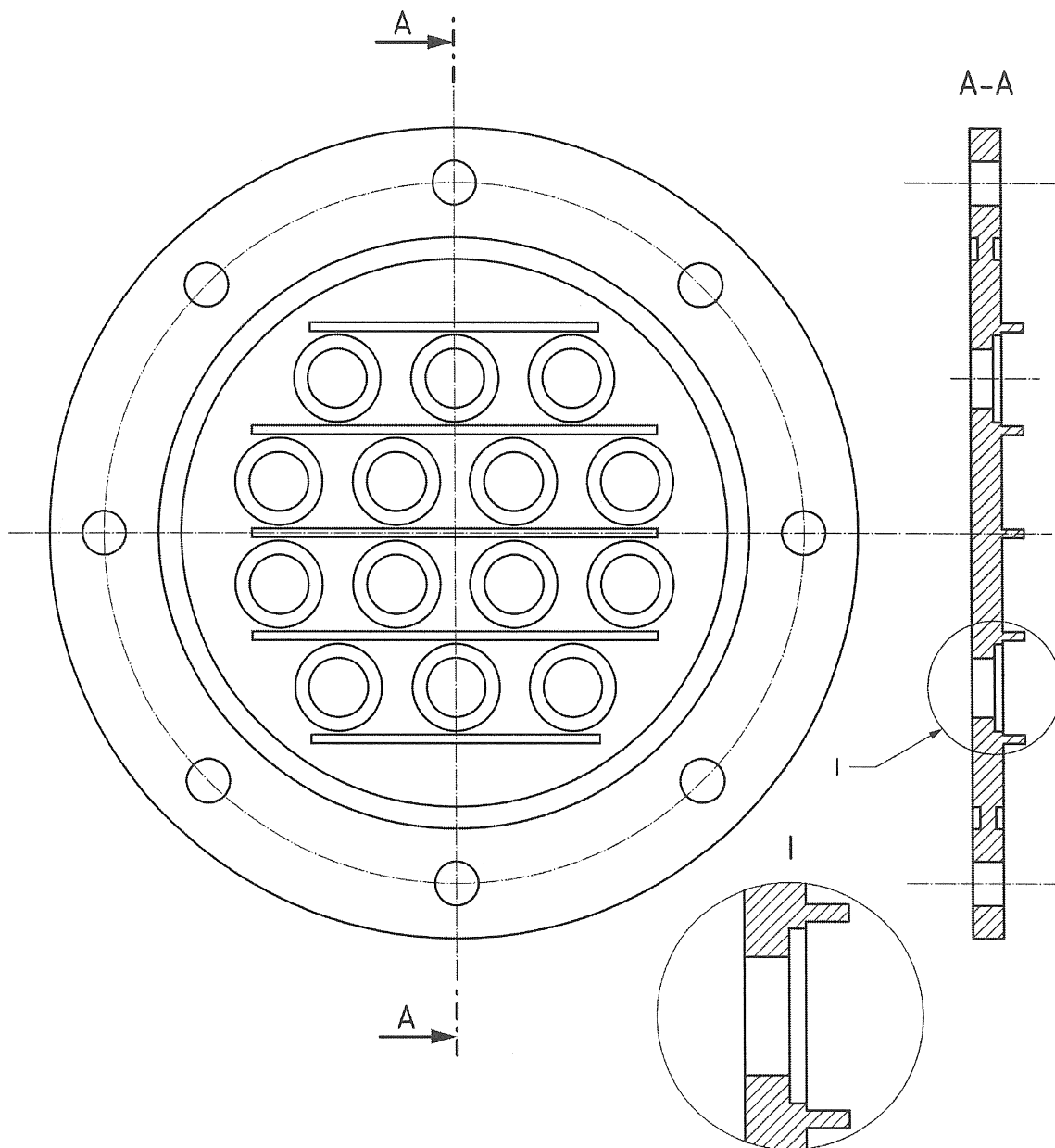
bơm nhập liệu (3) bơm dung dịch từ bình nhập liệu (2) qua môđun màng ống (1); quá trình thẩm thấu bốc hơi xảy ra tại môđun màng ống (1), nhờ áp suất chân không được tạo ra từ bơm chân không (5), dòng hơi thẩm thấu thoát ra bên ngoài môđun màng ống (1) sẽ được dẫn qua một bể lạnh (4) và dòng chất lỏng bên trong môđun màng ống (1) không được hóa hơi được tuần hoàn quay trở về bình nhập liệu (2), khác biệt ở chỗ, môđun màng ống (1) bao gồm các ống màng được bố trí theo kiểu lục giác tạo thành chùm ống, các ống màng này làm có nền bằng gốm được phủ lớp màng mỏng poly(vinyl alcohol) ở bề mặt trong của ống; vì ống được gắn vào thân môđun bằng hai bích; và dòng nhập liệu đi từ dưới lên cho phép thể tích dòng nhập liệu đi vào môđun là lớn nhất, lấp đầy toàn bộ môđun và đảm bảo các ống màng đều hoạt động.



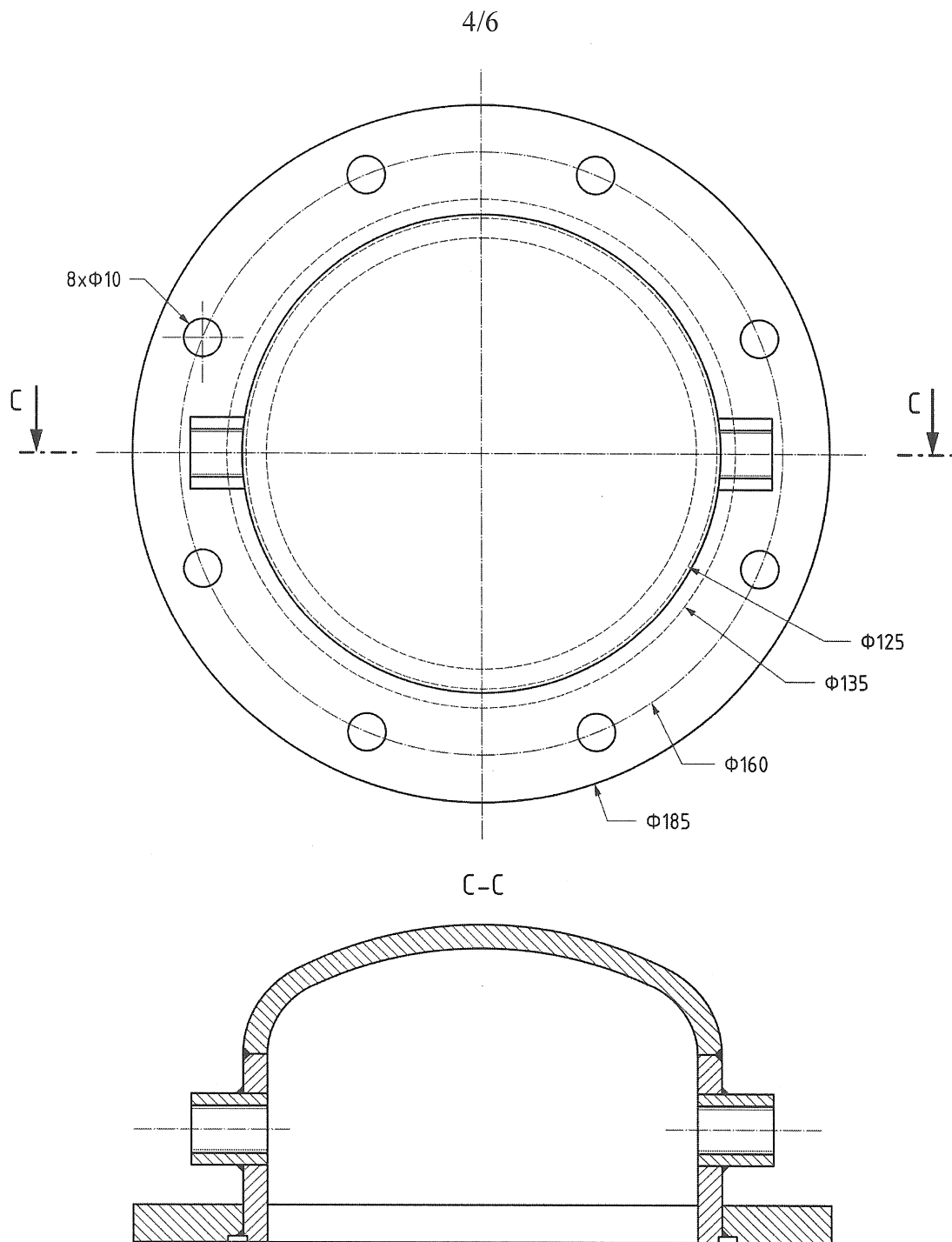
Hình 1



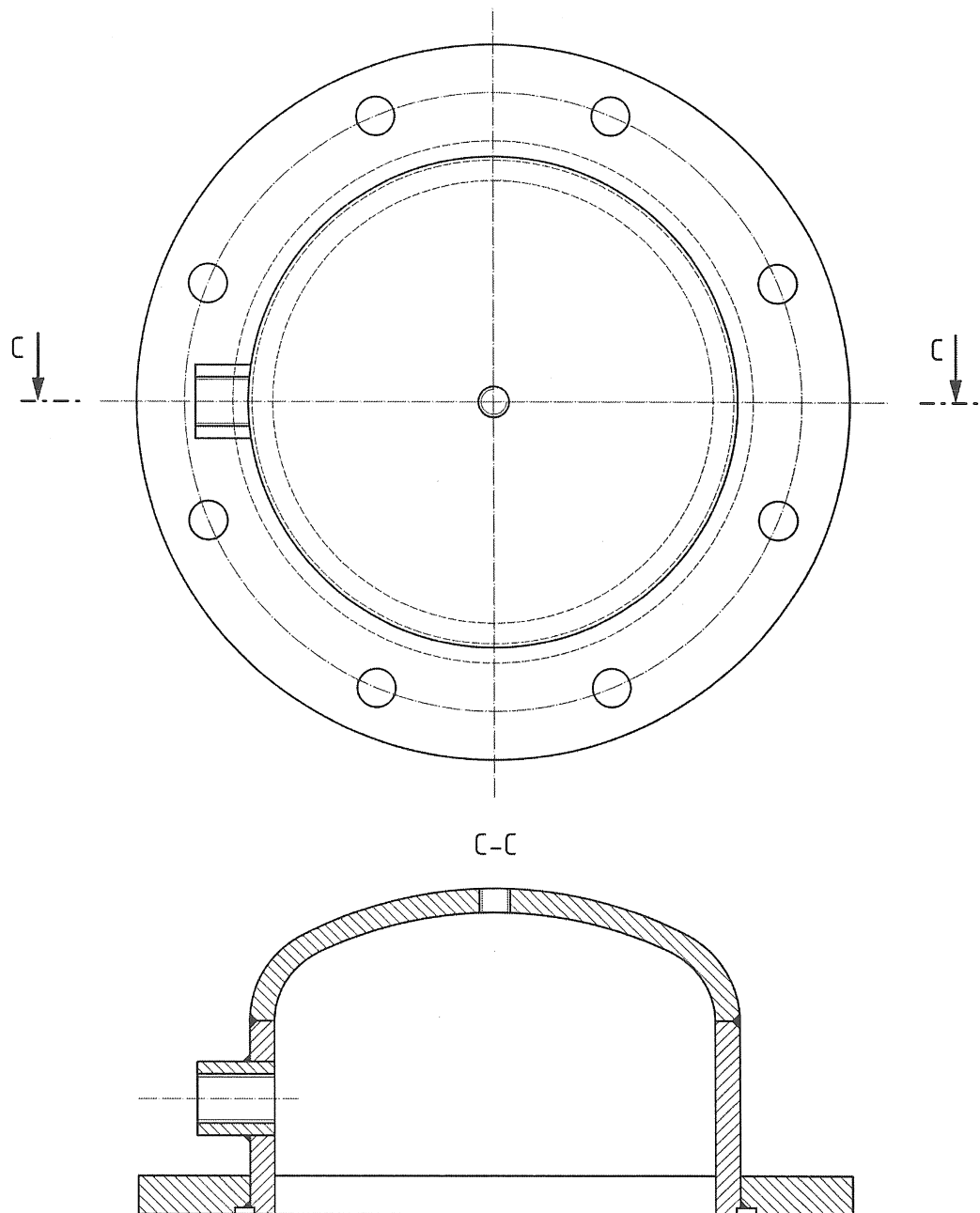
Hình 2



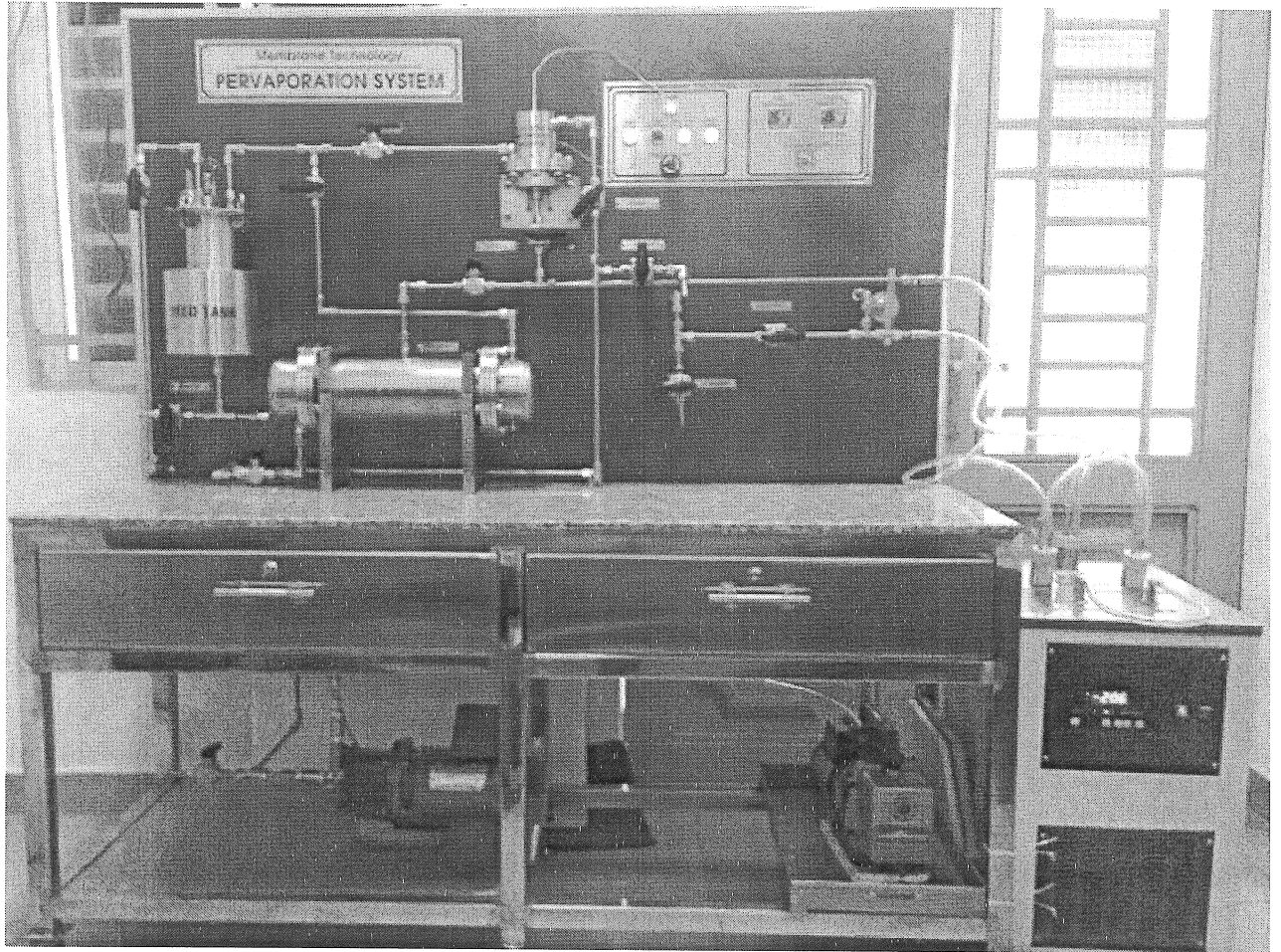
Hình 3



Hình 4



Hình 5



Hình 6