



THU HỒI ĐỒNG TRONG XỈ ĐỒNG LÀM NGUỘI CHẬM CỦA NHÀ MÁY LUYỆN ĐỒNG II LÀO CAI BẰNG PHƯƠNG PHÁP TUYỂN NỔI SỬ DỤNG HỖN HỢP THUỐC TẬP HỢP

Vũ Thị Chinh*, Nhữ Thị Kim Dung, Phạm Thanh Hải, Phạm Thị Nhung

Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 10/4/2025

Ngày nhận bài sửa: 15/5/2025

Ngày chấp nhận đăng: 19/5/2025

*Tác giả liên hệ:

Email: vuthichinh@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày sự khác biệt trong hiệu quả tuyển nổi xỉ đồng khi tuyển bằng các loại hỗn hợp thuốc tập hợp khác nhau như butyl xantat/ dithio photphat; butyl xantat/ amin xantat; butyl xantat kết hợp cùng thuốc sunfua hoá bề mặt Na_2S ở các độ mịn nghiền khác nhau của xỉ đồng và các chi phí hỗn hợp thuốc tập hợp khác nhau. Kết quả thực nghiệm cho thấy khả năng thu hồi đồng bằng hỗn hợp thuốc tập hợp butyl xantat/dithio photphat là cao nhất. Sơ đồ tuyển nổi vòng kín với 1 khâu tuyển chính, 2 khâu tuyển vét bằng hỗn hợp thuốc tập hợp butyl xantat/ dithio photphat thu được quặng tinh xỉ đồng đạt hàm lượng trên 20% Cu, quặng đuôi có hàm lượng xấp xỉ 0,2% Cu, thực thu đồng vào sản phẩm quặng tinh đạt trên 90%.

Từ khóa: Tuyển nổi, xỉ đồng, thuốc tập hợp.

@ Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đồng kim loại phần lớn được sản xuất bằng phương pháp hoà luyện quặng tinh đồng sunfua. Xỉ đồng là sản phẩm phụ của quá trình này. Theo các thống kê, cứ sản xuất một tấn đồng kim loại sẽ tạo ra khoảng 2-3 tấn xỉ đồng [8]. Trong quá trình hoà luyện, một hiện tượng không mong muốn và không thể tránh khỏi là mất mát đồng vào xỉ. Dựa trên các nghiên cứu đã công bố, đồng thường mất vào xỉ qua hai dạng: mất mát hóa lý và cơ học. Mất mát hoá lý xảy ra đối với các loại đồng hòa tan, chẳng hạn như đồng oxit và sunfua. Mất mát cơ học bắt nguồn từ sự cuốn theo cơ học của hạt đồng kim loại hoặc sten đồng [9].

Ba phương pháp phổ biến nhất để thu hồi Cu từ xỉ luyện là thủy luyện, hoà luyện và tuyển nổi [5], [8], [10]. Phương pháp thủy luyện, hoà luyện đã được chứng minh là phương pháp thu hồi Cu và các kim loại khác có trong xỉ một cách hiệu quả. Tuy nhiên, các phương pháp này thường có nhược điểm là quy trình phức tạp, chi phí cao [5], [8].

Phương pháp tuyển nổi là phương pháp thu hồi đồng trong xỉ phổ biến hiện nay vì nguyên lý tương tự như tuyển nổi quặng đồng với chi phí vận hành thấp, mức tiêu thụ năng lượng thấp, hiệu quả sản xuất cao và đã có thời gian áp dụng dài [3], [5]. Nhu cầu về nguyên liệu thô ngày càng tăng dẫn đến vấn đề giảm thiểu mất mát các vật liệu có giá trị có ý nghĩa lớn. Do đó, nghiên cứu các giải pháp để cải thiện hiệu quả tuyển nổi trong xử lý xỉ đồng ngày càng được quan tâm.

Quá trình tuyển nổi xỉ luyện đồng chịu tác động của nhiều yếu tố như cách làm nguội xỉ đồng, thành phần vật chất của xỉ đồng, loại xỉ đồng... Một trong các hướng nghiên cứu đạt được hiệu quả cao là tập trung vào chế độ các hỗn hợp thuốc tập hợp để tăng thực thu đồng của xường tuyển nổi xỉ đồng. Theo đó, thuốc tập hợp nhóm Thiol thường được sử dụng trong quá trình tuyển nổi thu hồi đồng trong xỉ. Các loại thuốc như xantat, amin xantat, dithio photphat tạo thành các lớp hấp phụ khác nhau lên bề mặt hạt khoáng. Các nghiên cứu

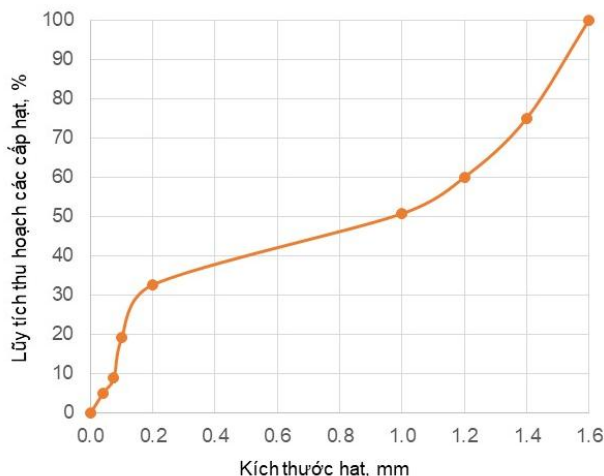


đã chứng minh rằng việc sử dụng hỗn hợp thuốc tập hợp Thiol có thể mang lại lợi ích nhiều hơn so với việc sử dụng các thuốc tập hợp đơn thuần túy [4], [10]. Hỗn hợp các thuốc tập hợp sẽ tạo ra tác dụng hiệp đồng trong quá trình tuyển nổi và có những ưu điểm như: chi phí thuốc thấp hơn, cải thiện tính chọn lọc, tăng tỷ lệ và khả năng thu hồi đồng hạt thô. Điều này xuất phát từ sự khác biệt trong hành vi của các loại thuốc tập hợp Thiol khi hấp phụ trên bề mặt khoáng vật [1], [2], [7]. Mingione đã nghiên cứu ảnh hưởng của các hỗn hợp khác nhau của thuốc tập hợp di-iso-butyl dithio photphat (DTP) và natri iso-propyl xantat (SIPX) trên một loại quặng chứa kim loại nhóm bạch kim (PGM) và kết luận rằng thu hồi PGM tối ưu đạt được khi dùng hỗn hợp thuốc tập hợp di-iso-butyl DTP/SIPX: 7/3, kết quả tuyển nổi được cải thiện là do sự tương tác hiệp đồng giữa hai loại thuốc trên [6].

Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu thực nghiệm về khả năng thu hồi đồng khi sử dụng hỗn hợp thuốc tập hợp khác nhau ở các chế độ công nghệ khác nhau, nhằm mục đích tăng thực thu đồng vào sản phẩm quặng tinh, giảm thiểu lượng đồng bị mất vào đuôi thải trong quá trình tuyển nổi xỉ luyện Nhà máy luyện đồng II Lào Cai.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Xỉ đồng của nhà máy luyện đồng II Lào Cai là sản phẩm từ lò luyện sten và lò phản xạ. Sau khi được làm nguội bằng phương pháp làm nguội chậm, xỉ được vận chuyển về phân xưởng tuyển xỉ. Mẫu nghiên cứu được lấy sau máy đập nhỏ của phân xưởng tuyển xỉ, vận chuyển về Phòng thí nghiệm Bộ môn Tuyển khoáng, Trường Đại học Mỏ - Địa Chất và gia công chia thành 3 phần mẫu: Mẫu phân tích rây, mẫu phân tích hóa và mẫu thí nghiệm.



Hình 1. Đường đặc tính độ hạt

Mẫu được gia công nhằm mục đích phân tích thành phần vật chất và chuẩn bị các mẫu để làm thí nghiệm tuyển nổi điều kiện, sơ đồ vòng hở, sơ đồ vòng kín. Dựa trên các thí nghiệm tuyển nổi để đề xuất được sơ đồ và chế độ tuyển nổi hợp lý để thu được quặng tinh và quặng đuôi xỉ đồng có hàm lượng phù hợp với mức thực thu cao nhất.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

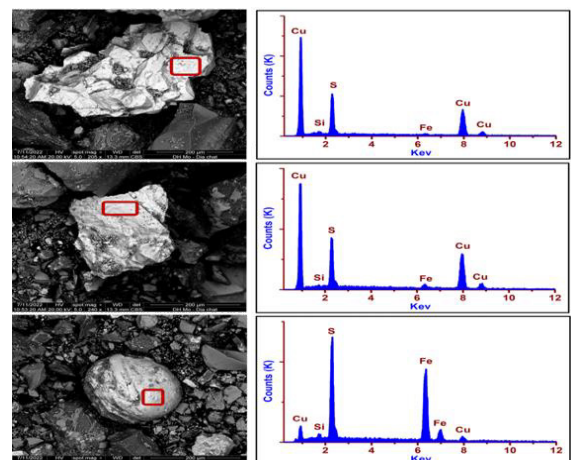
3.1. Kết quả nghiên cứu thành phần vật chất mẫu

Xỉ luyện sau khi được đập nhỏ và gia công xuống -2 mm, được lấy mẫu phân tích thành phần độ hạt, thành phần khoáng vật (hiển vi điện tử quét kết hợp với đầu dò SEM-EDS), thành phần hoá học. Kết quả phân tích mẫu được thể hiện trong Hình 1, Hình 2 và Bảng 1.

Bảng 1. Thành phần hóa học mẫu nghiên cứu

Thành phần	Cu	Fe	SiO ₂	S	CaO	MgO
Hàm lượng, %	5,75	46,27	26,20	3,15	1,35	1,06

Thành phần chính trong mẫu nghiên cứu là sắt và silic (chiếm lần lượt 46,27% và 26,20%). Đây là dạng tạp chất chủ yếu cần loại bỏ trong quá trình tuyển nổi xỉ. Đồng trong mẫu nghiên cứu có hàm lượng khá cao (gần 6 %Cu) và tồn tại ở nhiều dạng nhưng chủ yếu là dạng sunfua và đồng kim loại. Trong khi vật liệu đồng sunfua khá dễ tuyển thì đồng kim loại lại là một thách thức cho quá trình thu hồi. Do đó, cần tìm chế độ tuyển nổi hợp lý để tách triệt để các khoáng chứa đồng ra khỏi tạp chất, đạt được tỷ lệ thu hồi đồng cao nhất.



Hình 2. Kết quả phân tích thành phần khoáng vật sử dụng phương pháp SEM-EDS



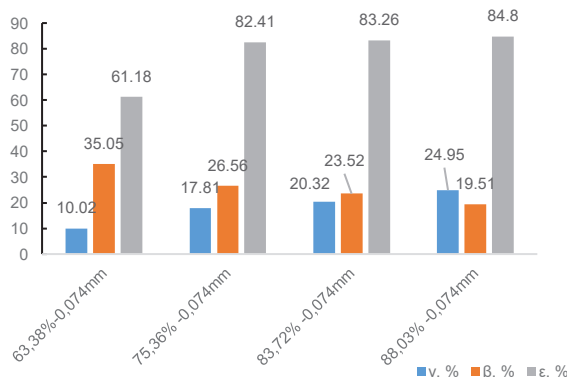
3.2. Kết quả tuyển nổi

3.2.1. Kết quả thí nghiệm tuyển nổi điều kiện

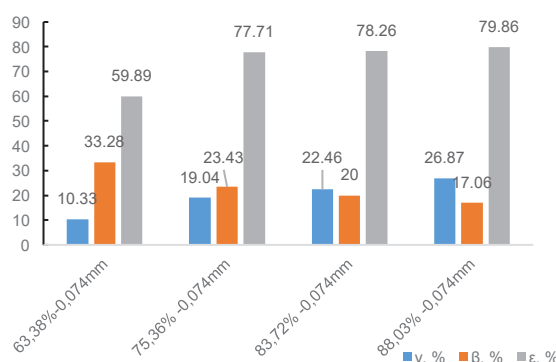
Mẫu nghiên cứu được trộn đều, chia thành các mẫu như nhau, mỗi mẫu 1kg, được tiến hành nghiền trong máy nghiền bi ướt với tỷ lệ bi/quặng: 8/1 và tỷ lệ R/L: 1/1 ở thời gian nghiền khác nhau cho độ mịn nghiền tương ứng khác nhau. Tiến hành làm thí nghiệm tuyển nổi với việc cấp thuốc tập hợp, thuốc tạo bọt và thuốc điều chỉnh môi trường vào công đoạn tuyển nổi chính, thu được quặng tinh 1 và quặng đuôi.

a. Kết quả thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của chủng loại hỗn hợp thuốc tập hợp ở các độ mịn nghiền khác nhau

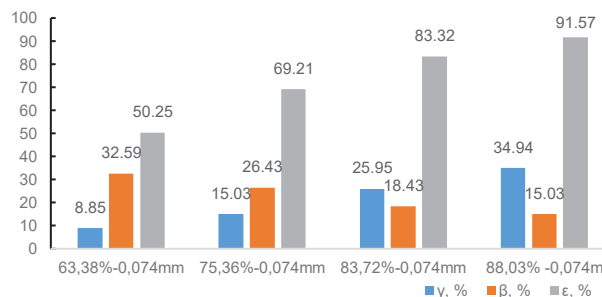
Khi thay đổi các loại hỗn hợp thuốc tập hợp là: Butyl xantat (BX)/Dithio photphat (DPP): 150/150 (g/t); Butyl xantat (BX)/Amin xantat (PAX): 150/150 g/t; Butyl xantat (BX) kết hợp cùng thuốc sunfua hoá Na_2S : 150/150 g/t khi độ mịn nghiền của mẫu thay đổi từ 63,38; 75,36; 83,72; 88,03% cấp - 0,074mm. Kết quả tuyển nổi được thể hiện trong Hình 3, Hình 4, Hình 5.



Hình 3. Hỗn hợp thuốc tập hợp BX/DPP



Hình 4. Hỗn hợp thuốc tập hợp BX/PAX



Hình 5. Thuốc tập hợp BX kết hợp thuốc sunfua hóa Na_2S

Khi tuyển bằng hỗn hợp thuốc tập hợp BX/DPP với chi phí 150/150 g/t (Hình 3): mẫu ở độ mịn nghiền 75,36% cấp -0,074 mm cho hàm lượng đồng đạt 26,56%, thực thu đạt hơn 82% trong sản phẩm tinh quặng, trong đó tăng độ mịn nghiền của mẫu lên 83,72% và 88,03% cấp - 0,074 mm hàm lượng đồng trong quặng tinh giảm nhanh và thực thu đồng không tăng lên nhiều. Do đó, chọn độ mịn nghiền của mẫu ở 75,36% cấp -0,074 mm là kết quả tốt nhất của loạt thí nghiệm tuyển bằng hỗn hợp thuốc tập hợp BX/DPP.

Khi tuyển bằng hỗn hợp thuốc tập hợp BX/PAX với chi phí 150/150 g/t (Hình 4): mẫu ở độ mịn nghiền 75,36% cấp -0,074 mm cho hàm lượng đồng đạt 23,43%, thực thu đạt 77,71% trong sản phẩm tinh quặng trong khi tăng độ mịn nghiền của mẫu lên 83,72% và 88,03% cấp - 0,074 mm hàm lượng đồng trong quặng tinh giảm nhanh và thực thu đồng không tăng thêm nhiều. Do đó chọn độ mịn nghiền của mẫu ở 75,36% cấp -0,074 mm là kết quả tốt nhất của loạt thí nghiệm tuyển bằng hỗn hợp thuốc tập hợp BX/PAX.

Đối với thí nghiệm khi tuyển bằng thuốc tập hợp BX kết hợp cùng thuốc sunfua hoá Na_2S với chi phí 150/150 g/t (Hình 5): khi mẫu ở độ mịn nghiền 88,03% cấp -0,074 mm cho thực thu đồng trong quặng tinh cao vượt trội 91,57%, do đó, chọn độ mịn nghiền 88,03% cấp -0,074 mm là kết quả tốt nhất của loạt thí nghiệm tuyển bằng thuốc tập hợp BX kết hợp cùng thuốc sunfua hoá Na_2S .

Sau ba loạt thí nghiệm tuyển nổi mẫu nghiền ở các độ mịn nghiền khác nhau với lần lượt 3 hỗn hợp thuốc tuyển khác nhau, nhận thấy: Tuyển nổi mẫu nghiền cỡ bằng hỗn hợp thuốc tập hợp



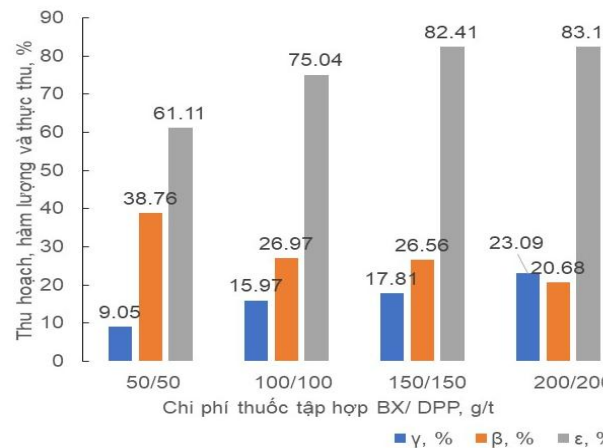
BX/DPP cho hàm lượng đồng trong sản phẩm quặng tinh đạt trên 20%, cao hơn các hỗn hợp thuốc tập hợp khác ở cả độ mịn nghiền thấp (75,36% cấp -0,074 mm) và cao (83,72%; 88,03% cấp -0,074 mm), với mức thực thu trên 80% đồng vào sản phẩm quặng tinh. Mẫu nghiền cứu ở độ mịn nghiền cao (88,03% cấp -0,074 mm) khi tuyển nổi bằng thuốc BX có sử dụng thêm thuốc sunfua hoá Na_2S cho thực thu đồng vào sản phẩm quặng tinh cao hơn hẳn các hỗn hợp thuốc khác (> 90%), tuy nhiên hàm lượng đồng trong quặng tinh lại ở mức thấp (khoảng 15%). Do đó nhóm tác giả chọn làm thí nghiệm khảo sát tiếp các thông số khác với cả hai hỗn hợp thuốc tập hợp BX/DPP và BX kết hợp thuốc sunfua hoá Na_2S .

b. Kết quả thí nghiệm xác định chi phí của hỗn hợp thuốc tập hợp đến kết quả tuyển nổi

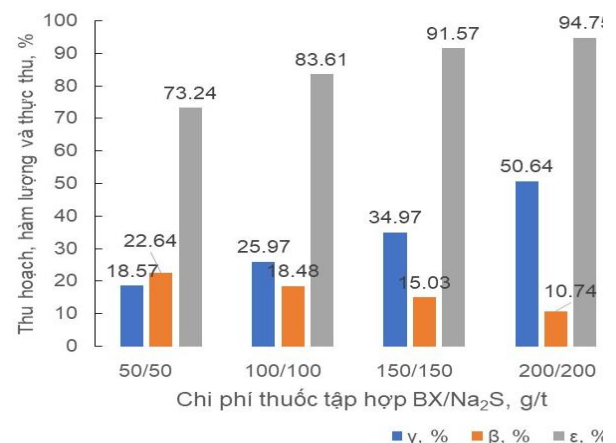
Tiến hành thí nghiệm tuyển nổi thay đổi chi phí thuốc tập hợp BX/DPP: 50/50; 100/100; 150/150; 200/200 g/t; ở độ mịn nghiền 75,36% -0,074 mm, và chi phí thuốc tập hợp BX/ Na_2S với các chi phí tương tự ở độ mịn nghiền 88,03% cấp -0,074 mm. Kết quả thí nghiệm được thể hiện trong Hình 6 và Hình 7.

Khi thay đổi chi phí thuốc hỗn hợp thuốc tập hợp BX/ DPP từ 50/50 g/t lên 150/150 g/t thực thu đồng trong tinh quặng tăng nhanh từ 61,11% lên 82,41%, tuy nhiên khi chi phí thuốc tăng từ 150 g/t lên 200 g/t thực thu tăng lên rất ít (từ 82,41 lên 83,19%) và hàm lượng Cu trong quặng tinh giảm mạnh (từ 26,56 xuống 20,68%) (Hình 6). Do đó, chọn chi phí hỗn hợp thuốc tập hợp BX/ DPP = 150 g/t cho kết quả tuyển tốt nhất thu được tinh quặng có hàm lượng 26,56% Cu với mức thực thu đạt hơn 82%.

Khi thay đổi chi phí thuốc thuốc tập hợp BX/ Na_2S từ 50/50 g/t lên 150/150 g/t thực thu đồng trong tinh quặng tăng nhanh (từ 73,24% lên 91,57%), tuy nhiên khi chi phí thuốc tăng từ 150 g/t lên 200 g/t thực thu tăng lên ít (từ 91,57 lên 94,75%) và hàm lượng Cu trong quặng tinh giảm mạnh (từ 15,03 xuống 10,74%) (Hình 7). Do đó, chọn chi phí hỗn hợp thuốc tập hợp BX/ Na_2S = 150/150 g/t cho hiệu quả tuyển tốt nhất thu được quặng tinh có hàm lượng đồng 15,03% với mức thực thu đạt hơn 91%.



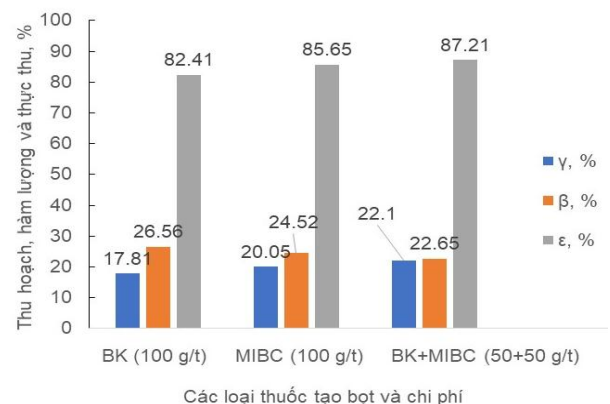
Hình 6. Thuốc tập hợp BX/DPP



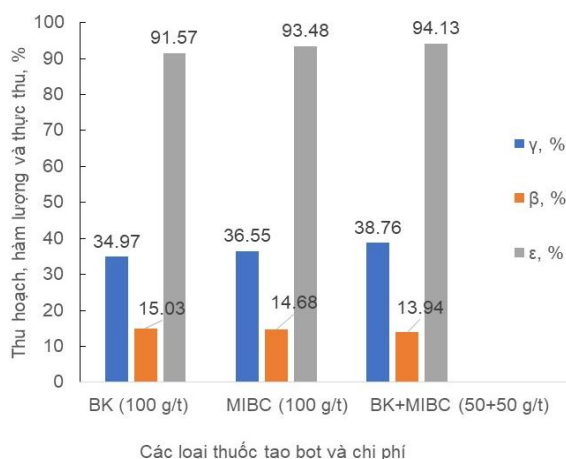
Hình 7. Thuốc tập hợp BX/ Na_2S

c. Kết quả thí nghiệm xác định chủng loại thuốc tạo bọt đến kết quả tuyển nổi

Tiến hành thí nghiệm tuyển nổi thay đổi các loại thuốc tạo bọt như: dầu thông (BK); MIBC với chi phí 100 g/t và hỗn hợp BK+MIBC với chi phí 50+50 g/t. Kết quả thí nghiệm được thể hiện trong Hình 8, Hình 9.



Hình 8. Hỗn hợp thuốc tập hợp BX/DPP



Hình 9. Thuốc tập hợp BX/Na₂S

Đối với tuyển bằng hỗn hợp thuốc tập hợp BX/DPP (Hình 8), khi thay đổi chủng loại thuốc tạo bột khác nhau có sự thay đổi rõ rệt trong thực thu đồng vào sản phẩm quặng tinh. Sử dụng thuốc tạo bột MIBC cho thực thu Cu vào quặng tinh cao nhất (đạt hơn 87%), do đó thuốc tạo bột MIBC được để làm các thí nghiệm tiếp theo khi tuyển bằng hỗn hợp thuốc tập hợp BX/DPP.

Đối với tuyển hỗn hợp thuốc tập hợp BX/Na₂S (Hình 9), sử dụng thuốc tạo bột MIBC, BK, hỗn hợp MIBC + BK cho thực thu Cu vào quặng tinh cao tương đương nhau (đạt hơn 91%), tuy nhiên hàm lượng tinh quặng giảm mạnh. Do đó thuốc tạo bột là BK với các ưu điểm giá thành rẻ, thân thiện với môi trường đã được chọn để khảo sát tuyển vòng

hở trong sơ đồ sử dụng thuốc tập hợp BK kết hợp thuốc sunfua hoá Na₂S.

3.2.2. Kết quả nghiên cứu tuyển vòng hở

Tuyển sơ đồ vòng hở mục đích để xác định số khâu tuyển tinh và tuyển vét trong sơ đồ nhằm đạt được chất lượng quặng tinh và quặng đuôi đảm bảo yêu cầu đặt ra. Mục tiêu đặt ra của nghiên cứu này là đạt được chất lượng quặng tinh có hàm lượng đồng trên 20%, quặng đuôi có hàm lượng đồng khoảng 0,2%.

a. Sử dụng hỗn hợp thuốc tập hợp BX/DPP

Tiến hành thí nghiệm tuyển nổi vòng hở gồm tuyển nổi chính, 2 công đoạn Tuyển tinh 1 và; 2 công đoạn Tuyển vét 1 và 2 ở các điều kiện (1)**Tuyển chính:** Độ mịn nghiền: 75,36% cấp - 0,074 mm; Thuốc tập hợp BX/DPP: 150/150 g/t; Điều chỉnh môi trường và đè chìm: CaO: 1 kg/tấn, giá trị pH: 8-9; Nồng độ bùn: 30%; Thuốc tạo bột MIBC: 100 g/t; (2)**Tuyển vét 1:** Thuốc tập hợp BX/DPP: 50/50 g/t; Thuốc tạo bột MIBC: 50 g/t; (3)**Tuyển vét 2:** Thuốc tập hợp BX/DPP: 50/50 g/t; Thuốc tạo bột MIBC: 50 g/t.

Kết quả thí nghiệm được thể hiện trong Bảng 2 cho thấy chỉ tiêu về hàm lượng Cu trong quặng đuôi (hàm lượng Cu < 0,2%) và trong sản phẩm tinh quặng (hàm lượng Cu lớn hơn 20%) đã đạt được so với yêu cầu đặt ra và được lựa chọn để nghiên cứu tuyển trên sơ đồ vòng kín.

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm khảo sát tuyển nổi vòng hở sử dụng hỗn hợp thuốc tập hợp BX/DPP

Sản phẩm	γ, %	β, %	ε, %
Quặng tinh	22,10	22,65	87,21
Trung gian 1	12,56	4,34	9,50
Trung gian 2	10,93	0,8	1,52
Quặng đuôi	54,41	0,18	1,68
Mẫu đầu	100	5,74	100

b. Sử dụng thuốc tập hợp BX kết hợp sử dụng thuốc sunfua hoá Na₂S

Thí nghiệm tuyển nổi vòng hở theo sơ đồ gồm tuyển nổi chính, 2 công đoạn Tuyển tinh 1 và; 2 công đoạn Tuyển vét 1 và 2 ở các điều kiện sau:

(1) **Tuyển chính:** Độ mịn nghiền 88,03% cấp - 0,074 mm; Thuốc sunfua hoá Na₂S: 150 g/t; Thuốc tập hợp BX: 150 g/t; Điều chỉnh môi trường và đè chìm CaO: 1 kg/tấn (giá trị pH: 8-9); Nồng độ bùn: 30%; Thuốc tạo bột BK 100 g/t; (2) **Tuyển vét**



1:Thuốc tập hợp BX 100 g/t; Thuốc tạo bọt BK: 50 g/t; (3)**Tuyển vớt 2:** Thuốc tập hợp BX: 100 g/t; Thuốc tạo bọt BK: 50 g/t; **Tuyển tinh 1:**Thuỷ tinh lỏng: 100 g/t; **Tuyển tinh 2:** Thuỷ tinh lỏng: 100 g/t.

Kết quả thí nghiệm được thể hiện trong Bảng 3. Nhận thấy, với sơ đồ vòng hở đề xuất, chỉ tiêu về hàm lượng Cu trong sản phẩm quặng tinh (hàm lượng đồng lớn hơn 20%) đã đạt được với yêu cầu

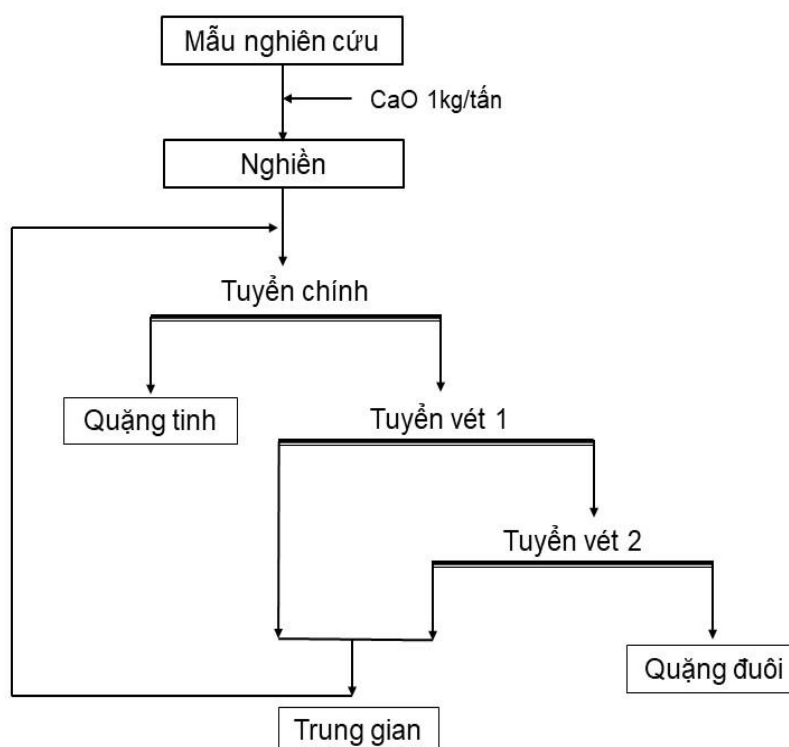
đặt ra, tuy nhiên hàm lượng đồng trong quặng đuôi vẫn cao (0,34% Cu) nguyên nhân là do không thu hồi được những hạt chứa đồng bị nghiền xuống kích thước quá mịn ($< 0,04$ mm). Do kết quả tuyển chưa đạt được như kỳ vọng nên các chế độ thuốc và sơ đồ này không được lựa chọn cho nghiên cứu sơ đồ vòng kín.

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm khảo sát tuyển nổi vòng hở sử dụng hỗn hợp thuốc tập hợp BX/Na₂S

Sản phẩm	γ , %	β , %	ε , %
Quặng tinh	21,42	22,38	83,52
Trung gian 1	7,00	2,47	3,01
Trung gian 2	7,34	3,32	4,24
Trung gian 3	9,58	2,98	4,97
Trung gian 4	10,45	0,9	1,64
Quặng đuôi	44,21	0,34	2,62
Mẫu đầu	100	5,74	100

3.3. Kết quả thí nghiệm tuyển nổi sơ đồ vòng kín

Sơ đồ vòng kín được tiến hành nhằm kiểm tra lại các điều kiện và chế độ thuốc tuyển, đồng thời để khẳng định lại các chỉ tiêu công nghệ tuyển nổi có thể đạt được trong phòng thí nghiệm đối với mẫu quặng nghiên cứu. Mẫu được tiến hành nghiên cứu tuyển vòng kín đề xuất trên với sơ đồ thể hiện trên Hình 10.



Hình 10. Sơ đồ tuyển nổi vòng kín

**Bảng 4. Kết quả thí nghiệm tuyển nổi sơ đồ vòng kín**

Sản phẩm	γ , %	β , %	ε , %
Quặng tinh	27,71	20,21	97,56
Quặng đuôi	72,29	0,19	2,44
Mẫu đầu	100,00	5,74	100,00

Kết quả tuyển nổi sơ đồ vòng kín nhận được quặng tinh tập hợp có hàm lượng 20,21% Cu, quặng đuôi có hàm lượng xấp xỉ 0,2% Cu, đạt mục đích đặt ra của nghiên cứu.

4. KẾT LUẬN

➤ Kết quả phân tích thành phần vật chất cho thấy đồng trong mẫu nghiên cứu có hàm lượng khá cao (gần 6%) và tồn tại ở nhiều dạng nhưng chủ yếu là ở dạng đồng sunfua và đồng kim loại;

➤ Tuyển nổi sơ đồ vòng kín với 1 khâu tuyển chính, 2 khâu tuyển vét, sử dụng phối hợp thuốc tập hợp BX/ DPP cho kết quả tuyển rất tốt, thu được quặng tinh xỉ đồng đạt chỉ tiêu hàm lượng >20%, mất mát đồng vào quặng đuôi đạt xấp xỉ 0,2% Cu;

➤ Nghiên cứu cũng cho thấy rằng việc sử dụng hỗn hợp thuốc tuyển nổi sẽ cho tác dụng hiệp đồng trên bề mặt hạt khoáng làm tăng tính chọn lọc từ đó dẫn đến việc cải thiện khả năng thu hồi đồng của quá trình tuyển nổi xỉ đồng □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. B.J. Bradshaw and C.T. O'Connor, (2000). FLOTATION | Bubble – Particle Adherence: Synergistic Effect of Reagents. *In book: Encyclopedia of Separation Science*. DOI: 10.1016/B0-12-226770-2/01311-9
- [2]. Bradshaw, D. J. and O'Connor, C. T. (1996). The flotation of low grade pyrite ores using mixtures of collectors. *Hidden Wealth Conference, Johannesburg, South Africa, 1 - 3 October 1996. Marshalltown, SA: South African Institute of Mining and Metallurgy*.
- [3]. Gorai and Premchand, (2003). Characteristica and utilisation of copper slag- a review. *Resour. Consev. Recycl*, 39, 299-313
- [4]. Helbig, C., Bradshaw, D.J., Harris, P.J., O. Connor, C.T., Baldauf, H., (2000). The synergistic interactions of mixtures of thiol collectors in the flotation of sulphide minerals. *Presented at XXI International Mineral Processing Congress, Rome, Italy*.
- [5]. Liu et al, (2020). Optimizing the Crystalline State of Cu Slag by Na_2CO_3 to improve Cu Recovery by Flotation. *Minerals*, 10.
- [6]. MINGIONE P.A., (1984). Use of dialkyl and diaryl dithiophosphate promoters as mineral flotation agents, *Institution of Mining and Metallurgy, London*, 19-24.
- [7]. N.O. Lotter, D.J. Bradshaw, (2010). The formulation and use of mixed collectors in sulphide flotation, *Minerals Engineering, Volume 23, Issues 11–13, October 2010, Pages 945-951*.
- [8]. Tian et al, (2021). Comprehensive review on metallurgical recycling and cleaning of copper slag, *Conserv. Recycling*, 168 (2021), 105366.
- [9]. Vestola et al, (2010). Acid bioleaching of solid waste materials from copper, steel and recycling industries. *Hydrometallurgy*, 103, 74-79.
- [10]. Zhou et al, (2021). Mineralogical and morphological factors affecting the separation of copper and arsenic in flash copper smelting slag flotation beneficiation. *Journal of Hazardous Materials*, 410, 123293.

LỜI CẢM ƠN

Nội dung bài báo được hỗ trợ từ đề tài nghiên cứu cấp cơ sở của Trường Đại học Mở - Địa chất, mã số T24-22.



COPPER RECOVERY FROM SLOW-COOLED COPPER SLAG OF LAO CAI COPPER SMELTING II BY FLOTATION METHOD USING A MIXTURE OF COLLECTORS

Chinh Thi Vu*, Dung Kim Thi Nhu, Hai Thanh Pham, Nhung Thi Pham

Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien Str., Ha Noi, Vietnam

ARTICLE INFOR

TYPE: Research Article

Received: 10/4/2025

Revised: 15/5/2025

Accepted: 19/5/2025

* Corresponding author:

Email: vuthichinh@humg.edu.vn

ABSTRACT

This paper presents the difference in the efficiency of copper slag flotation when using different types of collector mixtures, such as butyl xanthate/dithiophosphate, butyl xanthate/amine xanthate, and butyl xanthate combined with surface sulfidation reagent Na_2S at different grinding finenesses of copper slag and different collector mixture dosages. Experimental results show that the copper recovery ratio with butyl xanthate/dithiophosphate collector mixture is the highest. The closed-circuit flotation flowsheet with one rougher stage, two scavenger stages using butyl xanthate/dithiophosphate collector mixture obtained copper slag concentrate with a grade content of over 20% Cu, tailings with a grade content of approximately 0.2% Cu, and the actual copper recovery into the concentrate product reached over 90%..

Keywords: flotation, copper slag, collector

@ Vietnam Mining Science and Technology Association