

Nghiên cứu sử dụng vỏ trấu biến tính trong quá trình xử lý nước thải nhiễm dầu

TS. Phạm Xuân Núi, KS. Nguyễn Văn Thủy

Đại học Mở - Địa chất Hà Nội

ThS. Lâm Quang Hải

Xí nghiệp Khai thác Dầu khí, Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro"

KS. Lê Quang Đức

Viện Hóa học, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Tóm tắt

Vỏ trấu, một loại phế phẩm nông nghiệp, được biến tính hóa học bởi chất hoạt động bề mặt cation hexadecylpyridinium chloride (CPC) làm chất hấp phụ để loại bỏ nhũ dầu từ nước thải. Cấu trúc và tính chất bề mặt của chất hoạt động bề mặt biến tính vỏ trấu (SMRH) được xác định bởi phương pháp FT-IR, SEM, đặc tính các nhóm acid/bazơ bề mặt và sự giải hấp bề mặt được khảo sát. Sự giải hấp tăng dần từ CPC đến SMRH là do liên kết mạnh của CPC với bề mặt vỏ trấu. Một số thông số như hiệu suất hấp phụ, pH của dung dịch và sự giải hấp bề mặt SMRH cũng được khảo sát. Kết quả thu được trong khoảng pH = 6 - 8, bề mặt giải hấp SMRH ít thay đổi và khả năng hấp phụ trong khoảng $576 \pm 0,3 \text{ mg/g}$ khi thực hiện ở nhiệt độ 25°C .

1. Mở đầu

Dầu gây ô nhiễm nguồn nước có thể là dầu tư do hoặc dầu nhũ tương hóa. Dầu tư do có thể được tách bởi phân ly trọng lượng và sau đó hút văng dầu. Trong khi đó, dầu nhũ tương hóa đặt ra một vấn đề rất lớn bởi nó ổn định trong pha nước [1, 2, 3]. Nhũ tương dầu tồn tại trong nước thải từ các nguồn khác nhau như nhà máy lọc dầu, chế biến hóa chất và các nhà máy sản xuất [4]. Các phương pháp xử lý nước thải có dầu gồm: vật lý, sinh học, hóa học, cơ học, các phương pháp hóa lý (tức là tuyển nổi), quy trình màng ngăn đã được phát triển [4]. Tuy nhiên, vẫn còn nhiều hạn chế đối với những phương pháp xử lý dầu, chẳng hạn như hiệu quả thấp, chi phí vận hành cao, ăn mòn và khả năng tái ô nhiễm ở chỗ khi xử lý nhũ thuận lại dễ xảy ra hiện tượng chuyển từ nhũ thuận thành nhũ nghịch.

Thành phần hóa học (tính theo % khối lượng) của nguyên liệu vỏ trấu bao gồm cellulose (37,5%), hemicelluloses (36,1%), lignin (15,5%), tro (4,8%) và sáp (2,5%) [5]. Trong các cellulose có sẵn các nhóm chức hydroxyl (-OH), hemicelluloses và cấu trúc lignin được coi như những nhóm chức tiềm năng cho việc sử dụng vỏ trấu làm một vật liệu hấp phụ. Trước khi thực hiện nghiên cứu này, nhóm tác giả đã thực hiện một nghiên cứu sơ bộ

sử dụng vỏ trấu thô như là chất hấp phụ để loại bỏ dầu từ dung dịch nước. Kết quả thu được là khả năng đối với văng dầu, nhưng đối với nhũ dầu ổn định về mặt hóa học trong dung dịch nước thì hiệu quả thu được rất thấp. Vì vậy, khi sử dụng phế phẩm nông nghiệp cần phải biến tính hóa học để tăng khả năng hấp phụ sẵn có.

II. Thực nghiệm

1. Chuẩn bị vật liệu hấp phụ

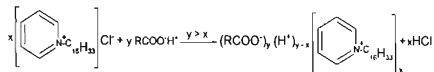
Trấu rửa nhiều lần bằng nước để loại bỏ bụi và các tạp chất hòa tan. Sau đó, cho trấu vào thiết bị khuấy trộn 15 phút với tốc độ 200 vòng/phút. Lấy ra rửa sạch bằng nước cất cho đến khi nước rửa không còn màu vàng. Sau đó, đem sấy khô mẫu ở 60°C và cất giữ trong bình thủy tinh ghi nhãn trấu thô (Raw husk - RH).

RH được xử lý với dung dịch NaOH 0,05M. Dung dịch huyền phù này cho vào máy khuấy với tốc độ 170 vòng/phút ở 35°C trong 2 giờ. Sau đó, đem rửa lại với nước cất cho tới khi nước rửa không còn màu vàng. Mẫu này tiếp tục được sấy khô qua đêm ở 65°C thu được vỏ trấu đã xử lý với NaOH, cho vào bình kín và ký hiệu là RH - N.

Vỏ trấu đã được xử lý RH - N được cho vào 11 dung dịch CPC 2,5mmol/l. Dung dịch huyền phù này được cho

vào khuấy với tốc độ 170 vòng/phút ở nhiệt độ phòng 25°C trong vòng 24 giờ. Vỏ trấu được xử lý này đem tách khỏi pha lỏng và được rửa sạch với nước cất để loại bỏ CPC thừa bám trên bề mặt. Sau đó, đem sấy khô qua đêm ở 65°C thu được vỏ trấu khô đã tẩm CPC và ký hiệu là SMRH (Surfactant modified rice husk).

Cơ chế: Cation CPC gắn vào bề mặt vỏ trấu thông qua phản ứng trao đổi ion giữa các nhóm cacboxyl trong phân tử hemicellulose của vỏ trấu và phần đầu của CPC theo phản ứng sau [6]:



Phản phân cực (đầu nhóm) của CPC hướng vào bề mặt vỏ trấu trong khi phần không phân cực (alkyl) hướng về toàn dung dịch tạo ra sự hấp phụ vật lý với các phân tử dầu không phân cực. Ngoài ra, lớp cation nơơ bậc bốn được hình thành trên bề mặt vỏ trấu còn trung hòa điện tích âm của các nhóm acid. Điện tích âm trên bề mặt nhỏ làm giảm lực đẩy giữa vỏ trấu và dầu có lợi cho kết dính dầu trên bề mặt vỏ trấu.

2. Chuẩn bị nước thải nhiễm dầu

Dung dịch nước thải nhũ hóa dầu diesel được pha chế bằng cách trộn 11,5g dầu diesel (Standard mineral oil - SMO) với 1.000ml nước và 12,5g của chất tạo nhũ (natri dodecyl sunfat). Sau đó hỗn hợp được ổn định bằng máy khuấy ở tốc độ cao từ 15 - 20 phút. Dung dịch thu được có màu trắng sữa thể hiện các tính chất ổn định về mặt hóa học. Sau đó, dung dịch được pha loãng phù hợp với hàm lượng dầu cần cho các thí nghiệm hấp phụ.

3. Các phương pháp xác định tính chất của chất hấp phụ (BMBS)

3.1. Phương pháp xác định bề mặt riêng BET

Điện tích bề mặt BET (S_{BET}) được xác định bằng cách hấp thụ N_2 ở -196°C và $p/p_0 = 0.95$. Tất cả các mẫu được loại khí tại 110 - 120°C trong 24 giờ, trước khi tiến hành các thí nghiệm hấp thụ N_2 .

3.2. Phương pháp xác định cấu trúc bề mặt SEM

Vi cấu trúc và hình thái bề mặt của mẫu vật liệu hấp phụ được xác định bằng phương pháp hiển vi điện tử quét (SEM) ở các mức độ phóng đại khác nhau.

3.3. Phương pháp hồng ngoại IR

Quang phổ hồng ngoại Fourier (FT-IR) của RH và SMRH được thực hiện trên máy quang phổ Perkin Elmer Spectrum. Các phổ được quét tại 650 - 4.000 cm^{-1} .

3.4. Phương pháp chuẩn độ

Các nhóm bề mặt có tính acid và bazo trên các mẫu rơm được đo theo phương pháp chuẩn độ Boehm. Trong một phép thử, 0,5g mẫu

rơm được khuấy lơ lửng trong 100ml dung dịch NaOH 0,05N hoặc dung dịch HCl 0,05N. Rơm dạng huyền phù được khuấy đều trong một bình kín trong 24 giờ. Sau đó, 5ml nước lọc được tách ra, hàm lượng acid hoặc bazo trong nước lọc được chuẩn độ với dung dịch NaOH hoặc dung dịch HCl.

3.5. Phương pháp trọng lượng

Để xác định lượng dầu trong nước thải, sử dụng dung môi chiết là *n*-hexane trong mẫu nước thải, khuấy đều trong 10 phút để hòa tan hết lượng nhũ dầu vào dung môi *n*-hexane. Sau đó tách nước bằng phễu chiết. Đuổi *n*-hexane bằng cách đun hỗn hợp còn lại ở 70°C, lượng còn lại là hàm lượng dầu trong nước thải.

4. Động học hấp phụ

Các yếu tố ảnh hưởng: nhiệt độ, kích thước vỏ trấu biến tính, lượng chất hấp phụ cần thiết, pH dung dịch, tốc độ khuấy trộn, thời gian hấp phụ được khảo sát để chọn được khoảng tối ưu cho thí nghiệm chính - xử lý mẫu nước thải bằng vỏ trấu biến tính. Tỷ lệ nhũ dầu (mg/g) sau thời gian hấp phụ t được tính theo công thức sau:

$$q_t = \frac{C_0 - C_t}{m} V$$

Trong đó:

C_0 và C_t : Nồng độ dầu ban đầu và ở thời gian t (mg/l);

V : Thể tích nhũ dầu trong 1l dung dịch (l);

m : Khối lượng của vỏ trấu (g).

Thí nghiệm hấp phụ được thực hiện tại nhiệt độ phòng (25°C) bằng cách trộn cùng 1g RH và 1g SMRH với 4 lọ dung tích 200ml đựng 100ml dung dịch nhũ tương dầu có nồng độ ban đầu là 1.040ml trong thời gian 3 giờ và 5 giờ. Kết quả hấp phụ được thể hiện trong Bảng 1.

Việc loại bỏ dầu nhũ hoá thấp hơn trên RH so với SMRH. Do đó, nhóm tác giả sẽ sử dụng SMRH trong các thí nghiệm tiếp theo.

Bảng 1. Kết quả của hấp phụ nhũ dầu ở 3 giờ và 5 giờ đối với RH và SMRH

Chất hấp phụ	Các thông số hấp phụ							
	Thời gian hấp phụ là 3 giờ				Thời gian hấp phụ là 5 giờ			
	C_0 (mg/l)	C_e (mg/l)	q_e (mg/g)	%H	C_0 (mg/l)	C_e (mg/l)	q_e (mg/g)	%H
RH	1.040	1.037	0,30	2,80	1.040	1.005,7	3,432	3,3
SMRH	1.040	98,8	94,12	90,5	1.040	96,7	94,328	90,7

III. Kết quả và thảo luận

1. Đặc tính hấp phụ của SMRH

Các tính chất hóa lý của RH và SMRH được trình bày trong Bảng 2.

Tỷ lệ carbon và nitơ trong SMRH cao hơn RH, rất cần để ngưng tụ SMRH. Diện tích bề mặt BET của SMRH được xác định là thấp hơn so với RH. Đây là yếu tố rất quan trọng nhằm kết nối bề mặt biến đổi với cấu trúc khung bên trong của vật liệu hấp phụ, tạo ra sự co thắt các lỗ và làm giảm diện tích bề mặt BET.

Các nhóm acid trên SMRH giảm cho thấy có sự tham gia của các nhóm này đến quá trình hấp phụ của ion CPC⁺. Tuy nhiên, dung dịch có độ pH thấp được cho là làm tăng điện tích dương trên bề mặt hấp phụ, do đó, đẩy mạnh quá trình giải hấp (do sự đẩy lùi tĩnh điện) của ion dương CPC từ bề mặt hấp phụ. Sự giải hấp tăng của CPC trong dung dịch acid cho thấy cơ chế liên kết chính là cơ chế trao đổi ion.

Ảnh SEM của SMRH ở các mức độ phóng đại khác nhau cho thấy cấu trúc xốp với những lỗ tròn trên bề mặt.

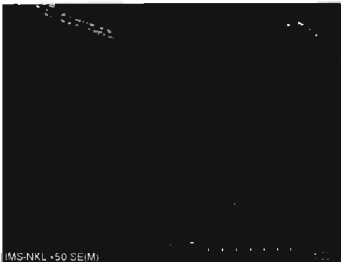
Phổ FT-IR của SMRH được minh họa trong Hình 3. Quang phổ chứa một số đỉnh (peak), có thể được cho trùng hợp với các nhóm sau: đỉnh dải nét có tần số 1.652cm⁻¹ (C=O) nằm trong nhóm carboxylic thuộc nhóm chức của cetone và ester, đỉnh rộng dải có tần số 3418,20cm⁻¹ (-OH) nằm trong vùng dao động nhóm hydroxyl của phenol, đỉnh dải với tần số 1.062cm⁻¹ (C-O), đỉnh có tần số 2.920cm⁻¹ (CH₂). Đối với SMRH, hai tần số tại 2.920 và 2.851cm⁻¹ dao động đối xứng và dao động bất đối xứng của methylene C-H hấp thụ tần số xuất phát từ chuỗi alkyl của CPC. Tuy nhiên, không có tần số như vậy được quan sát trên phổ của RH. Từ đó khẳng định đã ngưng tụ thành công của CPC lên bề mặt vỏ trấu.

2. Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng

Để khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hấp phụ nhũ dầu, ban đầu các thông số thí nghiệm được cố định như sau: pH = 7, tốc độ khuấy trộn là 130 vòng/phút, thời gian hấp phụ nhũ dầu là 60 phút, kích thước hạt là 0,5mm.

Bảng 2. Kết quả phân tích hóa lý của RH và SMRH

Phân tích	RH	SMRH
S _{tot} (m ² g ⁻¹)	95,79 ± 2,21	63,20 ± 3,03
Carbon (%)	44,69	47,30
Nitơ (%)	0,17	0,33
Nhóm acid bề mặt (mmol.g ⁻¹)	3,35 ± 0,2	3,18 ± 0,16
Nhóm bazơ bề mặt (mmol.g ⁻¹)	0,45 ± 0,02	0,46 ± 0,04



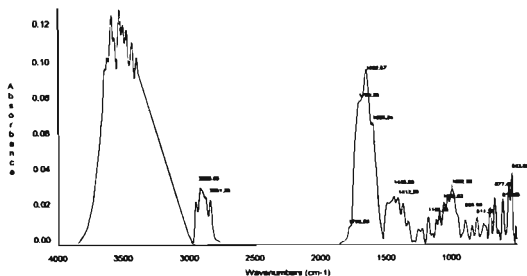
Hình 1. SEM của RH (chưa có CPC)



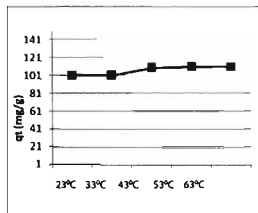
Hình 2. SEM của SMRH (có CPC)

2.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự hấp phụ nhũ dầu

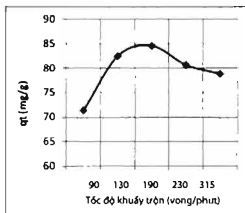
Khả năng hấp phụ đối với nhiệt độ ở 23°C và 33°C lần lượt là 101,8 ± 1,5 và 100,8 ± 2,9mgg⁻¹. Điều này cho thấy trong khoảng nhiệt độ hẹp thì nhiệt độ ảnh hưởng không



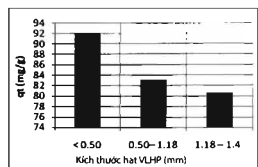
Hình 3. Phổ hồng ngoại (FT-IR) của mẫu vỏ trấu biến tính bằng chất hoạt động bề mặt (SMRH)



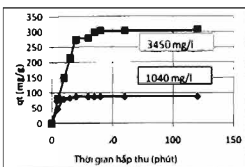
Hình 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự hấp phụ nhũ dầu



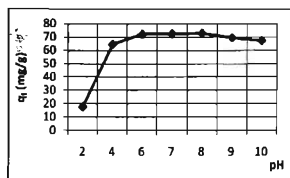
Hình 5. Ảnh hưởng của tốc độ khuấy trộn đến sự hấp phụ nhũ dầu



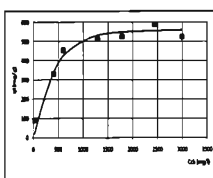
Hình 6. Ảnh hưởng của kích thước vật liệu hấp phụ đến sự hấp phụ nhũ dầu



Hình 7. Ảnh hưởng của thời gian hấp phụ đến sự hấp phụ nhũ dầu



Hình 8. Ảnh hưởng của pH đến sự hấp phụ nhũ dầu



Hình 9. Đường đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir của SMRH

đáng kể. Tuy nhiên, ở nhiệt độ tương đối cao (63°C), khả năng hấp phụ dầu đã tăng nhẹ đến $109,2 \pm 0,9 \text{ mgg}^{-1}$ (Hình 4). Ở nhiệt độ cao, sự chuyển động của phân tử chất bị hấp phụ tăng lên và sự tương tác giữa chất hấp phụ và phân tử chất bị hấp phụ mạnh hơn, do đó tăng tốc độ khuếch tán của các phân tử bị hấp phụ trên vật liệu bề mặt hấp phụ.

2.2. Ảnh hưởng của tốc độ khuấy trộn

Tăng tốc độ khuấy trộn dẫn đến tăng hấp phụ dầu từ 71,4 - 85 mgg^{-1} . Tuy nhiên, với tốc độ cao hơn là 230 và 315 vòng/phút thì sự hấp phụ dầu giảm nhẹ tương ứng 80,7 và 78,9 mgg^{-1} (Hình 5). Điều này cho thấy tăng tốc độ khuấy trộn thì tăng tốc độ chuyển khối. Khuấy trộn càng mạnh càng dẫn đến khả năng hấp phụ càng lớn trên bề mặt chất hấp phụ. Điều này có khả năng dẫn đến phá vỡ cấu trúc chất hấp phụ và liên kết hấp phụ. Như vậy, tốc độ khuấy trộn trong khoảng 130 - 190 vòng/phút sẽ cho khả năng hấp phụ tối đa. Nhóm tác giả chọn tốc độ khuấy phù hợp cho quá trình hấp phụ là 170 vòng/phút.

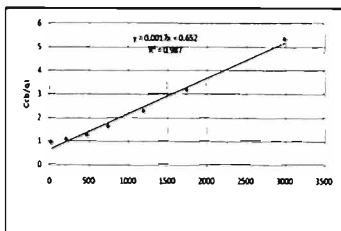
2.3. Ảnh hưởng của kích thước hạt

Theo Hình 6, hấp phụ dầu trên SMRH phụ thuộc vào kích thước hạt vật liệu hấp phụ. Kích thước hạt tăng từ 0,50; 0,50 - 1,18 và 1,18 - 1,4mm, SMRH cho khả năng

hấp phụ giảm dần. Kết quả đó cho thấy khả năng hấp phụ là cao nhất với kích thước vật liệu hấp phụ nhỏ nhất. Điều này được lý giải bởi khi giảm kích thước hạt vật liệu hấp phụ sẽ làm tăng hiệu quả diện tích liên kết và sự tăng diện tích bề mặt tạo ra nhiều vị trí liên kết có sẵn để hấp phụ, do đó tăng khả năng hấp phụ [7 - 9].

2.4. Ảnh hưởng của thời gian hấp phụ

Thí nghiệm được tiến hành đối với dung dịch nhũ có hàm lượng thấp: 1.040mg/l và dung dịch nhũ có hàm lượng cao: 3.450mg/l. Tỷ lệ hấp phụ đầu cao do sự tồn tại của bề mặt không bị che phủ. Theo đó, khi thời gian tiếp xúc tăng lên, vị trí hấp phụ không bị che phủ ít dần, dẫn đến sự hấp phụ đầu nhỏ đi. Tuy nhiên, thời gian đạt cân bằng phụ thuộc vào nồng độ dầu ban đầu. Đối với nồng độ thấp 1.040mg/l, hấp phụ đạt được cân bằng là 20 phút, trong khi đạt được cân bằng đối với nồng độ cao hơn 3.450mg/l mất nhiều thời gian hơn gần 40 phút. Do đó, có thể xác định rằng thời gian hấp phụ đầu đạt cân bằng tùy thuộc vào nồng độ dung dịch nhũ



Hình 10. Phương trình đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir dạng tuyến tính

2.5. Ảnh hưởng của pH đến sự hấp phụ

Khả năng hấp phụ pH dung dịch từ 2 - 4 tăng nhanh từ 18,0 - 64,8mgg⁻¹. Tuy nhiên, trong khoảng pH = 6 - 8, khả năng hấp phụ hầu như không đổi 72,4 và 72,8mgg⁻¹. Tại pH = 10, sự hấp phụ giảm nhẹ. Điều này có thể được giải thích bằng việc thay đổi số lượng của các proton tồn tại trong dung dịch và sự ổn định của nhũ tương dầu ở pH thấp, một lượng rất lớn proton có sẵn có thể gây hòa các vị trí hấp phụ, làm tăng tính hấp phụ cation của bề mặt và làm giảm tính kỵ nước của vật liệu hấp phụ.

2.6. Khảo sát dung lượng hấp phụ cực đại của vật liệu hấp phụ đối với nhũ tương dầu

Kết quả khảo sát dung lượng hấp phụ của nhũ tương dầu trên vật liệu hấp phụ (VLHP) cho thấy, lượng hấp phụ tuân theo đường hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir. Từ Hình 10, ta tính được lượng hấp phụ cực đại là 588mg/g (1/0,0017).

Trên cơ sở các kết quả thu được, nhóm tác giả tiến hành đề xuất quy trình công nghệ xử lý nước thải nhiễm dầu như Hình 11.

Nước sau bể tách dầu thô cải tiến (1) có cánh khuấy (2) chảy vào bể tách nhũ dầu bằng BMBS qua hệ thống bơm, đáy (7). Phần lớn dầu thô, chất rắn lơ lửng, BOD, COD được loại khỏi nước thải sau khi qua bể tách dầu thô cải tiến này. Phần nước còn lại chủ yếu chứa dầu ở dạng nhũ tương. Dòng dòng chất thải này chảy ngược qua 4 tầng (3), (4), (5) và (6) đứng liên tiếp nhau với các lớp vỏ trấu biến tính BMBS bao trong các lớp lưới kích thước nhỏ 0,3mm. Nước thải không chứa dầu đi ra ngoài qua đường (8). Sau một thời gian hấp phụ lớp vỏ trấu này sẽ bão hòa

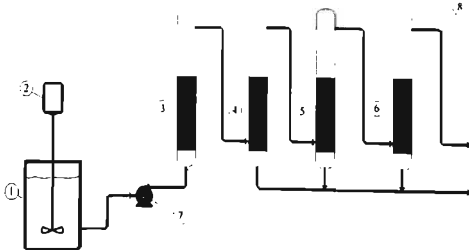
dầu. Đến khi lớp vỏ trấu trên đỉnh chuyển màu thì thay lớp vỏ trấu mới.

IV. Kết luận

Qua quá trình nghiên cứu đã tiến hành được các kết quả sau:

+ Đã chế tạo được vật liệu hấp phụ từ phế thải nông nghiệp là vỏ trấu thông qua quá trình xử lý với NaOH và chất hoạt động bề mặt cation hexadecylpyridinium chloride monohydrate.

+ Đã xác định được một số điểm bề mặt của vật liệu hấp phụ bằng phổ hồng ngoại (FT-IR) và kính



Hình 11. Sơ đồ công nghệ bể tách nhũ dầu sử dụng BMBS

hiển vi điện tử truyền qua (SEM). Các kết quả nhận được cho thấy vật liệu hấp phụ tạo ra có tâm hấp phụ mạnh và nhiều lỗ xốp.

+ Mô tả quá trình hấp phụ theo phương trình Langmuir xác định được dung lượng hấp phụ cực đại của vật liệu hấp phụ vỏ trấu biến tính bề mặt là 588mg/g.

Tài liệu tham khảo

1. S.Ibrahim, H.M.Ang, S.Wang. *Removal of emulsified food and mineral oils from wastewater using surfactant modified barley straw*. Bioresour. Technol. 2009; 100: p. 5744 - 5749.
2. J.M.Benito, G.Rios, C.Pasoz, J.Coca. *Methods for the separation of emulsified oil from water: a state-of-the-art review*. Trends Chem. Eng. 1998; 4: p. 203 - 231.
3. C.Namasivayam, M.V.Sureshkumar. *Removal of chromium (VI) from water and wastewater using surfactant modified coconut coir pith as a biosorbent*. Bioresour. Technol. 2008; 99: p. 2218 - 2225.
4. A.Nag. *Utilization of charred sawdust as an adsorbent of dyes, toxic salts and oil from water*. Process Safety Environ. Prot: Trans. Inst. Chem. Eng. 1995; Part B 73: p. 299 - 306.
5. R.C.Sun, X.F.Sun, P.Fowler, J.Tomkinson. *Structural and physico-chemical characterization of lignins solubilized during alkaline peroxide treatment of barley straw*. European Polymer Journal. 2002; 38: p.1399 - 1407.
6. R.Atkin, V.S.J.Craig, E.J.Wanless, S.Biggs. *Mechanism of cationic surfactant adsorption at the solid-aqueous interface*. Adv. Colloid Interf. Sci. 2003; 103: p. 219 - 304.
7. D.Mysore, T.Viraraghavan, Y.C.Jin. *Treatment of oily waters using vermiculite*. Water Res. 2005; 39: p. 2643 - 2653.
8. S. Ibrahim, H.M. Ang, S.Wang. 2009. *Removal of emulsified food and mineral oil from wastewater using surfactant modified barley straw*. Bioresour. Technol. 100: p. 5744 - 5749.
9. A.L.Ahmad, S.Sumathi, B.H.Hameed. *Adsorption of residue oil from palm oil mill effluent using powder and flake chitosan: equilibrium and kinetic studies*. Water Res. 2005; 39, p. 2483 - 2494.

CÁC KHÓA ĐÀO TẠO

PETROVIETNAM VIỆN DẦU KHÍ VIỆT NAM TỔ CHỨC TRONG THÁNG 12 NĂM 2012

TT	Tên lớp học	Địa điểm	Dự kiến khai giảng	Giảng viên
1	Minh giải tài liệu địa chấn nâng cao	Vũng Tàu	10 - 14/12/2012 (5 ngày)	GS.TSKH. Mai Thanh Tân TS. Nguyễn Thanh Tùng
2	Geographical Design and Mapping	Hà Nội	17 - 20/12/2012 (4 ngày)	Các chuyên gia
3	Kỹ năng viết bài và trình bày báo cáo khoa học	Hà Nội	18 - 19/12/2012 (2 ngày)	GS. TS. Vũ Cao Đàm TS. Nguyễn Hồng Minh
4	Những nội dung mới của Bộ Luật Lao động 2012	Hà Nội	12/2012 (1,5 ngày)	PGS.TS. Nguyễn Hữu Chí
5	Kỹ thuật dự báo theo các phần mềm kinh tế lượng và ứng dụng dự báo trong thị trường dầu khí	Hà Nội	12/2012 (4 ngày)	GS.TS. Nguyễn Khắc Minh

Mọi chi tiết vui lòng xem mục Đào tạo trên website của VPI theo địa chỉ: www.vpi.pvn.vn hoặc liên hệ:

Ban Thông tin Đào tạo, Viện Dầu khí Việt Nam - Tầng 14, VPI Tower - 173 Trung Kính, Yên Hòa, Cầu Giấy, Hà Nội
Tel: 04-37843061/1420, 1421, 1422, 1423, 1424 * Fax: 04-37844156 * Email: ban_tttd@vpi.pvn.vn