

GIẢI PHÁP THIẾT BỊ CÔNG NGHỆ VÀ HÓA CHẤT THUỐC TUYỂN ĐỂ TUYỂN QUẶNG ĐẤT HIỂM XÂM NHIỄM MỎ ĐẤT HIỂM YÊN PHÚ

PHẠM ĐỨC PHONG, TRẦN THỊ HIẾN, ĐINH SƠN DƯƠNG

Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim

Email: hienvimluki@gmail.com

1. Mở đầu

Đất hiếm là một loại khoáng sản đặc biệt, nguyên tố đất hiếm có vai trò rất quan trọng và là vật liệu chiến lược đối với sự phát triển của các ngành kỹ thuật mũi nhọn, công nghệ cao như điện, điện tử, quang học, laser, vật liệu siêu dẫn, chất phát quang. Đất hiếm được dùng để sản xuất các chất xúc tác, nam châm, hợp kim, bột mài, gốm, chất phát quang... Theo Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ, trữ lượng đất hiếm toàn cầu là 120 triệu tấn tổng oxit đất hiếm (TR_2O_3), trong đó Việt Nam có tổng trữ lượng khoảng 22 triệu tấn, xếp thứ hai thế giới sau Trung Quốc [5]. Đất hiếm ở Việt Nam tập trung ở Lai Châu (Nậm Xe, Đông Pao), Yên Bái (Yên Phú) và các tỉnh ven biển từ Thanh Hóa đến Bà Rịa-Vũng Tàu (trong quặng sa khoáng titan).

Mỏ đất hiếm Yên Phú đã được Bộ Tài nguyên và Môi trường cấp phép khai thác cho Công ty Cổ phần Tập đoàn Thái Dương. Trữ lượng khoảng 28.000 tấn tổng oxit đất hiếm (TR_2O_3), công suất thiết kế 3.300 tấn TR_2O_3 /năm và 36.000 tấn quặng tinh sắt/năm, thời gian khai thác ~8 năm [1], [2].

Quặng đất hiếm Yên Phú thuộc loại quặng phong hóa mạnh, khoáng vật chứa đất hiếm chủ yếu là xenotim với hàm lượng nhỏ; khoáng vật chứa sắt gồm goetit 18÷20 %, magnetit 24÷26 %; các thành phần khác gồm chủ yếu là thạch anh 41÷43 %, kaolinit+clorit 3÷5 %, feldpat 2÷4 %, talc 1÷3 %,... Kết quả phân tích hóa đã nguyên tố mẫu quặng nguyên khai, trong mẫu hàm lượng đất hiếm là 1,12 % TR_2O_3 , hàm lượng sắt là 33,62 % Fe, hàm lượng silic là 40,24 % SiO_2 ,... [3].

Công tác nghiên cứu tuyển quặng đất hiếm Yên Phú được triển khai từ những năm 1990. Từ các kết quả nghiên cứu đã khẳng định, tuyển nổi là phương pháp chủ yếu để thu hồi sản phẩm quặng tinh đất hiếm của mỏ này. Năm 2011-2013, Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim đã triển

khai thí nghiệm tuyển quặng đất hiếm Yên Phú trên quy mô bán công nghiệp (Pilot). Các kết quả nghiên cứu này là cơ sở để lập "Dự án ĐTXD công trình khai thác và chế biến quặng đất hiếm mỏ Yên Phú, Văn Yên, Yên Bái".

Nhà máy tuyển quặng đất hiếm Yên Phú đã được xây dựng, lắp đặt thiết bị và đưa vào hoạt động từ năm 2018. Sơ đồ công nghệ tại nhà máy thể hiện như hình H.1, được mô tả như sau: quặng nguyên khai có hàm lượng trung bình ~1,2 % TR_2O_3 , 33 % Fe, được cấp vào hệ thống đập-sàng để giảm kích cỡ hạt, sau đó đưa lên băng tải cấp liệu vào máy nghiền bi 1. Sản phẩm sau máy nghiền bi 1 được bơm lên phân cấp xyclon 1. Sản phẩm cát xyclon 1 theo máng hứng cấp vào máy nghiền bi 2.

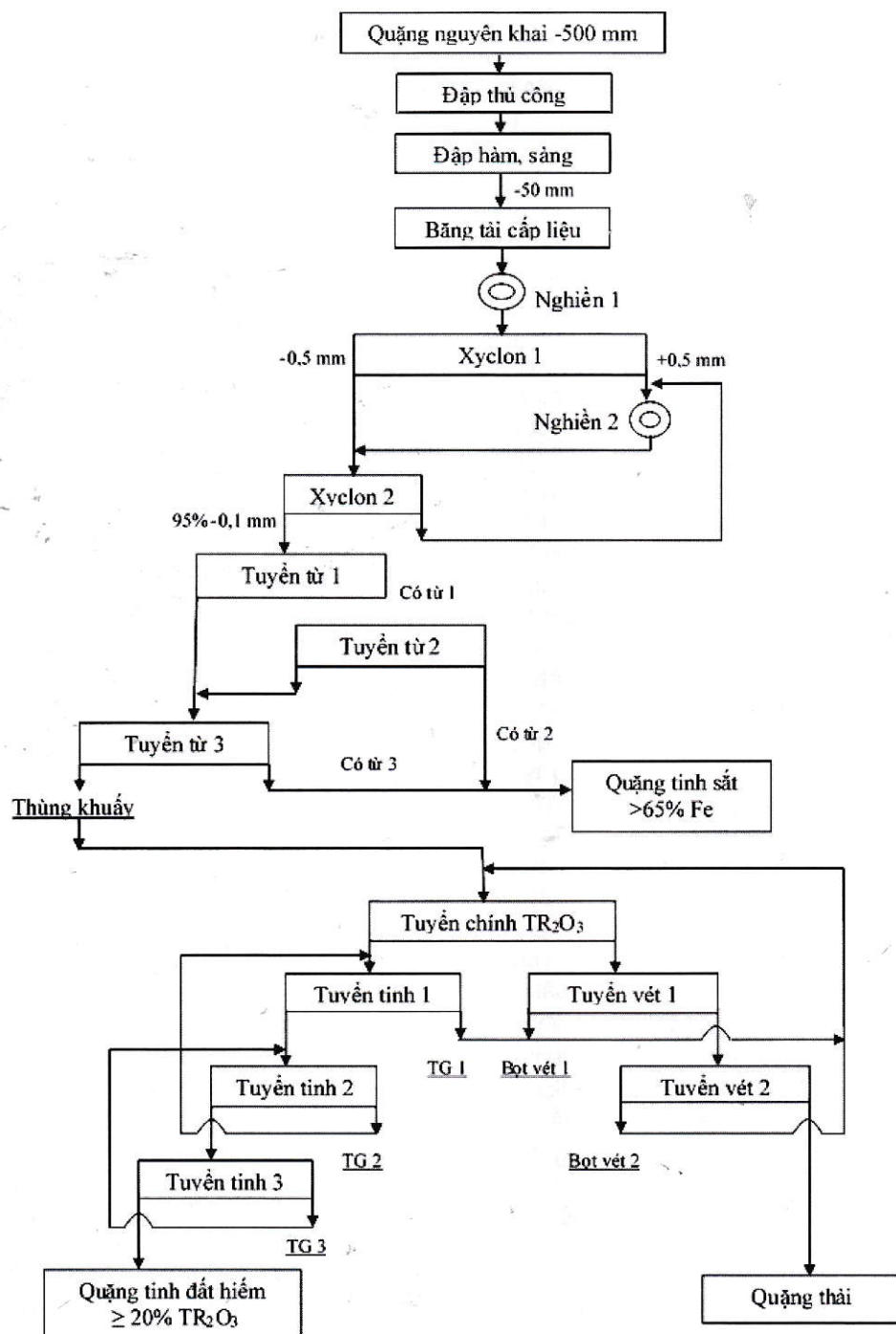
Sản phẩm sau máy nghiền bi 2 và sản phẩm bùn tràn phân cấp xyclon 1 được bơm lên phân cấp xyclon 2. Cát phân cấp xyclon 2 cấp lại vào máy nghiền bi 2. Bùn tràn phân cấp xyclon 2 được cấp vào hệ thống tuyển từ có cường độ từ trường 900÷1500 oxtet. Sản phẩm không từ tiếp tục đưa vào dây chuyền tuyển nổi để thu hồi quặng tinh đất hiếm. Dây chuyền tuyển nổi đất hiếm gồm 01 khâu tuyển chính, 02 khâu tuyển vét, 03 khâu tuyển tinh. Sau khi nhà máy hoạt động ổn định, các sản phẩm thu được sau quá trình tuyển là sản phẩm quặng tinh đất hiếm đạt hàm lượng >65 % Fe, sản phẩm quặng tinh đất hiếm đạt hàm lượng trung bình ~23 % TR_2O_3 , tuy nhiên quặng thải có hàm lượng đất hiếm cao ~1 % TR_2O_3 , thực thu sản phẩm quặng tinh đất hiếm ở mức thấp ~30 %.

Đánh giá những tồn tại trên dây chuyền tuyển, các cán bộ kỹ thuật của nhà máy và các chuyên gia cho rằng: năng suất cấp liệu từ băng tải vào máy nghiền chưa ổn định; một số khâu công nghệ như nghiền, phân cấp, tuyển nổi làm việc chưa hiệu quả; thành phần khoáng vật, thành phần hóa học, thành phần độ hạt mẫu quặng nguyên khai cấp vào dây chuyền tuyển có sự khác biệt so với các mẫu nghiên cứu

trước đây và không đồng đều giữa các ca sản xuất. Đặc biệt, cấp hạt mịn $-0,01\text{mm}$ trong quặng nguyên khai có mức thu hoạch $\sim 10\%$ và sau khi nghiền đến độ hạt $\sim 90\%$ cấp hạt $-0,074\text{mm}$ thì cấp hạt này có mức thu hoạch $\sim 30\%$ là yếu tố chính ảnh hưởng đến quá trình tuyển nổi.

Từ đây, Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim đã đăng ký nhiệm vụ với Bộ Công Thương chủ trì thực hiện đề tài “Nghiên cứu giải pháp thiết bị

công nghệ và hóa chất thuốc tuyển để tuyển quặng đất hiếm xâm nhiễm mịn mỏ đất hiếm Yên Phú” với mục tiêu đưa ra giải pháp, cải tiến công nghệ tuyển nhằm nâng cao thực thu sản phẩm quặng tinh đất hiếm mỏ đất hiếm Yên Phú. Công tác nghiên cứu giải pháp thiết bị công nghệ và hóa chất thuốc tuyển quy mô phòng thí nghiệm song hành cùng các giải pháp tư vấn, từng bước khắc phục những tồn tại thực tế tại nhà máy tuyển quặng đất hiếm Yên Phú.



H.1. Sơ đồ công nghệ tuyển quặng đất hiếm Yên Phú giai đoạn năm 2018-2019



H.2. Hình ảnh nhà máy tuyển quặng đất hiếm Yên Phú

2. Giải pháp thiết bị công nghệ và hóa chất thuốc tuyển để tuyển quặng đất hiếm Yên Phú

Mục đích của công tác nghiên cứu các giải pháp thiết bị công nghệ và hóa chất thuốc tuyển nhằm đổi mới thiết bị công nghệ, bổ sung hoặc thay thế, khắc phục những tồn tại, hạn chế của công nghệ cũ bằng những công nghệ mới tiên tiến hơn, ưu việt hơn, tạo ra sản phẩm đạt được các chỉ tiêu công nghệ cao hơn, từ đó góp phần nâng cao năng lực sản xuất của doanh nghiệp, giảm chi phí sản xuất, tiết kiệm tài nguyên và giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

2.1. Giải pháp đổi mới, hiện đại hóa công nghệ

Nghiên cứu đổi mới, hiện đại hóa công nghệ là con đường ngắn nhất để doanh nghiệp có thể bứt phá, nâng cao năng lực sản xuất và chất lượng sản phẩm. Chính vì vậy, sau 2 năm nhà máy đi vào sản xuất, các cán bộ tại nhà máy kết hợp với chuyên gia, các nhà khoa học chuyên ngành tuyển khoáng đã không ngừng nghiên cứu đổi mới, hiện đại hóa công nghệ tăng cường thiết bị từ khâu chuẩn bị nguyên liệu đầu vào đến khâu tuyển nổi thu hồi sản phẩm. Đối với khâu chuẩn bị nguyên liệu, tại thời điểm những tháng đầu năm 2019 trở về trước, quặng nguyên khai được vận chuyển bằng ô tô và đưa trực tiếp vào nhà máy tuyển. Hàm lượng quặng nguyên khai tại các ca sản xuất luôn có sự biến động dẫn đến chất lượng sản phẩm không ổn định. Nhà máy đã đưa ra giải pháp khai thác chọn lọc, thiết kế bãi chứa để phối trộn quặng nguyên khai sau khai thác trước khi đưa vào nhà máy tuyển. Do vậy, đến thời điểm hiện nay, các khâu công nghệ tại nhà máy đã ổn định do không có sự biến động lớn về thành phần vật chất của nguyên liệu đầu vào giữa các ca sản xuất.

Một giải pháp quan trọng trong nghiên cứu đổi mới công nghệ tuyển quặng đất hiếm Yên Phú là bổ sung thêm khâu tách cấp hạt slam mịn (cấp hạt -0,01 mm) trong sơ đồ công nghệ. Các hạt slam mịn có tính nổi kém và ít khả năng tuyển chọn riêng. Sự xuất hiện đáng kể các hạt slam mịn làm

ảnh hưởng tiêu cực đến quá trình tuyển nổi cũng như tiêu hao thuốc tuyển. Do đó, nhóm nghiên cứu đề tài và chuyên gia đã đưa ra giải pháp công nghệ là loại bỏ các cấp hạt slam mịn trước khi đưa tuyển nổi. Ngoài ra, trong quặng thải hàm lượng giữa các ca sản xuất ở mức cao, nhà máy đã lắp đặt thêm 01 khâu tuyển vớt để giảm hàm lượng đất hiếm trong quặng thải, nâng cao thực thu đất hiếm trong sản phẩm quặng tinh. Sơ đồ công nghệ tuyển quặng đất hiếm Yên Phú sau khi đổi mới, cải tiến được thể hiện tại hình H.3.

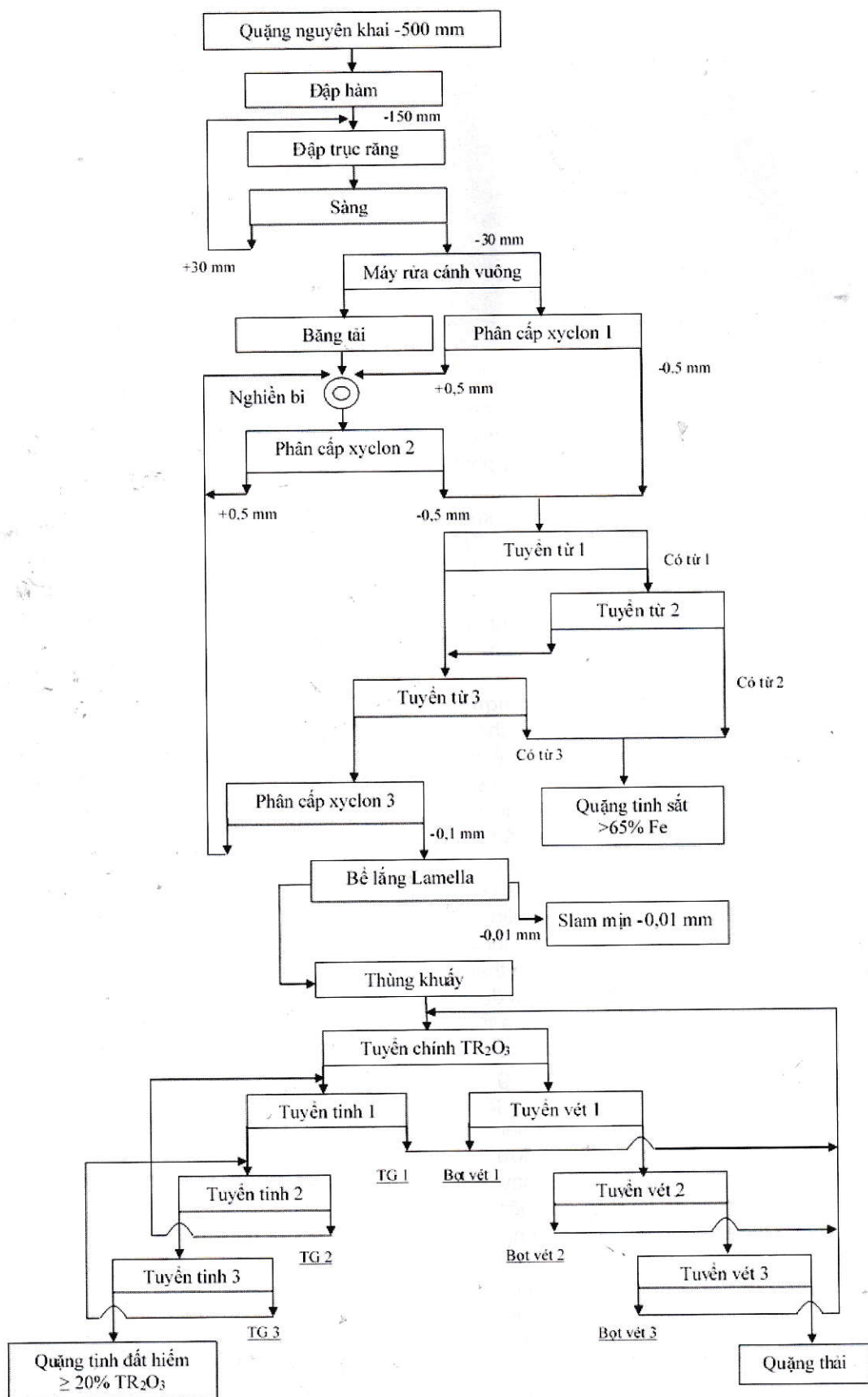
2.2. Giải pháp đổi mới, hiện đại hóa, tăng cường thiết bị

Để đáp ứng phương án đổi mới công nghệ, công tác hiện đại hóa, tăng cường thiết bị là yếu tố quan trọng. Đối với khâu chuẩn bị nguyên liệu, năm 2018 nhà máy chỉ sử dụng 01 máy đập hàm Model PE 400×600 mm để giảm kích thước quặng trước khi đưa vào máy nghiền. Khi khai thác quặng có kích thước đến 500 mm, dù có kết hợp đập thủ công những hạt quặng lớn trước khi cấp vào máy; máy đập hàm chưa đáp ứng được năng suất, kích thước sản phẩm sau đập, do đó, kích thước hạt quặng cấp cho máy nghiền chưa đạt yêu cầu, sản phẩm sau khi nghiền chưa đạt độ mịn nghiền tối ưu. Giải quyết những vướng mắc đó, nhà máy đã lắp đặt thêm thiết bị máy đập trục răng 1,5×1,5 m để giảm độ hạt sản phẩm sau máy đập hàm. Sau khi lắp đặt và hoạt động, những vướng mắc về khâu chuẩn bị nguyên liệu đã được giải quyết.

Nhà máy đã bổ sung thiết bị máy rửa cánh vuông D=1,7 m kết hợp với bể lắng Lamella 100 m² để đáp ứng yêu cầu tách cấp hạt mịn. Bể lắng Lamella là thiết bị lắng tiên tiến hiện nay, gồm các ống lắng hoặc tấm lắng. Mỗi ống hoặc các tấm lắng có chức năng như một bể lắng thu nhỏ, giúp tăng diện tích lắng. Bể lắng Lamella được sử dụng hữu ích trong các nhà máy nơi có diện tích giới hạn hoặc để tăng cường công suất của các bể lắng nông, cải tạo các bể lắng thể hệ cũ. Sau quá trình lắp đặt và hoạt động thiết bị đã loại bỏ được các cấp hạt mịn -0,01 mm, đáp ứng được yêu cầu công nghệ đặt ra.

2.3. Giải pháp thay thế, đổi mới hóa chất thuốc tuyển

Tuyển nổi là phương pháp sử dụng sự khác biệt về tính chất bề mặt giữa khoáng vật có ích và các tạp chất cần tuyển tách. Những khác biệt này có thể tối ưu hóa bằng cách thay đổi hóa học bề mặt thông qua việc bổ sung các hóa chất thuốc tuyển. Lựa chọn được hóa chất thuốc tuyển có tính chọn lọc cao đối với khoáng vật đất hiếm sẽ nâng cao các chỉ tiêu công nghệ tuyển và giảm tiêu hao hóa chất thuốc tuyển.



Ngày nay, cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ, các nhà sản xuất hóa chất cũng đã nghiên cứu, sản xuất ra những chủng loại thuốc tuyển có tính chọn lọc riêng đối với từng loại khoáng vật, từng mỏ quặng cụ thể. Trong công tác nghiên cứu, lựa chọn hóa chất thuốc tuyển tương ứng với thành phần vật chất mỏ quặng đất hiếm Yên Phú, các hóa chất, thuốc tuyển được lựa chọn tối ưu nhất, tiệm cận xu hướng công nghệ trên thế giới [4].

Đối với thuốc điều chỉnh môi trường sử dụng natri cacbonat để đưa môi trường tuyển ở pH=9, bổ sung thuốc đề chìm là lignin, tinh bột ngô kết

hợp natri silicat để đề chìm đất đá (silic) và các khoáng vật sét, oxit sắt...Thuốc tập hợp sử dụng Berol 2014 để tuyển nổi quặng tinh đất hiếm.

Từ những nghiên cứu đưa ra giải pháp đổi mới, hiện đại hóa thiết bị công nghệ, hóa chất thuốc tuyển nêu trên, trong 6 tháng đầu năm 2020, các chỉ tiêu công nghệ tại Nhà máy tuyển quặng đất hiếm Yên Phú được tăng lên, hàm lượng đất hiếm trong sản phẩm quặng tinh đạt 22,51 % TR_2O_3 , thực thu TR_2O_3 trong sản phẩm quặng tinh đất hiếm đạt 50,27 %, quặng thải có hàm lượng 0,53 % TR_2O_3 . Các chỉ tiêu công nghệ tuyển tại nhà máy sau khi cải tiến cụ thể như Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả các chỉ tiêu công nghệ tuyển tại Nhà máy đất hiếm Yên Phú

Tên sản phẩm	Thu hoạch, %	Hàm lượng TR_2O_3 , %	Thực thu TR_2O_3 , %
Quặng tinh đất hiếm	2,47	22,51	50,27
Quặng tinh sắt	28,66	0,27	7,00
Slam mịn -0,01 mm	7,52	1,96	13,33
Quặng thải	61,35	0,53	29,40
Quặng cấp	100,00	1,11	100,00

Bảng 2. Chế độ công nghệ tuyển quặng đất hiếm Yên Phú quy mô phòng thí nghiệm

No	Chế độ công nghệ tuyển	Kết quả nghiên cứu
1	Chế độ mịn nghiền	
-	Thời gian nghiền	17 phút
-	Độ mịn nghiền	~90 % - 0,074 mm
-	Tốc độ quay tang nghiền	45 vòng/phút
	Tỷ lệ khối lượng bi/quặng	16
2	Chế độ thuốc điều chỉnh môi trường	
-	Chi phí Na_2CO_3	1800 g/t
-	Môi trường tuyển pH	9
3	Chế độ thuốc đề chìm	
-	Chi phí Na_2SiO_3	600
-	Chi phí lignin	400
-	Chi phí tinh bột ngô	300
4	Chế độ thuốc tập hợp	
-	Chủng loại thuốc tập hợp	Flotinator DP 8500
-	Chi phí Flotinator DP 8500	225 g/t
5	Chế độ thuốc điều chỉnh bọt	
-	Chi phí dầu hòa	300 g/t
6	Xác định số lần tuyển tinh, tuyển vớt	
-	Số lần tuyển tinh	3
-	Số lần tuyển vớt	2

Bảng 3. Kết quả các chỉ tiêu công nghệ tuyển quy mô phòng thí nghiệm

Tên sản phẩm	Thu hoạch, %	Hàm lượng TR_2O_3 , %	Thực thu TR_2O_3 , %
Quặng tinh đất hiếm	3,63	20,79	65,12
Quặng tinh sắt	28,66	0,28	6,92
Slam mịn -0,01 mm	9,48	1,82	14,89
Quặng thải	58,23	0,26	13,06
Quặng cấp	100,00	1,16	100,00

Song hành cùng với công tác tư vấn, đưa ra các giải pháp khắc phục những tồn tại trực tiếp trên dây chuyền tuyển quặng đất hiếm Yên Phú, nhóm thực hiện đề tài đã tiếp tục triển khai nghiên cứu các giải pháp thiết bị công nghệ, hóa chất thuốc tuyển ở quy mô phòng thí nghiệm nhằm nâng cao hơn nữa các chỉ tiêu công nghệ tại nhà máy. Các chế độ thí nghiệm tuyển tối ưu quy mô phòng thí nghiệm được xác lập trình bày tại Bảng 2.

Kết quả nghiên cứu đã thu được sản phẩm quặng tinh đất hiếm đạt hàm lượng 20,79 % TR_2O_3 , thực thu đạt 65,12 % TR_2O_3 , quặng thải đạt hàm lượng 0,26 % TR_2O_3 . Về giải pháp thuốc tuyển lựa chọn thuốc tập hợp Flotinator DP8500 của hãng Clariant với tính chọn lọc riêng khoáng vật đất hiếm cao hơn thay thế cho thuốc tập hợp Berol 2014. Về giải pháp thiết bị sử dụng thiết bị tuyển nổi cột của hãng Eriez để thay thế máy tuyển nổi truyền thống sử dụng các ngăn máy tuyển [3].

3. Kết luận

Từ những nghiên cứu đưa ra giải pháp đổi mới, hiện đại hóa thiết bị công nghệ, hóa chất thuốc tuyển nêu trên, các chỉ tiêu công nghệ tại Nhà máy tuyển quặng đất hiếm Yên Phú được tăng lên, hàm lượng đất hiếm trong sản phẩm quặng tinh đạt 22,51 % TR_2O_3 , thực thu TR_2O_3 trong sản phẩm quặng tinh đất hiếm đạt 50,27 %, quặng thải có hàm lượng 0,53 % TR_2O_3 , cùng với đó là tăng hiệu quả kinh tế và giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Mặc dù việc áp dụng các giải pháp đổi mới thiết bị công nghệ, hóa chất thuốc tuyển tại Nhà máy bước đầu đã đạt được những thành tựu nhất định, tuy nhiên tỷ lệ thu hồi sản phẩm quặng tinh đất hiếm chưa cao. Ở quy mô phòng thí nghiệm, kết quả nghiên cứu đã thu được sản phẩm quặng tinh đất hiếm đạt hàm lượng 20,79 % TR_2O_3 , thực thu đạt 65,12 % TR_2O_3 , quặng thải đạt hàm lượng 0,26 % TR_2O_3 . Đề xuất sử dụng thuốc tập hợp Flotonor DP8500 của hãng Clariant thay thế cho thuốc tuyển Berol 2014. Đề xuất sử dụng thiết bị tuyển nổi cột thay thế các ngăn máy tuyển nổi truyền thống hiện nay tại nhà máy. Do đó, để nâng cao các chỉ tiêu công nghệ tại Nhà máy tuyển quặng đất hiếm Yên Phú các chuyên gia, nhà khoa học và cán bộ kỹ thuật cần tiếp tục nghiên cứu các giải pháp công nghệ để áp dụng vào thực tiễn sản xuất. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Quy hoạch phân vùng thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng đá quý, đất hiếm và urani giai đoạn đến 2015, xét đến 2025.

2. Dự án đầu tư khai thác và chế biến quặng đất hiếm, mỏ đất hiếm xã Yên Phú, huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái. Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim, 2011.

3. Phạm Đức Phong & nnk. Báo cáo Đề tài “Nghiên cứu giải pháp thiết bị công nghệ và hóa chất thuốc tuyển để tuyển quặng đất hiếm xâm nhiễm mìn mỏ đất hiếm Yên Phú”. Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim, 2020.

4. Yicheng Zhang. “Froth flotation of xenotime”. Colorado School of Mines, USA, 2016.

5. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2020.

Ngày nhận bài: 01/06/2020

Ngày gửi phản biện: 18/07/2020

Ngày nhận phản biện: 25/09/2020

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/10/2020

Từ khóa: tuyển quặng đất hiếm; trung hòa quặng; slam mịn nguyên sinh; mỏ đất hiếm Yên Phú

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

Tóm tắt: Nhà máy tuyển quặng đất hiếm Mỏ Yên Phú hoạt động từ năm 2018. Đây là nhà máy khai thác, chế biến quặng đất hiếm đầu tiên ở Việt Nam. Sau 2 năm đi vào sản xuất, nhà máy kết hợp với Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim đã nghiên cứu đổi mới, hiện đại hóa công nghệ. Từ những nghiên cứu giải pháp đổi mới, hiện đại hóa công nghệ, các chỉ tiêu công nghệ tuyển tại Nhà máy được tăng lên, cùng với đó là tăng hiệu quả kinh tế và giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Solution of technological equipment and chemical reagents for sorting rare earth ores contaminated with Yên Phú rare earth mine

SUMMARY

Yên Phú Mining Rare Earth Ore Factory has been operating since 2018. This is the first rare earth ore mining and processing factory in Vietnam. After 2 years of going into production, the factory in association with the Institute of Mining-Metallurgy Science and Technology has researched, renovated and modernized the technology. From research on innovative solutions, modernization of technology, recruiting technology criteria at the factory are increased, along with increasing economic efficiency and reducing environmental pollution.



1. Đạo đức là mục đích cao nhất của loài người, cũng là mục đích cao nhất của giáo dục. J.F. Herbart.

2. Một nghịch lý thú vị đó là, khi chúng ta tiếp nhận con người của mình, chúng ta sẽ có thể thay đổi. C.R. Rogers.

3. Không phải vì bạn không tốt nên mới có cảm giác tự ti. Dù là ai, dù có tài giỏi tới đâu, họ ít nhiều cũng có cảm giác tự ti, chỉ cần có mục tiêu, tất nhiên sẽ có cảm giác tự ti. Alfred Adler.

VTH sưu tầm