



MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THÀNH PHẦN VẬT CHẤT MẪU QUẶNG ĐỒNG TẢ PHỜI - LÀO CAI

Nhữ Thị Kim Dung, Vũ Thị Chinh,
Phạm Thị Nhung, Phùng Tiên Thuật
Trường Đại học Mở - Địa chất
Email: nhuthikimdung@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Quặng nguyên khai cấp liệu nhà máy tuyển đồng Tả Phời thuộc đối tượng quặng sulfua với công nghệ thu hồi quặng tinh đồng là tuyển nổi. Tuyển nổi quặng sulfua là quá trình rất phức tạp và phụ thuộc vào nhiều thông số. Thành phần vật chất và đặc điểm khoáng vật là yếu tố quan trọng nhất quyết định sơ đồ và chế độ công nghệ cũng như kết quả tuyển. Bài báo đã trình bày một số kết quả nghiên cứu thành phần vật chất và đặc điểm khoáng vật mẫu quặng đồng Tả Phời - Lào Cai. Các số liệu này giúp làm sáng tỏ nguyên nhân kết quả tuyển chưa ổn định và chưa đạt yêu cầu của nhà máy trong một số giai đoạn hoạt động, từ đó góp phần tìm các giải pháp để tối ưu hóa quá trình.

Từ khóa: quặng sulfua; quặng nguyên khai; tuyển nổi; thành phần vật chất.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đồng tồn tại trong vỏ trái đất dưới nhiều dạng khoáng vật. Hiện nay người ta đã biết tới 160 khoáng vật chứa đồng, trong đó các khoáng vật có giá trị công nghiệp là 17 khoáng vật, bao gồm các khoáng vật sulfua, oxyt, carbonat. Do cấu trúc và sự thành tạo mà các khoáng vật chứa đồng có sự khác nhau về một số tính chất lý, hóa. Trong tự nhiên các khoáng vật chứa đồng được thành tạo trong các điều kiện khác nhau. Các khoáng vật sulfua đồng thường gặp trong các khoáng sàng macma, các khoáng sàng kiểu nhiệt dịch. Trong quá trình biến đổi tạo ra các sulfua thứ sinh và bị phá hủy trong miền ôxy hóa biến thành các khoáng dạng oxyt.

Một số đặc tính lý hóa của một số khoáng vật chính cho ở Bảng 1.

Theo đề án nhánh "Đổi mới, hiện đại hóa công nghệ trong ngành công nghiệp khoáng sản đến 2015 định hướng đến 2025" cho thấy trên toàn lãnh thổ nước ta có khoảng 78 mỏ, điểm khoáng sản đồng đã được phát hiện trong đó tập trung chủ yếu ở vùng Tây Bắc, một số mỏ chính đã được thăm dò tỉ mỉ và thăm dò sơ bộ có trữ lượng cao là: Đồng Sin Quyền, đồng Tả Phời, Lũng Pô, Vi Kẽm, đồng niken Bản Phúc, đồng Vạn Sài, Sơn La, đồng Lục Ngạn Bắc Giang, Thái Nguyên, Đức Bó Quảng Nam... Phần lớn quặng đồng trên thế giới

cũng như ở Việt Nam đều được đập nghiền-tuyển bằng phương pháp tuyển nổi để thu được quặng tinh >18% Cu cung cấp cho luyện kim [3].

Nhà máy tuyển đồng Tả Phời chính thức đi vào hoạt động từ năm 2019, sử dụng công nghệ tuyển nổi để thu hồi quặng tinh đồng. Công suất nhà máy tuyển 01 triệu tấn quặng nguyên khai/năm, hàm lượng quặng nguyên khai vào tuyển: 0,794% Cu, 0,35 g/t Au. Hàm lượng quặng tinh đồng sau tuyển trung bình $\geq 21,5\%$ Cu đảm bảo tiêu chuẩn xuất bán, thực thu sản phẩm quặng tinh đạt trung bình $\geq 88\% - 92\%$, hàm lượng đuôi thải $\leq 0,09\%$ Cu [4]. Do Nhà máy mới đi vào hoạt động nên các chế độ và thông số công nghệ chưa được chỉnh định tối ưu. Trong quá trình vận hành, Nhà máy cũng đã có một số cải tiến về thiết bị, sử dụng 100% lượng nước tuần hoàn, nhưng hàm lượng và thực thu quặng tinh vẫn chưa ổn định và còn có tiềm năng để cải tiến, hoàn thiện về công nghệ và thiết bị nhằm nâng cao thực thu quặng tinh đồng và hàm lượng giữ ổn định đạt khoảng 23%.

Trong báo cáo này, tập thể tác giả sẽ giới thiệu một số kết quả phân tích góp phần làm sáng tỏ thành phần khoáng vật, hóa học, thành phần độ hạt quặng đồng cung cấp cho Nhà máy tuyển đồng Tả Phời. Kết quả nghiên cứu đạt được sẽ là thông tin quan trọng cho việc chỉnh định tối ưu các chỉ tiêu công nghệ của Nhà máy.

Bảng 1. Đặc điểm các khoáng vật đồng chủ yếu [1]

Khoáng vật	Công thức	Hàm lượng Cu, %	Tỷ trọng	Độ cứng
Dạng sulfua				
Chalcopyrit	$CuFeS_2$	34,6	4,1 - 4,2	3 - 4
Chalcocit	Cu_2S	79,9	5,5 - 5,8	2,5 - 3
Covellin	CuS	64,5	4,6 - 4,7	1,5 - 2
Bornit	Cu_5FeS_4	63,3	4,5 - 5,3	3
Tetrahedrit	$Cu_{12}Sb_4S_{13}$	45 - 51	4,4 - 5,1	3 - 4
Tennantit	$Cu_{12}As_4S_{13}$	45 - 51	4,4 - 5,1	3,5
Các oxyt				
Cuprit	Cu_2O	88,8	5,8 - 6,2	3,4 - 4
Tenorit	CuO	79,9	5,8 - 6,4	3,5 - 4
Carbonat				
Malachit	$CuCO_3(OH)_2$	57,4	3,9 - 4,1	3,5 - 4
Azurit	$Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$	53,3	3,7 - 3,9	3,5 - 4
Silicat				
Crizocon	$CuSiO_2.nH_2O$	đến 45	2 - 2,2	2 - 4
Chrysocolla	$(Cu,Al)_2H_2Si_2O_5(OH)_4.nH_2O$	37,9	1,9 - 2,4	2,5 - 3,5
Sulfat				
Calcantit	$CuSO_4.5H_2O$	25,4	2,2 - 2,4	2,5
Broxantit	$Cu_4SO_4(OH)_2$	34,8	3,8 - 3,9	3,5 - 4

2. MẪU VÀ PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH

2.1. Mẫu nghiên cứu

Mẫu quặng nguyên khai: Lấy 2 loại mẫu tại Nhà máy tuyển đồng Tả Phời - Lào Cai.

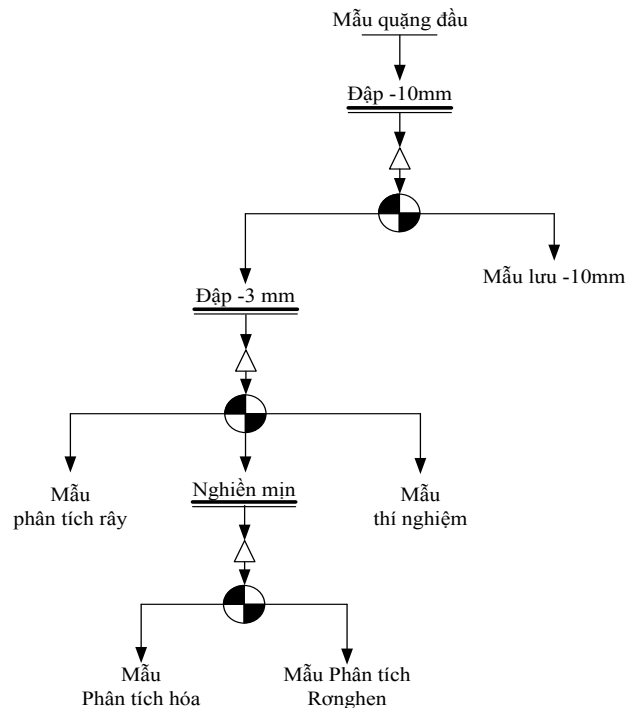
- Mẫu quặng đầu trước khi cấp vào máy đập: Nhật một số cục quặng lớn cỡ hạt ≥ 50 mm dùng để phân tích khoáng tướng, thạch học.

- Mẫu quặng sau khâu đập, trước khi vào khâu nghiền: Lấy 10 mẫu đơn, mỗi mẫu lấy trong 1 ca sản xuất. Vị trí lấy mẫu: băng tải cấp liệu máy nghiền. Khối lượng mỗi mẫu đơn ~ 100 kg. Các mẫu đơn được đóng bao chuyển về phòng thí nghiệm tuyển khoáng, Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Gia công các mẫu đơn và trộn mẫu công nghệ thực hiện tại Hà Nội. Tổng khối lượng mẫu: 1000 kg. Mẫu được gia công theo sơ đồ Hình H1.

2.2. Phương pháp phân tích

Sử dụng các phương pháp phân tích khác nhau để xác định thành phần, đặc điểm các khoáng vật có trong quặng, xác định mức phân bố đồng trong từng cấp hạt; từ đó tiến hành đánh giá về đặc điểm thành phần vật chất mẫu quặng nghiên cứu.

- Phân tích khoáng tướng, thạch học: Mẫu phân tích thành phần khoáng vật được lấy từ mẫu nghiên cứu công nghệ tuyển khoáng. Công tác phân tích được thực hiện tại Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Các mẫu thạch học được phân tích dưới kính hiển vi phân cực AXIOLAB và giám định thành phần vật chất của mẫu nghiên cứu, quan sát và mô tả khoáng vật.



H.1. Sơ đồ gia công mẫu quặng sau khâu đập

- Phân tích Rơn ghen: Thực hiện tại Trung tâm Phân tích Thí nghiệm Địa chất - Tổng Cục Địa chất trên hệ thiết bị nhiễu xạ tia X, máy D8-advance.

- Phân tích hóa: Mẫu quặng nguyên khai, mẫu phân tích thành phần độ hạt và các sản phẩm của quá trình thí nghiệm được xác định hàm lượng có ích và tạp chất bằng phương pháp phân tích hóa ướt. Phương pháp phân tích sử dụng là AAS (quang phổ hấp phụ nguyên tử) và ICP-AES (quang phổ phát xạ plasma) tại Trung tâm Phân tích Thí nghiệm Địa chất - Tổng Cục Địa chất.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân tích thành phần độ hạt

Để xác định thành phần độ hạt và sự phân bố Cu trong các cấp hạt của mẫu nghiên cứu, nhóm nghiên cứu tiến hành phân tích rây ướt, sau đó đem phân tích hàm lượng Cu. Kết quả cho ở Bảng 2.



Bảng 2. Kết quả phân tích thành phần độ hạt mẫu quặng đầu

Cấp hạt	γ_r (%)	Hàm lượng Cu, (%)	Tỷ lệ phân bố Cu (%)
+2	7,98	0,66	6,67
1-2	33,51	0,7	29,68
0,5-1	9,14	0,7	8,1
0,2-0,5	15,03	0,79	15,03
0,1-0,2	13,55	0,86	14,74
-0,1	20,79	0,98	25,78
Tổng	100	0,79	100

Kết quả phân tích thể hiện ở Bảng 2 cho thấy, đồng trong quặng Tả Phời tập trung chủ yếu trong cấp hạt nhỏ và mịn (<0,5 mm). Điều đó chứng tỏ, quặng đồng Tả Phời xâm nhiễm mịn.

3.2. Phân tích thành phần hóa học

Kết quả phân tích thể hiện trên Bảng 3.

Bảng 3. Thành phần hóa học mẫu quặng đồng vùng Tả Phời - Lào Cai

HÀM LƯỢNG CHỈ TIÊU PHÂN TÍCH			
1	Al ₂ O ₃	%	11,06
2	CaO		9,35
3	Fe ₂ O ₃		9,95
4	K ₂ O		2,14
5	MgO		7,42
6	MnO		0,12
7	P ₂ O ₅		0,10
8	TiO ₂		0,68
9	S	(ppm)	1,9
10	Ag		2,4
11	As		< 20
12	B		< 10
13	Ba		457,7
14	Be		12,6
15	Bi		< 10
16	Cd		< 2
17	Ce		202,1
18	Co		36,6
19	Cr		131,5
20	Cu		8.047,9
21	Ga		< 10
22	Ge		< 20
23	La		159,6
24	Li		12,1

25	Mo	9,5
26	Nb	< 5
27	Ni	61,1
28	Pb	< 5
29	Sb	< 10
30	Sc	11,6
31	Sn	86,9
32	Sr	226,9
33	Ta	10,2
34	V	105,3
35	W	34,7
36	Y	26,6
37	Zn	2.003,8

Kết quả bảng 3 cho thấy: Hàm lượng đồng trong quặng là 8.047,9 ppm (~0,8% Cu). Ngoài ra, hàm lượng các nguyên tố Al₂O₃, CaO, Fe₂O₃, MgO,... khá cao.

3.3. Thành phần và đặc điểm khoáng vật

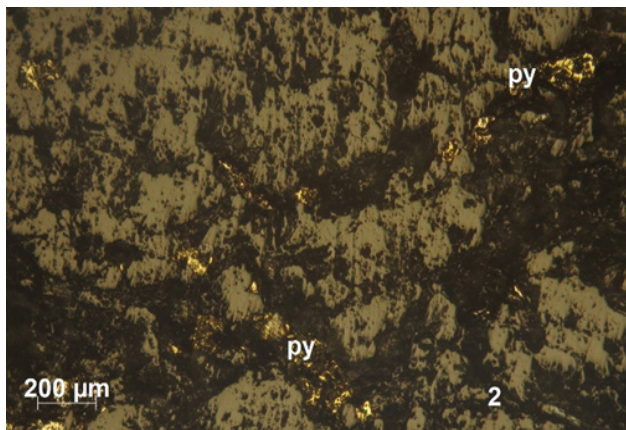
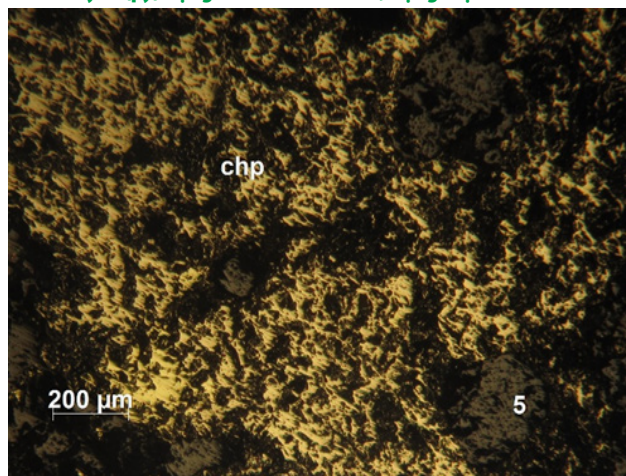
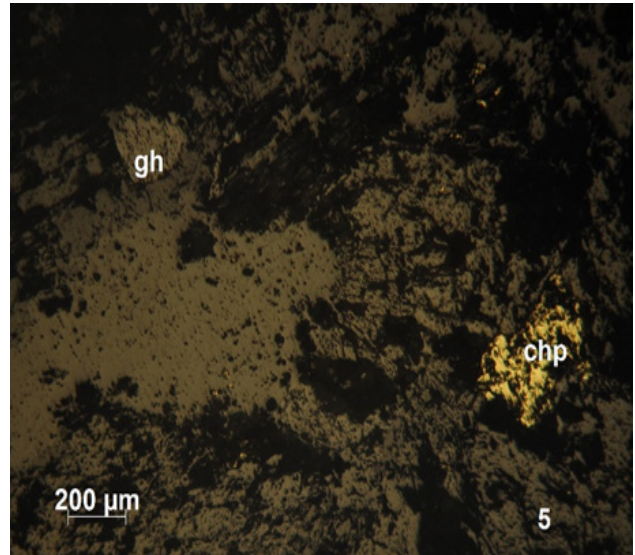
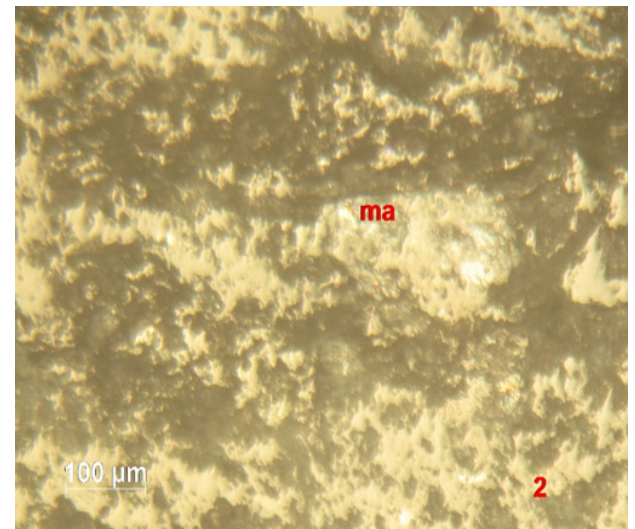
Thành phần khoáng vật trong mẫu quặng đồng Tả Phời - Lào Cai thể hiện trong Bảng 4.

Một số hình ảnh phân tích khoáng tương, thạch học thể hiện trên các Hình H.2 ÷ H.5.

Bảng 4. Thành phần khoáng vật trong quặng đồng Tả Phời - Lào Cai

STT	Tên khoáng vật	Công thức hóa học	Hàm lượng (%)
1	Chalcopyrit	CuFeS ₂	~ 1 - 4
2	Malachit	Cu ₂ (OH) ₂ CO ₃	Ít
3	Azurit	Cu ₃ (OH) ₂ (CO ₃) ₂	Ít
4	Cubanit	CuFe ₂ S ₃	Ít
5	Covellin	CuS	Ít
6	Pyrotin	Fe _{1-x} S	Ít
7	Manhetit	Fe ₃ O ₄	~ 3
8	Pyrit	FeS ₂	Ít
9	Thạch anh	SiO ₂	7 - 9
10	Plagioclas + Felspat kali	NaAlSi ₃ O ₈ hay CaAl ₂ Si ₂ O ₈ + KAlSi ₃ O ₈	15 - 50
11	Mica (Biotit + Muscovit)	K(Mg,Fe) ₃ AlSi ₃ O ₁₀ (F,OH) ₂ + KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH,F) ₂	10 - 20

STT	Tên khoáng vật	Công thức hóa học	Hàm lượng (%)
12	Amphibol	$(Mg,Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_2$	18 - 20
13	Ortit	$(Y,Ce,Ca)_2(Al,Fe^{3+})_3(SiO_4)_3(OH)$	Ít
14	Apatit, turmalin	$Ca_5(PO_4)_3(OH,F,Cl)$	Ít
15	Canxit	$CaCO_3$	3 - 5
16	Zircon	$ZrSiO_4$	Ít
17	Clorit	$Mg_2Al_3(Si_3Al)O_{10}(O)_8$	4 - 6
18	Graphit	C	2 - 7
19	Ilmenit	$FeTiO_3$	1 - 2
20	Rutin	TiO_2	Ít
21	Hematit	Fe_2O_3	Ít
22	Gơtit	$FeO(OH)$	1 - 5
23	Sphalerit	ZnS	Ít


H.2. Pyrit (py) dạng tha hình xâm tán, dạng mạch trên nền đá

H.3. Chalcopyrit (chp) tha hình xâm tán, ổ trên nền đá

H.4. Chalcopyrit (chp) tha hình, gơtit (gh) dạng keo xâm tán trên nền đá

H.5. Malachit (ma) dạng keo xâm tán trên nền đá

Kết quả phân tích khoáng vật thạch học và khoáng tương trên các mẫu đá lựa chọn cho thấy: Thành phần của quặng đồng vùng Tả Phời - Lào Cai rất phong phú. Các khoáng vật chứa đồng chủ yếu là chalcopyrit ($CuFeS_2$), malachit ($Cu_2(OH)_2CO_3$). Tập hợp các khoáng vật trong mẫu nghiên cứu bao gồm: các khoáng chứa đồng (chalcopyrit, malachit), thạch anh, felspat, sphen, amphibol, plagioclas, biotit, gơtit, pyrit,...

Kết quả phân tích rơnghen mẫu quặng đầu (Bảng 5) cũng cho kết quả tương tự như phân tích khoáng tương. Ngoài ra còn phát hiện các khoáng carbonat chứa đồng như azurit với hàm lượng nhỏ và một số khoáng tạp khác.



Bảng 5. Kết quả phân tích mẫu rơnghen quặng đầu

Thành phần khoáng vật	Khoảng hàm lượng (%)
Mica	26-28
Amphibol	18-20
Clorit	4-6
Thạch anh	7-9
Albit	33-35
Canxit	3-5
Chalcopyrit (CuFeS ₂)	≤ 1
Azurit (Cu ₃ (OH) ₂ (CO ₃) ₂)	≤ 1
Malachit	ít
Pyrit	ít

Cấu trúc các khoáng vật chính trong mẫu quặng nghiên cứu được mô tả sơ lược như sau:

- **Khoáng vật quặng:** Khoáng vật có mặt trong mẫu với số lượng không nhiều, thành phần chủ yếu là pyrotin dạng tấm hạt tự hình hoặc tha hình, kích thước hạt 0,1 - 1 mm, tạo thành đám ô kéo dài định hướng theo phương cấu tạo của đá, phân bố không đều, có chỗ xen vào các đám phi quặng, bao quanh các hạt phi quặng. Chalcopyrit có ít hơn pyrotin, dạng hạt tha hình, kích thước hạt < 0,1 - 1 mm tạo thành đám hạt, chuỗi hạt nhỏ xen lẫn với các tấm phi quặng có dạng kéo dài định hướng theo phương cấu tạo của đá hoặc đi cùng với pyrotin. Pyrit có ít hạt nhỏ phân bố xen lẫn trong các đám pyrotin và Chalcopyrit, kích thước 0,1 - 0,3 mm. Sphalerit có rất ít, gặp vài hạt li ti nằm trong Chalcopyrit, kích thước < 0,1 mm. Graphit gặp dưới dạng vảy nhỏ, sợi nhỏ nằm rải rác trong mẫu. Có một số tấm xuyên vào hạt pyrotin, có chỗ chúng tạo thành cụm.

Quặng hạt nhỏ méo mó, màu đen, phân bố rải rác, phản chiếu ánh kim mạnh.

- **Thạch anh:** Thạch anh bị ép dập vỡ thành tập hợp hạt nhỏ kéo dài theo phương định hướng. Thạch anh dạng hạt méo mó biến tinh phân bố xen kẽ nhau, không màu, mặt sạch, giao thoa xám sáng bậc 1, tắt lờn sáng rõ, tắt lờn sáng yếu ở một số hạt.

- **Sphen:** Gặp khá nhiều trong mẫu, tạo đám, ô nhỏ kéo dài theo phương định hướng. Sphen dạng hạt lớn méo mó, kích thước có hạt đạt (0,3x0,6) mm, mặt sạch, song tinh đa hợp rõ nét, màu phớt nâu có đa sắc, giao thoa cao.

- **Felspat:** Bao gồm cả felspat kali và plagioclas, chúng có dạng tấm méo mó, ranh giới nham nhờ

không rõ ràng. Plagioclas có song tinh đa hợp thanh nét rõ. Felspat kali có bề mặt mờ đục do bị biến đổi sét hóa.

- **Biotit:** Dạng tấm không đều, sắp xếp định hướng hoặc tạo dải không liên tục, bề mặt sạch, đa sắc nâu đỏ hoặc nâu hồng, nâu vàng, giao thoa cao. Một số tấm bị clorit hóa.

- **Zoisit:** Dạng tấm trụ tự hình, nổi cao, không màu, giao thoa xám tím, có chỗ là dạng tấm hạt méo mó không đều, giao thoa không đồng nhất.

Ngoài các khoáng vật chính được phát hiện trong mẫu nghiên cứu như đã mô tả ở trên, trong mẫu đồng vùng Tả Phời - Lào Cai còn phát hiện ra một số các khoáng vật đi kèm có hàm lượng nhỏ như: magnetit, ilmenit, hematit, rutin.

Như vậy quặng đồng vùng Tả Phời - Lào Cai là quặng đồng sulfua, trong quặng ngoài khoáng vật đồng còn có rất nhiều các khoáng vật khác.

4. KẾT LUẬN

Qua kết quả nghiên cứu thành phần vật chất mẫu quặng đồng Tả Phời - Lào Cai rút ra một số kết luận sau:

- Loại hình quặng thuộc quặng đồng sulfua, các khoáng vật chứa đồng chủ yếu là các khoáng vật sulfua, nên trong quá trình nghiên cứu có thể tham khảo công nghệ tuyển các mẫu đồng tương tự đã được nghiên cứu trước và đã được ứng dụng vào sản xuất như quặng đồng Sin Quyền, Vi Kẽm - Lào Cai.

- Trong mẫu quặng có một lượng nhỏ khoáng vật đồng oxit (malachit, azurit), ảnh hưởng đến kết quả tuyển nổi đồng, làm giảm tỷ lệ thu hồi đồng. Để xử lý các khoáng vật oxit đồng có thể dùng quá trình sulfua hóa.

- Độ xâm nhiễm các khoáng vật chứa đồng trong quặng từ 0,1 - 0,5 mm, tương tự như quặng đồng Sin Quyền, Vi Kẽm, nên phương pháp thu hồi chủ yếu là tuyển nổi.

- Hàm lượng Cu trong mẫu quặng đầu ~0,8%, sự phân bố Cu trong các cấp hạt mịn cao hơn cấp hạt thô nên trước khi tuyển nổi cần nghiền mịn để giải phóng các khoáng vật chứa đồng.

- Kết quả nghiên cứu thành phần vật chất mẫu hiện tại so với mẫu quặng đồng Tả Phời trước đó [2] cho thấy: Thành phần khoáng vật tương tự nhau; hàm lượng đồng trong mẫu hiện tại cao hơn (trong [2]: ~0,6%); độ xâm nhiễm mịn hơn. Vì vậy, cần phải điều chỉnh chế độ nghiền, công nghệ tuyển nổi đồng để tăng hiệu quả tuyển của Nhà máy tuyển đồng Tả Phời □



TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đào Duy Anh (2010), Nghiên cứu tính khả tuyển mẫu quặng đồng vùng Vi Kẽm, xã Cốc Mỳ, huyện Bát Xát, tỉnh Lào Cai, Trung tâm Khoa học Công nghệ chế biến và sử dụng khoáng sản.
2. Nhữ Thị Kim Dung (2012), Nghiên cứu mẫu công nghệ chế biến hợp lý quặng đồng vùng Tả Phời - Lào Cai, Trung tâm Khoa học Công nghệ chế biến và sử dụng khoáng sản, Hội Tuyển khoáng Việt Nam.
3. Bộ Công Thương (2009), Bổ sung quy hoạch phân vùng thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng vàng, đồng, niken, molipden Việt Nam đến năm 2015, có xét đến năm 2025, Quyết định số 6074/QĐ-BCT năm 2009.
4. Công ty CP đồng Tả Phời (2021), Báo cáo các chỉ tiêu công nghệ tuyển nổi đồng (2019-2021), Công ty CP đồng Tả Phời - Vinacomin

SOME STUDY RESULTS ON THE TA PHOI- LAO CAI COPPER ORE COMPOSITION MINERALOGY

Nhu Thi Kim Dung, Vu Thi Chinh, Pham Thi Nhung, Phung Tien Thuat

ABSTRACT

The feed ore of the Ta Phoi copper beneficiation plant is of sulphide type and the flotation is applied as the main recovery process for copper concentrate. The sulphide ore flotation is very complicated and depending on many parameters. The ore composition and mineralogy are the most important factor determining the technological flow sheet and regime and therefore the process performance of the plant. The paper presents some study results on the Ta Phoi - Lao Cai copper ore composition and mineralogy. These data help to make clear some reasons for the plant unstable and unsatisfactory performance at some period, and therefore help to find the solutions to optimise the process.

Key words: sulphide ore, feed ore, flotation, composition.

Ngày nhận bài: 21/01//2022;

Ngày gửi phản biện: 25/01//2022;

Ngày nhận phản biện: 25/02/2022;

Ngày chấp nhận đăng: 16/5/2022.

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.