

MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU XỬ LÝ Bùn ĐỎ NHÀ MÁY ALUMIN LÂM ĐỒNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP THẢI KHÔ

HOÀNG MINH HÙNG, LÊ BÌNH DƯƠNG, ĐOÀN VĂN THANH,
NGUYỄN QUANG HÀ, ĐỖ KIẾN CƯỜNG, TÔN THU HƯƠNG
Viện KHCN Mô-Vinacomin

NGUYỄN QUANG THUYẾT - Công ty Nhôm Lâm Đồng
Email: haminhhungtuyet@gmail.com

1. Tổng quan

Bùn đỏ là chất thải rắn sinh ra khi sản xuất nhôm từ quặng bauxit, là hỗn hợp các chất oxit chủ yếu silic, sắt, xút NaOH, ô xit nhôm và một số ô xit kim loại khác,... Bùn đỏ thường có pH 11÷12 thuộc loại chất thải có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường nên cần phải được lưu giữ bảo quản chặt chẽ và an toàn. Ở Việt Nam có 2 nhà máy sản xuất nhôm là Tân Rai-Lâm Đồng và Nhân Cơ-Đắk Nông đều có công suất thiết kế 650 ngàn tấn nhôm/năm, áp dụng công nghệ Bayer. Mỗi tấn nhôm thải ra khoảng 1,05 tấn bùn đỏ khô, khoảng 1,2 m³ dung dịch chứa xút loãng. Bùn đỏ thải từ cả 2 nhà máy hiện nay đều được xử lý bằng phương pháp thải ướt, theo đó dung dịch bùn đỏ được bơm ra hồ lắng, nước xút loãng được thu hồi bằng thẩm thấu qua lớp lọc dưới đáy hồ, qua ngưỡng tràn của giếng thu nước mặt tại giữa lòng hồ. Một phần dung dịch xút loãng được bơm về nhà máy tái sử dụng, một phần phải xử lý trung hòa đảm bảo

tiêu chuẩn an toàn môi trường mới được phép xả thải.

Qua 5 năm vận hành Nhà máy nhôm Tân Rai-Lâm Đồng đã cho thấy, xử lý bùn đỏ bằng phương pháp thải ướt đã bộc lộ nhiều nhược điểm như: sử dụng nhiều diện tích đất đai làm hồ chứa bùn đỏ, lượng xút loãng thu hồi bằng thẩm thấu qua lớp lọc dưới đáy hồ là rất thấp, tiềm ẩn nguy cơ ô nhiễm môi trường đất xung quanh hồ bùn đỏ, chi phí hoàn thổ hồ bùn đỏ là rất lớn và thời gian đóng hồ rất lâu do bùn đỏ lưu lại hồ chứa có độ ẩm cao, việc khử nước làm giảm độ ẩm rất khó khăn, phức tạp và chi phí lớn. Mặt khác, theo lộ trình phát triển sản xuất nhôm của Tập đoàn Công nghiệp Than-Khoáng sản Việt Nam (TKV) đối với Dự án Nhà máy nhôm Tân Rai-Lâm Đồng, trong những năm tới có thể sẽ gia cường thiết bị để nâng công suất lên 750.000 tấn/năm và sau năm 2022 có thể mở rộng nhà máy lên 1.300.000 tấn/năm. Nhu cầu xử lý bùn đỏ theo các Phương án công suất Nhà máy nhôm Tân Rai-Lâm đồng được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Dự kiến nhu cầu dung tích hồ chứa bùn đỏ cho Nhà máy nhôm Tân Rai- Lâm Đồng theo công nghệ thải ướt (tính từ năm 2020)

Năm SX	650.000 tấn nhôm /năm		750.000 tấn nhôm /năm		1.300.000 tấn nhôm /năm	
	Lũy tiến, tấn	Lũy tiến, m ³	Lũy tiến, tấn	Lũy tiến, m ³	Lũy tiến, tấn	Lũy tiến, m ³
2020	681.850	568.208	681.850	568.208	681.850	568.208
2025	4.091.100	3.409.250	4.615.600	3.846.333	5.192.550	4.327.125
2030	7.500.350	6.250.292	8.549.350	7.124.458	12.011.050	10.009.208
2035	10.909.600	9.091.333	12.483.100	10.402.583	18.829.550	15.691.292
2036	11.591.450	9.659.542	13.269.850	11.058.208	20.193.250	16.827.708
2037	12.273.300	10.227.750	14.056.600	11.713.833	21.556.950	17.964.125
2045	17.728.100	14.773.417	20.350.600	16.958.833	32.466.550	27.055.458
2046	18.409.950	15.341.625	21.137.350	17.614.458	33.830.250	28.191.875
2050	21.137.350	17.614.458	24.284.350	20.236.958	39.285.050	32.737.542

Toàn bộ dung tích chứa bùn đỏ cho Tổ hợp alumin Lâm đồng Đồng cho cả 2 giai đoạn được thiết kế và qui hoạch là 19.711.718 m³, theo thống kê đến năm 2018 đã sử dụng 1.928.648 m³ còn lại là 17.843.070 m³. Như vậy theo lộ trình phát triển sản xuất alumin của TKV nếu nâng công suất nhà máy alumin thì đến năm 2037 toàn bộ diện tích đất đai đã thiết kế quy hoạch làm hồ chứa bùn đỏ sẽ không đáp ứng nhu cầu cho công nghệ thải ướt.

Để giải quyết các vấn đề nhược điểm trên, TKV đã giao cho Viện KHCN Mỏ-Vinacomin triển khai đề tài nghiên cứu khoa học: “Nghiên cứu xử lý bùn đỏ nhà máy alumin Tân Rai, Lâm Đồng bằng phương pháp thải khô” nhằm thu hồi tối đa dung dịch xút phục vụ cho tái sử dụng, tiết kiệm tài nguyên đất đai và nâng cao hơn an toàn môi trường trong sản xuất alumin. Trong bài viết này các tác giả giới thiệu tóm tắt một số kết quả nghiên cứu xử lý bùn đỏ nhà máy alumin Lâm Đồng bằng phương pháp thải khô, gồm: các kết quả đánh giá hiện trạng công tác xử lý bùn đỏ bằng thải ướt; kết quả thử nghiệm lọc ép bùn đỏ để thu hồi xút; kết quả thử nghiệm phơi bùn đỏ và đầm nén; kết quả nghiên cứu tính chất cơ học của bùn đỏ; kết quả thử nghiệm đắp chồng cao bãi chứa bùn đỏ; các kết quả quan trắc môi trường bãi chứa bùn đỏ khô; và phương án đề xuất công nghệ thải khô bùn đỏ cho nhà máy alumin Tân Rai-Lâm đồng nhằm tiết kiệm tài nguyên đất đai, tiết giảm chi phí sản xuất và giảm thiểu nguy cơ gây ô nhiễm môi trường từ bùn đỏ alumin.

2. Kết quả nghiên cứu đề tài

2.1. Hiện trạng công nghệ xử lý bùn đỏ trên thế giới và Việt Nam

Trên thế giới quá trình phát triển công nghệ xử lý bùn đỏ nhà máy alumin được khái lược như sau:

➤ Từ trước thập kỷ 1990 phần lớn các nhà máy alumin đều xử lý bùn đỏ bằng công nghệ thải ướt, theo đó bùn đỏ được bơm ra và chứa tại các hồ lắng, tỉ lệ rắn/lỏng bùn đỏ khoảng 20/80. Ưu điểm của phương pháp này là chi phí vận hành thấp, dễ vận hành. Nhược điểm lớn là nguy cơ mất an toàn gây ô nhiễm môi trường do vỡ đê đập chắn, rò rỉ xút gây ô nhiễm nguồn nước ngầm, phải xử lý khối lượng lớn nước xút dư trước khi xả thải, diện tích đất đai phục vụ xây dựng hồ thải là rất lớn;

➤ Từ sau 1990 đến 2000 các nhà máy alumin đã cải tiến đưa áp dụng rộng rãi công nghệ thải sệt (bán khô), theo đó bùn đỏ trước khi thải ra hồ lắng được cô đặc đến tỉ lệ rắn/lỏng khoảng 45/55. Tại các bãi chứa, bùn đỏ được phơi khô theo từng lớp đến độ ẩm thích hợp sau đó được lu lên chặt. Xung quanh bãi chứa là các bờ đê che chắn được

đắp cao dần bằng chính bùn đỏ khô. Ưu điểm của phương pháp này là chi phí không cao, tương đối dễ vận hành, diện tích đất đai phục vụ xây dựng bãi chứa không lớn nhưng nhược điểm lớn là cần nhiều thời gian phơi, cày xới làm khô bùn đỏ trước khi lu lên chặt. Công nghệ thải sệt chỉ phù hợp với những nơi ít mưa, khô hạn;

➤ Từ sau năm 2000 đến nay khi công nghệ xử lý bùn nước bằng phương pháp lọc ép khung bản phát triển, các nhà máy alumin đã đưa áp dụng rộng rãi công nghệ xử lý bùn đỏ bằng phương pháp thải khô. Theo đó, bùn đỏ được lọc ép đến độ ẩm khoảng 28-30 % sau đó vận chuyển đến bãi chứa, sau khi phơi khô đến độ ẩm thích hợp sẽ được lu lên đầm chặt. Tại bãi chứa, bùn đỏ được đắp từng lớp chồng lớp lên cao dần theo quy trình đảm bảo kỹ thuật an toàn và môi trường. Các bãi chứa có thể đắp chồng lên cao, có nơi cao đến 90 m so mặt đất, tùy theo điều kiện địa chất và khí hậu khu vực, tính chất cơ học bùn đỏ và quy mô công suất của từng nhà máy alumin. Ưu điểm của phương pháp này là dễ vận hành, diện tích đất đai sử dụng thấp, mức độ an toàn môi trường cao. Nhược điểm là chi phí vận hành cao. Hiện nay, trên thế giới do nhận thức về an toàn môi trường được quan tâm hơn nên hầu hết các nhà máy alumin mới xây dựng đều ưu tiên áp dụng phương pháp thải khô, các nhà máy đã sử dụng công nghệ thải ướt và thải sệt bùn đỏ đều đang chuyển đổi sang công nghệ thải khô.

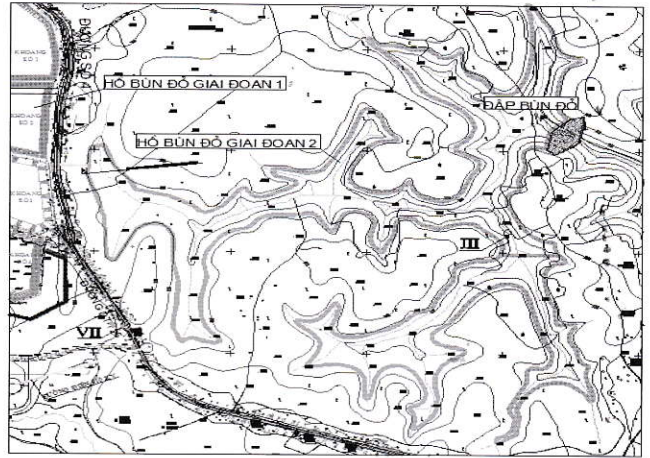


H.1. Bãi thải bùn đỏ khô nhà máy alumin Bình Quả-Quảng Tây-Trung Quốc

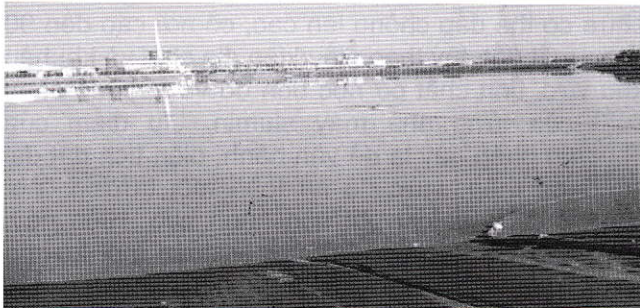


H.2. Bãi thải bùn đỏ khô nhà máy alumin Tôn Nghĩa-Quý Châu-Trung Quốc

Ở Việt Nam, khâu xử lý bùn đỏ alumin tại 2 Nhà máy alumin Tân Rai-Lâm Đồng và Nhân Cơ- Đắk Nông được thiết kế là thải sệt, tuy nhiên do khí hậu Tây Nguyên mưa nhiều, phương pháp thải sệt không phù hợp nên đã được chuyển sang áp dụng công nghệ thải ướt. Hiện tại, Dự án alumin Tân Rai-Lâm Đồng đang hoàn thổ khoang số 1; khoang số 2 và 3 đã lấp đầy và đang gia cường bổ sung tăng sức chứa; khoang số 4 dự kiến sẽ lấp đầy vào năm 2020; khoang số 5; 6; 7; 8 đang thiết kế để thi công phục vụ cho những năm tiếp theo. Nếu Nhà máy alumin Tân Rai-Lâm Đồng vận hành đủ công suất thiết kế 650.000 tấn/năm thì dự kiến đến năm 2028 sẽ lấp đầy các khoang trên, từ năm 2029 sẽ phải đầu tư xây dựng hồ bùn đỏ giai đoạn 2 với sức chứa 11.418.989 m³ và sẽ sử dụng trong 20 năm.



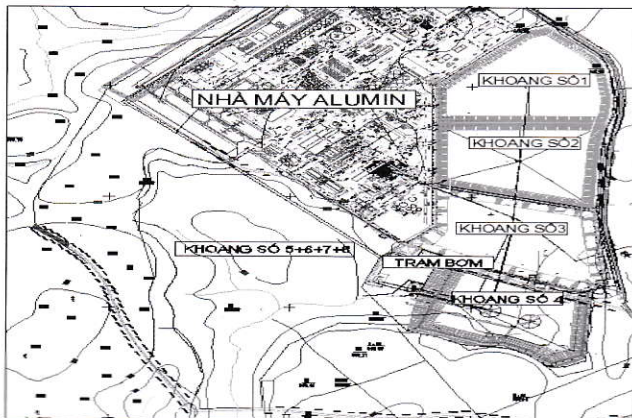
H.6. Quy hoạch sử dụng hồ chứa bùn đỏ giai đoạn 2



H.3. Khoang chứa bùn đỏ số 2-3 tại Tân Rai



H.4. Khoang chứa bùn đỏ số 1 tại Nhân Cơ



H.5. Hiện trạng sử dụng hồ chứa bùn đỏ giai đoạn 1

Hiện trạng và quy hoạch sử dụng đất làm hồ chứa bùn đỏ nhà máy alumin Lâm Đồng thể hiện trong hình H.5 và H.6. Một số chi phí đầu tư cho xây dựng hồ bùn đỏ trong trường hợp sử dụng công nghệ thải ướt cho Dự án Tổ hợp alumin Lâm Đồng công suất 650.000 tấn/năm cho giai đoạn tiếp theo 2020-2050 dự kiến như Bảng 2.

Bảng 2. Dự kiến chi phí đầu tư xây dựng hồ bùn đỏ cho giai đoạn 2020-2050 [1]

No	Một số chỉ tiêu KTKT	Đvt	Số lượng
1	Diện tích đất đai	ha	254,7
2	Chi phí đầu tư xây dựng hồ bùn đỏ	tr.đồng	4.302.971
3	Chi phí đền bù đất đai giải phóng mặt bằng	tr.đồng	197.530
4	Chi phí đóng khoang hoàn thổ	tr.đồng	193.562
5	Tổng chi phí	tr.đồng	4.694.062

Từ các số liệu trên cho thấy, công nghệ xử lý bùn đỏ bằng phương pháp thải ướt cần diện tích đất đai làm hồ chứa là rất lớn, chi phí đầu tư ban đầu rất cao, công tác hoàn thổ cải tạo phục hồi môi trường trên bề mặt hồ bùn đỏ là rất khó khăn và chi phí lớn do trên bề mặt hồ bùn đỏ tỉ lệ lỏng/rắn là rất cao, rất khó san lấp và thời gian thi công kéo dài, tiềm ẩn nguy cơ gây ô nhiễm môi trường. Vì vậy để tiết kiệm tài nguyên đất, tiết giảm chi phí sản xuất, tận thu xút và giảm thiểu nguy cơ gây ô nhiễm môi trường việc thay thế công nghệ thải ướt bùn đỏ bằng phương pháp khô là rất cần thiết.

2.2. Nghiên cứu thử nghiệm xử lý bùn đỏ bằng lọc ép khung bản

Để nghiên cứu khả năng lọc bùn đỏ, tính chất xút thu hồi, tính chất cơ học của bùn đỏ, triển khai thực nghiệm đắp chồng lớp bùn đỏ trên bãi chứa,

đề xuất phương án khả thi thải khô bùn đỏ cho Nhà máy alumin Tân Rai-Lâm Đồng, Viện KHCN Mỏ-Vinacomin đã xây dựng lắp đặt trạm thử

thử nghiệm lọc ép bùn đỏ với công suất ~1,8 tấn/giờ. Kết quả thử nghiệm lọc ép bùn đỏ thể hiện tại Bảng 3.



H.7. Máy lọc ép khung bản 800x800



H.8. Bùn đỏ sau lọc ép

Bảng 3. Kết quả thử nghiệm lọc ép bùn đỏ thu hồi xút bằng máy lọc ép khung bản [1]

Hàm lượng rắn trong bùn đầu, g/l	Thể tích bùn đầu, m ³	Áp lực bơm, at	Thời gian lọc ép, phút		Thể tích nước lọc thu hồi, m ³	KLTN, tấn	KLDA, tấn	Độ ẩm bã lọc, %	Chiều dày bánh lọc, cm
			Ép bùn,	Xả bã,					
350	2,7	5	30	15	1,81	1,55	0,95	38,89	35÷42
	3,1	6	40	15	2,20	1,72	1,09	32,62	35÷42
	3,3	7	50	15	2,34	1,89	1,16	31,56	35÷42
380	2,4	5	30	15	1,60	1,42	0,91	35,74	35÷42
	2,9	6	35	15	1,99	1,62	1,09	32,54	35÷42
	3,2	7	40	15	2,25	1,72	1,20	30,17	35÷42
420	2,7	5	30	15	1,84	1,41	1,12	32,37	35÷42
	2,7	6	35	15	1,85	1,65	1,14	30,63	35÷42
	2,7	7	40	15	1,92	1,61	1,15	28,27	35÷42

Ghi chú: KLTN - Khối lượng bã lọc ẩm tự nhiên; KLDA - Khối lượng bã lọc quy về độ ẩm 0 %

Từ kết quả thử nghiệm lọc ép bùn đỏ cho các kết quả: áp lực bơm nén tối ưu 6÷7 at; chiều dày bánh lọc trung bình 40 mm; năng suất 0,04 tấn/giờ/m²; độ ẩm bánh lọc thấp nhất 28÷30 %; thời gian lọc tối ưu

40÷45 phút/mẻ;

Kết quả thử nghiệm phơi bùn đỏ sau lọc ép trên sân bãi tại nhà máy alumin Tân Rai-Lâm Đồng thể hiện tại Bảng 4.

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm phơi tự nhiên bùn đỏ sau lọc ép [1]

Chiều dày lớp bùn sau lọc ép, mm	Độ ẩm bùn sau phơi, %						
	Thời gian phơi, ngày						
	0	1	2	3	4	5	6
200	30,68	28,02	27,12	26,68	25,96	24,62	23,36
400	30,68	28,74	27,87	27,12	26,54	25,52	24,61
600	30,68	29,18	28,58	27,82	27,09	26,32	25,52
800	30,68	29,47	29,00	28,35	27,58	26,77	25,85
1000	30,68	29,69	29,27	28,68	27,81	27,06	26,41

Kết quả thử nghiệm phơi bùn đỏ sau lọc ép cho thấy độ ẩm của bùn quặng giảm phụ thuộc nhiều vào chiều cao lớp quặng khi phơi, quy trình cày xới đảo trộn và thời tiết. Trong trường hợp không nắng và ít mưa thì độ ẩm có thể giảm từ 1÷2 % sau 1

ngày phơi. Kết quả xét nghiệm pH của bùn đỏ sau lọc: pH trung bình 11,61. Kết quả xét nghiệm dung dịch chứa xút thu hồi: hàm lượng Na₂O_k trung bình: 3,2 g/l; hàm lượng Na₂O_t trung bình: 4,9 g/l; hàm lượng Al₂O₃ trung bình: 2,7 g/l.

2.3. Nghiên cứu các tính chất của bùn đỏ

Kết quả phân tích thí nghiệm tính chất cơ học bùn đỏ. Các mẫu bùn đỏ sau lọc ép được đưa về phòng thí nghiệm cơ học đất để nghiên cứu, phân tích xét nghiệm các tính chất cơ học của bùn đỏ nhằm đánh giá khả năng sử dụng làm vật liệu đắp nền: thành phần hạt; độ ẩm, khối lượng riêng; thí

nghiệm đầm chặt; thí nghiệm cắt cố kết, nén, độ thấm thấu của các mẫu bùn đỏ khi đầm chặt với các hệ số đầm chặt khác nhau; trọng lượng riêng hạt bùn đỏ: 2,8 kg/dm³. Kết quả xác định thành phần hạt bùn đỏ nhà máy alumin Tân Rai-Lâm Đồng thuộc loại rất mịn, tương đối đồng nhất, cỡ hạt 0÷0,050 mm trong khoảng 85÷90 %.

Bảng 5. Kết quả phân tích thành phần hạt bùn đỏ [1]

Cỡ hạt (mm)	<0,005	0,005÷0,01	0,01÷0,05	0,05÷0,1	0,1÷0,25	0,25÷0,5	0,5÷1	>1
%	38,5	16,63	30,33	9,83	1,83	1,67	0,83	0,17

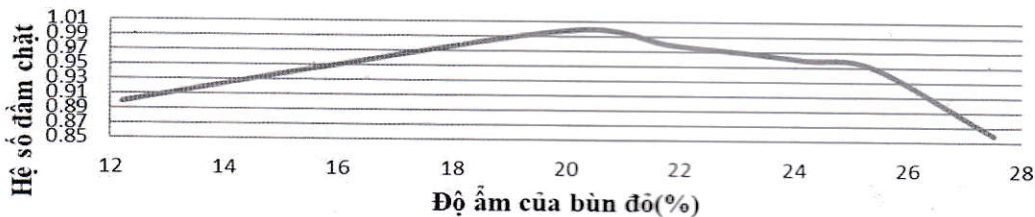
Kết quả thí nghiệm độ đầm chặt của bùn đỏ: Độ đầm chặt phụ thuộc rất nhiều vào độ ẩm bùn đỏ. Độ đầm chặt tốt nhất K=1 khi độ ẩm bùn đỏ đạt giá trị khoảng 20÷21 %; Độ đầm chặt đạt giá trị k=0,9 khi độ

ẩm bùn đỏ khoảng 26÷27 % hoặc 12-13 %; Độ đầm chặt đạt giá trị k=0,95 khi độ ẩm bùn đỏ đạt giá trị khoảng 25÷26 % hoặc 15÷16 %. Khối lượng thể tích khô lớn nhất ở độ ẩm tối ưu khoảng 1,65 kg/dm³.

Bảng 6. Kết quả thí nghiệm đầm nén bùn đỏ với các độ ẩm [1]

Chỉ tiêu phân tích	Độ ẩm bùn đỏ W, %							
	27,5	25,4	24,2	23,1	21,8	20,2	15,9	12,2
Độ đầm chặt K _p	0,86	0,96	0,96	0,97	0,98	1,00	0,95	0,90
Khối lượng thể tích khô γ _k , g/cm ³	1,42	1,57	1,59	1,61	1,63	1,65	1,58	1,55

Sự phụ thuộc hệ số đầm chặt vào độ ẩm của bùn đỏ



H.9. Sự ảnh hưởng của độ ẩm đến độ đầm chặt bùn đỏ

Kết quả thí nghiệm cắt và nén nhanh các mẫu bùn đỏ: các mẫu bùn đỏ sau đầm chặt với các hệ số k=0,9; k=0,95; k=0,85 ở trạng thái độ ẩm tối ưu và trạng thái ngậm bão hòa được đưa đi thí nghiệm cắt, nén. Kết quả thí nghiệm cắt nén bùn đỏ sau đầm nén k>0,9 cho thấy thuộc loại có tính nén lún nhỏ. Kết quả thí nghiệm xác định tính thấm của bùn đỏ: tính thấm của bùn đỏ phụ thuộc vào độ đầm nén được

thể hiện trên Bảng Các kết quả thí nghiệm đã cho thấy bùn đỏ sau lọc ép sau khi được phơi đến độ ẩm nhất định và lu lên chặt với hệ số K_p≥0,85 thì tính thấm nước của bùn đỏ K_{th} dao động từ 10⁻⁷ đến 10⁻⁸ thuộc loại thấm ít đến xem như không thấm.

Kết quả thí nghiệm các thông số sức chịu tải CBR (California Bearing Ratio) thể hiện ở Bảng 10.

Bảng 7. Kết quả thí nghiệm cắt, nén mẫu bùn đỏ ở trạng thái ẩm tối ưu [1]

Độ đầm chặt K _p	Cắt		Nén nhanh								E, kG/cm ²	q _{u,max} , kG/cm ²
			Hệ số rỗng				Hệ số nén lún a, cm ² /kG					
	Góc ma sát trong, độ	Lực dính kết C, kG/cm ²	0,5 kG/cm ²	1,0 kG/cm ²	2,0 kG/cm ²	4,0 kG/cm ²	0,5 kG/cm ²	1,0 kG/cm ²	2,0 kG/cm ²	4,0 kG/cm ²		
0,85	15 ⁰ 38'	0,320	0,925	0,908	0,884	0,860	0,060	0,033	0,024	0,012	30,783	1,206
0,9	16 ⁰ 28'	0,365	0,823	0,809	0,788	0,769	0,053	0,027	0,022	0,010	33,590	1,560
0,95	18 ⁰ 03'	0,412	0,728	0,713	0,697	0,681	0,042	0,029	0,016	0,008	42,947	2,364

Bảng 8. Kết quả thí nghiệm cắt, nén mẫu bùn đỏ ở trạng thái ngâm bão hòa [1]

Độ đầm chặt K_p	Cắt		Nén nhanh								E, kG/cm^2	$q_{u,max}$, kG/cm^2
			Hệ số rỗng				Hệ số nén lún a, cm^2/kG					
	Góc ma sát trong, độ	Lực dính kết C_c , kG/cm^2	0,5 kG/cm^2	1,0 kG/cm^2	2,0 kG/cm^2	4,0 kG/cm^2	0,5 kG/cm^2	1,0 kG/cm^2	2,0 kG/cm^2	4,0 kG/cm^2		
0,85	$10^{\circ}53$	0,229	0,906	0,879	0,832	0,757	0,097	0,055	0,047	0,037	16,07	0,585
0,9	$11^{\circ}40$	0,257	0,809	0,778	0,735	0,671	0,080	0,062	0,043	0,032	16,56	0,716
0,95	$12^{\circ}27$	0,274	0,716	0,687	0,648	0,596	0,067	0,058	0,039	0,026	17,47	0,898

Ghi chú: E - Modul tổng biến dạng, kG/cm^2 ; $q_{u,max}$ - Nén nở hông, kG/cm^2

Bảng 9. Kết quả thí nghiệm xác định tính thấm của bùn đỏ [1]

Hệ số thấm của bùn đỏ sau đầm chặt K_{th} (cm/s)								
K_p	0,86	0,96	0,96	0,97	0,98	1,00	0,95	0,90
k_T	$5,32 \times 10^{-6}$	$3,55 \times 10^{-6}$	$5,43 \times 10^{-7}$	$6,71 \times 10^{-7}$	$8,38 \times 10^{-8}$	$9,81 \times 10^{-8}$	$6,79 \times 10^{-7}$	$3,23 \times 10^{-6}$
k20	$4,52 \times 10^{-6}$	$3,41 \times 10^{-6}$	$4,80 \times 10^{-7}$	$6,22 \times 10^{-7}$	$7,91 \times 10^{-8}$	$9,66 \times 10^{-8}$	$6,50 \times 10^{-7}$	$3,12 \times 10^{-6}$

Bảng 10. Kết quả thí nghiệm sức chịu tải CRB của bùn đỏ sau đầm nén [1]

Sức chịu tải CBR					
Mẫu thí nghiệm không ngâm bão hòa			Mẫu thí nghiệm ngâm bão hòa 96 giờ		
K=0,85	K=0,9	K=0,95	K=0,85	K=0,9	K=0,95
6,92	8,71	10,89	4,33	5,96	7,63

Kết quả xét nghiệm chỉ số CBR của bùn đỏ sau đầm nén cho thấy có thể đạt tiêu chuẩn tương đương vật liệu dùng đắp nền đường ô tô trường hợp không sử dụng mặt đường cao cấp A1:

➢ Khi đầm chặt $0,95 K_p \geq 0,9$ thì sức chịu tải CBR đều lớn hơn 5 hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu làm nền đường ô tô cấp phối;

➢ Khi đầm chặt $K_p \geq 0,95$ thì sức chịu tải CBR đều lớn hơn 6 hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu làm nền đường ô tô cấp III, cấp IV có sử dụng mặt đường là cao cấp A1.

Đánh giá chung về tính lọc và tính chất cơ học của bùn đỏ:

➢ Bùn đỏ Nhà máy nhôm Tân Rai-Lâm Đồng có độ mịn rất cao, rất khó lọc, pH 11÷12;

➢ Công nghệ lọc bùn đỏ phù hợp là lọc ép khung bản, độ ẩm bánh lọc nhỏ nhất khoảng 28 %;

➢ Áp bơm và ép >7 at, nồng độ pha rắn trong bùn đầu không nhỏ hơn 400 g/l;

➢ Dung dịch thu hồi sau lọc ép bùn đỏ có hàm lượng Na_2O_k khoảng 3,2 g/l tương đương 6,4 g xút tinh thể NaOH và 2,7 g/l Al_2O_3 ;

➢ Độ đầm chặt K_p đạt giá trị 1 khi độ ẩm bùn đỏ khoảng 20÷21 %;

➢ Khi độ đầm chặt bùn đỏ $K_p > 0,9$ bùn đỏ có tính thấm ít, khi $K_p > 0,95$ xem như không thấm;

➢ Khả năng chịu nén lún của bùn đỏ sau khi đầm chặt $K_p > 0,95$ là rất cao, có thể sử dụng làm vật liệu đắp nền đường nếu xử lý được tính kiềm của vật liệu bùn đỏ.

2.3. Kết quả thử nghiệm thi công đầm nén đắp bùn đỏ trên hiện trường

Từ kết quả nghiên cứu các tính chất cơ học bùn đỏ, đề tài đã triển khai thi công lọc ép hơn 2000 tấn bùn đỏ, đắp thử nghiệm bãi chứa bùn đỏ với kích thước dài x rộng x cao khoảng 25 x 25 x 4,5 m. Kết cấu của bãi chứa gồm: nền đất được đầm nén $K_p > 0,9$; xung quanh đắp đê bằng đất cao 1,5 m đầm nén $K_p > 0,95$; lớp màng HDPE dày 1,5 mm chống thấm được phủ lên toàn bộ bề mặt bãi chứa và mặt trong của thân đê; phía dưới màng HDPE được bố trí các ống được đục lỗ bọc vải địa kỹ thuật xung quanh có lớp lọc ngược để theo dõi dịch thấm (nếu có). Phía trên màng HDPE là bùn đỏ lọc ép và hong phơi sau đó lu nền chặt theo từng lớp độ đầm chặt $K_p > 0,9$; xung quanh bề mặt đê chắn bãi chứa bùn đỏ có bố trí hệ thống rãnh thu hồi nước mưa rửa trôi; góc dốc sườn tầng của bãi chứa bùn đỏ là 27° ; sau khi đắp xong, toàn bộ bề mặt bãi chứa được phủ đất màu và trồng cỏ. Kết cấu bãi chứa thử nghiệm đắp chồng cao bùn đỏ nhôm được thể hiện trên các hình H.10, H.11.

Kết quả thực nghiệm thi công bãi chứa bùn đỏ sau lọc ép và hong phơi đã rút ra một số kinh nghiệm sau:

➢ Để đạt được độ đầm nén $K_p > 0,9$ thì độ ẩm của bùn đỏ không vượt quá 27 %, độ đầm nén $K_p > 0,95$ thì độ ẩm bùn đỏ không vượt quá 25 %;

➢ Khi thời tiết khô ráo, nắng nhiều thì chiều dày lớp bùn đỏ khi hong phơi có thể 0,4÷0,5 m sau khi

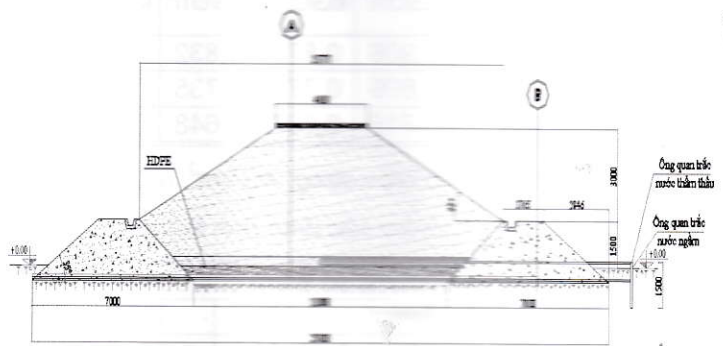
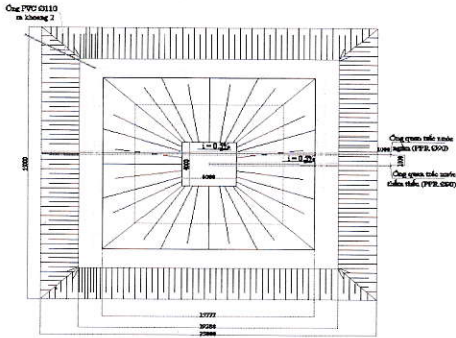
phơi 2÷3 ngày có thể lu nền đạt $K_p > 0,9$;

➢ Khi trời không nắng ít mưa, thì chiều dày lớp bùn đỏ có thể 0,3÷0,4 m sau khi phơi 2÷3 ngày có thể lu nền đạt $K_p > 0,9$. Nếu lớp bùn đỏ 0,2÷0,3 m sau khi phơi 1÷2 ngày có thể lu nền đạt $K_p > 0,9$;

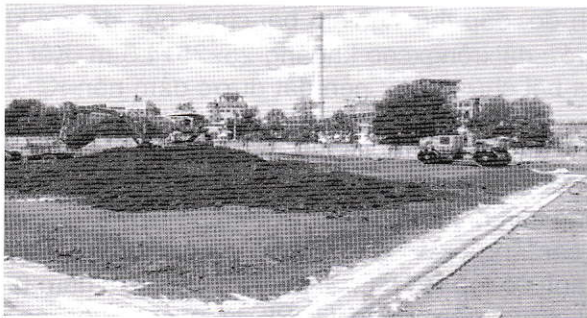
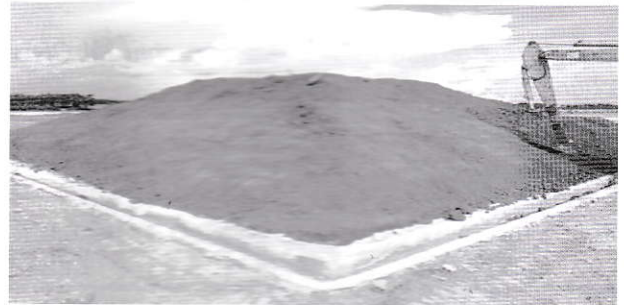
➢ Trường hợp trời mưa nhỏ, lượng mưa > 6 mm/ng.đ thì không lu nền;

➢ Không có hiện tượng sạt lở bờ tầng;

➢ Kết quả xét nghiệm pH mẫu nước mặt và nước ngầm bãi chứa bùn đỏ.



H.10. Mặt bằng và mặt cắt thử nghiệm đắp chồng bùn đỏ khô



H.11. Một số hình ảnh thi công thử nghiệm đắp chồng cao bãi chứa bùn đỏ khô

Bảng 11. Kết quả xét nghiệm pH mẫu nước mưa rửa trôi bề mặt bãi thải và nước ngầm [1]

Tên mẫu nước	pH					
	Khi chưa hoàn thổ				Sau khi hoàn thổ	
	Lượng mưa 28 mm	Lượng mưa 50 mm	Lượng mưa 63 mm	Lượng mưa 75 mm	Lượng mưa 76 mm	Lượng mưa 65 mm
Bề mặt	12,1	11,8	11,4	10,8	8,8	8,5
Ngầm	6,9	7,1	7,1	7,2	7,2	7,2

Kết quả thử nghiệm thi công đắp chồng cao bãi chứa bằng bùn đỏ khô đã khẳng định:

➢ Bùn đỏ sau khi lọc ép, hong khô đến độ ẩm thích hợp có thể làm vật liệu đắp nền, đường, đắp chồng thành bãi chứa cao đảm bảo an toàn độ ổn định;

➢ Bùn đỏ có tính kiềm cao nên nước mưa rửa trôi có tính kiềm cao cần phải thu gom tái sử dụng hoặc xử lý về trung tính trước khi xả thải ra môi trường;

➢ Khi nền bãi chứa bùn đỏ được gia cố bằng vật liệu chống thấm tốt hoặc HDPE thì nước ngầm

dưới bãi thải sẽ không bị ảnh hưởng của sự ô nhiễm môi trường;

➢ Khi bề mặt bãi thải bùn đỏ khô được hoàn thổ trồng cây thì nước không gây ô nhiễm môi trường.

6. Đề xuất phương án công nghệ khả thi xử lý bùn đỏ nhà máy alumin Tân Rai-Lâm Đồng bằng phương pháp thải khô

6.1. Công nghệ thải khô bùn đỏ

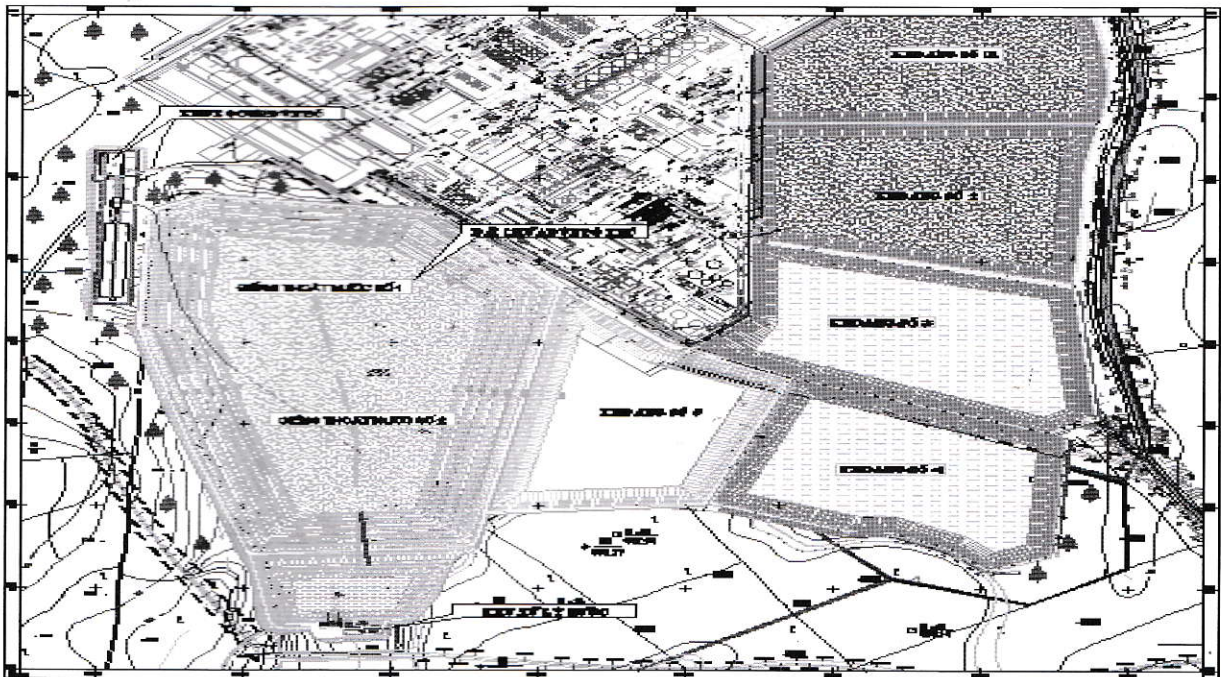
Công nghệ xử lý bùn đỏ bằng phương pháp thải khô được đề xuất bao gồm: Khâu lọc ép bùn đỏ thu hồi xút; Khâu vận chuyển lên bãi chứa; Khâu san gạt, hong phơi, lu lèn.

Quy trình công nghệ được mô tả như sau: Bùn đỏ từ nhà máy được bơm vào các máy lọc ép với áp lực 7 at, sau đó được nén ép bằng khí nén hoặc nước với áp lực 7 at để ép thu hồi xút. Bánh bùn đỏ sau lọc được băng tải đưa về hồ

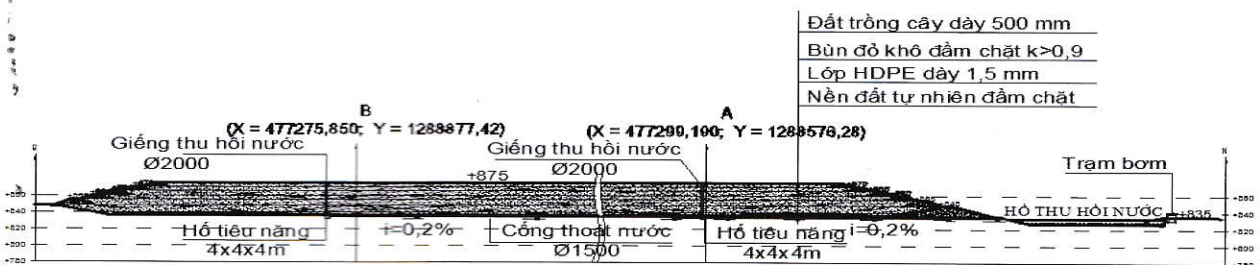
chứa sau đó xả xuống ô tô vận chuyển ra bãi hoặc đưa về kho chứa nếu có mưa. Tại bãi chứa bùn đỏ được san gạt đến độ dày 0,3-1 m tùy theo điều kiện thời tiết để hong phơi khô đến độ ẩm 25-27 % thì lu nèn chặt. Bờ tầng đê che chắn bãi chứa, yêu cầu độ đầm chặt $K_p > 0,95$, phía trong đê có thể đầm chặt đến $K_p \geq 0,9$. Chiều cao trung bình mỗi bờ tầng chọn 5 m.

6.2. Tổng mặt bằng bãi chứa bùn đỏ khô cho Nhà máy alumin Tân Rai-Lâm Đồng

Đề tài đã lựa chọn khu vực các khoang chứa số 6; 7; 8 làm bãi chứa bùn đỏ khô cho nhà máy alumin quy mô 650.000 tấn/năm. Mặt bằng lựa chọn có ưu điểm nằm trên khu vực quy hoạch đã phê duyệt hồ chứa bùn đỏ, gần nhà máy alumin thuận tiện cho việc vận chuyển bùn đỏ và xút thu hồi, nền bãi chứa chọn từ mức +835 tương đương đáy hồ chứa bùn đỏ ướt.



H.12. Tổng mặt bằng phương án đề xuất xử lý bùn đỏ Nhà máy alumin Tân Rai-Lâm Đồng bằng phương pháp thải khô: khoang số 1 đang hoàn thổ; khoang số 2 đang cải tạo; khoang số 3 đang sử dụng; khoang số 4 đang sử dụng; các hạng mục của phương án gồm khoang số 5 (dự phòng), xưởng lọc ép bùn đỏ; bãi chứa bùn đỏ khô; hồ môi trường



H.13. Mặt cắt điển hình qua khu vực bãi thải bùn đỏ khô

6.3. Tính toán, xác định một số thông số cơ bản bãi thải chứa bùn đỏ khô

a. Xác định chiều cao bãi chứa bùn đỏ khô

$$H_{max} = \frac{2.C_n \cdot \sin 2\alpha \cdot \sin(\omega_n - \beta)}{\gamma \cdot \sin(\alpha - \beta) \left[\frac{(1 - \sin \varphi_t) \sin(\alpha - \beta)}{\cos(90^\circ - \omega_n - \beta)} - 2 \cos \beta \cos \beta \omega_n - \alpha \right] (\tan \varphi_n \cdot \cos \beta - \sin \beta)}, \text{ m.} \quad (1)$$

Trong đó: $\omega_n = (45 + \varphi_t/2)$, độ; C_n - Cường độ lực dính kết nền bãi chứa; $C_n = 0,20 \text{ kG/cm}^2$; φ_n - Góc nội ma sát nền bãi chứa, $\varphi_n = 23^\circ$; β - Góc nghiêng nền bãi chứa, $\beta = 6^\circ$; α - Góc dốc bãi chứa, $\alpha = 17^\circ$; φ_t - Góc nội ma sát của bùn đỏ khô; $\varphi_t = 16,5^\circ$; γ_{bc} - Khối lượng thể tích bùn đỏ tại bãi chứa, $\gamma_{bc} = 2,05 \text{ t/m}^3$.

Thay các giá trị trên vào công thức (1) ta được $H = 86,4 \text{ m}$. Như bùn đỏ nhà máy alumin Lâm Đồng sau khi phơi khô đến độ ẩm thích hợp, thì có thể đắp cao tối đa là $86,4 \text{ m}$.

b. Xác định chiều cao bờ tầng bãi chứa

Chiều cao bờ tầng bãi chứa hợp lý được xác định trên cơ sở tổng chi phí vận tải và gạt là nhỏ nhất. Kết quả tính toán chi phí đổ thải cho thấy, chiều cao tầng thải $H = 5 \text{ m}$ cho chi phí thấp nhất.

c. Xác định góc dốc sườn tầng bãi chứa

Góc nghiêng sườn các tầng của bãi chứa bùn đỏ khô được xác định theo công thức:

$$\tan \alpha = \frac{\tan \varphi_{tt}}{K} + \frac{C_{tt}}{\gamma \cdot h_b}, \text{ độ.} \quad (2)$$

Trong đó: α - Góc nghiêng sườn tầng, độ; φ_{tt} - Góc nội ma sát tính toán $\varphi = 16,5^\circ$; K - hệ số an toàn, $K = 1,1$; C_{tt} - Lực dính kết bùn đỏ, $C = 3,65 \text{ T/m}^2$; γ - Khối lượng thể tích bùn đỏ khô, $\gamma = 2,04 \text{ T/m}^3$; h_b - Chiều cao tầng bùn, $h_b = 5,0 \text{ m}$. Thay số liệu vào công thức (2) ta được $\alpha = 27^\circ$. Như vậy đề tài dự tính góc nghiêng của sườn tầng của bãi chứa bùn đỏ là 27° .

Tính toán khối lượng bùn đỏ khô thực tế có thể đắp chồng tại bãi chứa với chiều cao 25 m tính từ mặt bằng Nhà máy alumin (+850) là $18.633.026 \text{ tấn}$.

d. Tính toán ổn định, ứng suất biến dạng bờ tầng bãi chứa bùn đỏ khô

Đề tài đã sử dụng bộ phần mềm GeoStudio của Công ty phần mềm GeoStudio-Canada để giải quyết các bài toán ổn định, ứng suất, biến dạng của đập đất, kiểm toán lại toàn bộ độ ổn định của các bờ tầng công tác bãi chứa bùn đỏ khô. Một số mặt cắt bờ tầng bãi thải điển hình như các hình H.14, H.15. Kết quả tính toán ổn định các bờ tầng cả khi có xe lu 29T cho các giá trị hệ số ổn định nhỏ nhất K_{min} ứng với các trường hợp tính toán, xem các hình vẽ, trong đó cung trượt có hệ số K_{min} được thể hiện trên các hình vẽ tương ứng. Kết quả cho thấy hệ số ổn định mái bờ tầng đảm bảo theo yêu cầu TCVN 8216-2009, $K > [K]$.

Theo điều kiện đảm bảo ổn định bờ bãi chứa, chiều cao bãi chứa lớn nhất được xác định theo công thức sau:



H.14. Kết quả tính ổn định tại cao trình 875 (trái)



H.15. Kết quả tính ổn định tại cao trình 875 (phải)

Bảng 12. Kết quả tính toán độ ổn định bờ tầng bãi thải bùn đỏ khô [1]

Mái tính ổn định		Hệ số ổn định tính toán K_{min}	Hệ số ổn định cho phép [K]
+875	Bên trái	1,306	1,3
	Bên phải	1,359	

Như vậy, với công suất Nhà máy alumin Tân Rai-Lâm Đồng 650.000 tấn/năm , tổng chiều cao bãi thải so mặt bằng Nhà máy alumin là 25 m thì tại khu vực khoảng số 6; 7; 8 có thể xây dựng bãi chứa bùn đỏ khô, tại đây hoàn toàn có thể đáp ứng nhu cầu thời gian tồn tại của nhà máy alumin đến năm 2050.

e. Các giải pháp bảo vệ môi trường bãi thải bùn đỏ khô

Bề mặt nền, mặt thành trong của thung lũng và sườn phía trong của thân đê cơ sở bao quanh bãi chứa phải được lu lèn chặt và chống thấm đảm bảo an toàn ổn định và môi trường.

Giữa bãi chứa xây dựng các giếng thu nước mưa rửa trôi và đường ống dẫn nước mưa nhiễm xút về hồ môi trường để tận thu nước mưa kèm xút.

Trong trường hợp lượng nước mưa nhiễm xút vượt quá Quy chuẩn và có nhu cầu xả thải thì phải xử lý về trung tính trước khi xả thải.

Xung quanh bãi thải bùn đỏ được trồng cây che chắn tạo bóng mát và tạo nên cảnh quan môi trường. Các sườn tầng bãi thải được phủ lớp đất

màu dày 0,3 m để trồng cỏ chống rửa trôi và giảm thiểu ô nhiễm.

Khi đóng bãi thải bùn đỏ khô cần tiến hành phủ lớp đất màu trên bề mặt dày 0,5 m sau trồng cây để giữ ẩm cho đất và chống rửa trôi bề mặt. Xử lý chống bụi bằng phương pháp phun sương hoặc tưới nước cục bộ cho đường ô tô trong quá trình vận chuyển bùn đỏ lên bãi chứa.

Bảng 13. Một số chỉ tiêu KTKT của Phương án (PA) thải khô và thải ướt bùn đỏ n/m alumin Tân Rai-Lâm Đồng Đồng [1]

No	Nội dung	ĐVT	PA thải khô	PA thải ướt	Chênh lệch
1	Chi phí đầu tư	tr.đ	420.149	4.694.062	-4.273.914
	Chi phí xây dựng	"	280.060	4.302.971	-4.022.911
	Chi phí thiết bị	"	94.966		94.966
	Chi phí đền bù	"	37.244	197.530	-160.286
	Chi phí hoàn thổ	"	7.879	193.562	-185.683
2	Chi phí vận hành	tr.đ	900.011	95.714	804.298
	Chi phí vận hành đơn vị	đồng/ tấn bùn đỏ	47.141	5.172	41.970
3	Tổng chi phí (ĐT+ VH)	tr.đ	1.320.160	4.789.776	-3.469.616
4	Tổng chi phí quy đổi	tr.đ	618.431	2.816.067	-2.197.635

Qua so sánh Phương án xử lý bùn đỏ bằng phương pháp thải khô với phương pháp thải ướt cho Dự án Nhà máy sản xuất alumin Tân Rai-Lâm Đồng trong thời gian khoảng 30 năm (2020-2050) cho thấy:

➢ Về kỹ thuật-môi trường: phương án thải khô có ưu điểm thu hồi xút lớn hơn và an toàn hơn;

➢ Về kinh tế: tổng chi phí đầu tư và chi phí quy đổi của Phương án thải khô là thấp hơn nhiều so phương án thải ướt, chi phí vận hành của phương án thải khô cao hơn so thải ướt, tuy nhiên xét về tổng thể cả đời Dự án thì phương án thải khô hiệu quả hơn do Tổng chi phí đầu tư vận hành quy đổi thấp hơn nhiều;

➢ Về xã hội: phương án thải khô sử dụng đất đai làm bãi chứa bùn đỏ ít hơn rất nhiều so thải ướt nên quá trình đền bù giải phóng mặt bằng sẽ ít hơn và thuận tiện hơn.

5. Kết luận

Xử lý bùn đỏ alumin bằng công nghệ thải khô là phương pháp hiện đại có nhiều ưu điểm tiết kiệm tài nguyên đất, tận thu tối đa vật liệu xút để tái sử dụng và an toàn về môi trường. Hiện nay, trên thế giới các nhà máy mới xây dựng và cải tạo đều ứng dụng công nghệ thải khô. Các kết quả nghiên cứu, thử nghiệm của đề tài đã chứng minh thực nghiệm bằng công nghệ thải khô bùn đỏ Nhà máy alumin Tân Rai-Lâm Đồng có thể đáp ứng cao an toàn, tiết kiệm tài nguyên đất, tận thu nguyên vật liệu xút, giảm thiểu rủi ro về môi trường, giảm chi phí đầu tư

f. Tính toán hiệu quả kinh tế của phương án đầu tư xử lý bùn đỏ Nhà máy alumin Tân Rai-Lâm Đồng bằng phương pháp thải khô

Đề tài đã tính toán Phương án đề xuất thải khô bùn đỏ và so sánh với Phương án thải ướt bùn đỏ cho Nhà máy alumin Tân Rai-Lâm Đồng với công suất 650.000 tấn/năm, thời gian vận hành dự kiến khoảng 30 năm (2020-2050).

và nâng cao hơn hiệu quả sản xuất alumin.

Đề nghị các cơ quan quản lý Nhà nước, TKV cho phép triển khai lập Báo cáo khả thi Dự án đầu tư công nghệ xử lý bùn đỏ bằng phương pháp thải khô cho các Nhà máy alumin Tân Rai-Lâm Đồng và Nhân Cơ-Đắk Nông nhằm tiết kiệm tài nguyên đất, an toàn môi trường, tận thu xút, giảm chi phí đầu tư, giảm giá thành sản xuất alumin và làm các cơ sở cho triển khai các bước tiếp theo. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Báo cáo tổng kết Đề tài: "Nghiên cứu xử lý bùn đỏ nhà máy alumin Tân Rai Lâm Đồng bằng phương pháp thải khô". Viện KHCN Mỏ-Vinacomin. 2019.
2. Thiết kế kỹ thuật hồ bùn đỏ Dự án tổ hợp alumin nhôm Lâm đồng, Chalieceo. 2007.
3. Thiết kế kỹ thuật hồ bùn đỏ Dự án Nhà máy alumin Nhân cơ, Chalieceo. 2010.
4. Báo cáo "Các công trình hoàn thành bảo vệ môi trường Tổ hợp bauxit nhôm Lâm Đồng". Viện KHCN Mỏ-Vinacomin 2018.

Ngày nhận bài: 06/4/2019

Ngày gửi phản biện: 18/7/2019

Ngày nhận phản biện: 24/11/2019

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/12/2019

Từ khóa: xử lý bùn đỏ; nhà máy alumin Lâm Đồng; phương pháp thải khô

(Xem tiếp trang 55)

7. Phạm Văn Luận. Jameson - Một thiết bị tối ưu để tuyển nổi bùn than, Tạp chí Công Nghiệp Mỏ. Số 4. 2012. Tr. 65÷67.

8. Phạm Văn Luận. Nghiên cứu tuyển than bùn vùng Hòn Gai bằng máy tuyển nổi Jameson. Tạp chí Công Nghiệp Mỏ. Số 6. 2015. Tr. 14÷18.

9. Janusz S. Laskowski (2001), Coal Flotation and Fine Coal Utilization, Elsevier.

10. Renhe Jia, Guy H. Harris, Douglas W. Fuerstenau, (2002), Chemical Reagents for Enhanced Coal Flotation, Coal Preparation, 22, 123÷149.

11. Dube, Raghav M (2012), Collectors for enabling flotation of oxidized coal, Theses and Dissertations-Mining Engineering, University of Kentucky.

12. Rick Q. Honaker (2010), International Coal Preparation Congress 2010 conference proceedings, 421÷431, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.

13. Murat Erol (2003), The effect of reagents and reagent mixtures on froth flotation of coal fines, Int. J. Miner. Process 71, 131÷145.

14. Guangqian Xu, Xiangning Bu,... (2019), Combined column and cell flotation process for improving clean coal quality: Laboratory-scale and industry-scale studies, Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, S <https://doi.org/10.1080/15567036.2019.1618981>.

15. Vasumathi N., Vijaya Kumar T.V. (2018), fine coal beneficiation by pilot column flotation, Journal of Mining and Metallurgy, 54 A (1), 25÷33.

16. Oh-Hyung Han, Min-Kyu Kim (2014), Fine coal beneficiation by column flotation, Fuel Processing Technology 126, 49÷59.

Ngày nhận bài: 06/04/2019

Ngày gửi phản biện: 28/06/2019

Ngày nhận phản biện: 29/08/2019

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/12/2019

Từ khóa: tuyển nổi, bùn than, thuốc tuyển; tuyển đất đá lẫn than; độ tro; máy tuyển nổi cơ giới; Jameson

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam

SUMMARY

Coal sludge with ash content of over 50 % formed at Khánh Hòa Coal Mine during coal mining and processing activities is steadily accumulated in large amounts at the mine site. Flotation seems to be the only suitable methods to process such coal sludges. The method uses different types of flotation reagents and flotation machines. This paper presents the results of the research on flotation of two coal sludge samples collected from the pit bottom and from the washing facilities of Khánh Hòa Coal Mine. Flotation of these coal sludge samples with ash content respectively of approximately 50 % and 55 % by a laboratory-scale Jameson flotation machine has produced clean coal products with ash content of less than 35 % with the actual recovery of approximately 89 % and 82 %; In addition, waste rock rejects with ash content of over 80 % are eligibly suitable for disposal.

MỘT SỐ KẾT QUẢ...

(Tiếp theo trang 73)

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam

SUMMARY

The paper introduces some research results of treating red mud at Lâm Đồng alumina plant by dry waste method. From that result, the authors recommend Vinacomin Group to widely deploy the method in practice.



1. Mọi khó khăn và sợ hãi sinh ra là để trau dồi phẩm chất anh hùng. *Tăng Quốc Phiên.*
2. Bạn có thể thực sự bắt đầu già đi cho đến khi bạn ngừng học hỏi. *Bill Gates.*
3. Hãy tự tạo cho mình một khung ghi nhớ đủ rộng, vì đó sẽ là nơi giúp bạn sắp xếp những kiến thức mình đã đọc được. *Bill Gates*
4. Theo đuổi ước mơ và mục tiêu của riêng mình có thể khiến bạn có cảm giác hạnh phúc lâu dài, cuối cùng sẽ chuyển hóa thành của cải. *Corley.*

VTH sưu tầm