

CÔNG NGHỆ XỬ LÝ QUẶNG URANI HÀM LƯỢNG THẤP BẰNG PHƯƠNG PHÁP HOÀ TÁCH ĐỒNG TRÊN THẾ GIỚI

TRẦN THẾ ĐỊNH, THÂN VĂN LIÊN, LÊ QUANG THÁI

Trung tâm Công nghệ Chế biến Quặng phóng xạ - Viện Công nghệ Xạ Hiếm, 48 Láng Hạ - Hà nội

Email: tranthedinhh0802@hotmail.com.

Tóm tắt

Hoà tách đồng là kỹ thuật thủy luyện lâu đời nhất, đã được sử dụng xử lý quặng ở Bồ Đào Nha từ những năm 1950, sau đó được áp dụng ra các nước khác. Theo phương pháp này, quặng được khai thác và xếp thành đồng, phun tác nhân hoà tách (thường bằng giàn tưới) trên đồng và thấm qua lớp quặng cho đến khi nó tiến gần lớp lót dưới đồng, ở đó nó được giữ lại và bơm đến nhà máy xử lý, phản ứng hoà tan xảy ra và thu được dung dịch chứa urani ở bên dưới đáy. Trong quá trình thấm tách, quặng được nghiền đến kích thước dưới 1 inch (đôi khi được tạo hạt), sau đó cho vào các bể hoặc thùng chứa. Dung dịch hoà tách được thấm từ trên xuống hoặc từ dưới lên qua lớp quặng tĩnh. Ở châu Âu, kỹ thuật này đã được sử dụng cho đến năm 1990 ở Đông Đức và Hungari.

Hòa tách đồng rất thích hợp, thuận tiện để xử lý quặng có hàm lượng urani thấp và các phần đuôi thải của quá trình làm giàu quặng urani (Hungary), hoặc cho những khu mỏ quặng urani chỉ có trữ lượng quặng thấp và cách xa những cơ sở chế biến quặng lớn, không thuận tiện cho việc khai thác và chuyển chở quặng về cơ sở xử lý tập trung, vì vậy, cần có phương pháp xử lý sơ bộ tại chỗ để thu hồi urani từ quặng và chở sản phẩm urani thô về.

Kết quả chỉ ra hoà tách đồng là một phương pháp rất có triển vọng đã được các nước trên thế giới (Braxin, Úc, ...), triển khai ra quy mô công nghiệp.

Từ khóa: Hoà tách đồng, thấm, quặng Urani.

I. Giới thiệu

Hòa tách quặng ở trạng thái tĩnh bằng cách cho dung dịch chảy qua lớp quặng từ trên xuống dưới tác dụng của trọng lực hoặc bằng cách làm ngập toàn bộ khối quặng đang được chứa trong một thiết bị chứa thường được gọi chung bằng một thuật ngữ chung là hòa tách đồng (heap leaching).

Phương pháp này không đòi hỏi đầu tư lớn cho những thiết bị đắt tiền, chỉ cần các thiết bị đơn giản, dễ vận hành. Các loại quặng cát kết thường cũng không yêu cầu phải được nghiền nhỏ khi hòa tách bằng axit (không đập nêu xử lý quặng tại mỏ). Các thiết bị khuấy trộn và lọc bùn (tách lỏng-rắn) cũng thường không cần đến trong quá trình hòa tách đồng do dung dịch đi ra từ đồng hòa tách thường đã tương đối sạch, do vậy chi phí đầu tư cho một hệ thống xử lý quặng bằng hòa tách đồng thường rẻ hơn nhiều lần so với dây chuyền xử lý quặng theo công nghệ hòa tách thông thường.

Giảm chi phí axit và năng lượng, sử dụng nước hết ít hơn nhiều so với các phương pháp hoà tách khác. Vấn đề môi trường được đảm bảo, cỡ hạt và hàm lượng ẩm của thải cát kết đã rửa thấp (khoảng 10-15%), làm hạn chế bụi, do vậy phương pháp này có ưu thế hơn phương pháp sản xuất khác.

Nhược điểm của phương pháp là hiệu suất thu hồi thấp hơn so với hoà tách khuấy: khi sử dụng axit là khoảng 80-85%, còn kiềm là 50-70% (ở Hungary). Thời gian cho một chu trình hoà tách lâu hơn nhiều, xảy ra mất mát dung dịch do bay hơi, cần địa hình phù hợp,...

Hoà tách đồng bằng kiềm đã được kiểm tra trong quá khứ, và hiện tại nó đang được thương mại hoá. Hoà tách đồng sử dụng cacbonát được nhìn nhận như một con đường đáp ứng về khía cạnh môi trường để chiết U bởi vì chỉ tác nhân hoà tách là NaHCO_3 (bánh soda) và hiện

tại nó đang được kiểm tra khi sử dụng ở mỏ Ranger – Úc, Trekkopjo – Namibia, Wiluna –Úc, và Letlhakane – Botswana.

Các kỹ thuật hoà tách đồng được áp dụng phổ biến trên thế giới có thể được tóm tắt như sau:

1. Cho dung dịch chảy qua đồng quặng bằng cách phun liên tục hoặc bơm dung dịch hoà tách gián đoạn vào các hố quặng nhỏ trên đỉnh đồng quặng hoà tách;
2. Cho dung dịch chảy qua đồng quặng theo từng chu kỳ gián đoạn. Phương pháp này nhằm tạo ra hiệu ứng được gọi là mao dẫn ngược;
3. Cho ngập hoàn toàn lượng quặng được hoà tách trong một thiết bị chứa. Phương pháp này có thể được tiến hành gián đoạn hoặc liên tục, và dòng dung dịch có thể chảy từ trên xuống hoặc từ dưới lên;
4. Trộn quặng với axit mạnh để cho ngấu trong một thời gian, sau đó rửa bằng nước. Phương pháp này được gọi là phương pháp xử lý axit mạnh.

Trong thực tiễn hay dùng một số tổ hợp khác nhau của những nguyên lý cơ bản trên, và các dung dịch thu ít nhiều được tuần hoà lại 1 phần nhằm nâng cao nồng độ U trong dung dịch, và không để lại nhiều axit dư, gây lãng phí và làm giảm hiệu quả chung của khâu thu hồi sau đó. Tuần hoàn dung dịch thường được tiến hành theo nguyên lý ngược chiều; dung dịch trước khi trở thành dung dịch sản phẩm được cho chảy qua cột quặng mới để tiêu hao hết lượng axit dư và có thể nồng độ U tăng thêm một chút.

Hoà tách mao dẫn ngược là một kỹ thuật đặc biệt dùng để xử lý những loại quặng có kích thước tương đối nhỏ. Do vậy, các loại đá cát kết thường có rất nhiều lỗ mao quản nên theo cách hoà tan này, khi quặng được thấm ướt ban đầu dung dịch sẽ đi xuyên vào trong lòng pha rắn thông qua các lỗ mao quản. Trong giai đoạn để khô tiếp theo, các chất ẩm từ bên trong sẽ đi ra ngoài do chênh lệch gradient ẩm và bay hơi, để lại các chất rắn đã được hoà tan đọng lại ở dạng muối trên bề mặt hạt quặng. Trong lần tiếp xúc dung dịch /rửa tiếp theo, lượng muối này sẽ được hoà tan và đi vào dung dịch. Do vậy, hoà tách bằng cách ngâm hay phun axit liên tục đối với các loại quặng thô sẽ không hiệu quả bằng việc ngâm axit và để khô xen kẽ nhau do tốc độ hoà tách bên trong hạt quặng phụ thuộc hoàn toàn vào tốc độ khuếch tán trong pha rắn là rất chậm.

Giống như các hòa tách quặng khác, quá trình thấm tách urani từ quặng là quá trình dị thể phức tạp nên cần nghiên cứu kỹ các quy luật động học của phản ứng hòa tách rắn - lỏng dị thể. Quá trình thấm phụ thuộc nhiều vào tính chất khoáng của quặng, do đó phải xem xét sự phân bố của khoáng urani, kích thước hạt quặng cũng như lưu lượng chảy qua của pha lỏng. Về cơ bản, bên cạnh nồng độ chất phản ứng (ở đây là nồng độ axit) hiệu suất hòa tách urani còn phụ thuộc nhiều vào các đặc trưng vật lý- hóa học của quặng, kích thước quặng được xử lý, tốc độ thấm và thời gian thấm cần thiết.

Tính thấm của khối quặng chứa nhiều sét thường là rất kém. Phương pháp hoà tách đồng không thích hợp với quặng urani phân bố và khoá kín trong hạt quặng, không thấm ướt, quặng chứa khoáng cacbonat và khoáng sét.

Trong hoà tách đồng, quặng đã tạo hạt bằng kiềm thì các hạt mịn liên kết với bộ khung bởi các lực vật lý như lực hút tĩnh điện và lực Van der Waals. Tuy nhiên, trong hoà tách bằng axit, trừ các lực này, sự kết hợp của các hạt quặng được thực hiện bởi các phản ứng hoá học. Xi măng phản ứng với quặng tạo ra các hợp chất có nước và tạo liên kết hệ ở dạng cầu, không bị phá vỡ trong quá trình hoà tách.

Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất hoà tách: Tốc độ thấm, nồng độ tác nhân hoà tách, tốc độ tưới dung dịch hoà tách, thời gian thấm, kích thước quặng,...

II. Kết quả nghiên cứu trên thế giới

Theo một công trình nghiên cứu đối với quặng phong hoá (chứa uraninite và các khoáng U thứ cấp, uranophane và autunite), thì quặng được đập ở 4 giai đoạn tới dưới 13mm, axit sunphuric đậm đặc được thêm vào để tạo hạt các hạt mịn và sau đó được đổ trên miếng lót hoà tách HDPE (High density polyethylene) để tạo đồng. Hoà tách đồng được thực hiện bằng việc tưới dung dịch axit sunphuric lên trên đồng. Dung dịch hoà tách được thu lại trong các bể và được chuyển đến xưởng làm sạch và làm giàu, ở đó urani được tách bằng chiết dung môi và kết tủa ở dạng ADU (Ammonium Diuranate), sau đó được rửa và sấy khô thu urani kỹ thuật. Sau khi hoà tách, bã thải được đưa đến các đồng thải ở mỏ. Dung dịch thải từ các giai đoạn trên được xử lý bằng sữa vôi và được đưa tới các bể chứa đuôi quặng bao quanh bằng HDPE, từ nơi chất lỏng đã làm sạch được thu hồi cho bước hoà tách. Nhà máy có công suất nhỏ để xử lý khoảng 180.000 tấn quặng/năm, sản xuất ra 400 tấn U_3O_8 /năm ở dạng ADU. Từ khi bắt đầu sản xuất thương mại cuối năm 2001 cho đến tháng 10 năm 2008, đã xử lý được 1.120.000 tấn quặng (0,252% U_3O_8), tạo ra 2.000 tấn U_3O_8 , với hiệu suất thu hồi U trung bình là 76% và tiêu tốn axit sunphuric là 40 kg/tấn quặng.

Chuyển quặng từ mỏ bằng các xe tải 25 tấn được đưa vào máy đập hàm thứ nhất và sau đó được chuyển tới kho chứa tạm thời (3.000 tấn) bằng băng chuyền, với kích cỡ hạt quặng dưới 125mm. Quặng được đưa trở lại bằng hệ thống rung được đặt dưới kho chứa tạm thời và được đưa đến máy đập hàm thứ hai để giảm cỡ hạt quặng xuống dưới 50mm, và được chuyển tới 2 sàng rung: 19 và 13mm. Hạt quặng trên 19mm được đưa tới máy đập kiểu hydrocone để giảm kích cỡ quặng xuống dưới 16mm và hạt quặng trên 13mm được đưa tới máy đập kiểu hydrocone khác để giảm kích cỡ hạt quặng xuống dưới 13mm. Cả 2 loại có cỡ hạt ở dưới các máy đập kiểu hydrocone trên được thu lại trong băng tải tương tự và được đưa tới băng chuyền mà dẫn đến sàng rung 2 tầng. Hạt dưới 13mm được đưa tới một kho chứa trung gian, mà tiếp tục dẫn đến một băng chuyền, ở đó 4% nước (theo khối lượng) được đưa vào trong suốt quá trình đưa quặng tới máy trộn quay (trống tang quay dài 6m, đường kính 1,2m). Axit sunphuric đậm đặc được thêm vào trống tang (15kg/tấn quặng), để tạo hạt từ các hạt mịn và bắt đầu quá trình hoà tách đồng bằng axit H_2SO_4 . Mỗi đồng chứa tới 35.000 tấn quặng, với chiều cao không quá 5,5m, và chiếm diện tích bề mặt xấp xỉ là 45 x 80m.

Đồng được tạo ra ở trên được đưa ra phương pháp rửa liên tục 3 lần quả bằng hệ thống nhỏ giọt ở sàng 45 x 45cm, ở đó tưới cả bề mặt trên và bên cạnh với tốc độ 30 L/h.m²:

- Rửa lần 1 hoặc hoà tách: 25 g/L H_2SO_4 với 0,6m³/ tấn quặng;
- Rửa lần 2: 5 g/L H_2SO_4 với 0,3m³/ tấn quặng;
- Rửa lần 3: nước thường với 0,3m³/ tấn quặng.

Sau hoà tách, các bã thải đã đập và nghiền được chuyển và sát nhập vào khu chứa thải trong các khu vực đặc biệt bên trong mỏ chứa thải rắn.

Dung dịch được thu lại trong 3 bể có lót 2 tấm màng HDPE chồng lên nhau (độ dày mỗi tấm là 1,5mm).

Cho đến tháng 10 năm 2008, 2.000 tấn U_3O_8 được sản xuất tại nhà máy từ việc xử lý 46 đồng hoà tách. Hiệu suất thu hồi U trung bình là khoảng 76%, tiêu tốn trung bình khoảng 40 kg axit/tấn quặng. Dự án đưa ra ưu thế thu hồi nước đã sử dụng trong xử lý quặng để tránh nó thoát ra môi trường và làm giảm sự tiêu tốn nước mới ở trong vùng, nơi mà nguồn nước khan hiếm. Sau đó họ đã đưa ra các phương pháp nhằm cải tiến quá trình như: Sự tạo hạt quặng và bước lưu giữ axit bằng việc thêm axit sunphuric vào quặng đã đập trước khi hình thành đồng; Tuần hoàn quá trình đập khép kín để đưa ra kích cỡ quặng dưới 13mm và hiệu suất thu hồi U tốt hơn.

Các cải tiến khác đang được phân tích, đánh giá để được thực hiện trong tương lai gần: Hoà tách bùn quặng thông thường trong các thùng khuấy để cải thiện việc thu hồi U lên đến hơn 90%; Khai thác dưới lòng đất thân quặng U sâu hơn sau khi kết thúc các hoạt động khai thác lộ thiên.

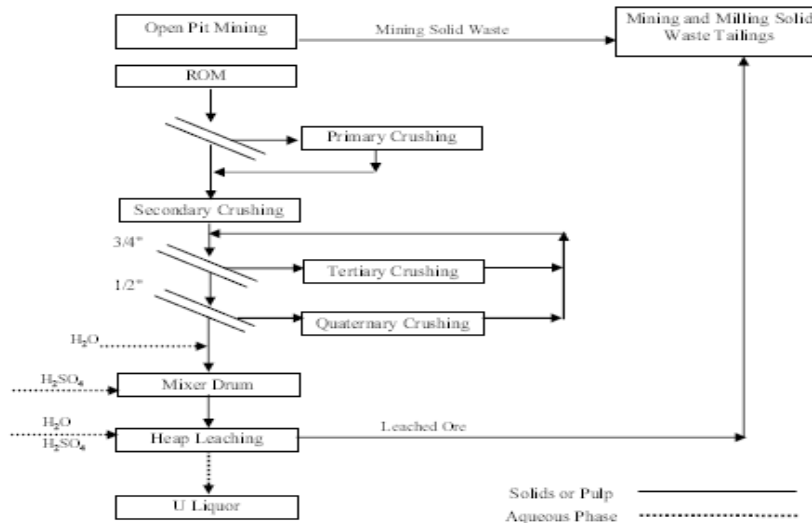
DRUM MIXER AND THE LEACHING PAD



HEAP FORMATION ON THE LEACHING PAD



CRUSHING AND LEACHING FLOWSHEET



Theo một nghiên cứu khác thì, hoà tách đồng được khẳng định là một công nghệ tốt được sử dụng rộng rãi ở Bắc và Nam Mỹ đối với hoà tách đồng và vàng từ nhiều loại quặng khác nhau. Hiện tại, mỏ ERA's Ranger (Miền nam Úc) và mỏ Tinto's Rossing đang thử nghiệm các cơ sở hoà tách đồng (HLF- Heap Leaching Facility) cho quá trình chiết urani. Mỏ Trekkopje đang sử dụng HLF để hoà tách U, trong trường hợp sử dụng hoà tách kiềm do thành phần địa chất của đá khoáng hoá.

Miêu tả cơ bản của quá trình hoà tách đồng được đưa ra như sau: Quặng được đổ trực tiếp vào trong máy đập sơ cấp hoặc được dự trữ kê sát hố để đưa vào trong máy đập sơ cấp tại giai đoạn sau. Quặng được đập từ máy đập sơ cấp sau đó được vận chuyển qua các băng chuyền tới các máy đập thứ cấp (thứ 2, thứ 3), ở đó đá được đập dần dần tới cỡ hạt nhỏ hơn khoảng dưới 15mm.

Quặng được đập sau đó được trộn với nước và các chất kết dính qua một quá trình được biết đến như sự kết tụ và sau đó được vận chuyển qua các băng tải và được xếp thành đồng. Các hệ thống tưới nhỏ giọt sau đó được thiết lập trên các đồng quặng được hình thành và sau đó được tưới từ trên bằng hỗn hợp axit sunphuric và nước. Dung dịch thấm qua đồng và chuyển U vào trong dung dịch, mà ở đó dung dịch được thu ở dưới đáy đồng và chuyển tới các bể chứa chung. Dung dịch chứa urani này được gọi là "dung dịch hoà tách". Thời gian hoà tách cho một đồng có thể lên tới 50 ngày.

Khi đồng được hoà tách hoàn toàn, bã thải được đưa qua băng chuyền tới cơ sở chứa thải (LRDF -Leach residue disposal facility). Dung dịch hoà tách sau đó được chuyển tới xưởng chiết dung môi (SX).

Những nhược điểm tiềm tàng của hoà tách đồng được giảm nhẹ: Sự rủi ro do rò rỉ dung dịch axit từ miếng lót hoà tách được giảm nhẹ bởi miếng chắn không thấm 2 mặt ở dưới miếng lót hoà tách và dưới nơi chứa và các bể chứa. Phụ thuộc vào kết quả của công việc này, quá trình kết tụ có thể không được yêu cầu. Các lựa chọn cho địa điểm và bố trí cơ sở hoà tách đồng và cơ sở chứa cặn hoà tách hiện tại đang được khảo sát.

Trong quá trình hoà tách có thể xảy ra sự dò rỉ dung dịch, và sự mất do bay hơi. Cần sử dụng các thiết bị nhỏ giọt tại nơi đến hệ thống phun hoặc để bao phủ đồng, và thực hiện sơ đồ đóng kín đối với đồng là quan trọng.

Trong các khu vực khô cằn và đối với sức khoẻ, an toàn và các lý do môi trường. Thật là cần thiết để giảm tối thiểu sự mất mát do bay hơi qua việc sử dụng thiết bị nhỏ giọt bằng với hệ thống kiểu phun và thậm chí để bao phủ đồng bằng một lớp chất thải đã đập

III. Kết luận

Hoà tách đồng có ưu thế về môi trường theo xu hướng rằng nó có thể khuyến khích sử dụng trên thế giới. Hoà tách đồng thường thải C thấp hơn, dẫn đến rút ngắn vận chuyển, ô nhiễm. Như vậy, các mỏ thực tế trở thành môi trường xanh khi sử dụng hoà tách đồng, quản lý rò rỉ dung dịch, cô lập C,...

Do có nhiều ưu thế hơn so với các phương pháp hoà tách thông thường khác đã và đang nghiên cứu, triển khai trong cùng điều kiện. Hoà tách đồng đã được nghiên cứu và triển khai trên quy mô công nghiệp để sản xuất ra urani kỹ thuật trên thế giới từ lâu. Từ đó đã thu được những đánh giá về công nghệ, hiệu quả kinh tế đạt độ tin cậy cao.

Vì vậy hoà tách đồng sẽ có tương lai tươi sáng hơn. Điều này cần được tập trung nghiên cứu nhiều hơn để xử lý quặng urani Việt nam, đặc biệt là quặng cát kết urani vùng Nông Sơn bằng phương pháp hoà tách đồng trên nhiều quy mô khác nhau.

IV. Tài liệu tham khảo

- 1) TS. Cao Hùng Thái, “Nghiên cứu xử lý quặng Uran bằng phương pháp hoà tách tĩnh”. Mã số CS 96/02, Viện CNXH.
- 2) TS. Thân Văn Liên, “Thủy luyện Urani”, Viện CNXH. NXB Đại học QGHN, 2004
- 3) KS. Trần Văn Hoà, “Nghiên cứu chuyển qui mô từ thiết bị phòng thí nghiệm lên thiết bị 800 lit cho quá trình hòa tách Uran từ quặng Cát kết Nông Sơn bằng phương pháp thấm”. Mã số BO/03/03-03, 2005, Viện CNXH.
- 4) D. Lunt, et al, Uranium extraction: the key process drivers
- 5) Csövári, et al, Uranium ore processing practice, Mecsek Ore Environment Plc
- 6) Uranium Mineralogy and The Specific Impact on The Process Flowsheet, Australia’s Global Uranium Forum.
- 7) Alan Taylor, Uranium heap leaching gaining popularity, ALTA Metallurgical Services-Australia.
- 8) Stefan Robertson, Progression of Metallurgical Testwork during Heap Leach Design, Biotechnology Division, Mintek, February 2008.
- 9) Luiz Alberto Gomiero, Uranium concentrate production in Caetité, Brazil.
- 10) Pace, et al, Static leaching process, Ponca City, Okla, Patent 3 863 002, Jan.28, 1975.
- 11) Harold Hough, Heap leaching technology- Greener and cheaper, Dec/Jan 2010.
- 12) Luiz Alberto Gomiero, Uranium Production in Caetité, Brazil, Indústrias Nucleares do Brasil S/A – INB – www.inb.gov.br.