

# Sản xuất alumin và xử lý bùn đỏ



Đã có nhiều ý kiến về bùn đỏ và khai thác chế biến alumin từ bauxit. Các nước trên thế giới đã đi trước Việt Nam hàng trăm năm, họ đã và đang làm. Mặc dù vậy, vẫn xảy ra những sự cố.

Khoảng 96% bauxite được sử dụng vào ngành luyện kim, 4% sử dụng vào sản xuất gốm, sứ, vật liệu mài, đánh bóng,... Hơn 90% sản lượng alumin dùng làm nguyên liệu cho quá trình điện phân để sản xuất nhôm, còn lại 10% dùng trong công nghiệp hoá chất,...

## **Công nghệ sản xuất alumin**

Từ trước đến nay và trong tương lai toàn thế giới, 85% alumin được sản xuất từ bauxite, 10% từ nephelin và 5% từ các nguyên liệu khác.

Chủ yếu người ta sử dụng công nghệ Bayer, hay còn gọi là phương pháp thủy

luyện trong sản xuất nhôm. Đây là phương pháp phát minh từ năm 1887 của ông Karl Bayer, ở Peterburg, Nga. Ông phát minh ra rằng, nhôm hydroxit kết tủa từ dung dịch kiềm ở dạng tinh thể và có thể tách lọc dễ dàng, trong khi kết tủa bởi sự trung hoà dung dịch trong môi trường axit, thì ở dạng sệt và khó rửa sạch.

Và Louis Le Chatelier- nhà hoá học và luyện kim người Pháp vài năm trước đó đã phát triển phương pháp tạo ra nhôm khi nung bauxit trong natri carbonat,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , ở nhiệt độ  $1.200^\circ\text{C}$ , tạo ra natri alumin ( $\text{NaAlO}_2$ ) và nước. Sau tiếp tục tạo kết tủa nhôm hydroxit bằng carbondioxit ( $\text{CO}_2$ ), tiếp theo nhôm hydroxit đem lọc, làm khô.

Công nghệ Bayer rất quan trọng trong ngành luyện kim, cùng với phát minh về điện phân, và phương pháp xử lý bằng xyanua, công nghệ Bayer đã hình thành ngành luyện kim bằng nước hiện đại. Cho đến giờ phút này, công nghệ Bayer vẫn không thay đổi, nó là công nghệ tạo ra hầu hết các sản phẩm nhôm trung gian trên toàn thế giới. Đất nước Hungary gần một thế kỷ qua đã sử dụng công nghệ Bayer trong chế biến bauxite – Alumin.

Bauxite thường khai thác nông, nên hầu như luôn tìm thấy gần bề mặt địa hình. Bùn thải quặng trôi trong quá trình tuyển quặng, (dùng nước để rửa) như đã thấy ở Tĩnh Tây, Trung Quốc các con suối đã được nhuộm một màu đỏ, gây ô nhiễm cho các lưu vực sông. Đây là một bài học về môi trường cho những nơi khai thác tuyển rửa quặng bauxit.

Thông thường, quặng bauxite được đun nóng trong một bể áp lực cùng với  $\text{NaOH}$  dung dịch ở nhiệt độ  $150-200^\circ\text{C}$ . Ở nhiệt độ này, thu được aluminat (quá trình Bayer). Thành phẩm là bột màu trắng mịn hơn muối ăn, đó là nhôm.

Sau khi tách cặn chứa sắt (bùn đỏ) bằng cách lọc, tinh khiết gibbsite là kết tủa khi

chất lỏng được làm lạnh, và sau đó hạt giống số với hạt nhôm hydroxit-tốt, gibbsite thường được chuyển đổi thành oxit nhôm ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) bằng cách nung nóng.

Sản xuất hydroxit nhôm bằng công nghệ Bayer bắt buộc thải ra một lượng chất thải (bùn đỏ) lớn. Bùn đỏ phải sau 20 năm mới đóng rắn, khi đó mới có thể di chuyển trên nền bùn được. Bùn đỏ này gây ô nhiễm nguồn nước ngầm rất cao khi lưu giữ. Ở Australia bùn đỏ thải vào sa mạc. Ngày nay, công nghệ Bayer vẫn không thay đổi, nhằm tạo ra các sản phẩm nhôm trung gian trên khắp thế giới; Trung Quốc sản xuất lượng alumin lớn thứ hai trên thế giới, sau Australia, vừa dùng nguyên liệu trong nước vừa nhập khẩu quặng, phương pháp chính của là công nghệ Bayer.

### **Bùn đỏ**

Trong bauxit có đến một nửa là alumin  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , và các chất silicate, oxit sắt, dioxitan... Để chế biến bauxit thành alumin, khi đã tuyển, trước hết phải nghiền quặng, trộn nó với đá vôi, soda tích cốt. Nung hỗn hợp này trong nồi áp lực cao. Công nghệ Bayer, bauxit bị chuyển hoá do dung dịch natri dioxit  $\text{NaOH}$  ở nhiệt độ  $175^\circ\text{C}$ , để thành hydroxit nhôm  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Những thành phần khác có trong bauxit không hoà tan theo phản ứng này, phải lọc bỏ, đó là bùn đỏ. Bùn đỏ gồm quặng đuôi của quặng bauxit và dung dịch nói trên. Tiếp theo đưa dung dịch hydroxit làm lạnh. Hydroxit nhôm dạng hoà tan này lắng xuống tạo thành dạng rắn, bông, màu trắng. Tiếp tục nung ở nhiệt độ  $1050^\circ\text{C}$  thu được alumin  $\text{Al}_2\text{O}_3$  và hơi nước thoát ra.

Bản chất tự nhiên của bùn đỏ: Bùn đỏ gồm quặng đuôi và các thành phần không thể hoà tan, trơ, nó rất bền vững trong điều kiện phong hoá như Hematit, Natrisilicat, Aluminate, Canxi- titanat, Mono- hydrate nhôm,... Bauxit hoà với dung dịch kiềm  $\text{NaOH}$ . Lượng alumin hoà tan trong kiềm và được tách ra khỏi cặn

không hoà tan. Và đặc biệt chứa một lượng xút – hoá chất độc hại dư thừa từ quá trình sản xuất nhôm. Quá trình xử lý bauxit bằng kiềm, có thể có tới 90% hàm lượng nhôm sẽ phân giải trong dung dịch, phần còn lại là cặn bã. Silicate  $\text{SiO}_2$  trong bauxit phản ứng hoá học với sodium aluminum silicates của nhiều hợp thành khác nhau mà chuyển thành cặn bã. Các thành phần trong bauxit là sắt, titania, gallium, vanadium, photpho, nickel, chromium, magnesium đều tồn tại trong cặn bã.

Nói cho đúng bùn đỏ vẫn là các nguyên tố trong thành phần bauxit không hoà tan trong kiềm, và có thêm Na, hoặc Ca (có trong kiềm và CaO- chất xúc tác).

Nguy cơ bùn đỏ gây ô nhiễm cho môi trường là rất lớn, nếu bị tràn bờ, vỡ đập hoặc bùn khô phát tán bụi độc. Đáy hồ chứa bị nứt, thấm xuống gây ô nhiễm nguồn nước ngầm rất xa. Vỡ đập là hậu hoạ khôn lường.

### **Có thể tận dụng bùn đỏ không?**

Đã có nhiều nghiên cứu, nhưng “Không có tái chế bùn đỏ khô ở Hungary, dù đã nhiều nỗ lực, nhưng không thành công”. Gyorgy Banvolgyi, kỹ sư cao cấp 40 năm kinh nghiệm ngành công nghệ nhôm của Hungary, nói.

Bùn đỏ là chất thải vô dụng và gây ra ô nhiễm môi trường nghiêm trọng nếu phương pháp thải và lưu giữ không đảm bảo an toàn. Việc chọn lựa để có một phương án là công việc phức tạp, rất cần sự hợp tác giữa các nhà chuyên gia công nghệ và xã hội học. Như việc xây dựng các quy định về bảo vệ chất lượng nguồn nước và môi trường cần có ý kiến của các nhà quản lý chuyên môn, trong đó có thủy sản, chăn nuôi, trồng trọt, bảo tồn thiên nhiên, lâm, nông ngư nghiệp, sức khoẻ cộng đồng, kiểm tra phóng xạ...

Nhất thiết phải vận hành khép kín để tránh nước thải chảy vào nguồn nước sinh hoạt và nước ngầm. Phải có hệ thống giếng xung quanh bãi thải để kiểm soát sự rò rỉ, thẩm thấu và thâm hoặ ô nhiễm nước ngầm. Thực hiện đúng các quy định khiến chi phí cho bãi thải tăng cao. Nhưng bất luận thế nào chi phí này coi là một phần của chi phí đầu tư và vận hành sản xuất alumin.