



## Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>

# Nghiên cứu tách Urani, Thori từ quá trình chế biến quặng đất hiếm Mỏ Nậm Xe

Phan Quang Văn <sup>1,\*</sup>, Thân Văn Liên <sup>2</sup>, Đào Trung Thành <sup>1</sup>, Trần Thế Định <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

<sup>2</sup> Viện Công nghệ xạ hiếm, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

### THÔNG TIN BÀI BÁO

### TÓM TẮT

#### Quá trình:

Nhận bài 10/01/2019  
Chấp nhận 20/02/2019  
Đăng online 29/04/2019

#### Từ khóa:

Đất hiếm Nậm Xe  
Tách loại Thori  
Urani  
Kết tủa  
Chiết dung môi

Báo cáo trình bày tóm tắt kết quả nung phân hủy quặng đất hiếm tại mỏ Nậm Xe và tách các tạp chất urani, thori, sắt, từ dung dịch thủy luyện bằng phương pháp trung hòa và phương pháp chiết bằng dung môi. Kết quả nghiên cứu cho thấy điều kiện nung phân hủy ở nhiệt độ 450°C, tỷ lệ quặng/axit H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> đặc là 1/1, thời gian nung 2 giờ và quặng sau khi nung được hòa tách bằng nước với tỷ lệ rắn/lỏng là 1/5; hóa bùn và rửa với tỷ lệ rắn/lỏng là 1/4 sẽ cho kết quả hơn 60% Th và hơn 45% U nằm lại trong bã rắn, còn hiệu suất hòa tách đất hiếm lớn hơn 95%. Bằng phương pháp trung hòa với tác nhân MgO ở điều kiện pH từ 4-4,5. Hiệu suất tách các tạp chất Th, U, Fe từ dung dịch hòa tách tương ứng là 85%, 37% và 98%. Bằng kỹ thuật chiết dung môi với việc sử dụng tác nhân amin bậc 1 (N1923) và amin bậc 3 (TOA), hiệu suất tách các tạp chất Th, U tương ứng là 95,8 và 95,3%.

© 2019 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

## 1. Mở đầu

Mỏ đất hiếm Nậm Xe thuộc tỉnh Lai Châu gồm hai tụ khoáng đất hiếm là Bắc Nậm Xe và Nam Nậm Xe. Các kết quả nghiên cứu cho thấy, đất hiếm Bắc Nậm Xe có thành phần khoáng học fluorocarbonate đất hiếm hoặc baesnezit (REFCO<sub>3</sub>), thạch anh, barit, canxit, fluorit và một lượng nhỏ chất phóng xạ Th, U. Quặng đất hiếm Nậm Xe có chứa các nguyên tố phóng xạ, trong đó hàm lượng thori từ 0,026÷0,1% và hàm lượng urani từ 0,009÷0,095% theo trọng lượng (Vlasov et al. 1961; Nguyễn Văn Hòa, 2014; Bùi Tất Hợp

và nnk., 2010; Nguyễn Trung Thính, 2014). Từ quá trình hòa tách quặng đất hiếm Bắc Nậm Xe bằng phương pháp nung phân hủy với tác nhân axit sunphuric H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> đặc thu được dung dịch muối sunphat đất hiếm và bã rắn chứa một lượng các chất phóng xạ Th và U. Trong dung dịch muối sunphat đất hiếm, bên cạnh các ion đất hiếm nhẹ như La<sup>3+</sup>, Ce<sup>3+</sup>, Ce<sup>4+</sup>, Pr<sup>3+</sup>, Nd<sup>3+</sup>, Sm<sup>3+</sup>,... còn chứa các tạp chất là các ion UO<sub>2</sub><sup>2+</sup>, Th<sup>4+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>,... Vì vậy, việc nghiên cứu xử lý bã rắn chứa phóng xạ thu được sau quá trình hòa tách cũng như tách các nguyên tố phóng xạ và kim loại nặng ra khỏi dung dịch sunphat đất hiếm từ quá trình chế biến quặng đất hiếm Bắc Nậm Xe là cần thiết nhằm mục đích bảo vệ môi trường và thu nhận dung dịch đất hiếm không chứa chất phóng xạ.

\*Tác giả liên hệ

E - mail: [phanquangvan@humg.edu.vn](mailto:phanquangvan@humg.edu.vn)

Trên thế giới, khi urani và thori có trong quặng đất hiếm với hàm lượng lớn thì việc tách các nguyên tố phóng xạ không những nhằm mục đích đảm bảo môi trường, làm sạch đất hiếm mà thori và urani còn là nguyên liệu quý được sử dụng trong ngành năng lượng nguyên tử và đưa lại giá trị kinh tế cao. Để tách urani và thori ra khỏi dung dịch đất hiếm sunphat thường sử dụng các phương pháp như phương pháp kết tủa, phương pháp chiết dung môi và phương pháp trao đổi ion. Trong phương pháp kết tủa có thể sử dụng các tác nhân kết tủa dạng rắn như MgO, NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub>,... Trong phương pháp chiết dung môi có thể sử dụng các amin để tách thori, urani ra khỏi dung dịch sunphat đất hiếm. Amin bậc một (amin N1923, Primene JM-T, alamin,...) có khả năng tách chọn lọc thori ra khỏi dung dịch trong môi trường sunphat, amin bậc ba có khả năng tách urani ra khỏi dung dịch trong môi trường sunphat. Phương pháp kết tủa sunphat kép sử dụng tác nhân Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> để kết tủa chọn lọc các kim loại đất hiếm còn các nguyên tố phóng xạ và tạp chất còn lại trong dung dịch cũng được sử dụng để tách các nguyên tố phóng xạ (Amaral, Mortais, 2010; Callow, 1967; Cheng, 2015; Crouse, Brown, 1959; Hoàng Nhuận, 2015). Việc sử dụng phương pháp nào hay kết hợp giữa các phương pháp để tách các nguyên tố phóng xạ trong quá trình chế biến đất hiếm phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó có yếu tố loại quặng đất hiếm, thành phần và đặc tính của quặng, đặc điểm của dung dịch hòa tách.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Nguyên liệu, hóa chất và dụng cụ

Nguyên liệu khoáng được nghiên cứu là tinh quặng đất hiếm Nậm Xe, có thành phần các hợp chất 0,017% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>; 0,028% ThO<sub>2</sub> và 32,5% TREO.

Các loại hoá chất sử dụng trong quá trình chiết tách bao gồm H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, HCl, NaOH, NH<sub>4</sub>Cl, CaCO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, MgO các loại amin bậc 1 là N1923 có công thức hoá học là C<sub>10</sub>H<sub>22</sub>N và amin bậc ba TOA có công thức hoá học là C<sub>24</sub>H<sub>51</sub>N, chất pha loãng, tác nhân cường chiết, các hóa chất phân tích.

Các thiết bị và dụng cụ cần thiết cho quá trình nghiên cứu thực nghiệm bao gồm: máy lắc, máy khuấy từ, máy đo pH; chiết dung tích 60 ml, 150 ml, 200 ml, 500 ml.

Phân tích U, Th có trong các mẫu tại Phòng thí

th nghiệm VILAS 524 thuộc Trung tâm phân tích, Viện Công nghệ Xạ hiếm bằng phương pháp phân tích phổ khối Plasma cảm ứng ICP-MS Agilent 7500a.

### 2.2. Các phương pháp thực nghiệm

Thí nghiệm nung phân hủy quặng được thực hiện theo phương pháp được mô tả như sau (Kul, Topkaya, 2008; Amaral, Mortais, 2010; Callow, 1967; Cheng, 2015; Crouse, Brown, 1959): Cân 100 g tinh quặng đất hiếm Nậm Xe có kích thước hạt nhỏ hơn 150 µm cho vào cốc chịu nhiệt, trộn đều tinh quặng với 10 ml nước. Tiếp đến, cho 55,6 ml axit H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> đặc (tỷ lệ quặng/axit là 1/1 theo khối lượng) vào khối quặng và trộn đều. Sau khi trộn xong hỗn hợp được giữ yên trong thời gian 2 giờ, sau đó hỗn hợp được cho ngay vào lò nung để tiến hành nung phân hủy ở thời gian (2÷6 giờ) và nhiệt độ khác nhau (từ 300÷600°C). Quặng sau khi nung được để nguội đến nhiệt độ phòng, được nghiền mịn và hòa tách bằng nước trên máy khuấy từ ở nhiệt độ phòng, tỷ lệ rắn/lỏng là 1/5, hòa tách được tiến hành trong khoảng thời gian 1 giờ. Sau khi hòa tách phân chia các pha rắn - lỏng để thu dung dịch hòa tách. Pha rắn được tiếp tục bùn hóa bằng nước với tỷ lệ lỏng/rắn là 1/3. Sau khi bùn hóa hỗn hợp được lọc, rửa bằng nước với tỷ lệ lỏng/rắn là 1/1. Dung dịch lọc được nhập vào phần dung dịch hòa tách và lấy mẫu để phân tích xác định các nguyên tố. Bã thải rắn được sấy khô và lấy mẫu phân tích để xác định thori, urani và một số nguyên tố khác còn lại trong đó.

Thực nghiệm tách loại các chất phóng xạ từ dung dịch hòa tách bằng các phương pháp kết tủa và phương pháp chiết dung môi, được mô tả như sau (Amaral, Mortais, 2010; Cheng, 2015; Hoàng Nhuận, 2014) :

#### - Phương pháp kết tủa

Chuẩn bị dung dịch MgO ở dạng sữa. Lấy 200 ml dung dịch hòa tách với nồng độ khác nhau cho vào cốc dung tích 500 ml có cánh khuấy với vận tốc 150 vòng/phút. Cho từ từ sữa MgO vào dung dịch và dùng máy đo pH để kiểm tra độ pH của hỗn hợp, khi đạt độ pH bằng 4÷4,5 thì dừng lại, để lắng và sau đó lọc phần kết tủa. Xác định hàm lượng urani và thori, sắt trong các pha rắn, lỏng rồi tính hiệu suất kết tủa urani, thori và sắt tại những giá trị pH khác nhau. Hiệu suất kết tủa được xác định theo công thức:

Hiệu suất kết tủa

$$= \left( \frac{\text{Tổng khối lượng kim loại trong sản phẩm}}{\text{Tổng khối lượng kim loại dung dịch ban đầu}} \right) \times 100\%$$

- Phương pháp chiết dung môi

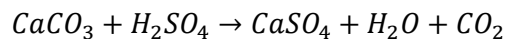
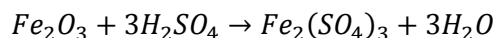
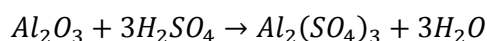
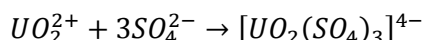
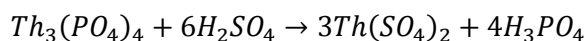
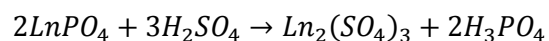
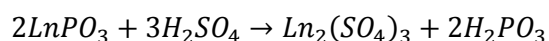
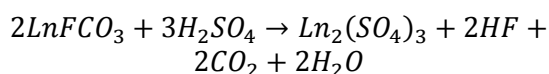
Dung môi để chiết là hỗn hợp các amin N1923 và TOA với nồng độ lần lượt là 0,015 M và 0,01 M. Cho 25 ml dung môi vào các phễu chiết có thể tích 60 ml, cho tiếp 25 ml dung dịch hòa tách chứa urani và thori vào. Cho các phễu chiết vào máy và lắc đều trong khoảng thời gian 5 phút. Kết thúc thời gian lắc, hỗn hợp được để yên đến khi phân pha hoàn toàn, tiến hành tách pha nước và pha hữu cơ, sau đó tiến hành chiết 4 bậc.

Rửa và giải chiết: dung môi sau khi tách được rửa bằng dung dịch  $H_2SO_4$  nồng độ 0,1M với tỷ lệ thể tích dung môi/dung dịch rửa (O/A) là 1/1. Rửa chiết được tiến hành 3 bậc. Sau khi rửa, dung môi chiết được giải chiết bằng dung dịch HCl nồng độ 2M với tỷ lệ thể tích O/A bằng 1/1 và thực hiện giải chiết trên máy lắc trong thời gian 3 phút. Giải chiết được tiến hành 4 bậc. Tiếp đến để yên và phân chia các pha dung môi - nước. Phân tích thành phần thori, urani và các nguyên tố đất hiếm trong pha nước nhằm đánh giá hiệu quả tách thori và urani.

### 3. Kết quả và thảo luận

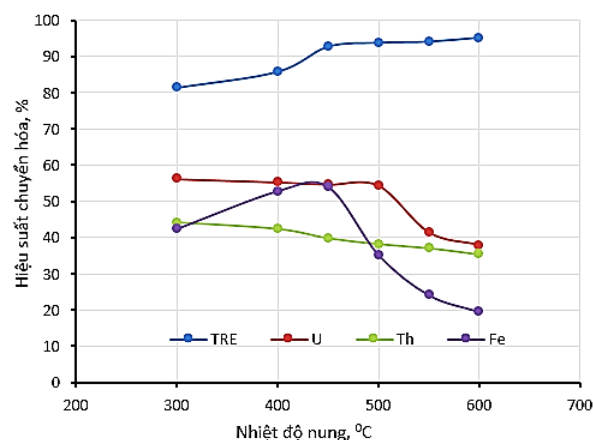
#### 3.1. Kết quả xử lý quặng đất hiếm Nậm Xe bằng phương pháp nung phân hủy và hòa tách chọn lọc đất hiếm

Ảnh hưởng của nhiệt độ nung phân hủy đến hiệu suất tách đất hiếm và các tạp chất phóng xạ ra khỏi quặng. Với thời gian nung 2 giờ; tỷ lệ tinh quặng/axit là 1/1,3; các phản ứng chính xảy ra trong quá trình nung phân hủy quặng đất hiếm (bastnazit) Nậm Xe với axit  $H_2SO_4$  đặc như sau:

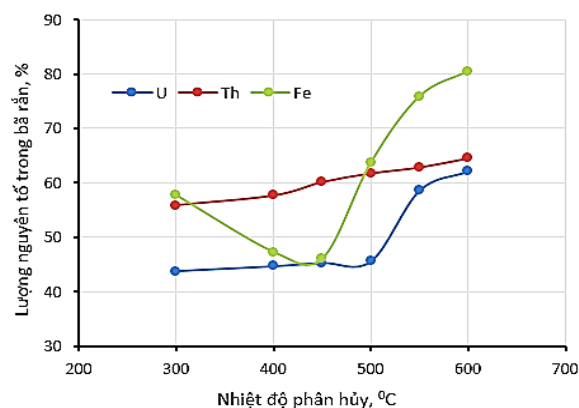


Ảnh hưởng của nhiệt độ nung đến hiệu suất chuyển hóa đất hiếm, urani, thori và tạp chất sắt được chỉ ra ở Hình 1.

Hình 2 cho thấy sự phụ thuộc của lượng tạp chất urani, thori và sắt trong bã rắn vào nhiệt độ nung phân hủy quặng đất hiếm.



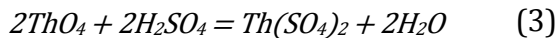
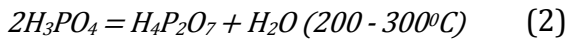
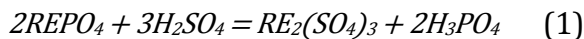
Hình 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ nung đến hiệu suất chuyển hóa đất hiếm, urani, thori và sắt.



Hình 2. Sự phụ thuộc của lượng tạp chất urani, thori và sắt trong bã rắn vào nhiệt độ nung phân hủy quặng đất hiếm.

Từ kết quả thực nghiệm trên biểu đồ ở Hình 1 và Hình 2 cho thấy: khi tăng nhiệt độ nung phân hủy từ 300÷450°C, hiệu suất nung phân hủy đối với đất hiếm, thori, urani, sắt đều tăng. Tiếp tục tăng nhiệt độ hơn 500°C hiệu suất phân hủy đất hiếm tăng còn hiệu suất phân hủy các tạp chất thori, urani, sắt bị giảm đi. Càng tăng nhiệt độ thì lượng urani và thori còn lại trong bã thải rắn càng tăng.

Khi nung phân hủy một phần thori vẫn còn lại trong bã rắn, điều này có thể giải thích như sau: quặng đất hiếm Nậm Xe chứa nhiều khoáng vật, ngoài khoáng bastnezit (Ce, La, Nd, Pr,...)  $\text{CO}_3\text{F}$ , còn có chứa khoáng vật monazit (Ce, La)  $\text{PO}_4$  và nhiều khoáng khác. Trong quá trình hòa tách đất hiếm bằng phương pháp nung phân hủy với axit  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , dưới điều kiện nhiệt độ cao, phosphat phản ứng với axit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  tạo thành axit  $\text{H}_3\text{PO}_4$  và sau đó thủy phân để tạo thành pyrophosphoric axit. Còn oxit thori trước hết phản ứng với axit sunphuric để tạo thành muối sunphat thori và sau đấy muối sunphat thori phản ứng với pyrophosphoric axit để tạo thành thorium pyrophosphat. Muối thorium pyrophosphat không tan ngay cả trong dung dịch axit đậm đặc. Quá trình hòa tan đất hiếm, phosphat và thorium trong quá trình nung phân hủy với axit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  thể hiện bằng các phương trình phản ứng (1)-(4) dưới đây:

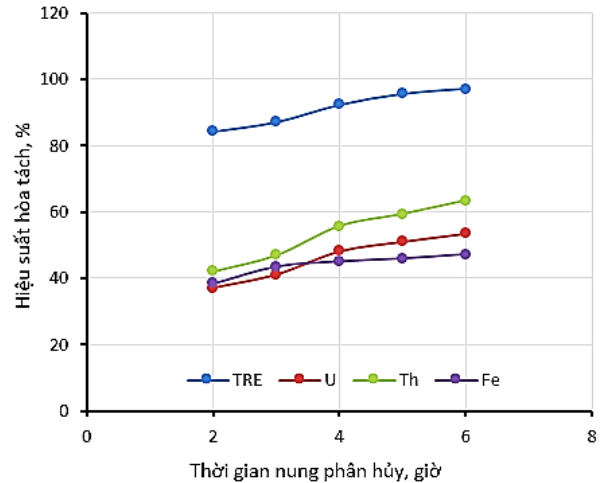


Các nguyên tố đất hiếm hòa tan trong quá trình nung thành dạng dễ hòa tan trong nước, còn một phần thori còn lại trong bã thải rắn của quá trình hòa tách.

Ảnh hưởng của thời gian nung phân hủy đến hiệu suất tách đất hiếm và các tạp chất phóng xạ ra khỏi quặng.

Biểu đồ Hình 3 biểu diễn ảnh hưởng của thời gian nung phân hủy đến hiệu suất hòa tách. Điều kiện nung phân hủy là tại nhiệt độ  $450^\circ\text{C}$  và tỷ lệ axit/quặng là 1/1.

Từ kết quả thực nghiệm cho thấy thời gian nung mẫu có ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất thu hồi đất hiếm và sự hòa tan của các tạp chất phóng xạ trong quá trình hòa tách bằng nước. Khi tăng thời gian nung, hiệu suất thu hồi đất hiếm tăng lên, đồng thời các tạp chất như thori, urani và sắt cũng tăng lên trong dung dịch hòa tách. Vì vậy, để lựa chọn thời gian nung thích hợp cần căn cứ vào



Hình 3. Ảnh hưởng của thời gian nung phân hủy đến hiệu suất tách đất hiếm và các tạp chất phóng xạ ra khỏi quặng.

nhiều yếu tố như hiệu suất thu hồi đất hiếm, độ tinh khiết của sản phẩm, chi phí sản xuất.

Trên cơ sở nghiên cứu nung phân hủy và hòa tách mẫu tinh quặng đất hiếm nghiên cứu, cùng với việc tham khảo các kết quả nghiên cứu khác về đất hiếm Nậm Xe, các thông số để xử lý mẫu tinh quặng đất hiếm đã được lựa chọn như sau (Vlasov, 1961; Bùi Tất Hợp và nnk., 2010):

- Giai đoạn nung phân hủy: nhiệt độ nung  $450^\circ\text{C}$ , thời gian nung 2 giờ, tỷ lệ axit/quặng là 1/1;

- Giai đoạn hòa tách bằng nước: tỷ lệ rắn/lỏng là 1/5. Hòa tách được tiến hành trong khoảng thời gian 1 giờ.

Sau khi hòa tách bã rắn được tiếp tục bùn hóa và rửa với tỷ lệ lỏng/rắn bằng 1/4 để xử lý đất hiếm Bắc Nậm Xe. Thành phần các tạp chất trong dung dịch hòa tách quặng đất hiếm Nậm Xe bằng axit sunphuric  $\text{H}_2\text{SO}_4$  được trình bày trong Bảng 1.

### 3.2. Tách loại các chất phóng xạ từ dung dịch hòa tách bằng các phương pháp kết tủa và phương pháp chiết dung môi

#### 3.2.1. Phương pháp kết tủa

Hiệu quả tách loại các chất phóng xạ từ dung dịch hòa tách được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 1. Thành phần một số nguyên tố đất hiếm và tạp chất trong dung dịch hòa tách.

Nguyên tố	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Th	U	Fe
Nồng độ (mg/l)	5520	7940	752	1925	236	6,2	15,1	1124

Từ kết quả thực nghiệm trong Bảng 2 cho thấy, khi tăng giá trị pH từ 1,2 lên 5,0 thì hiệu suất tách Th(IV), U(VI), Fe(II, III) cũng tăng lên. Điều này có thể giải thích như sau, khi tăng pH một số tạp chất ở dạng ion như Fe, Th, U bị thủy phân và hình thành dạng hydroxit của chúng. Các hydroxit này kết tủa và lắng xuống. Khi độ pH nằm trong khoảng 4,0÷4,5, hiệu suất tách thori đạt hơn 85% và hiệu suất tách urani đạt hơn 37%. Trong khi đó, hiệu suất tách sắt gần như hoàn toàn, đạt hơn 98%, điều này đồng nghĩa với việc hơn 98% sắt được loại bỏ. Tuy vậy, từ kết quả thực nghiệm cũng cho thấy khi tăng độ pH của dung dịch kéo theo sự mất mát các nguyên tố đất hiếm. Khi độ pH của dung dịch 4÷4,5, sự mất mát các nguyên tố đất hiếm chiếm tỷ lệ khoảng 6,5%. Như vậy với phương pháp kết tủa đã tách loại được một lượng lớn các tạp chất Th, Fe nhưng một lượng U (khoảng 63%) vẫn còn lại trong dung dịch.

### 3.2.2. Phương pháp chiết dung môi

Trong công đoạn tách tạp chất bằng phương pháp chiết dung môi đã tiến hành 4 bậc chiết, 3 bậc rửa chiết và 4 bậc giải chiết theo các thông số như đã trình bày ở phần trên. Kết quả chiết dung môi amin được thể hiện ở Bảng 3.

Từ kết quả nghiên cứu ở Bảng 3 cho thấy, với phương pháp chiết dung môi sử dụng tác nhân chiết là hỗn hợp amin bậc 1 và bậc 3 cho hiệu suất

loại bỏ các nguyên tố phóng xạ thori và urani khỏi dung dịch sunphat tương ứng là 95,8% và 95,3%, trong đó mất mát đất hiếm từ chiết dung môi là 5,3%.

## 4. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu chiết tách các nguyên tố phóng xạ Urani và Thori của khoáng sàng đất hiếm Nậm Xe, có thể rút ra một số kết luận sau:

- Quặng đất hiếm Nậm Xe có chứa một lượng các nguyên tố phóng xạ, trong đó hàm lượng thori trong khoảng 0,026÷0,1% và urani trong khoảng 0,009÷0,095%. Vì vậy, trong quá trình chế biến đất hiếm Nậm Xe cần tách loại các nguyên tố phóng xạ và quản lý chúng nhằm bảo vệ môi trường cũng như thu nhận sản phẩm đất hiếm không chứa tạp chất phóng xạ.

- Xử lý mẫu tinh quặng đất hiếm Nậm Xe đã được nghiên cứu bằng phương pháp nung phân hủy với tác nhân axit sunphuric H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Kết quả cho thấy với điều kiện nung phân hủy ở nhiệt độ 450°C, tỷ lệ quặng/axit bằng 1/1 (theo khối lượng), thời gian nung 2 giờ và hòa tách bằng nước với tỷ lệ rắn/lỏng bằng 1/5; hóa bùn tỷ lệ rắn/ lỏng bằng 1/3 và rửa với tỷ lệ rắn/ lỏng bằng 1/1, thời gian hòa tách 1 giờ sẽ cho kết quả hơn 60% Th và hơn 45% U nằm lại trong bã rắn, còn hiệu suất hòa tách đất hiếm lớn hơn 95%.

Bảng 2. Hiệu quả tách loại thori, urani và sắt ở các giá trị pH khác nhau của dung dịch.

TT	pH	% Th được tách loại	% U được tách loại	% Fe được tách loại	% RE tổn thất
1	1,2	13,4	0	8,4	0,93
2	1,5	25,9	1,2	51,6	4,23
3	2,0	28,5	2,1	53,7	4,95
4	2,5	29,8	2,9	63,2	5,12
5	3,0	31,2	12,3	65,1	5,31
6	3,5	69,8	29,2	77,2	5,85
7	4,0	84,6	36,7	98,4	6,14
8	4,5	85,3	37,1	99,3	6,52
9	5,0	85,7	37,8	99,4	6,77

Bảng 3. Kết quả chiết dung môi bằng hỗn hợp amin bậc 1 và amin bậc 3.

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Dung dịch đầu	Dung dịch sau quá trình chiết dung môi	Hiệu suất chiết (%)
1	Th	mg/l	6,2	0,26	95,8
2	U	mg/l	15,1	0,71	95,3
3	Fe	mg/l	1124	934,04	6,9
4	TRE	mg/l	16373	15 505,3	5,3

- Đã nghiên cứu tách loại thori, urani và sắt từ dung dịch hòa tách bằng tác nhân MgO. Với điều kiện độ pH trong khoảng 4÷4,5, hiệu suất tách các tạp chất Th, U, Fe tương ứng là 85%, 37% và 98%.

- Đã nghiên cứu tách loại thori, urani và sắt từ dung dịch đất hiếm bằng kỹ thuật chiết dung môi với việc sử dụng hỗn hợp tác nhân amin bậc 1 (N1923) và amin bậc 3 (TOA). Hiệu suất tách các tạp chất Th, U là 95,8 và 95,3%.

Bã thải rắn của quá trình nung phân hủy tinh quặng đất hiếm và urani, thori thu được sau quá trình làm sạch dung dịch hòa tách bằng phương pháp kết tủa và chiết dung môi cần được xử lý và quản lý theo các nguyên tắc của xử lý chất thải phóng xạ.

## 5. Lời cảm ơn

Trân trọng cảm ơn Bộ Khoa học và Công nghệ (MOST), Bộ Giáo dục và Nghiên cứu CHLB Đức (BMBF) đã hỗ trợ tài chính cho Nhiệm vụ hợp tác quốc tế về khoa học và công nghệ theo Nghị định thư Việt Đức "Hợp tác nghiên cứu thành phần vật chất, đề xuất qui trình công nghệ chế biến, định hướng phương pháp khai thác và bảo vệ môi trường mỏ đất hiếm Nậm Xe, tỉnh Lai Châu, Việt Nam", mã số NĐT-02.GER/15. Trân trọng tri ân cố PGS.TS. Thân Văn Liên đã chủ trì nghiên cứu các chuyên đề chiết tách các nguyên tố phóng xạ trong khoáng sản đất hiếm Nậm Xe - là một phần của Nhiệm vụ này; được thực hiện tại Viện Công nghệ xạ hiếm, Bộ Khoa học và Công nghệ.

## Tài liệu tham khảo

Amaral, J., Mortais, C. A., 2010. Thorium and uranium extraction from rare earth elements in monazite sulfuric acid liquor through solvent extraction. *Mineral Engineering* 23, 498 - 503.

Bùi Tất Hợp, Trịnh Đình Huấn, Nguyễn Phương, 2010. Tổng quan về đất hiếm ở Việt Nam. *Tạp*

*chí địa chất, Loạt A số 320.*

Callow, R. J., 1967. The Industrial Chemistry of the Lanthanons, Yttrium, Thorium and Uranium. *Pergamon Press.*

Cheng, C. Y., 2015. Separation of uranium and thorium from rare earths for rare earth production - A review. *Minerals Engineering* 77. DOI: 10.1016/j.mineng.2015.03.012.

Crouse, D. J., Brown, K. B., 1959. Recovery of thorium, uranium and rare earths from monazite sulfate liquors by the amine extraction (amex) process. OAK ridge national laboratory operated by Union carbide corporation for the U.S. *Atomic Energy Commission.*

Hoàng Nhuận, 2014. Báo cáo Tổng kết Nhiệm vụ Nghị định thư "Xây dựng công nghệ thu nhận nguyên tố đất hiếm riêng rẽ có độ sạch cao từ tinh quặng đất hiếm Đông Pao, Việt Nam". *Bộ Khoa học và Công nghệ Việt Nam.*

Kul, M., Topkaya, Y., 2008. Rare earth double sulfate from pre-concentrated bastnaesite. *Hydrometallurgy* 93(3-4). 129 - 135.

Nguyễn Trung Thịnh, 2014. Báo cáo kết quả thăm dò mỏ đất hiếm Bắc Nậm Xe, xã Nậm Xe, huyện Phong Thổ, tỉnh Lai Châu. Lưu trữ Liên đoàn địa chất xạ hiếm. *Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.*

Nguyễn Văn Hòa, 2014. Báo cáo kết quả thăm dò mỏ đất hiếm Nam Nậm Xe, xã Nậm Xe, huyện Phong Thổ, tỉnh Lai Châu. Lưu trữ Liên đoàn địa chất xạ hiếm. *Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.*

Vlasov, I. Ia., Efremov, Iu. D., Cao Sơn, 1961. Báo cáo kết quả công tác tìm kiếm thăm dò mỏ đất hiếm Nậm Xe. Bản dịch lưu trữ Liên đoàn xạ hiếm. *Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.*

## ABSTRACT

### Study on Uranium and Thorium separation from the Nam Xe rare earth ore processing

Van Quang Phan <sup>1</sup>, Lien Van Than <sup>2</sup>, Thanh Trung Dao <sup>1</sup>, Dinh The Tran <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Environment, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

<sup>2</sup> Institute for Technology of Radioactive and Rare Elements, Vietnam Academy of Science and Technology, Vietnam

The report presents the results of roasting and leaching of Bac Nam Xe rare earth ore and the separation of uranium, thorium, iron from acid leaching solution by neutralization method and solvent extraction method. The results show that the decomposition conditions are at the temperature of 450°C, the ratio of ore/concentrated sulfuric acid is 1/1, the roasting time of 2 hours and the water leaching with solid/liquid ratio is 1/5; Slurry and washing with a solid/liquid ratio of 1/4 will get result of more than 60% of Th and more than 45% of U are in solid residue, while the efficiency of rare earth extraction is more 95%. By the method of neutralization with the MgO agent at pH 4 to 4.5, the separation efficiency of Th, U, Fe impurities from the aqueous solution are respectively 85,37 and 98%, respectively. By solvent extraction technique with the use of primary amine (N1923) and tertiary amine (TOA), the separation efficiency of Th, U impurities is 95.8 and 95.3%, respectively.