

# Nghiên cứu xử lý quặng urani vùng Pà Lừa - Pà Rông đã agglomerat hóa bằng phương pháp hòa tách đồng

Trần Thế Định\*, Thân Văn Liên, Phạm Thị Thủy Ngân

*Viện Công nghệ xạ hiếm, Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam*

Ngày nhận bài 18/11/2016, ngày chuyển phản biện 23/11/2016, ngày nhận phản biện 12/12/2016, ngày chấp nhận đăng 22/12/2016

Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu xử lý quặng urani vùng Pà Lừa - Pà Rông đã agglomerat hóa bằng phương pháp hòa tách đồng. Phương pháp này có giá chi phí đầu tư tương đối thấp cho việc thu hồi urani từ các loại quặng hàm lượng thấp. Các kết quả thực nghiệm chỉ ra rằng, quặng urani vùng Pà Lừa - Pà Rông (tỉnh Quảng Nam) chứa 0,0905% U được xử lý bằng phương pháp hòa tách đồng với các điều kiện: kích cỡ hạt quặng < 1,0 cm (qua sàng 90%), độ ẩm của khối quặng 8%, chi phí axit  $H_2SO_4$  35 kg/tấn quặng, nồng độ axit  $H_2SO_4$  50 g/l, chất oxy hóa  $MnO_2$  4 kg/tấn quặng, tốc độ tưới 30 l/m<sup>2</sup>/h, thời gian xử lý 11 ngày, hiệu suất thu hồi urani > 90%, đuôi quặng thải có hàm lượng urani < 0,01%.

**Từ khóa:** agglomerat, hòa tách đồng, Pà Lừa - Pà Rông, quặng urani.

**Chỉ số phân loại** 2.4

## Research on the processing of Pa Lua - Pa Rong uranium agglomerated ore by the heap leaching method

### Summary

This paper presents the results of Pa Lua - Pa Rong uranium agglomerated ore processing using the heap leaching method. This technique can offer a relatively low capital cost method for recovering uranium from some low grade ores. The experimental results showed that the Pa Lua - Pa Rong (Quang Nam province) uranium ore containing 0.0905% U was treated by heap leaching method with the conditions: Ores as coarse as < 1.0 cm (passing 90%), moisture of ore: 8%, consumption of  $H_2SO_4$ : 35 kg/tone of ore, concentration of  $H_2SO_4$ : 50 g/l,  $MnO_2$  oxidant: 4 kg/tone of ore, rate of irrigation: 30 l/m<sup>2</sup>/h, the entire treatment cycle: 11 days, recoveries of U: > 90%, and the leached tails containing < 0.01% U.

**Keywords:** agglomerate, heap leaching, Pa Lua - Pa Rong, uranium ores.

**Classification number** 2.4

## Đặt vấn đề

Hòa tách đồng đã trở thành phương pháp được sử dụng rộng rãi trong việc xử lý các loại quặng vàng, bạc, đồng và urani có hàm lượng thấp. Quá trình hòa tách đòi hỏi khối quặng phải có độ thấm tương đối tốt và vật liệu phải có sự đồng đều để tránh việc tạo kênh của dòng dung dịch. Các phần quặng nếu không được tiếp xúc tốt với dung dịch sẽ không được hòa tách hoặc rửa tốt [1-3].

Độ thấm không tốt của đồng quặng là một trong những nguyên nhân có ảnh hưởng rất lớn tới quá trình hòa tách đồng và hiệu suất thu hồi. Kết quả nghiên cứu tại Viện Công nghệ xạ hiếm và các tài liệu tham khảo trên thế giới chỉ ra rằng, cần phải nghiên cứu sâu hơn nữa trong công nghệ xử lý quặng urani cát kết nghèo theo phương pháp hòa tách đồng. Một trong các vấn đề cần nghiên cứu hoàn thiện là cải tiến kỹ thuật hòa tách thấm với việc sử dụng quá trình agglomerat hóa quặng

\*Tác giả liên hệ: Tel: 0908422712

đầu vào nhằm cải thiện tính thấm của khối quặng, nâng cao độ ổn định của dòng và khả năng phân bố dòng dung dịch trong khối quặng và cuối cùng là nâng cao hơn hiệu suất thu hồi urani [4-6].

Mục tiêu của quá trình agglomerat hóa là các hạt nhỏ được tập hợp lại hoặc các hạt nhỏ được bám vào các hạt lớn hơn qua một quá trình xử lý để tạo ra các hạt có kích thước lớn hơn, đồng đều hơn, chịu được lực nén ép nhưng có độ thấm tốt để đảm bảo cho quá trình rửa không bị hạn chế bởi sự gây tắc, bít các đường dẫn của dòng dung dịch; quặng sau khi agglomerat phải giữ được bền trong môi trường hoà tách bằng axit [7, 8]. Quá trình agglomerat hóa có thể làm giảm thời gian hòa tách, tăng hiệu suất thu hồi (đồng thời làm giảm hàm lượng urani trong bã quặng), cho phép việc xây dựng thuận lợi hơn, và khi đó tăng phần tiếp xúc giữa quặng và tác nhân hòa tách do tạo ra khoảng trống trong khối quặng nhiều hơn.

Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu đã đạt được về việc xử lý quặng urani vùng Pà Lừa - Pà Rông (tỉnh Quảng Nam) đã agglomerat hóa bằng phương pháp hòa tách đồng, trong đó tập trung nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ axit, chi phí axit, chi phí chất oxy hóa và tốc độ tưới đến hiệu suất thu hồi urani.

## **Vật liệu và phương pháp nghiên cứu**

### *Nguyên liệu, hóa chất và thiết bị*

Quặng urani được sử dụng cho nghiên cứu là loại quặng nghèo vùng Pà Lừa - Pà Rông có hàm lượng  $U_3O_8 = 0,0905\%$ . Quặng được gia công đến kích thước  $< 1\text{ cm}$  (90%). Sau quá trình gia công, thành phần độ hạt  $< 600\text{ }\mu\text{m}$  chiếm 18%.

Hóa chất sử dụng là: axit  $H_2SO_4$  kỹ thuật và  $MnO_2$ . Hệ thiết bị agglomerat dạng thùng quay làm việc liên tục, công suất tối đa 150 kg/h. Hệ hòa tách thấm là cột nhựa PVC có đường kính 0,105 m và chiều cao 1,2 m. Ngoài ra còn sử dụng: máy đập, máy nghiền, thiết bị sàng, máy trộn, cân, tủ sấy, máy đo thể oxy hóa - khử và pH, máy đo độ ẩm...

### *Phương pháp nghiên cứu*

Khảo sát hiệu suất hòa tách quặng urani đã agglomerat bằng phương pháp hòa tách đồng với các thông số tổng chi phí axit là 35 kg  $H_2SO_4$ /tấn quặng, trong đó chi phí axit cho công đoạn agglomerat hóa chiếm khoảng 2/5 tổng chi phí axit; độ ẩm của khối quặng sau khi agglomerat là 8%, hòa tách đồng được tiến hành với nồng độ axit 50 g/l và khối lượng quặng cho một mẻ hòa tách là 10 kg.

Để xác định hàm lượng urani và các nguyên tố khác, nghiên cứu đã sử dụng các phương pháp phân tích như phương pháp phân tích trắc quang trên máy SPECTRONIC 20D (USA), phương pháp chuẩn độ urani bằng  $K_2Cr_2O_7$  (Davis and Gray method), phương pháp phân tích phổ khối plasma cảm ứng (ICP-MS Agilent 7500a), phương pháp phân tích nhiễu xạ Ronghen (SIEMENS D5005)...

## **Kết quả và thảo luận**

### *Xác định các thông số của quá trình agglomerat hóa quặng trước khi hòa tách*

Quặng urani dùng để nghiên cứu có hàm lượng  $U_3O_8$  là 0,0905%, quặng được gia công đến kích thước  $< 1\text{ cm}$  (90%). Kết quả phân tích bằng phương pháp nhiễu xạ Ronghen cho thấy, khoáng vật chủ yếu chứa trong quặng là thạch anh, plagiocla, albit, calcit, kaolinit, sericit. Khoáng chứa urani chủ yếu trong quặng là nasturan. Về định lượng, thạch anh chiếm 58-70%, albit chiếm 9-16%, plagiocla 5-11%, calcit 1-4%.

Quặng được gia công xong, sau đó tiến hành công đoạn agglomerat hóa với các thông số cụ thể như sau: sử dụng chất kết dính là axit  $H_2SO_4$  với khối lượng là 15 kg/tấn quặng, nồng độ dung dịch axit 250 g/l, thời gian agglomerat là 10 phút và tốc độ quay của thiết bị agglomerat 15 vòng/phút, lưu lượng tưới dung dịch axit  $H_2SO_4$  là 20 l/h và độ ẩm của khối quặng là 8%.

### *Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình xử lý quặng urani đã agglomerat hóa bằng phương pháp hòa tách đồng*

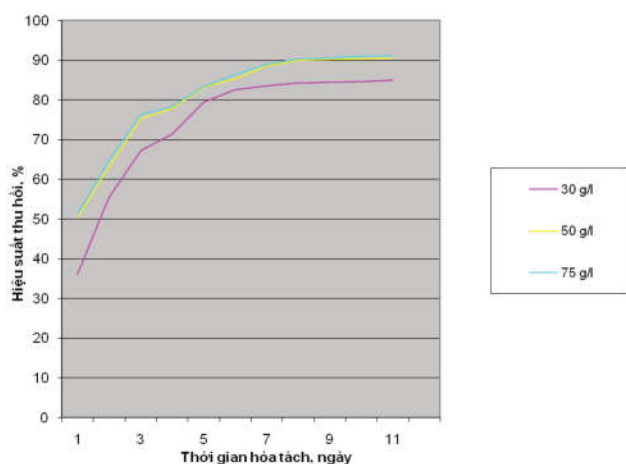
Mô tả thí nghiệm: hệ thống thí nghiệm gồm các cột nhựa PVC có đường kính trong  $d = 0,105\text{ m}$ , chiều cao

$H = 1,2$  m. Tác nhân hoà tách axit được cung cấp bằng các bơm định lượng. Trong thí nghiệm này, nạp 10 kg quặng ban đầu (cỡ hạt  $< 1$  cm) đã agglomerat hóa vào cột thí nghiệm PVC. Tưới dung dịch axit sunfuric có nồng độ 50 g/l vào đỉnh cột với tốc độ 30 l/m<sup>2</sup>/h. Mốc tính thời gian hoà tách là thời điểm pha lỏng đi ra khỏi đầu dưới của cột. Tưới đến khi nào dung dịch ló ra ở đáy cột có pH  $< 1$  thì dừng, để chảy hết qua 1 ngày thì tưới tiếp. Xác định thể tích tưới và thu, nồng độ urani, sắt trong mỗi lần tưới.

Tiến hành hòa tách khi bơm toàn bộ dung dịch axit đã chuẩn bị và thu dung dịch đã chảy qua cột làm dung dịch hòa tách. Rửa bằng dung dịch axit sunfuric loãng (1/1000). Thu toàn bộ dung dịch hòa tách + dung dịch rửa: xác định thể tích, phân tích hàm lượng urani, sắt trong dung dịch sau cùng và bã thải để tính hiệu suất thu hồi.

*Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ axit đến hiệu suất thu hồi urani:*

Thí nghiệm được tiến hành với các thông số như sau: nồng độ axit sunfuric thay đổi từ 30, 50 và 75 g/l, chi phí MnO<sub>2</sub> 4 kg/tấn quặng, tốc độ tưới 30 l/m<sup>2</sup>/h, chi phí axit 20 kg/tấn quặng.



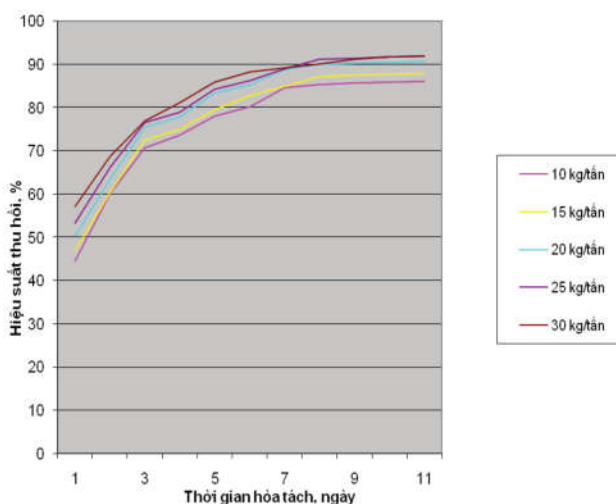
Hình 1: ảnh hưởng của nồng độ axit tới hiệu suất thu hồi urani

Từ hình 1 cho thấy, hiệu suất của quá trình hòa tách tỷ lệ thuận với nồng độ tác nhân hòa tách. Tuy nhiên, nồng độ axit không nên duy trì quá cao, vì trong quặng

urani còn chứa các tạp chất không mong muốn khác, khi tăng nồng độ axit sẽ làm tăng khả năng hòa tách của tạp chất, làm giảm tính chọn lọc và sản phẩm dung dịch thu được sẽ chứa nhiều tạp chất, gây khó khăn cho các giai đoạn xử lý tiếp theo. Qua số liệu thực nghiệm, chúng tôi đã lựa chọn được nồng độ axit sunfuric ở 50 g/l là phù hợp, cho hiệu suất thu hồi đạt 90,58%.

*Nghiên cứu ảnh hưởng của chi phí axit đến hiệu suất thu hồi urani:*

Thí nghiệm được tiến hành với các thông số như sau: chi phí axit thay đổi từ 10, 15, 20, 25 và 30 kg/tấn quặng; chi phí MnO<sub>2</sub> 4 kg/tấn quặng; nồng độ axit 50 g/l; tốc độ 30 l/m<sup>2</sup>/h. Sự phụ thuộc của hiệu suất thu hồi urani vào chi phí axit được chỉ ra ở hình 2.



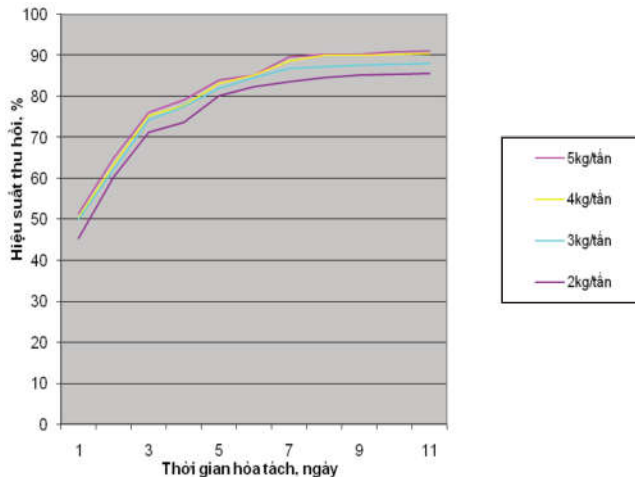
Hình 2: ảnh hưởng của chi phí axit tới hiệu suất thu hồi urani

Kết quả thí nghiệm cho thấy, trong quá trình hòa tách do tỷ lệ lỏng/rắn tương đối thấp dung dịch axit không thấm sâu vào trong hạt quặng do vậy phần lõi bên trong hạt quặng có kích thước lớn không phản ứng với axit, lượng axit vẫn còn dư trên bề mặt hạt quặng. Khi tăng chi phí axit thì tỷ lệ sắt và các tạp chất khác tan vào dung dịch nhiều hơn so với urani. Do đó phải lựa chọn một chi phí axit thích hợp để một mặt tránh tiêu hao axit không cần thiết, mặt khác việc tăng nồng độ tạp chất trong dung dịch có ảnh hưởng rất lớn tới quá trình xử lý dung dịch bằng trao đổi ion. Như vậy

qua kết quả thí nghiệm cho thấy, với chi phí axit 20 kg/tấn cho hiệu suất thu hồi urani đạt 90,58% là mức chi phí phù hợp.

*Nghiên cứu ảnh hưởng của chi phí chất oxy hóa đến hiệu suất thu hồi urani:*

Thí nghiệm được tiến hành với các thông số như sau: chi phí  $MnO_2$  thay đổi từ 2, 3, 4 và 5 kg/tấn, tốc độ tưới 30 l/m<sup>2</sup>/h, chi phí axit 20 kg/tấn, nồng độ axit 50 g/l.



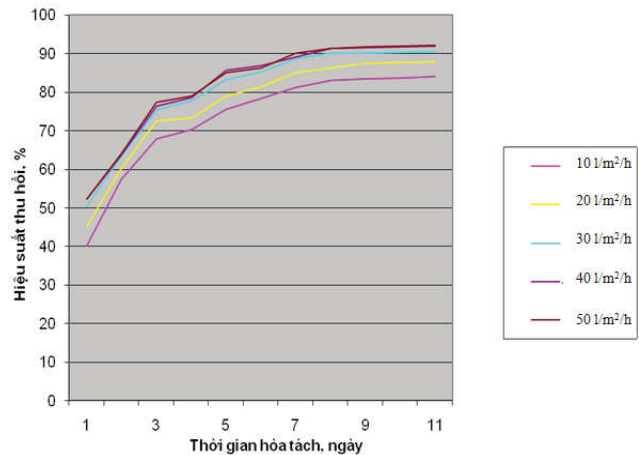
Hình 3: ảnh hưởng của chi phí  $MnO_2$  tới hiệu suất thu hồi urani

Kết quả ở hình 3 cho thấy, nếu chi phí chất oxy hóa nhỏ hơn 3 kg/tấn quặng, khi đó hiệu suất thu hồi urani không cao do lượng  $Fe^{2+}$  khi đó chưa chuyển hoàn toàn thành  $Fe^{3+}$ ; còn khi chi phí chất oxy hóa lớn hơn 4 kg/tấn quặng, khi đó hiệu suất thu hồi urani tăng không đáng kể do sẽ làm tăng quá trình hòa tan tạp chất.

Từ kết quả thực nghiệm cho thấy, chi phí chất oxy hoá được chọn là 4 kg/tấn quặng, vừa cho hiệu suất thu hồi urani đạt 90,58% vừa thu được dung dịch có thể oxy hoá khử trung bình, giảm được nồng độ của một số kim loại có khả năng cạnh tranh với urani khi trao đổi ion ở những bước tiếp theo.

*Nghiên cứu ảnh hưởng của tốc độ tưới tác nhân hòa tách đến hiệu suất thu hồi urani:*

Thí nghiệm được tiến hành với các thông số như sau: tốc độ tưới thay đổi từ 10, 20, 30, 40, 50 l/m<sup>2</sup>/h; chi phí  $MnO_2$  4 kg/tấn, chi phí axit 20 kg/tấn, nồng độ axit 50 g/l.



Hình 4: ảnh hưởng của tốc độ tưới tới hiệu suất thu hồi urani

Kết quả thực nghiệm cho thấy, khi tăng tốc độ tưới từ 10 l/m<sup>2</sup>/h đến 50 l/m<sup>2</sup>/h thì cho hiệu suất thu hồi urani tăng, tuy nhiên khi tăng tiếp đến 40-50 l/m<sup>2</sup>/h thì hiệu suất thu hồi urani không tăng nhiều, vì khi tăng tốc độ tưới thì tốc độ dịch chuyển tương đối giữa hạt quặng và dung dịch hoà tách tăng làm tăng tốc độ khuếch tán trong và ngoài, do đó tốc độ phản ứng xảy ra nhanh hơn, nhưng nếu tăng tốc độ tưới tới 40-50 l/m<sup>2</sup>/h sẽ có hiện tượng chảy theo kênh do có sự phân bố không đồng đều các cấp hạt dẫn đến hiệu suất hoà tách urani giảm và có thể gây ra hiện tượng các hạt quặng bị vỡ ra, dẫn đến khả năng di chuyển của dòng dung dịch khó khăn hơn. Qua kết quả thí nghiệm có thể thấy với tốc độ tưới 30 l/m<sup>2</sup>/h cho hiệu suất thu hồi urani cao (đạt 90,58%).

## Kết luận

Nghiên cứu đã xác định được các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi urani khi tiến hành xử lý quặng cát kết urani hàm lượng thấp vùng Pà Lừa - Pà Rông bằng phương pháp hòa tách đồng có sử dụng quá trình agglomerat hóa quặng đầu vào. Các thông số cụ thể cho từng giai đoạn trong quy trình như sau:

- *Giai đoạn gia công*: quặng nguyên khai được gia công qua hai bậc bằng máy đập trung và máy đập nhỏ để thu nhận được quặng có kích thước < 1 cm (90%).

- *Giai đoạn agglomerat hóa*: độ ẩm khối quặng 8%, tốc độ quay của thiết bị 15 vòng/phút, chi phí axit

$H_2SO_4$  15 kg/tấn quặng, nồng độ axit  $H_2SO_4$  250 g/l, lưu lượng tưới dung dịch 20 l/m<sup>2</sup>/h.

- *Giai đoạn hòa tách đồng*: chi phí axit  $H_2SO_4$  20 kg/tấn quặng, nồng độ axit  $H_2SO_4$  50 g/l, chi phí  $MnO_2$  4 kg/tấn quặng, tốc độ tưới dung dịch hòa tách 30 l/m<sup>2</sup>/h; thời gian hòa tách 11 ngày, hiệu suất thu hồi urani đạt trên 90%.

## Tài liệu tham khảo

[1] Thân Văn Liên (2013), “Xử lý mẫu công nghệ thu nhận urani”, *Báo cáo tổng kết nhiệm vụ KHCN cấp nhà nước*, Viện Công nghệ xạ hiếm - Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam, Hà Nội.

[2] Adirek Janwong (2012), *The agglomeration of nickel laterite ore*, Department of Metallurgical Engineering - The University of Utah.

[3] Thien Vethosodsakda (2012), *Evaluation of crushed ore agglomeration, liquid retention capacity, and column leaching*, Department of Metallurgical Engineering - The University of Utah, pp.24-58.

[4] Thân Văn Liên (2016), “Nghiên cứu cải tiến công nghệ xử lý quặng urani nghèo bằng phương pháp hòa tách thấm sử dụng quá

trình agglomerat hóa quặng đầu vào”, *Báo cáo tổng hợp đề tài KHCN cấp bộ*, Viện Công nghệ xạ hiếm - Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam, Hà Nội.

[5] Thân Văn Liên, Trần Thế Định (2015), “Nghiên cứu quá trình agglomerate quặng urani nghèo”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, **53(4C)**, tr.160-168.

[6] Deep Yellow Limited (2013), *Column Testwork Demonstrates Heap Leach Potential at the Omahola Project*, ASX announcement of Deep Yellow Limited.

[7] Lê Quang Thái (2011), “Hoàn thiện quy trình thử nghiệm công nghệ và thiết bị thu nhận urani kỹ thuật từ quặng cát kết Pà Lừa bằng kỹ thuật trộn ù và trao đổi ion”, *Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp bộ*, Viện Công nghệ xạ hiếm - Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam, Hà Nội.

[8] K.A. Lewandowski, T.C. Eisele, S.K. Kawatra (2010), “Agglomeration for copper heap leaching”, *XXV International Mineral Processing Congress (IMPC) 2010 proceedings*, Brisbane, QLD, Australia, pp.183-192.