

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VÀ ỨNG DỤNG MÀNG CHỌN LỌC TRONG THU HỒI HƠI XĂNG DẦU

Dương Chí Trung, Nguyễn Thị Bình, Phan Minh Quốc Bình, Đỗ Ngọc Vinh

Trường Đại học Dầu khí Việt Nam (PVU)

Email: trungdc@pvu.edu.vn

<https://doi.org/10.47800/PVSI.2024.05-09>

Tóm tắt

Bài viết trình bày kết quả nghiên cứu phát triển màng chọn lọc để tách hydrocarbon từ hỗn hợp với không khí, sử dụng phương pháp phủ lớp chọn lọc lên lớp chất nền và đóng gói dạng xoắn ốc (spiral wound) để ứng dụng trong hệ thống thu hồi hơi xăng tại các cửa hàng xăng dầu.

Màng được chế tạo từ tấm nền PTFE 0,45 μm với lớp phủ RTV 828 có khả năng chọn lọc và độ thấm cao, quy trình đơn giản, chi phí thấp và khả năng sản xuất quy mô lớn. Kết quả thử nghiệm trong hệ thống thu hồi hơi xăng cho thấy hiệu suất thu hồi trên 90%, mở ra triển vọng ứng dụng trong công nghiệp và bảo vệ môi trường.

Từ khóa: Màng thu hồi hơi xăng, hệ thống thu hồi hơi xăng, phương pháp phủ lớp chọn lọc.

1. Giới thiệu

Trong quá trình bảo quản, sản xuất và tiêu thụ xăng dầu tại Việt Nam, ước tính có khoảng 1,5 triệu tấn hơi xăng dầu thất thoát hàng năm, trong đó 70% là qua van thở của các trạm xăng. Hiện tượng này không chỉ gây thiệt hại về kinh tế mà còn ảnh hưởng đến môi trường, do xăng dầu chứa trên 150 hợp chất hóa học khác nhau.

Mặc dù đã có nhiều phương pháp thu hồi hơi xăng được áp dụng trên thế giới, Việt Nam hiện mới chỉ quy định về việc trang bị hệ thống nạp kín tại các đơn vị phân phối xăng. Các công nghệ tiên tiến như hệ thống hút chân không từ vòi bơm (pha 2) hay hệ thống thu hồi hơi nhiên liệu khi nạp (ORVR - onboard refueling vapor recovery) vẫn chưa được triển khai, dẫn đến hiệu suất thu hồi hơi xăng còn thấp.

Công nghệ màng được coi là giải pháp hiệu quả với ưu điểm: gọn nhẹ, hiệu quả tách cao và vận hành đơn giản. Công nghệ này đã được nhiều công ty trên thế giới phát triển và ứng dụng thành công, cho phép thu hồi trên 90% hơi xăng từ van thở, với nguyên lý hoạt động được minh họa trong Hình 1.

Quy trình thu hồi hơi xăng bằng công nghệ màng được kích hoạt khi áp suất trong bể chứa tăng do sự chuyển pha của các cấu tử hydrocarbon từ pha lỏng sang pha hơi và đạt đến giá trị đã đặt. Tại thời điểm này, máy nén tự động hoạt động để hút khí và đưa đến thiết bị làm mát để ngưng tụ một phần hơi xăng. Dòng khí sau đó được chuyển đến thiết bị tách, nơi một phần hơi xăng đã ngưng tụ sẽ quay trở lại bể chứa từ đáy bình. Phần hơi giàu hydrocarbon còn lại từ đỉnh bình tách sẽ đi qua module màng. Tại đây, nhờ đặc tính của màng thu hồi, các hydrocarbon sẽ thấm qua màng và được đưa trở lại bể chứa. Hiệu suất thấm của dòng hydrocarbon được tăng cường nhờ chênh áp tạo ra bởi bơm chân không. Không khí không thấm qua màng, sau khi đã được tách trên 90% lượng hydrocarbon, sẽ được thải ra môi trường.

Phương pháp thu hồi hơi xăng bằng màng có nhiều ưu điểm phù hợp với điều kiện Việt Nam như: hiệu suất thu hồi cao (trên 90%), công nghệ đơn giản và tiết kiệm năng lượng. Màng có khả năng phân tách hơi xăng dầu khỏi hỗn hợp với không khí nhờ đặc tính độ chọn lọc và độ thấm cao.

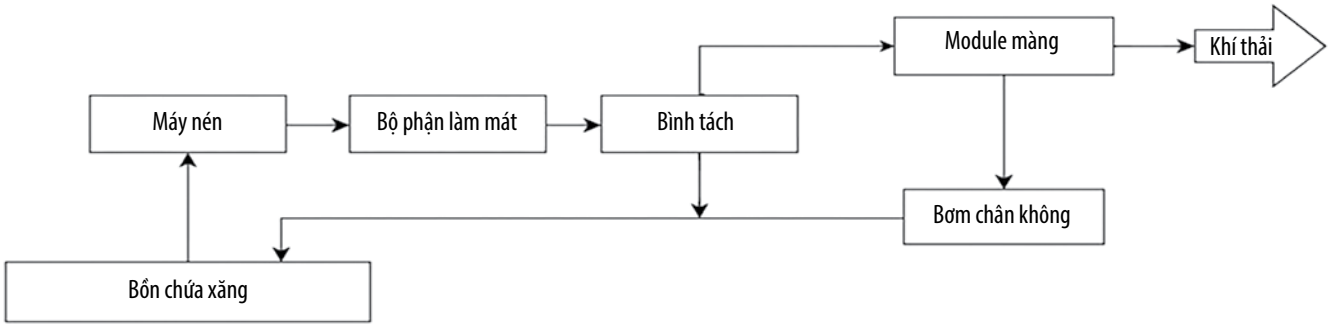
Vật liệu màng được sử dụng phổ biến nhất trong các hệ thống thu hồi hơi xăng là polydimethyl siloxane (PDMS), với ưu điểm độ thấm cao đối với hơi xăng dầu và độ chọn lọc tốt so với khí O_2 , N_2 . Hiện nay có nhiều loại màng thay thế



Ngày nhận bài: 17/12/2023.

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 17/12/2023 - 10/10/2024.

Ngày bài báo được duyệt đăng: 10/10/2024.



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý hệ thống thu hồi hơi xăng bằng công nghệ màng.

được nghiên cứu như polyoctylmethylsiloxane (POMS) và các loại polymer thủy tinh như poly (1-trimethylsilyl-1-propyne) (PTMSP), poly (p-tert-butyl-diphenylacetylene) (PptBDPA) và poly (4-methyl-2-pentyne) (PMP)... có độ thấm và độ chọn lọc với hơi ngưng tụ cao hơn PDMS. Tuy nhiên, các loại màng này chưa được ứng dụng rộng rãi do giá thành cao và hạn chế về độ bền [1].

Công nghệ thu hồi hơi xăng bằng màng đang do MTR và OPW (Mỹ), GKSS tại châu Âu [2] nắm giữ bản quyền công nghệ. Các doanh nghiệp này cung cấp giải pháp toàn diện cho các trạm phân phối nhỏ lẻ, tuy nhiên chi phí rất cao. Trong khi đó, Việt Nam chưa phát triển được công nghệ sản xuất vật liệu màng cho thu hồi hơi xăng. Nghiên cứu này đặt mục tiêu phát triển màng thu hồi hơi xăng với các yêu cầu: sử dụng phương pháp phủ lớp chọn lọc lên lớp vật liệu nền; hiệu quả tách cao với khả năng thu hồi hơi xăng đạt trên 90% và có tiềm năng thương mại hóa.

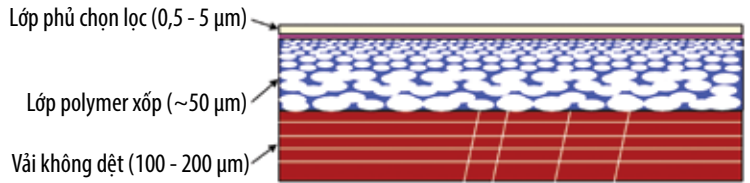
2. Phương pháp thực hiện

2.1. Chế tạo màng có khả năng tách lọc hydrocarbon từ hỗn hợp với không khí

Màng thu hồi hơi xăng có cấu tạo gồm có 2 thành phần chính (Hình 2): Tấm nền gồm lớp vải không dệt và lớp polymer xốp trung gian; cùng với vật liệu chọn lọc có khả năng tách lọc hơi hydrocarbon từ hỗn hợp với không khí.

Quá trình chế tạo màng thu hồi hơi xăng dầu có 2 bước chính:

Bước 1: Chế tạo tấm nền, trong đó polymer phổ biến như polyethersulfone, cellulose acetate, polyvinylidene florua, polyamide (PA)... được pha trộn với dung môi và chất không dung môi để tạo ra hệ dung dịch lỏng đồng nhất. Sau



Hình 2. Minh họa cấu tạo các lớp màng thu hồi hơi xăng.

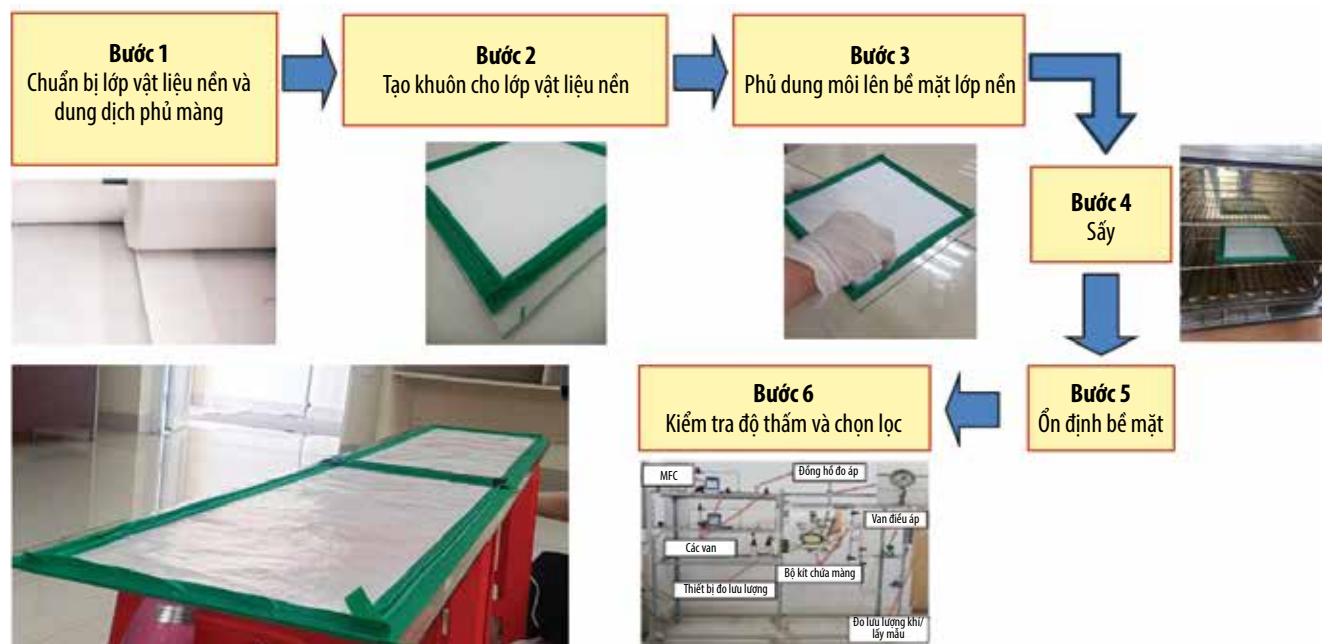
đó, thực hiện quy trình đảo pha để chuyển dung dịch 1 pha thành 2 pha, trong đó pha rắn (giàu polymer) tạo cấu trúc màng và pha lỏng (nghèo polymer) tạo các lỗ xốp bất đối xứng điển hình với lớp polymer mỏng ở bề mặt và lớp polymer xốp bên dưới, bám trên vải không dệt. Kích thước lỗ của màng được thiết kế đủ lớn để cho phép các khí và hơi hydrocarbon đi qua.

Nhóm tác giả sử dụng các tấm nền polymer thương mại thay vì tự chế tạo hoàn toàn từ đầu, do màng UF và các loại màng có kích thước lỗ lớn hơn đã được sản xuất quy mô lớn, chi phí thấp. Cách tiếp cận này giúp rút ngắn thời gian chế tạo và đảm bảo chất lượng đồng đều của tấm nền. Việc lựa chọn vật liệu sử dụng làm tấm nền dựa trên 3 tiêu chí chính: Kích thước lỗ (từ kích thước màng UF đến vài chục micromet); khả năng bám dính với lớp phủ chọn lọc, tính chất cơ học (độ bền và khả năng chống chịu lực kéo). Các vật liệu được chọn đã được kiểm chứng qua các nghiên cứu trước về khả năng gắn kết với lớp phủ, đảm bảo lớp phủ bám dính tốt trên bề mặt mà không thấm sâu. Điều này cho phép lớp vật liệu nền vừa tăng cường cơ tính của lớp phủ, vừa không cản trở dòng khí thấm qua màng.

Nghiên cứu đã tiến hành thử nghiệm với nhiều loại tấm nền khác nhau như: polytetrafluoroethylen (PTFE), cellulose acetate (CA), mixed cellulose ester (MCE), nylon, polyethersulfone (PES), polypropylene (PP) với đường kính trên 47 mm và được thử nghiệm ở kích thước lỗ 0,22 micromet và 0,45 micromet.

Bước 2 tập trung vào việc phủ lớp chọn lọc trên tấm chất nền, giúp tối ưu hóa thời gian và chi phí nghiên cứu phát triển sản phẩm. Đây là khâu quan trọng nhất trong quy trình chế tạo màng thu hồi hơi xăng, được phát triển đầu tiên bởi Ward và cộng sự tại General Electric [3] và sau đó được Riley hoàn thiện [4].

Quy trình phủ lớp chọn lọc gồm các yếu tố quan trọng: Sử dụng chất nền phù hợp từ bước 1, lựa chọn polymer và dung môi



Hình 3. Các công đoạn chính trong quy trình chế tạo các lớp màng thu hồi hơi xăng.

thích hợp, điều chỉnh nồng độ để kiểm soát độ dày và áp dụng các phương pháp phủ khác nhau. Lớp phủ này không chỉ thay đổi hoàn toàn tính chất của lớp nền, che phủ các khuyết tật hình thành trong quá trình chế tạo, mà còn quyết định tính chọn lọc và tính thấm của màng.

Kỹ thuật phủ lớp chọn lọc yêu cầu nghiêm ngặt về chất lượng lớp nền và quy trình thực hiện. Lớp nền phải sạch, không khuyết tật và đủ mịn để ngăn dung dịch phủ xâm nhập vào các lỗ rỗng. Dung dịch polymer lỏng được phủ với độ dày 50 - 100 micromet, sau khi bay hơi sẽ tạo thành lớp chọn lọc có độ dày 0,5 - 2 micromet.

Vật liệu phủ được lựa chọn từ các polymer PDMS khác nhau và các loại polymer họ silicone có khả năng chọn lọc hơi hydrocarbon từ C₃ trong hỗn hợp với không khí như: Momentive RT615 A/B, RTV 828 A/B, Dow Sylgard 184, Silicone Oil: Fluid 100, 350,5000, Epoxy Bisphenol A.

Quy trình phủ lớp polymer chọn lọc bắt đầu bằng việc trộn các polymer như RTV 615A, RTV 828... với dung môi (ví dụ n-hexane) và khuấy ở tốc độ cao với nồng độ thay đổi để tạo hệ polymer pha lỏng đồng nhất. Sau đó, dung dịch polymer này được rót vào khuôn có sẵn vật liệu nền đã được chuẩn bị và giữ trong khoảng 30 giây để đảm bảo lớp phủ bám dính tốt trên bề mặt vật liệu nền. Sản phẩm sau đó được đưa vào lò sấy ở nhiệt độ dưới 200°C cho đến khi dung môi bay hơi hoàn toàn, tạo thành 1 hệ đồng nhất.

Nhóm tác giả điều chỉnh nhiều thông số trong quá trình chế tạo màng như: thành phần lớp phủ, nồng độ dung môi (n-hexane), tỷ lệ chất xúc tác đóng rắn, thời

gian và nhiệt độ khuấy, nhiệt độ sấy, cũng như loại vật liệu nền để tạo ra các loại màng với đặc tính thấm và chọn lọc không khí/hydrocarbon khác nhau. Việc phủ 1 lớp chọn lọc lên bề mặt giúp tạo ra tính chọn lọc ổn định với môi trường, tăng hoạt tính và tuổi thọ của màng. Do được chế tạo ra theo cơ chế màng cao su, lớp phủ chọn lọc hoạt động chủ yếu thông qua quá trình ngưng tụ trên bề mặt và thấm qua lớp phủ.

2.2. Thử nghiệm đo độ thấm và độ chọn lọc của các màng đã chế tạo với khí hydrocarbon/không khí

Để đánh giá hiệu quả của các màng đã chế tạo, nhóm tác giả đã thiết kế và xây dựng Hệ thí nghiệm chuyên dụng (Hình 4). Hệ thống này cho phép đo lường chính xác 2 thông số quan trọng: Độ thấm và độ chọn lọc của màng đối với hỗn hợp khí hydrocarbon/không khí.

Hệ thí nghiệm được thiết kế với 2 phần chính là chuẩn bị nguyên liệu và màng. Về nguyên lý hoạt động, khí nguyên liệu được đưa vào hệ thống. Bộ phận chuẩn bị nguyên liệu được trang bị 2 thiết bị điều khiển lưu lượng khối lượng (MFC), cùng hệ thống van đóng mở, van một chiều, van áp suất ngược để kiểm soát thành phần và áp suất khí; đồng hồ đo áp suất (PG) cho dòng khí trước và sau bộ phận màng (membrane cell). Trong quá trình thử nghiệm, N₂ được sử dụng thay cho không khí và LPG đại diện cho các khí hydrocarbon. Lựa chọn này dựa trên cơ sở khí N₂ và O₂ có nhiệt độ sôi rất thấp và độ thấm tương đồng với màng thu hồi hơi xăng dầu nên việc sử dụng N₂ không ảnh hưởng đến kết quả đo.

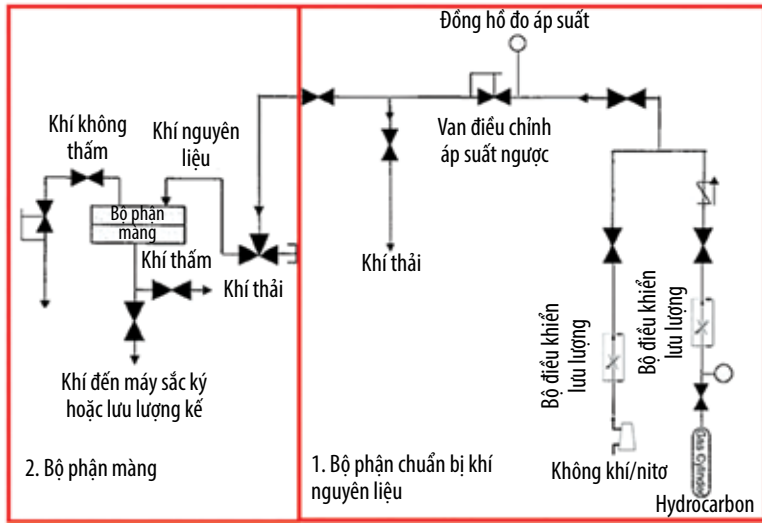
Bộ phận màng được thiết kế để tiếp nhận dòng khí nguyên liệu với áp suất và thành phần đã cài đặt, tạo ra 2 dòng sản phẩm là dòng khí không thấm và dòng khí thấm. Cả 2 dòng khí này đều được đo lưu lượng bằng thiết bị cầm tay và phân tích thành phần bằng máy sắc ký. Từ kết quả đo lưu lượng và thành phần các dòng khí vào ra, nhóm tác

giả xác định được độ thấm và độ chọn lọc của các màng đã chế tạo với khí N₂/LPG.

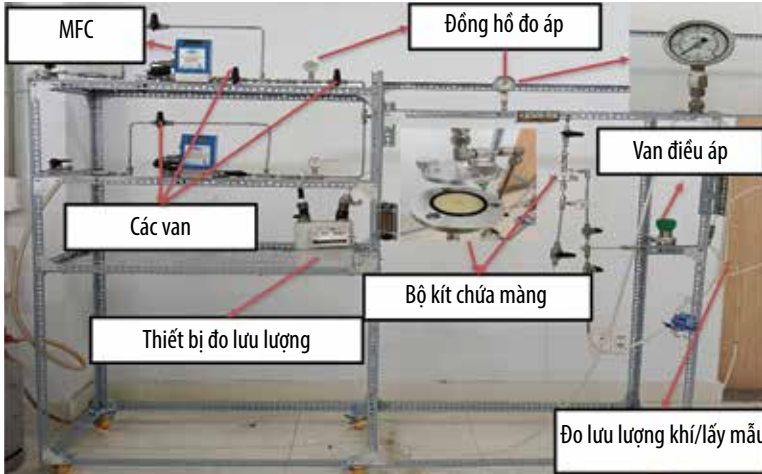
2.3. Đóng gói màng thu hồi hơi xăng dầu thành dạng module dạng xoắn ốc

Sau khi tổng hợp thành công màng thu hồi hơi xăng dầu đạt các yêu cầu về độ thấm, độ chọn lọc, độ bền và tuổi thọ, nhóm tác giả tiến hành nghiên cứu đóng gói thành module để ứng dụng trong hệ thống thu hồi hơi xăng. Module được thiết kế theo dạng xoắn ốc (spiral wound) nhằm tối ưu hóa không gian sử dụng, đạt hiệu suất tách ly cao và tiết kiệm năng lượng. Cấu tạo của module xoắn ốc gồm các thành phần chính: Các lá màng, ống lõi, tấm đệm cho dòng nguyên liệu/dòng thấm (feed spacer/permeate spacer), keo dán các lá màng và spacer, băng keo bảo vệ màng, gioăng và miếng đệm cao su, bộ phận chống xoắn, module chứa màng xoắn ốc. Cấu tạo chi tiết của màng xoắn ốc và sản phẩm màng thu hồi hơi xăng sau khi đóng gói được thể hiện trong Hình 5.

Việc sản xuất màng dạng xoắn ốc là thách thức lớn do chưa có đơn vị nào tại Việt Nam thực hiện. Nhóm tác giả đã tiến hành nghiên cứu toàn diện từ việc phân tích các sản phẩm sẵn có trên thị trường để nghiên cứu kỹ thuật chế tạo ngược, đến việc phát triển và hoàn thiện quy trình sản xuất riêng. Bước đột phá quan trọng là việc chế tạo thiết bị cuốn màng chuyên dụng, tích hợp motor có khả năng: Điều chỉnh được tốc độ cuốn màng, duy trì độ căng phù hợp và đồng đều, lắp ráp chính xác nhiều lá màng phẳng và lớp đệm. Thiết bị này

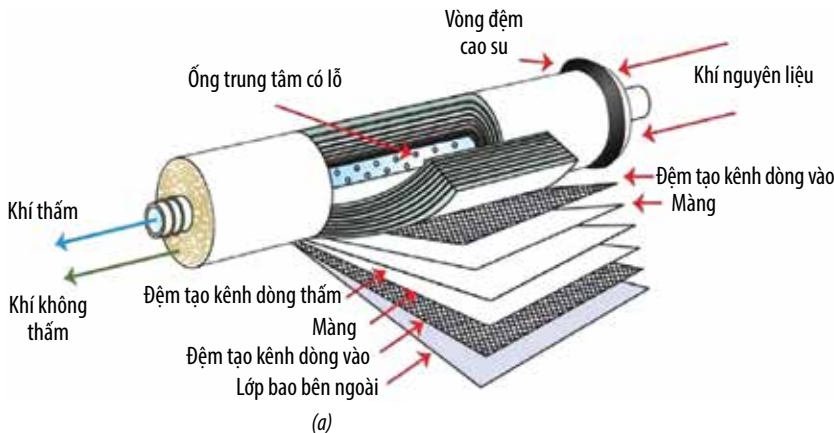


(a)



(b)

Hình 4. Sơ đồ hệ thí nghiệm đánh giá độ thấm và độ chọn lọc đối với các khí đi qua màng theo sơ đồ thiết kế (a) và theo hệ thống thực tế (b).

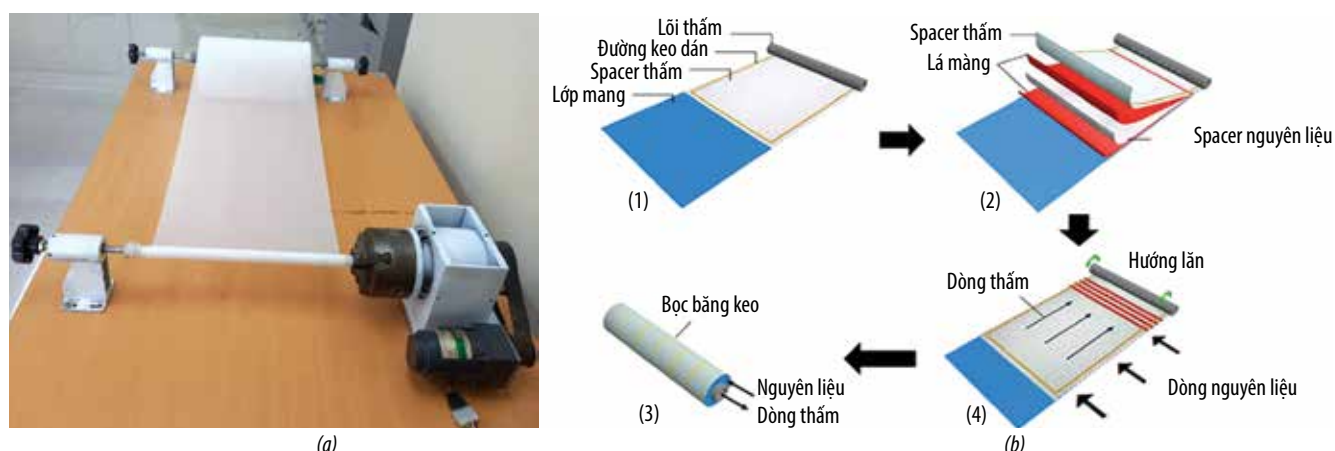


(a)

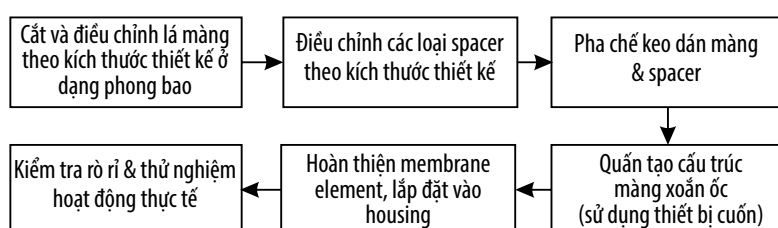


(b)

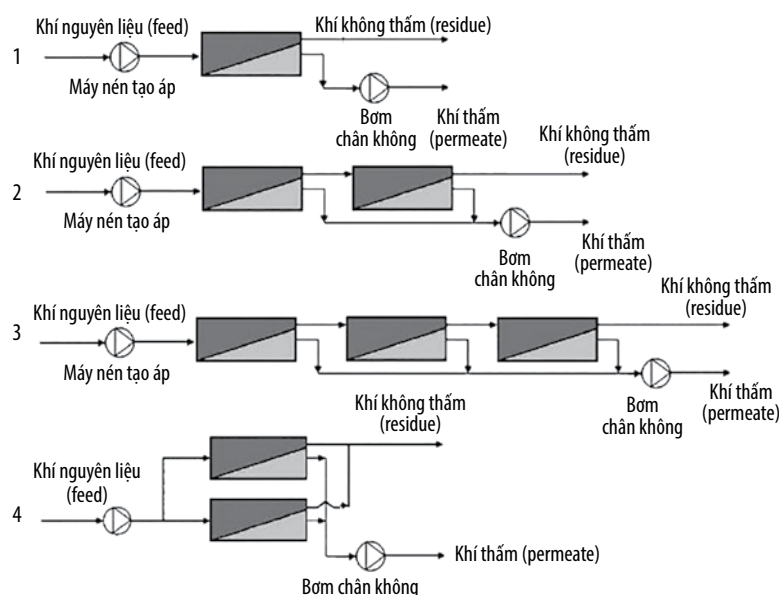
Hình 5. Cấu tạo màng xoắn ốc (a) và các bộ phận phụ kiện cấu thành (b).



Hình 6. Thiết bị cuốn (a) và các bước quấn tạo cấu trúc màng xoắn ốc (b).



Hình 7. Các công đoạn chính trong quy trình đóng gói màng thu hồi hơi xăng dạng module màng xoắn ốc.



Hình 8. Thử nghiệm 4 trường hợp xây dựng sơ đồ đấu nối module màng.

giúp tạo ra cấu trúc xoắn đồng nhất cho phần lõi của module màng, đồng thời cho phép kiểm soát và hoàn thiện chất lượng sản phẩm trong quá trình đóng gói (Hình 6).

Sau khi chế tạo được thiết bị cuốn, quá trình sản xuất module màng xoắn ốc thu hồi hơi xăng được nhóm tác giả thực hiện gồm các công đoạn chính như Hình 7.

Quy trình phát triển module màng bắt đầu với việc chế tạo và đóng gói xoắn ốc theo kích thước chuẩn 1812 (đường kính 1,8 inch và chiều dài 12 inch). Để đáp ứng yêu cầu công suất lớn trong ứng dụng

công nghiệp, nhóm nghiên cứu đã nâng cấp lên kích thước 4021 và 4040 bằng cách mắc nối tiếp 2 cuộn màng 4021. Các module màng sau khi cuộn được lắp ráp vào vỏ màng (housing), chế tạo từ thép không gỉ hoặc nhôm theo tiêu chuẩn. Vỏ màng đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo cấu trúc chắc chắn, kín và bảo vệ các thành phần bên trong module màng xoắn ốc, phù hợp với điều kiện vận hành ở áp suất dưới 5 atm.

Hiệu suất của module màng thu hồi hơi xăng hoàn chỉnh được kiểm tra qua 2 giai đoạn. Trong điều kiện phòng thí nghiệm, sử dụng hệ thí nghiệm đã được mô tả ở Mục 4 để đánh giá khả năng tách hơi xăng từ không khí với các cấu hình khác nhau như module đơn, nối tiếp và song song (Hình 8). Sau đó, module màng được lắp ráp vào hệ thống thu hồi hơi xăng do nhóm tác giả chế tạo và tiến hành thử nghiệm trực tiếp tại cửa hàng xăng dầu của PVOIL.

3. Kết quả và thảo luận

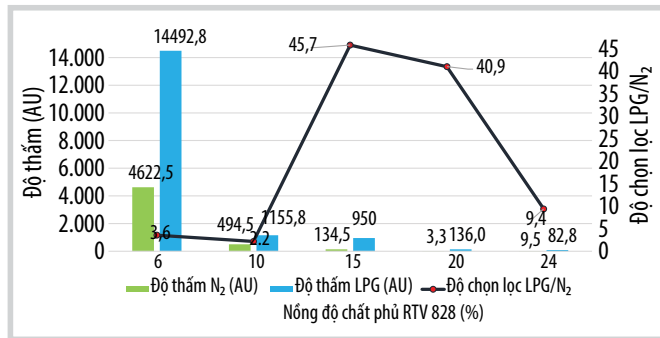
Kết quả thử nghiệm về các thông số nhiệt độ, thời gian khuấy vật liệu phủ và dung môi, nhiệt độ và thời gian sấy sau phủ trong quá trình chế tạo vật liệu màng cho thấy điều kiện tối ưu của quá trình như sau: khuấy chất phủ với dung môi n-hexane trong 15 phút, sau đó trộn thêm chất xúc tác đóng rắn và khuấy thêm 5 phút trước khi phủ lớp chọn lọc ở nhiệt độ môi trường. Tiếp theo, màng được sấy ở nhiệt độ 75°C trong thời gian 5 giờ.

Qua nhiều thử nghiệm với các loại vật

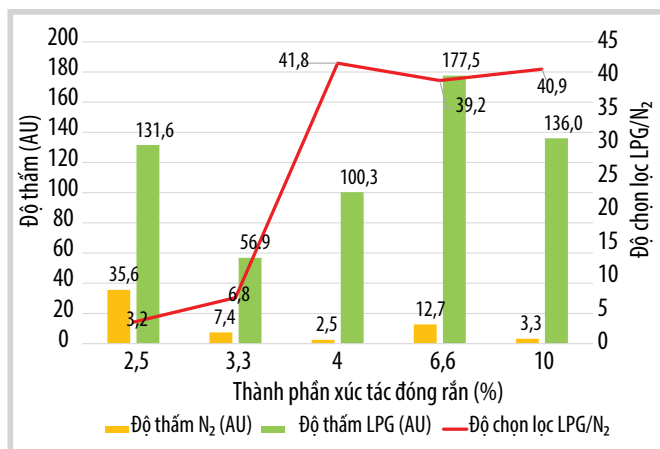
liệu khác nhau, nghiên cứu đã xác định được sự kết hợp tối ưu giữa tấm nền PTFE 0,45 μm và lớp phủ RTV 828, mang lại độ chọn lọc LPG/N₂ và độ thấm LPG cao, đảm bảo độ bền nhiệt và vật lý cũng như hiệu quả về độ chọn lọc và độ thấm.

Đồ thị Hình 9 thể hiện mối quan hệ giữa nồng độ chất phủ RTV 828 với độ thấm và độ chọn lọc của màng cấu tạo từ lớp nền PTFE 0,45 μm (độ thấm tính theo đơn vị AU, với 1 AU = 16,37 GPU; 1 GPU = 10⁻⁶ cm³ (STP)/(cm².s.cmHg)). Nồng độ 6% cho độ thấm cao nhưng độ chọn lọc thấp, trong khi ở nồng độ 10% cả 2 chỉ số đều thấp hơn. Với nồng độ 15% và 20%, cả hai loại màng cho độ chọn lọc LPG/N₂ trên 40, vượt tiêu chuẩn so với màng thương mại (> 20) [5]. Kết quả so sánh và kiểm chứng, nồng độ chất phủ RTV 20% được chọn do độ bền cao, tính ổn định tốt.

Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ xúc tác đóng rắn đến tính năng của màng PTFE 0,45 μm phủ RTV 828 ở nồng độ 20% (Hình 10) cho thấy tỷ lệ xúc tác từ 4 - 10% mang lại độ chọn lọc cao hơn đáng kể so với tỷ lệ 2,5 và 3,3%. Tại tỷ lệ xúc tác 6,7%, độ thấm của màng đối với khí LPG đạt mức cao nhất. Dựa trên kết quả này, nhóm nghiên cứu quyết định phát triển màng với vật liệu nền PTFE 0,45 μm và chất phủ RTV 828 ở nồng độ 20%, kết hợp với tỷ lệ xúc tác đóng rắn 6,7%.



Hình 9. Đồ thị biểu diễn độ thấm và độ chọn lọc của màng từ lớp nền PTFE 0,45 μm vào nồng độ RTV 828.



Hình 10. Đồ thị biểu diễn độ thấm và độ chọn lọc của màng PTFE 0,45 μm vào tỷ lệ xúc tác đóng rắn của RTV 828 (20%).

Kết quả phân tích bề mặt thông qua ảnh SEM (Hình 11) của mẫu màng PTFE 0,45 μm được phủ RTV 828 nồng độ 20% cho thấy bề mặt màng mịn và đồng đều, không xuất hiện khuyết tật hay bọt khí. Lớp phủ chọn lọc đồng đều và phủ kín hoàn toàn bề mặt chất nền, chứng minh tính đồng nhất và chất lượng cao của màng sau quá trình phủ.

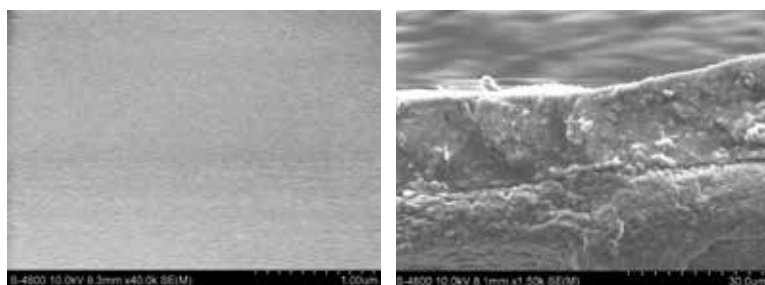
Màng kích thước lớn sau khi chế tạo được đóng gói thành module xoắn ốc với kích thước chuẩn 4021 (đường kính 101,6 mm, chiều dài 533,4 mm). Nhóm nghiên cứu đã thử nghiệm hiệu quả tách hydrocarbon bằng hệ thống 2 module mắc nối tiếp theo cấu hình được mô tả trong Hình 8, sử dụng hỗn hợp khí nguyên liệu N₂ + LPG. Kết quả thử nghiệm (Bảng 1) cho thấy khả năng tách hydrocarbon C₃-C₄ đạt 95,5%, vượt hơn 90% mục tiêu ban đầu đề ra.

Hệ thống thu hồi hơi xăng đã chứng minh hiệu quả cao thông qua thử nghiệm lắp đặt module màng nối tiếp để thu hồi hơi xăng trực tiếp từ bể ngưng. Trong điều kiện vận hành bình thường, nồng độ hơi xăng trong dòng khí phát thải từ van thở duy trì ở mức dưới 4 g/Nm³. Ngay cả trong điều kiện khắc nghiệt khi nạp xăng từ xitec vào bồn, thời điểm thành phần hơi xăng trong không khí tăng đột biến lên 400 - 500 g/Nm³ và nồng độ hydrocarbon trong khí thải tăng lên 35 g/Nm³, hệ thống vẫn hoạt động hiệu quả duy trì hiệu suất thu hồi trên 90% tổng lượng hơi xăng phát sinh.

Kết quả nghiên cứu và thử nghiệm cho thấy tiềm năng ứng dụng rộng rãi của công nghệ màng phủ lớp chọn lọc trên chất nền tại Việt Nam, đặc biệt là trong ngành dầu khí. Công nghệ này có nhiều ưu điểm như hiệu suất thu hồi cao, kích thước nhỏ gọn, dễ dàng lắp đặt và vận hành, chi phí đầu tư thấp. Trong lĩnh vực dầu khí, vật liệu màng này có thể được ứng dụng để thu hồi hơi xăng dầu từ khí thải của các nhà máy lọc hóa dầu và từ các kho chứa xăng dầu. Ngoài ra, có thể mở rộng sang các ứng dụng khác như: thu hồi hơi dung môi, các hợp chất hữu cơ và phát triển màng thu hồi NGL (C₃₊) trong các nhà máy xử lý khí, góp phần bảo vệ môi trường và phát triển bền vững.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã được thực hiện thành công từ công nghệ chế tạo vật liệu màng thu hồi hơi xăng đến quy trình đóng gói màng dạng xoắn ốc ứng dụng trong lĩnh vực công nghiệp. Bằng phương pháp phủ lớp chọn lọc lên lớp chất nền, nhóm tác giả đã chế tạo được loại



Hình 11. Hình chụp SEM bề mặt và mặt cắt ngang màng PTFE 0,45 μm được phủ RTV 828 nồng độ 20%.

Bảng 1. Kết quả thử nghiệm về khả năng tách hydrocarbon đối với dòng không thấm qua màng (hệ mắc nối tiếp 2 module màng chuẩn 4021)

Khí hydrocarbon	Thành phần hydrocarbon trong dòng thấm qua màng	Thành phần hydrocarbon trong dòng không thấm qua màng	Thành phần hydrocarbon trong khí nguyên liệu
Propane	8,32	0,47	6,50
iso-butane	3,72	0,18	2,92
n-butane	3,52	0,11	2,72
Tổng thành phần hydrocarbon (%)	19,12	0,87	15,00

màng có độ chọn lọc và độ thấm cao, với ưu điểm quy trình đơn giản, dễ thực hiện và có thể sản xuất màng kích thước lớn.

Đặc biệt, màng được chế tạo từ tấm nền PTFE 0,45 μm và lớp phủ RTV 828 không chỉ thể hiện khả năng tách lọc hơi xăng cao, độ bền tốt mà còn cạnh tranh được với các loại màng thương mại hiện nay về độ chọn lọc [5]. Kết quả thử nghiệm lắp đặt module màng vào hệ thống thu hồi hơi xăng đã chứng minh hiệu quả cao trong việc giảm thiểu lượng hơi xăng phát thải ra môi trường.

Tài liệu tham khảo

[1] Enrico Drioli and Lidietta Giorno, *Comprehensive membrane science and engineering*, page 117, 2010.

[2] Richard W. Baker, “Membranes for vapor/gas separation”. [Online]. Available: https://www.mtrinc.com/wp-content/uploads/2018/09/MT01-Fane-Memb-for-VaporGas_Sep-2006-Book-Ch.pdf.

[3] W.J. Ward III, W.R. Browall, and R.M. Salemme, “Ultrathin silicone rubber membranes for gas separations”, *Journal of Membrana Science*, Volume 1, pp. 99 - 108, 1976. DOI: 10.1016/S0376-7388(00)82259-0.

[4] R.L. Riley, H.K. Lonsdale, and C.R. Lyons, “Composite membranes for seawater desalination by reverse osmosis”, *Journal of Applied Polymer Science*, Volume 15, Issue 5, pp. 1267 - 1276, 1971. DOI: 10.1002/app.1971.070150520.

[5] Jin Huang, Bingquan Zhang, Weiqiu Huang, Zhiping Zhu, Feng Tao, Quanzhan Wang, Zhaohui Huang, Jianjun Zhu, Xiaoxin Zhang, and Lin Zhang, “Research on the general technical standards of the gasoline vapor recovery unit set”, *4th International Conference on Advances in Energy and Environment Research (ICAER 2019)*. DOI:10.1051/e3sconf/201911802017.

RESEARCH ON THE FABRICATION AND APPLICATION OF SELECTIVE MEMBRANES IN GASOLINE VAPOR RECOVERY

Duong Chi Trung, Nguyen Thi Binh, Phan Minh Quoc Binh, Do Ngoc Vinh,
Petrovietnam University (PVU)
Email: trungdc@pvu.edu.vn

Summary

This paper presents the results of a study devoted to developing a selective membrane for separating hydrocarbons from mixtures with air. The approach involves applying a selective coating onto a substrate and packaging it in a spiral wound configuration for use in a gasoline vapor recovery system at fuel stations.

The membrane is fabricated using a 0.45 μm PTFE substrate with an RTV 828 coating, offering high selectivity and permeability, a straightforward process, low cost, and scalability. Testing in a gasoline vapor recovery system demonstrated a recovery efficiency of over 90%, highlighting its potential for industrial applications and environmental protection.

Key words: Gasoline vapor recovery, membrane, selective coating method.