

## NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG HẤP PHỤ U, Th, Fe, Mn CỦA BENTONITE BÌNH THUẬN

CN. LƯU CAO NGUYÊN\*, KS. NGUYỄN HUY CƯỜNG\*, CN. NGUYỄN QUỐC HOÀN\*  
KS. HÀ ĐÌNH KHẢI\*, ThS. TRẦN THẾ ĐỊNH\*, KS. THÂN QUANG MINH\*\*

\*Viện Công nghệ xạ hiếm, 48 - Láng Hạ - Đống Đa - Hà Nội

\*\*Cục An toàn bức xạ và hạt nhân

Email: lenguyen0201@gmail.com

**Tóm tắt:** Để chôn lấp các loại chất thải phóng xạ và chất thải độc hại một cách an toàn đòi hỏi phải có giải pháp kỹ thuật liên quan đến việc cô lập chất thải đối với môi trường. Thông thường những vật liệu có tính thấm thấp ( $k < 10^{-9}$  m/s) được sử dụng làm vật liệu rào chắn trong các bãi chôn lấp để nó có thể ngăn sự rò rỉ nước từ bãi thải vào đất. Bentonite có thể được sử dụng làm lớp lót trong các bãi thải vì có đặc tính điển hình (tính thấm thấp, diện tích bề mặt lớn, khả năng trao đổi cation cao, ổn định hóa học và cơ học, cấu trúc phân lớp). Việt Nam có nguồn bentonite đáng kể về số lượng và đa dạng về thể loại (có cả bentonite kiềm và bentonite kiềm thổ). Vì vậy, nghiên cứu sử dụng nguồn khoáng thiên nhiên sẵn có và rẻ tiền này vào việc cô lập chất thải là việc làm có ý nghĩa. Để có thể lựa chọn được loại bentonite thích hợp dùng làm tường chắn cô lập chất thải ở các bãi chôn thải đã tiến hành nhiều nghiên cứu về xác định độ trương nở và tính thấm của bentonite. Trong khuôn khổ của bài báo này xin giới thiệu kết quả nghiên cứu xác định khả năng hấp phụ một số chất phóng xạ và kim loại nặng như U, Th, Fe, Mn của bentonite. Kết quả nghiên cứu cho thấy bentonite có khả năng hấp phụ các kim loại nặng và dung lượng hấp phụ đối với U, Th, Fe, Mn tương ứng là 29,05 mg/g; 12,5 mg/g; 23 mg/g và 25,34 mg/g.

**Từ khóa:** Bentonite, rào chắn để cô lập chất thải, dung lượng hấp phụ, chất thải độc hại

### I. MỞ ĐẦU

Đất sét thường được sử dụng để làm lớp lót ở các bãi chôn lấp chất thải. Đất sét có thể được lấy ngay gần địa điểm nơi xây dựng bãi thải. Tuy vậy, không phải nơi nào cũng có sẵn đất sét, vì vậy người ta đã sử dụng hỗn hợp bentonite và đất để làm lớp lót đáy, lớp tường bao và lớp phủ bề mặt của các bãi chôn lấp chất thải phóng xạ, chất thải độc hại và ngay cả chất thải sinh hoạt thông thường. Lớp chắn này có vai trò cô lập các chất độc hại và nước từ bãi chôn lấp, ngăn cản sự phát tán ra môi trường xung quanh. Vật liệu làm lớp lót ở bãi chôn thải cần phải đáp ứng các tiêu chí như có tính thấm thấp, có các tính chất vật lý và hóa học phù hợp. Nước ta có các mỏ bentonite với trữ lượng lớn như mỏ bentonite kiềm Nha Mé - Bình Thuận, bentonite kiềm thổ Di Linh - Lâm Đồng, bentonite trong đuôi thải của quá trình chế biến quặng cromit Cổ Định - Thanh Hóa, ... Tuy vậy hàm lượng bentonite trong quặng nguyên khai cũng như tính chất của bentonite (dung lượng hấp phụ kim loại, độ trương nở, độ nén, độ bền, tính thấm, ...) ở mỗi một mỏ thì khác nhau. Vì vậy để có thể lựa chọn được loại bentonite (hoặc hỗn hợp bentonite - đất) dùng làm vật liệu cô lập chất thải ở các bãi chôn lấp chất thải nhóm cán bộ đề tài đã tiến hành nghiên cứu tìm hiểu tính chất, đặc điểm của các loại bentonite Việt Nam. Trong khuôn khổ của báo cáo này sẽ trình bày kết quả nghiên cứu xác định khả năng hấp phụ một số nguyên tố và kim loại nặng của bentonite Bình Thuận.

### II. NỘI DUNG

#### II.1. Đối tượng và Phương pháp

- Đối tượng nghiên cứu là bentonite Bình Thuận có hàm lượng montmorillonite 30%.
- Các loại hóa chất:  $UO_2(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$  độ tinh khiết PA,  $Th(NO_3)_4$  độ tinh khiết PA, NaOH, HCl,  $Fe_2(SO_4)_2$ ,

### Phương pháp thực nghiệm

- Phương pháp xác định hấp dung của bentonite đối với các kim loại nặng  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  và  $UO_2^{2+}$ ,  $Th^{4+}$

Chuẩn bị dung dịch urani và dung dịch kim loại nặng với nồng độ nhất định. Để điều chỉnh độ pH của dung dịch đã sử dụng dung dịch đệm axetat natri (để điều chỉnh pH trong khoảng 2,5-5,5) và sử dụng NaOH để điều chỉnh độ pH trong khoảng 5,5 đến 8,0.

Đối với mỗi thí nghiệm, lấy 500 ml dung dịch có nồng độ đã được chuẩn bị trước theo yêu cầu của thí nghiệm cho vào các cốc 1 lít, tiếp đến cho vào mỗi cốc 10g bentonite, đặt cốc chứa hỗn hợp lên máy lắc với tốc độ 140 vòng/phút. Sau khi hấp phụ bão hòa, lấy 60 ml dung dịch ra lọc và tiến hành xác định nồng độ các ion trong dịch lọc. Nồng độ của các kim loại nặng được xác định trên máy ICP - MS hoặc bằng phương pháp đo quang, độ pH dung dịch được xác định bằng máy đo pH.

Lượng ion kim loại được hấp phụ bởi bentonite (mg/g) được xác định từ sự chênh lệch nồng độ trước và sau hấp phụ. Dung lượng hấp phụ được tính theo công thức sau:

$$A = [(C_o - C) \cdot V] / m$$

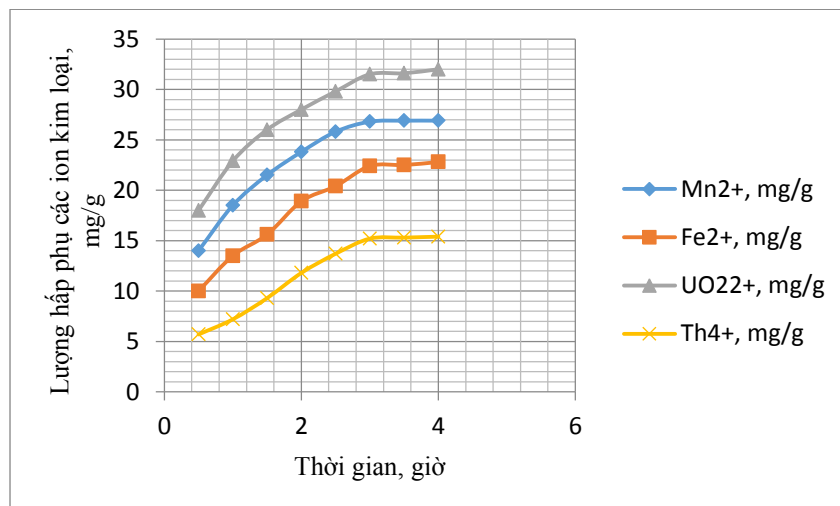
Trong đó: A là dung lượng hấp phụ của bentonite;  $C_o$  là nồng độ ion kim loại trong dung dịch đầu; C là nồng độ ion kim loại khi cân bằng được thiết lập; m là khối lượng bentonite dùng để hấp phụ; V là thể tích dung dịch.

## II.2. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

**Tinh chế bentonite:** Bentonite Bình Thuận nguyên khai có hàm lượng montmorillonite 30% được tinh chế bằng tuyển thủy xyclone để loại bỏ phần cát thô và thu nhận được bentonite tinh có hàm lượng montmorillonite > 50%. Sản phẩm bentonite này sẽ được dùng làm nguyên liệu để chế tạo vật liệu làm tấm lót ở các bãi chôn chất thải (sẽ được trình bày ở các công trình tiếp theo). Sau đây là kết quả nghiên cứu đánh giá khả năng hấp phụ của vật liệu bentonite tinh.

### 2.2.1. Kết quả khảo sát thời gian cân bằng hấp phụ

Để xác định thời gian đạt cân bằng hấp phụ, đã tiến hành thí nghiệm xác định sự phụ thuộc của lượng kim loại  $UO_2^{2+}$ ,  $Th^{4+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  được hấp phụ vào thời gian với dung dịch các kim loại có nồng độ 2,0 g/l. Kết quả thực nghiệm được chỉ ra ở hình 2.1. Kết quả cho thấy trong 3 giờ hấp phụ đầu tiên, khi tăng thời gian hấp phụ lượng kim loại được hấp phụ trên bentonite cũng tăng lên. Sau 3 giờ hấp phụ, nếu cứ tiếp tục tăng thời gian hấp phụ thì lượng kim loại được hấp phụ trên bentonite vẫn không tăng nghĩa là đã đạt cân bằng hấp phụ. Vì vậy, các thí nghiệm để xác định hấp dung tiếp theo được tiến hành với thời gian hấp phụ là 3 giờ.



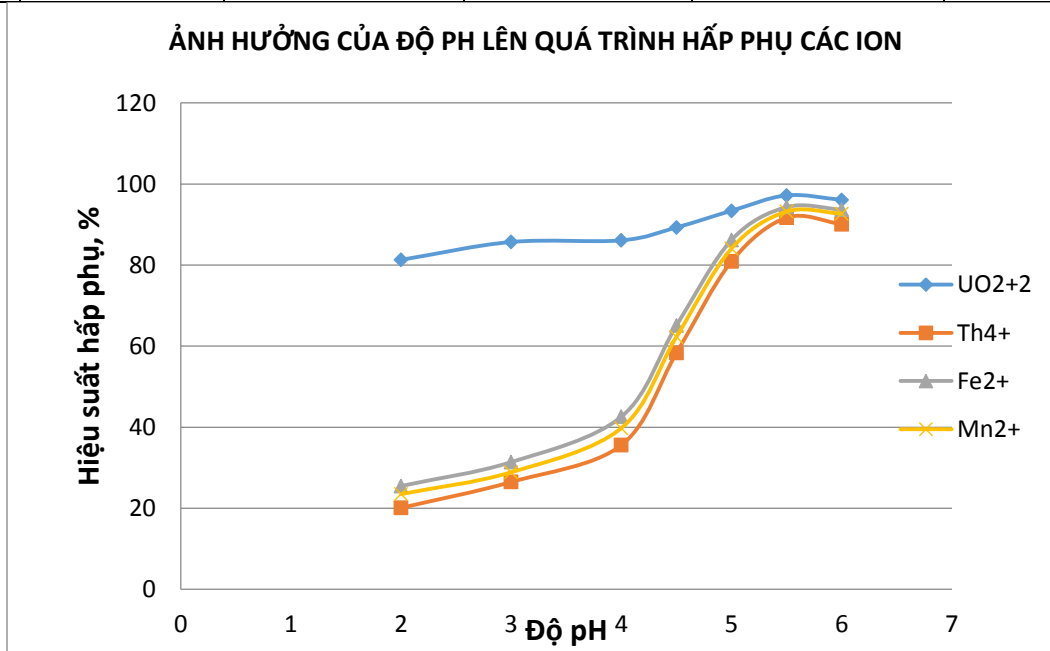
Hình 2.1. Ảnh hưởng của thời gian tới khả năng hấp phụ các ion kim loại trên bentonit

**2.2.2. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của pH lên quá trình hấp phụ ion  $UO^{2+}_2$ ,  $Th^{4+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$**

Ảnh hưởng của pH trên hấp phụ của ion  $UO^{2+}_2$ ,  $Th^{4+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  trên bentonite đã được nghiên cứu trong khoảng pH = 2- 6. Các thí nghiệm được thực hiện trên máy lắc với lượng bentonite  $m = 0,2$  g/100 ml,  $C_o UO_2+2, Th^{4+}, Fe^{2+}, Mn^{2+} = 100$  mg/L, tốc độ lắc 200 vòng phút trong 240 phút ở nhiệt độ phòng ( $25^{\circ}C$ ). Kết quả thể hiện trong bảng 2.1 và hình 2.2.

**Bảng 2.1.** Ảnh hưởng của pH đến hiệu suất hấp phụ ion  $UO^{2+}_2$ ,  $Th^{4+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  trên bentonite

TT	pH	Hiệu suất hấp phụ, %			
		$UO^{2+}_2$	$Th^{4+}$	$Fe^{2+}$	$Mn^{2+}$
1	2,0	81.3	20.1	25.5	23.5
2	3,0	85.7	26.5	31.4	28.9
3	4,0	86.1	35.6	42.6	39.8
4	4,5	89.3	58.3	65.1	62.3
5	5,0	93.4	80.9	86.2	84.1
6	5,5	97.2	91.7	94.3	93.2
7	6,0	96.1	90.1	93.7	92.7



Hình 2.2. Ảnh hưởng của pH đến quá trình hấp phụ ion  $UO^{2+}_2$ ,  $Th^{4+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  trên bentonite

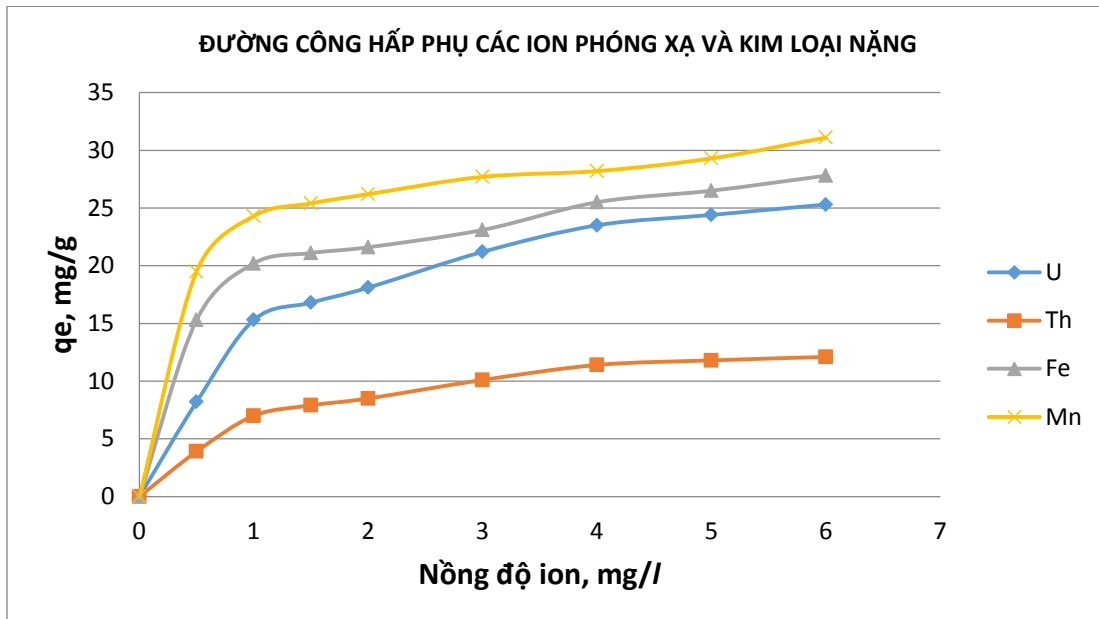
Kết quả cho thấy rằng khi độ pH giảm thì hấp phụ cũng giảm, cụ thể trong khoảng pH = 2-3 hiệu suất hấp phụ tăng chậm; pH từ 3-4, hiệu suất hấp phụ tăng nhanh hơn. Đặc biệt, từ pH = 4 đến pH = 5-5,5, độ hấp phụ của  $UO^{2+}_2$ ,  $Th^{4+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  trên bentonite tăng lên rõ rệt. Điểm cực đại của hiệu suất hấp phụ  $Pb^{2+}$  tại pH = 5,5 xấp xỉ đạt 100%. Khi pH > 5,5 hiệu suất có xu hướng giảm. Độ pH ảnh hưởng khác nhau đến sự hấp phụ của từng ion và trong khoảng pH < 3,5 thì hấp thu tăng lên theo thứ tự sau:  $Th^{4+} < Mn^{2+} < Fe^{2+} < UO^{2+}_2$ .

### 2.2.3. Thiết lập đẳng nhiệt hấp phụ của ion $UO^{2+}_2$ , $Th^{4+}$ , $Fe^{2+}$ , $Mn^{2+}$ trên bentonite

Các đường đẳng nhiệt hấp phụ của urani, thori, sắt và mangan trên VLHP được chỉ ra ở bảng 2.2 và hình 2.3.

**Bảng 2.2.** Các số liệu thực nghiệm dung lượng hấp phụ  $UO^{2+}_2$ ,  $Th^{4+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$

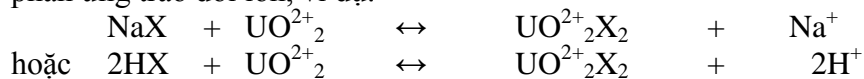
Nồng độ, mg/L	U	Th	Fe	Mn
0.5	8.2	3.9	15.3	19.5
1	15.3	7	20.2	24.3
1.5	16.8	7.9	21.1	25.4
2	18.1	8.5	21.6	26.2
3	21.2	10.1	23.1	27.7
4	23.5	11.4	25.5	28.2
5	24.4	11.8	26.5	29.3
6	25.3	12.1	27.8	31.1



Hình 2.3. Đường cong hấp phụ của  $UO^{2+}_2$ ,  $Th^{4+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  trên bentonite

Qua kết quả thực nghiệm hấp phụ các ion  $UO^{2+}_2$ ,  $Th^{4+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  trên bentonite cho thấy vật liệu này có khả năng trao đổi ion với các kim loại nặng.

Nhìn một cách khái quát đường đẳng nhiệt hấp phụ  $UO^{2+}_2$  nằm trên cùng rồi đến  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Th^{4+}$ . Có nghĩa là độ chọn lọc ion tăng lên theo chiều  $Th^{4+} < Fe^{2+} < Mn^{2+} < UO^{2+}_2$ . Các đường đẳng nhiệt hấp phụ bao gồm 2 phần. Phần đầu tiên ứng với các nồng độ thấp của các ion trong dung dịch, có dáng điệu điển hình của các đường đẳng nhiệt trao đổi ion: sự hấp phụ xảy ra theo phản ứng trao đổi ion, ví dụ:



Phần tiếp theo, ứng với các nồng độ ion cao, ở đó một lượng lớn ion đi vào pha rắn do sự kết tủa của các hợp chất trên bề mặt bentonite. Do đó tổng hợp lượng hấp phụ các kim loại trên bentonite bao gồm cả 2 phần: trao đổi ion và kết tủa và phần nào trội hơn là phụ thuộc vào từng loại ion cụ thể.

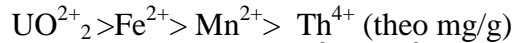
Từ kết quả thực nghiệm cho thấy dung lượng hấp phụ của bentonite đối với các ion  $UO^{2+}_2$ ,  $Th^{4+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  tương ứng là  $q = 29,05$  mg/g;  $12,5$  mg/g ;  $23$  mg/g và  $25,34$  mg/g.

### III. KẾT LUẬN

Từ các kết quả nghiên cứu, có thể rút ra các kết luận sau đây:

1. Đã khảo sát khả năng hấp phụ các ion nguyên tố phóng xạ và kim loại nặng  $UO^{2+}_2$ ,  $Th^{4+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  trên bentonite trong khoảng nồng độ  $10-150$  mg/L. Các kết quả cho thấy, dung lượng hấp phụ của bentonite đối với các ion  $UO^{2+}_2$ ,  $Th^{4+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  tương ứng là  $29,05$  mg/g;  $12,5$  mg/g ;  $23$  mg/g và  $25,34$  mg/g.

Dung lượng hấp phụ các ion của bentonite được sắp xếp theo thứ tự từ cao xuống thấp như sau:



2. Bằng nghiên cứu ảnh hưởng của pH dung dịch đến độ hấp phụ các ion trên bentonite, bằng nghiên cứu các đặc trưng cấp trúc, nhiệt động học và động học hấp phụ các ion kim loại nặng trên bentonite, có thể nhận thấy rằng: sự hấp phụ ion kim loại nặng trên bentonite xảy ra theo 2 cơ chế:

- Cơ chế trao đổi ion trên các tâm điện tích âm vốn có và thường xuyên của mạng montmorillonite và không phụ thuộc vào pH dung dịch.

- Cơ chế kết tủa trên bề mặt dạng  $\equiv S O M e^+$  giữa nhóm chức oxit bề mặt  $\equiv S O^-$  và các ion kim loại nặng, phụ thuộc vào pH của dung dịch.

3. Bentonite có dung lượng hấp phụ cao đối với chất phóng xạ U và các kim loại nặng Fe, Mn, có độ trương nở lớn và độ thấm thấp. Vì vậy, đây là một trong các tiêu chí để có thể sử dụng bentonite Việt Nam làm tường lớp đệm ở các cơ sở chôn lấp chất thải phóng xạ và chất thải nguy hại cũng như chất thải thông thường để ngăn chặn sự rò rỉ, phát tán các nguyên tố độc hại ra môi trường xung quanh.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] International Atomic Energy Agency. *Combined methods for liquid radioactive waste treatment - Final report of a co-ordinated research project 1997–2001*. IAEA, VIENNA, 2003; IAEA-TECDOC-1336; ISBN 92–0–100903–8.

[2] International Atomic Energy Agency. *Use of local mineral in the treatment of radioactive waste*. Vienna, 1972

[3] International Atomic Energy Agency. *Management of wastes from mining and milling of uranium and thorium ores*. IAEA, Vienna, 1976.

[4] Thân Văn Liên, *Nghiên cứu qui trình xử lý, hoạt hoá bentonite Việt Nam để sản xuất bentonite xốp*, Báo cáo kết quả nghiên cứu đề tài hợp tác theo nghị định thư với Hàn Quốc, Hà Nội, tháng 5, 2005.

[5] M.C. Merabivily, *Bentonite clays*, Moscow, 1988

## STUDY ON THE ADSORPTION CAPACITY OF U, Th, Fe, Mn ON BINH THUAN'S BENTONITE

*Bachelor Luu Cao Nguyen\**, *Eng. Nguyen Huy Cuong\**, *Bachelor Nguyen Quoc Hoan\**  
*Eng. Ha Dinh Khai\**, *MSc. Tran The Dinh\**, *Eng. Than Quang Minh\*\**

*\*Institute for Technology of Radioactive and Rare Elements*

*\*\* Vietnam Agency for Radiation and Nuclear Safety*



**Abstract**

The safe disposal of both domestic and hazardous wastes, requires a detailed geoen지니어ed solution, with the isolation of the waste material from the environment being the main consideration. Generally, the low permeability soil ( $k < 10^{-9}$  m/s) is used as a barrier material in landfills so that it could resist the infiltration of leachate into the soil. Bentonite can be used as a barrier material in landfills. It is because, bentonite clays have typical properties (low permeability, large surface area, high cation exchange capacity, chemical and mechanical stability, and a layered structure) that predispose them to be good adsorbents. Vietnam has significant amounts of bentonite resource. Therefore, research on using this available and economically viable mineral resource for solid waste isolation is meaningful. In order to select the appropriate bentonite for the tailings isolation wall in the landfills, many studies have been carried out. This paper presents the results of the study on the adsorption capacity of U, Th, Fe, Mn on bentonite. The results show that bentonite has the ability to adsorb heavy metals and adsorption capacities of U, Th, Fe, Mn are 29.05 mg / g; 12.5 mg / g; 23 mg / g and 25.34 mg / g, respectively.

**Keywords:** *Bentonite, isolation barrier in landfills, adsorption capacities, hazardous waste*

Dưới đây là một số hình ảnh trong quá trình thực hiện Đề tài.





