

# BÃ THẢI CỦA DÂY CHUYỀN SẢN XUẤT NHÔM TỪ QUẶNG BOXIT Ở VIỆT NAM – CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ

ThS. Trần Minh Hải

Khoa Môi trường và Bảo hộ Lao động, trường Đại học Bán công Tôn Đức Thắng

## Tóm tắt

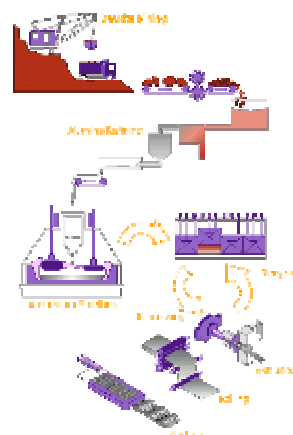
Bùn đỏ là chất thải của quy trình sản xuất nhôm từ quặng boxit có lượng phát thải lớn và gia tăng đột biến khi thực hiện kế hoạch phát triển công nghệ sản xuất vật liệu nhôm ở nước ta trong vài năm tới. Hơn nữa nó có tính ô nhiễm nên còn là mối quan tâm của các nhà môi trường. Các nghiên cứu xử lý bùn đỏ trên thế giới đưa ra hướng xử lý – tận dụng bùn đỏ thể hiện được ưu. Với lượng thải lớn và sẽ tăng nhanh trong vài năm tới, lên đến hàng triệu T/năm, bùn đỏ là loại chất thải cần quan tâm cũng như các công nghệ tận dụng cần nghiên cứu triển khai sớm, giải quyết lượng thải tồn đọng và ngày càng gia tăng.

## 1 Nguồn phát sinh chất thải bùn đỏ

### 1.1 Công nghệ sản xuất nhôm từ quặng boxit

Công nghệ sản xuất nhôm từ boxit được ứng dụng phổ biến theo quy trình Bayer gồm 3 giai đoạn chính.

- Trích tách nhôm từ boxit bằng phản ứng với kiềm ở 200°C và áp suất cao thu được dung dịch natri aluminat.
- Thủy phân dung dịch nhôm để phân ly nhôm trihydrat tinh thể. Lượng tiêu thụ boxit là 2-3 T/T nhôm.
- Nung ở nhiệt độ 1100°C nhằm tách nước trong tinh thể và thu được sản phẩm bột nhôm oxit ( $Al_2O_3$ ).



Bột nhôm được dùng để điều chế nhôm kim loại bằng phương pháp điện hoá. Nhu cầu nguyên liệu là 2 T nhôm/1 T nhôm kim loại. Điện năng tiêu hao trung bình 15,7kWh/kg nhôm kim loại. Nhôm có thể được cán, đúc... tạo nhiều loại sản phẩm đa dạng cho công nghiệp và tiêu dùng. Nhôm cũng là nguyên liệu quan trọng sản xuất các hoá chất như chất keo tụ, sản xuất giấy, mực in, làm chất cản cháy, chất độn và dùng trong dược phẩm.

### 1.2 Bùn đỏ

Trong dây chuyền sản xuất nhôm ở trên, phần quặng không tan trong kiềm được lắng, rửa và loại khỏi dây chuyền. Bã thải này thường được gọi là bùn đỏ.

Pha lỏng của bùn đỏ chứa thành phần nhôm tan trong kiềm và pha rắn chứa các oxit kim loại chủ yếu là oxit sắt, nhôm; và Si, Ti, Ca, Cu, Mg ... với hàm lượng nhỏ.

Trong quá trình điều chế nhôm, boxit được nghiền nhỏ. Do đó, bùn thải khi khô là các hạt bụi mịn (60% hạt có  $\phi < 1\mu m$ ) dễ phát tán vào không khí gây ô nhiễm môi trường, tiếp xúc thường xuyên với bụi này gây ra các bệnh về da, mắt. Pha lỏng của bùn đỏ có tính kiềm gây ăn mòn đối với vật liệu. Khi không được thu gom, cách ly với môi trường, nước

này có thể thấm vào đất ảnh hưởng đến cây trồng, xâm nhập vào mạch nước ngầm gây ô nhiễm nguồn nước. Nước thải từ bùn tiếp xúc với da gây tác hại như ăn da, làm mất đi lớp nhờn làm da khô ráp, sần sùi, chai cứng, nứt nẻ, đau rát, có thể sưng tấy và loét mủ ở vết rách xước trên da...

### 1.3 Tình hình thải bùn đỏ tại Việt Nam

Trên lãnh thổ Việt Nam, bôxít là một loại khoáng sản có tiềm năng lớn tầm cỡ thế giới với trữ lượng 5,8 tỉ tấn. Các mỏ có trữ lượng khai thác phân bố ở miền trung và miền nam. Chất lượng bôxít tốt với hàm lượng quặng từ 40 – 43%.



*Bãi phơi và lắng bùn đỏ tại NMHC Tân Bình*

Đơn vị khai thác bôxít lớn nhất nước ta là Tổng Công ty Hoá chất Việt Nam với sản lượng 55.000 T tinh quặng/năm để sản xuất nhôm hydroxit tại nhà máy hoá chất Tân Bình và lượng thải bùn đỏ là 11.000 tấn/năm. Sản lượng nhôm cả nước đến năm 2005 là 1.000.000 T/năm để xuất khẩu hoặc ít nhất đạt 300.000 T/năm đáp ứng nhu cầu tiêu thụ trong nước. Như vậy, đến năm 2005, lượng thải bùn đỏ ít nhất cũng hơn 1 triệu T/năm.

Bùn đỏ sinh ra là tất yếu vì lượng nhôm trong quặng tinh đạt đến 47-49% và phản ứng tách nhôm trong quặng đạt hiệu suất 70-75%. Đây là nguồn thải lớn cần được quản lý, xử lý triệt để và an toàn.

## 2 CÔNG NGHỆ XỬ LÝ BÙN ĐỎ

Các nghiên cứu xử lý bùn đỏ trên thế giới nhằm mục đích từ thải bỏ đến tiêu hủy an toàn và tận dụng thành phần có ích.

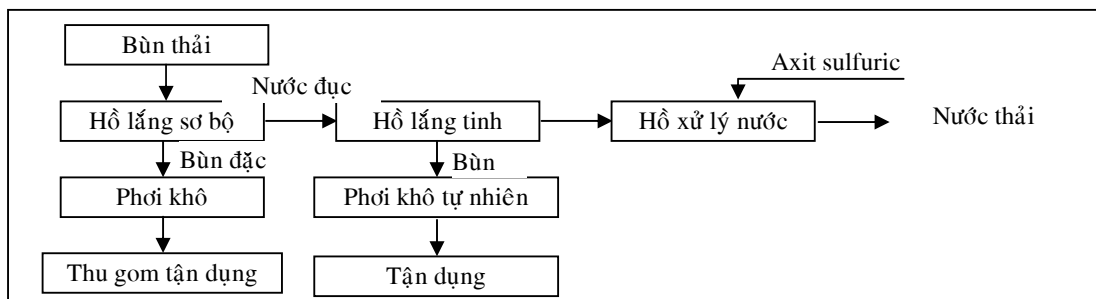
<b>Xử lý - tồn trữ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chỉnh pH: rửa, trung hoà</li> <li>• Tách lỏng: lắng với chất trợ keo tụ, ly tâm có chất keo tụ, lọc ép</li> <li>• Đóng rắn: phụ gia là than, hay dùng hoá chất muối ammonium</li> <li>• Ổn định: chất kết dính là polymer anion</li> <li>• Thải xuống biển: tại các vũng vịnh ăn sâu vào đất liền</li> <li>• Thải ở đất liền: tận dụng mỏ bôxít đã khai thác</li> </ul>
<b>Xử lý - tiêu hủy</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phân hủy sinh học: dùng vi khuẩn sắt, sản phẩm axit hoà tan nhôm. Sản phẩm là dung dịch muối sắt và nhôm.</li> <li>• Đốt tận dụng năng lượng: trộn với than và ép thành bánh làm nhiên liệu</li> </ul>
<b>Xử lý - tận dụng</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nông nghiệp: Làm đất trồng trong nông nghiệp</li> <li>• Sản xuất vật liệu xây dựng <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Xi măng, gạch, tấm lợp cách âm có tính chống cháy: tận dụng oxit sắt III</li> <li>✓ Bột màu vô cơ: tận dụng thành phần sắt</li> <li>✓ Vật liệu san lấp mặt bằng: tận dụng thành phần trợ,</li> <li>✓ Vật liệu composit bùn đỏ.</li> </ul> </li> <li>• Thu hồi kim loại quý dùng trong luyện kim</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sắt, nhôm</li> <li>✓ Natri aluminat</li> <li>✓ Canxi, magie, silic, titan, vanadi...</li> <li>• Tận dụng sản xuất chất keo tụ trong công nghiệp hoá chất</li> <li>• Ứng dụng trực tiếp trong công nghệ môi trường <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dùng làm chất keo tụ trong xử lý nước</li> <li>✓ Hấp phụ và hấp thụ khí sunfua dioxit</li> </ul> </li> </ul>
--	--

Ở Việt Nam đã có những nghiên cứu xử lý bùn đỏ theo hướng tận dụng như sau.

- Tận dụng sản xuất gạch: bùn đỏ được phơi khô, đập nhỏ, rồi nghiền mịn (<1mm) và phối liệu với đất sét theo tỉ lệ 10 – 50% bùn. Phun ẩm và ép tạo hình ở áp suất 150-200 kg/cm<sup>2</sup> rồi đưa vào sấy và nung mẫu đến 950-1100°C trong 7 giờ. Sau đó mẫu được làm nguội tự nhiên. Sản phẩm có độ hút nước đạt tiêu chuẩn cho gạch xây dựng, tính chất chịu nén của sản phẩm tương đương với sản phẩm cùng loại trên thị trường.
- Sản xuất bột màu: Bùn đỏ được ngâm bằng nước cho để tách silic, và sấy khô, nghiền trộn với xút nóng với tỉ lệ ở khoảng 1:1 theo khối lượng và sau đó thiêu kết ở 700°C trong 1 giờ. Sản phẩm thiêu kết nghiền mịn và hoà tan bằng nước và lắng lọc để tách dung dịch nhôm. Rửa bã rắn bằng xút 40 g/lit để tách nhôm khỏi bã và rửa lại bã rắn bằng nước nóng đến pH 7. Dung dịch nhôm được tuần hoàn về dây chuyền sản xuất nhôm từ bôxít. Phần rắn không tan thu được là Fe(OH)<sub>3</sub> được sấy ở 120°C và nung 700 – 800°C trong 1 giờ, cuối cùng nghiền thu sản phẩm bột. Chất lượng sản phẩm chưa bằng sản phẩm cùng loại trên thị trường, nhu cầu tiêu thụ đa dạng, số lượng ít. Do đó công nghệ này cũng chưa có tính khả thi cao.
- Sản xuất PAC dùng làm chất trợ lắng trong xử lý nước. Điều kiện công nghệ như sau: bùn đỏ được phơi khô tự nhiên, sấy khô và nghiền nhỏ, cho phản ứng với axit clohydric đậm đặc ở 155°C, 5 at trong 3 giờ. Hỗn hợp sau phản ứng được lọc tách phần bã không phản ứng và thu được dung dịch là PAC. Tuy nhiên, công nghệ còn phức tạp, chưa nghiên cứu triển khai thực tế. PAC dùng trong xử lý nước có ưu điểm là liều lượng sử dụng ít hơn phèn sắt và nhôm nhiều, không cần điều chỉnh pH khi sử dụng.
- Sản xuất hỗn hợp muối sắt, nhôm sulfat và clorua dùng làm chất keo tụ: sử dụng axit sulfuric theo đúng tỉ lệ phản ứng, quá trình phản ứng ở nhiệt độ 100°C và thời gian là 3 giờ, thu được sản phẩm đạt hiệu suất thu hồi sắt là 85% và nhôm là 92%. Dùng axit clohydric thực hiện ở điều kiện tương tự đạt được hiệu suất thu hồi 66% đối với nhôm và 83% đối với sắt. Sản phẩm rắn thu được có nồng độ 9,6% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> và 10,9% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Nghiên cứu ở phòng thí nghiệm với bùn đã phơi khô sấy và nghiền mịn để thực nghiệm. Đề tài chưa đưa ra được công nghệ sản xuất.
- Nghiên cứu sản xuất chất keo tụ: các nghiên cứu đã được thực hiện sử dụng các axit clohydric, sulfuric. Thực nghiệm với bùn đỏ phơi khô và sấy khô, nghiền nhỏ rồi hoà tan trong axit. Các nghiên cứu đã thu được sản phẩm với hiệu quả cao trong phòng thí nghiệm. Các nghiên cứu cũng chưa đưa ra được công nghệ sản xuất.
- Tác giả Hoàng Đông Nam đã các nghiên cứu thu hồi các nguyên tố đất hiếm chủ yếu từ bôxít.

Tại nhà máy hoá chất Tân Bình, công nghệ xử lý bùn đỏ như sau. Huyền phù bã sau khi rửa được trung hoà bằng axit sulfuric. Sau đó bùn đỏ được bơm sang hồ lắng sơ bộ và phơi khô tự nhiên. Bùn đặc được khai thác ngay tại các hồ lắng này.



**Hình 1. Sơ đồ công nghệ xử lý bùn thải hiện tại của NMHC Tân Bình**

Bùn này được tận dụng làm vật liệu xây dựng, bột màu. Bùn được cắt thành viên, nung, nghiền thành bột dùng làm sơn thô, vôi quét, chất độn cho cao su, làm gạch, hoặc san lấp mặt bằng. Phần lỏng tách ra khỏi bùn đem lắng và trung hoà bằng axit sulfuric để khử kiềm dư. Cuối cùng, nước thải ra kênh ngay cạnh xưởng. Bãi chứa quá tải do tồn đọng khi khả năng tận dụng không sử dụng hết lượng thải. Quy trình thu gom tận dụng thực hiện thủ công, đơn giản, chưa triệt để và an toàn.

Ở Việt Nam, chưa có công nghệ xử lý bùn đỏ nào được áp dụng ở quy mô lớn trên thực tế, công nghệ còn phức tạp, hiệu quả thu hồi thấp, giá thành xử lý cao, không đạt hiệu quả kinh tế. Hơn nữa, chất lượng sản phẩm thu được từ quá trình xử lý chưa đạt so với các sản phẩm cùng loại hiện có. Ngoài ra, thị trường tiêu thụ sản phẩm không lớn, nhu cầu đa dạng, thay đổi theo yêu cầu của khách hàng. Nhà máy đang thử nghiệm một số công nghệ tận dụng bùn đỏ ở quy mô pilot. Dự án đang còn tìm đầu ra cho sản phẩm. Chưa có công nghệ nào có khả năng xử lý toàn bộ lượng thải bùn đỏ.

### 3 KẾT LUẬN

Khả năng phát sinh bùn đỏ ở quy trình sản xuất nhôm từ bauxit là tất yếu và khối lượng thải lớn. Do tính chất ô nhiễm của bùn đỏ đối với môi trường và sức khoẻ cộng đồng, nên đây là chất thải cần được xử lý triệt để và an toàn. Nhận xét, đánh giá các công nghệ xử lý bùn đỏ trên thế giới và tại Việt Nam, cho thấy các hướng xử lý – tận dụng bùn đỏ sản xuất các sản phẩm có tích là rất phong phú. Với lượng thải lớn và sẽ tăng nhanh trong vài năm tới, lên đến hàng triệu T/năm, bùn đỏ là loại chất thải cần quan tâm cũng như các công nghệ tận dụng cần nghiên cứu triển khai sớm, giải quyết lượng thải tồn đọng và ngày càng gia tăng.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Akio Kainuma, amoru Takahashi, Takashi Higuchi, Den Itho. “Utilization of filter pressed Bauxite residue”. Tomakomai works, Nippon Light Metal Company, Ltd.
2. Huỳnh Kim Liên. Luận án thạc sĩ khoa học chuyên ngành hoá vô cơ. Nghiên cứu sử dụng bã thải nhà máy hoá chất Tân Bình trong sản xuất gạch. TPHCM. 2000.
3. Nguy cơ thảm hoạ công nghiệp ở Việt Nam. Tạp chí Công nghiệp hóa học. Số 1/2002.

4. Nguyễn Dương Nguyệt Hân. Luận án thạc sĩ khoa học chuyên ngành hoá vô cơ. Điều chế hợp chất keo tụ từ bã thải sản xuất nhôm hydroxit của nhà máy hoá chất Tân Bình. Thành phố Hồ Chí Minh. 2000.
5. Nguyễn Khanh. Khả năng khai thác các nguyên tố đất hiếm từ boxit Việt Nam. Tạp chí công nghiệp hoá chất số 2/2001.
6. Nguyễn Đỗ Kỳ, Nguyễn Hữu Thọ. Bảo vệ môi trường trong sản xuất xút – clo theo công nghệ điện phân màng trao đổi ion. Hội thảo Khoa học, Công nghệ Thực phẩm và Bảo vệ Môi trường. TPHCM. Tháng 12/2001.
7. Nguyễn Đức Lương. Tình hình khai thác khoáng sản của Tổng công ty hoá chất Việt Nam. Tạp chí công nghiệp mỏ. Số 1/2001.
8. S.P. Moodie và R. Hansen. Disposal of solid waste from an alumina refinery. Third national chemical engineering conference at Mildura, Victoria, Australia, August 20-23, 1975.
9. Trương Anh Kiệt, Trần Xuân Hà, Đồng Văn Nhì, Lê Như Hùng. Tiềm năng khoáng sản Việt Nam – hiện trạng khai thác và môi trường. Tạp chí công nghệ mỏ. Số 1 năm 1999, trang 20-21 và số 2 năm 1999, trang 14-16.