

CHẾ TẠO VẬT LIỆU HẤP PHỤ TRÊN NỀN BENTONIT VÀ NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG HẤP PHỤ NGUYÊN TỐ PHÓNG XẠ CỦA CHÚNG

TS. THÂN VĂN LIÊN - Viện Công nghệ Xạ hiếm

TS. NGUYỄN THÚY LAN

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Luyện kim

Xử lý chất thải phóng xạ dạng lỏng của quá trình khai thác và chế biến quặng phóng xạ là một vấn đề rất quan trọng. Hiện nay người ta đã sử dụng một số phương pháp để xử lý chúng như phương pháp kết tủa, phương pháp màng, phương pháp trao đổi ion,... Tuy vậy những phương pháp này thường có giá thành cao. Trong bối cảnh đó, việc nghiên cứu chế tạo các vật liệu hấp phụ có nguồn gốc từ các khoáng tự nhiên có khả năng hấp phụ cao các chất phóng xạ và các kim loại nặng có trong nước thải của quá trình khai thác và chế biến quặng phóng xạ với chi phí thấp là một hướng đi ưu tiên trong lĩnh vực chế tạo vật liệu để xử lý môi trường.

Tại Việt Nam, các khoáng tự nhiên có khả năng ứng dụng để xử lý môi trường như bentonit, zeolit, apatit, laterit... rất phong phú và đa dạng, trong đó phải kể đến là khoáng bentonit. Tuy vậy, do sự trương nở mạnh và khả năng tạo ra huyền phù bền của bentonit nên việc tách bentonit ra khỏi pha nước thường rất khó khăn. Để khắc phục khó khăn này có thể sử dụng bentonit ở dạng viên. Bài báo giới thiệu các kết quả nghiên cứu chế tạo vật liệu hấp phụ trên nền quặng bentonit vùng Bình Thuận và khả năng hấp phụ của vật liệu với các nguyên tố phóng xạ urani, thori và một số kim loại nặng.

1. Thực nghiệm

1.1. Nguyên vật liệu và thiết bị

Nguyên vật liệu:

- ❖ Quặng bentonit Bình Thuận đã được tinh chế với hàm lượng montmorillonit 51,1 %;
- ❖ Các nguyên liệu khác: đá ong, chất phụ trợ;
- ❖ $UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, $Fe_2(SO_4)_2$, CH_3COONa , HCl , $NaOH$ 0,1 M;
- ❖ Dung dịch thải lỏng thu được sau quá trình chế biến quặng urani quy mô thử nghiệm;

Một số đặc điểm của nguyên liệu bentonit Bình Thuận sau khi xử lý sơ bộ như sau: hàm lượng montmorillonit 51,1 %; dung lượng trao đổi cation: 63,2 mgdl/100g; diện tích bề mặt: 71 m²/g; độ trương: 250 %.

Thiết bị: các loại máy nghiền bi công suất 5 kg/m² và 100 kg/m²; máy tuyển thủy xyclon của hãng Mozley (Anh); máy ly tâm Hettich EBA 8 của hãng Prolabo (Pháp); máy khuấy từ gia nhiệt VEIA của hãng Cole Parmer (Anh); máy đo pH (Mỹ); lò nung Nabertherm (Anh); máy tạo hạt.

1.2. Phương pháp thực nghiệm

a. Quy trình chế tạo vật liệu hấp phụ trên nền quặng bentonit

Quặng bentonit được đánh tơi, chà xát và ngâm cho trương. Sau đó tiến hành tuyển trên máy tuyển thủy xyclon với các điều kiện: nồng độ pha rắn R=10 %; áp lực cấp liệu P=2,5 at. Sản phẩm sau tuyển thủy xyclon được lọc, sấy khô và nghiền nhỏ đến kích thước $\leq 300 \mu m$.

Các chất phụ trợ như kaolin, bột cưa, đá ong được nghiền tới kích thước phù hợp. Phối liệu bentonit thu được sau quá trình tuyển thủy xyclon với các chất phụ trợ theo tỷ lệ % về khối lượng như sau: bentonit (70 %), đá ong (20 %), các chất phụ trợ khác (10 %). Hỗn hợp này được trộn đều trong máy phối liệu có dung tích 5 kg/m² và tốc độ quay tối đa 200 vòng/phút. Sau khi phối liệu xong, hỗn hợp được chuyển qua công đoạn tạo hạt để thu nhận hạt có kích thước từ 1÷2 mm. Hạt được nung ở nhiệt độ từ 500÷550 °C trong khoảng thời gian 2 giờ.

b. Phương pháp xác định dung lượng hấp phụ của các ion U, Th, Fe và Mn trên vật liệu

Chuẩn bị dung dịch urani, thori và dung dịch Fe, Mn 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+8,0. Lấy 500 ml các dung dịch này cho vào các cốc 1 lít, cho vào đó 10g bentonit, đặt 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 thiết bị ICP hoặc bằng phương pháp đo quang, độ pH dung dịch được xác định bằng máy đo pH. Trước lúc tiến hành mỗi thí nghiệm, vật liệu hấp phụ có nền bentonit được điều chỉnh đến độ pH tương tự như độ pH làm việc của dung dịch đệm.

Lượng ion kim loại được hấp phụ bởi vật liệu hấp phụ (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:

$$A = [(C_0 - C) \cdot V] / m \quad (1)$$

Trong đó: A - Dung lượng hấp phụ của vật liệu hấp phụ (mg/g); C₀ - Nồng độ ion kim loại trong dung dịch đầu (mg/l); C - Nồng độ ion kim loại khi cân bằng được thiết lập (mg/l); m - Khối lượng vật liệu hấp phụ dùng để hấp phụ (g); V - Thể tích dung dịch kim loại (l).

2. Kết quả và thảo luận

2.1. Quy trình chế tạo vật liệu hấp phụ

Kết quả nghiên cứu ở mục 2.2 đã đưa ra được quy trình chế tạo vật liệu hấp phụ trên nền quặng bentonit tự nhiên vùng Bình Thuận. Sơ đồ công nghệ sản xuất vật liệu hấp phụ trên nền quặng bentonit được trình bày ở H.1. Sản phẩm vật liệu hấp phụ chế tạo được và kết quả xác định các đặc điểm của vật liệu hấp phụ được trình bày ở Bảng 1.

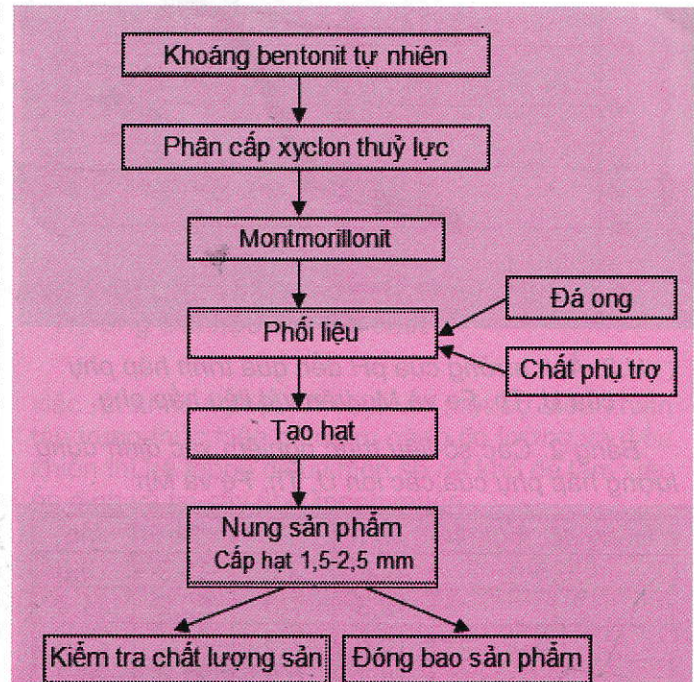
Bảng 1. Các đặc điểm của vật liệu hấp phụ

Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị
Kích thước	mm	1÷2
Diện tích bề mặt	m ² /g	350
Dung lượng trao đổi	mdlg/g	105
Độ bền trong dung dịch axit	tháng	>12

2.2. Khảo sát thời gian cân bằng hấp phụ

Để xác định thời gian đạt cân bằng hấp phụ, chúng tôi tiến hành thí nghiệm xác định sự phụ thuộc vào thời gian của lượng kim loại U, Th, Fe và Mn hấp phụ với dung dịch các kim loại có nồng độ trong dải 0,1÷4,0 g/l. Kết quả cho thấy trong 3 giờ hấp phụ đầu tiên, thời gian hấp phụ tăng thì lượng kim loại được hấp phụ trên vật liệu hấp phụ cũng tăng lên và đạt 95÷99 % tại thời điểm 3 giờ. Sau 3 giờ, nếu cứ tiếp tục tăng thời gian hấp phụ thì lượng kim loại được hấp phụ trên vật liệu hấp phụ

vẫn không tăng, nghĩa là đã đạt cân bằng hấp phụ. Do vậy thời gian cân bằng hấp phụ đối với các ion U, Th, Fe và Mn là 3 giờ.



H.1. Sơ đồ công nghệ sản xuất vật liệu hấp phụ trên nền quặng bentonit tự nhiên

2.3. Khảo sát ảnh hưởng của pH lên quá trình hấp phụ

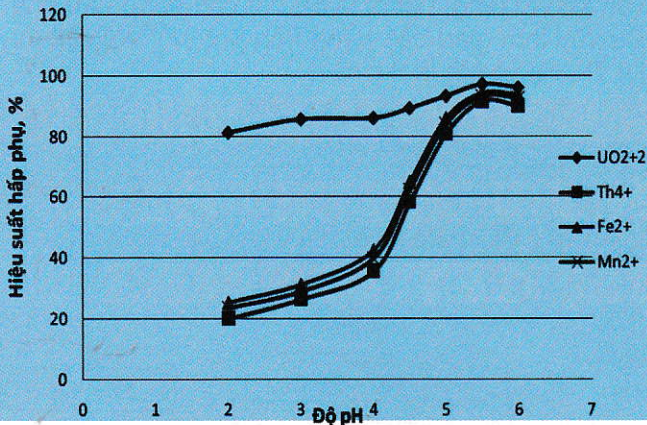
Ảnh hưởng của pH trên hấp phụ của các ion U, Th, Fe và Mn trên vật liệu hấp phụ đã được nghiên cứu trong dải pH 2÷6. Các thí nghiệm được thực hiện trên máy lắc với lượng vật liệu hấp phụ m=0,2 g/100 ml, C₀(U, Th, Fe, Mn)=100 mg/l, tốc độ lắc 200 vòng phút trong 240 phút ở nhiệt độ phòng (25 °C). Kết quả được thể hiện trên H.2.

Kết quả cho thấy khi độ pH giảm thì dung lượng hấp phụ cũng giảm, cụ thể trong khoảng pH 2÷3 hiệu suất hấp phụ tăng chậm. Với pH từ 3÷4, hiệu suất hấp phụ tăng nhanh hơn. Đặc biệt, từ dải pH 4 đến pH 5÷5,5 thì khả năng hấp phụ của các ion U, Th, Fe, Mn trên vật liệu hấp phụ tăng lên rõ rệt. Điểm cực đại của hiệu suất hấp phụ tại pH 5,5 đạt xấp xỉ 100 %. Khi pH>5,5 hiệu suất hấp phụ có xu hướng giảm.

Như vậy, độ pH ảnh hưởng khác nhau đến sự hấp phụ của từng ion nguyên tố phóng xạ và kim loại nặng. Trong khoảng pH<3,5 thì hấp phụ tăng theo thứ tự sau: Th<Mn<Fe<U.

2.4. Thiết lập đẳng nhiệt hấp phụ của ion U, Th, Fe và Mn trên vật liệu hấp phụ

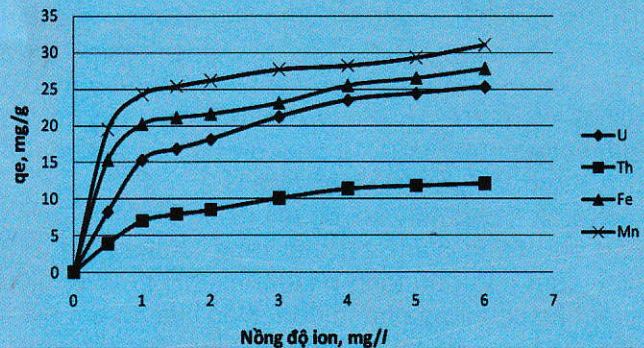
Các đường đẳng nhiệt hấp phụ của U, Th, Fe và Mn trên vật liệu hấp phụ được trình bày ở Bảng 2 và H.3.



H.2. Ảnh hưởng của pH đến quá trình hấp phụ của U, Th, Fe và Mn trên vật liệu hấp phụ

Bảng 2. Các số liệu thực nghiệm xác định dung lượng hấp phụ của các ion U, Th, Fe và Mn

Nồng độ, mg/ml	U	Th	Fe	Mn
0,5	8,2	3,9	15,3	19,5
1	15,3	7,0	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	12,5	27,8	31,1



H.3. Đường đẳng nhiệt hấp phụ của U, Th, Fe và Mn trên vật liệu hấp phụ

Qua kết quả thực nghiệm hấp phụ các ion U, Th, Fe và Mn trên vật liệu hấp phụ chế tạo được cho thấy vật liệu này có khả năng trao đổi ion với các kim loại nặng. Từ kết quả nghiên cứu, chúng tôi tính toán dung lượng hấp phụ của vật liệu hấp phụ đối với các ion U, Th, Fe và Mn tương ứng là: 25,3; 12,5; 27,8 và 31,1 mg/g.

2.5. Kết quả xử lý mẫu nước thải phóng xạ chứa U, Th và các kim loại nặng

Nước thải của quá trình chế biến quặng urani

quy mô thử nghiệm được sử dụng làm đối tượng thử nghiệm. Lượng nước thải để xử lý 1000 ml với lượng vật liệu hấp phụ sử dụng là 0,3 g/100 ml, thời gian tiếp xúc là 3 giờ. Kết quả xử lý nước thải của quá trình chế biến quặng urani được chỉ ra ở Bảng 4.

Bảng 4. Kết quả xử lý nước thải của quá trình chế biến quặng urani

Nguyên tố	Đơn vị	NĐ1	NĐ2	HS	QC
Fe	ppm	2163,478	3,251	99,84	5
Cu	ppm	6,203	1,432	76,91	2
Zn	ppm	421,123	2,513	99,40	3
Pb	ppm	0,545	0,112	79,45	0,5
Mg	ppm	647,219	56,127	91,33	-
Mn	ppm	276,335	0,572	99,79	1
Ni	ppm	5,931	0,258	95,65	0,5
Th	ppm	7,651	1,023	86,63	-
U	ppm	112,635	5,187	95,40	-
Ra	ppm	0,004	0,001	75,00	-
α	Bq/l	31,4	0,045	-	0,1
β	Bq/l	189,5	0,873	-	1,0

Ghi chú: NĐ1 - Nồng độ trước xử lý; NĐ2 - Nồng độ sau xử lý; HS - Hiệu suất xử lý (%); QC - QCVN 40:2011/BTNMT; α - Tổng hoạt độ phóng xạ; β - Tổng hoạt độ phóng xạ.

3. Kết luận

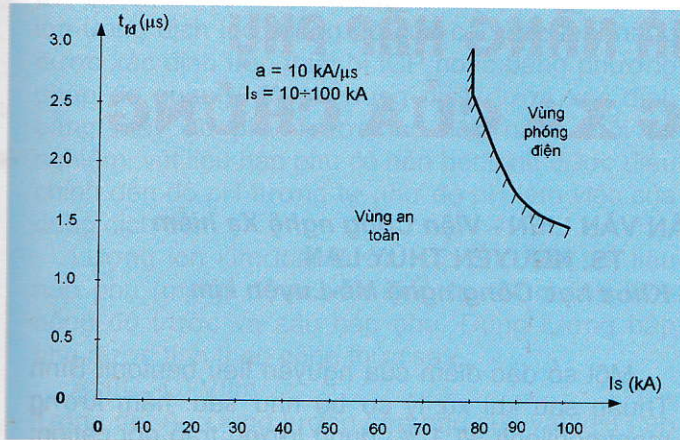
Đã đưa ra quy trình chế tạo được vật liệu hấp phụ trên nền quặng bentonit tự nhiên vùng Bình Thuận để xử lý chất thải phóng xạ dạng lỏng. Vật liệu hấp phụ chế tạo được ở dạng viên với kích thước 1+2 mm, diện tích bề mặt 350 m²/g, dung lượng trao đổi cation 105 mldg/100 g và bền trong môi trường axit.

Đã tiến hành nghiên cứu quá trình hấp phụ ion các nguyên tố phóng xạ và kim loại nặng U, Th, Fe và Mn có nồng độ trong dải 0,1+4,0 g/l trên vật liệu hấp phụ. Dung lượng hấp phụ của các ion U, Th, Fe và Mn tương ứng là 25,3; 12,5; 27,8 và 31,1 mg/g.

Các nghiên cứu xử lý chất thải phóng xạ của quá trình chế biến thử nghiệm quặng urani cho thấy vật liệu hấp phụ chế tạo được có thể được ứng dụng trong thực tế để xử lý chất thải phóng xạ dạng lỏng. Nước thải sau khi được xử lý bằng vật liệu hấp phụ chế tạo được đáp ứng các tiêu chuẩn QCVN 40:2011/BTNMT và có thể thải ra ngoài hệ thống thải chung. □

(Xem tiếp trang 13)

tượng phóng điện trên chuỗi sứ này khi biên độ dòng sét $I_s \geq 80$ kA, và khi biên độ dòng sét càng tăng thì thời gian gây phóng điện càng giảm. Trên H.7 cho thấy vùng làm việc an toàn của chuỗi sứ cách điện 35 kV liên quan đến ảnh hưởng của biên độ dòng sét.



H.7. Quan hệ giữa biên độ sóng sét với thời gian phóng điện trên chuỗi sứ

5. Kết luận

Độ dốc sóng sét và biên độ sóng sét là hai thông số cơ bản ảnh hưởng đến điều kiện gây phóng điện trên chuỗi sứ 35 kV. Kết quả nghiên cứu đã xác định được điều kiện làm việc an toàn của chuỗi sứ này khi bị tác động của sóng sét trong các điều kiện cụ thể.

Bằng cách tương tự, có thể xác định được điều kiện làm việc an toàn của các khí cụ khác như: dao cách ly, thanh cái, máy biến áp, máy biến điện áp... khỏi tác động của sóng sét, khi biết đặc tính vôn-giây của cách điện của các khí cụ này. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Đức Thành, Nguyễn Hanh Tiến, Nghiên cứu xác định mức độ quá điện áp gây ra do sét đánh lan truyền theo đường dây 35 kV để bảo vệ trạm biến áp 35/6 kV vùng mỏ Quảng Ninh. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 2. 2014.
2. Trần Văn Tớp. Quá điện áp và bảo vệ chống quá điện áp trong hệ thống điện. Đại học Bách khoa Hà Nội, 2006.
3. Nguyễn Minh Chức. Hướng dẫn thiết kế tốt nghiệp kỹ thuật điện cao áp. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật.
4. Siemens's catalogue, 3EK7 Medium voltage Silicone Insulated Surge Arresters.
5. Leonard L. Grigsby, The Electric Power Engineering Handbook: Power System Transients, CRC Press, 2007
6. Raul Montano, The effects of lightning on low voltage Power Network, PhD thesis, Uppsala University, Sweden, 2006.

Người biên tập: Đào Đức Tạo

SUMMARY

The article refers to the determine the effect of lightning current amplitude and the slope of the lightning wave to 35 kV porcelain chain insulators, when the phenomenon of lightning appeared on the powergrid and from which determine the conditions of safe operation to the chain insulators from lightning wave action.

Vienna, 1972.

Người biên tập: Trần Văn Trạch

CHẾ TẠO VẬT LIỆU...

(Tiếp theo trang 16)

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. Syed Hakimi Sakuma, Nik Marzukee, Mohd Khairuddin. Combined treatment of aqueous radioactive waste containing uranium, thorium and radium radionuclides by chemical precipitation and laterite soil sorbent. IAEA, VIENNA, 2003; IAEA-TECDOC-1336; ISBN92-0-100903-8.
3. International Atomic Energy Agency. Use of local mineral in the treatment of radioactive waste.

SUMMARY

Based on ion exchange reactions, it have been successfully produced an adsorbent material for treatment of radioactive solution from bentonite ore and other substances. It have been studied the process of adsorbing ions U, Th, Fe and Mn. The study results showed that the maximum adsorption capacity of the adsorbent material for ions U, Th, Fe and Mn are 25.3; 12.5; 27.8 and 31.1 mg/g, respectively.