

KHẢO SÁT KHẢ NĂNG HẤP THỤ NƯỚC CỦA VẬT LIỆU HYDROGEL - CELLULOSE TỪ QUẢ BÔNG GÒN TRONG XỬ LÝ NƯỚC NHIỄM XĂNG, DẦU DIESEL

STUDY OF WATER-ABSORBING CHARACTERISTICS OF HYDROGEL - CELLULOSE COMPOSITE MATERIAL FROM KAPOK FIBER IN TREATMENT OF WATER CONTAMINATED WITH GASOLINE AND DIESEL OIL

Trương Thị Thủy

Phòng Khoa học - Công nghệ, trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

Đến Tòa soạn ngày 05/10/2022, chấp nhận đăng ngày 25/10/2022

Tóm tắt: Trong nghiên cứu này, các khảo sát được thực hiện với vật liệu là cellulose được chiết tách từ sợi bông gòn (vật liệu A) bao gồm độ ngậm nước của vật liệu, thời gian hấp thụ nước, khối lượng vật liệu, tỷ lệ nhiên liệu/nước tối ưu và khả năng tái sinh của vật liệu. Kết quả cho thấy vật liệu có khả năng hấp thụ nước nhiễm diesel, Ron 95 và Ron 92 rất tốt. Khả năng hấp thụ nước trong xăng/dầu diesel của vật liệu đạt hiệu quả tối đa 98-99% trong 24 giờ. Hơn nữa hydrogel được tạo thành có khả năng tái sinh cao và hiệu quả trong việc hấp thụ nước trong dầu diesel, Ron 95 và Ron 92.

Từ khóa: Bông gòn, cellulose, nước nhiễm xăng /dầu, hấp thụ.

Abstract: In this study, cellulose isolated from kapok fiber were the material of interest and it was tested for the degree of hydration, hydration, water absorption time, material mass, optimal ratio of material/water, and its bioregenerative properties. The results showed the material is great at absorbing water contaminated with diesel, Ron 95 and Ron 92. The water absorption property in petrol/diesel oil reached the optimal capacity at 98-99% in 24 hours. Furthermore, the end-product hydrogel has high bio-regenerative properties and it is effective in absorbing water in diesel oil, Ron 95 and Ron 92.

Keywords: Kapok fiber, cellulose, water contaminated petrol/diesel oil, absorption.

1. MỞ ĐẦU

Hiện trạng nước ngầm bị nhiễm xăng, dầu đang là một vấn đề thường gặp ở Việt Nam trong những năm qua đã gây tiềm ẩn nhiều vấn đề như ảnh hưởng đến sức khỏe của người dân, nước giếng chứa xăng, môi trường biển... Trong những năm qua đã có rất nhiều nghiên cứu về vật liệu hydrogel cũng như những ứng dụng của hydrogel về mảng hấp thụ nước trong xăng, dầu diesel. Ở Việt Nam đã có một số nghiên cứu về lĩnh vực này và có thể kể đến như: Nghiên cứu tổng hợp và đánh

giá vật liệu siêu xốp ứng dụng xử lý dầu tràn dựa trên cellulose tự nhiên trích ly từ giấy thải [2]. Năm 2019, Clarissa Paula và cộng sự đã sử dụng vật liệu hydrogel vừa tổng hợp để khảo sát khả năng loại bỏ nước ra khỏi các mẫu dầu diesel sinh học. Kết quả nghiên cứu cho thấy, vật liệu hydrogel có khả năng trương nở cao gấp nhiều lần so với giá trị khối lượng ban đầu, ngoài ra các thí nghiệm đã được thực hiện cho thấy vật liệu có khả năng hấp thụ nước trong dầu diesel sinh học đạt hiệu suất cao [3]. Năm 2020, Fernanda B. Santos và

cộng sự [4] đã công bố nghiên cứu tổng hợp vật liệu hydrogel và ứng dụng vật liệu để loại bỏ nước trong nhiên liệu dầu diesel sinh học. Vật liệu hydrogel dựa trên phản ứng đồng trùng hợp giữa acrylamide với acrylonitrile. Năm 2015, Jianzhong Ma và cộng sự [5] đã công bố nghiên cứu tổng hợp vật liệu hydrogel dựa trên cellulose. Vật liệu hấp thụ gốc cellulose có những đặc tính nổi bật như tính ưa nước, khả năng phân hủy sinh học, tính tương hợp sinh học, cho thấy tiềm năng ứng dụng rộng rãi của vật liệu siêu hấp thụ gốc cellulose trong nhiều lĩnh vực như y sinh, môi trường, nông nghiệp... Năm 2014, Fregolente cùng cộng sự đã công bố nghiên cứu sử dụng vật liệu hydrogel để loại bỏ nước trong nhiên liệu dầu diesel và dầu diesel sinh học. Kết quả nghiên cứu đã tiến hành tổng hợp vật liệu hydrogel sử dụng acrylamide (AAM) 98%, N, N'-methylenebisacrylamide 99% và kali persulfate 99%. Vật liệu hydrogel có khả năng loại bỏ/giảm hàm lượng nước cao trong các mẫu dầu với hàm lượng nước giảm khoảng 53,3% [6].

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nguyên liệu: Vật liệu Hydrogel - Cellulose được tổng hợp từ quả bông gòn (Vật liệu A) là kết quả đã được nghiên cứu của tác giả. Trong đó, cellulose được chiết tách từ sợi bông gòn với hiệu suất đạt được 51,95%. Dựa trên cơ chế của phản ứng đồng trùng hợp acid acrylic (AA) với cellulose - thành phần vừa được chiết tách từ sợi bông gòn - sử dụng chất tạo lưới N, N'-methylenebisacrylamide (MBA) và sự có mặt của chất khơi mào cho phản ứng copolymer hóa xảy ra là ammonium persulfate (APS), vật liệu hydrogel cellulose (HCM) đã được tổng hợp. Một số tính chất hoá, lý học của vật liệu hydrogel cellulose (Vật liệu A) được xác định thông qua FTIR và SEM [1].

Phương pháp nghiên cứu:

Thí nghiệm khảo sát khả năng hấp thụ nước nhiễm xăng dầu diesel của vật liệu hydrogel - cellulose (vật liệu A) được thực hiện. Các thí nghiệm gồm khảo sát thời gian hấp thụ tối ưu, khối lượng vật liệu tối ưu, tỷ lệ nhiên liệu/nước tối ưu và khả năng tái sinh của vật liệu hydrogel - cellulose.

Khảo sát thời gian hấp thụ tối ưu của vật liệu A: Yếu tố thời gian là một trong những yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hấp thụ nước của vật liệu, thực hiện khảo sát ở các giá trị thời gian là 1, 3, 5, 7, 9, 18, 24, 27 giờ.

Trình tự thực hiện thí nghiệm: Lấy 10 ml nước cất và 40 ml nhiên liệu (dầu diesel, xăng Ron 92, Ron 95) cho vào erlen (erlen đã được sấy khô). Đậy kín miệng erlen để tránh thất thoát mẫu do bay hơi. Erlen chứa hỗn hợp nhiên liệu và nước được tiến hành lắc mạnh trong 1 giờ để tạo môi trường giống với môi trường thực tế. Tiếp theo cân khối lượng vật liệu cho vào erlen, đồng thời cân lại toàn bộ khối lượng erlen. Sau các khoảng thời gian 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27 giờ, tiến hành cân lại toàn bộ khối lượng erlen 1 lần nữa trước khi lấy vật liệu ra khỏi mẫu để so sánh với khối lượng erlen ban đầu.

Công thức tính hàm lượng nước giảm (%):

$$H(\%) = \frac{m_0 - m_t}{m_0} \times 100\%$$

Trong đó:

m_t : khối lượng nước sau thời gian t (giờ);

m_0 : khối lượng nước lúc đầu (gam);

$H\%$: hàm lượng nước giảm (%).

Khảo sát khối lượng vật liệu A tối ưu:

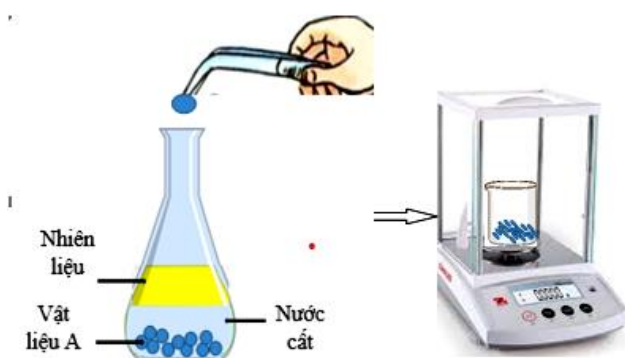
Khảo sát thời gian hấp thụ nước tối ưu của vật liệu trên các giá trị khối lượng vật liệu A là 1; 3; 5; 7 g trong khoảng thời gian tối ưu.

Trình tự thực hiện thí nghiệm: Chuẩn bị 4 erlen 250 ml, lấy 10 ml nước cất và 40 ml nhiên liệu (dầu diesel, xăng Ron 92, Ron 95) cho vào erlen. Đậy kín miệng erlen để tránh thất thoát mẫu do bay hơi. Erlen chứa hỗn hợp nhiên liệu và nước được tiến hành lắc mạnh trong 1 giờ. Tiếp theo cho 1 g, 3 g, 5 g và 7 g vật liệu cho vào các erlen, tiếp theo cân lại toàn bộ khối lượng từng erlen. Sau khoảng thời gian tối ưu, cân lại toàn bộ khối lượng từng erlen trước khi lấy vật liệu ra khỏi mẫu để so sánh với khối lượng erlen ban đầu.

Khảo sát tỷ lệ nhiên liệu/nước tối ưu: Tiến hành thí nghiệm với tỷ lệ nhiên liệu/nước lần lượt là 4:4, 4:3, 4:2, 4:1 tương ứng với tỷ lệ nhiên liệu/nước cất là: 40ml/40ml; 40ml/30ml; 40ml/20ml; 40ml/10ml.

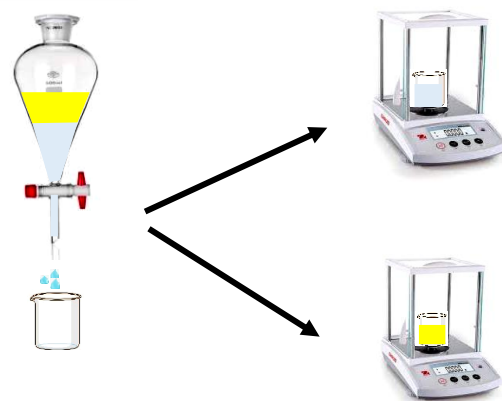
Khảo sát khả năng tái sinh của vật liệu A: Vật liệu sau khi dùng để hấp thụ nước nhiễm xăng, dầu diesel ở các thí nghiệm trước được thu hồi và rửa sạch bằng nước cất, tiến hành sấy ở 60°C đến khối lượng không đổi.

Mô hình thí nghiệm



Hình 1. Quy trình xác định lại khối lượng vật liệu A

Hình 1 mô tả quá trình xác định khối lượng vật liệu A sau khi kết thúc thí nghiệm: vật liệu A sau khi hấp thụ nước nhiễm xăng, dầu diesel được lấy ra khỏi erlen bằng panh thí nghiệm và tiến hành cân lại khối lượng vật liệu bằng cân điện tử.

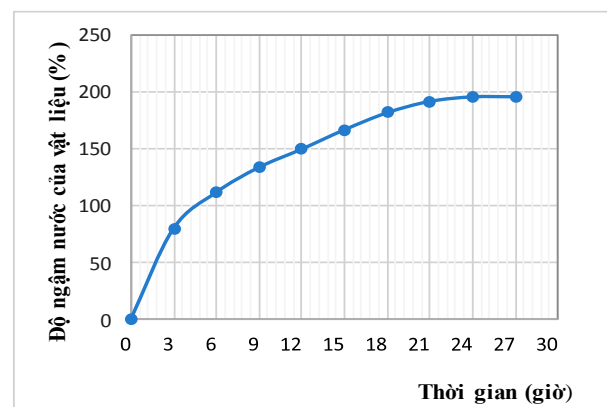


Hình 2. Tách nhiên liệu và nước bằng bình chiết thủy tinh

Hình 2 mô tả quá trình tách nhiên liệu (xăng, dầu diesel) và nước sau khi kết thúc thí nghiệm: Sau khi lấy vật liệu A ra khỏi erlen, nhiên liệu và nước được tách bằng bình chiết thủy tinh và cân lại khối lượng nhiên liệu và nước còn lại.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Độ ngậm nước của vật liệu A

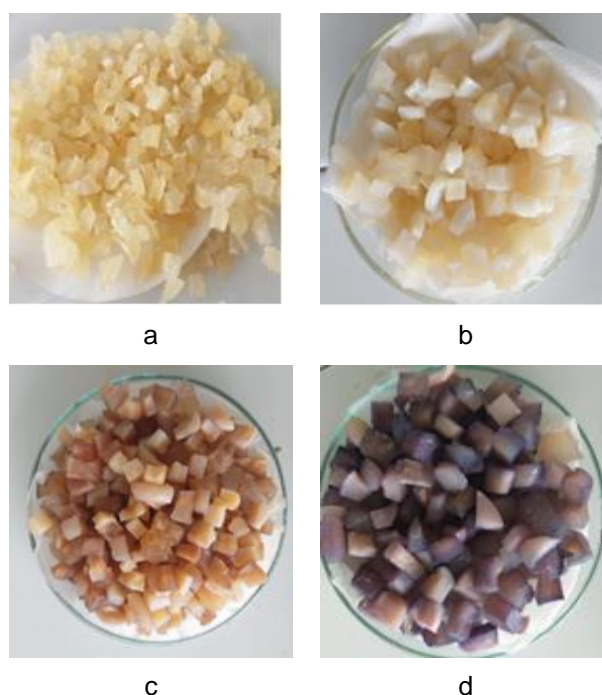


Hình 3. Độ ngậm nước của vật liệu A theo thời gian

Độ ngậm nước của vật liệu là một trong những tính chất cơ lý quan trọng cần phải xác định của vật liệu A. Độ ngậm nước của vật liệu phản ánh khả năng hấp thụ nước và tính ổn định của vật liệu. Về cơ bản, vật liệu càng có nhiều nhóm chức ưa nước khả năng hấp thụ nước càng cao. Độ ngậm nước của vật liệu càng cao, vật liệu càng có khả năng hấp thụ nước cao.

Từ đồ thị hình 3 có thể thấy, vật liệu A có khả năng hấp thụ một lượng nước đáng kể và độ ngậm nước tăng nhanh trong 3 giờ đầu đạt 80,1% và tăng liên tục đến giờ thứ 24 đạt 196,4%. Sau giờ thứ 24 vật liệu đã gần như bão hòa và độ ngậm nước của vật liệu không tăng. Như vậy độ ngậm nước của vật liệu A tương đối cao, đạt trạng thái bão hòa tại giờ thứ 24 với độ ngậm nước lên đến 196,4%.

3.2. Kết quả khảo sát khả năng hấp thụ nước nhiễm xăng, dầu diesel của vật liệu A



a) Hydrogel ban đầu; b) Hydrogel hấp thụ nước nhiễm dầu DO; c) Hydrogel hấp thụ nước nhiễm xăng A95; d) Hydrogel hấp thụ nước nhiễm xăng A92

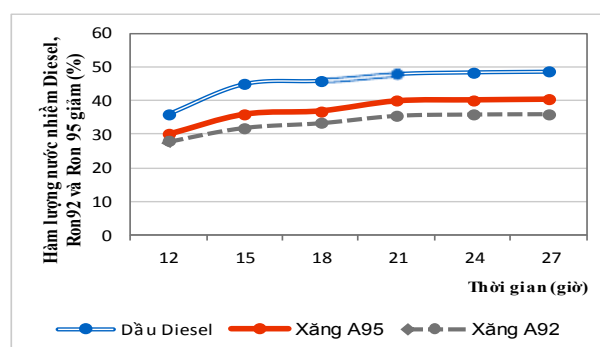
Hình 4. Vật liệu A trước và sau khi hấp thụ nước nhiễm dầu diesel, Ron 95 và Ron 92

Các thí nghiệm về khảo sát khả năng hấp thụ nước nhiễm xăng, dầu diesel của vật liệu A được thực hiện trên 3 môi trường: nước nhiễm dầu diesel, nước nhiễm xăng Ron 95 và nước nhiễm xăng Ron 92. Quan sát hình 4b có thể thấy vật liệu sau khi dùng để hấp thụ nước nhiễm dầu DO vẫn giữ được màu sắc khá giống so với vật liệu A ban đầu. Hình 4c và 4d có thể thấy màu sắc vật liệu sau khi hấp thụ

nước trong xăng Ron 95 và Ron 92 đã thay đổi so với ban đầu do trong xăng có thành phần màu. Nguyên nhân là do vật liệu hydrogel ngoài khả năng hấp thụ và giữ được một lượng nước lớn còn có khả năng hấp phụ màu rất tốt.

3.2.1. Kết quả khảo sát thời gian hấp thụ tối đa của vật liệu A đối với nước nhiễm dầu Diesel, xăng Ron 95 và Ron 92

Trong phần thí nghiệm này, tiến hành khảo sát thời gian hấp thụ của vật liệu A đối với nước nhiễm dầu Diesel, xăng Ron 95 và Ron 92 trong các khoảng thời gian là 12 giờ, 15 giờ, 18 giờ, 21 giờ, 24 giờ và 27 giờ. Kết quả hấp thụ được thể hiện ở hình 5.



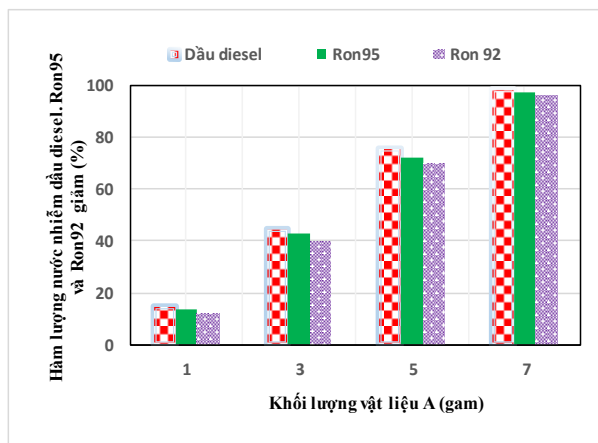
Hình 5. Ảnh hưởng của thời gian đến khả năng hấp thụ nước nhiễm dầu Diesel, xăng Ron 95 và Ron 92 của vật liệu A

Qua hình 5 có thể thấy hiệu quả hấp thụ nước nhiễm dầu diesel, xăng Ron 95 và Ron 92 của vật liệu A tăng dần theo thời gian và đến 24 giờ thì khả năng hấp thụ nước nhiễm diesel, xăng Ron 95 và Ron 92 đạt đến theo thứ tự là 48,5%, 40,3% 36,1%. Khi tăng thời gian vật liệu A hấp thụ nước nhiễm dầu diesel, xăng Ron 95 và Ron 92 lên 27 giờ thì khả năng hấp thụ nước của vật liệu tăng lên không đáng kể. Điều này cho thấy vật liệu A đã gần như bão hòa nước ở thời gian 24 giờ. Do đó, thời gian tối ưu để vật liệu A hấp thụ nước nhiễm dầu diesel, xăng Ron 92 và Ron 95 là 24 giờ. Mặc khác, kết quả nghiên cứu cho vật liệu A có khả năng hấp thụ khả năng hấp thụ nước

nhhiem dầu diesel cao hơn xăng Ron 95 và xăng Ron 95 cao hơn Ron92 là do trong 24 giờ diesel bay hơi thấp, xăng Ron 95 có trị số chống kích nổ cao hơn xăng Ron 92 (trị số octan) nên khi gặp các điều kiện áp suất, nhiệt độ xăng Ron 95 sẽ khó cháy hơn xăng Ron 92 hay tính bay hơi của xăng Ron 95 sẽ thấp hơn xăng R92.

3.2.2. Khảo sát khối lượng của vật liệu A đến khả năng hấp thụ nước nhiễm dầu Diesel, xăng Ron 95 và Ron92

Thí nghiệm khảo sát khối lượng vật liệu tối ưu được tiến hành trên các khối lượng vật liệu A lần lượt là 1; 3; 5; 7 g. Kết quả khảo sát khối lượng của vật liệu A đến khả năng hấp thụ nước nhiễm dầu diesel, xăng Ron 95 và Ron 92 được thể hiện qua hình 6.



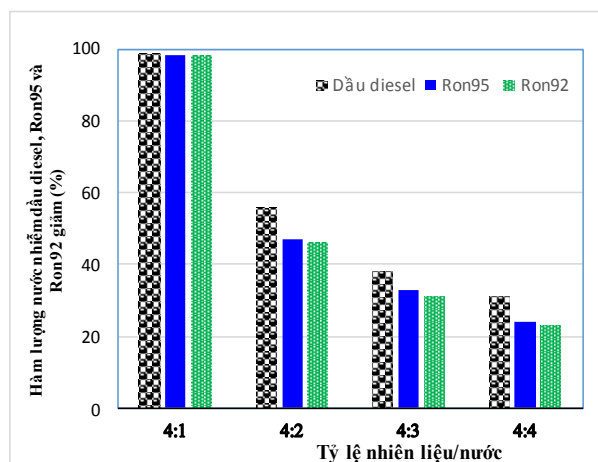
Hình 6. Ảnh hưởng của khối lượng vật liệu A đến khả năng hấp thụ nước nhiễm dầu diesel, Ron95 và Ron92

Kết quả thu được cho thấy khi tăng khối lượng vật liệu A thì hiệu quả hấp thụ nước nhiễm dầu diesel, Ron 95 và Ron 92 tăng dần. Với 7 g vật liệu A, hiệu suất hấp thụ đạt lần lượt 98,4%, 97,8% và 96,9% với nước nhiễm dầu diesel, Ron 95 và Ron 92. Tương ứng với 7 g vật liệu A lần lượt hấp thụ được: 9,84 g nước trong dầu DO, 9,78 g nước và trong xăng Ron 92 là 9,69 g nước trong xăng Ron 92.

3.2.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ nhiên liệu/nước đến khả năng hấp thụ của vật liệu A

Thí nghiệm được tiến hành với tỷ lệ nhiên liệu/nước là 4/1, 4/2, 4/3 và 4/4, tương ứng với 40 ml nhiên liệu và nước là 10; 20; 30 và 40 ml. Kết quả thí nghiệm được thể hiện qua hình 7.

Qua kết quả nghiên cứu cho thấy tỷ lệ nhiên liệu/nước là 4/1 thì hàm lượng nước nhiễm dầu diesel, Ron 95 và Ron 92 đạt 99,1%; 98,4% và 98,1%. Khi tỷ lệ nghiên liệu/nước tăng lên là 4/2; 4/3 và 4/4 thì hàm lượng nước nhiễm nhiên liệu diesel, Ron 95 và Ron 92 giảm đáng kể (<60%).



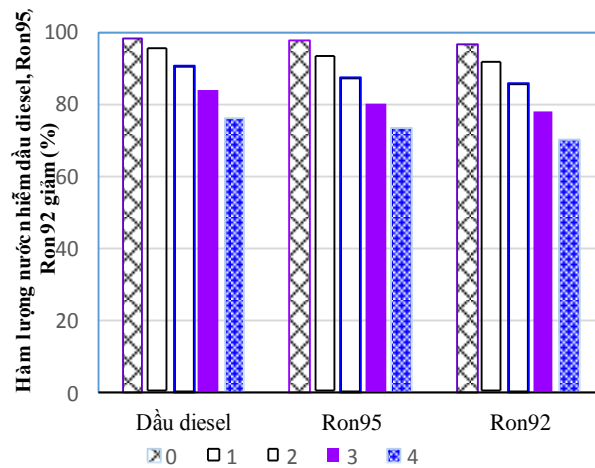
Hình 7. Ảnh hưởng của tỷ lệ nhiên liệu/nước đến khả năng hấp thụ nước của vật liệu A

Như vậy từ những kết luận trên, nhận thấy rằng điều kiện tối ưu để vật liệu A hấp thụ tốt nước nhiễm trong dầu diesel, xăng Ron 95, Ron 92 là: Thời gian hấp thụ: 21 giờ; tỷ lệ nhiên liệu/nước: 4/1; khối lượng vật liệu 7 gam sử dụng cho 40ml nhiên liệu và 10ml nước (khối lượng vật liệu 14%).

3.2.4. Khảo sát khả năng tái sinh của vật liệu A

Vật liệu A sau khi dùng để hấp thụ nước nhiễm dầu diesel, Ron 95 và Ron 92 được thu hồi, rửa sạch bằng nước cất và sấy khô ở 60°C.

Các thí nghiệm về khảo sát khả năng tái sinh của vật liệu A được tiến hành với các điều kiện đã được xác định ở trên. Kết quả thí nghiệm được thể hiện ở hình 8.



Hình 8. Khả năng tái sử dụng của vật liệu A đến khả năng hấp thụ nước nhiễm dầu diesel, Ron 95 và Ron 92

Tái sử dụng vật liệu có vai trò quan trọng để giảm chi phí cho quá trình xử lý nước nhiễm dầu diesel, Ron 95 và Ron 92. Từ kết quả thu được ở hình 8, ta thấy rằng hiệu suất hấp thụ nước của vật liệu A giảm dần theo số lần tái sinh. Đối với dầu diesel sau 3 lần tái sử dụng hiệu suất xử lý xuống 84%, sau lần thứ tư là 76%. Đối với xăng Ron 95 sau 3 lần tái sử dụng hiệu suất xử lý xuống 80%, sau lần thứ

tư là 73%. Đối với xăng Ron 92 sau 3 lần tái sử dụng hiệu suất xử lý xuống 78%, sau lần thứ 4 là 70%. Qua đây cho thấy sau 3 lần tái sử dụng thì hiệu suất xử lý nước nhiễm dầu diesel, Ron 95 và Ron 92 đều trên 80%, sau 4 lần tái sử dụng thì hiệu suất xử lý đạt trên 70%. Điều này cho thấy vật liệu A có khả năng tái sử dụng nhiều lần nhưng vẫn đảm bảo được hiệu suất hấp thụ cao.

4. KẾT LUẬN

Từ những kết quả nghiên cứu thực hiện với vật liệu là cellulose được chiết tách từ sợi bông gòn (vật liệu A) để xử lý nước nhiễm diesel, Ron 95, Ron 92 cho thấy vật liệu A có độ ngậm nước 196,4% sau 24 giờ, khả năng hấp thụ nước trong xăng/dầu diesel đạt hiệu suất cao tới 98-99%. Bên cạnh đó vật liệu A có khả năng tái sử dụng lên đến 3-4 lần cho hiệu quả xử lý trong việc hấp thụ nước trong dầu diesel, Ron 95 và Ron 92 mà vẫn đạt hiệu quả cao. Từ đó cho thấy rằng sử dụng vật liệu A để xử lý nước nhiễm xăng dầu vừa mang tính kinh tế lại thân thiện với môi trường, trong tương lai gần là vật liệu rất có tiềm năng để phát triển với quy mô rộng hơn và được ứng dụng rộng rãi hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trương Thị Thủy. *Tổng hợp vật liệu Hydrogel - Cellulose từ quả bông gòn*. Tạp chí Công Thương, trang 277 - 281, Số 28, tháng 12, (2021).
- [2] Võ Nguyễn Xuân Phương, Lương Ngọc Thủy, Lê Phúc Nguyên, Nguyễn Hữu Lương. *Nghiên cứu tổng hợp và đánh giá vật liệu siêu xốp ứng dụng xử lý dầu tràn dựa trên cellulose tự nhiên trích ly từ giấy thải*. Viện dầu khí Việt Nam, (2019).
- [3] Clarissa Paula; Gabriela F. Ferreira; Luisa F. R. Pintol; Patricia B. L. Fregolente; Rubens Maciel Filhol; Leonardo V. Fregolente. *Evaluation of Different Types of Hydrogels for Water Removal from Fuels*. Chemical Engineering Transactions, (2019).
- [4] Fernanda B. Santos, Isadora D. Perez, Gerlison T. Gomes, Melissa G. A. Vieira, Leonardo V. Fregolente, Maria Regina Wolf Maciel. *Study of the Kinetics Swelling of Poly(Acrylamide-CoAcrylonitrile) Hydrogel for Removal of Water Content from Biodiesel*. Chemical Engineering Transactions, vol 80, (2020).

- [5] Jianzhong Ma, Xiaolu Li, Yan Bao. *Advances in Cellulose-based Superabsorbent Hydrogels*. RSC Advances , vol. 5; pp73, (2015).
- [6] P. B. L. Fregolente, M. R. Wolf Maciel and L. S. Oliveira. *Removal of water content from biodiesel and diesel fuel using hydrogel adsorbents*. Brazilian Journal of Chemical Engineering, (2014).

Thông tin liên hệ: **Trương Thị Thủy**

Điện thoại: 0913301931 - Email: ttthuy@uneti.edu.vn

Phòng Khoa học - Công nghệ, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp.

-
-