NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG N-BUTANOL ĐỂ TÁI SINH DẦU NHỜN THẢI CỦA ĐỘNG CƠ XE MÁY

STUDY ON USING N-BUTANOL FOR RECYCLING OF WASTE SCOOTER LUBRICANT

Nguyễn Thị Diệu Hằng

Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng; ntdhang@dut.udn.vn

Tóm tắt - Nghiên cứu này sử dụng rượu n-butanol để tái sinh dầu nhờn thải của động cơ xe máy bằng phương pháp trích ly. Tác nhân keo tụ Mono ethanol amine cũng được sử dụng để tăng khả năng tách cặn. Một số điều kiện trích ly được khảo sát là nhiệt độ, lượng dung môi và thời gian ly tâm. Các thông số để đánh giá các điều kiện này là hiệu suất thu hồi dầu và hàm lượng tro của dầu. Điều kiện tái sinh phù hợp nhất được xác định là nhiệt độ = 30^{o}C, tỷ lệ khối lượng n-butanol/ dầu thải = 5/1 và thời gian ly tâm = 30 phút. Hiệu suất thu hồi dầu đạt 82,3%. Hàm lượng tro trong dầu thải là 0,73%, giảm xuống còn 0,09% trong dầu tái sinh. Kiểm tra đặc tính hydrocarbon bằng phổ hồng ngoại FT-IR cho thấy, dầu tái sinh thể hiện tính hydrocarbon no, mạch dài, không thấy sự xuất hiện các peak của hydrocarbon thơm hoặc hydrocarbon không no, phù hợp để sử dụng làm dầu gốc để phối trộn dầu bôi trơn.

Từ khóa - Dầu nhờn thải; n-butanol; mono ethanol amine; FT-IR; hàm lượng tro.

Abstract - In this research, n-butanol is used to recycle waste scooter lubricant by the extraction method. Monoethanolamine (MEA) is used as a flocculating agent that removes the contaminants from waste oil. The effect of temperature, solvent/ waste oil mass ratio and time of centrifugation on the recycling yield and the ash content are investigated. Optimization conditions of the extraction are obtained by experiments: temperature = 30^{o}C, solvent/ waste oil mass ratio = 5/1 and time of centrifugation = 30 min. The recycling yield is 82,3%. The ash content of waste oil is 0,73% that has been decreased to 0,09% in recycled oil. The hydrocarbon characterization by FT-IR spectroscopic analysis illustrates that, recycled oil is identified by aliphatic hydrocarbons, no containing aromatics and insaturate hydrocarbons, and can be used as lubricating base oil.

Key words - Waste lubricant; n-butanol; monoethanolamine; FT-IR; ash content.

1. Đặt vấn đề

Dầu nhờn thải là sản phẩm phế thải của dầu bôi trơn sau quá trình sử dụng trong xe cộ và máy móc. Với mức độ sử dụng phương tiện cơ giới cá nhân như hiện nay, lượng dầu nhờn thải là rất lớn. Việc thay dầu là do sự phân hủy các thành phần của dầu nhờn, chủ yếu là các phụ gia và sự ô nhiễm từ bụi bẩn, nước, muối, kim loại, các sản phẩm cháy chưa hết của nhiên liệu... Sau khi bị thải ra, dầu nhờn đã qua sử dụng nếu loại bỏ sẽ ảnh hưởng rất lớn đến môi trường, gây ô nhiễm môi trường nước và môi trường đất và gây ô nhiễm không khí khi bị cháy [1]. Do đó, để ngăn ngừa ô nhiễm môi trường và tiết kiệm các nguồn dầu khí, dầu nhờn thải cần được tái sinh.

Một số quy trình công nghệ đã được sử dụng để tái chế dầu nhờn thải. Công nghệ phổ biến nhất là quy trình kết hợp đất sét và acid, nhưng quy trình này đã bị hạn chế ở nhiều nước trên thế giới vì bùn axit là nguồn ô nhiễm gây ra các vấn đề môi trường nghiêm trọng. Một vài kết quả đã chỉ ra rằng, có khi xử lý 1000 tấn dầu thải thì tạo ra khoảng 200 tấn sản phẩm phụ có hại cho môi trường [2]. Trong quy trình xử lý bằng đất sét không acid, dầu thải được xử lý trước bằng cách chưng cất ở áp suất khí quyển để loại bỏ nước và hydrocacbon nhẹ sau đó chưng cất chân không và xử lý dưới tác dụng của hydro. Tuy nhiên, quá trình này không đem lại hiệu quả cao trong việc loại bỏ các chất gây ô nhiễm và dầu thu hồi chất lượng thấp thu được với mùi khó chịu và độ ổn định kém. Đồng thời chi phí cho các phương pháp xử lý này khá cao [3].

Vì vậy, sự nỗ lực cải thiện các công nghệ tái sinh dầu thải là rất cần thiết. Việc sử dụng một dung môi hữu cơ hoặc một hỗn hợp dung môi hữu cơ để trích ly dầu gốc từ dầu thải là một phương pháp khả thi và thân thiện với môi trường với nhiều ưu điểm như: Không làm tăng chất thải rắn, không tạo mùi khó chịu, dung môi hữu cơ dễ dàng tái sinh và nếu phương pháp này được triển khai ở quy mô lớn thì thiết bị không đòi hỏi vật liệu chống ăn mòn đắt tiền [4-9].

Phương pháp trích ly áp dụng trong tái sinh dầu nhờn thải được thực hiện bằng cách lựa chọn dung môi hòa tan một cách chọn lọc. Dung môi trích ly được chọn phải thỏa mãn hai điều kiện là hòa tan một cách chọn lọc dầu gốc và không hòa tan các hạt tạp chất không mong muốn. Các dung môi có khối lượng phân tử lớn thường dễ hòa tan các tạp chất, mặc dù cho hiệu suất thu hồi cao nhưng chất lượng dầu thấp. Do đó, trên thực tế, các dung môi có khối lượng phân tử nhỏ của keton hay alcohol được lựa chọn phổ biến hơn, thường chứa ba hoặc bốn nguyên tử cacbon trong phân tử, để ức chế sự hòa tan của các hạt tạp chất [10].

Nghiên cứu này sử dụng rượu n-butanol làm dung môi trích ly dầu gốc của dầu nhờn thải, đồng thời khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ, tỷ lệ n-butanol và thời gian ly tâm đến hiệu suất thu hồi và hàm lượng tro của dầu tái sinh. Độ nhớt và chỉ số độ nhớt của dầu tái sinh cũng được kiểm tra.

2. Thực nghiệm

2.1. Hóa chất và nguyên liệu

Nghiên cứu này sử dụng dầu nhờn bôi trơn cho động cơ của hãng Caltex (Havoline, 20W-50) đã sử dụng trên động cơ xe máy Jupiter sau khoảng 2000 km đường chạy (gọi tắt là dầu thải). Một vài tính chất của dầu tái sinh sẽ được đánh giá và so sánh với dầu Havoline 20W-50 mới (gọi tắt là dầu mới).

Các hóa chất chính được sử dụng trong nghiên cứu gồm có n-Butanol độ tinh khiết 99,5% của hãng Xilong và Mono ethanol amine (MEA) có độ tinh khiết 99,5% của hãng Xilong. Các hóa chất này được sử dụng trực tiếp, không qua giai đoạn tiền xử lý.

2.2. Quy trình tái sinh

Từ thực nghiệm của Xing Yang và cộng sự [10], quy

trình tái sinh dầu nhờn thải được xây dựng và thực hiện qua các bước sau:

Bước 1: Tách nước. Trong quá trình sử dụng, dầu thải bị lẫn nước. Nước trong dầu sẽ tạo nhũ tương và làm loãng nồng độ của n-butanol. Do đó, cần tiến hành công đoạn khử nước trước tiên. Dầu nhờn thải được gia nhiệt đến 110°C÷120°C trong 1h. Trong giai đoạn này, không chỉ có sự bay hơi của nước mà cùng với đó là các hydrocacbon nhẹ cũng bay hơi. Sau đó, để dầu thải hạ nhiệt đến nhiệt độ trích ly.

Bước 2: Chuẩn bị dung môi trích ly. Vì dầu thải là một dung dịch keo gồm dầu gốc, các phụ gia và các cặn bẩn. Các chất bẩn lơ lửng trong dầu chính là những hạt keo. Trong nghiên cứu này sử dụng MEA để phá vỡ hệ keo, các hạt keo nhỏ kết tụ lại với nhau thành hạt keo lớn, có trọng lực đủ lớn để lắng xuống đáy, thuận lợi cho quá trình trích ly. Dung dịch trích ly được chuẩn bị bằng cách hòa tan MEA vào n-butanol theo tỷ lệ MEA/n-butanol = 2g/1kg. Do lượng MEA sử dụng rất nhỏ nên cần sử dụng micro-pipet để lấy lượng MEA chính xác.

Bước 3: Trích ly bằng n-butanol. Dầu thải được khuấy ở tốc độ 400 vòng/phút và nâng lên nhiệt độ khảo sát. Sự trích ly dầu được thực hiện ở các nhiệt độ: 30°C, 50°C, 60°C. Khi nhiệt độ dầu thải ổn định, cho từ từ dung dịch n-butanol và MEA đã chuẩn bị sẵn vào và tiếp tục khuấy trong thời gian 20 phút. Điều này làm tăng khả năng tiếp xúc giữa dầu gốc và n-butanol, giúp hòa tan dầu gốc vào n-butanol tốt hơn. Lượng n-butanol sử dụng sẽ được khảo sát để đảm bảo hiệu suất thu hồi và chất lượng dầu, cũng như yếu tố chi phí.

Bước 4: Ly tâm. Việc ly tâm để giảm thời gian chờ lắng của các hạt keo tụ, thúc đẩy quá trình tách lớp của các chất bẩn bị keo tụ ra khỏi dầu. Hỗn hợp dầu thải, n-butanol và MEA sau khi trích ly được ly tâm ở tốc độ 600 vòng/phút trong các khoảng thời gian nhất định. Quan sát thấy các hạt cặn mịn được sa lắng rõ ràng.

Bước 5: Chưng cất n-butanol. Hỗn hợp sau khi ly tâm, tách lấy phần dầu gốc và n-butanol, sau đó cho vào hệ chưng cất chân không, duy trì nhiệt độ của hỗn hợp là từ 80°C-90°C. Khi lượng n-butanol được tách ra hoàn toàn khỏi dầu gốc, thu hồi được dung môi n-butanol và dầu gốc.

2.3. Đánh giá hiệu suất và chất lượng dầu gốc

2.3.1. Xác định hiệu suất thu hồi dầu gốc

Hiệu suất thu hồi dầu gốc H% được xác định theo công thức sau:

$$H\% = \frac{m_2}{m_1} \times 100$$

Trong đó, m_1 là khối lượng của dầu thải (g), m_2 là khối lượng của dầu tái sinh (g).

2.3.2. Kiểm tra đặc tính hydrocarbon của dầu bằng phổ hồng ngoại biến đổi Fourrier (FT-IR)

Trong quá trình bôi trơn cho động cơ, dầu nhờn có thể bị oxy hóa bởi không khí, bởi khí thải NO_x trong buồng đốt hoặc bị phân hủy bởi nhiệt độ cao, có thể tạo ra những hydrocarbon không có lợi cho sự bôi trơn. Do đó, việc kiểm tra đặc tính hydrocarbon của dầu tái sinh là cần thiết, đảm bảo dầu tái sinh thu được không chứa các hydrocarbon bất lợi cho quá trình bôi trơn.

Phổ hồng ngoại FT-IR được đo trên thiết bị Nicolet iS10 - Thermo Scientific (Mỹ) với kỹ thuật đo truyền qua, trong phạm vi số sóng từ 4000÷400cm^{-1}.

2.3.3. Xác định hàm lượng tro

Hàm lượng tro của dầu được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D482, là phần thu được sau khi mẫu dầu bị đốt cháy hoàn toàn trong điều kiện có oxy và được nung đến khối lượng không đổi.

Thông qua hàm lượng tro để đánh giá mức độ nhiễm bẩn các tạp chất cơ học của dầu nhờn. Hàm lượng tro giúp đánh giá được hiệu quả loại bỏ các tạp chất cơ học của quá trình tái sinh.

Công thức tính hàm lượng tro:

$$Tro\% = \frac{m_t}{m_d} \times 100$$

Trong đó, m_t là khối lượng tro thu được sau khi đốt dầu (g), m_d là khối lượng của dầu (g).

2.3.4. Xác định độ nhớt

Độ nhớt động học ở 40°C và 100°C của các mẫu dầu nhờn được đo theo tiêu chuẩn ASTM D445.

Thiết bị xác định độ nhớt động học là máy K23700 Model KV3000 của hãng Koehler (Đức). Độ nhớt động học ở 40°C được đo bằng nhớt kế xuôi chiều loại 1817 có hệ số nhớt kế là 0,03487 (mm^2/s^2). Độ nhớt động học ở 100°C được đo bằng nhớt kế xuôi chiều loại 1851 có hệ số nhớt kế là 0,2513 (mm^2/s^2).

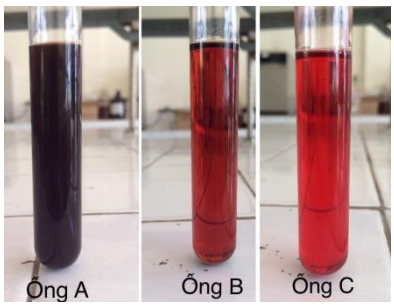
2.3.5. Xác định chỉ số độ nhớt

Chỉ số độ nhớt (Viscosity Index, VI) đặc trưng cho sự thay đổi của độ nhớt theo nhiệt độ. VI càng lớn thì chất lượng dầu nhờn càng tốt, dầu ít bị thay đổi độ nhớt theo nhiệt độ, khoảng nhiệt độ làm việc của dầu càng rộng và ngược lại. Chỉ số độ nhớt của các loại dầu được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D2270.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đánh giá cảm quan dầu tái sinh

Dầu tái sinh được so sánh với dầu mới và dầu thải trên Hình 1.

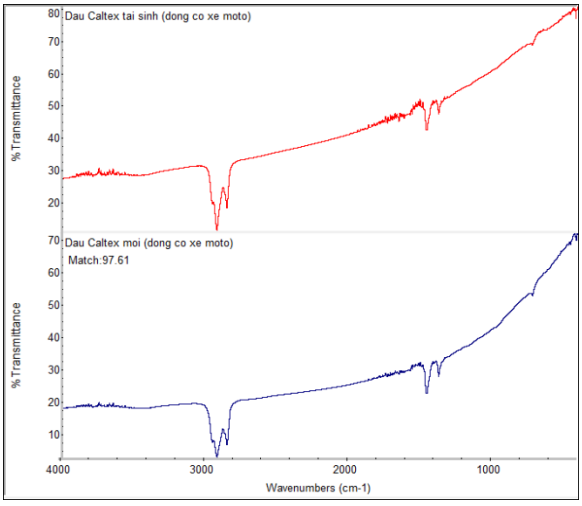


Hình 1. *Các mẫu dầu nhờn thải (ống A), dầu tái sinh (ống B) và dầu nhờn mới (ống C)*

Nhận thấy, màu sắc của dầu tái sinh sau quá trình xử lý được cải thiện đáng kể. Mặc dù không sáng bằng dầu mới, nhưng dầu tái sinh sáng và trong suốt hơn rất nhiều so với dầu thải.

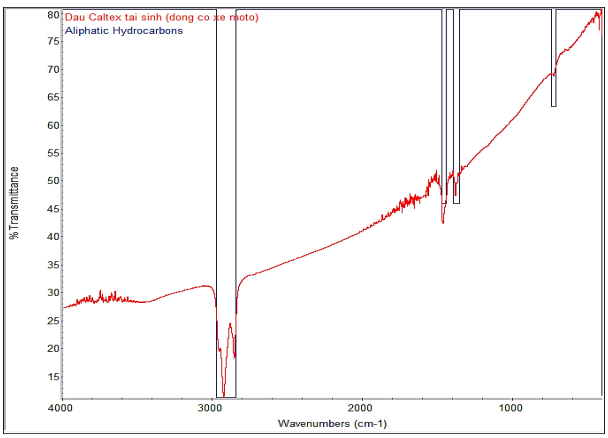
3.2. Kiểm tra đặc tính hydrocarbon của dầu bằng phổ FI-IR

Kết quả ghi phổ hồng ngoại của dầu mới và dầu tái sinh được so sánh trên Hình 2. Kết quả xử lý bằng phần mềm OMNIC 6.2 cho thấy, hầu như không có sự khác biệt về vị trí peak, mức độ trùng khớp cao của dầu tái sinh so với dầu mới là 97,61 % (Match 97.61). Phổ đồ của dầu tái sinh hầu như không xuất hiện các peak lạ.



Hình 2. *So sánh phổ hồng ngoại FT-IR của dầu bôi trơn mới và dầu tái sinh*

Sử dụng công cụ phân tích peak của phần mềm OMNIC 6.2 cho kết quả trên Hình 3. Dầu tái sinh thể hiện tính hydrocarbon no, mạch dài, không thấy sự xuất hiện các peak của hydrocarbon thơm hoặc hydrocarbon không no. Trong đó, dải số sóng từ 3000÷2800 cm^{-1} đặc trưng cho dao động hóa trị của liên kết C-H; từ 1500÷1300 cm^{-1} đặc trưng cho dao động biến dạng trong mặt phẳng của liên kết C-H và từ 800÷700 cm^{-1} đặc trưng cho dao động biến dạng ngoài mặt phẳng của liên kết C-H.



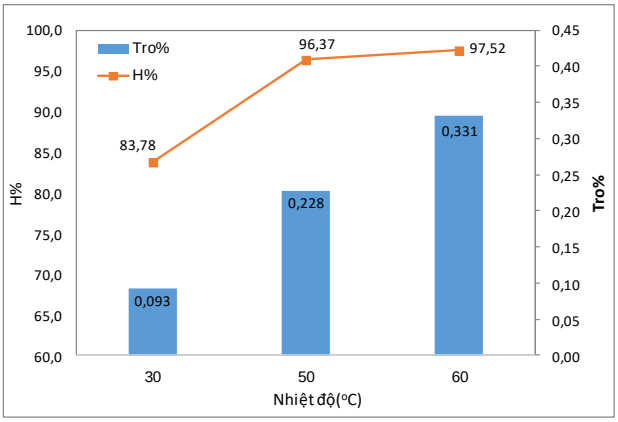
Hình 3. *Phân tích đặc tính hydrocarbon của dầu tái sinh bằng phần mềm OMNIC 6.2*

Kết quả kiểm tra bằng phổ FT-IR trên Hình 2 và 3 cho thấy, đặc tính hydrocarbon của dầu tái sinh gần như không bị biến đổi trong quá trình sử dụng cũng như trong quá trình tái sinh, phù hợp để nghiên cứu tái sử dụng.

3.3. Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ trích ly

Các giá trị nhiệt độ trích ly được khảo sát là 30°C, 50°C, 60°C. Các điều kiện trích ly khác được cố định là tỷ lệ khối lượng n-butanol/dầu thải = 5/1, tỷ lệ MEA/n-butanol = 2g/1kg, thời gian ly tâm là 20 phút.

Đồ thị Hình 4 thể hiện kết quả về hiệu suất thu dầu đồng thời với kết quả hàm lượng tro tương ứng với mỗi trường hợp thay đổi nhiệt độ. Nhận thấy rằng, khi nhiệt độ tăng cao, lượng dầu tái sinh thu được cao. Điều này là do khi ở nhiệt độ cao, độ nhớt của dầu giảm, làm tăng khả năng hòa tan giữa dầu gốc và dung môi n-butanol. Tuy nhiên, khi nhiệt độ trích ly tăng thì hàm lượng tro cũng tăng lên. Điều này có thể giải thích là do khi nhiệt độ tăng cao, các cặn bẩn, tức là các hạt keo, chuyển động hỗn loạn không ngừng. Do đó, liên kết giữa các hạt keo với tác nhân keo tụ MEA trở nên không bền, khó tách ra khỏi dầu. Dầu thu được có hiệu suất tăng cao nhưng kèm theo đó là tăng hàm lượng tro.



Hình 4. *Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ trích ly đến hiệu suất thu hồi dầu và hàm lượng tro của dầu*

So sánh với kết quả nghiên cứu của Xin và cộng sự [10], nhiệt độ trích ly thích hợp được chọn là 30°C, mặc dù hiệu suất thu hồi dầu chỉ đạt xấp xỉ 83% nhưng hàm lượng tro của dầu là nhỏ nhất.

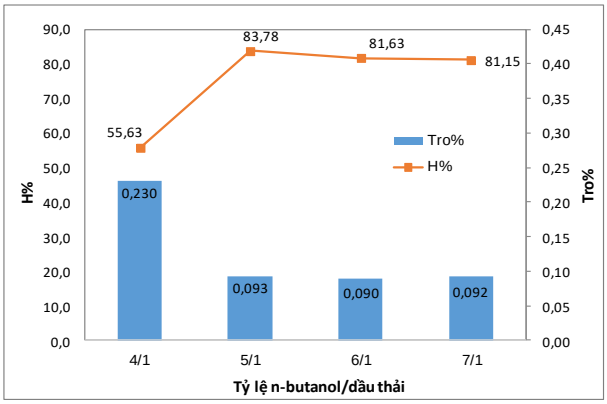
3.4. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ dung môi n-butanol

Ảnh hưởng của lượng dung môi được khảo sát ở các tỷ lệ khối lượng n-butanol/dầu thải là 4/1, 5/1, 6/1 và 7/1. Các điều kiện trích ly khác được cố định là nhiệt độ 30°C, tỷ lệ MEA/n-butanol = 2g/1kg, thời gian ly tâm là 20 phút.

Đồ thị Hình 5 trình bày kết quả về hiệu suất thu dầu kèm với kết quả hàm lượng tro tương ứng khi tăng lượng dung môi sử dụng. Ở tỷ lệ thấp của n-butanol/dầu thải = 4/1, hiệu suất thu hồi dầu chỉ đạt 55,63% kèm theo đó là chất lượng dầu không tốt, chứa hàm lượng tro cao đến 0,23%. Điều này được lý giải là do khi hàm lượng n-butanol thấp thì lượng dầu được hòa tan cũng giảm theo. Bên cạnh đó, hàm lượng n-butanol thấp đồng nghĩa với lượng tác nhân keo tụ MEA sử dụng giảm, khả năng phá vỡ hệ keo giảm. Mẫu sau khi ly tâm chứa lượng bùn nhiều.

Khi tăng hàm lượng dung môi ở các tỷ lệ n-butanol/dầu thải = 5/1, 6/1 và 7/1 thì hiệu suất thu hồi dầu tăng trong phạm vi 81÷83% và hàm lượng tro của các mẫu dầu xấp xỉ 0,09%. Điều này cho thấy, việc dùng quá nhiều dung môi cũng không cải thiện nhiều hiệu suất thu hồi dầu cũng như giảm hàm lượng tro trong dầu. Ngoài ra còn tăng chi phí chưng tách dung môi.

Do đó, tỷ lệ khối lượng n-butanol/dầu thải = 5/1 là thích hợp để trích ly dầu và loại bỏ cặn có trong dầu thải.

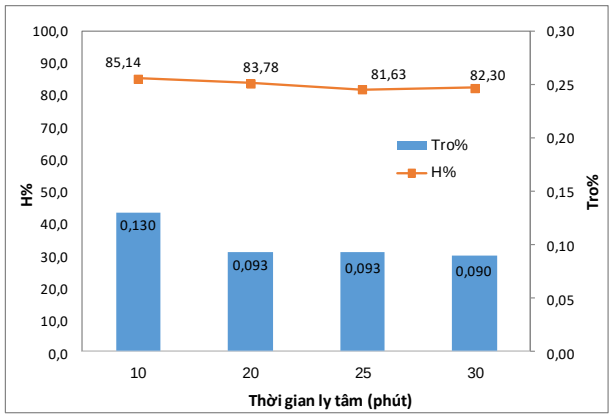


Hình 5. *Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ dung môi n-butanol đến hiệu suất thu hồi dầu và hàm lượng tro của dầu*

3.5. Khảo sát thời gian ly tâm

Mặc dù, quá trình trích ly đã sử dụng tác nhân keo tụ MEA để tăng cường sự sa lắng của các hạt cặn bẩn, tuy nhiên thời gian để lắng tự nhiên kéo dài nhiều giờ. Do đó, việc ly tâm là cần thiết để tách cặn. Các khoảng thời gian ly tâm được khảo sát là 10 phút, 20 phút, 25 phút và 30 phút. Tốc độ ly tâm không đổi là 600 vòng/phút. Các điều kiện trích ly khác được cố định là nhiệt độ 30ºC, tỷ lệ khối lượng n-butanol/dầu thải = 5/1, tỷ lệ MEA/n-butanol = 2g/1kg.

Kết quả thể hiện trên Hình 6 cho thấy, nếu chỉ ly tâm trong 10 phút thì lượng tro của dầu khá cao vì không đủ thời gian lắng tách. Khi tăng thời gian ly tâm lên 20 phút thì hàm lượng tro giảm khá rõ nét. Tuy nhiên, khi tăng thời gian lên 25 phút và 30 phút thì hiệu suất thu hồi dầu cũng như hàm lượng tro của dầu tái sinh không thay đổi nhiều. Và để đảm bảo sự chắc chắn cho độ sạch của dầu, thời gian ly tâm được chọn là 30 phút.



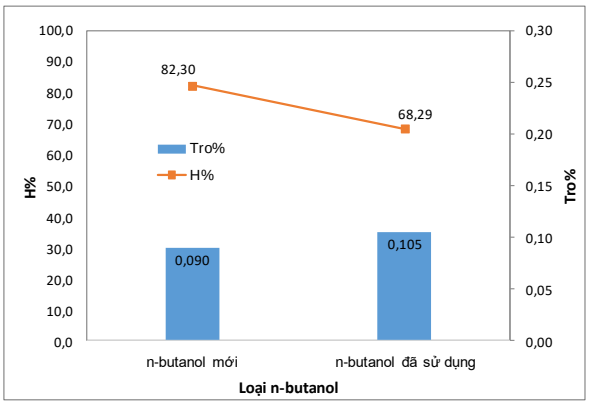
Hình 6. *Khảo sát ảnh hưởng của thời gian ly tâm đến hiệu suất thu hồi dầu và hàm lượng tro của dầu*

3.6. Đánh giá khả năng tái sử dụng dung môi n-butanol

Lượng n-butanol sử dụng để trích ly dầu gốc là khá lớn. Việc thải bỏ n-butanol sau khi chưng cất không những lãng phí mà còn ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường. Do đó việc tái sử dụng n-butanol là rất cần thiết.

Điều kiện trích ly bằng n-butanol đã sử dụng được thực hiện tương tự như n-butanol mới. Tỷ lệ khối lượng n-butanol/dầu thải là 5/1, nhiệt độ 30ºC, tỷ lệ MEA/n-butanol = 2g/1kg, thời gian ly tâm là 30 phút.

Kết quả trên Hình 7 cho thấy, khi dùng n-butanol cũ thì hiệu suất thu hồi thấp hơn 14% so với khi dùng n-butanol mới, tuy nhiên về hàm lượng tro của dầu thì không chênh lệch nhau nhiều. Nguyên nhân hiệu suất thu hồi dầu thấp có thể là do trong n-butanol cũ có chứa một số tạp chất, ảnh hưởng đến khả năng hòa tan dầu gốc. Kết quả này chỉ là một sự khảo sát thăm dò về khả năng tái sử dụng dung môi n-butanol. Để có thể sử dụng hiệu quả n-butanol cũ, cần nghiên cứu kỹ hơn để làm sạch n-butanol cũng như thay đổi điều kiện trích ly.



Hình 7. *So sánh ảnh hưởng của dung môi mới và dung môi đã sử dụng đến hiệu suất thu hồi dầu và hàm lượng tro của dầu*

3.7. So sánh một số tính chất cơ bản của dầu tái sinh với dầu mới và dầu thải

Ngoài hàm lượng tro, dầu tái sinh còn được kiểm tra bằng một số tính chất cơ bản khác của dầu bôi trơn như độ nhớt, chỉ số độ nhớt và được so sánh với dầu thải và dầu mới cùng loại. Kết quả thể hiện trên Bảng 1.

Bảng 1. *So sánh một số tính chất cơ bản của các mẫu dầu*

Tính chất	Tiêu chuẩn đo	Dầu thải	Dầu tái sinh	Dầu mới
Độ nhớt động học ở 40ºC (cSt)	ASTM D445	112,53	81,56	150,50
Độ nhớt động học ở 100ºC (cSt)	ASTM D445	13,86	11,09	19,84
Chỉ số độ nhớt	ASTM D2770	123	124	152
Hàm lượng tro (% khối lượng)	ASTM D482	0,73	0,09	0,57

Nhận thấy dầu tái sinh có hàm lượng tro được cải thiện đáng kể so với dầu thải, giảm 8 lần. Dầu mới có hàm lượng tro cao vì chứa nhiều phụ gia cơ kim. Độ nhớt của dầu tái sinh nhỏ hơn dầu thải vì đã tách lượng lớn cặn. Tuy nhiên, so với dầu mới thì độ nhớt dầu tái sinh giảm tương đối lớn. Bởi vì, qua quá trình sử dụng bôi trơn cho động cơ, một số phụ gia có độ nhớt lớn của dầu đã bị phân hủy. Chỉ số độ nhớt của dầu tái sinh mặc dầu thấp hơn dầu mới, nhưng vẫn đạt giá trị cao và trên 120, phù hợp để làm dầu gốc phối trộn cho dầu bôi trơn động cơ, theo phân loại dầu gốc của Viện dầu khí Mỹ API (American Petroleum Institute) [11].

4. Kết luận

Từ những kết quả thực nghiệm về việc khảo sát các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình tái sinh dầu nhờn thải là nhiệt độ trích ly, lượng dung môi và thời gian ly tâm, nghiên cứu đã xác định các điều kiện tái sinh phù hợp ở phòng thí nghiệm.

Đó là tỷ lệ khối lượng n-butanol/dầu thải là 5/1, nhiệt độ 30^{o}C, tỷ lệ MEA/n-butanol = 2g/1kg, thời gian ly tâm là 30 phút ở tốc độ 600 vòng/phút.Với các kết quả thu được trong nghiên cứu này, cho phép khẳng định có thể sử dụng n-butanol để thu hồi dầu gốc trong dầu nhờn thải của động cơ xe máy bằng phương pháp trích ly.

Với thành công bước đầu này, nghiên cứu sẽ tiếp tục khảo sát thêm các yếu tố quan trọng khác ảnh hưởng đến hiệu quả của quá trình tái sinh như thời gian tách nước, hàm lượng tác nhân keo tụ MEA cũng như thử nghiệm tái sinh các loại dầu thải của động cơ ô tô chạy bằng xăng và diesel.

Lời cảm ơn: Tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ, Đại học Đà Nẵng với đề tài B2019-DN02-68 và Phòng thí nghiệm Công nghệ Lọc Hóa dầu, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng và cảm ơn sự hỗ trợ của các bạn Nguyễn Cảnh Phước Em, Trần Đức.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Hopmans, J.J., "*The Problem of the Processing of Spent Oil in the Member States of EEC*", Report for the European Economic Community (EEC); National Institute for Wastewater Treatment: Dordrecht, The Netherlands (1974).

[2] Fiedler H., "*Section VI.M: Waste Oil Refineries*", Annex C, Part III Source Categories - United Nations Environment Programme (2004).

[3] Salah E. F. H., Yasir A. M., Mohammed I. H., "Recycling of Waste Engine Oils Using Different Acids as Washing Agents", *International Journal of Oil, Gas and Coal Engineering*, 2017, 5(5), 69-74.

[4] Alves dos Reis M., Silva Jer6nimo M., "Waste lubricating oil rerefining by Extraction-Flocculation 1. A scientific basis to design efficient solvents", *Ind. Eng. Chem. Res*., 1988, 27, 1222-1228.

[5] Rafie R. M., Inaam A.R. I., Alladdin H. T., Gordon M., "Waste lubricating oil treatment by extraction and adsorption", *Chemical Engineering Journal*, 2013, 220 (15), 343-351.

[6] Bridjanian H., Sattarin M., "Modern recovery methods in used oil re-refining", *Petroleum & Coal*, 2006, 48 (1), 40-13.

[7] Doaa I. O., Sayed K. A., Afaf R. T., "Recycling of used engine oil by different solvent", *Egyptian Journal of Petroleum*, 2018, 27, 221-225.

[8] Ihsan H., Talal Y., Sardasht R., "Recycling of waste engine oils using a new washing agent", *Energies*, 2013, 6, 1023-1049.

[9] Kamal A., Khan F., "Effect of Extraction and Adsorption on Re-refining of Used Lubricating Oil", *Oil & Gas Science and Technology – Rev. IFP*, 2009, 64 (2), 191-197.

[10] Xin Y., Ligong C., Shuo X., Liang L., Di X., "Regeneration of Waste Lubricant Oil by Extraction - Flocculation Composite Refining", *Ind. Eng. Chem. Res*., 2013, 52, 12763-12764.

[11] Petro-Canada, *Lubricants Handbook*, Petro-Canada Lubricants Inc, 2017.

(BBT nhận bài: 11/6/2020, hoàn tất thủ tục phản biện: 10/7/2020)