

NGHIÊN CỨU HIỆU QUẢ HẤP PHỤ DẦU CỦA CÁC CHỦNG TÓC

Nguyễn Vũ Anh Tuấn - Cục Quản lý khoa học công nghệ và môi trường

Tổng cục Hậu cần - Kỹ thuật, Bộ Công an

Nước bị ô nhiễm dầu được cho là một trong những hiểm họa rất nguy hại trên thế giới. Sự có mặt của dầu trong nước gây nhiều tác động tới nền kinh tế, môi trường và sức khỏe con người bởi các đặc tính vật lý cũng như sự độc hại của nó. Trong những giải pháp xử lý truyền thống và tiên tiến được áp dụng để loại bỏ dầu ra khỏi nước, chất hấp thu sinh học là hấp dẫn, thú vị hơn cả bởi vì các chất này không chỉ kinh tế, tiết kiệm mà còn có khả năng hấp thu cao và có khả năng tái sử dụng. Có nhiều chất hấp thu (hấp thụ hoặc hấp phụ), tuy nhiên chúng đều được phân thành 4 dạng cơ bản: hữu cơ, vô cơ, tự nhiên và nhân tạo tổng hợp, có thể kể tên như là than hoạt tính, than bùn, cát, polypropylen hay sợi thủy tinh, v.v... Trong số đó, tóc là một chất hấp phụ đã được lần đầu tiên sử dụng từ năm 1989 và sau đó tính hiệu quả của nó đã được các cơ quan nghiên cứu uy tín công nhận, đồng thời đưa vào áp dụng rộng rãi. Nghiên cứu này đã tiến hành điều tra tính hiệu quả của từng chủng tóc cho việc tách dầu, cụ thể là 3 chủng tóc của 3 khu vực khác nhau trên thế giới, đó là châu Á, châu Âu và châu Phi. Kết quả cho thấy, tóc châu Phi loại bỏ được nhiều dầu ra khỏi hỗn hợp nước - dầu hơn 2 loại tóc còn lại, thể hiện ở 85,76% lượng dầu được hấp phụ từ lượng dầu ban đầu, trong khi so sánh với tóc châu Á và châu Âu chỉ là 30,09% và 26,40%.

1. Giới thiệu

Tràn dầu là một trong những thảm họa nguy hiểm nhất trên thế giới. Nó để lại những hậu quả lớn và lâu dài lên môi trường cũng như hệ sinh thái, gây ra những ảnh hưởng xấu tới sức khỏe con người và hủy hoại kinh tế. Bên cạnh đó, liên quan đến việc quản lý nước thải sinh hoạt và nước thải sản xuất thì sự xuất hiện của dầu cũng gây ra khó khăn cho các nhà máy xử lý nước thải. Chính vì các đặc tính phức tạp của dầu trong nước và đặc biệt là vì sự độc hại của nó gây ra cho sinh vật sống, cho nên loại bỏ dầu ra khỏi nước nhằm hạn chế các ảnh hưởng tiêu cực đó là hết sức cấp thiết.

Trong giai đoạn hiện nay, có rất nhiều các biện pháp tách dầu khác nhau, từ những kỹ thuật truyền thống cho tới cả những cách tiếp cận tiên tiến, hiện đại đều liên tục được cập nhật và nghiên cứu nhằm tìm ra một giải pháp tối ưu nhất để có thể tách dầu ra khỏi nước một cách nhanh chóng, triệt để hoàn toàn và thật sự kinh tế. Thông thường, các phương pháp truyền thống (đối với xử lý tràn dầu có thể ví dụ như là sử dụng hoạt chất phân tán, thiết bị hút tách, đốt tại chỗ; đối với xử lý nước thải nhiễm dầu có thể ví dụ như là bể tách trọng lực, bể tuyển nổi khí hòa tan, chất hấp thu, màng lọc) được cho là không hiệu quả như các công nghệ hiện đại như điện thấm tích, khí ô-zôn hay kỹ thuật quang xúc tác. Tuy nhiên, các kỹ thuật truyền thống dường như lại được ưa thích sử dụng rộng rãi hơn là các giải pháp công nghệ cao. Đặc biệt, chất hấp

thu sinh học ngày càng được ưa chuộng bởi giá thành thấp, hiệu quả cao, khả năng tái sử dụng độc đáo và đáng chú ý nhất chính là với các chất hấp thu tự nhiên nếu bỏ đi thì cũng là các chất thải thân thiện với môi trường, ít gây nguy hại đến môi trường nhất (Abdullah et al. 2009). Một vài chất hấp thu sinh học như vi sinh vật, phế phẩm nông nghiệp và chất thải của công nghiệp thực phẩm đã được nghiên cứu và tiến hành để loại bỏ các chất ô nhiễm trong môi trường nước, thí dụ như chitosan, mùn cây xoài, phế phẩm của cà phê và chè, cuống nho, vỏ dừa, trấu thóc và tảo...

Tóc đã được sử dụng để tách dầu ra khỏi nước lần đầu tiên cách đây hơn 20 năm bởi Phillip McCrory, một thợ cắt tóc người Mỹ. Phát minh này sau đó đã được các tổ chức nghiên cứu uy tín kiểm tra và chấp nhận tính hiệu quả của chất hấp phụ này, trong các tổ chức này có cả Cơ quan bảo vệ môi trường (EPA) Hoa Kỳ (BBC 2010) và Cục Quản trị Hàng không và Không gian Quốc gia (NASA) Hoa Kỳ (Rogers 1998). Sau đó, việc sử dụng tóc dưới dạng bó tóc và thảm tóc được ứng dụng rộng rãi để xử lý các sự cố tràn dầu trên thế giới, trong đó có 2 vụ tràn dầu khủng khiếp nhất từ trước đến nay là sự cố tràn dầu Exxon Valdez ở Alaska năm 1989 và sự cố tràn dầu Deepwater Horizon hay còn được biết đến với cái tên tràn dầu BP ở vịnh Mexico năm 2010 (Dugan 2010). Mới đây nhất, Jadhav cùng các cộng sự đã thực hiện "Nghiên cứu sự hấp phụ dầu ra khỏi nước chứa dầu bằng tóc người" và đã được Tạp chí quốc tế về công nghệ kỹ thuật tiên tiến công bố năm 2011. (Jadhav et al. 2011). Tuy nhiên, đến

nay vẫn chưa có nghiên cứu cụ thể nào về khả năng của các chủng tóc khác nhau trong việc tách dầu và nước. Chính vì vậy mà nghiên cứu này được thực hiện để xác định và so sánh hiệu quả hấp phụ dầu giữa 3 chủng tóc người gồm châu Á, châu Âu và châu Phi.

2. Phương pháp thí nghiệm

a. Chuẩn bị tóc

Thu thập khoảng 20 gam tóc từ cửa hiệu cắt tóc, phân loại và giữ chúng riêng biệt, không để bị lẫn vào nhau. Trước tiên, sử dụng nước tinh khiết và chất tẩy rửa để làm sạch tóc. Quá trình này được lặp lại nhiều lần cho đến khi chắc chắn rằng tóc không còn lẫn các vật chất lạ làm ảnh hưởng đến quá trình hấp phụ của tóc. Quan trọng hơn đó là việc tẩy rửa tóc này sẽ giúp loại bỏ hoàn toàn dầu tóc, và do đó kết quả sẽ chính xác hơn. Tóc sau khi tẩy rửa sẽ được phơi khô trong vòng 24 tiếng. Sau cùng, tất cả các mẫu tóc này được cắt giữ, bảo quản trong các hộp đựng riêng biệt có đánh dấu phân biệt từng loại: Á, Âu và Phi.

b. Chuẩn bị mẫu hỗn hợp dầu - nước

Khoảng 1 lít xăng được lấy từ trạm xăng dầu và bảo quản trong thùng nhựa kín trước khi pha mẫu. Mẫu nước được sử dụng ở đây là nước tinh khiết. Mẫu hỗn hợp dầu - nước được chuẩn bị đơn giản bằng việc hòa 20g xăng vào 200 ml nước và nồng độ dầu trong hỗn hợp này xấp xỉ 89 mg/ml.

c. Tiến hành quá trình hấp phụ

- 3 bình thót cổ hình nón thể tích 500 ml chứa mẫu hỗn hợp xăng - nước đã được chuẩn bị theo tỷ lệ xác định.

- Đưa 5g tóc mỗi chủng loại vào mỗi bình thót cổ chứa mẫu hỗn hợp xăng - nước để chất hấp phụ được tiếp xúc với mẫu hỗn hợp. Đánh dấu để phân biệt các bình thót cổ. Sau ít nhất khoảng 60 phút lắc liên tục bằng máy, lấy tóc ra khỏi bình, thu được mẫu hỗn hợp

xăng - nước sau hấp phụ.

d. Phương pháp xác định nồng độ

Trong điều kiện của phòng thí nghiệm, phương pháp chiết xuất trọng lực được sử dụng để xác định nồng độ xăng. Về cơ bản, lý thuyết của phương pháp chiết xuất trọng lực tương tự như Phương pháp 413.1 đã được Cơ quan bảo vệ môi trường (EPA) công bố chính thức (EPA Method #413.1: Oil and Grease (Gravimetric, Separatory Funnel Extraction)). Quy trình cụ thể như sau:

- Mẫu hỗn hợp nước nhiễm xăng được đổ từ bình thót cổ vào phễu chiết tách thể tích 500 ml. 50 ml n-hexane được đưa vào bình thót cổ, lắc đều để tráng thành bình, sau đó đổ toàn bộ dung dịch tráng vào phễu chiết tách (tráng rửa ít nhất 2 lần).

- Phễu chiết tách được lắc đều trong 2 phút và được đặt cố định cho đến khi thấy rõ có 2 lớp chất lỏng riêng biệt. Sau đó, tiến hành tách 2 lớp chất lỏng trong phễu chiết tách.

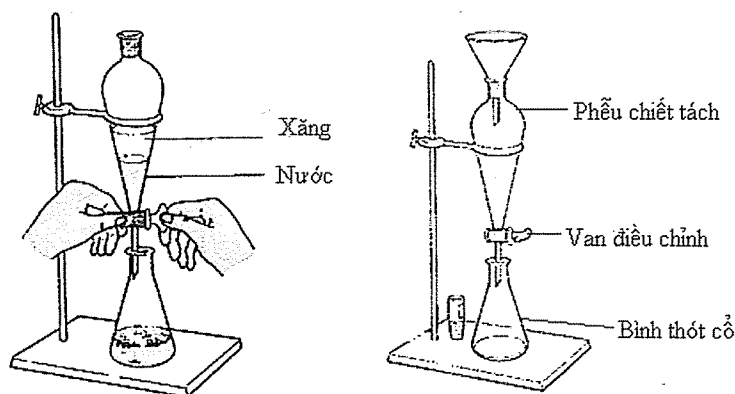
- Sau khi chiết tách, dung dịch còn lại trong phễu được đổ vào cốc thể tích 500 ml. Lấy 30 ml n-hexane để tráng rửa phễu chiết tách và sau đó đổ tất cả dung dịch tráng vào cốc (tráng rửa ít nhất 2 lần).

- Cho 1g (hoặc nhiều hơn) Natri sunphat vào cốc chứa dung dịch và khuấy đều.

- Dung dịch trong cốc sau đó được chuyển vào bình thót cổ (bình khô) thể tích 500 ml thông qua giấy lọc chuyên dụng. Tráng rửa cốc bằng 10-20 ml n-hexane và sau đó đổ toàn bộ dung dịch tráng vào bình thông qua giấy lọc.

- Sử dụng máy hút chân không Buchi để làm bay hơi toàn bộ n-hexane trong bình thót cổ (thời gian khoảng 25-30 phút).

- Cân khối lượng của bình thót cổ sau khi hút chân không (tức bình thót cổ chứa dung dịch xăng còn lại)



Hình 1. Minh họa thí nghiệm

e. Công thức tính độ chính xác của phương pháp

Tiến hành phương pháp chiết xuất trọng lực theo đúng quy trình trên đối với mẫu hỗn hợp nước - xăng chưa qua quá trình hấp phụ hay chưa tiếp xúc với tóc. Nếu nồng độ xăng còn lại bằng nồng độ xăng ban đầu thì độ chính xác của phương pháp chiết xuất trọng lực áp dụng cho thí nghiệm này đạt 100%. Công thức cụ thể như sau:

$$P^*(\%) = \frac{C_1}{C_0} \times 100 \quad (1)$$

Trong đó: C_1 là nồng độ xăng còn lại

C_0 là nồng độ xăng ban đầu

f. Công thức tính nồng độ

*) Nồng độ xăng ban đầu là:

$$C_0 = \frac{m_0}{V_0} \quad (2)$$

Trong đó:

m_0 là khối lượng của xăng ban đầu trong hỗn hợp xăng - nước

V_0 là thể tích của hỗn hợp nước nhiễm xăng đem phân tích

*) Nồng độ xăng còn lại được tính như sau:

$$C_1 = \frac{(M_1 - M_0)}{V_0} \quad (3)$$

Trong đó:

M_1 là khối lượng bình thốt cổ chứa xăng còn lại

M_0 là khối lượng bình thốt cổ

*) Nồng độ xăng hấp phụ được tính là:

$$C^* = C_0 - C_1 \quad (4)$$

3. Kết quả và thảo luận

a. Độ chính xác của phương pháp xác định nồng độ

Kết quả là 97,27% cho thấy việc sử dụng phương pháp chiết xuất trọng lực không làm ảnh hưởng đáng kể đến các kết quả thí nghiệm khả năng hấp phụ của tóc (Bảng 1).

Bảng 1. Độ chính xác của phương pháp

Khối lượng xăng ban đầu	m_0 (g)	20,13
Khối lượng xăng sau hấp phụ	m_1 (g)	19,58
Thể tích hỗn hợp xăng - nước	V_0 (ml)	225
Nồng độ xăng ban đầu	C_0 (mg/ml)	89,47
Nồng độ xăng sau hấp phụ	C_1 (mg/ml)	87,02
Phần trăm thu hồi	P^* (%)	97,27

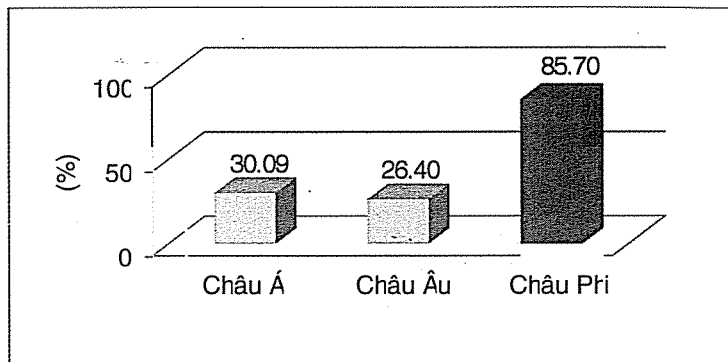
b. Khả năng hấp phụ xăng của các loại tóc

Kết quả bảng 2 cho thấy khả năng hấp phụ xăng của 3 loại tóc tăng dần theo thứ tự như sau: Châu Âu - Châu Á - Châu Phi. Nếu như trong khi sự khác biệt về lượng xăng được hấp phụ bởi tóc châu Âu (23,73mg/ml) và châu Á (27,11mg/ml) là không thật

sự đáng kể thì tóc châu Phi cho thấy một kết quả ấn tượng về khả năng hấp phụ với 17,38g được giữ lại từ 20,28g xăng ban đầu, xấp xỉ 86%. Tóc Châu Phi có thể chứa được lượng xăng gấp 3,47 lần khối lượng của nó, trong khi tóc châu Á và châu Âu thì chỉ chứa được lượng xăng tương đương với trọng lượng của nó, chỉ số tương ứng cụ thể là 1,20 và 1,07 lần.

Bảng 2. Nồng độ xăng hấp phụ bởi 3 loại tóc

	Ký hiệu/Đơn vị	Châu Á	Châu Âu	Châu Phi
Khối lượng tóc	m_t (g)	5,07	5,01	5,01
Khối lượng xăng ban đầu	m_0 (g)	20,27	20,23	20,28
Khối lượng xăng hấp phụ	m^* (g)	6,1	5,34	17,38
Khả năng giữ xăng của tóc	m^*/m_t (g/g)	1,20	1,07	3,47
Thể tích hỗn hợp xăng - nước	V_0 (ml)	225		
Nồng độ xăng ban đầu	C_0 (mg/ml)	90,09	89,91	90,13
Nồng độ xăng hấp phụ	C^* (mg/ml)	27,11	23,73	77,24



Hình 2. Phần trăm xăng hấp thụ bởi 3 loại tóc

So sánh với kết quả mà nhóm nghiên cứu của Jadhav đã làm được (Bảng 3) thì đối với cả 3 loại tóc có màu khác nhau, 2g và 4g tóc hấp phụ được khối lượng dầu gấp khoảng 5 lần khối lượng của nó. Trong khi đó, kết quả hấp phụ dầu bởi tóc mà nhóm nghiên cứu của Murphy thực hiện cho kết quả ngạc nhiên đến bất ngờ với 95- 99% dầu tách được bởi tóc (Murthy et al. 2004) Khả năng hấp phụ dầu của tóc màu đen so với 2 loại

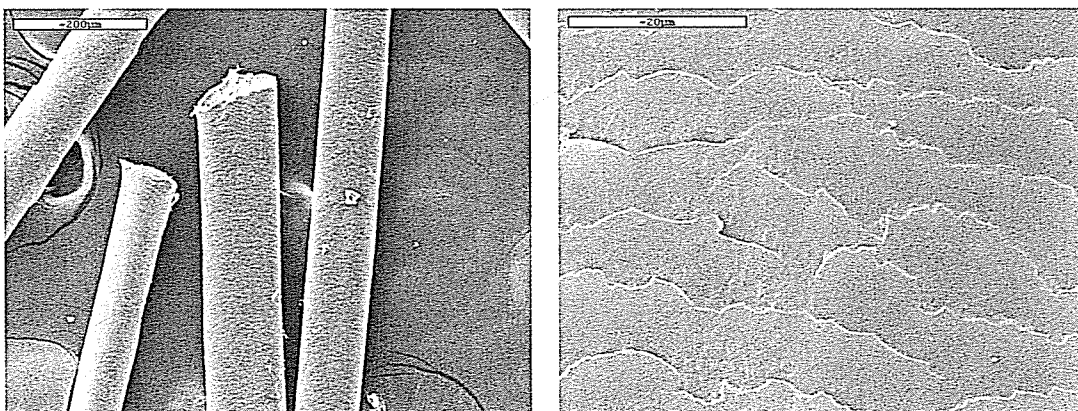
tóc còn lại không thật sự quá vượt trội. Nếu so sánh với các loại chất hấp thu khác ví dụ như sợi len tự nhiên mà Rajakovic cùng các đồng nghiệp đã nghiên cứu năm 2007, thì khả năng hấp phụ dầu của tóc là kém hơn bởi tỷ lệ khối lượng dầu hấp thu được với khối lượng sợi len tự nhiên là 5,56 g/g, tức là khả năng giữ dầu của sợi len là 5,56 lần (Rajakovic et al. 2007).

Bảng 3. Kết quả hấp phụ dầu theo màu tóc (Jadhav et al. 2011)

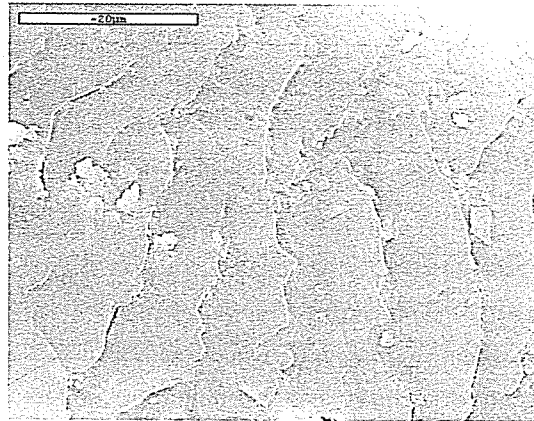
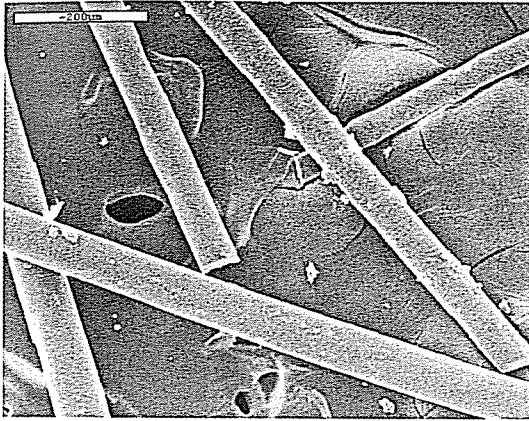
Bảng 3. Kết quả hấp phụ dầu theo màu tóc (Jadhav et al. 2011)			
Khối lượng tóc (g)	Khối lượng dầu hấp thụ (g)		
	Tóc màu nâu	Tóc màu đen	Tóc màu vàng
1.0	15.45	14.51	16.63
2.0	10.65	13.11	10.21
4.0	21.29	22.75	21.95

Để có thể giải thích được sự khác biệt giữa các loại tóc trong khả năng hấp phụ xăng của chúng thì trong phạm vi của nghiên cứu này, tất cả các loại tóc đều được kiểm tra vật lý sơ bộ bề mặt của 3 loại tóc đại diện cho 3 khu vực Á, Âu, Phi. Nhìn vào kết quả hình ảnh mà kính hiển vi điện tử ghi lại được, ta có thể dễ dàng nhận thấy tóc châu Phi với nhiều lớp hơn và các

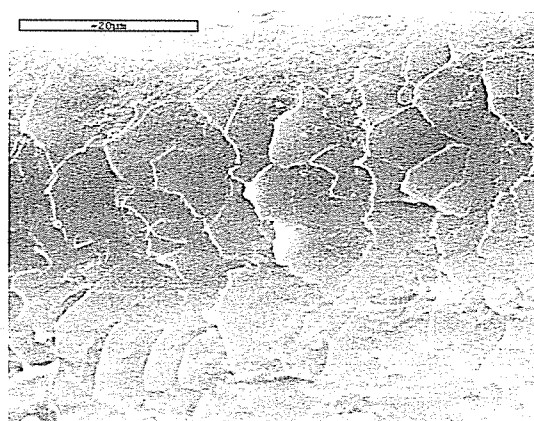
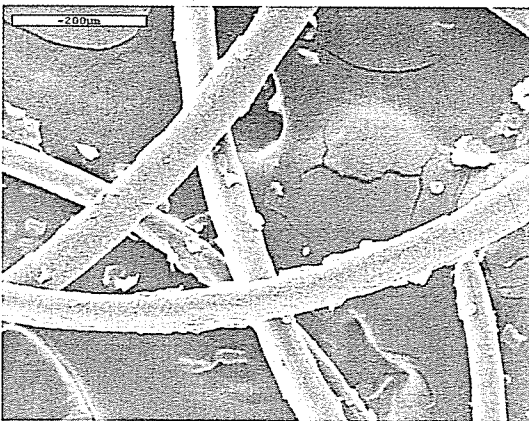
lớp này có diện tích nhỏ hơn các lớp bề mặt của tóc châu Á và châu Âu. Đồng thời, sự sắp xếp, bố trí giữa các lớp bề mặt của tóc châu Á và châu Âu trông đồng đều và "nhẵn" hơn. Có lẽ cũng chính vì cấu tạo như vậy mà các xăng bám lên bề mặt tóc châu Phi khó bị rời ra hơn do độ ma sát lớn trên bề mặt.



Hình 3. Bề mặt tóc châu Á chụp với kích cỡ -200 μm (trái) và -20 μm (phải)



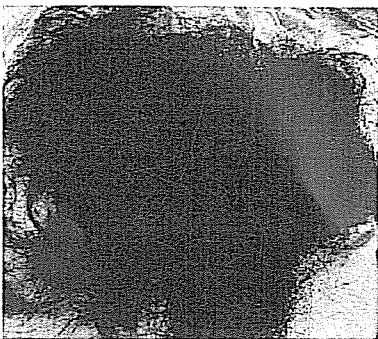
Hình 4. Bề mặt tóc châu Âu chụp với kính cỡ -200 μm (trái) và -20 μm (phải)



Hình 5. Bề mặt tóc châu Phi chụp với kính cỡ -200 μm (trái) và -20 μm (phải)

Bên cạnh đó, một yếu tố tạo nên sự khác biệt như vậy ở tóc châu Phi đó là độ xoắn của chúng. Theo như quan sát thực nghiệm, không giống như các loại tóc thông thường, cụ thể ở trong nghiên cứu này là tóc châu Á và châu Âu, các sợi tóc châu Phi liên kết chặt chẽ với nhau, chúng đan vào nhau, cuộn vào nhau và tạo nên một cấu trúc vững chắc và rất khó có thể phá vỡ. Có thể hình dung khi tóc châu Phi hay các "cục" tóc châu Phi tiếp xúc với xăng, chúng hấp phụ xăng và giữ xăng giống như những chiếc "lồng" với các lỗ

hổng rất nhỏ và chỉ cho phép các giọt xăng nhỏ hơn lọt qua khi ta muốn di chuyển những chiếc "lồng" chứa xăng này đi để xử lý. Thêm vào đó, khi tiếp xúc với hỗn hợp có cả xăng và nước thì các phần tử nước cũng bị hấp phụ, bởi đặc tính nặng hơn xăng nên các phần tử nước này sẽ di chuyển ra khỏi ngoài chiếc "lồng tóc" trước. Trong quá trình chảy lọt ra ngoài, các phần tử nước sẽ tạo ra các lớp màng mỏng tại các lỗ hổng do sức căng mặt ngoài và các lớp màng này cũng khiến "lồng tóc" châu Phi trở nên kín hơn.



Asian hair



European hair



African hair

Hình 6. Tóc châu Á (trái), châu Âu (giữa), châu Phi (phải)

4. Kết luận

Nghiên cứu đã cho thấy được trong 3 chủng loại tóc từ 3 châu lục trên thế giới (Á, Âu, Phi), tóc của châu Phi có khả năng hấp phụ cũng như khả năng lưu giữ xăng cao hơn hẳn, nhưng vẫn chưa phải là cao nhất, đặc biệt là khi so sánh với hiệu quả hấp thu của sợi len tự nhiên. Nghiên cứu cũng đã chỉ ra, lập luận chứng minh những nguyên nhân, yếu tố vật lý làm nên hiệu quả hấp phụ dầu của tóc Phi châu so với loại tóc của 2 châu lục còn lại.

Kết quả nghiên cứu còn nhiều hạn chế về mặt điều kiện thí nghiệm, cũng như chưa có sự phân tích hóa học chi tiết 3 loại tóc này để xem xét còn yếu tố nào bên trong có khả năng tác động đến hiệu quả hấp phụ dầu của tóc châu Phi hay không. Tuy nhiên, các kết quả mà nghiên cứu đạt được cũng góp phần nhấn mạnh vào tầm quan trọng của cấu trúc, sự sắp xếp bề mặt, cùng với hình dạng của vật chất hấp phụ. Để từ đó, các nhà nghiên cứu, nhà quản lý có những ý tưởng, sáng tạo mới trong quá trình sản xuất, ứng dụng các sản phẩm, vật liệu hấp phụ.

Tài liệu tham khảo

1. Abdullah, M.A., Rahmaha, R.U., Man, Z. (2009) 'Physicochemical and sorption characteristics of Malaysian *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. as a natural oil sorbent' *Journals of Hazardous Materials* [online] 177, (1-3) 683-69.
2. BBC (2010) How can human hair mop up the oil spill? [online]. Available from: <<http://news.bbc.co.uk/1/hi/magazine/8674539.stm>>
3. Dugan, K. (2010) Homemade booms developed after 1989 Exxon Valdez spill [online]. Available from: <<http://www.reuters.com/article/idUSN0626677720100506>>
4. Jadhav, A. S., Namiwadekar, M. Y., Shinde N. H., Anekar S. V. (2011) 'Study of adsorption of oil from oily water using human hair' *International Journal of Advanced Engineering Technology* 2 (2), 37-51.
5. Murthy Z. V. P., Kaushik G., Surawala R., (2004) 'Treatment of oily water with human hair as a medium: A preliminary study' *Indian Journal of chemical technology* 11 (2), 220-226.
6. Rajakovic, V., Aleksic, G., Radetic, M., Rajakovic, Lj. (2007) 'Efficiency of oil removal from real wastewater with different sorbent materials' *Journal of Hazardous Materials* 143, (1-2) 494-499.
7. Rogers, L. (1998) 'NASA Tries Hair-Raising Idea' *Innovation: Advanced Technologies* [online] 6, (4). Available from: <http://ipp.nasa.gov/innovation/Innovation64/hair.htm>.