

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU BƯỚC ĐẦU VỀ KHẢ NĂNG SỬ DỤNG Bùn THẢI MỎ THAN BÌNH MINH VÀ KHE CHÀM TRONG XỬ LÝ NƯỚC THẢI Ô NHIỄM KIM LOẠI NẶNG

DOÀN ĐÌNH HÙNG^{1,2}, NGUYỄN TRUNG MINH², NGUYỄN THỊ THU¹,
CÙ SỸ THĂNG¹, LÊ THỊ PHƯƠNG DUNG¹

¹Viện Địa chất, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 84 Phố Chùa Láng, Đống Đa, Hà Nội

²Bảo tàng Thiên nhiên Việt Nam, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam,
18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

Tóm tắt: Trong bài báo này, tác giả trình bày một số kết quả nghiên cứu về địa hóa môi trường và khả năng sử dụng bùn thải mỏ than Bình Minh và Khe Chàm (ký hiệu là BT5 và BT8) trong việc xử lý nước thải ô nhiễm kim loại nặng. Thành phần (hoá học) chính của hai mẫu bùn thải mỏ than là Al_2O_3 , Fe_2O_3 và SiO_2 , với tổng khối lượng chiếm tới 60-70%, trong đó Al_2O_3 là thành phần chính của các khoáng vật montmorillonit, illit và kaolinit, Fe_2O_3 là thành phần chính của goethit, đây là các khoáng vật có ích cho quá trình hấp phụ kim loại nặng. Khả năng hấp phụ Cu, Pb, Zn và Cd của các mẫu bùn thải mỏ than BT5 và BT8 khá tốt với tỷ lệ khối lượng mẫu bùn thải mỏ than trong 1l dung dịch là 10 g/l, đạt tới các giá trị lần lượt là (40,52 %, 97,52 %, 20,97 %, 18,54 %) và (98,18 %, 98,36 %, 50,89 % và 63,6 %). Dung lượng hấp phụ Cu, Pb, Zn và Cd theo khảo sát đạt tới các giá trị lần lượt là (919,5 mg/kg, 31736 mg/kg, 211,4 mg/kg, 3929 mg/kg) và (6.593 mg/kg, 32.876 mg/kg, 665 mg/kg và 5.245 mg/kg). Từ các kết quả nghiên cứu trên cho thấy khả năng chế tạo vật liệu hấp phụ trong xử lý nước thải ô nhiễm kim loại nặng từ bùn thải mỏ than là rất tốt.

MỞ ĐẦU

Các hoạt động khai thác, kinh doanh than ở Quảng Ninh trong nhiều năm gần đây đã mang lại nhiều khởi sắc về đời sống vật chất, kinh tế vùng mỏ. Tuy nhiên cũng do hoạt động khai thác than của các mỏ ngày càng nâng cao công suất khiến môi trường nơi đây bị tổn hại nghiêm trọng. Uông Bí trở thành thị xã ô nhiễm vào bậc cao nhất nước, Cẩm Phả và Hạ Long bị ô nhiễm hệ thống nước ngầm, các bãi thải của công trường khai thác than đe dọa tính mạng người dân... Tập đoàn Than - Khoáng sản Việt Nam đẩy mạnh việc khai thác than tại khu vực Cánh Gà - Vàng Danh, thành lập tại đây một loạt công ty khai thác than như Nam Mẫu, Uông Bí, Vietmindo và Vàng Danh. Cả bốn công ty này đồng loạt mở các mỏ khai thác lộ thiên và hầm lò, việc khai thác ồ ạt không tính đến yếu tố bảo vệ môi trường khiến con suối Vàng Danh bị ô nhiễm nghiêm trọng và người dân Hải Phòng đã tẩy chay nguồn nước Vàng Danh.

Bùn thải mỏ than là một sản phẩm chất thải từ các mỏ than, bùn thường được tạo ra trong dòng thải axit mỏ, bùn thải mỏ than là vật liệu có sản lượng lớn nhất cần phải xử lý trên thế giới. Dòng thải axit mỏ hiện là một vấn đề nghiêm trọng trong ô nhiễm nước của các mỏ khai thác công nghiệp trên thế giới. Các dòng thải axit mỏ thường chứa các khoáng vật sunfur, nguyên tố Al, Fe,... Hệ thống thoát nước có tính axit do quá trình oxy hóa của các khoáng chất sulfur tiếp xúc với oxy trong khí quyển tạo thành các axit sulphuric và giải phóng các kim loại nặng cũng như các chất độc hại khác ra môi trường. Do vậy các dòng thải axit mỏ có tính axit và nước chứa kim loại hoà tan từ những chất thải với nồng độ cao là một vấn đề môi trường có quy mô quốc tế.

Việc sử dụng bùn thải mỏ than (sản phẩm của các đuôi thải của các mỏ khai thác than) trong việc xử lý nước thải ô nhiễm kim loại nặng là một trong những lời giải cho bài toán giảm thiểu ô nhiễm môi trường [1, 12].

Hiện tượng nước bị ô nhiễm kim loại nặng thường gặp trong các lưu vực gần các khu công nghiệp, các thành phố lớn và khu vực khai thác khoáng sản. Nguyên nhân chủ yếu gây ô nhiễm

kim loại nặng là quá trình đổ nước thải công nghiệp và nước thải độc hại không xử lý hoặc xử lý không đạt yêu cầu vào môi trường nước. Ô nhiễm nước bởi kim loại nặng có tác động tiêu cực tới môi trường sống của sinh vật và con người. Để hạn chế ô nhiễm nước, cần phải tăng cường biện pháp xử lý nước thải công nghiệp. Xử lý ô nhiễm môi trường bằng phương pháp hấp phụ là một trong số các công nghệ xử lý nước thải tinh (sau công đoạn xử lý thô) hiện nay, có hiệu quả và phù hợp. Nước sau xử lý đạt tiêu chuẩn chất lượng nước được phép thải ra môi trường.

Việc nghiên cứu khả năng ứng dụng một số nguyên liệu khoáng tự nhiên trong việc xử lý ô nhiễm môi trường được tiến hành trong một số năm gần đây: Khả năng hấp phụ arsen (III và V) của laterit đá ong Hà Tây [7]; Nghiên cứu khả năng hấp phụ Zn bởi bazan tự nhiên Việt Nam và các sản phẩm của chúng trong xử lý nước thải bị ô nhiễm [8]; Ứng dụng bùn đỏ bauxit Tây Nguyên xử lý ô nhiễm kim loại nặng trong nước thải [9]; Chế tạo hạt vật liệu hấp phụ từ bùn đỏ bauxit Bảo Lộc và định hướng ứng dụng trong xử lý ô nhiễm nước thải [10]; Nghiên cứu về khả năng sử dụng bazan phong hóa của các đảo Lý Sơn và Côn Cỏ, Việt Nam, vào việc sản xuất vật liệu hấp phụ kim loại nặng trong xử lý ô nhiễm môi trường nước [11]; Nghiên cứu hấp phụ Zn của hạt vật liệu BVNQ chế tạo từ đuôi thải quặng bauxit Bảo Lộc [3]. Các kết quả nghiên cứu cho thấy khả năng xử lý mẫu nước có chứa Cu, Pb, Zn, Cd, As³⁺, As⁵⁺ của cả bazan và laterit - đá ong đều rất tốt và tương đương với than hoạt tính do hãng Merck cung cấp, thấp hơn clinoptilolite (zeolit Châu Âu) nhưng cao hơn heulandite, phillipsite (zeolit Việt Nam).

Bài báo này trình bày kết quả bước đầu nghiên cứu các đặc tính cũng như khả năng hấp phụ kim loại nặng của mẫu bùn thải mỏ than của mỏ than Bình Minh thuộc Xí nghiệp than Thành Công (Công ty than Hòn Gai) và mỏ than Khe Chàm thuộc Công ty than Khe Chàm, tỉnh Quảng Ninh, được ký hiệu lần lượt là BT5 và BT8. Mục tiêu hướng tới của nghiên cứu là việc xử lý nước thải ô nhiễm kim loại nặng (Cu, Pb, Zn, Cd). Các kết quả này cũng là những khảo sát ban đầu làm tiền đề cho việc chế tạo hạt vật liệu hấp phụ kim loại nặng được chế tạo từ bùn thải mỏ than.

- Mẫu BT5 là mẫu bùn thải lấy tại hầm bơm chứa bùn thải có độ sâu -100 m so với mặt đất, tương ứng với cao độ -75 m, thuộc Xí nghiệp than Thành Công, vị trí lấy mẫu có tọa độ N 20°58'30.28", E 107°06'45.23".

- Mẫu BT8 là mẫu bùn thải lấy tại hầm bơm chứa bùn thải có độ sâu -130 m so với mặt đất tương ứng với cao độ -100 m, thuộc Công ty than Khe Chàm, có tọa độ: N 21°02'57.82", E 107°18'2.43"

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Xác định đặc tính của bùn thải mỏ than

Ứng dụng phương pháp phân tích huỳnh quang tia X (XRF) dùng để khảo sát thành phần hóa học; kết quả phân tích nhiễu xạ tia X (XRD) được sử dụng để xác định các khoáng vật; xác định cấu trúc vật liệu bằng phương pháp kính hiển vi điện tử quét (SEM) và phương pháp phổ tán sắc năng lượng tia X (EDX); đồng thời ứng dụng phương pháp nhiệt vi sai để khảo sát mất khối lượng khi nung ở các nhiệt độ khác nhau của mẫu bùn thải mỏ than. Các kết quả này cũng là cơ sở cho việc chế tạo hạt vật liệu hấp phụ mà chúng tôi sẽ trình bày trong các bài báo tiếp theo.

2. Khảo sát hấp phụ đẳng nhiệt dạng mẻ từ các mẫu bùn thải của mỏ than

Quá trình xử lý nước thải chứa kim loại bằng phương pháp hấp phụ thực chất là quá trình di chuyển của ion kim loại từ pha lỏng sang pha rắn, các ion kim loại tiếp xúc và bị giữ bởi các tâm hấp phụ của vật liệu hấp phụ. Quá trình hấp phụ xảy ra làm cho hàm lượng kim loại trong nước giảm dần và hàm lượng kim loại trong pha rắn tăng lên cho đến khi đạt trạng thái cân bằng.

Các bước khảo sát khả năng hấp phụ trên mẫu nguyên khai bùn thải mỏ than: Tiến hành các thí nghiệm hấp phụ các kim loại nặng: Cu, Pb, Zn, Cd (được pha từ các muối Cu(NO₃)₂.3H₂O,

Pb(NO₃)₂, Zn(NO₃)₂.4H₂O, Cd(NO₃)₂.4H₂O) bằng mẫu bùn thải nguyên khai mỏ than Bình Minh (BT5) và Khe Chàm (BT8).

Bước 1: Chuẩn bị mẫu

Chuẩn bị dung dịch các kim loại nặng: Cu, Pb, Zn với các nồng độ khác nhau là 10, 50, 100, 250, 500 µM, 1 mM và 2 mM; Cd với các nồng độ khác nhau là 10, 50, 100, 250, 500 µM, và 1 mM, Nồng độ chất điện phân (tạo lực ion I) là 0,01 M NaNO₃, chỉnh pH~4,5.

Bước 2: Tiến hành thí nghiệm

Cho dung dịch chứa kim loại nặng: Cu, Pb, Zn, Cd đã chuẩn bị vào các lọ, lắc trong 24h, trong quá trình lắc chú ý kiểm soát pH ~ 4,5.

Sau 24h, lọc qua phin lọc lấy dung dịch. Xác định hàm lượng các kim loại nặng: Cu, Pb, Zn, Cd còn lại trong dung dịch sau hấp phụ.

Bước 3: Xử lý kết quả.

Dung lượng hấp phụ các kim loại nặng: Cu, Pb, Zn, Cd của vật liệu được tính theo công thức:

$$q_e = \frac{(C_o - C_e)V}{m}$$

trong đó: q_e: dung lượng hấp phụ của vật liệu ứng với nồng độ cân bằng C_e (mg/kg); m: khối lượng vật liệu (g); V: thể tích dung dịch (l).

Hiệu quả (%) hấp phụ các kim loại nặng: Cu, Pb, Zn, Cd của vật liệu được tính theo công thức:

$$\text{hấp phụ (\%)} = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\%$$

trong đó: C_o: Nồng độ ban đầu của ion kim loại trong dung dịch (mg/l); C_e: Nồng độ còn lại của ion kim loại trong dung dịch sau khi hấp phụ (mg/l).

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Thành phần hoá học

Từ các kết quả phân tích hàm lượng các nguyên tố trong mẫu bùn thải mỏ than Bình Minh - Xí nghiệp than Thành Công (BT5) và mỏ than Khe Chàm - Công ty than Khe Chàm (BT8) có thể nhận thấy mẫu BT5 và BT8 có đặc điểm hàm lượng Al₂O₃, Fe₂O₃ cao (Bảng 1). Hàm lượng Al₂O₃ của 2 mẫu này lần lượt là 11,35 %, 18,62%, hàm lượng Fe₂O₃ của hai mẫu này lần lượt là 11,5 %, 10,52 %, sẽ chứa nhiều các khoáng vật có ích cho việc hấp phụ các kim loại nặng (như goethit, montmorilonit, illit, kaolinit - Bảng 2, Ảnh 2). Mặt khác với hàm lượng mất khi nung (MKN) cao (40,1 % và 15,7 %), khi chế tạo vật liệu hấp phụ bằng phương pháp gia nhiệt (nung theo nhiệt độ) sẽ tạo ra độ xốp của mẫu dẫn đến tăng khả năng hấp phụ. Hàm lượng các kim loại nặng Cu, Zn, Cr trong mẫu bùn thải mỏ than nguyên khai đều rất nhỏ, không gây ô nhiễm môi trường thứ cấp.

Bảng 1. Kết quả phân tích hàm lượng (%) các nguyên tố trong mẫu bùn thải mỏ than BT5 và BT8 bằng phương pháp XRF tại Viện Địa chất, Viện Hàn lâm KHCNVN

Chỉ tiêu	Hàm lượng		Chỉ tiêu	Hàm lượng	
	BT5 (%)	BT8 (%)		BT5 (%)	BLS (%)
SiO ₂	30,44	44,62	Zr	0,05832	0,02681
Al ₂ O ₃	11,35	18,62	Rb	0,03497	0,03135
Fe ₂ O ₃	11,5	10,52	Sr	0,05629	0,01724
K ₂ O	3,076	4,387	Cr	0,01689	0,01671

TiO ₂	0,7397	0,9313	V	0,01114	0,01254
MgO	0,5907	1,65	Zn	0,02145	0,02224
CaO	0,1765	1,927	Cu	0,0132	0,00734
P ₂ O ₅	0,07109	0,1295	Ni	0,01345	0,01097
MnO	0,03526	0,07009	MKN	40,1	15,7
Ba	0,1005	0,1049	Tổng	98,40546	98,80499

MKN: mất khi nung

2. Thành phần khoáng vật

Kết quả phân tích cấu trúc bằng phương pháp rơnghen (XRD) chỉ rõ được định lượng và định tính các khoáng vật có trong hai mẫu nghiên cứu (Bảng 2).

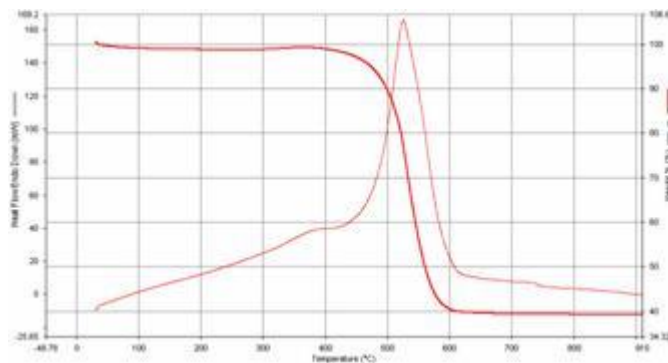
Thành phần (hoá học) chính của các bùn thải BT5 và BT8 chủ yếu là Al₂O₃, Fe₂O₃ và SiO₂, theo tổng khối lượng chiếm tới 60 - 70%, trong đó Al₂O₃ là thành phần chính của các khoáng vật montmorilonit, illit và kaolinit, Fe₂O₃ là thành phần chính của goethit. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với kết quả phân tích rơnghen (XRD) (Bảng 2): các khoáng vật goethit, montmorilonit, illit và kaolinit chiếm tới khoảng gần 60%. Đây là các khoáng vật có ích cho quá trình hấp phụ kim loại nặng.

Bảng 2. Kết quả phân tích rơnghen (XRD) mẫu bùn thải mỏ than BT5 và BT8 tại Trung tâm Phân tích thí nghiệm Địa chất

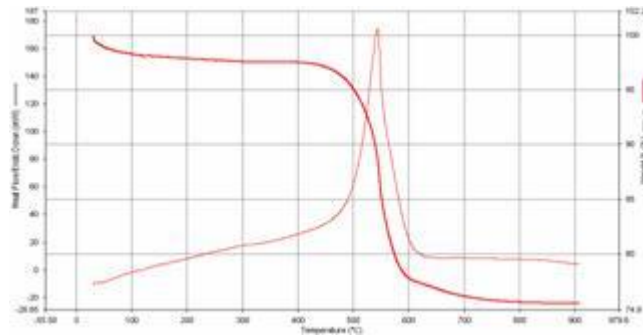
Ký hiệu mẫu	Thành phần khoáng vật và khoáng hàm lượng (~%)							
	Goethit	Montmorillonit	Illit	Kaolinit	Chlorit	Thạch anh	Felspat	Khoáng vật khác
BT5	6-8	ít	24-26	24-26	4-6	29-31	4-6	amphibol, lepidocrocit
BT8	4-6	2-4	26-28	24-26	4-6	26-28	4-6	amphibol, lepidocrocit

3. Kết quả phân tích nhiệt TGA

Kết quả phân tích nhiệt TGA tại Phòng Thí nghiệm trọng điểm, Viện Hóa công nghiệp Việt Nam, Bộ Công Thương cho thấy các mẫu bùn thải mỏ than bị mất khối lượng tăng dần theo chiều tăng của nhiệt độ, đặc biệt là khi nhiệt độ vượt quá giá trị 500°C khối lượng của mẫu giảm rất nhiều (Hình 1a, b). Đây cũng là cơ sở dữ liệu cho việc lựa chọn nhiệt độ nung khi chế tạo hạt vật liệu hấp phụ từ mẫu bùn thải mỏ than Khe Chàm.



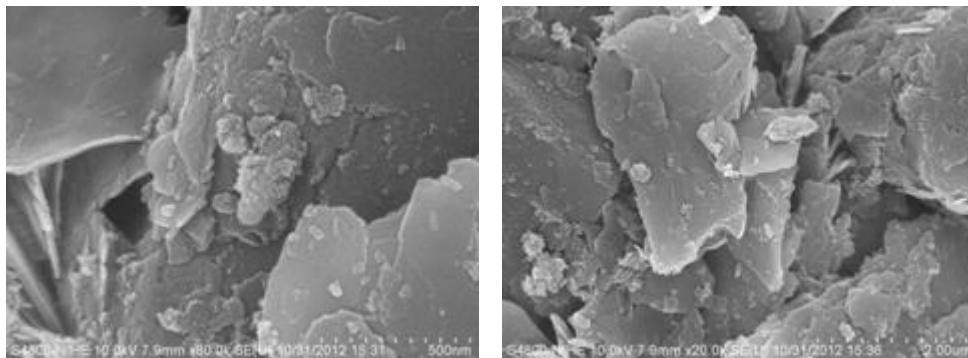
Hình 1a. Giảm đồ phân tích nhiệt TGA mẫu mẫu bùn thải BT5.



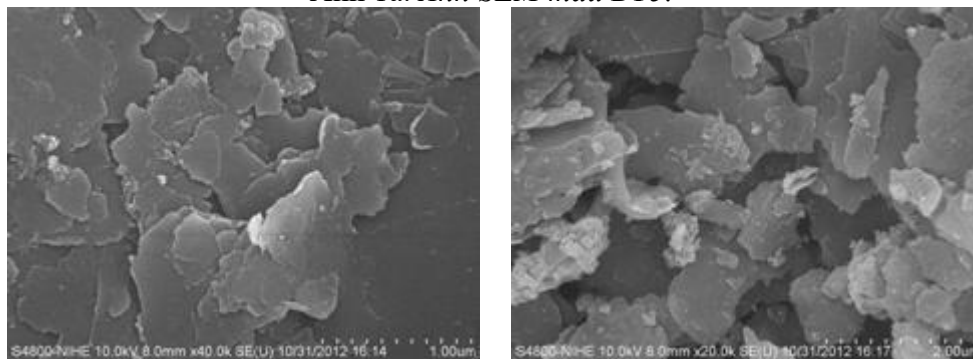
Hình 1b. *Giản đồ phân tích nhiệt TGA mẫu bùn thải BT8.*

4. Xác định cấu trúc mẫu bùn thải mỏ than bằng phương pháp kính hiển vi điện tử quét (SEM), và phương pháp phổ tán sắc năng lượng tia X (EDX)

Các mẫu bùn thải mỏ than trước và sau khi tiến hành thí nghiệm hấp phụ các kim loại nặng (Cu, Pb, Zn, Cd) đã được phân tích bằng phương pháp kính hiển vi điện tử quét (SEM) (Ảnh 1a, 1b), phổ tán sắc năng lượng tia X (EDX) tại Viện Vệ sinh dịch tễ Trung ương. Từ kết quả phân tích sẽ xác định cấu trúc vật liệu, nguyên tố hóa học có mặt trong mẫu và cho các thông tin về tỉ phần các nguyên tố này.



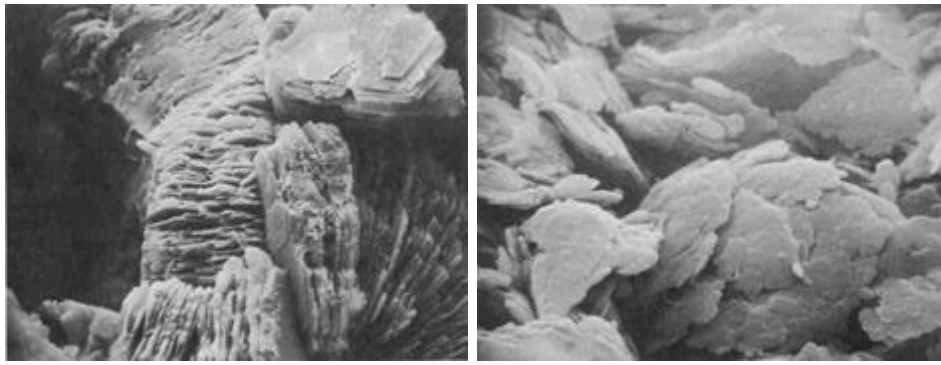
Ảnh 1a. *Ảnh SEM mẫu BT5.*



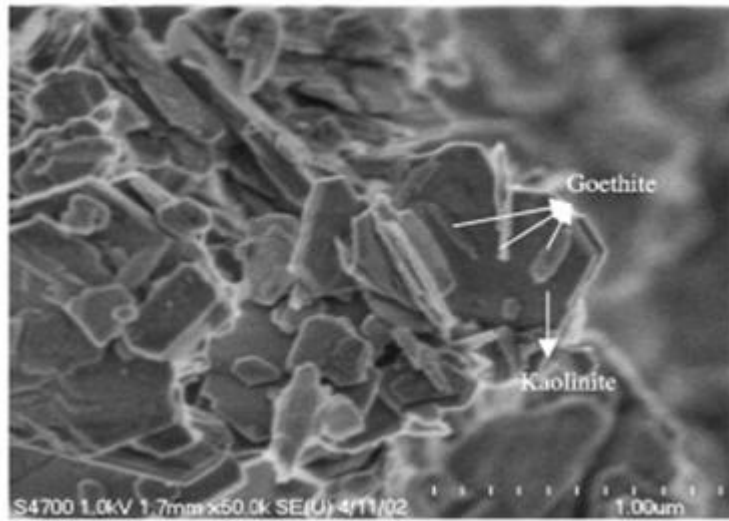
Ảnh 1b. *Ảnh SEM mẫu BT8.*

Trong các nghiên cứu trước đây của Bohor - Sở Địa chất của Mỹ đã chỉ ra được hình ảnh SEM của các khoáng vật kaolinit và illit (Ảnh 2) [2], đồng thời Kiyoshi Okada cũng đưa ra hình ảnh SEM của các khoáng vật kaolinit và goethit (Ảnh 3) [4]. Các kết quả chụp SEM các mẫu bùn thải mỏ than BT5 và BT8 cũng cho thấy những kết quả tương đồng.

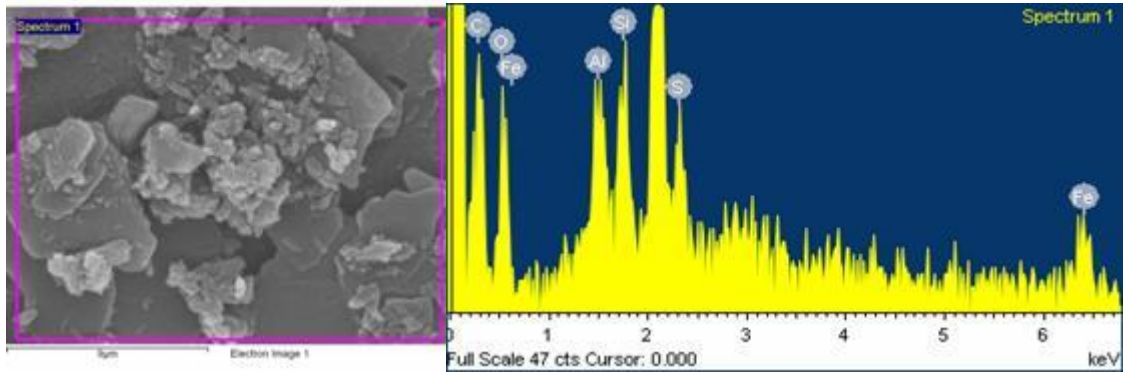
Ảnh SEM được chụp với độ phóng đại 400 lần, Các tiểu cầu lục giác là các khoáng chất kaolinite và các hình kim là các hạt goethit.



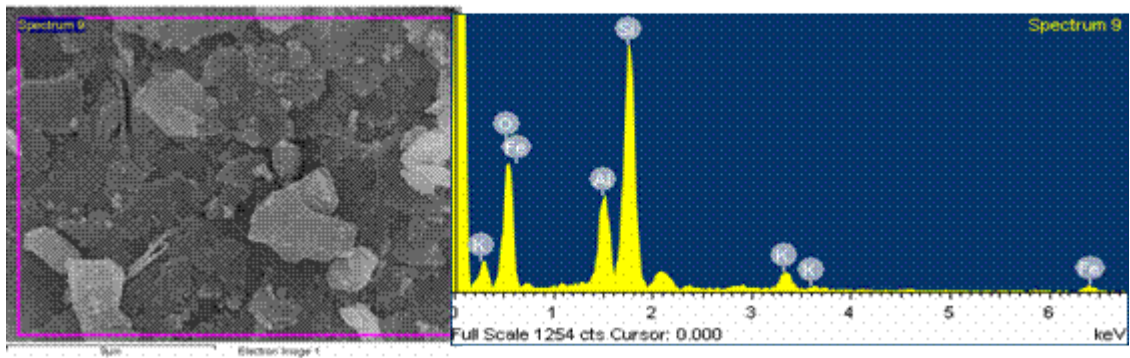
Kaolinit được phóng đại 1.600 lần Illit được phóng đại 15.000 lần
 Ảnh 2. Ảnh SEM kaolinit và illit (B.F. Bohor, 1974).



Ảnh 3. Ảnh SEM kaolinit và goethit (Kiyoshi Okada và nnk, 2008).



Ảnh 4a. Phổ tán sắc năng lượng tia X (EDX) mẫu BT5.



Ảnh 4b. Phổ tán sắc năng lượng tia X (EDX) mẫu BT8.

Các kết quả phổ tán sắc năng lượng tia X (EDX) và kết quả tỉ phần nguyên tố cũng chỉ ra các nguyên tố Si, Al và Fe chiếm tỷ lệ cao trong mẫu BT5 và BT8 (Ảnh 4a, b, Bảng 3a, b), cho thấy sự tương đồng giữa các kết quả XRF, XRD và EDX. Điều này cũng khẳng định thêm về khả năng ứng dụng bùn thải mỏ than Khe Châm trong việc chế tạo vật liệu hấp phụ kim loại nặng.

Bảng 3a. Kết quả phân tích tỉ phần các nguyên tố mẫu BT5

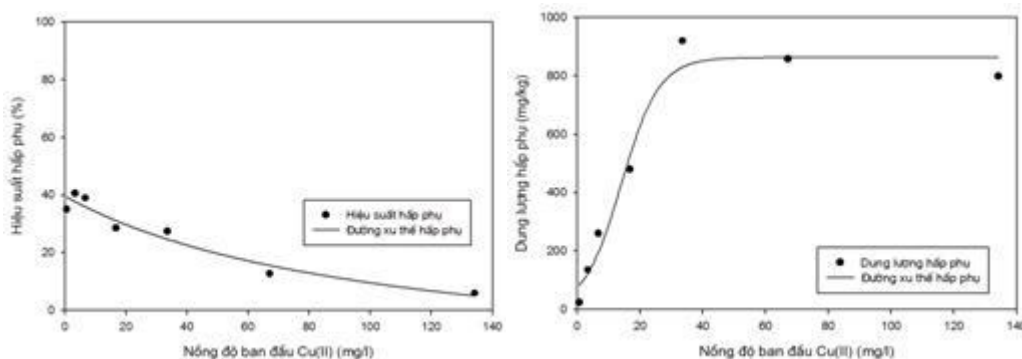
Nguyên tố	Khối lượng %	Nguyên tử %
O	65.24	77.07
Al	5.81	4.07
Si	26.39	17.76
K	1.60	0.77
Fe	0.96	0.32
Tổng	100.00	

Bảng 3b. Kết quả phân tích tỉ phần các nguyên tố mẫu BT8

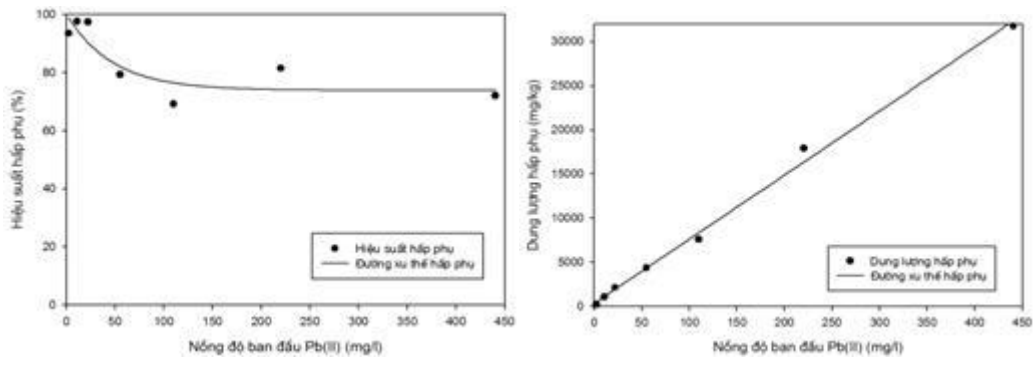
Nguyên tố	Khối lượng %	Nguyên tử %
O	56,77	70,51
Al	9,19	6,77
Si	28,89	20,44
K	2,91	1,48
Fe	2,24	0,80
Tổng	100,00	

5. Kết quả hấp phụ đẳng nhiệt dạng mẻ từ các mẫu bùn thải của mỏ than

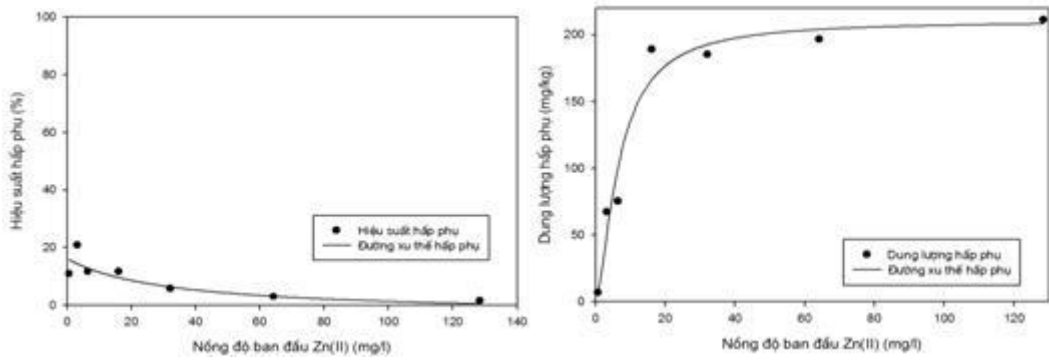
Các kết quả hấp phụ Cu, Pb, Zn, Cd (Hình 6, 7, 8, 9) của mẫu BT5 cho thấy với lượng bùn thải mỏ than là 10g/l thì khả năng hấp phụ Cu giảm từ 40,52% xuống 5,94 %, nhưng ngược lại dung lượng hấp phụ tăng từ 23,49 - 919,5 mg/kg. Tương tự khả năng hấp phụ Pb giảm từ 97,52 % xuống 74,62 %, dung lượng hấp phụ tăng từ 205,88 - 31736 mg/kg. Khả năng hấp phụ Zn giảm từ 20,97 % xuống 1,65 %, dung lượng hấp phụ tăng từ 7,08 - 211,4 mg/kg. Khả năng hấp phụ Cd giảm từ 18,54 % xuống 3,55 %, dung lượng hấp phụ tăng từ 20,33 - 3929 mg/kg.



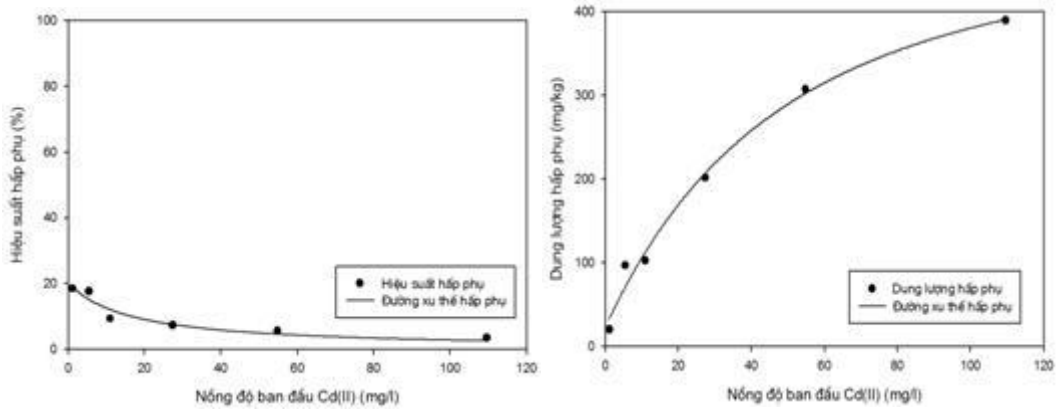
Hình 6. Hấp phụ Cu của mẫu bùn thải BT5 với tỷ lệ khối lượng vật liệu trong 1l dung dịch là 10 g.



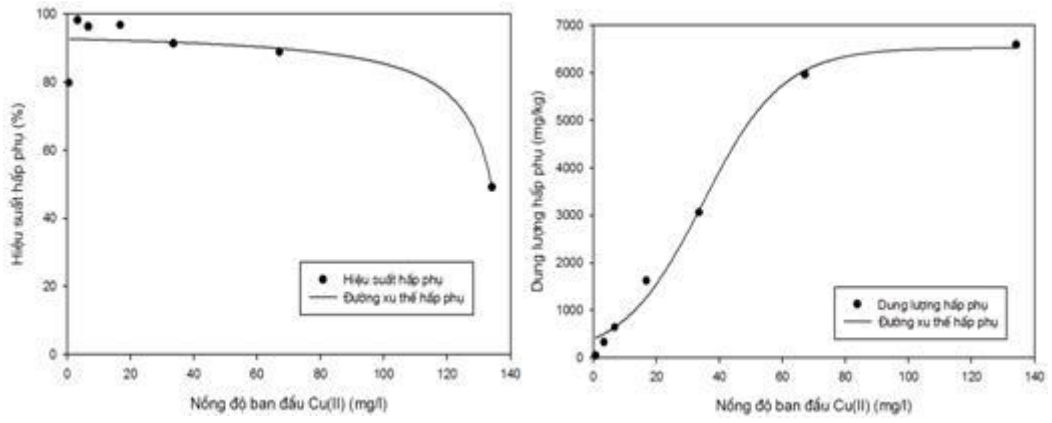
Hình 7. Hấp phụ Pb của mẫu bùn thải BT5 với tỷ lệ khối lượng vật liệu trong 1l dung dịch là 10 g.



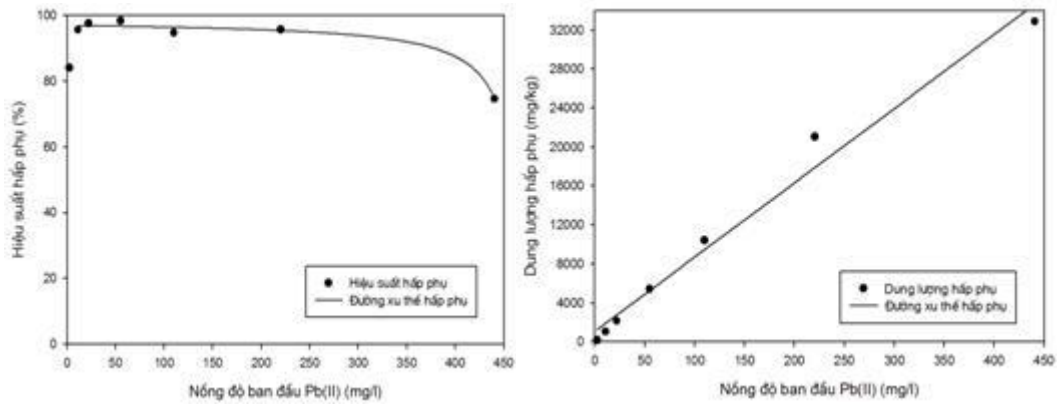
Hình 8. Hấp phụ Zn của mẫu bùn thải BT5 với tỷ lệ khối lượng vật liệu trong 1l dung dịch là 10 g.



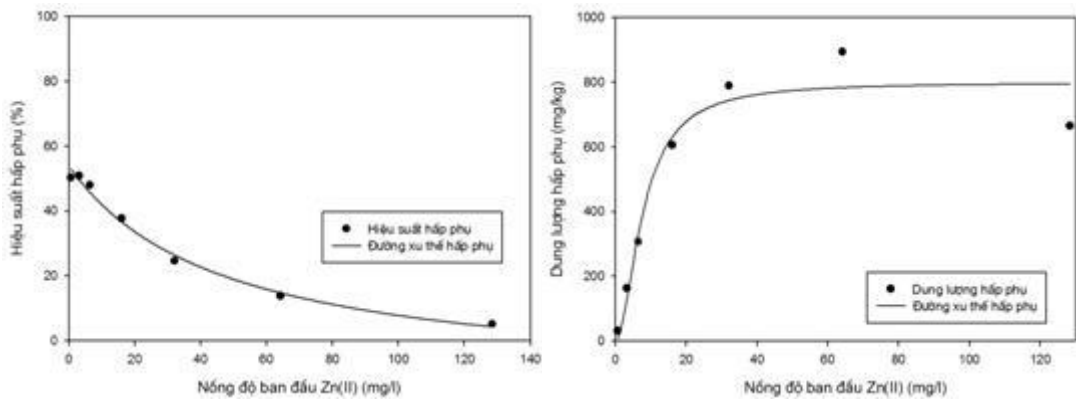
Hình 9. Hấp phụ Cd của mẫu bùn thải BT5 với tỷ lệ khối lượng vật liệu trong 1l dung dịch là 10 g.



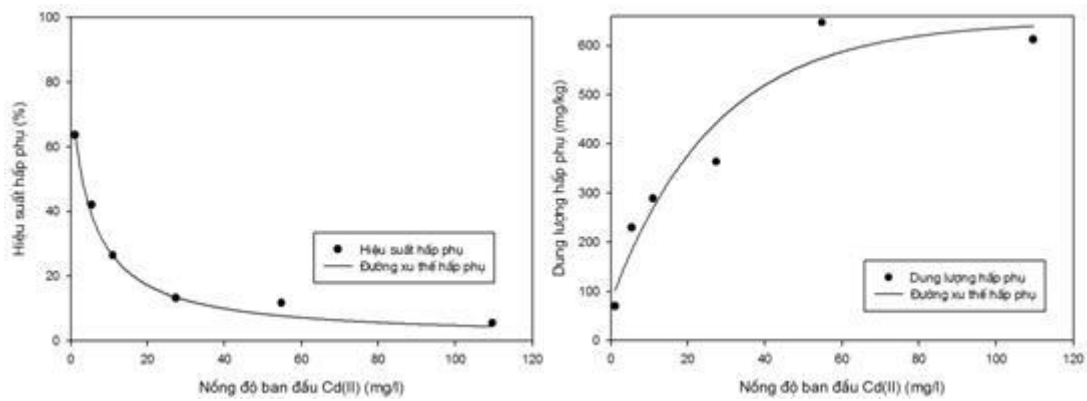
Hình 10. Hấp phụ Cu của mẫu bùn thải BT8 với tỷ lệ khối lượng vật liệu trong 1l dung dịch là 10 g.



Hình 11. Hấp phụ Pb của mẫu bùn thải BT8 với tỷ lệ khối lượng vật liệu trong 1l dung dịch là 10 g.



Hình 12. Hấp phụ Zn của mẫu bùn thải BT8 với tỷ lệ khối lượng vật liệu trong 1l dung dịch là 10 g.



Hình 13. Hấp phụ Cd của mẫu bùn thải BT8 với tỷ lệ khối lượng vật liệu trong 1l dung dịch là 10 g.

Các kết quả hấp phụ Cu, Pb, Zn, Cd (Hình 10, 11, 12, 13) của mẫu BT8 cho thấy với lượng bùn thải mỏ than là 10 g/l thì khả năng hấp phụ Cu giảm từ 98,18 % xuống 49,14 %, nhưng ngược lại dung lượng hấp phụ tăng từ 53 - 6.593 mg/kg. Tương tự khả năng hấp phụ Pb giảm từ 98,36 % xuống 74,62 %, dung lượng hấp phụ tăng từ 185 đến 32.876 mg/kg. Khả năng hấp phụ Zn giảm từ 50,89 % xuống 5,18 %, dung lượng hấp phụ tăng từ 32 đến 665 mg/kg. Khả năng hấp phụ Cd giảm từ 63,6 % xuống 5,58 %, dung lượng hấp phụ tăng từ 70 đến 5.245 mg/kg.

Các kết quả nêu trên cũng cho thấy khả năng hấp phụ Cu, Pb, Zn, Cd của mẫu bùn thải mỏ than BT8 là tốt hơn so với mẫu BT5, đồng thời phân trăm hấp phụ giảm khi tăng nồng độ Cu, Pb, Zn, Cd trong dung dịch, nhưng dung lượng hấp phụ thì lại tăng. Từ các kết quả trên cho thấy trong khi dung lượng hấp phụ Cu, Zn, Cd của mẫu BT5 và BT8 dần đạt đến giá trị không đổi mặc dù tiếp tục tăng nồng độ ban đầu của các kim loại nặng này trong dung dịch thì dung lượng hấp phụ Pb tiếp tục tăng khi tăng nồng độ ban đầu, đồng thời dung lượng hấp phụ Pb cũng rất cao (đạt tới giá trị 31.736 mg/kg và 32.876 mg/kg).

IV. KẾT LUẬN

Thành phần (hoá học) chính của các mẫu bùn thải BT5 và BT8 chủ yếu là Al_2O_3 , Fe_2O_3 và SiO_2 , với tổng khối lượng chiếm tới 60-70%, trong đó Al_2O_3 là thành phần chính của các khoáng vật montmorilonit, illit và kaolinit, Fe_2O_3 là thành phần chính của goethit. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với kết quả phân tích ronghen. Đây là các khoáng vật có ích cho quá trình hấp phụ kim loại nặng. Mặt khác với hàm lượng MKN cao (40,1 và 15,7%), khi chế tạo vật liệu hấp phụ bằng phương pháp gia nhiệt (nung theo nhiệt độ) sẽ tạo ra độ xốp của mẫu dẫn đến tăng khả năng hấp phụ. Hàm lượng các kim loại nặng Cu, Zn, Cr đều rất nhỏ, không gây ô nhiễm môi trường thứ cấp.

Khả năng hấp phụ Cu, Pb, Zn, Cd của mẫu bùn thải BT5 và BT8 là khá tốt, tương ứng là (919,5 mg/kg, 31.736 mg/kg, 211,4 mg/kg, 3929 mg/kg) và (6.593 mg/kg, 32.876 mg/kg, 665 mg/kg, 5.245 mg/kg). Khả năng hấp phụ giảm khi tăng nồng độ Cu, Pb, Zn, Cd trong dung dịch, nhưng dung lượng hấp phụ thì lại tăng.

Từ các kết quả nghiên cứu trên cho thấy khả năng chế tạo vật liệu hấp phụ trong việc xử lý nước thải ô nhiễm kim loại nặng là rất tốt. Các kết quả trên đây cũng là tiền đề cho việc chế tạo cũng như nghiên cứu khả năng hấp phụ của hạt vật liệu được chế tạo từ bùn thải mỏ than Bình Minh và Khe Chàm nói riêng cũng như các loại bùn thải mỏ than nói chung.

Việc xử lý ô nhiễm kim loại nặng trong nước thải bằng các vật liệu rẻ tiền, có hiệu quả là việc làm có ý nghĩa kinh tế và có cả ý nghĩa khoa học. Trong một số đề tài trước đây có sử dụng các nguyên liệu khoáng khác như đá ong, đá bazan, sét làm vật liệu xử lý ô nhiễm môi trường. Áp dụng bùn thải mỏ than trong hấp phụ kim loại nặng là một hướng xử lý mới góp phần xử lý nước thải ô nhiễm kim loại nặng.

Lời cảm ơn: Công trình này được thực hiện bởi đề tài VAST05.04/12-13, cảm ơn các thành viên khác thuộc Viện Địa chất, Xí nghiệp Than Thành Công, Công ty Than Khe Chàm đã tham gia thực hiện công trình này.

VĂN LIỆU

1. **Dempsey B.A., and Jeon B.H., 2001.** Characteristics of sludge produced from passive treatment of mine drainage. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis, Vol. 1 2001, pp. 89-94.*
2. **B.F. Bohor. Illinois. 1974.** State Geological Survey. *Published in Brady, N.C., The Nature and Properties of Soils, 8th edition, Macmillan Publishing Co.*
3. **Doãn Đình Hùng, Nguyễn Trung Minh, 2011.** Nghiên cứu hấp phụ Zn(II) dạng cột của hạt vật liệu BVNQ chế tạo từ đuôi thải quặng bauxit Bảo Lộc. *TC Các Khoa học về Trái đất. 33/3(ĐB):599-605. Hà Nội.*
4. **Kiyoshi Okada et al., 2008.** Effect of the crystallinity of kaolinite precursors on the properties of mesoporous silicas. *Applied Clay Science. Volume 41, Issues 1-2, 10-16.*
5. **Nguyễn Đức Chuy, Nguyễn Trung Minh, Nguyễn Việt Khoa, Nguyễn Thị Phương Lan, 2008.** Bước đầu nghiên cứu sự hấp phụ ion Pb^{2+} của đá Bazan Phước Long, Việt Nam. *TC Khoa học ĐHSP Hà Nội (J. of Science of HNUE- Natural Science), Vol. 53, tr. 126-134. ISSN 0868-3719.*
6. **Nguyen Duc Chuy, Nguyen Trung Minh, 2008.** The first result of study on Zn (II) adsorption on Phuoc Long basalt, Vietnam. *Journal of science of HNUE. Natural Sci., Vol. 53, №5, pp. 73-80. ISSN 0868-3719.*
7. **Nguyễn Trung Minh, Nguyễn Đức Chuy, 2008.** Khả năng hấp phụ arsen (III và V) của laterit đá ong Hà Tây. *TC Các Khoa học về Trái đất, số 30/4:363-368. ISSN 0886-7187.*
8. **Nguyen Trung Minh, Cu Sy Thang, Nguyen Thi Thu, Nguyen Kim Thuong, Doan Thu Tra, Nguyen Trung Kien, Nguyen Duc Chuy, Murari prasad, and Seong-Taek Yun, 2010.** Uptake capacity of Zn^{2+} by natural Vietnamese basalt and their application for wastewater treatment. *Advances in Geosciences. Vol. 23: Hydrological Science. Pp. 323-340. ISSN: 1680-7340, eISSN: 1680-7359.*
9. **Nguyễn Trung Minh, Nguyễn Đức Chuy, Cù Sỹ Thắng, Nguyễn Thị Thu, Nguyễn Kim Thường, Nguyễn Trung Kiên, Trần Thị Thu Phương, Nguyễn Kim Thùy, Nguyễn Văn Thành, Huỳnh Minh Trí, Seong-Taek Yun, 2010.** Bùn đỏ bauxit Tây Nguyên: Vật liệu xử lý ô nhiễm kim loại nặng trong nước thải. *TC Địa chất, A/320: 227-235. Số đặc biệt kỷ niệm 65 năm ngày truyền thống ngành Địa chất Việt Nam- 02/10/2010. ISSN 0866-7381.*
10. **Nguyễn Trung Minh, 2011.** Hạt vật liệu chế tạo từ bùn đỏ bauxit Bảo Lộc và định hướng ứng dụng trong xử lý ô nhiễm nước thải. *TC Các Khoa học về Trái đất. T.33/2: 231-237. ISSN 0886-7187.*
11. **Nguyễn Trung Minh, Doãn Đình Hùng, 2011.** Kết quả nghiên cứu bước đầu về khả năng sử dụng bazan phong hóa của các đảo Lý Sơn và Cồn Cỏ, Việt Nam, vào việc sản xuất vật liệu hấp phụ kim loại nặng trong xử lý ô nhiễm môi trường nước. *TC Địa chất, A/323: 38-45. Hà Nội.*
12. **R.C.. Viadero, J. X. Wei, and K. M. Buzby, 2006.** Characterization and Dewatering Evaluation of Acid Mine Drainage Sludge from Ammonia Neutralization. *Environmental engineering science Volume 23, Number 4.*

