

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO ĐẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

TRẦN THỊ HIỀN

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

Ngành: Kỹ thuật Tuyển khoáng

Mã số : 9520607

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ

HÀ NỘI - 2022

Công trình được hoàn thành tại **Bộ môn Tuyển khoáng, Khoa Mỏ,
Trường Đại học Mỏ- Địa Chất**

Người hướng dẫn khoa học

1: PGS.TS Nguyễn Hoàng Sơn

2: TS Đào Duy Anh

Phản biện 1: TSKH. Đinh Ngọc Đăng

Phản biện 2: PGS.TS. Trần Văn Lùng

Phản biện 3: TS. Nguyễn Huy Hoàn

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá **luận án Tiến sĩ cấp**
Trường hợp tại Trường Đại học Mỏ - Địa chất vào hồigiờ ...
ngày ... tháng... năm 2022

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện: Quốc gia Việt Nam
hoặc Thư viện Trường Đại học Mỏ - Địa chất

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của luận án

Việt Nam có trữ lượng và tài nguyên quặng graphit vào khoảng 26,327 triệu tấn, tập trung chủ yếu ở hai tỉnh Yên Bái và Lào Cai, trong đó trữ lượng và tài nguyên dự báo quặng graphit của mỏ Bảo Hà tỉnh Lào Cai khoảng 3,171 triệu tấn.

Trong số các mỏ và điểm quặng graphit đã phát hiện cho đến hiện nay, graphit mỏ Bảo Hà, tỉnh Lào Cai được đánh giá là có chất lượng, giá trị tốt hơn cả, đặc biệt, quặng graphit có cấu trúc dạng vảy ở mỏ này có tỷ lệ lớn chiếm trên 90%. Graphit cấu trúc dạng vảy là sản phẩm có giá trị thương phẩm cao nhất.

Tuy nhiên, các nghiên cứu nhằm xác định được quy trình công nghệ tuyển quặng graphit mỏ Bảo Hà, tỉnh Lào Cai, thu hồi tối đa graphit dạng vảy, chưa được nghiên cứu đầy đủ trong các công trình trước đây và chưa được thử nghiệm trên quy mô pilot. Công trình nghiên cứu này vừa có tính khoa học vì nó làm sáng tỏ những vấn đề có tính lý luận chung về thành phần vật chất cũng như cấu trúc của quặng graphit mỏ Bảo Hà và vấn đề nghiền chọn lọc đối với loại quặng này, đồng thời vừa có ý nghĩa thực tế đó là nâng cao giá trị kinh tế, chất lượng của sản phẩm graphit, đáp ứng yêu cầu nguyên liệu cho khâu chế biến tiếp sau và có thể thay thế hàng nhập khẩu. Chính vì vậy đề tài “*Nghiên cứu công nghệ tuyển quặng graphit mỏ Bảo Hà-Lào Cai nhằm thu hồi tối đa graphit dạng vảy*” được tiến hành nhằm giải quyết các vấn đề nêu trên.

2. Mục tiêu và nhiệm vụ của luận án

Xây dựng cơ sở khoa học làm sáng tỏ các vấn đề:

- + Ảnh hưởng đặc điểm thành phần vật chất của khoáng vật graphit và mẫu quặng graphit mỏ Bảo Hà - Lào Cai, xác định dạng tồn tại khoáng graphit cấu trúc vảy trong quặng.
- + Ảnh hưởng phương pháp gia công chuẩn bị quặng trong quá trình chế biến.
- + Ảnh hưởng phương pháp và quy trình tuyển mẫu quặng graphit mỏ Bảo Hà, tỉnh Lào Cai, nhằm thu được:

* Quy trình công nghệ, các điều kiện, chế độ tuyển phù hợp cho quặng graphit mỏ Bảo Hà, Tỉnh Lào Cai, thu hồi tối đa graphit dạng vảy.

* Quặng tinh graphit tổng hợp đạt chất lượng như sau:

+ Hàm lượng cacbon $80 \div 92\%$ C; Thực thu tổng hợp $\geq 90\%$;

Trong đó: Quặng tinh graphit vảy +100 mesh (+0,149 mm) có hàm lượng C $\geq 94\%$.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của luận án là mẫu quặng graphit nguyên khai mỏ graphit Bảo Hà, tỉnh Lào Cai.

Phạm vi nghiên cứu:

- Đặc điểm thành phần vật chất quặng graphit mỏ Bảo Hà, tỉnh Lào Cai;
- Ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến các quá trình nghiền và tuyển nổi quặng graphit mỏ Bảo Hà, tỉnh Lào Cai;
- Áp dụng quá trình nghiền chà xát tinh quặng graphit tuyển sơ bộ;
- Tối ưu hóa các sơ đồ và chế độ nghiền chà xát và tuyển nổi nhằm thu hồi tối đa lượng graphit dạng vảy

4. Phương pháp nghiên cứu

Trong luận án đã sử dụng các phương pháp nghiên cứu sau:

- Phương pháp tổng hợp.
- Phương pháp thực nghiệm:
 - + Gồm phân tích khoáng vật và thạch học; phân bố và đặc điểm kích thước hạt của graphit; phân tích hàm lượng hóa học, phân tích thành phần tỷ trọng vật liệu trên thiết bị ly tâm.
 - + Thí nghiệm trong phòng trên các thiết bị nghiền bi, nghiền chà xát và tuyển nổi.
- Phương pháp kế thừa: Luận án Tiến sĩ được kế thừa từ kết quả đề tài cấp nhà nước: Nghiên cứu công nghệ tuyển và chế biến sâu quặng graphit mỏ Bảo Hà tỉnh Lào Cai Mã số: ĐTDL.CN.44/15, do NCS làm chủ nhiệm.
 - Phương pháp phân tích đánh giá: Xử lý bằng phần mềm Excel, Word, vẽ biểu đồ

5. Nội dung vấn đề nghiên cứu

Để đạt được mục đích nghiên cứu, luận án giải quyết các nhiệm vụ cơ bản sau:

- Tổng quan tình hình nghiên cứu trong nước và trên thế giới về công nghệ tuyển quặng graphit, các dạng tồn tại, tính chất hóa lý của graphit, lĩnh vực sử dụng và giá trị sản phẩm thời gian gần đây.

- Lấy mẫu nghiên cứu làm sáng tỏ đặc điểm cấu trúc, thành phần vật chất, đặc biệt là xác định thành phần khoáng vật graphit tồn tại trong thành tạo quặng graphit mỏ Bảo Hà, Lào Cai.

- Nghiên cứu nghiền thô và tuyển tách graphit ra khỏi các khoáng tạp đi kèm, trong đó xác định ảnh hưởng của một số thông số điều kiện như chủng loại và tiêu hao thuốc tập hợp, thuốc đè chìm, pH môi trường, tốc độ khuấy, nồng độ bùn quặng.

- Nghiên cứu đề xuất hệ số nghiền chà xát tối ưu từ đây nghiên cứu tối ưu hoá quá trình nghiền chà xát chọn lọc, tuyển tách, phân cấp graphit vảy.

- Nghiên cứu sơ đồ và đề xuất qui trình công nghệ tuyển quặng graphit Bảo Hà, tỉnh Lào Cai.

6. Ý nghĩa khoa học

- Luận án đã làm rõ đặc điểm cấu trúc, xác định thành phần khoáng vật graphit tồn tại trong thành tạo quặng graphit mỏ Bảo Hà, Lào Cai.

- Đề tài đã đề xuất được phương pháp luận nghiên cứu, đánh giá và tối ưu hoá quá trình nghiền chà xát tinh quặng graphit nhằm thu hồi tối đa lượng graphit vảy thô.

- Đề tài đã làm rõ cơ sở khoa học của sơ đồ và chế độ công nghệ tuyển quặng graphit với tuyển nổi sơ bộ ở độ mịn nghiền thô kết hợp với nghiền chà xát lại tinh quặng tuyển sơ bộ nhằm thu hồi tối đa lượng graphit dạng vảy có trong quặng.

- Phương pháp luận nghiên cứu nghiền chà xát cũng như sơ đồ và chế độ công nghệ tuyển đề xuất có thể được áp dụng cho các đối tượng quặng graphit khác tại Việt Nam.

7. Ý nghĩa thực tiễn

- Đề tài đã đề xuất được sơ đồ và chế độ công nghệ để tuyển quặng graphit mỏ Bảo Hà - Lào Cai nhằm thu hồi tối đa lượng graphit dạng vảy trong đó có một lượng đáng kể graphit vảy thô.

- Các số liệu của đề tài có thể được sử dụng cho các nghiên cứu ở quy mô lớn hơn cũng như làm tài liệu cơ sở để thiết kế thiết bị và sơ đồ công nghệ tuyển, cũng như điều chỉnh quá trình tuyển quặng graphit mỏ Bảo Hà, tỉnh Lào Cai trong thực tế.

8. Điểm mới của luận án

1. Luận án đã chỉ ra dạng tồn tại graphit mỏ Bảo Hà, tỉnh Lào Cai là graphit dạng vảy trong đó graphit dạng vảy chiếm 90-95%; graphit vô định hình 5-10%.

2. Đề tài luận án đã đề xuất được phương pháp luận và hệ số nghiền chà xát tối ưu nhằm đánh giá quá trình nghiền chà xát tinh quặng graphit.

3. Lần đầu tiên ở Việt Nam đã nghiên cứu đề xuất sơ đồ và chế độ tuyển quặng graphit ở độ mịn nghiền thô và áp dụng quá trình nghiền chà xát để nghiền lại tinh quặng graphit.

9. Điểm bảo vệ của luận án

Luận điểm 1. Graphit mỏ Bảo Hà tồn tại dưới dạng graphit vảy với lượng graphit vảy chiếm đến 90% trong đó có một lượng graphit vảy thô. Một lượng tạp chất dạng silicat xâm nhiễm mịn trong nền graphit.

Luận điểm 2. Có thể thu hồi graphit vảy thô +0,149mm sạch bằng quá trình tuyển nổi *cấp liệu nghiền thô -0,5mm* kết hợp *ng nghiền chà xát tinh quặng thu được và tuyển nổi lại.*

Luận điểm 3. Áp dụng phương pháp phân tích tỷ trọng trong dung dịch nặng bằng máy ly tâm để đánh giá mức độ giải phóng khoáng vật trong sản phẩm graphit. Từ đây đề xuất tiêu chí K để tối ưu hóa quá trình nghiền chà xát để vừa đảm bảo mức độ giải phóng khoáng vật vừa đảm bảo độ hạt thô của sản phẩm graphit dạng vảy.

$$K_o(t) = (\gamma_{+0,149\text{mm}}(t) \cdot \gamma_{+0,149\text{mm}-2,1}(t)) / (\lambda_{+0,149\text{mm}})$$

Trong đó $\gamma_{+0,149\text{mm}}$ là thu hoạch cấp +0,149 mm trong sản phẩm nghiền biểu diễn dưới dạng phần trăm;

$\gamma_{+0,149\text{mm}-2,1}$: Giá trị tỷ lệ khối lượng cấp tỷ trọng -2,1 trong phân tích chìm nổi cấp +0,149 mm trong sản phẩm, tính theo phần đơn vị

$\lambda_{-0,149\text{mm}}$: Thu hoạch cấp +0,149 mm trong cấp liệu nghiền biểu diễn dưới dạng phần trăm;

10. Cấu trúc của luận án

Ngoài phần mở đầu, danh mục chữ viết tắt, danh mục bảng biểu, hình vẽ, đồ thị, kết luận, tài liệu tham khảo, phụ lục, Luận án được kết cấu thành 5 chương gồm:

Chương 1: Tổng quan về graphit: tài nguyên, chế biến và sử dụng

Chương 2: Thành phần vật chất mẫu quặng và định hướng nghiên cứu

Chương 3: Nghiên cứu tuyển nổi sơ bộ mẫu quặng

Chương 4: Nghiên cứu thu hồi quặng tinh graphit vảy thô bằng nghiền chà xát và tuyển nổi

Chương 5: Nghiên cứu sơ đồ tuyển nổi nhằm thu hồi tối đa tinh quặng graphit dạng vảy

CHƯƠNG 1.

TỔNG QUAN VỀ GRAPHIT:

TÀI NGUYÊN, KHAI THÁC CHẾ BIẾN VÀ SỬ DỤNG

1.1. Giới thiệu sơ lược về graphit

Có hai loại graphit là graphit tổng hợp và graphit tự nhiên. Trong đó, graphit tự nhiên chia làm ba loại graphit vô định hình (amorphous graphite), graphit vảy (flake graphite/plumbago) và graphit mạch (vein graphite/crystalline graphite). Graphit vảy thường tồn tại ở dạng các vảy gián đoạn, kích cỡ đường kính từ $50 \div 800$ micromet và dày $1 \div 150$ micromet. Quặng graphit dạng này có hàm lượng C đạt $5 \div 30\%$ C và đạt $85 \div 95\%$ hoặc hơn sau khi làm giàu.

Graphit có nhiều đặc tính đặc biệt như độ trơn và độ bền tự nhiên cao, độ bền ăn mòn và chịu nhiệt cao, không bị tác động của điều kiện phong hóa, khả năng bôi trơn tự nhiên cao, tính kháng nhiệt cao lên tới khoảng 2.500°C ; độ dẫn điện và dẫn nhiệt cao, độ giãn nở nhiệt thấp, độ bền hóa học cao ở nhiệt độ bình thường, có khả năng kháng

cháy, có độ ma sát thấp, cường độ nén cao. Vì vậy graphit dạng vảy có nhiều ứng dụng trong cuộc sống, một số ứng dụng của graphit vảy như sau: Graphit tự nhiên dạng vảy là vật liệu làm cực âm cho pin lithi, vanadi trong ô tô nạp điện, acquy điện gió, điện mặt trời. Nồi nấu kim loại, khuôn đúc chi tiết máy cần độ chính xác cao. Sản xuất graphit dạng cầu để bọc nguyên liệu phóng xạ của lò điện hạt nhân thế hệ mới.

1.2. Tiềm năng, phân bố, khai thác, phương pháp tuyển và sử dụng quặng graphit trên thế giới.

Theo số liệu thống kê của Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ (USGS) tổng trữ lượng graphit tự nhiên trên toàn thế giới theo số liệu thống kê năm 2021 đạt 320 triệu tấn. Trung Quốc duy trì vị trí là quốc gia sản xuất graphit hàng đầu thế giới với ước tính 700 ngàn tấn. Mozambique là nước sản xuất graphit đứng thứ hai với 100.000 tấn, tiếp theo là Brazil, Canada, Ukraina và Nga.

Giá trị sản phẩm graphit phụ thuộc chủ yếu vào 3 yếu tố chính đó là kích thước hạt graphit, độ tinh khiết (hàm lượng cacbon của graphit cao hay thấp) và thành phần khoáng vật phụ (hay thành phần tro). Chính vì vậy, để thỏa mãn 3 yếu tố trên cần phải nghiên cứu xác định được công nghệ - tuyển làm giàu hợp lý. Về bản chất tách graphit ra khỏi các khoáng vật khác không khó nhưng để tuyển được graphit có độ tinh khiết cao lại rất phức tạp. Quy trình tuyển nổi graphit thông thường bao gồm 1 khâu tuyển chính, 6 ÷ 7 lần tuyển tinh kết hợp với nghiền lại bột tuyển tinh.

1.3. Tiềm năng, phân bố, các nghiên cứu công nghệ tuyển và sử dụng quặng graphit ở Việt Nam.

Việt Nam có trữ lượng và tài nguyên quặng graphit vào khoảng 26,327 triệu tấn, trong đó trữ lượng đạt 9.774 ngàn tấn, tài nguyên dự tính là 16.553 ngàn tấn, tập trung chủ yếu ở hai tỉnh Yên Bái và Lào Cai, đó trữ lượng và tài nguyên dự báo quặng graphit của mỏ Bảo Hà tỉnh Lào Cai khoảng 3,171 triệu tấn.

Công nghệ tuyển quặng graphit ở Việt Nam được triển khai từ những năm 1985 với các công trình nghiên cứu sau: “*Nghiên cứu chế*

độ và sơ đồ tuyển một số mẫu quặng graphit khu moong mỏ Mậu A, Yên Bái”; “Nghiên cứu công nghệ tuyển mẫu graphit Hưng Nhượng - Quảng Ngãi”; “Nghiên cứu công nghệ tuyển graphit mỏ Nậm Thi - Lào Cai”; “Nghiên cứu tuyển quặng graphit khu vực Yên Thái, xã Yên Thái, huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái”.

1.4. Tình hình nghiên cứu quặng graphit mỏ Bảo Hà, Lào Cai.

Quặng graphit mỏ Bảo Hà có 2 loại: Quặng phong hóa và quặng gốc.

Kết quả phân tích thành phần hóa học quặng graphit Bảo Hà đã xác định được thành phần hóa học cơ bản trung bình trong các thân quặng đã thăm dò như sau:

+ Đối với quặng graphit phong hóa: Theo khối tính trữ lượng: C 11,79%; Vpt 2,94%; A_k 85,23%; S 0,15%

+ Đối với quặng graphit gốc: Theo khối tính trữ lượng: C 11,19%; Vpt 0,70%; A_k 86,58%; S 1,75%

Đề tài “Nghiên cứu tính tuyển quặng graphit gốc và phong hóa mỏ Bảo Hà, tỉnh Lào Cai” đã được Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ - Luyện kim thực hiện năm 2013 phục vụ Báo cáo thăm dò địa chất. Từ quặng đầu có hàm lượng $10,35 \div 14,51\%$ C, quặng tinh 1 có hàm lượng cacbon $\geq 88\%$ C; quặng tinh 2 có hàm lượng cacbon $\geq 80\%$ C, tương ứng với thực thu $89 \div 90\%$.

1.5. Nhận xét, đánh giá chương tổng quan

- Graphit là loại vật liệu quan trọng được ứng dụng trong nhiều ngành công nghiệp hiện đại ngày nay. Graphit là nguồn nguyên liệu để sản xuất các vật liệu tiên tiến trong các lĩnh vực pin acquy, hàng không vũ trụ, điện hạt nhân, điện cực... Giá trị của graphit phụ thuộc vào loại hình, độ tinh khiết (hàm lượng cacbon) và độ hạt, trong đó sản phẩm graphit vảy thô hàm lượng trên 94% C có giá bán cao hơn.

- Trên thế giới sản phẩm graphit chất lượng cao được thu hồi từ quặng thông qua quá trình tuyển. Công nghệ tuyển graphit truyền thống trên thế giới được áp dụng là tuyển nổi nhiều giai đoạn với việc nghiền lại các sản phẩm quặng tinh nhằm tránh hiện tượng quá nghiền làm giảm chất lượng và thực thu tinh quặng.

- Graphit là nguồn tài nguyên quan trọng tại Việt Nam với trữ lượng hơn 20 triệu tấn chủ yếu tập trung tại vùng Lào Cai Yên Bái. Các nhà máy tuyển quặng graphit đang hoạt động đều áp dụng công nghệ nghiền mịn và tuyển nổi cho ra sản phẩm chất lượng không cao (tinh quặng 85-86% C). Các nghiên cứu về quặng graphit tại Việt Nam đều áp dụng sơ đồ nghiền tuyển nổi nhiều giai đoạn cho sản phẩm quặng tinh graphit hàm lượng chưa cao (< 90% C).

- Graphit mỏ Bảo Hà – Lào Cai có trữ lượng lớn và tồn tại ở dạng vảy. Việc nghiên cứu tuyển thu hồi tối đa graphit dạng vảy là một vấn đề có tính khoa học và thực tiễn lớn tại Việt Nam.

CHƯƠNG 2.

THÀNH PHẦN VẬT CHẤT MẪU QUẶNG VÀ ĐỊNH HƯỚNG NGHIÊN CỨU

2.1 Mục đích nghiên cứu.

Nghiên cứu thành phần vật chất sẽ xác định sự có mặt và tỷ lệ của graphit dạng vảy có trong quặng. Dạng tồn tại của các khoáng vật đá thải trong nền quặng cũng như trong nền khoáng graphit cũng cần được làm sáng tỏ.

2.2. Mẫu nghiên cứu

Mẫu nghiên cứu có 6 đơn mẫu, có kích thước $d \leq 300$ mm. Quặng được đập, trộn đều và giảm lược qua nhiều giai đoạn để giảm dần kích thước hạt tới $d = -2$ mm, đáp ứng yêu cầu lấy các mẫu phân tích hóa học và nhập mẫu nghiên cứu đại diện cho toàn mỏ.

2.3. Kết quả nghiên cứu thành phần vật chất mẫu quặng

Bảng 2.1. Phân tích ronghen mẫu quặng graphit tổng hợp

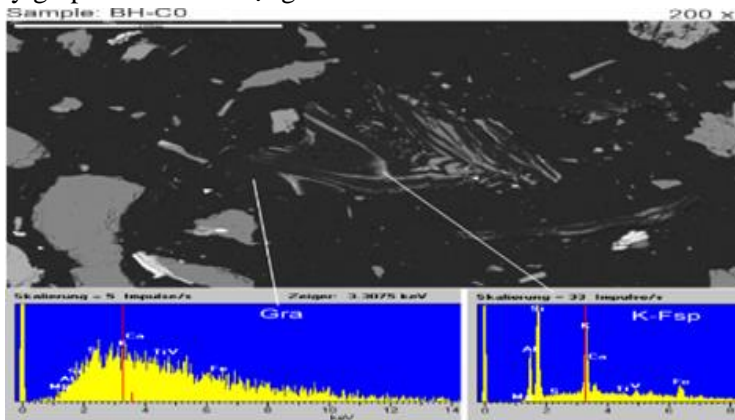
Thành phần khoáng vật	Khoảng hàm lượng (~%)
Thạch anh - SiO ₂	42 ÷ 44
Graphit - C	17 ÷ 19
Felspat – K _{0.5} Na _{0.5} [AlSi ₃ O ₈]	9 ÷ 11
Illit – KAl ₂ [AlSi ₃ O ₁₀](OH) ₂	16 ÷ 18
Clorit – Mg ₂ Al ₃ [AlSi ₃ O ₁₀](OH) ₈	4 ÷ 6

Thành phần khoáng vật	Khoảng hàm lượng (~%)
Canxit – CaCO ₃	1 ÷ 3
Amphibol	≤ 1
Lepidocrocit – FeO.OH	≤ 1

Bảng 2.2. Thành phần hóa học mẫu quặng graphit tổng hợp

Kết quả phân tích, %						
C	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	S	SiO ₂	Độ tro	Chất bốc
11,80	10,72	7,50	2,02	57,10	85,20	1,00

Kết quả phân tích SEM cho thấy xen kẹp giữa các tấm graphit vảy còn bị xâm nhiễm bởi các khoáng vật tạp chất như thạch anh, felspat, amphibol, biotit, illit, pyrit. Trên Hình 2.1 thể hiện giữa các tấm graphit vảy là các lớp phi quặng felspat K, Na, Ca, đây chính là nguyên nhân dẫn đến hàm lượng cacbon của graphit vảy không cao. Chính vì vậy, quá trình tuyển tách sẽ gặp khó khăn để thu được quặng tinh vảy graphit với hàm lượng cao.



Hình 2.1. Hình ảnh chụp khoáng vật graphit (Graphit (Gra), K-felspat (K-Fsp))

2.4. Kết luận về đặc điểm thành phần vật chất mẫu quặng graphit Bảo Hà

- Kết quả nghiên cứu cho thấy, quặng graphit mỏ Bảo Hà, Lào Cai có hàm lượng C trung bình là 11,80%, hàm lượng các tạp chất gồm: 10,72% Al_2O_3 ; 7,50% Fe_2O_3 ; 57,10% SiO_2 ; Ngoài ra, hàm lượng chất bốc là 1,00%, độ tro là 85,02%, lưu huỳnh 2,08%. Thành phần khoáng vật chính trong mẫu là graphit, thạch anh, fenspat, illit...

- Quặng graphit mỏ Bảo Hà, Lào Cai chứa nhiều graphit có cấu trúc dạng vảy, với tỷ lệ chiếm 90÷95%, còn lại là 5÷10% dạng graphit cấu trúc vô định hình. Một phần đáng kể graphit mỏ Bảo Hà có kích cỡ thô. Graphit tồn tại trong mẫu dưới dạng các tấm kéo dài, vảy hoặc dạng sợi, xen kẹp giữa các tấm phi quặng, xâm tán khá dày trong nền mẫu, kích thước từ (0,05 x 0,2) đến (0,15 x 0,5) mm, có chỗ sắp xếp thành đám ổ, các vảy sợi thường có dạng uốn lượn. Ngoài ra, trong mẫu nghiên cứu còn phát hiện khoáng chứa graphit ở dạng kết tinh vô định hình, xâm nhiễm cùng với pyrotin, pyrit và khoáng tạp chất, chủ yếu là thạch anh, fenspat, illit, granat và một số thành phần tạp chất khác. Đồng thời, trong mẫu còn phát hiện một số khoáng chứa sunphua như pyrit, pyrotin và các khoáng chứa sắt như hematit, limonit.

- Để nâng cao hàm lượng cacbon trong quặng graphit Bảo Hà, Lào Cai cần tuyển tách khoáng tạp chất đi kèm như thạch anh, fenspat, illit, biotit, pyrit, pyrotin, hematit, limonit... Phương pháp tuyển tách các khoáng vật như thạch anh, fenspat, illit, biotit để nâng cao hàm lượng cacbon thường sử dụng là phương pháp tuyển nổi, ngoài ra các phương pháp tuyển nổi - trọng lực cũng được xem xét đến. Với cấu trúc khoáng graphit ở dạng vảy, xen kẽ là các khoáng tạp nêu trên, cần quan tâm đến lựa chọn giải pháp gia công để vừa giải phóng graphit ra khỏi tạp chất đi kèm vừa giữ được tối đa độ lớn của các vảy graphit có trong quặng.

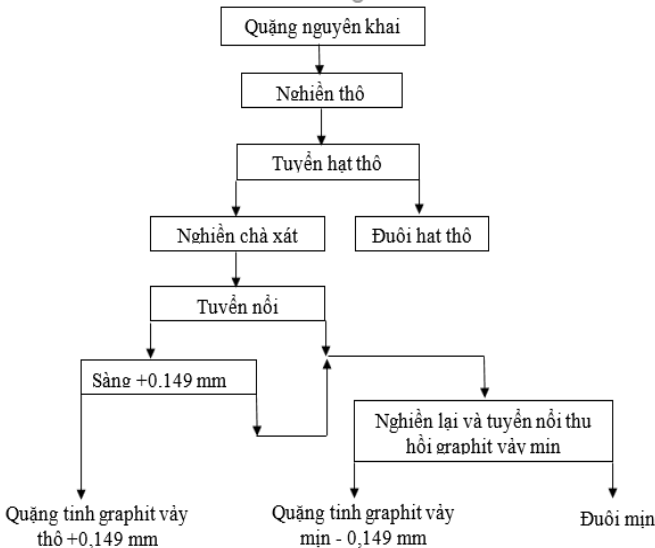
2.5. Định hướng nghiên cứu công nghệ

Trên cơ sở phân tích, nghiên cứu về đặc điểm thành phần vật chất của quặng graphit mỏ Bảo Hà nói trên, sẽ tiến hành nghiên cứu theo các bước sau:

- Nghiên cứu nghiền thô và sử dụng phương pháp tuyển nổi để tách graphit với khoáng tạp đi kèm.

- Nghiên cứu khảo sát chế độ nghiền chà xát và tuyển tinh quặng tinh thô graphit. Phân cấp quặng tinh graphit nhằm thu được quặng tinh graphit vảy thô đáp ứng tiêu chuẩn chất lượng.

- Phương pháp nghiền chà xát là phương pháp phù hợp cho mục đích giữ lại vảy graphit. Vì vậy, NCS sẽ đi sâu phân tích cơ sở lý thuyết và thí nghiệm thực tế của quá trình nghiền chà xát này để lựa chọn thiết bị có tính năng kỹ thuật phù hợp với đặc điểm thành phần vật chất của mẫu nghiên cứu nhằm thu được tối đa graphit dạng vảy.



Hình 2.2. Sơ đồ định hướng nghiên cứu công nghệ

Trong luận án đã sử dụng độ hạt ranh giới 0,149 mm để phân tách tinh quặng graphit vảy thô và mịn trên cơ sở :

- Cấp graphit vảy thô +0,149 mm (tương ứng với độ hạt +100 Mesh) có trong tiêu chuẩn của nhiều hãng trên thế giới. Đây là cấp hạt dễ tuyển cơ học lên đến hàm lượng trên 94%C, được sử dụng trong các mục đích cao cấp và có giá cao hơn hẳn cấp hạt nhỏ hơn;

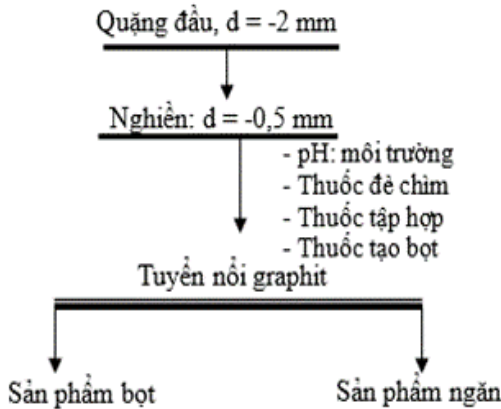
- Độ hạt của graphit trong nền quặng là trong khoảng 0,01x0,2mm đến 0,15 x0,5 mm. Trong quá trình nghiền giải phóng khoáng vật thì độ hạt graphit sẽ bị giảm đi. Chọn ranh giới sản phẩm graphit vảy thô lớn hơn thì sẽ giảm thu hoạch và thực thu graphit vảy thô.

CHƯƠNG 3.

NGHIÊN CỨU TUYỂN NỔI SƠ BỘ MẪU QUẶNG

3.1 Mục tiêu và phương pháp thí nghiệm.

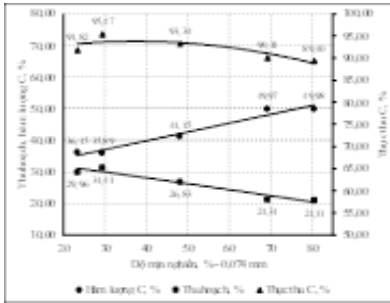
Mục đích khâu tuyển nổi sơ bộ là thải tối đa các khoáng vật đá thải, thu hồi graphit dạng xâm nhiễm thô để tiếp tục tuyển nâng cao chất lượng ở các giai đoạn sau.



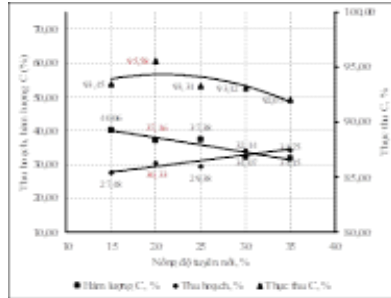
Hình 3.1. Sơ đồ nguyên tắc nghiên cứu chế độ tuyển nổi

3.2. Thí nghiệm xác định đặc tính nghiền.

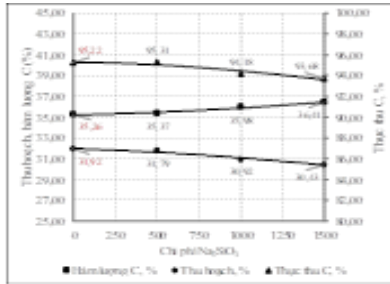
Mẫu nghiên cứu với khối lượng 1 kg được nghiền trong máy nghiền thí nghiệm 7 lít. Tỷ lệ khối lượng bi: quặng: nước = 14,5:1: 0,7. Thời gian nghiền thay đổi từ 5 phút đến 25 phút. Khi thời gian nghiền thay đổi từ 0 đến 25 phút, các cấp hạt +0,074 mm giảm dần, cấp hạt -0,074 mm tăng từ 14,39% lên đến 80,55%.



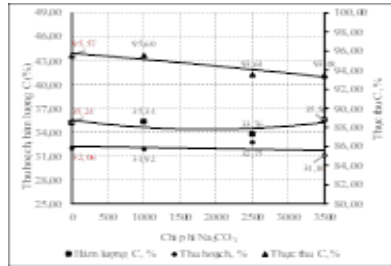
Hình 3.2. Ảnh hưởng độ mịn nghiền đến kết quả tuyển nổi graphit



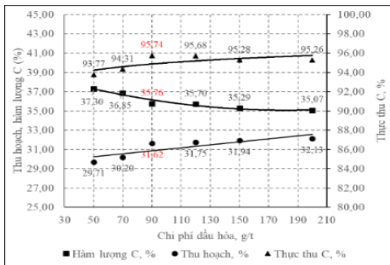
Hình 3.3. Ảnh hưởng nồng độ tuyển đến kết quả tuyển nổi graphit



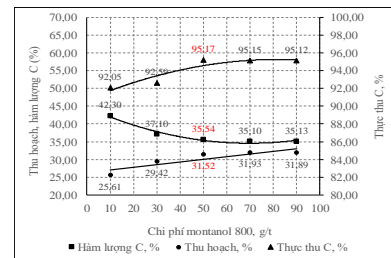
Hình 3.4. Ảnh hưởng của pH đến kết quả tuyển nổi graphit



Hình 3.5. Ảnh hưởng của Na_2SiO_3 đến kết quả tuyển nổi graphit



Hình 3.6. Ảnh hưởng chỉ phí dầu hòa đến kết quả tuyển quặng graphit



Hình 3.7. Ảnh hưởng chi phí thuốc tạo bọt đến kết quả tuyển nổi

3.3. Thí nghiệm điều kiện chế độ tuyển nổi sơ bộ

Các thông số điều kiện được khảo sát bao gồm: Độ mịn nghiền, nồng độ bùn, pH bùn tuyển, chủng loại và chi phí các thuốc đê chìm, tập hợp và tạo bọt. Giá trị thông số tốt nhất ở loạt thí nghiệm trước được giữ cho các loạt thí nghiệm sau. Một số điều kiện chủ yếu còn lại các điều kiện khác chọn theo các tài liệu tham khảo.

Các điều kiện và chế độ thí nghiệm như sau:

- Khối lượng mẫu thí nghiệm: 700g/mẫu. Độ mịn nghiền: 29,47 % cấp hạt -0,074 mm (100% cấp hạt -0,5 mm). Nồng độ bùn quặng: 20% rắn; pH môi trường : $7 \div 7,5$. Chi phí thủy tinh lỏng (Na_2SiO_3): 500 g/t, thời gian khuấy tiếp xúc 5 phút. Chi phí thuốc tập hợp dầu hòa: 200 g/t, thời gian khuấy tiếp xúc 5 phút. Chi phí thuốc tạo bọt Montanol 800: 70 g/t, khuấy tiếp xúc 5 phút. Thời gian tuyển nổi 3 phút.

3.4. Thí nghiệm tuyển vớt

Khâu tuyển vớt bao gồm 2 lần tuyển vớt: Ở khâu tuyển vớt 1 bổ sung 40 g/t dầu hòa và 25 g/t thuốc tạo bọt Montanol 800. Ở khâu tuyển vớt 2 bổ sung 20 g/t thuốc tập hợp dầu hòa và 10 g/t thuốc tạo bọt Montanol 800.

3.5. Thí nghiệm tuyển tinh

Khâu tuyển tinh bao gồm 5 lần tuyển tinh, bổ sung thêm thủy tinh lỏng với chi phí: tuyển tinh 1: 150 g/t; tuyển tinh 2: 150 g/t; tuyển tinh 3: 100 g/t; tuyển tinh 4: 50 g/t; tuyển tinh 5: 30 g/t.

3.6. Kết luận chương 3

- Kết quả thí nghiệm khẳng định khả năng tuyển nổi sơ bộ quặng graphit Bảo Hà ở độ mịn nghiền thô. Từ cấp liệu quặng độ mịn nghiền 29,47% -0,074mm (khoảng 100% -0,5mm) bằng quá trình tuyển nổi đã thu được tinh quặng graphit tuyển sơ bộ với thu hoạch 22,17%, hàm lượng 49,40% C và mức thực thu trên 92%. Quá trình tuyển nổi đã cho phép giảm đi 70 % đá thải độ hạt thô với mất mát ít. Điều này cho phép giảm chi phí tổng thể quá trình tuyển và chế biến tiếp theo. Đây cũng là điểm mới trong công nghệ tuyển quặng graphit tại Việt Nam vì các nghiên cứu trước đây thường tuyển nổi quặng nghiền mịn đến 0,1mm.

- Nghiên cứu thí nghiệm đã xác định được sơ đồ cùng các thông số công nghệ tuyển nổi phù hợp cho quá trình tuyển nổi sơ bộ quặng graphit. Cụ thể là sơ đồ tuyển với 01 tuyển chính, 01 tuyển vét và 01 tuyển tinh với chế độ như sau: độ mịn nghiền 29,47 % cấp hạt -0,074 mm; nồng độ bùn tuyển 20% rắn; pH môi trường tuyển trung tính 7 ÷ 7,5 (không cấp thuốc điều chỉnh môi trường); chi phí thuốc đề chìm thủy tinh lỏng 150 g/t vào khâu tuyển tinh; chi phí thuốc tập hợp dầu hòa 90g/t; chi phí thuốc tạo bọt Montanol 800 50g/t;

- Các cấp hạt tinh quặng graphit tuyển nổi sơ bộ chỉ đạt hàm lượng C trong khoảng 45-57 % chưa đạt hàm lượng thương phẩm. Điều này cho thấy trong tinh quặng vẫn còn nhiều hạt liên tinh. Để thu được các tinh quặng thành phẩm cần tiếp tục gia công và tuyển chế biến tiếp theo.

CHƯƠNG 4.

NGHIÊN CỨU THU HỒI QUẶNG TINH GRAPHIT VẢY THÔ BẰNG NGHIÊN CHÀ XÁT VÀ TUYỂN NỔI

4.1. Mục đích nghiên cứu.

Mục đích quá trình nghiên cứu lại quặng tinh tuyển sơ bộ phải vừa đạt mức giải phóng khoáng vật cao, vừa tránh vỡ vụn lượng graphit vảy thô, cụ thể là cấp +0,149mm.

4.2. Khái niệm về quá trình và thiết bị nghiền chà xát.

Quá trình nghiền chà xát cũng thuộc loại quá trình nghiền với sự chuyển động tự do của vật nghiền tương tự như các quá trình nghiền tang quay. Tuy nhiên với kích thước của bi nghiền nhỏ hơn nhiều cũng như cách thức tạo chuyển động cho bi nghiền nên tác dụng nghiền và do đó lĩnh vực áp dụng có sự khác biệt căn bản.

4.3. Phương pháp luận đánh giá mức độ giải phóng khoáng vật bằng phân tích thành phần tỷ trọng trong dung dịch nặng.

*Đề xuất các hệ số đánh giá quá trình nghiền chà xát
Hệ số giải phóng graphit*

$$K_L = \gamma_{+0,149\text{mm}-2,1}, \quad (4.1)$$

Trong đó K_L – hệ số giải phóng graphit trong sản phẩm;

$\gamma_{+0,149\text{mm}}^{-2,1}$ – giá trị tỷ lệ khối lượng cấp tỷ trọng -2,1 trong phân tích chìm nổi cấp +0,149 mm trong sản phẩm, tính theo phần đơn vị;
Hệ số bảo toàn graphit vẩy thô trong quá trình nghiền

$$K_P = \gamma_{+0,149\text{mm}} / \lambda_{+0,149\text{mm}} \quad (4.2)$$

Trong đó $\gamma_{+0,149\text{mm}}$ là thu hoạch cấp +0,149 mm trong sản phẩm nghiền biểu diễn dưới dạng phần trăm;

$\lambda_{+0,149\text{mm}}$: Thu hoạch cấp +0,149 mm trong cấp liệu nghiền biểu diễn dưới dạng phần trăm;

Hệ số nghiền chà xát tối ưu

Hệ số nghiền chà xát tối ưu được đề xuất để tính đến ảnh hưởng của hai mục tiêu trên

$$K_O(t) = (\gamma_{+0,149\text{mm}}(t) \cdot \gamma_{+0,149\text{mm}}^{-2,1}(t)) / (\lambda_{+0,149\text{mm}}) \quad (4.3)$$

Hệ số K_O này sẽ được sử dụng để khảo sát ảnh hưởng của các thông số đến hiệu quả quá trình nghiền chà xát tinh quặng graphit tuyển nổi sơ bộ.

4.4. Thí nghiệm đánh giá mức độ giải phóng khoáng vật bằng phương pháp nghiền chà xát.

Các yếu tố ảnh hưởng lớn đến hiệu quả nghiền chà xát chọn lọc được nghiên cứu bao gồm: Tốc độ khuấy, tỉ lệ rắn lỏng, thời gian nghiền khuấy chà xát và sự ảnh hưởng của tỷ lệ bi/quặng.

Mẫu nghiên cứu: Quặng tinh thô cấp +0,149mm có hàm lượng cacbon: 49 ÷ 50% C.

Thiết bị nghiền chà xát: Dung tích 1 lít; cánh nghiền chà xát kiểu chân vịt; bi nghiền có kích thước <5mm. Dung dịch tỷ trọng nặng bromoform (HCBBr_3) tỷ trọng 2,89 g/cm³

4.4.1. Phân tích thành phần tỷ trọng quặng tinh graphit tuyển sơ bộ cấp +0,149mm.

Quặng tinh tuyển tinh 1 lần được đem đi phân cấp tách cấp hạt -0,149mm; cấp +0,149 mm được đem đi phân tích tỷ trọng. Cấp -2,1 có hàm lượng C đạt trên 94% gồm các hạt graphit đã giải phóng hầu hết. Các cấp tỷ trọng còn lại là các liên tinh graphit với đá thải theo các tỷ lệ khác nhau. Đáng lưu ý là cấp +2,6 chỉ có khoảng 10% graphit

nhưng cũng đã nổi vào sản phẩm bột. Có thể nói đây là các hạt chỉ có những lớp mỏng graphit trên bề mặt, tỷ lệ khối lượng không lớn nhưng tỷ lệ bề mặt lại cao và làm cho hạt liên tinh dễ tuyển nổi.

4.4.2 Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số đến quá trình nghiền chà xát

Thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của các thông số đến quá trình nghiền chà xát được thể hiện lần lượt tại các Hình 4.1, Hình 4.2, Hình 4.3, Hình 4.4, Hình 4.5, Hình 4.6.

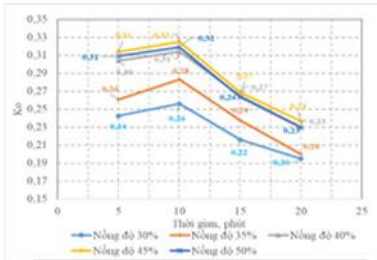
4.5. Nghiên cứu điều kiện nghiền chà xát và tuyển nổi nâng cao chất lượng sản phẩm graphit

Quặng sau nghiền chà xát được đưa đi tuyển tinh sau đó rây tách cấp hạt +0,149 mm nhằm xác định được thu hoạch, sau đó phân tích hàm lượng C và xác định thực thu, từ đó đánh giá kết quả nghiền chà xát lại quặng tinh. Kết quả nghiên cứu được thể hiện trên đồ thị Hình 4.7 đến Hình 4.10.

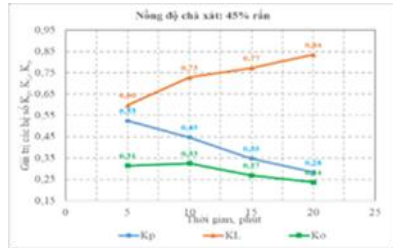
4.6 Kết luận chương 4

- Đã áp dụng phương pháp phân tích tỷ trọng trong dung dịch nặng bằng máy ly tâm để đánh giá mức độ giải phóng khoáng vật của sản phẩm graphit. Từ đây đề xuất hệ số giải phóng graphit K_L , hệ số bảo toàn graphit vảy thô trong quá trình nghiền K_P và hệ số nghiền chà xát tối ưu K_O để đánh giá và xác định chế độ nghiền chà xát tối ưu quặng tinh tuyển nổi sơ bộ graphit để vừa đảm bảo chất lượng quặng tinh graphit vừa đảm bảo giữ tối đa kích thước vảy graphit.

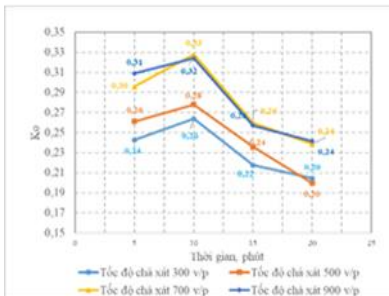
- Nghiên cứu thí nghiệm quá trình nghiền chà xát theo phương pháp luận đề xuất đã làm sáng tỏ các quy luật ảnh hưởng của một số thông số quá trình tạo cơ sở và luận giải các kết quả quá trình nghiền chà xát và tuyển nổi. Sự phù hợp giữa hệ số K_O và mức thu hoạch tinh quặng graphit hạt thô khi chất lượng graphit đạt cao trên 90% đã khẳng định khả năng áp dụng hệ số này trong việc tối ưu hóa quá trình nghiền chà xát



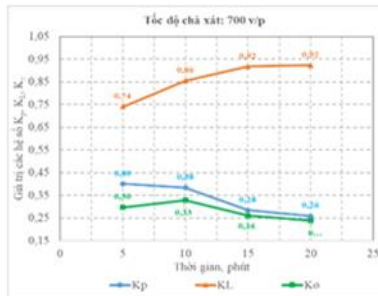
Hình 4.1. Ảnh hưởng của nồng độ bùn đến hệ số K_0



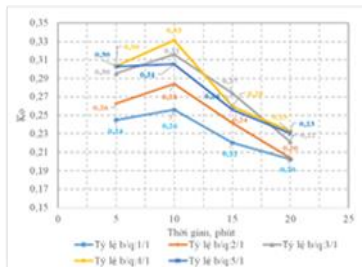
Hình 4.2. Ảnh hưởng của thời gian nghiền chà xát đến hệ số K_p, K_L, K_0



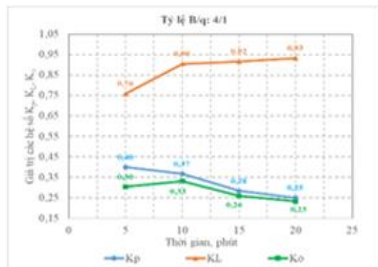
Hình 4.3. Ảnh hưởng của tốc độ chà xát đến hệ số K_0



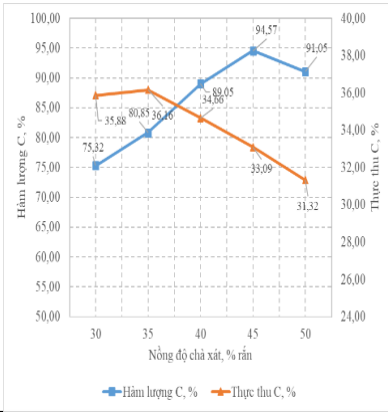
Hình 4.4. Ảnh hưởng của tốc độ chà xát đến hệ số K_p, K_L, K_0



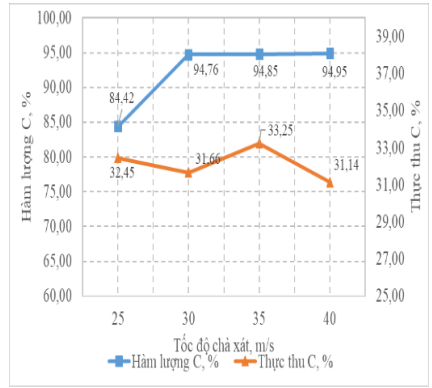
Hình 4.5. Ảnh hưởng của tỷ lệ bi/quặng đến hệ số K_0



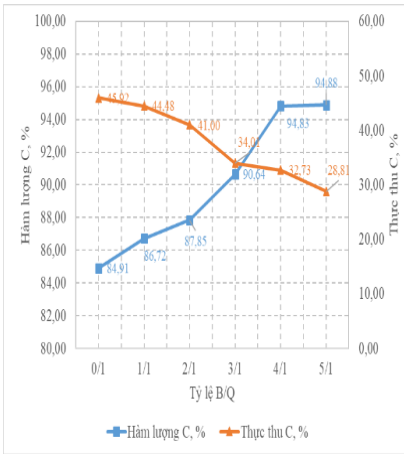
Hình 4.6. Ảnh hưởng của tỷ lệ bi/quặng đến hệ số K_p, K_L, K_0



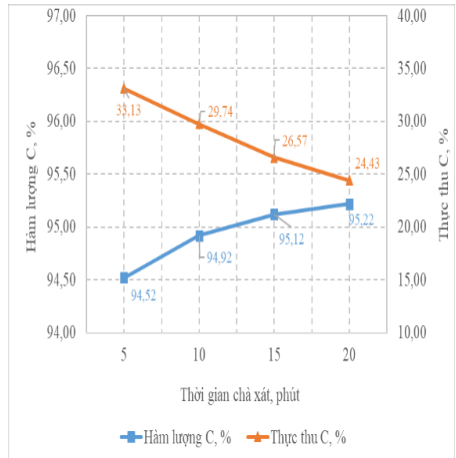
Hình 4.7. Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng nồng độ % rắn đến hiệu suất tuyển nổi C



Hình 4.8. Đồ thị ảnh hưởng tốc độ quay cánh khuấy đến chỉ tiêu tuyển nổi C



Hình 4.9. Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng tỷ lệ biquặng đến hiệu suất tuyển nổi C



Hình 4.10. Đồ thị ảnh hưởng thời gian nghiền chà xát đến hiệu suất tuyển nổi C

- Nghiên cứu thí nghiệm nghiền chà xát – tuyển nổi đã cho phép thu được phẩm tinh quặng graphit vảy thô +0,149mm với hàm lượng >94% C. Kết quả nghiên cứu đã xác lập được các thông số công

nghe phù hợp cho quá trình nghiền - chà xát mẫu quặng graphit mỏ Bảo Hà, tỉnh Lào Cai như sau: tốc độ nghiền chà xát 35 m/s (700 v/ph); tỷ lệ bi/quặng 4/1; nồng độ pha rắn trong bùn quặng 45%; thời gian nghiền chà xát: 5 phút+ 5 phút với phương pháp nghiền phân đoạn.

- Theo sơ đồ tuyển nghiền chà xát – tuyển nổi đã nghiên cứu, sản phẩm graphit hạt mịn có hàm lượng C còn thấp cũng như còn tồn tại các sản phẩm trung gian chứa graphit. Để thu được sản phẩm tinh quặng graphit hạt mịn có hàm lượng C cao hơn cũng như thực thu tổng thể graphit tối đa cần tiếp tục nghiên cứu tuyển vòng kín, tối ưu hóa các sơ đồ có tính đến việc xử lý các sản phẩm trung gian.

CHƯƠNG 5

NGHIÊN CỨU SƠ ĐỒ TUYỂN NỔI NHẪM THU HỒI TỐI ĐA QUẶNG TINH GRAPHIT DẠNG VẢY

5.1 Mục đích nghiên cứu

Nghiên cứu tuyển tinh sản phẩm -0,149mm tách ra từ tinh quặng để thu hồi quặng tinh graphit hạt mịn có hàm lượng và mức thực thu cao. Tiếp theo là nghiên cứu xử lý các sản phẩm trung gian (sản phẩm ngăn máy các khâu tuyển tinh) nhằm thu hồi thêm lượng graphit có trong các sản phẩm này. Cuối cùng là tiến hành các sơ đồ tuyển vòng kín theo các phương án nhằm thu hồi tối đa lượng graphit cả vảy thô và vảy mịn.

5.2. Thí nghiệm tuyển tinh thu hồi quặng tinh graphit hạt mịn.

Khâu tuyển tinh bao gồm 5 lần tuyển tinh, bổ sung thêm thủy tinh lỏng với chi phí: tuyển tinh 1: 150 g/t; tuyển tinh 2: 150 g/t; tuyển tinh 3: 100 g/t; tuyển tinh 4: 50 g/t; tuyển tinh 5: 30 g/t.

5.3. Thí nghiệm nghiền và tuyển lại sản phẩm trung gian.

Khâu tuyển trung gian với chế độ như sau: Sử dụng máy nghiền chà xát với độ mịn nghiền 87% - 0,074 mm; pH : 7 ÷ 7,5; thuốc đê chìm thủy tinh lỏng là 200 g/t; thuốc tập hợp dầu hỏa: 20 g/t; thuốc tạo bọt Montanol 800: 10 g/t.

5.4 Thí nghiệm tuyển sơ đồ vòng kín

Đánh giá trên các chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật phương án tuyển bao gồm 3 khâu nghiền lại quặng tinh và 6 lần tuyển tinh cho các chỉ tiêu kỹ thuật tốt nhất với hàm lượng cacbon của graphit vảy trên 94%,

quặng tinh graphit mịn có hàm lượng cacbon trên 82% với tổng thực thu đạt trên 93%. Kết quả phân tích quặng tinh graphit vảy và quặng tinh graphit vảy mịn được thể hiện trên Bảng 5.1

Bảng 5.1. Thành phần hóa học đa nguyên tố quặng tinh

Đơn vị phân tích	Kết quả phân tích, %						
	C	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	S	SiO ₂	Độ tro	Chất bốc
Graphit vảy							
Viện hóa công nghiệp	94,69	-	-	-	-	4,61	0,69
Trung tâm phân tích - Vimluki	94,40	1,35	0,89	0,12	1,89	-	-
Graphit mịn							
Viện hóa công nghiệp	82,92	-	-	-	-	15,84	1,24
Trung tâm phân tích - Vimluki	83,45	1,61	1,43	0,21	4,11	-	-

5.5. Thí nghiệm tuyển quặng graphit quy mô pilot.

Dây chuyền thí nghiệm tuyển quặng graphit mỏ Bảo Hà, tỉnh Lào Cai ở quy mô pilot lắp đặt theo sơ đồ công nghệ đã được nghiên cứu xác lập ở quy mô phòng thí nghiệm. Trước khi lắp đặt dây chuyền cần tính toán định lượng bùn nước, kiểm tra thiết bị đang có sẵn, lắp đặt thiết bị theo dây chuyền, chạy không tải và chạy liên tục lấy sản phẩm.

Quặng tinh graphit vảy thô có thu hoạch 4,23%, hàm lượng cacbon (C) đạt 94,17% ứng với thực thu là 33,52%; quặng tinh graphit mịn có thu hoạch 8,65% với hàm lượng C là 82,09% ứng với thực thu là 59,79%. Tổng thực thu quặng tinh là 93,31%. Quặng thải tổng hợp có thu hoạch là 87,13%, hàm lượng cacbon là 0,91% ứng với phân bố cacbon là 6,69%.

5.6. Sơ đồ kiến nghị và chỉ tiêu dự kiến.

Bảng 5.4. Các chỉ tiêu dự kiến của quặng graphit mỏ Bảo Hà

Sản phẩm	Thu hoạch, %	Hàm lượng C, %	Thực thu C, %
Quặng tinh 1	≥4	≥ 94,40	≥33
Quặng tinh 2	8,30	≥ 82	≥60
Quặng thải	87,70	<1	≈ 6,00

5.7. Kết luận chương 5

- Với mục tiêu thu hồi tối đa graphit dạng vảy trong đó sản phẩm graphit vảy thô +0,149mm có hàm lượng C > 94% và sản phẩm graphit hạt mịn hàm lượng > 80-82% đã đề xuất và thí nghiệm 5 sơ đồ tuyển nổi vòng kín. Các sơ đồ này khác biệt về số lượng khâu nghiền chà sát lại tinh quặng tuyển nổi sơ bộ cũng như các phương án xử lý sản phẩm trung gian. Các sơ đồ đều cho sản phẩm quặng tinh graphit vảy thô hàm lượng trên 94% , quặng tinh graphit hạt mịn hàm lượng trên 80% với tổng thực thu graphit trên 90%. Phương án sơ đồ tuyển nổi 5 được lựa chọn vì có tổng dung tích ngăn máy tuyển nổi theo tính toán là thấp nhất. Theo phương án sơ đồ này đã thu được quặng tinh graphit hạt thô với hàm lượng 94,40 %C và thực thu 33,41%, quặng tinh graphit hạt mịn hàm lượng 82,92% C và thực thu 60,07%, tổng thực thu đạt 93,48%.

- Đã tính toán thiết kế dây chuyền tuyển pilot 100 kg/giờ và thử nghiệm bán công nghiệp theo sơ đồ đề xuất trên dây chuyền này. Kết quả thử nghiệm trên dây chuyền pilot khẳng định lại các kết quả thí nghiệm thu được. Từ quặng nguyên khai sau quá trình tuyển đã thu được quặng tinh graphit hạt thô với hàm lượng 94,17 %C và thực thu 33,52%, quặng tinh graphit hạt mịn hàm lượng 82,09% C và thực thu 59,79%, tổng thực thu đạt 93,31%.

- Trên cơ sở kết quả thí nghiệm trong phòng và thử nghiệm bán công nghiệp đã đề xuất sơ đồ kiến nghị như Hình vẽ 5.1

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

I. Kết luận

1. Giá trị sử dụng sản phẩm graphit phụ thuộc vào loại hình tinh thể, kích thước hạt và hàm lượng C trong đó sản phẩm graphit dạng vảy thô với hàm lượng C > 94 % có giá trị nhất.

2. Graphit mỏ Bảo Hà, tỉnh Lào Cai chủ yếu tồn tại dưới dạng graphit dạng vảy. Graphit dạng vảy chiếm đến 90-95% trong đó có một lượng vảy thô. Graphit vô định hình chiếm 5-10%. Trong nền graphit vảy có chứa một lượng tạp chất dạng khoáng silicat xâm nhiễm mịn có thể làm giảm chất lượng quặng tinh graphit. Việc thu hồi graphit vảy thô chất lượng cao là vấn đề mang lại hiệu quả kinh tế lớn.

3. Bằng quá trình tuyển nổi quặng ở độ hạt nghiền thô -0,5mm và nghiền chà xát quặng tinh tuyển nổi có thể thu được một lượng đáng kể graphit vảy thô +0,149 mm chất lượng cao. Quá trình nghiền thô và tuyển nổi sơ bộ không những cho phép giảm chi phí năng lượng nghiền mà còn nâng cao đáng kể giá trị sản phẩm.

4. Đã áp dụng phương pháp phân tích tỷ trọng trong dung dịch nặng bằng máy ly tâm để đánh giá mức độ giải phóng khoáng vật của sản phẩm graphit. Từ đây đề xuất hệ số nghiền chà xát tối ưu K_0 để đánh giá và xác định chế độ nghiền chà xát tối ưu quặng tinh tuyển nổi sơ bộ graphit để vừa đảm bảo chất lượng quặng tinh graphit dạng vảy thô vừa đảm bảo kích thước vảy.

5. Đã xác lập và đề xuất sơ đồ công nghệ tổng thể tuyển quặng graphit mỏ Bảo Hà, Lào Cai. Sơ đồ bao gồm 01 khâu nghiền thô, 01 khâu tuyển chính, 02 khâu tuyển vớt, 03 khâu nghiền chà xát chọn lọc, 06 khâu tuyển tinh; 01 lần nghiền chà xát, tuyển lại các sản phẩm trung gian. Sơ đồ khuyến nghị trình bày ở hình vẽ.

6. Chế độ công nghệ tối ưu được xác lập: Nghiền sơ bộ đến -0,5mm (30% -0,074mm). Thuốc tuyển sử dụng cho tuyển chính: dầu hỏa: 90g/t, montanol 800: 50 g/t; cho vớt 1: 40g/t dầu hỏa và 25 g/t montanol 800; khâu tuyển vớt 2: 20g/t dầu hỏa và 10 g/t montanol 800. Trong các khâu tuyển tinh cần bổ sung thủy tinh lỏng.

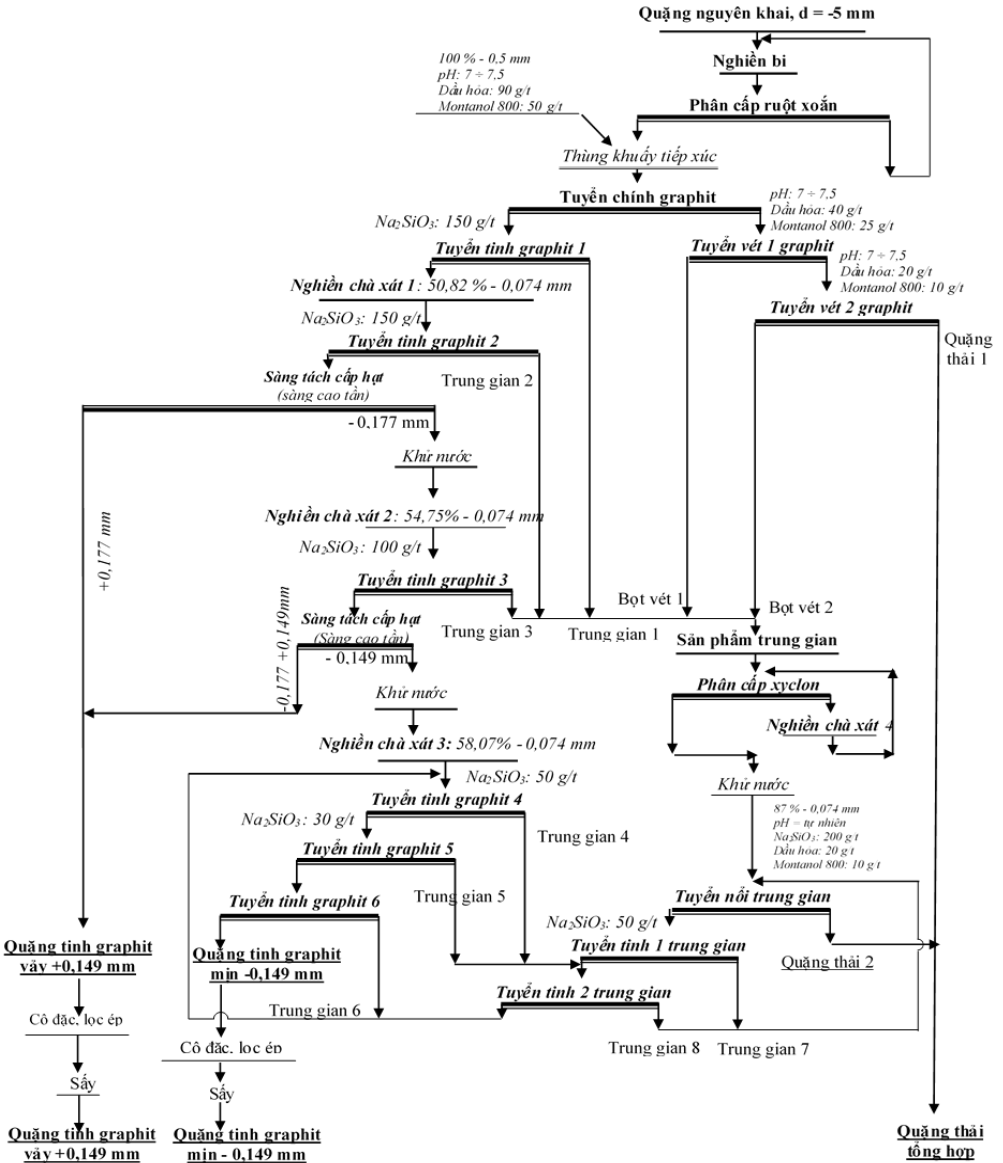
7. Theo sơ đồ công nghệ đề xuất ở chế độ công nghệ tối ưu như trên đã thu được quặng tinh graphit vảy thô +0,149mm hàm lượng >94% với mức thực thu 33-35%. Quặng tinh graphit mịn có hàm lượng >82% với mức thực thu 60%. Tổng thực thu graphit đạt 93-95%.

II. Kiến nghị

1. Cần tiếp tục nghiên cứu và tối ưu hóa quá trình nghiền chà xát trên thiết bị ở quy mô lớn hơn.

2. Cần nghiên cứu tuyển nổi quặng graphit Bảo Hà, Lào Cai trên một số thiết bị dạng tuyển nổi trọng lực (trước tiên là thiết bị Hydrofloat) để nâng cao độ hạt và thu hoạch graphit vảy thô.

3. Nghiên cứu sơ đồ và chế độ công nghệ đề xuất cho các loại quặng graphit khác tại Việt Nam



Hình 5.1. Sơ đồ kiến nghị tuyển thu hồi graphite vảy mỏ Bảo Hà - tỉnh Lào Cai

DANH MỤC CÁC BÀI BÁO CÁO, CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA CÁC TÁC GIẢ ĐÃ CÔNG BỐ

Tiếng Việt

1. Trần Thị Hiến (2016), “Cấu trúc địa chất, thành phần khoáng vật và định hướng công nghệ tuyển, chế biến sâu quặng graphit mỏ Bảo Hà – Lào Cai”, *Báo cáo Hội nghị Khoa học Những thành tựu mới trong Tuyển – Chế biến khoáng sản tại Việt Nam*, tr. 104 - 110.
2. Đào Duy Anh, Đỗ Hồng Nga, Trần Thị Hiến (2016), “Ứng dụng, tình hình khai thác, chế biến graphit trên thế giới và Việt Nam”, *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, 30(1), tr. 86 - 90.
3. Trần Thị Hiến, Đào Duy Anh, Trần Ngọc Anh (2017), “Nghiên cứu công nghệ tuyển quặng graphit mỏ Bảo Hà, tỉnh Lào Cai”, *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, 31(4), tr. 60 - 63.
4. Trần Thị Hiến, Đào Duy Anh, Đỗ Hồng Nga, Trần Ngọc Anh (2018), “Công nghệ tuyển và chế biến sâu quặng graphit mỏ Bảo Hà, Lào Cai”, *Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững*, tr. 216 - 223.
5. Trần Thị Hiến, Nguyễn Hoàng Sơn, Trần Ngọc Anh (2018), “Nghiên cứu công nghệ tuyển graphit mỏ Bảo Hà, Lào Cai nhằm thu hồi tối đa graphit dạng vảy”, *Tuyển tập báo cáo hội nghị khoa học công nghệ tuyển khoáng toàn quốc lần thứ 5*, tr.291 - 298
6. Trần Thị Hiến (2018), “Báo cáo tổng hợp kết quả khoa học công nghệ đề tài nghiên cứu công nghệ tuyển và chế biến sâu quặng graphit mỏ Bảo Hà tỉnh Lào Cai”, Hà Nội

Tiếng Anh

7. Hien Tran Thi, Nga Do Hong (2017), “Sulfuric Acid Leaching Process for Producing High Purity Graphite from 92,6 % C to 98% C”, *World Journal of Research and Review*, 5(1), tr. 23 - 26.
8. Hoang Thi Minh Thao, Tran Thi Hien, Dao Duy Anh, Pham Thi Nga (2017), “Mineralogical characteristics of graphite ore from Bao Ha deposit, Lao cai Province and proposing a wise use”, *Vietnam Journal of Earth Sciences*, 39(4), tr 326 - 339.
9. Tran Thi Hien, Dao Duy Anh, Dinh Thi Thu Hien (2018), “Bao Ha’s Graphit Flotation” *XXIX international mineral processing congress 2018*.