

# Khai thác nhôm từ bauxit



ANH TÙNG

**B**auxit được nhà địa chất Pierre Berthier tìm thấy đầu tiên năm 1821 và được đặt tên theo ngôi làng Les Baux ở Pháp. Bauxit là một trong những tài nguyên khoáng sản khá dồi dào trên Trái Đất. Trong bauxit có đến 30-54% là alumin ( $Al_2O_3$ ), phần còn lại là các silica, nhiều dạng ôxít sắt, và điôxít titan. Từ bauxit có thể thu hồi alumin ( $Al_2O_3$ ), rồi tiếp tục điện phân sẽ thu hồi aluminium (nhôm kim loại).

Khoảng 96% bauxit khai thác được sử dụng trong ngành luyện nhôm, 4% còn lại được sử dụng trong các ngành công nghiệp khác như: sản xuất vật liệu chịu lửa, gốm sứ, vật liệu mài-đánh bóng, đá trang sức nhân tạo...

## Công nghệ sản xuất alumin ( $Al_2O_3$ ) và nhôm (Al)

Mỏ bauxit đã được khai thác có đến 80% là lộ thiên nên công nghệ khai thác đơn giản. Quá trình sử dụng bauxit để sản xuất alumin ( $Al_2O_3$ ) thực chất là quá trình làm giàu alumin, nhằm tách lượng alumin trong bauxit ra khỏi các tạp chất khác. Đến nay,

bauxit vẫn là nguồn nguyên liệu quan trọng nhất trong sản xuất alumin nói riêng và sản xuất nhôm nói chung.

Có các phương pháp khác nhau để sản xuất alumin, phổ biến hiện nay là phương pháp Bayer, còn được gọi là phương pháp thủy luyện, được Karl Bayer sáng chế vào năm 1887.

Phương pháp Bayer được tóm tắt như sau: đầu tiên, quặng bauxit được nghiền thành hạt, rồi trộn với xút ( $NaOH$ ) trong bồn chuyển dưới áp suất và nhiệt độ cao thành dạng dung dịch gồm sodium aluminate ( $NaAlO_2$ ) và cặn không hòa tan được gọi là bùn đỏ (chủ yếu là các ôxít sắt, ôxít titan, ôxít silic...trong bùn đỏ này có chứa một lượng xút, loại hóa chất dư thừa gây độc hại từ quá trình sản xuất alumin). Dung dịch aluminate được hạ nhiệt đến nhiệt độ cần thiết và cho mầm  $Al(OH)_3$  để kết tủa. Sản phẩm  $Al(OH)_3$  cuối cùng được lọc, rửa và nung để tạo thành alumin ( $Al_2O_3$ ) thành phẩm. Theo phương pháp Bayer, để có 1 tấn alumin thành phẩm cần đến 2-3 tấn quặng bauxit.

Để tinh luyện nhôm từ alumin, phương pháp Hall-Héroult thường được sử dụng. Đây là phương pháp điện phân do Charles Hall (Mỹ) và Paul Héroult sáng chế độc lập với nhau vào năm 1886. Theo phương pháp Hall-Héroult, để có 1 tấn nhôm cần 2 tấn alumin và cần nhiều điện năng (khoảng 15,7 MWh/tấn nhôm). Đây chính là lý do mà các nhà máy luyện nhôm thường ở gần các nguồn điện.

## Ảnh hưởng của việc khai thác bauxit

Do mỏ bauxit thường lộ thiên, nên diện tích khai thác trải rộng, ảnh hưởng đến thảm động thực vật trên mặt đất và điều quan trọng hơn nữa là phải giải quyết bùn đỏ thải ra.

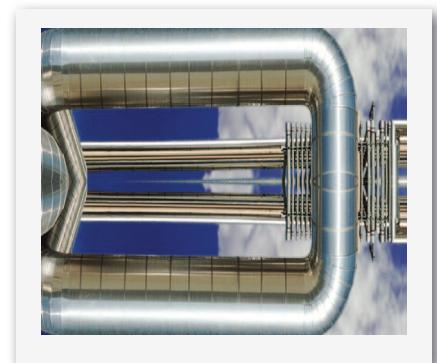
Khối lượng bùn đỏ phát sinh dao động từ 0,4 tấn đến 2 tấn (tấn khô) trong quá trình sản xuất ra một tấn sản phẩm alumin. Bùn đỏ có độ kiềm cao, làm ô nhiễm mặt đất, nguồn nước ngầm, ảnh hưởng đến sinh hoạt và sản xuất, nhất là trong nông nghiệp. Khi khô, bùn đỏ trở nên nứt nẻ và vỡ



Cối và chày bằng alumina dùng trong phòng thí nghiệm



Gạch nhôm chống lại sự ăn mòn



Alumina còn được dùng để chế các ống dẫn dầu trong các nhà máy lọc xăng dầu



**Khai thác quặng bauxit lộ thiên.**



**Chất thải quặng bauxit chụp từ vệ tinh**

tan, bụi bùn đỏ bay lên khi có gió, gây ô nhiễm không khí, tác hại đến môi trường sống và sức khỏe động vật, đặc biệt là với con người.

Cho đến nay, trên thế giới đã có một số công trình nghiên cứu tận dụng bùn đỏ nhưng vẫn chưa có các giải pháp hữu hiệu để giải quyết vấn đề này. Hai cách thải bùn đỏ đã từng được sử dụng là thải trên đất liền và thải xuống nước (sông hoặc biển) đã lỗi thời, hiện không còn sử dụng. Vấn đề thải bùn đỏ trên đất liền cần thỏa mãn điều kiện về kinh tế lẫn bảo vệ môi trường. Cách thức phổ biến hiện nay để xử lý bùn đỏ là xây hồ chứa hoặc chôn cất ở nơi hoang vắng, còn gọi là bãi thải bùn đỏ.

Hai khía cạnh quan trọng gắn liền với khai thác bauxit và sản xuất alumin đó là:

- Phục hồi và bảo tồn khu vực khai thác bauxit. Khai thác bauxit là việc sử dụng đất tạm thời. Vì vậy, trong một khu mỏ bauxit đang được khai thác người ta có thể thấy một số khu vực đang được chặt cây và bóc lớp đất phủ để chuẩn bị cho khai thác, trong cùng thời điểm đó một số khu vực đang được khai thác và một số khu vực khác đang được phục hồi. Khu vực đã được khai thác có thể được phục hồi để trở về cảnh quan tự nhiên giống như đã từng tồn tại trước khi khai thác (như rừng), hoặc có thể được phục hồi cho việc sử dụng hiệu quả đất đai mới (như canh tác nông nghiệp)

- Lưu giữ an toàn bã thải và phục hồi khu chứa bã thải bauxit trở về cảnh quan tự nhiên.

### **Kinh nghiệm phục hồi sau khai thác bauxit ở vài nơi trên thế giới**

**Phía Tây Australia** bắt đầu khai thác bauxit vào năm 1962 trong khu vực rừng bạch đàn trên cao nguyên Darling. Ở đây có một hệ sinh thái duy nhất mà không thể tìm thấy ở bất kỳ nơi nào khác trên thế giới và bauxit được khai thác ở độ sâu không lớn, khoảng 4m và được thực hiện bằng việc sử dụng máy ủi, máy xúc và xe tải. Công việc phục hồi mỏ bắt đầu được tiến hành năm 1966. Mục tiêu phục hồi mỏ là tạo dựng một hệ sinh thái rừng bạch đàn tự tồn tại, phát triển tự nhiên và được quy hoạch để duy trì và nâng cao việc sử dụng đất rừng

đã từng tồn tại trước khai thác, đó là: bảo tồn, sản xuất gỗ, tích trữ nước, vui chơi giải trí và những giá trị về rừng khác. Quy trình phục hồi khu vực này đã được xây dựng và cải tiến liên tục trong vòng 35 năm qua, bao gồm các công đoạn sau: San lấp hố mỏ; Xới ban đầu; Phủ lại đất trồng; Hoàn lại môi trường sống cho động vật; Xới lần cuối và gieo hạt; Trồng các loài cây "thích ứng"; Bón phân. Đến năm 2005, tổng diện tích bị ảnh hưởng bởi khai thác lên tới 15.000 hecta, và 12.500 hecta trong tổng diện tích đó (khoảng 85%) đã được phục hồi.

**Ở Jamaica**, khai thác bauxit chủ yếu là ở đáy các thung lũng mà phía dưới có tầng đá vôi. Mục tiêu phục hồi mỏ ở Jamaica là tạo dựng khu đất nông nghiệp cho phép việc định cư của nông dân địa phương. Phục hồi các khu vực này được thực hiện các bước



**Việc tạo dựng một hệ sinh thái rừng bạch đàn tự tồn tại, phát triển tự nhiên... đã giúp Australia hồi phục khoảng 85% diện tích đất bị ảnh hưởng sau khai thác bauxit**

## ►► Không Gian Công Nghệ

sau: San lấp hố mỏ; Phủ lại lớp đất trồng; Xới sâu đất; Trồng cỏ. Việc phục hồi được cấp chứng chỉ bởi cán bộ điều hành của chính phủ và việc sử dụng đất được chuyển giao cho các gia đình tái định cư. Nông dân địa phương tái định cư trên khu đất và canh tác theo nhu cầu riêng của họ.

**Tại Pocos de Caldas ở Brazil** bắt đầu sản xuất alumin năm 1970. Trong vòng mấy thập kỷ kể từ khi bắt đầu sản xuất, nhà máy alumin này đã thải ra hàng triệu tấn bã thải bauxit. Bã thải bauxit được lưu giữ trong các khu chứa, rất nhiều các khu chứa này đã được phục hồi thành công. Phương pháp phục hồi hiện nay bao gồm: Một hệ thống thu hồi chất lỏng được đặt trên bề mặt của tầng bã thải bauxit đã ngăn cản sự di chuyển của chất lỏng chứa xút lên phía trên lớp đất phục hồi; Một lớp đất trồng được phủ lên bề mặt của bã thải bauxit và hệ thống thu hồi chất lỏng nói trên; Một lớp vải nhựa PVC được đặt lên phía trên của lớp đất trồng đầu tiên; Một hệ thống thoát nước mưa được đặt lên phía trên lớp vải nhựa PVC; Một lớp đất trồng thứ hai được phủ lên trên lớp vải nhựa PVC và hệ thống thoát nước mưa; Một lớp đất trồng được rải lên bề mặt trên cùng; Cuối cùng cây cối được trồng.

### Sáng chế liên quan đến khai thác bauxit để lấy nhôm

Nhôm là kim loại được dùng trong rất nhiều lĩnh vực khác nhau, qua thời gian, dù công nghệ khai thác bauxit và tinh luyện nhôm không thay đổi nhiều, nhưng vẫn thu hút sự quan tâm của các nhà nghiên cứu ở từng khía cạnh. Theo nguồn dữ liệu sáng chế (SC) tiếp cận được, SC sớm nhất được đăng ký vào 1928 của 2 tác

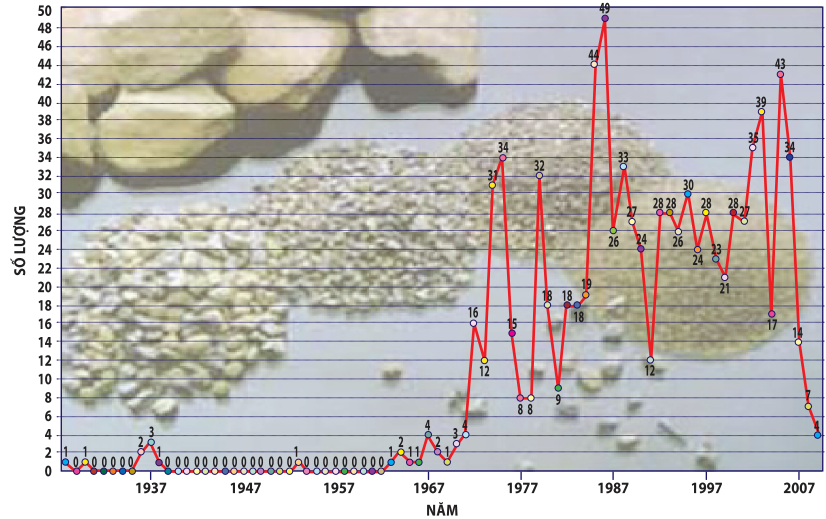


Oxit nhôm trắng thu được từ quặng bauxite có độ tinh khiết cao

giả người Pháp là Perdu Georges và Perdu Rene. Từ đó, cách khoảng vài năm có 1 hoặc 2 SC được đăng ký, đến những năm 70 số lượng SC tăng lên vài chục mỗi năm, nhiều nhất là 1986,

có 49 SC được đăng ký. Đến nay đã có gần 1.000 SC liên quan đến bauxit đã được đăng ký. Nước có nhiều SC đăng ký nhất là Mỹ: 168 SC, kế đến là Trung Quốc: 163 SC.

### Biến thiên sáng chế liên quan đến bauxite trên thế giới

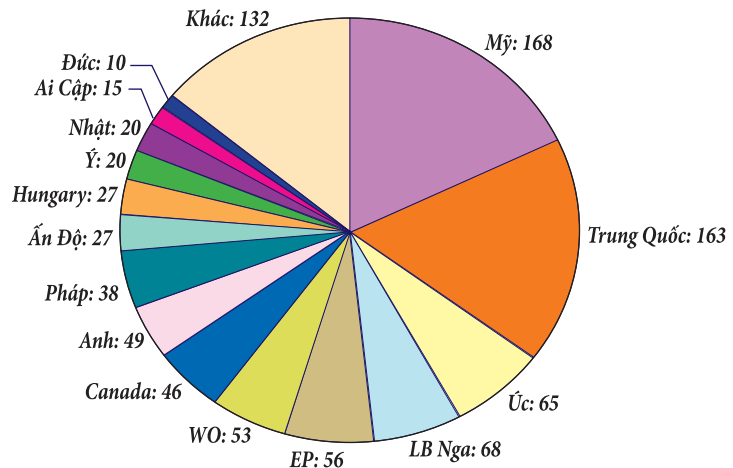


Nguồn: Wipsglobal



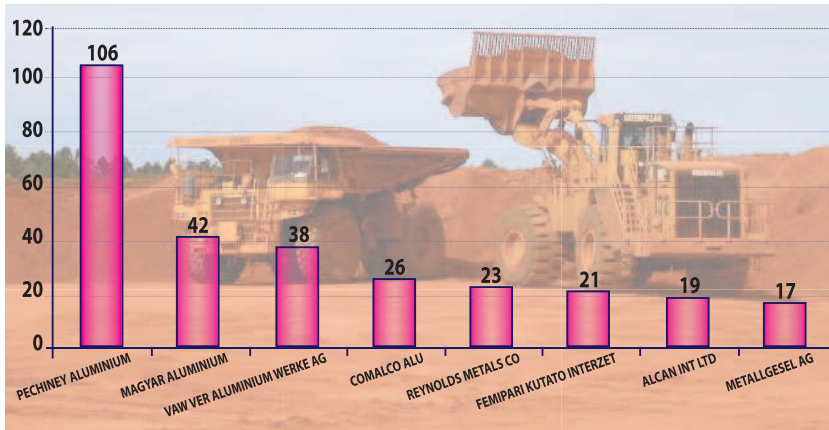
Bauxite, nguồn nguyên liệu chủ yếu để sản xuất nhôm

### Số lượng sáng chế liên quan đến bauxite đăng ký tại các nước



Nguồn: Wipsglobal

**Các công ty dẫn đầu về sáng chế liên quan đến bauxit**



Nguồn: Wipsglobal



Một dây chuyền chuyên chuyển bauxit thô về trung tâm tuyển rửa



**Bauxit trên thị trường thế giới**

Tổng tài nguyên khoáng sản bauxit trên thế giới ước đạt 75 tỷ tấn, trong đó châu Phi chiếm 32%, châu Đại Dương 23%, Nam Mỹ và vùng Caribe 21%, châu Á 18%, còn lại những nơi khác 6%. Úc là nước dẫn đầu về sản lượng khai thác bauxit, 63 triệu tấn trong năm 2009, kế đến là Trung Quốc 37 triệu tấn, đứng thứ ba là Braxin 28 triệu tấn. Trữ lượng bauxit ở Việt Nam khoảng 2,1 tỉ tấn, phần lớn ở các tỉnh Tây nguyên. Tập đoàn Than Khoáng sản Việt Nam đã tiến hành xây dựng nhà máy khai thác bauxit ở Lâm Đồng và Đắk Nông.

Giá alumin từ 2006 đến 2009 không biến động nhiều, khoảng trên 200 USD/tấn, riêng 2007 giá lên cao, đạt 360 USD/tấn. Giá nhôm cao nhất là vào tháng 12/2006 ở mức 2.850 USD/tấn và giảm dần đến năm 2009, tháng 4/2009 giá nhôm chỉ 1.417 USD/tấn, chỉ bằng phân nửa 2006. Dự báo xu hướng sắp tới giá nhôm sẽ tăng, đến năm 2011 xấp xỉ 2.000 USD/tấn. □



Trên công trường nhà máy Bauxit Nhân Cơ, Đắk Nông

**Khai thác bauxit trên thế giới**

Đvt: 1.000 tấn

Quốc gia	Sản lượng khai thác		Trữ lượng khai thác
	2008	2009	
Australia	61.400	63.000	6.200.000
Trung Quốc	35.000	37.000	750.000
Braxin	22.000	28.000	1.900.000
Guinea	18.500	16.800	7.400.000
Ấn Độ	21.200	22.300	770.000
Jamaica	14.000	8.000	2.000.000
Kazakhstan	4.900	4.900	360.000
Venezuela	5.500	4.800	320.000
Suriname	5.200	4.000	580.000
Nga	6.300	3.300	200.000
Hy Lạp	2.220	2.200	600.000
Guyana	2.100	1.200	700.000
Việt Nam	30	30	2.100.000
Các nước khác	6.550	5.410	3.200.000
Hoa Kỳ	-	-	20.000
Tổng cả thế giới (làm tròn)	205.000	201.000	27.000.000

Nguồn: U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, 1/2010

**Giá alumin và aluminium trên thị trường thế giới**

Đvt: USD/tấn

Tháng/Năm	12/2006	12/2007	12/2008	4/2009	09/2010*	09/2011*
Alumin	205	360	225	215	222	253
Nhôm	2.850	2.350	1.455	1.417	1.665	1.924

\*: dự báo

Nguồn: Energy & Metals Forecasts