NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ TUYỂN QUẶNG GRAPHIT MỎ BẢO HÀ, LÀO CAI NHẰM THU HỒI TỐI ĐA GRAPHIT DẠNG VẢY

ThS. Trần Thị Hiến, ThS. Trần Ngọc Anh
Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ - Luyện kim
PGSTS. Nguyễn Hoàng Sơn
Trường Đại học Mỏ- Địa Chất

Quặng graphit mỏ Bảo Hà là graphit tự nhiên tồn tại dưới cấu trúc dạng vảy, dạng tấm. Việc nghiên cứu thu hồi graphit dạng vảy, tấm là rất cần thiết và có ý nghĩa thực tế. Để thu hồi được graphit vảy thô +100 mesh (+ 0,149 mm) và vảy mịn -100 mesh (- 0,149 mm) đã sử dụng phương pháp nghiền chà xát gián đoạn kết hợp chế độ tuyển hợp lý để thu được kết quả rất đáng khích lệ: quặng tinh graphit vảy thô +100 mesh với hàm lượng cacbon (C) đạt 94,17 % ứng với thực thu 33,52 %; quặng tinh graphit vảy mịn -100 mesh có hàm lượng C là 82,09 % ứng với thực thu 59,79 %, tổng thực thu quặng tinh là 93,31 %. Tính riêng quặng tinh graphit vảy, mức thu hoạch bộ phận của cấp + 0,4 mm là 4,98 %; cấp -0,4 + 0,25 mm là 16,11 %; cấp -0,25 + 0,177 mm là 27,25 % và cấp -0,177 + 0,149 mm là 51,66 %. Hàm lượng C trong các cấp dao động trên dưới 94 %, cao hơn hẳn hàm lượng C trong quặng tinh graphit mịn -100 mesh (82,09 % C).

1. Mẫu, phương pháp, thiết bị nghiên cứu và phân tích

1.1. Mẫu nghiên cứu

Theo kết quả tìm kiếm thăm dò địa chất cho thấy, quặng graphit Việt Nam chủ yếu nằm trong đứt gãy sông Hồng kéo dài từ Yên Bái đến Lào Cai. Tổng trữ lượng quặng graphit ước khoảng 29,3 triệu tấn, trong đó, Lào Cai chiếm 70% tổng trữ lượng quặng [4]. Mỏ graphit Bảo Hà, tỉnh Lào Cai đã xác định trữ lượng trên diện tích được thăm dò là 3.170,56 ngàn tấn [2]. Khi áp dụng công nghệ chế biến hợp lý sẽ nâng cao giá trị kinh tế đối với tài nguyên khoáng sản này.

Mẫu nghiên cứu tuyển được lấy từ mỏ quặng graphit Bảo Hà, Lào Cai có hàm lượng C trung bình trong mẫu là 11,80 % C; hàm lượng các tạp chất gồm có: Al_2O_3 là 10,72 %, hàm lượng Fe_2O_3 là 7,50 % hàm lượng SiO_2 là 57,10 %. Ngoài ra, hàm lượng chất bốc là 1,00%, độ tro là 85,2%, lưu huỳnh 2,02% [3]. Thành phần khoáng vật chính là graphit dạng vảy, dạng tấm hoặc dạng sợi. Ngoài ra còn có các khoáng vật khác như thạch anh, felspat, ilit…

1.2. Phương pháp, thiết bị nghiên cứu và phân tích

Sử dụng phương pháp nghiên cứu thực nghiệm trong phòng để xác định thành phần vật chất và công nghệ nghiền, tuyển tách hợp lý.

Thiết bị nghiên cứu được sử dụng gồm: Máy đập hàm, máy đập trục, sàng rung, bộ rây tiêu chuẩn, máy nghiền, máy khuấy thuốc tuyển, máy tuyển nổi dung tích 1L; 2,5L; 5L (Denver, Mesto,… hệ thống tuyển nổi pilot).

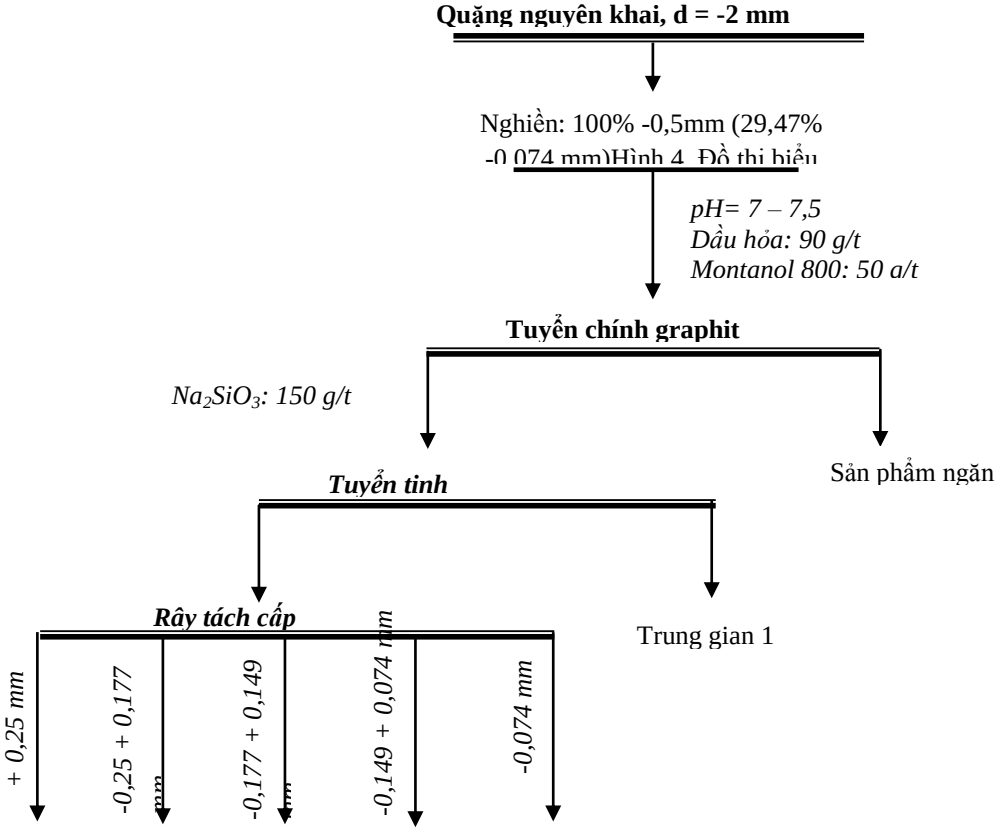
Phân tích khoáng vật được thực hiện tại Khoa Địa chất Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Đại học Quốc Gia Hà Nội, ĐH Tổng hợp Greifswald-CHLB Đức, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản-Bộ Tài nguyên và Môi trường. Phân tích hóa được thực hiện tại Trung tâm phân tích - VIMLUKI, Viện Hóa học Công nghiệp và Phòng thí nghiệm hóa phân tích - Bộ môn Vật liệu kim loại màu và compozit thuộc Viện Khoa học và Kỹ thuật Vật liệu - Trường Đại học Bách khoa Hà Nội [4].

2. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

2.1. Nghiên cứu xác định chế độ tuyển chính và tuyển tinh

Kết quả phân tích khoáng tướng và phân tích SEM cho thấy graphit có trong mẫu ở dưới dạng vảy, tấm hoặc dạng sợi; xen kẹp giữa các vảy, tấm graphit là những

khoáng phi quặng, xâm tán khá dày trong nền mẫu; kích thước các vảy, tấm graphit từ (0,05 x 0,2) đến (0,15 x 0,5) [5]. Từ kết quả nghiên cứu thành phần vật chất mẫu, đã nghiên cứu xác định độ mịn nghiền hợp lý cho khâu nghiền thô là -0,5 mm (tương đương khoảng 30% cấp -0,074 mm) sau đó quặng được đem đi tuyển chính và tuyển tinh với chế độ như trên hình 1 [3]. Quặng tinh sau các lần tuyển tinh được phân cấp thành các cấp hạt 0,25 mm; 0,177 mm; 0,149 mm và 0,074 mm. Sơ đồ và kết quả thí nghiệm được thể hiện trên Hình 1 và Bảng 1.



Hình 1. Sơ đồ thí nghiệm phân cấp sau một lần tuyển tinh

Từ kết quả phân cấp độ hạt quặng tinh tuyển tinh cho thấy, quặng sau khi đã tuyển tinh các cấp hạt thô +0,25 mm ; -0,25 +0,177 mm và -0,177+0,149 mm vẫn chưa đạt được hàm lượng graphit theo yêu cầu đặt ra. Các cấp hạt -0,149 mm hàm lượng C cũng rất thấp. Vì vậy cần phải có thêm khâu nghiền lại sản phẩm quặng tinh thô sau đó tiếp tục tuyển tinh mới có thể thu được quặng tinh vảy thô đạt chất lượng yêu cầu thương phẩm.

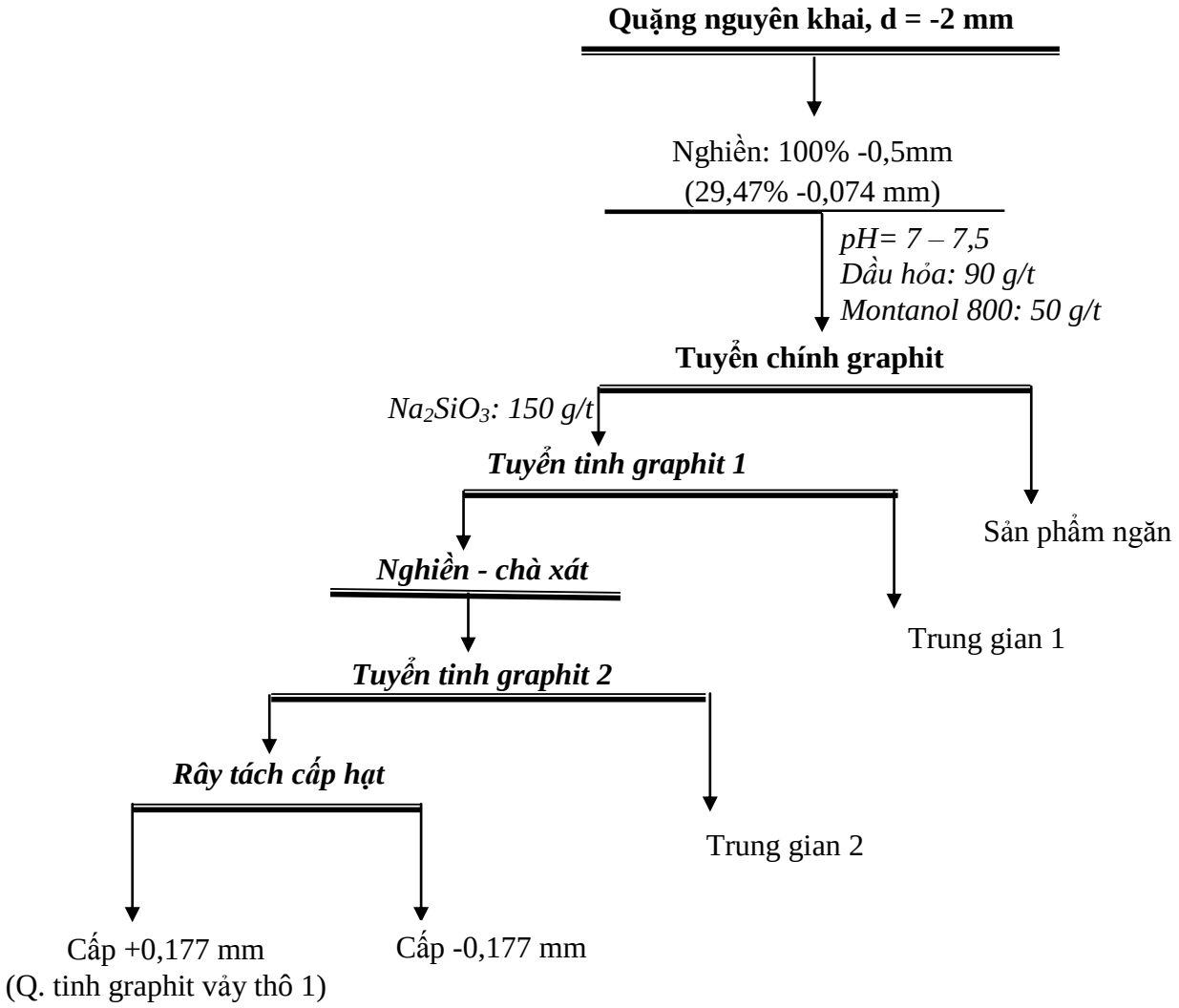
Bảng 1. Kết quả thí nghiệm phân cấp các cấp hạt sau tuyển tinh 1 lần

Tên sản phẩm	Thu hoạch,%	Hàm lượng C, %	Thực thu C, %
Cấp +0,25 mm	6,47	45,37	24,87
Cấp -0,25 +0,177 mm	6,11	52,91	27,39
Cấp -0,177+0,149 mm	3,02	49,65	12,71
Cấp hạt -0,149 +0,074 mm	4,01	45,91	15,60
Cấp hạt -0,074 mm	2,56	56,37	12,23
Trung gian 1	8,47	3,00	2,15
Sản phẩm ngăn	69,34	0,86	5,05
Quặng cấp tính lại	**100,00**	**11,81**	**100,00**

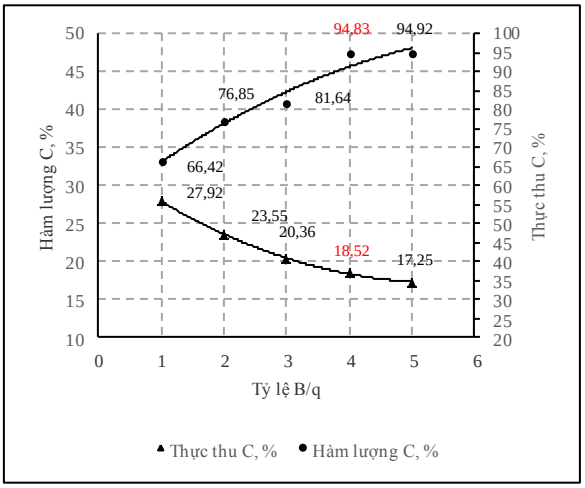
2.2.Nghiên cứu xác định chế độ nghiền chà sát lại quặng tinh

Theo kết quả thực nghiệm nêu trên, để thu được quặng tinh graphit có hàm lượng cao bắt buộc phải nghiền lại phần nổi và tiếp tục tuyển tinh, trước khi tách các cấp hạt thành sản phẩm. Đã nghiên cứu lựa chọn thiết bị nghiền để giải phóng kết hạch mà vẫn đảm bảo được kích thước vảy graphit, để sau khi tuyển tinh sản phẩm sẽ có hàm lượng cacbon đạt yêu cầu đặt ra và đã quyết định sử dụng thiết bị nghiền chà xát. Sơ đồ thực hiện được thể hiện trên Hình 2.

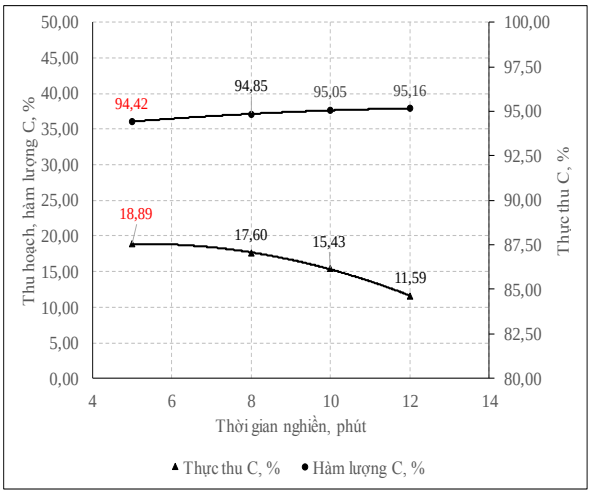
Các yếu tố chính ảnh hưởng đến chỉ tiêu kĩ thuật của quá trình nghiền chà xát quặng tinh graphit thô bao gồm: Nồng độ bùn vào nghiền, tỷ lệ bi/quặng (b/q), thời gian nghiền chà xát, tốc độ nghiền chà xát. Đề tài đã xác định được chế độ hợp lý cho khâu nghiền chà xát đó là: Nồng độ bùn quặng 35%, tỷ lệ bi/quặng 5/1; thời gian nghiền 5 phút (50,82% cấp -0,074mm); tốc độ nghiền chà xát 35 m/s (700 v/ph). Quặng sau nghiền được đưa đi tuyển tinh sau đó rây tách cấp hạt +0,177 mm nhằm xác định được thu hoạch, sau đó phân tích hàm lượng C và xác định được thực thu, từ đó đánh giá kết quả nghiền chà xát lại quặng tinh. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố trên đến hiệu suất nghiền (hàm lượng β và tỷ lệ thu hồi ε) được thể hiện trên đồ thị Hình 3 đến Hình 6.



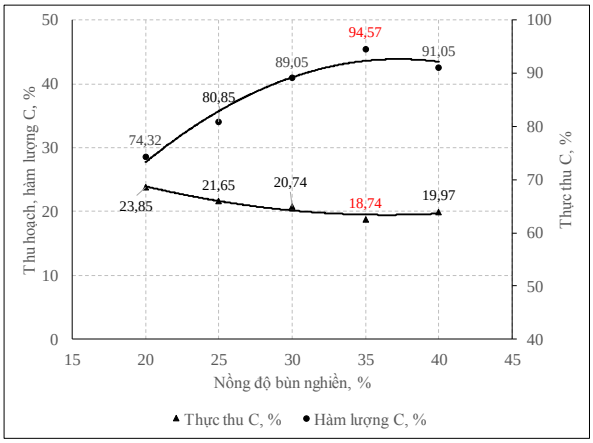
Hình 2. Sơ đồ nghiền chà xát lần 1 quặng graphit mỏ Bảo Hà, Lào Cai



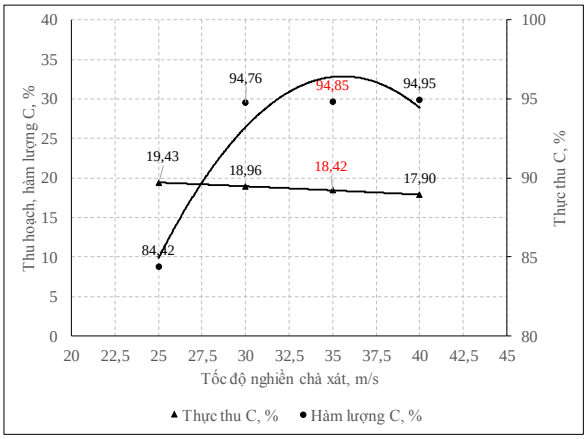
Hình 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ b/q đến hiệu suất nghiền



Hình 4. Ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất nghiền



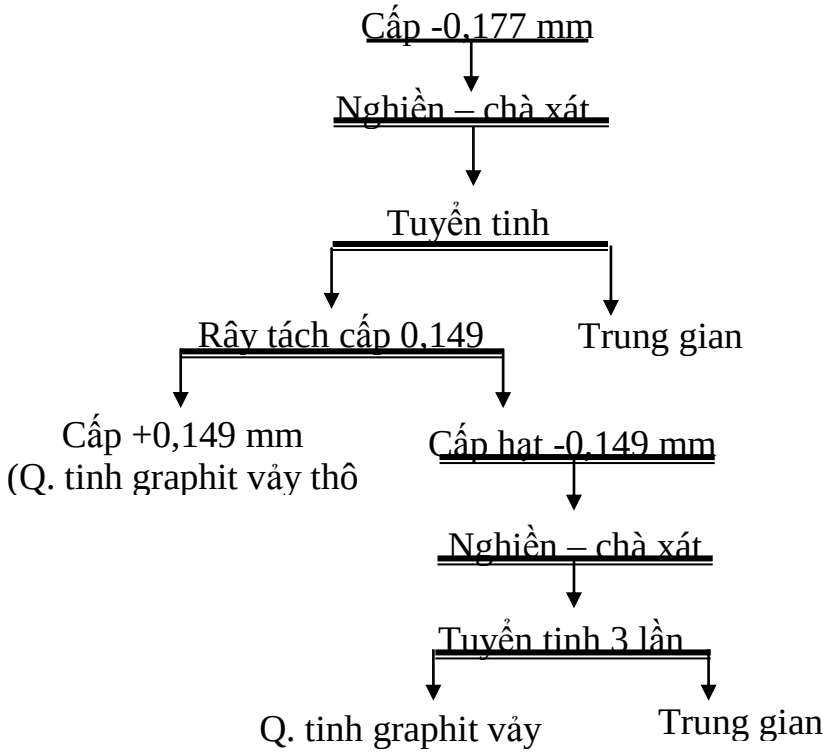
Hình 5. Ảnh hưởng của nồng độ bùn đến hiệu suất nghiền



Hình 6. Ảnh hưởng của tốc độ quay đến hiệu suất nghiền

Với các chế độ nghiền chà xát hợp lý nêu trên đã thu được quặng tinh graphit vảy thô 1 (cấp +0,177 mm) có hàm lượng cacbon >94%, thực thu công đoạn đạt gần 20%. Hàm lượng cacbon đã đáp ứng được thành sản phẩm cacbon thương phẩm bán ra thị trường.

Đối với cấp -0,177 mm, nhóm nghiên cứu đã tiếp tục tách qua rây 0,149 mm để thu cấp +0,149 mm. Tuy nhiên, hàm lượng cacbon của cấp +0,149 mm chỉ đạt khoảng 87%. Với chất lượng cacbon như vậy vẫn chưa đáp ứng chất lượng yêu cầu. Đề tài tiếp tục nghiền chà xát cấp -0,177 mm. Sơ đồ và kết quả thí nghiệm lần lượt được thể hiện trên Hình 7 và Bảng 3.



Hình 7. Sơ đồ nghiền chà xát lần 2 và 3 quặng graphit mỏ Bảo Hà, Lào Cai

Bảng 3. Kết quả nghiền chà xát thu quặng graphit vảy cấp -0,177+0,149 mm

Tên sản phẩm	Thu hoạch, %		Hàm lượng C, %	Thực thu C, %	
	Bộ phận	Toàn bộ		Bộ phận	Toàn bộ
Quặng tinh graphit vảy 2 (cấp -0,177+0,149 mm)	20,26	2,18	93,42	24,65	17,61
Cấp -0,149 mm	79,74	8,58	72,54	75,35	53,83
Quặng cấp (Bọt tuyển tinh 3)	100,00	10,76	76,77	100,00	71,44

Cấp -0,177 mm sau khi nghiền lại và tuyển tinh sau đó rây tách cấp 0,149 mm thu được quặng tinh graphit vảy thô 2 có hàm lượng cacbon đạt 93,42%. Cấp -0,149 mm hàm lượng cacbon chỉ đạt 72,54% chưa đáp ứng được yêu cầu. Vì vậy, sản phẩm này tiếp tục được tuyển tinh thêm 3 lần. Sản phẩm sau tuyển tinh cũng chỉ đạt hàm lượng cacbon là 77,51% C. Hàm lượng cacbon vẫn chưa đạt yêu cầu đặt ra của đề tài cũng như sản phẩm bán trên thị trường. Vì vậy, cấp hạt -0,149 mm tiếp tục được nghiền chà xát lần 3 trước khi tuyển tinh. Sau quá trình nghiền lần 3 kết hợp tuyển tinh thu được quặng tinh graphit -0,149 mm có hàm lượng cacbon đạt >82% C.

Tóm lại, đối với quặng graphit mỏ Bảo Hà tỉnh Lào Cai để thu được quặng tinh graphit vảy đạt hàm lượng >94% thì quặng sau tuyển chính cần được nghiền, chà xát lại 2 lần. Từ các thí nghiệm gián đoạn xác định chế độ nghiền lại quặng tinh, để có số liệu tin cậy đề tài đã tiến hành thí nghiệm sơ đồ nghiền – tuyển – chà xát – phân cấp [3] với 6 lần tuyển tinh, 3 lần nghiền lại quặng tinh và hai lần sàng lại quặng tinh. Kết quả được trình bày trong Bảng 4.

Kết quả tại Bảng 4 cho thấy:

- Tính riêng quặng tinh graphit vảy thô 1 có thu hoạch cấp +0,4 mm chiếm 10,29%; cấp -0,4+0,25 mm chiếm 33,33%; cấp -0,25+0,177 mm chiếm 56,37%, hàm lượng cacbon (C) trên dưới 95% ứng với thực thu tương ứng là 10,36%; 33,54%; 56,10%.

- Quặng tinh graphit vảy thô 2 cấp -0,177+0,149 mm có thu hoạch 2,18%, hàm lượng cacbon đạt 93,82% ứng với thực thu là 17,23%.

- Quặng tinh graphit vảy mịn có thu hoạch 7,41% (trong đó cấp -0,149 +0,074 mm chiếm 31,79%; cấp -0,074 chiếm 68,21%) với hàm lượng C là 82,09% ứng với thực thu là 59,79%.

Bảng 4. Kết quả thực nghiệm

Tên sản phẩm	**Thu hoạch, %**		**Hàm lượng C, %**	**Thực thu C, %**	
	TB	**BP**		**TB**	**BP**
Cấp hạt +0,4 mm	*0,21*	*10,29*	*95,15*	*1,69*	*10,36*
Cấp hạt -0,4 +0,25 mm	*0,68*	*33,33*	*95,14*	*5,46*	*33,54*
Cấp hạt -0,25+0,177 mm	*1,15*	*56,37*	*94,11*	*9,14*	*56,10*
Q. tinh graphit vảy thô 1 (+0,177 mm)	***2,04***	***100,00***	***94,56***	***16,29***	***100,00***
Q. tinh graphit vảy thô 2 (-0,177+0,149 mm)	***2,18***	***-***	***93,82***	***17,23***	***-***
Quặng tinh graphit vảy thô	**4,22**		**94,17**	**33,52**	
Cấp -0,149 +0,074 mm	*2,75*	*31,79*	*85,64*	*19,84*	*33,16*
Cấp -0,074 mm	*5,90*	*68,21*	*80,44*	*39,98*	*66,84*
Quặng tinh graphit vảy mịn	**8,65**	**100,00**	**82,09**	**59,79**	**100,00**
Quặng thải	87,13		0,91	6,69	
Quặng cấp tính lại	100,00		11,87	100,00	

3. Kết luận và kiến nghị

Với các điều kiện và chế độ nghiền chà xát lại quặng tinh graphit thô đã thu hồi được sản phẩm graphit vảy đáp ứng chỉ tiêu kỹ thuật đặt ra, nâng cao giá trị kinh tế đối với khoáng sản này.

Chế độ nghiền chà xát hợp lý như sau: Tỷ lệ bi/quặng là 5/1; nồng độ bùn nghiền chà xát hợp lý là 35%; thời gian nghiền chà xát là 5 phút (50,82% cấp -0,074mm); tốc độ nghiền chà xát là 35 m/s (700 vòng/phút), số lần nghiền chà xát lại quặng tinh là 3 lần.

Sau quá trình nghiền, tuyển, nghiền chà xát, phân cấp thu được 2 loại quặng tinh gồm: quặng tinh graphit vảy thô và graphit vảy mịn.

Quặng tinh graphit vảy thô +100 mesh (+ 0,149 mm) có hàm lượng C đạt 94,17 % C với thực thu toàn bộ 33,52 % trong đó: Quặng tinh graphit vảy thô 1 (cấp +0,177 mm) có hàm lượng cacbon (C) đạt 94,56% ứng với thực thu là toàn bộ16,29%; Quặng tinh graphit vảy thô 2 (cấp -0,177+0,149 mm) có hàm lượng cacbon đạt 93,82% ứng với thực thu toàn bộ là 17,23%.

Quặng tinh graphit vảy mịn -100 mesh (- 0,149 mm): có hàm lượng C là 82,09% ứng với thực thu là 59,79%. Tổng thực thu quặng tinh là 93,31 %. Quặng thải có hàm lượng 0,91 % C với mức phân bố C là 6,69 %./.

Tài liệu tham khảo

1. Quy hoạch phân vùng thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng nhóm khoáng chất công nghiệp (serpentin, grafit, fluorit, bentonit, diatomit và talc) đến năm 2015 có xét đến năm 2025, Bộ Công Thương, 2008 (Quyết định số 41/2008/QĐ-BCT).

2. Báo cáo thăm dò "Báo cáo kêt quả thăm dò graphit tại khu vực Bảo Hà, xã Bảo Hà, huyện Bảo Yên, tỉnh Lào Cai", Công ty cổ phần Khoáng sản Sông Đà Lào Cai, 2013.

3. Trần Thị Hiến, *Nghiên cứu công nghệ tuyển và chế biến sâu quặng graphit mỏ Bảo Hà tỉnh Lào Cai*. Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ - Luyện kim, 2016.

4. Trần Thị Hiến, *Nghiên cứu công nghệ tuyển quặng graphit mỏ Bảo Hà, tỉnh Lào Cai*, Tạp chí Công nghiệp Mỏ, số 4 – 2017.

5. *Mineralogical characteristics of graphite ore from Bao Ha deposit, Lao Cai Province and proposing a wise use*, Vietnam Journal of Earth Sciences, 39 (4), 326-338, DOI: 10.15625/0866-7187/39/4/10728.

Study on maximum recovery of flake graphite of Bảo Hà ores, Lào Cai

Bảo Hà graphite ores is natural graphite that exists in the flake and plate structures. Research on the recovery of graphite-flake and graphite-plate is essential and has practical implications. For the recovery of raw graphite flakes +100 mesh (+ 0.1469 mm) and fine-grained flakes -100 mesh (- 0.147 mm), an attrition grinding in stages was used in combination with rational regime to obtain satisfactory results: coarse graphite flakes +100 mesh with carbon content (C) of 94.17% for recovery of 33.52%; - 100 mesh fine-grained graphite with a C content of 82.09% with recovery of 59.79% and a net reovery of 93.31%. The spesific yields of flake graphite of size fraction + 0.4 mm is 4.98%; of fraction -0.4 + 0.25 mm is 16.11%; fraction - 0,25 + 0,177 mm is 27,25% and fraction -0,177 + 0,149 mm is 51,66%. C content in all size fractions varies around 94%, higher than C content in fine-grained fine-grained ore -100 mesh (82.09% C).