

NGHIÊN CỨU TUYỂN QUẶNG APATIT LOẠI II MỎ CỐC-LÀO CAI Ở CHẾ ĐỘ NGHIÊN THÔ BẰNG SƠ ĐỒ KẾT HỢP TUYỂN NỔI TẦNG SÔI VÀ TUYỂN NỔI THÔNG THƯỜNG

NGUYỄN HOÀNG SƠN, PHÙNG TIẾN THUẬT,
TRẦN VĂN ĐƯỢC - Trường Đại học Mỏ-Địa chất
Email: hoangson.nguyen@gmail.com

1. Mở đầu

Quặng apatit loại II Lào Cai (quặng apatit-cacbonat) là nguồn nguyên liệu quan trọng, có trữ lượng lớn đối với ngành sản xuất phân bón Việt Nam. Trong các vùng quặng apatit loại II Lào Cai thì quặng vùng Mỏ Cốc được nghiên cứu kỹ hơn và có khả năng tuyển thu được quặng tinh apatit có chất lượng đạt yêu cầu bằng các sơ đồ tuyển nổi thuận, tuyển nổi ngược hoặc các sơ đồ tuyển nổi hai giai đoạn sau khi nghiền quặng đến độ hạt mịn 90 % $-0,074$ mm [1], [2]. Tuy nhiên so với quặng loại 3 đang được tuyển tại các nhà máy đang hoạt động thì quặng tinh apatit loại II có giá thành cao hơn, chủ yếu liên quan đến chi phí nghiền quặng. Nếu giảm được chi phí nghiền quặng thì giảm được giá thành quặng tinh apatit loại II và do đó có thể triển khai sản xuất tuyển quặng apatit loại này. Do quặng apatit loại II vùng Mỏ Cốc có độ hạt xâm nhiễm thô nên có khả năng tuyển quặng loại này ở độ hạt thô hơn để giảm chi phí nghiền nếu có công nghệ và thiết bị phù hợp.

Mặt khác, hiện nay trên thế giới xuất hiện một số loại thiết bị cho phép tuyển nổi vật liệu ở độ hạt thô hơn (đến 1+2 mm) được gọi là thiết bị tuyển nổi tầng sôi [3], [4], [5]. Thiết bị này hoạt động dựa trên nguyên lý kết hợp tuyển nổi và tuyển trọng lực và đã được áp dụng ở nước ngoài để tuyển than cũng như các đối tượng quặng phi kim. Thiết bị này cho phép tuyển nổi vật liệu hạt thô với năng suất cao hơn, đầu tư ít hơn và giá thành tuyển thấp. Nếu áp dụng được với quặng apatit loại II Lào Cai thì giá thành tuyển sẽ giảm đáng kể do giảm chi phí nghiền.

Mục tiêu của đề tài là nghiên cứu tuyển nổi mẫu quặng apatit loại II vùng Mỏ Cốc-Lào Cai bằng sơ đồ tuyển nổi, kết hợp tuyển nổi tầng sôi và tuyển nổi thông thường với độ mịn nghiền thô $-0,5$ mm.

Cấp hạt $+0,2+0,5$ mm tách ra từ quặng sẽ được tuyển trên thiết bị tuyển nổi tầng sôi và cấp $-0,2$ mm sẽ được tuyển bằng tuyển nổi thông thường. Quặng tinh và đá thải của sơ đồ là quặng tinh và đá thải kết hợp của hai quá trình tuyển trên.

2. Mẫu và phương pháp thí nghiệm

2.1. Mẫu nghiên cứu

Mẫu thí nghiệm là mẫu quặng apatit loại II lấy từ khu vực Mỏ Cốc tỉnh Lào Cai. Mẫu quặng được đập đến 10 mm bằng máy đập hàm và sau đó đập xuống $-0,5$ mm bằng máy đập trực trước khi được sàng lấy ra các cấp hạt $+0,2+0,5$ mm và $-0,2$ mm để đi thí nghiệm tuyển. Thành phần độ hạt, thành phần hóa học và thành phần khoáng vật mẫu được trình bày tại các Bảng 1+3.

Bảng 1. Thành phần độ hạt mẫu nghiên cứu

No	Cấp hạt, mm	Thu hoạch, %	Hàm lượng P_2O_5 , %
1	0,2+0,5	23,94	22,45
2	-0,2	76,06	25,26
	Tổng cộng	100,00	24,53

Bảng 2. Thành phần hóa học mẫu nghiên cứu

P_2O_5	SiO_2	MgO	Al_2O_3	CaO	Fe_2O_3
24,53	8,25	5,58	1,20	38,12	0,80

2.2. Phương pháp và điều kiện thí nghiệm

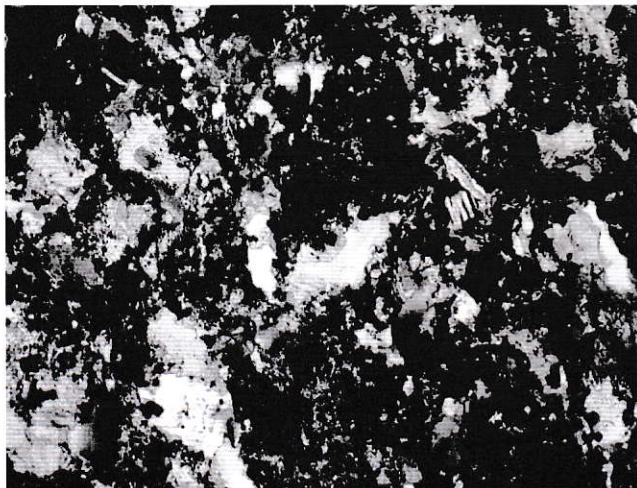
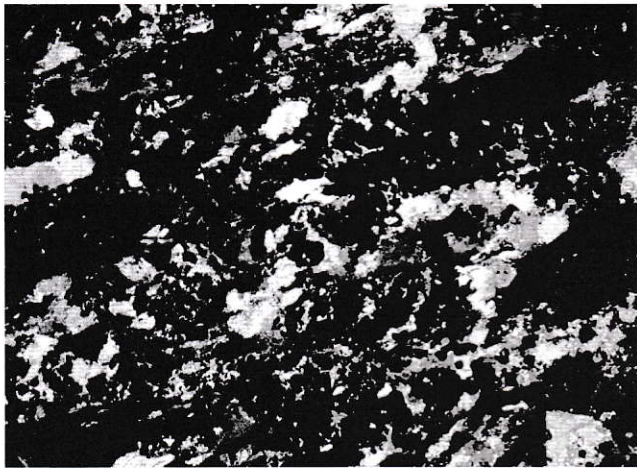
Sơ đồ thí nghiệm tổng quát được trình bày tại hình H.2. Thí nghiệm tuyển nổi tầng sôi được tiến hành trên thiết bị tuyển nổi tầng sôi thí nghiệm tiết diện hình chữ nhật 8×10 cm và cao 1,2 m (xem H.3). Cấu tạo và nguyên lý làm việc của thiết bị được mô tả chi tiết trong các tài liệu [6], [7] và sơ đồ thí nghiệm được trình bày tại hình H.4. Các

thuốc tuyển được sử dụng như sau: thuốc tập hợp apatit là hỗn hợp thuốc Berol với dầu diesel theo tỷ lệ 1:1; thuốc điều chỉnh môi trường là Na_2CO_3 ; thuốc đè chìm đá thải là hồ tinh bột. Thuốc tạo bọt

trong các thí nghiệm là MIBC (metylizobutylcarbinol) với nồng độ 40 mg/l. Chi phí nước tạo tầng sôi được điều chỉnh bằng biến tần để tạo ra tốc độ dòng nước đi lên có giá trị nhất định.

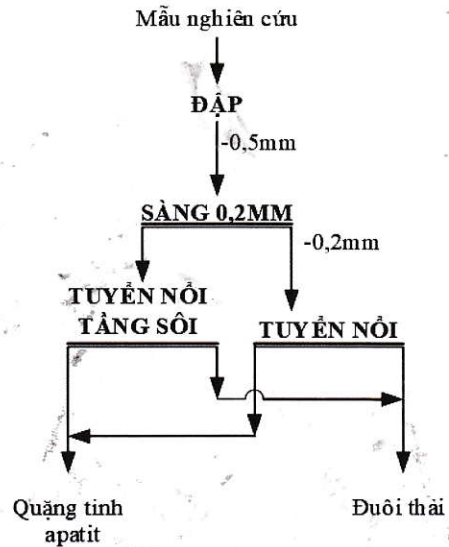
Bảng 3. Thành phần khoáng vật mẫu nghiên cứu

Khoáng vật	Công thức	Tỷ lệ % khối lượng
Fluopatit	$\text{Ca}_5(\text{F},\text{Cl})[\text{PO}_4]_3$	40÷42
Dolomit	$(\text{Ca},\text{Mg})\text{CO}_3$	24÷26
Canxit	CaCO_3	4÷6
Thạch anh	SiO_2	9÷11
Illit	$(\text{K},\text{H}_3\text{O})(\text{Al},\text{Mg},\text{Fe})_2(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}[(\text{OH})_2,(\text{H}_2\text{O})]$	16÷18

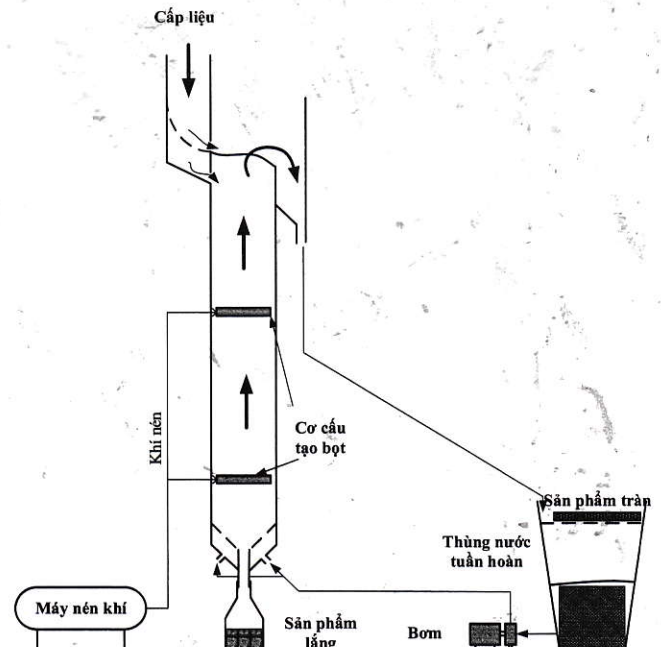


H.1. Ảnh chụp kính hiển vi mẫu quặng

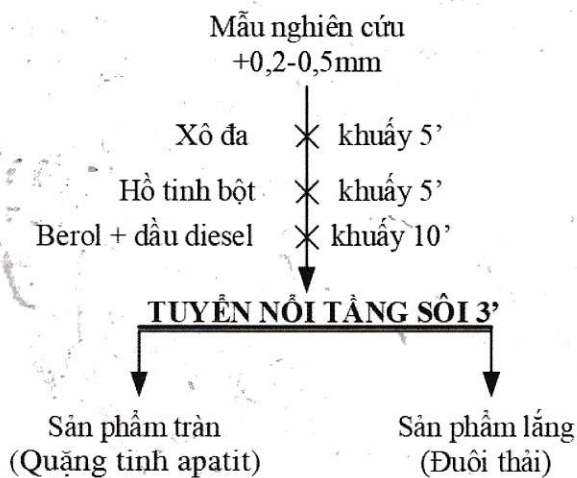
Thí nghiệm tuyển nổi thông thường tiến hành trên máy tuyển nổi thí nghiệm đa năng của Đức với dung tích ngăn [(1+3).L]. Sơ đồ thí nghiệm điều kiện được trình bày tại hình H.4. còn thí nghiệm tuyển nổi vòng kín tại hình H.5. Các thuốc tuyển được sử dụng như sau: thuốc tập hợp apatit là hỗn hợp thuốc Berol với axit oleic theo tỷ lệ 1:1; thuốc điều chỉnh môi trường là Na_2CO_3 ; thuốc đè chìm đá thải là hồ tinh bột.



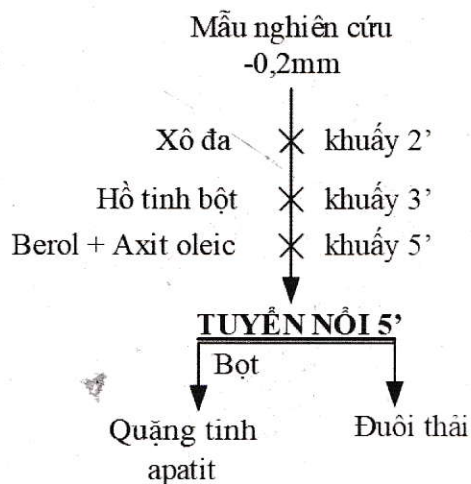
H.2. Sơ đồ thí nghiệm tuyển nổi tổng quát



H.3. Sơ đồ thiết bị thí nghiệm tuyển nổi tầng sôi



H.4. Sơ đồ thí nghiệm tuyển nổi tầng sôi cấp +0,2+0,5 mm



H.5. Sơ đồ thí nghiệm tuyển nổi cấp -0,2 mm

Bảng 4. Điều kiện thí nghiệm tuyển nổi tầng sôi cấp +0,2+0,5 mm

Số hiệu thí nghiệm	Chi phí nước tạo tầng sôi, L/phút (tốc độ dòng đi lên, cm/s)	Chi phí Na_2CO_3 , kg/t	Chi phí hồ tinh bột, kg/t	Chi phí thuốc tập hợp axit oleic, kg/t	Nồng độ thuốc tạo bọt MIBC, mg/L
1	12 (2,50)	0,5	0,4	0,8	40
2	15 (3,12)	0,5	0,4	0,8	40
3	18 (3,75)	0,5	0,4	0,8	40
4	21 (4,37)	0,5	0,4	0,8	40
5	18 (3,75)	0,4	0,4	0,8	40
6	18 (3,75)	0,6	0,4	0,8	40
7	18 (3,75)	0,7	0,4	0,8	40
8	18 (3,75)	0,6	0,3	0,8	40
9	18 (3,75)	0,6	0,5	0,8	40
10	18 (3,75)	0,6	0,6	0,8	40
11	18 (3,75)	0,6	0,5	0,6	40
12	18 (3,75)	0,6	0,5	1,0	40
13	18 (3,75)	0,6	0,5	1,2	40

Bảng 5. Điều kiện thí nghiệm tuyển nổi cấp -0,2 mm

Số hiệu thí nghiệm	Nồng độ bùn, g/L	Chi phí Na_2CO_3 , kg/t	Chi phí hồ tinh bột, kg/t	Chi phí thuốc tập hợp Berol, kg/t	Nồng độ thuốc tạo bọt MIBC, mg/L
14	200	0,5	0,4	0,4	40
15	250	0,5	0,4	0,4	40
16	300	0,5	0,4	0,4	40
17	350	0,5	0,4	0,4	40
18	300	0,4	0,4	0,4	40
19	300	0,6	0,4	0,4	40
20	300	0,7	0,4	0,4	40
21	300	0,6	0,3	0,4	40
22	300	0,6	0,5	0,4	40
23	300	0,6	0,6	0,4	40
24	300	0,6	0,5	0,3	40
25	300	0,6	0,5	0,5	40
26	300	0,6	0,5	0,6	40

3. Kết quả thí nghiệm

3.1. Thí nghiệm tuyển nổi tầng sôi cấp +0,2÷0,5 mm

Đã tiến hành thí nghiệm điều kiện khảo sát ảnh hưởng của các thông số điều kiện đến kết quả tuyển nổi tầng sôi cấp hạt +0,2÷0,5 mm tách ra từ quặng đầu. Sơ đồ thí nghiệm trình bày tại hình H.4.

Điều kiện các thí nghiệm trình bày tại Bảng 4. Các thông số được khảo sát: chi phí nước tạo tầng sôi, chi phí các thuốc điều chỉnh môi trường Na_2CO_3 , thuốc đê chìm hồ tinh bột, thuốc tập hợp (hỗn hợp thuốc Berol và dầu diesel theo tỷ lệ 1:1). Kết quả thí nghiệm được trình bày ở Bảng 6.

Bảng 6. Kết quả thí nghiệm tuyển nổi tầng sôi cấp +0,2÷0,5 mm

Số hiệu thí nghiệm	Quặng tinh apatit (Sản phẩm tràn)			Hàm lượng đuôi thải (Sản phẩm lắng), % P_2O_5
	Thu hoạch, %	Hàm lượng, % P_2O_5	Thực thu, % P_2O_5	
1	56,76	27,65	69,89	15,61
2	60,28	27,34	73,41	15,03
3	63,85	27,24	77,44	14,02
4	72,45	25,88	83,52	13,43
5	61,67	27,08	74,32	15,05
6	64,18	27,42	78,39	13,55
7	63,28	27,30	76,92	14,12
8	66,42	27,05	79,99	13,38
9	62,27	27,72	76,82	13,81
10	60,50	27,95	75,32	14,03
11	58,45	27,88	72,59	14,81
12	64,20	27,65	79,04	13,15
13	68,15	27,20	82,57	12,29

Bảng 7. Kết quả thí nghiệm tuyển nổi cấp -0,2 mm

Số hiệu thí nghiệm	Quặng tinh apatit			Hàm lượng đuôi thải, % P_2O_5
	Thu hoạch, %	Hàm lượng, % P_2O_5	Thực thu, % P_2O_5	
14	75,76	28,34	85,00	15,63
15	80,43	27,62	87,87	15,66
16	82,35	27,45	89,45	15,10
17	85,72	26,95	91,49	15,05
18	80,78	27,18	86,89	17,24
19	84,54	27,68	92,68	11,96
20	83,15	27,23	89,63	15,54
21	87,92	27,12	94,39	11,72
22	83,52	27,87	92,15	12,03
23	80,34	27,95	88,86	14,32
24	80,15	28,10	89,20	13,74
25	85,26	27,62	93,23	11,61
26	86,95	27,37	94,18	11,28

Bảng 8. Kết quả thí nghiệm tuyển nổi vòng kín cấp -0,2 mm

Sản phẩm tuyển	Thu hoạch, %	Hàm lượng P_2O_5 , %	Thực thu P_2O_5 , %
Quặng tinh apatit	68,55	33,72	91,47
Đuôi thải	31,45	6,85	8,53
Cấp liệu -0,2 mm	100,00	25,27	100,00
Trung gian 1	23,18	21,82	20,02
Trung gian 2	17,42	23,18	15,98
Trung gian 3	13,75	28,23	15,36
Quặng tinh tuyển vét	6,12	19,20	4,65

Trên cơ sở các thí nghiệm điều kiện đã tối ưu được các thông số điều kiện của quá trình tuyển nổi tầng sôi cấp +0,2÷0,5 mm. Chế độ tuyển nổi tầng sôi phù hợp nhất như sau: chi phí nước tạo tầng sôi 18 l/phút, chi phí Na₂CO₃ 0,6 kg/t, chi phí hồ tinh bột 0,5 kg/t và chi phí thuốc tập hợp (Berol+dầu diesel) 1,0 kg/t. Ở chế độ tuyển như trên thu được quặng tinh 27,65 % P₂O₅ với mức thực thu đạt 79,04 %, đuôi thải có hàm lượng 13,15 % P₂O₅.

3.2. Thí nghiệm tuyển tách nổi cấp -0,2 mm

Đã tiến hành thí nghiệm điều kiện khảo sát ảnh hưởng của các thông số điều kiện đến kết quả tuyển nổi cấp hạt -0,2 mm tách ra từ quặng đầu. Sơ đồ thí nghiệm trình bày tại hình H.5, điều kiện các thí nghiệm trình bày tại Bảng 5. Các thông số được khảo sát: nồng độ bùn, chi phí các thuốc điều chỉnh môi trường Na₂CO₃, thuốc đê chìm hồ tinh bột, thuốc tập hợp (hỗn hợp thuốc Berol và axit

oleic theo tỷ lệ 1:1). Kết quả thí nghiệm được trình bày ở Bảng 7.

Trên cơ sở các thí nghiệm điều kiện đã tối ưu được các thông số điều kiện của quá trình tuyển nổi cấp -0,2 mm. Chế độ tuyển nổi phù hợp nhất trong sơ đồ tuyển vòng hở như sau: nồng độ bùn 300 g/t, chi phí Na₂CO₃ 0,6 kg/t, chi phí hồ tinh bột 0,4 kg/t và chi phí thuốc tập hợp (Berol+Axít Oleic) 0,3 kg/t.

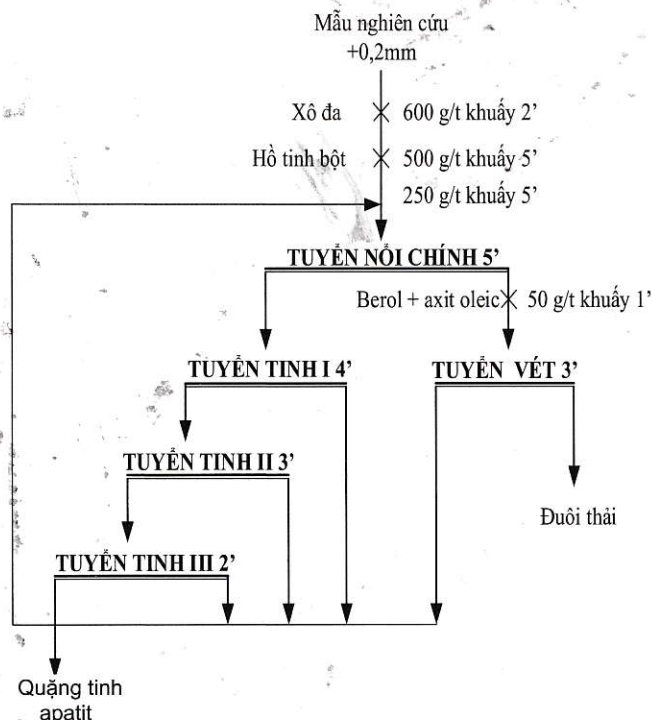
Trên cơ sở các thông số điều kiện được tối ưu hóa đã tiến hành thí nghiệm tuyển vòng kín theo sơ đồ hình H.6. Kết quả thí nghiệm được trình bày tại Bảng 8.

3.3. Kết quả tuyển sơ đồ kết hợp tuyển nổi tầng sôi và tuyển nổi thông thường

Kết hợp kết quả tuyển nổi tầng sôi tối ưu cấp +0,2÷0,5 mm (TN 12 Bảng 6) và kết quả thí nghiệm tuyển nổi vòng kín đối với cấp -0,2 mm (Bảng 8) ta có kết quả tuyển theo sơ đồ tuyển nổi kết hợp.

Bảng 9. Kết quả thí nghiệm sơ đồ kết hợp tuyển nổi tầng sôi và tuyển nổi thông thường đối với cấp liệu -0,5 mm

Sản phẩm tuyển	Thu hoạch, %	Hàm lượng P ₂ O ₅ , %	Thực thu P ₂ O ₅ , %
Quặng tinh tuyển nổi cấp -0,2 mm	50,62	33,72	69,58
Quặng tinh tuyển nổi tầng sôi cấp +0,2÷0,5 mm	16,79	27,65	18,92
Tổng quặng tinh	67,41	32,21	88,50
Đuôi thải tuyển nổi cấp -0,2 mm	23,23	6,85	6,49
Đuôi thải tuyển nổi tầng sôi cấp +0,2÷0,5 mm	9,36	13,15	5,02
Tổng đuôi thải	32,59	8,66	11,50
Quặng cấp liệu -0,5 mm	100,00	24,54	100,00



H.6. Sơ đồ thí nghiệm tuyển nổi vòng kín

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu trên đây cho phép rút ra một số kết luận sau đây:

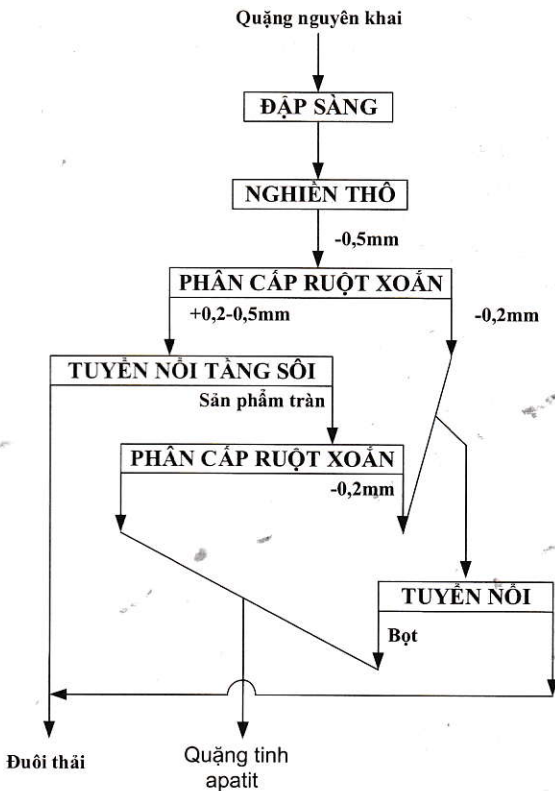
➤ Ở chế độ nghiền thô nghiên cứu thì cấp +0,2÷0,5 mm chiếm tỷ lệ thu hoạch 23,94 %, hàm lượng P₂O₅ 22,45 % và cấp -0,2 mm chiếm 76,06 % thu hoạch và hàm lượng 25,26 % P₂O₅;

➤ Bằng quá trình tuyển nổi tầng sôi thì từ cấp hạt +0,2÷0,5 mm có thể thu hồi được quặng tinh 27,65 % P₂O₅ với mức thực thu 79,06 % và đuôi thải có hàm lượng 13,15 % P₂O₅. Chế độ công nghệ tuyển để đạt được kết quả trên là: chi phí hồ tinh bột 0,5 kg/t; chi phí Na₂CO₃ 0,6 kg/t; chi phí thuốc tập hợp (hỗn hợp axit oleic với dầu diesel theo tỷ lệ 1:1) 1 kg/t. Chi phí nước tạo tầng sôi: 18 l/phút;

➤ Bằng quá trình tuyển nổi thông thường thì từ cấp hạt -0,2 mm có thể thu hồi được tinh quặng 33,72 % P₂O₅ với mức thực thu 91,47 % và đuôi thải có hàm lượng 6,85 % P₂O₅. Chế độ công nghệ tuyển để đạt được kết quả trên là: chi phí hồ tinh bột 0,5 kg/t; chi phí Na₂CO₃ 0,15 kg/t; chi phí thuốc

tập hợp (hỗn hợp axit oleic với Berol theo tỷ lệ 1:1) 0,3 kg/t;

➢ Bảng sơ đồ tuyển kết hợp tuyển nổi tầng sôi cấp hạt thô +0,2÷0,5 mm và tuyển nổi thông thường cấp mịn -0,2 mm thu được quặng tinh tổng hợp 32,21 % P₂O₅ với mức thực thu 88,50 %. Đuôi thải tổng hợp 6,85 % P₂O₅. Kết quả này có thể so sánh với các kết quả nghiên cứu tuyển trước đây ở độ mịn nghiền mịn hơn.



H.7. Sơ đồ tuyển kết hợp kiến nghị

Kết quả thí nghiệm trên đây cho thấy, trên thực tế có thể áp dụng tuyển quặng apatit loại II vùng Mỏ Cốc-Lào Cai ở chế độ nghiền thô để giảm chi phí nghiền. Sơ đồ tuyển quặng có thể kiến nghị được trình bày tại hình H.7. Tuy nhiên, để có thể sử dụng những kết quả trên đây cần có các nghiên cứu tiếp tục để triển khai ra thực tế sản xuất. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyen Hoang Son, Nhu Thi Kim Dung, 2012. Two-stage flotation flowsheets for the apatite-carbonate ore, Lao Cai, The 2nd International Conference on Advances in Mining and Tunneling.
2. Nguyễn Hoàng Sơn, 2014. Nghiên cứu thí nghiệm tuyển nổi quặng apatit loại 2 Lào Cai bằng thuốc tập hợp axit hydroxamic, Tạp chí Công nghệ Mỏ số 1/2014.

3. G.H. Luttrell, T.C. Westerfield, J.N. Kohmuench, M.J. Mankosa, 2006. Development of high-efficiency hydraulic separator, Minerals & Metallurgical Processing Vol.13 p33-29.
4. In-Plant Testing of the Hydrofloat Separator for Coarse Phosphate Recovery, 2004. Report 02-137-188, FIPR Florida.
5. P. Zhang, R. Snow, J. Miller, J. Kohmuench, 2004. Improving phosphate flotation with new chemistry, smart flowsheet and novel equipment, SME Annual Meeting, Denver, Colorado.
6. Nguyen Hoang Son, Pham Thi Nhung, Nguyen Thi Huyen Trang, 2016. Beneficiation of feldspar ore from Phu Tho province by flotogravitation in laboratory teetered-bed separator, International Conference on Advances in Mining and Tunneling (ICAMT 2016).
7. Nguyễn Hoàng Sơn, Phạm Thị Nhung, Nguyễn Thị Thanh, 2016. Nghiên cứu tuyển một số mẫu than 0,5÷6 mm vùng Quảng Ninh trên thiết bị tuyển tầng sôi thí nghiệm, Hội nghị KHCN Mỏ toàn quốc.

Ngày nhận bài: 18/09/2017

Ngày gửi phản biện: 26/9/2017

Ngày nhận phản biện: 29/11/2017

Ngày chấp nhận đăng bài: 05/01/2018

Từ khóa: sơ đồ tuyển; quặng apatit loại 2; cấp liệu thô; tuyển nổi tầng sôi; tuyển nổi thông thường; quặng tinh

SUMMARY

Apatite ore of type 2 (apatite-dolomite ore) has a large reserve but has not been yet beneficiated in Vietnam because of high cost and complicatedness of processing. Flotation at coarser feed is one of technological routes to overcome this. This paper presents the test results of apatite ore type 2 samples from Mỏ Cốc mine, Lào Cai province by a flowsheet combined flotogravitation for fraction 0,2÷0,5 mm and froth flotation for fraction -0,2 mm. The test results showed that from an apatite-dolomite ore sample assayed 24,53 % P₂O₅, an apatite concentrate of 32,21 % P₂O₅ can be obtained with recovery around of 80 %.