



# NGHIÊN CỨU THU HỒI APATIT TRONG BÃI THẢI CỦA NHÀ MÁY TUYỂN QUẶNG APATIT BẮC NHẠC SƠN, LÀO CAI

Trần Văn Được, Nguyễn Hoàng Sơn, Vũ Thị Chinh,  
Phạm Thanh Hải, Phạm Thị Nhung  
Trường Đại học Mỏ - Địa chất  
Email: tranvanduoc@humg.edu.vn

## TÓM TẮT

Quặng apatit là nguồn nguyên liệu chính để sản xuất phân bón. Hàng năm, Nhà máy tuyển quặng apatit Bắc Nhạc Sơn, Lào Cai đã sản xuất ra khoảng 300 nghìn tấn quặng tinh, thải ra khoảng 600 - 700 nghìn tấn quặng đuôi. Với nhiều năm sản xuất, quặng đuôi được tích tụ trong hồ có trữ lượng lên đến hàng chục triệu tấn, với hàm lượng vào khoảng 5 - 10%  $P_2O_5$ . Để sử dụng tổng hợp nguồn tài nguyên khoáng sản và bảo vệ môi trường, bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thu hồi apatit trong bãi thải của nhà máy tuyển quặng apatit Bắc Nhạc Sơn. Kết quả nghiên cứu cho thấy, sử dụng quá trình tuyển nổi sơ bộ, nghiền và tuyển nổi sơ đồ vòng kín với hai khâu tuyển tinh thu được quặng tinh có thu hoạch đạt 13,36%, thực thu đạt 37,60% và hàm lượng  $P_2O_5$  đạt 30,52%, quặng tinh đem phối trộn và làm nguyên liệu cung cấp cho nhà máy sản xuất phân bón.

**Từ khóa:** quặng apatit, tuyển nổi, quặng tinh, quặng đuôi

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quặng apatit loại 3 Lào Cai là nguồn nguyên liệu chính cho ngành sản xuất phân bón Việt Nam. Hiện nay, tại Lào Cai các nhà máy tuyển apatit Tăng Loỏng, Cam Đường và Bắc Nhạc Sơn đã tuyển trên 4 triệu tấn quặng nguyên khai để cung cấp trên 1 triệu tấn quặng tinh apatit cho các nhà máy sản xuất phân bón tại Việt Nam. Do nhiều lý do về thiết kế, công nghệ, thiết bị và thuốc tuyển nên thực thu apatit tại các nhà máy tuyển chưa cao. Thực thu apatit tại nhà máy tuyển Bắc Nhạc Sơn vào khoảng 65-75%, cho nên mất mát apatit vào đuôi thải là không thể tránh khỏi, theo các nghiên cứu, tập trung nhiều ở cấp hạt thô +0,074 mm dưới dạng các liên tinh chưa giải phóng hết [1, 2]. Phân tích quặng tinh apatit hầu như không có cấp +0,074 mm. Trong thiết kế và vận hành, khâu nghiền phân cấp tại nhà máy tuyển chỉ đạt 70-75% cấp -0,074 mm, tức là 25-30% quặng nguyên khai đi vào đuôi thải dưới dạng cấp +0,074 mm. Lượng quặng đuôi apatit chứa trong bãi thải sau hàng chục năm khai thác và tuyển ước lượng đến hàng chục triệu tấn.

Trong những năm gần đây có các nghiên cứu thu hồi apatit trong bãi thải cũ của nhà máy tuyển

trên thế giới [3, 6]. Trên thế giới hiện nay cũng có các sơ đồ công nghệ, thiết bị và thuốc tuyển hiện đại cho phép tuyển được các hạt thô nhằm thu hồi apatit trong các liên tinh [4, 6]. Tham khảo các tài liệu trên thế giới cho thấy có nhiều phương án sơ đồ để tuyển quặng phosphat và apatit cho phép tuyển nổi ở độ hạt thô hơn như sơ đồ Crago, sơ đồ Crago kép, sơ đồ tuyển nổi riêng rẽ cấp thô và mịn, sơ đồ kết hợp tuyển nổi thuận và tuyển nổi nghịch [3, 4, 5, 6]...

Hiện nay, ở Việt Nam trữ lượng quặng apatit loại 3 ngày càng nghèo và cạn kiệt (ước tính chỉ đủ khoảng chục năm khai thác) [1,2], nên lượng apatit có trong đuôi thải từ những năm trước trở nên có giá trị. Đây chính là một dạng mỏ nguồn gốc thứ sinh ngày nay được quan tâm nghiên cứu nhiều. Thu hồi các thành phần có ích trong đuôi thải không chỉ có ý nghĩa kinh tế mà còn có ý nghĩa sử dụng tổng hợp tài nguyên và bảo vệ môi trường.

## 2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### 2.1. Mẫu nghiên cứu

Mẫu nghiên cứu dùng cho thí nghiệm là đuôi thải của Nhà máy tuyển quặng apatit Bắc Nhạc Sơn, Lào Cai, có hàm lượng  $P_2O_5 = 10,76\%$ , thành phần độ hạt và khoáng vật cho ở Bảng 1, Bảng 2.



**Bảng 1. Thành phần độ hạt mẫu nghiên cứu**

STT	Cấp hạt (mm)	Thu hoạch (%)	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1	-0,02	10,19	5,16
2	0,02-0,04	4,07	6,53
3	0,04-0,074	23,42	11,66
4	+0,074	62,32	11,93
	Tổng	100	10,76

**Bảng 2: Thành phần khoáng vật mẫu nghiên cứu**

STT	Thành phần khoáng vật	Hàm lượng (~%)
1	Fluor-apatit	18 - 20
2	Thạch anh	48 - 50
3	Illit	19 - 21
4	Kaolinit	4 - 6
5	Hêmatit	3 - 5
6	Khoáng vật khác	-

## 2.2. Thiết bị và phương pháp thí nghiệm

### 2.2.1. Thiết bị thí nghiệm

Thiết bị thí nghiệm xem Hình H.1, thông số kỹ thuật cho ở Bảng 3.



**H.1. Máy tuyển nổi thí nghiệm**

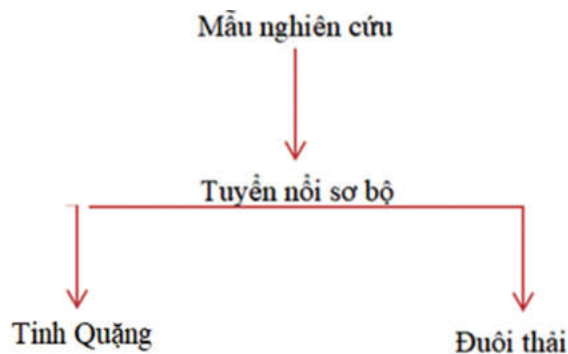
**Bảng 3. Thông số kỹ thuật máy tuyển nổi thí nghiệm**

Dung tích (lít)	3
Đường kính cánh khuấy (mm)	Ø 60
Tốc độ khuấy (vòng/phút)	Điều chỉnh
Tốc độ cánh gạt (vòng/phút)	30
Kích thước hạt quặng (mm)	-0.2
Điện áp	220 V/50Hz
Công suất (W)	250
Kích thước máy (mm)	560x310x590
Trọng lượng máy (kg)	50

### 2.2.2. Phương pháp thí nghiệm

Đầu tiên mẫu nghiên cứu đưa vào tuyển nổi điều kiện theo sơ đồ Hình H.2 nhằm xác định ảnh hưởng của nồng độ bùn, chi phí thuốc tập hợp, chi phí thuốc đê chìm, chi phí thuốc điều chỉnh môi trường và chi phí thuốc tạo bọt đến kết quả tuyển. Với điều kiện tối ưu trên, sản phẩm quặng tinh thu được đưa đi rửa, khử nước và nghiền lại để giải phóng các liên tinh. Sản phẩm sau nghiền lại tiếp tục tuyển tinh để lấy tinh quặng apatit cuối cùng.

Khối lượng mẫu dùng cho mỗi thí nghiệm là 1 kg. Các thuốc tuyển bao gồm: thuốc tập hợp MD, thuốc đê chìm dùng thủy tinh lỏng, điều chỉnh môi trường bằng NaOH và thuốc tạo bọt là BK.



**H.2. Sơ đồ thí nghiệm tuyển nổi điều kiện**

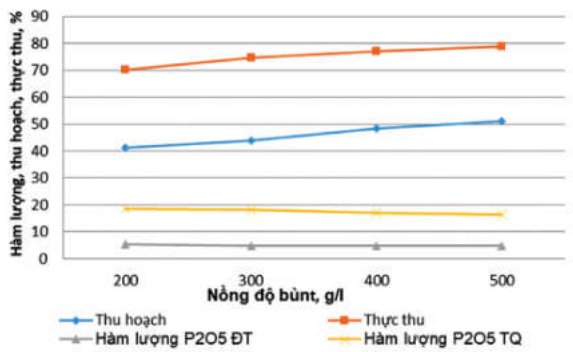
## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của nồng độ bùn đến kết quả tuyển

Điều kiện thí nghiệm: Chi phí thủy tinh lỏng 300 g/t; Chi phí NaOH 200 g/t; Chi phí thuốc tập hợp



(MD) 600 g/t; Chi phí thuốc tạo bọt 100 g/t; Nồng độ bùn thay đổi: 200, 300, 400, 500 g/l. Kết quả thí nghiệm thể hiện trên Hình H.3.

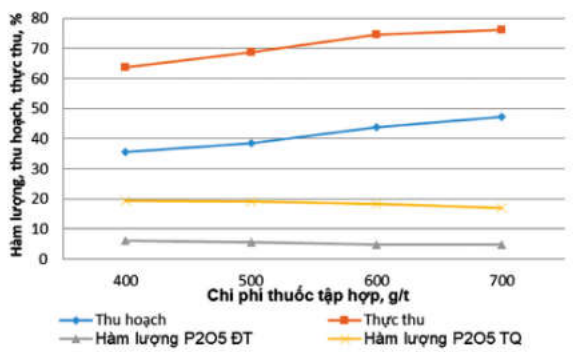


H.3. Ảnh hưởng của nồng độ bùn đến kết quả tuyển

Từ Hình H.3 nhận thấy: Nồng độ bùn tăng thì thu hoạch và thực thu tăng, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh giảm. Khi nồng độ bùn là 200 g/l thì thu hoạch, thực thu, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh và đuôi thải lần lượt là 41,17%; 70,8%; 18,41% và 5,31%. Khi nồng độ bùn tăng lên 500 g/l thì thu hoạch, thực thu, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh và đuôi thải đạt 51,11%; 78,8%; 16,53% và 4,78%. Để đảm bảo thực thu, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh tăng lựa chọn nồng độ bùn tối ưu là 300 g/l thu được thu hoạch, thực thu, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh và đuôi thải là 43,79%; 74,7%; 18,28%; 4,81%.

### 3.2. Thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của thuốc tập hợp đến kết quả tuyển

Điều kiện thí nghiệm: Chi phí thủy tinh lỏng 300 g/t; Chi phí NaOH 200 g/t; Nồng độ bùn 300 g/l; Chi phí thuốc tạo bọt 100 g/t; Chi phí thuốc tập hợp thay đổi: 400, 500, 600, 700 g/t. Kết quả thí nghiệm thể hiện trên Hình H.4.

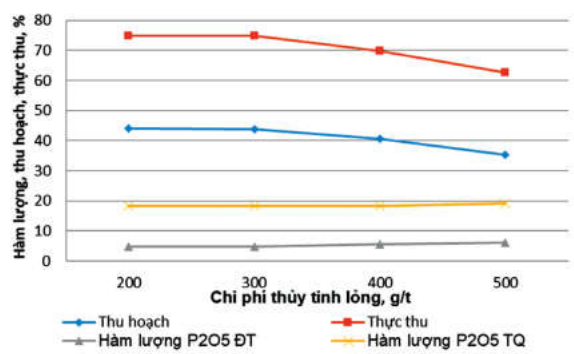


H.4. Ảnh hưởng của thuốc tập hợp đến kết quả tuyển

Từ Hình H.4 nhận thấy: Chi phí thuốc tập hợp tăng thì thu hoạch và thực thu tăng, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh giảm. Khi chi phí thuốc tập hợp là 400 g/t thì thu hoạch, thực thu, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh và đuôi thải lần lượt là 35,48%; 63,8%; 19,23% và 6,01%. Khi chi phí thuốc tập hợp tăng lên 700 g/l thì thu hoạch, thực thu, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh và đuôi thải đạt 47,17%; 76,1%; 16,95% và 4,75%. Để đảm bảo thực thu, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh tăng, cũng như hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong đuôi thải giảm lựa chọn chi phí thuốc tập hợp tối ưu là 600 g/t thu được thu hoạch, thực thu, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh và đuôi thải là 43,79%; 74,7%; 18,28%; 4,81%.

### 3.3. Thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của chi phí thủy tinh lỏng

Điều kiện thí nghiệm: Chi phí thuốc tập hợp 600 g/t; Chi phí NaOH 200 g/t; Nồng độ bùn 300 g/l; Chi phí thuốc tạo bọt 100 g/t; Khảo sát chi phí thủy tinh lỏng với các giá trị: 200, 300, 400, 500 g/t. Kết quả thí nghiệm thể hiện trên Hình H.5.



H.5. Ảnh hưởng của chi phí thủy tinh lỏng đến kết quả tuyển

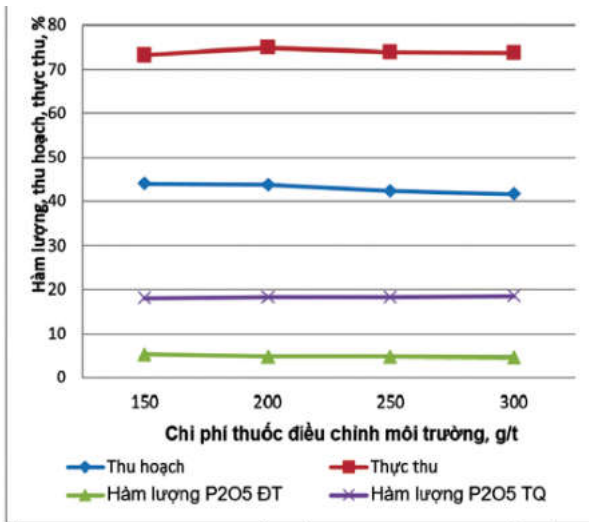
Từ Hình H.5 nhận thấy: Chi phí thủy tinh lỏng tăng thì thu hoạch và thực thu giảm, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh tăng. Khi chi phí thủy tinh lỏng là 200 g/t thì thu hoạch, thực thu, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh và đuôi thải lần lượt là 43,95%; 74,85%; 18,19% và 4,8%. Khi chi phí thủy tinh lỏng tăng lên 500 g/l thì thu hoạch, thực thu, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh và đuôi thải đạt 35,16%; 62,77%; 19,05% và 6,12%. Để đảm bảo thực thu, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh tăng, cũng như hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong đuôi thải giảm lựa chọn chi phí thủy tinh lỏng tối ưu là 300 g/t thu được thu hoạch, thực thu, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>



trong quặng tinh và đuôi thải là 43,79%; 74,7%; 18,28%; 4,81%.

**3.4. Thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của chi phí thuốc điều chỉnh môi trường**

Điều kiện thí nghiệm: Chi phí thuốc tập hợp 600 g/t; Chi phí thủy tinh lỏng 300g/t; Nồng độ bùn 300 g/l; Chi phí thuốc tạo bọt 100 g/t; Khảo sát chi phí thuốc điều chỉnh môi trường với các giá trị: 150, 200, 250, 300 g/t. Kết quả thí nghiệm thể hiện trên Hình H.6.



H.6. Ảnh hưởng của chi phí thuốc điều chỉnh môi trường đến kết quả tuyển

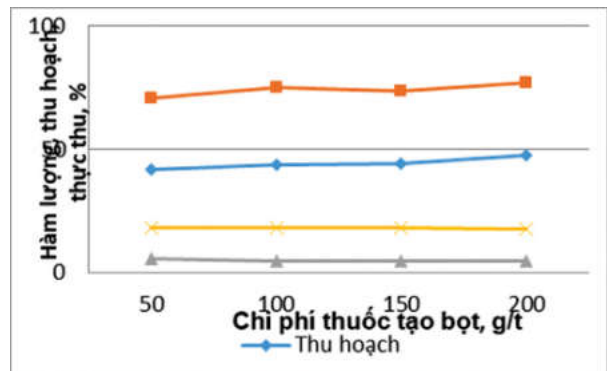
Từ Hình H.6 nhận thấy: Chi phí thuốc điều chỉnh môi trường tăng thì thu hoạch và hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh tăng, nhưng thực thu thay đổi không nhiều. Khi chi phí thuốc điều chỉnh môi trường là 150 g/t thì thu hoạch, thực thu, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh và đuôi thải lần lượt là 44,07%; 73,22%; 18,06% và 5,21%. Khi chi phí thuốc điều chỉnh môi trường tăng lên 300 g/l thì thu hoạch, thực thu, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh và đuôi thải đạt 41,69%; 73,74%; 18,52% và 4,72%. Để đảm bảo hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh tăng lựa chọn chi phí thuốc điều chỉnh môi trường tối ưu là 200 g/t thu được thu hoạch, thực thu, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh và đuôi thải là 43,79%; 74,7%; 18,28%; 4,81%.

**3.5. Thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của chi phí thuốc tạo bọt**

Điều kiện thí nghiệm: Chi phí thuốc tập hợp 600 g/t; Chi phí thủy tinh lỏng 300 g/t; Nồng độ

bùn 300 g/l; Chi phí thuốc điều chỉnh môi trường 200 g/t; Chi phí thuốc tạo bọt thay đổi: 50, 100, 150, 200 g/t. Kết quả thí nghiệm thể hiện trên Hình H.7.

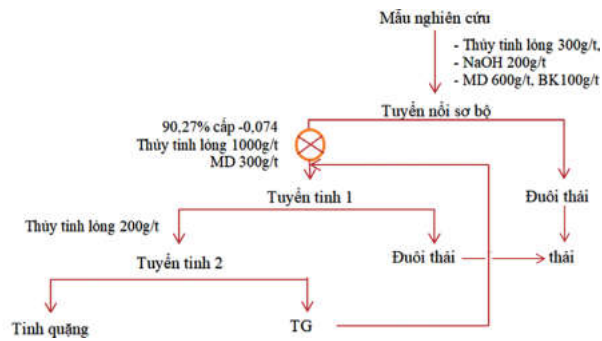
Từ Hình H.7 nhận thấy: Chi phí thuốc tạo bọt tăng thì thu hoạch và thực thu tăng, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh giảm. Khi chi phí thuốc tạo bọt là 50 g/t thì thu hoạch, thực thu, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh và đuôi thải lần lượt là 41,82%, 70,52% 18,33% và 5,52%. Khi chi phí thuốc tạo bọt tăng lên 200 g/l thì thu hoạch, thực thu, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh và đuôi thải đạt 47,38%, 76,78%, 17,55% và 4,78%. Để đảm bảo hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh tăng lựa chọn chi phí thuốc tạo bọt tối ưu là 100 g/t thu được thu hoạch, thực thu, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh và đuôi thải là 43,79%, 74,7%, 18,28%, 4,81%



H.7. Ảnh hưởng của chi phí thuốc tạo bọt đến kết quả tuyển

**3.6. Thí nghiệm tuyển tinh vòng kín**

Các thí nghiệm điều kiện nêu trên cho thấy rằng, trong khâu tuyển nổi sơ bộ trong máy tuyển nổi cơ giới chỉ nâng hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> lên khoảng trên 18%, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh tuyển nổi sơ bộ còn thấp là do các hạt khoáng vật chứa apatit trong quặng đuôi thải thường ở dạng liên tinh. Để tiếp tục nâng cao hơn nữa chất lượng quặng tinh cần thiết phải nghiền mịn lại quặng tinh tuyển nổi sơ bộ. Mẫu nghiên cứu được nghiền bằng máy nghiền bi thép với tỷ lệ quặng / bi / nước = 1 / 8 / 0,5, thời gian nghiền là 20 phút, khối lượng nghiền 1kg, độ mịn nghiền đạt 90,27% cấp - 0,074mm. Sản phẩm sau nghiền đưa đi tuyển tinh, với chi phí thủy tinh lỏng và thuốc tập hợp (MD) lần lượt là 1000 g/t và 300g/t. Sơ đồ thí nghiệm như Hình H.8 kết quả thí nghiệm cho ở Bảng 4.



Hình 8. Sơ đồ tuyển vòng kín với hai khâu tuyển tinh

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm tuyển vòng kín với hai khâu tuyển tinh

Sản phẩm tuyển	Thu hoạch, %	Hàm lượng P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %	Thực thu P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %
Quặng tinh apatit	13,36	30,52	37,60
Trung gian	20,43	16,46	31,01
Đuôi thải	66,21	5,14	31,39
Cấp liệu	100	10,84	100

#### 4. KẾT LUẬN

Bãi thải quặng đuôi Nhà máy tuyển Bắc Nham Sơn có hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> vào khoảng 10,76%, tập trung nhiều ở cấp hạt thô +0,074mm, dưới dạng các liên tinh chưa giải phóng hết. Do đó, để tăng thực thu cũng như chất lượng quặng tinh, cần phải nghiền mịn để giải phóng các kết hạch. Nghiên cứu cho thấy cỡ hạt phù hợp để nâng cao hiệu quả tuyển là 90,27% cấp -0,074 mm.

Quá trình nghiên cứu tuyển nổi sơ bộ thu được quặng tinh có thu hoạch, thực thu, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong quặng tinh và đuôi thải là 43,79%; 74,7%; 18,28%; 4,81%. Chi phí thuốc tập hợp 600 g/t, chi phí thủy tinh lỏng 300 g/t, nồng độ bùn 300 g/l, chi phí thuốc điều chỉnh môi trường 200 g/t và chi phí thuốc tạo bọt 100 g/t.

Sơ đồ công nghệ đề xuất để tuyển nổi quặng đuôi tại bãi thải của nhà máy tuyển quặng apatit Bắc Nham Sơn như Hình 8. Kết quả tuyển sơ đồ thu được quặng tinh có thực thu đạt 37,60%, hàm lượng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> đạt 30,52%, đáp ứng yêu cầu nguyên liệu cho nhà máy sản xuất phân bón □

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Trọng Phú (2016), Báo cáo tình hình sản xuất công ty apatit Việt Nam năm 2015, Tập đoàn Hóa chất Việt Nam
2. Phùng Đức Độ và nnk (2008), Quy hoạch thăm dò, khai thác và tuyển quặng apatit Việt Nam giai đoạn 2006-2020 có tính đến sau năm 2020, Công ty Cổ phần Tư vấn Đầu tư và Xây dựng mỏ INCODEMIC
3. Chang Sujuan và nnk (2010), Situation of the world's phosphate resources, Hua gong kuang wu yu jia gong, 09: 1-5
4. Yu Jun và nnk (2012), Study on beneficiation technology of phosphate ore tailings, conservation and utilization of mineral resources, No.3, 42-45
5. Yang Shunran (2015), Phosphate flotation tailings re-election test exploration, Yunnan chemical technology, Vol.42, No.1, 15-17.
6. He Binbin và nnk (2015), Comprehensive utilization ways of phosphate rock flotation tailings, phosphate and compound fertilizer, 2015 Vol.30, No.8, 28-30

#### LỜI CẢM ƠN

Nội dung trong bài báo được hỗ trợ kinh phí từ Đề tài khoa học mã số B2021-MDA-07.



## RESEARCH FOR APATITE RECOVERY IN THE TAILING POND OF BAC NHAC SON APATITE BENEFICIATION PLANT, LAO CAI

Tran Van Duoc, Nguyen Hoang Son, Vu Thi Chinh,  
Pham Thanh Hai, Pham Thi Nhung

### ABSTRACT

*Apatite ore is the main source of raw materials for fertilizer production. Annually, the Bac Nhat Son apatite ore beneficiation plant (Lao Cai) produces about 300 thousand tons of concentrate and disposed of about 600-700 thousand tons of tailing ore to the tailing pond. With many years of production, the amount of tailing ore accumulated up to tens of millions of tons with a grade content of about 5 - 10%  $P_2O_5$ . For rational utilization of mineral resources as well as protecting the environment, this article has conducted a study on the recovery of apatite in the tailing pond of the Bac Nhat Son apatite ore beneficiation plant. The research result shows the high efficiency of the tailing process by using the combination of the process of preliminary flotation, re-grinding and closed circuit flotation with two stages of cleaners. The concentrate has a yield of 13.36%, an actual recovery of 37.60% and a grade content of 30.52%  $P_2O_5$ . This type of concentrate product was mixed and met the requirements of fertilizer production with the raw materials.*

**Keywords:** Apatite ore, tailing ore, flotation

**Ngày nhận bài:** 28/8/2023;

**Ngày gửi phản biện:** 30/8/2023;

**Ngày nhận phản biện:** 25/9/2023;

**Ngày chấp nhận đăng:** 28/9/2023.

**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.