

Research bentonite modified by dimethyl dioctadecyl ammonium chloride and applied to the adsorption of phenolic compounds in wastewaters

Duong Thi Ngoc Lan

Hanoi University of Science, VNU

Major: Environment chemistry; Code: 60.44.41

Supervisors: Assoc. Prof. Nguyen Van Noi

Date of Presenting Thesis: 2011

Abstract. There have been numerous studies on pollution treatment of organic matter is done application, methods of pollution treatment adsorbent material made from natural materials is a new research direction is concerned. This thesis also went towards research, and natural materials used is bentonite modified by dimethyl dioctadecyl ammonium chloride for adsorption of phenolic compounds in contaminated water sources. After their research, thesis has obtained the following specific results:

a/ The optimal conditions to synthesize organoclays are the dimethyl dioctadecyl ammonium chloride content equal 125% cation exchange capacity(CEC), pH=9, heating at 55°C and reaction for 4 hours.

b/ By the methods of physics and modern chemistry (SEM, X-ray, IR, TGA) has determined the structure of the organoclay was manufactured. The basal line spacing of organoclays increases from 15.6 Å to 40.8 Å.

c/ Studies on the absorption capacity of organoclay for phenol compounds, the maximum absorption capacity of organoclay obtained as follows:

- With phenol: $q_{max} = 49.75 \text{ mg/g}$
- With phenol red: $q_{max} = 85.47 \text{ mg/g}$
- With DB-53: $q_{max} = 333.33 \text{ mg/g}$

- Successfully synthesized Aluminum pillared-organoclay with the maximum adsorption capacity for DB-53 is $q_{max} = 769.23 \text{ mg/g}$.

d/ With organoclays, the free holes was located by dimethyl dioctadecyl ammonium chloride make centered adsorption decrease, and the ability to retain organic chemicals on the surface better to extract phenolic compounds. Therefore, Aluminum pillared organoclays has adsorption capacity bigger recycled better than organoclays's. After 3 times recycled, Aluminum pillared organoclays indicated high adsorption capacity and agents retained dimethyl dioctadecyl ammonium chloride also high. This results open prospects for using bentonite, the common natural resource in Vietnam, to modify adsorbent material to better treat with phenolic compounds in contaminated water.

Keywords. Hóa môi trường; Nước ô nhiễm; Hóa học

Content

Hiện nay, cùng với sự phát triển mạnh mẽ của nền công nghiệp thế giới, bên cạnh mặt tích cực là đem lại những thành quả to lớn đối với sự phát triển kinh tế xã hội thì mặt trái của nó là việc thải ra môi trường một lượng lớn các chất thải độc hại. Chính vì vậy vấn đề ô nhiễm môi trường đang trở nên nóng bỏng, cấp bách và rất cần sự quan tâm của toàn nhân loại.

Gắn liền với việc bảo vệ môi trường là việc kiểm soát ngăn chặn và xử lý các chất gây ô nhiễm môi trường đất, nước, không khí. Nhờ khả năng hấp phụ và khả năng trao đổi ion tốt nên bentonit đã được ứng dụng rất nhiều trong xử lý môi trường. Bằng cách gắn kết vào bentonit một gốc hữu cơ, bentonit biến tính thành vật liệu ưa hữu cơ hơn (sét hữu cơ). Sét hữu cơ được sử dụng là vật liệu có khả năng hấp phụ tốt các chất ô nhiễm có nguồn gốc hữu cơ như các hợp chất phenol trong nước thải, các loại phẩm nhuộm.

Đặc biệt, Bentonit là một vật liệu có sẵn trong tự nhiên và có tính hấp phụ cao. Các tác giả trong và ngoài nước đã và đang nghiên cứu tìm cách biến tính bentonit nhằm tăng khả năng hấp phụ và bước đầu đã thu được một số kết quả.

Trong bản luận văn này, chúng tôi trình bày một số kết quả đạt được trong: “*Nghiên cứu biến tính bentonit bằng dimetyl dioctadecyl amoni clorua và ứng dụng để hấp phụ các hợp chất phenol trong nước bị ô nhiễm*”, với nội dung cụ thể là:

- + Khảo sát điều kiện để chế tạo vật liệu sét hữu cơ (organoclays).
- + Điều chế sét chống nhôm hữu cơ.
- + Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hấp phụ phẩm màu, tải trọng hấp phụ cực đại của vật liệu sét chống Al hữu cơ đối với phẩm xanh trực tiếp (DB – 53).
- + Khảo sát quá trình tái sinh vật liệu sét chống nhôm hữu cơ.
- + Khảo sát khả năng xử lý mẫu nước thải thực tế.

1. Tổng quan

1.1. *Khát quát về khoáng sét bentonit*

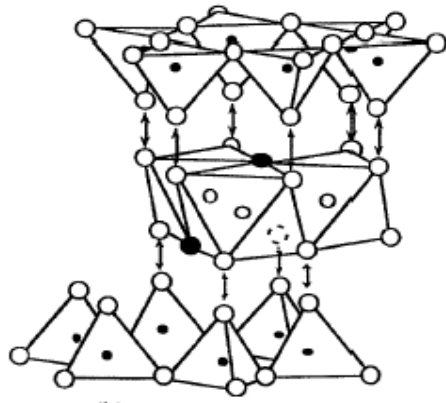
Bentonit là khoáng sét theo gọi theo tên của mỏ sét “Benton”, có thành phần chính là montmorillonit với công thức hoá học tổng quát dạng $(\text{OH})_4\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{20} \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Ngoài ra trong bentonit còn một số khoáng khác như caolinit, mica, canxit, thạch anh, các muối kiềm...

Thành phần hoá học của montmorillonit, ngoài hai nguyên tố kim loại chính là Si và Al còn có các nguyên tố khác như Fe, Ca, Mg, Ti, K, Na... Tỷ lệ $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$ nằm trong khoảng 1:2 đến 1:4. Bentonit được chia thành hai loại:

- Bentonit trương nở có thành phần chính là montmorillonit Na, hay còn gọi là Bentonit natri. Khi bão hoà nước bentonit natri có thể trương nở đến 20 lần.
- Bentonit không trương nở có thành phần chính là montmorillonit canxi, còn gọi là bentonit canxi.

Cấu trúc tinh thể và thành phần hóa học của Montmorillonit

Trong Montmorillonit các nguyên tử Si nằm ở tâm của mạng tứ diện còn các nguyên tử Al nằm ở tâm của mạng bát diện và một số ion nhôm bị thay thế bằng ion magie, công thức khai triển như sau: $\text{M}_x[\text{Al}_{4-x}\text{Mg}_x]^0[\text{Si}_8]^{\text{I}}\text{O}_{20}(\text{OH})_4$



● Silic

○ Oxi

● Magie

M: Kim loại đền bù điện tích

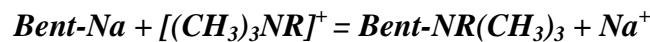
Hình 1: Mạng cấu trúc Montmorillonite

Các tính chất của sét bentonit

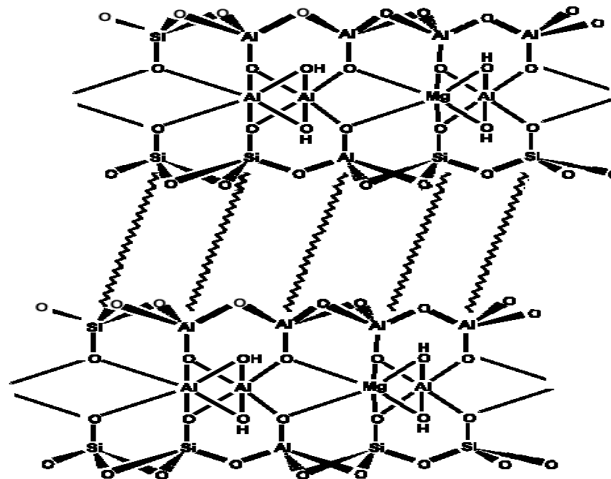
- Tính chất trao đổi cation
- Tính chất trương nở
- Tính chất hấp phụ

Vật liệu hấp phụ sét hữu cơ (Organoclay)

Sét hữu cơ hay còn gọi là sét ưa dầu (organophilic clay) là sản phẩm của phản ứng trao đổi ion giữa sét montmorillonit hoặc hectorit có các cation trao đổi Na^+ , Ca^{2+} nằm ở giữa các lớp sét với các cation hữu cơ chủ yếu là hợp chất amin. Phương pháp trao đổi các cation giữa các lớp của Bentonite với cation amin bậc 4 có dạng $[(CH_3)_3NR]^+$ trong đó R thường là nhóm alkyl mạch dài tạo nên một dạng Bentonite biến tính gọi là **Organoclay**, còn được gọi là Sét hữu cơ hay sét ưa dầu.



Sự có mặt của các cation bậc 4 trong không gian giữa hai phiến sét không chỉ làm cho khoảng cách giữa các lớp phiến sét (d_{001}) tăng lên mà còn làm cho sét có tính chất ưa dầu. Khi đó, sét sẽ có khả năng trương nở và phân tán được trong các dung môi hữu cơ khác nhau.



Hình 2. Mô hình cấu trúc của sét hữu cơ

Khác với các hợp chất hữu cơ phân cực, cation hữu cơ thay thế các cation vô cơ nằm giữa hai phiến sét và liên kết chặt chẽ với bề mặt phiến sét. Sự tương tác này gọi là hấp phụ trao đổi, nguyên tử nitơ của các amin gắn chặt vào bề mặt phiến sét, còn đuôi hydrocarbon sẽ thay thế vị trí các phân tử nước đã bị hấp phụ từ trước nằm song song hoặc vuông góc với bề mặt phiến sét. Lượng cation hữu cơ trao đổi có thể lớn hơn dung lượng trao đổi cation của sét. Với hợp chất amin bậc 4 có 3 nhóm methyl và 1 nhóm hydro cacbon mạch dài thì montmorillonit có thể hấp phụ một lượng lớn cation hữu cơ bằng 2.5 lần dung lượng trao đổi cation của sét. Lượng amin bậc 4 dư sẽ bị hấp phụ vật lý lên các cation hữu cơ đã bị hấp phụ từ trước.

Sét hữu cơ được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Trong công nghiệp dầu khí, sét hữu cơ được dùng làm chất tạo gel pha dung dịch khoan gốc dầu, dung dịch Paker, chất làm sạch dầu trong nhũ tương dầu nước. Ngoài ra, sét hữu cơ còn được sử dụng trong sơn dầu, mực, mỹ phẩm, chất chống thấm, sản xuất dầu bôi trơn. Gần đây, sét hữu cơ còn được ứng dụng làm phụ gia biến tính vật liệu polime với mục đích tăng độ bền cơ học, tính chịu nhiệt của vật liệu để tổng hợp ra các dạng vật liệu nanocomposit có chất lượng cao.

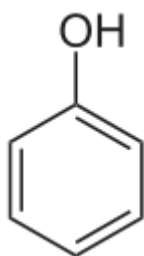
Ngoài ra, mạch hydrocacbon khi được chèn giữa các lớp của bentonit sẽ làm tăng tính kỵ nước của bentonit, do đó làm tăng ái lực của vật liệu với các chất hữu cơ, đặc biệt là các chất hữu cơ mạch vòng, chất có phân tử lượng lớn. Nhờ đặc điểm đó, sét hữu cơ có thể ứng dụng để làm vật liệu xử lý nước nhiễm các hợp chất hữu cơ độc hại với môi trường. Chức năng làm sạch nước đầu tiên phải kể đến là tách loại các hợp chất hữu cơ độc hại có độ tan thấp trong nước đặc biệt là dầu, creozol, PAH's và PCBs. Một số tài liệu nghiên cứu chỉ ra rằng, thậm chí khả năng hấp phụ của sét hữu cơ còn vượt xa than hoạt tính. Một hệ thống xử lý nước ô nhiễm dầu và hợp chất BTEX (benzen - toluen - etylbenzen - xylen), đạt hiệu quả tốt là khi hệ thống sử dụng kết hợp sét hữu cơ/than hoạt tính. Vì sét hữu cơ có khả năng hấp phụ tốt hơn đối với nhóm hợp chất toluene, xylenes, trong khi đó than hoạt tính sẽ xử lý tốt benzen.

1.2. Giới thiệu về các hợp chất phenol

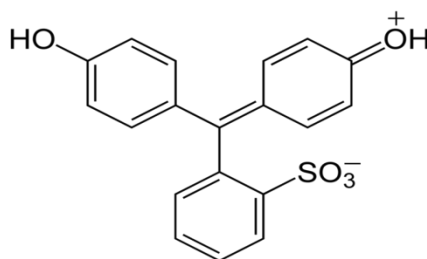
1.2.1. Cấu tạo và tính chất của phenol

Phenol là một loại hợp chất hữu cơ mà trong phân tử có chứa nhóm hydroxyl ($-OH$) liên kết trực tiếp vào nhân benzene (nhân thơm). Phenol đơn chức, chứa một nhân thơm, gốc hydrocacbon liên kết vào nhân thơm không có hay nếu có là gốc no mạch hở $C_nH_{2n-7}OH$ ($n \geq 6$). Phenol đơn giản nhất là C_6H_5-OH

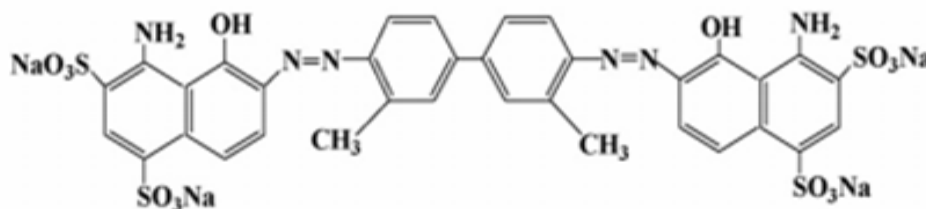
Phenol là chất rắn, tinh thể không màu, có mùi đặc trưng, nóng chảy ở $43^\circ C$. Sôi ở $182^\circ C$. Để lâu trong không khí phenol tự chảy rữa (vì nó hút ẩm tạo thành hydrate, nóng chảy ở $18^\circ C$) và nhuộm màu hồng (vì bị oxi hóa một phần bởi oxi). Phenol có tỉ khối 1,072 (khối lượng riêng 1,072g/mL). Phenol có tính acid yếu $K_a = 1.10^{-10}$ ($pK_a = 10$). Phenol có tính sát trùng, rất độc, gây phỏng nặng khi rơi vào da.



Phenol



phenolsulfonphthalein (phenol đỏ)



DB- 53

1.2.2. Một số ứng dụng của Phenol

Phenol có ứng dụng lớn trong y học, dùng trong khử trùng phẫu thuật. Dùng để điều chế nhiều dược phẩm như aspirin làm giảm đau, hạ nhiệt, phòng và chữa huyết khối; acid salicylic

(là thuốc giảm đau, hạ nhiệt, chống viêm); metyl salicilate (dầu nóng, làm thuốc giảm đau trong chứng viêm thấp khớp, đau cơ).

Phenol sử dụng để điều chế được phẩm nhuộm, chất dẻo (nhựa bakelite là một hỗn hợp của phenol-formandehyde.....), tơ tổng hợp (nylon 6,6...), thuốc diệt cỏ và cũng là chất kích thích tố thực vật (2,4-D, là muối natri của acid 2,4-diclophenoxiacetic, $2,4-C_{12}H_3O-CH_2COONa$), thuốc nổ (acid picric), thuốc diệt nấm mốc (ortho- và para-nitrophenol, o- và p- $O_2N-C_6H_4OH$...)

Phenol có thể dung trực tiếp làm chất sát trùng, tẩy uế...(như phenol được cho và hồ tinh bột làm keo dán giấy để bảo quản hồ tinh bột lâu hư).

1.2.3. Độc tính của phenol

Đối với con người, khi tiếp xúc với phenol trong không khí có thể bị kích ứng đường hô hấp, đau đầu, cay mắt. Nếu tiếp xúc trực tiếp với phenol có nồng độ cao có thể gây bỏng da, tim đập loạn nhịp và có thể dẫn đến tử vong.

Phenol cũng gây tác động mạnh theo đường tiêu hóa. Khi ăn uống phải một lượng phenol có thể gây kích ứng, bỏng phía bên trong cơ thể và gây tử vong ở hàm lượng cao. Tình trạng bị kích ứng và ảnh hưởng cũng xảy ra tương tự đối với các loài động vật khi tiếp xúc với phenol.

Chính vì vậy, phenol có tác động rất lớn đến môi trường. Tình trạng ô nhiễm phenol trong không khí, nguồn nước và trong đất có thể gây ảnh hưởng đến hệ sinh thái và ở hàm lượng cao có thể tiêu diệt toàn bộ hệ sinh thái.

1.2.4. Nguồn gốc ô nhiễm phenol trong nước

Nguồn gốc cơ bản phát sinh ô nhiễm phenol trong nước là chất thải từ các cơ sở sản xuất có sử dụng phenol như nguyên liệu hay dung môi của quá trình sản xuất. Các nhà máy sản xuất dược phẩm có các mặt hàng thuốc giảm đau aspirin, acid salicylic... trong nước thải vệ sinh thiết bị, dụng cụ sẽ thải ra phenol. Tại các cơ sở sản xuất hạt điều, trong nước thải ngâm ủ hạt và vệ sinh nhà xưởng có chứa nhiều dẫn xuất của phenol.

Phenol được sử dụng trong thành phần thuốc diệt cỏ, thuốc diệt nấm mốc... Trong quá trình tồn trữ, bảo quản và sử dụng sẽ có tình trạng thoát ra ngoài gây ô nhiễm môi trường.

2. Thực nghiệm

2.1. Chế tạo vật liệu sét hữu cơ

Làm giàu bentonite

Xử lý sét thô: Sét tự nhiên chứa nhiều khoáng chất và các hợp chất hữu cơ do vậy trước khi xử lý ta phải ngâm sét thô trong nước, để cho sét trương nở và tách lớp với các chất bẩn khác. Ngâm sét thô trong nước cất trong 24h sau đó lọc gạn lấy huyền phù sét ở trên. Lọc gạn nhiều lần (4-5 lần), rồi lọc qua giấy lọc để thu được sét. Tiếp đó, sấy khô ngoài không khí rồi nghiền nhỏ.

Phương pháp điều chế

- Cân 1g bentonite đã sấy khô ở trên cho vào 50ml nước trong cốc thủy tinh chịu nhiệt có dung tích 100 ml, khuấy với tốc độ không đổi 400 vòng/phút. Chỉnh pH của hỗn hợp huyền phù sét về pH khảo sát và giữ nhiệt độ ổn định trong vòng 2h.

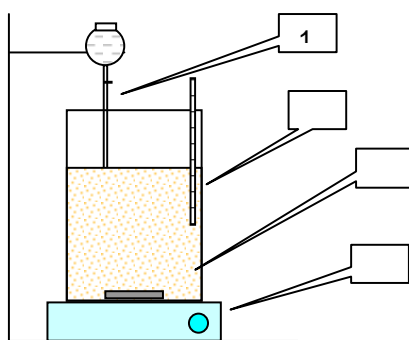
- Chuẩn bị dung dịch muối amin bậc bốn trong etanol 96%: cân một lượng xác định muối amin, hòa tan vào 2ml etanol rồi chuyển vào phễu chiết. Tỷ lệ amin tương ứng với dung lượng trao đổi cation (CEC) của bentonit. Khối lượng amin tính theo công thức:

$$m_a = f \times CEC \times m_b \times M_a$$

Trong đó: f: là tỉ lệ trao đổi so với dung lượng trao đổi cation
 m_a : khối lượng amin bậc bốn cần dùng (g)
CEC: dung lượng trao đổi cation của bentonit (meq/g)
 M_a : khối lượng mol amin HT 75 (585.5 g/mol)
 m_b : khối lượng khoáng sét bentonit (g)

- Tiến hành phản ứng: Nhỏ từ từ dung dịch muối amin từ phễu chiết vào hỗn hợp huyền phù sét 2%. Hỗn hợp được khuấy liên tục và giữ ở nhiệt độ khảo sát trong 4 giờ. Ngừng cung cấp nhiệt và để làm già trong 10h ở nhiệt độ phòng.

Lọc, rửa sản phẩm bằng nước nóng ở 50-60°C cho tới khi loại bỏ hoàn toàn ion Cl^- (kiểm tra bằng dung dịch AgNO_3). Sét hữu cơ thu được sấy khô ở 70°C. Sơ đồ thí nghiệm tổng hợp sét hữu cơ trình bày trong hình 2.1



Hình 3. Sơ đồ thí nghiệm tổng hợp sét hữu cơ

Chú thích: 1- Phễu nhỏ giọt ; 2- Hỗn hợp phản ứng trong cốc thủy tinh chịu nhiệt (hoặc bình nón 1,5 l); 3-Nhiệt kế; 4-Bộ khuấy từ có gia nhiệt

Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng

Tiến hành thí nghiệm trong điều kiện thay đổi các thông số cần khảo sát và cố định các yếu tố còn lại.

- Ảnh hưởng của hàm lượng:

Điều kiện tiến hành: pH của huyền phù sét 2% là 8, nhiệt độ 55°C, thời gian phản ứng 4h, tốc độ khuấy 400 vòng/phút, hàm lượng muối amin so với dung lượng trao đổi cation lần lượt là: 75%, 100%, 125%, 150%.

- Ảnh hưởng của pH

Điều kiện tiến hành: hàm lượng chất hữu cơ so với dung lượng trao đổi cation thu được ở thí nghiệm trên, nhiệt độ phản ứng 55°C, khuấy ổn định 2 giờ với tốc độ 400vòng/phút, pH của dung dịch lần lượt là 3, 6, 7, 8, 9, 10

- Ảnh hưởng của nhiệt độ

Điều kiện khảo sát: hàm lượng chất hữu cơ so với dung lượng trao đổi cation và pH của dung dịch thu được ở thí nghiệm trên, nhiệt độ thay đổi 35°C (nhiệt độ phòng), 45°C, 55°C, 65°C, 75°C, 85°C.

- Ảnh hưởng của thời gian phản ứng

Tiến hành thay đổi thời gian phản ứng từ 1 – 6 giờ với điều kiện khảo sát đã thiết lập ở 3 thí nghiệm trên.

2.2. Khảo sát khả năng ứng dụng của vật liệu sét hữu cơ thu được trên mẫu pha

Tiến hành khảo sát khả năng hấp phụ của vật liệu đối với mẫu pha: phenol, phenylsunfophtalein (phenol đỏ) và phẩm xanh trực tiếp (DB- 53) với các bước sau:

1. Lập đường chuẩn xác định nồng độ mẫu phenol sử dụng phương pháp trắc quang UV-VIS.
2. Khảo sát sự ảnh hưởng của pH đến đặc tính hấp phụ của vật liệu

Lấy 6 bình nón chứa 50ml mẫu pha là hợp chất của phenol có nồng độ C_0 xác định, điều chỉnh pH về các giá trị pH = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 bằng các dung dịch NaOH và HCl 0.1N. Cân 0,05g sét hữu cơ cho vào mỗi cốc, đem khuấy trộn đều, sau khoảng thời gian đạt cân bằng hấp phụ, thu lấy phần dung dịch đem đo độ hấp thụ quang xác định nồng độ còn lại.

3. Khảo sát thời gian đạt cân bằng hấp phụ

Để khảo sát thời gian đạt cân bằng hấp phụ, tiến hành các hấp phụ gián đoạn như sau: cân chính xác 0.05g vật liệu cho vào dung dịch chứa 50ml mẫu pha là hợp chất của phenol có nồng độ C_0 xác định, tiến hành khuấy trộn. Sau khoảng thời gian t, lấy phần nước lọc đem xác định nồng độ còn lại.

4. Xác định khả năng hấp phụ của vật liệu sét hữu cơ

Cho 0,05g vật liệu hấp phụ vào 50ml dung dịch mẫu pha là hợp chất của phenol có nồng độ ban đầu C_1 thay đổi. Thời gian hấp phụ tương ứng với thời gian đạt cân bằng hấp phụ. Sau đó, lấy phần nước lọc và xác định nồng độ còn lại của hợp chất phenol. Tính tải trọng hấp phụ và hồi quy theo mô hình hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir.

2.3. Tái sinh vật liệu

Tiến hành khảo sát khả năng hấp phụ phẩm xanh trực tiếp DB 53 và tái sinh vật liệu trong quá trình xử lý. Lấy lượng sét hữu cơ chống Al cho vào phẩm xanh có nồng độ xác định khuấy trong thời gian cố định. Lọc, rửa và sấy ở 60°C , sau đó cho vào nước nhằm tách loại phẩm xanh trong vòng 2 giờ khuấy liên tục, tiếp tục thêm tác nhân oxy hóa H_2O_2 vào cho tới khi dung dịch hết màu xanh. Tiến hành thu hồi vật liệu và xác định tải trọng hấp phụ cực đại qua các lần tái sinh.

2.4. Thí nghiệm khảo sát khả năng xử lý mẫu nước thải thực tế của vật liệu sét hữu cơ

Mẫu nước thải được lấy trực tiếp sau quá trình nhuộm từ bể nhuộm của công ty Trách nhiệm hữu hạn thương mại An Huy, thuộc làng La Cả, xã Dương Nội, Hà Đông. Đo giá trị COD và pH. Sau khi nước thải được lọc sơ bộ, tiến hành xử lý bằng VLHP theo quy trình gián đoạn như sau:

- Cho một lượng xác định vật liệu hấp phụ vào 50ml dung dịch nước thải dệt nhuộm, tiến hành khuấy trộn trong thời gian ứng với khoảng thời gian đạt cân bằng hấp phụ.
- Lọc bỏ phần chất rắn, xác định giá trị COD còn lại và quan sát sự thay đổi màu nước thải.

3. Kết Luận

Qua quá trình khảo sát nghiên cứu và dựa trên các kết quả thí nghiệm thu được, có thể rút ra một số kết luận sau:

1. Đã khảo sát được các yếu tố chính ảnh hưởng tới quá trình điều chế sét hữu cơ từ bentonit Thanh Hóa và Dimetyl dioctadexyl amoniclorua (HT 75) và khả năng hấp phụ của chúng với phenol và hợp chất của phenol. Từ đó thiết lập được quy trình và các điều kiện thích hợp cho quá trình điều chế sét hữu cơ, là: hàm lượng HT 75 bằng 125% dung lượng trao đổi cation, pH = 9, nhiệt độ tiến hành phản ứng là 55°C , thời gian phản ứng 4h.

2. Đã đặc trưng vật liệu sét hữu cơ bằng các phương pháp SEM, XRD, IR, phân tích nhiệt:

- Khoảng cách cơ bản giữa hai lớp phiến sét tăng từ $15,6\text{Å}$ đến $40,8\text{Å}$.
- Vật liệu chuyển từ ưa nước sang ưa dầu
- Phôi tử hữu cơ đã được định vị thành công trên bề mặt vật liệu.

3. Đã khảo sát khả năng hấp phụ mẫu pha chứa các hợp chất phenol của vật liệu sét hữu cơ, thu được các kết quả sau:

- Dung lượng hấp phụ cực đại phenol là $49,75\text{ mg/g}$ ($0,53\text{ mmol/g}$) sét hữu cơ
- Dung lượng hấp phụ cực đại phenol đỏ là $85,47\text{ mg/g}$ ($0,24\text{ mmol/g}$) sét hữu cơ
- Dung lượng hấp phụ cực đại DB 53 là $333,33\text{ mg/g}$ ($0,35\text{ mmol/g}$) sét hữu cơ

4. Đã khảo sát khả năng tái sinh của vật liệu sét chống Al hữu cơ với DB 53, thu được kết quả sau:

- Dung lượng hấp phụ cực đại của sét chống Al hữu cơ là $769,23\text{ mg/g}$ ($0,81\text{ mmol/g}$)
- Dung lượng hấp phụ cực đại của VLTS1 là 500 mg/g ($0,53\text{ mmol/g}$)
- Dung lượng hấp phụ cực đại của VLTS2 là 454 mg/g ($0,48\text{ mmol/g}$)
- Dung lượng hấp phụ cực đại của VLTS3 là 500 mg/g ($0,53\text{ mmol/g}$)

5. Đã tiến hành xử lý mẫu nước thải của một cơ sở dệt nhuộm thuộc xã Dương Nội, Hà Đông. Kết quả xử lý cho thấy, vật liệu sét hữu cơ và sét hữu cơ chống Al có khả năng xử lý khá tốt loại nước thải dệt nhuộm (hiệu suất xử lý đạt 84%).

Như vậy qua quá trình nghiên cứu ta thấy sét hữu cơ và sét chống Al hữu cơ cho khả năng hấp phụ và tái sinh cao đối với hợp chất hữu cơ mạch dài, khó phân hủy sinh học. Từ đó,

mở ra hướng ứng dụng để xử lý trong thực tế để xử lý hợp chất hữu cơ khó phân hủy sinh học, ví dụ: các hợp chất phenol trong nhà máy chế biến gỗ, phẩm nhuộm....

References

Tiếng Việt

1. Cao Anh Dũng, Trần Xuân Phương, Nguyễn Lan Hương, Lê Minh Sơn, Lê Anh Đào, Hoàng Linh, Thân Hoàng Cường, Phạm Lê Minh, Bùi Lê Phương (2005), *Nghiên cứu công nghệ sản xuất sét hữu cơ*. Báo cáo tổng kết khoa học và kỹ thuật ngành dầu khí.
2. Trần Văn Nhân, Nguyễn Thạc Sửu, Nguyễn Văn Tuế (1997). *Hóa lý, II*. NXB Giáo Dục.
3. Đinh Quang Năng (2003). *Vật liệu làm khuôn cát*. NXB Khoa học Kỹ thuật
4. Dương Thị Hạnh (2007). *Nghiên cứu chế tạo sét hữu cơ trên cơ sở bentonit và ứng dụng để xử lý các chất hữu cơ độc hại trong nước thải*. Luận văn Thạc sĩ Khoa học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.
5. Nguyễn Hoài Thu (2010). *Nghiên cứu biến tính bentonit bằng benzyl dimetyl stearyl amoni clorua và ứng dụng để hấp phụ các hợp chất phenol trong nước bị ô nhiễm*. Luận văn Thạc sĩ Khoa học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

Tiếng Anh

1. B. Rhouta, M. Amjoud, D. Mezzane, A. Alimoussa, L. Daoudi, E. Ech-chamikh, H. Kaddami (2006), "Proton conductivity in Al – Stevensite pillared clays", *The Moroccan Statistical Physical Society*, 7(1), pp. 77 – 81.
2. M. Sergio, M. Musso, J. Medina and W. Diano (2006), *Aluminum – Pillaring of a Montmorillonitic Clay: Textural Properties as a Function of the Starting Mineral Particle Size*, <http://www.azom.com/oars.asp>.
3. J. Theo Kloprogge, Rhys Evans, L. Hickey and Ray, L. Frost (2002), *Characterisation and Al – pillaring of smectites from Miles, Queensland*, Centre for Instrumental and developmental Chemistry, Queensland University of Technology, GPO Box 2434, Brisbane Q 4001, Australia.
4. Yasser Z. El-Nahhal and Jamal M. Safi (2004), *Adsorption of phenanthrene on organoclays from distilled and saline water*, *Journal of Colloid and Interface Science* 269, pp. 265–273.
5. Lucilene Betega de Paiva et al. (2008), *Properties, preparation and applications*, *Applied Clay Science*, 42, pp. 8–24.
6. An, T., Chen, J., Li, G., Ding, X., Sheng, G., Fu, J., Mai, B., O'Shea, K.E. (2008), *Characterization and the photocatalytic activity of TiO₂ immobilized hydrophobic montmorillonite photocatalysts, degradation of decabromodiphenyl ether (BDE 209)*, *Catal. Today* 139, pp. 69–76.
7. Runliang Zhu et al, *Regeneration of spent organoclays after the sorption of organic pollutants*, *Journal of Environmental Management* 90 3212–3216 (2009).
8. Barbara Witthuhn, Peter Klauth, Erwin Klumpp, Hans-Dieter Narres, Holger Martinius (2005), *Sorption and biodegradation of 2,4-dichlorophenol in the presence of organoclays*, *Applied Clay Science*, 28, pp. 55– 66.
9. Maosheng Xia et al. (2009), *Preparation and characterization of bimodal mesoporous montmorillonite by using single template*, *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 338, pp. 1–6.
10. A. Khenifi · Z. Bouberka · F. Sekrane · M. Kameche · Z. Derriche (2007), *Adsorption study of an industrial dye by an organic clay*, Springer Science+Business Media, LLC, pp. 149–158.
11. Toxicological review of phenol (CAS No.108-95-2) (2002), *In Support of Summary information on the Integrated Risk Information System (IRIS)*, U.S Environmental Protection Agency Washington D.C

12. Ji-Hoon Kim, Won Sik Shin, Dong-Ik Song and Sang June Choi (2006), *Sequential competitive sorption and desorption of chlorophenols in organoclay*, Korean J. Chem. Eng., 23(1), pp. 63-70.
13. Fatma Tomul, Suna Balci (2008), *Synthesis and Characterization of Al – pillared interlayered Bentonites*, G.U. Journal of Science, 21(1), pp. 21 – 31.