

CHẤT LƯỢNG QUẶNG SẮT CAO BẰNG VÀ GIÁ TRỊ SỬ DỤNG TRONG SẢN XUẤT SẮT XÓP

PHẠM HÒE¹, NGUYỄN ĐÌNH TIẾT¹, LÃ XUÂN LIÊN¹,
KIỀU CAO THĂNG², DƯƠNG VĂN SỰ³, TRẦN THANH PHÚC⁴

¹Công ty MIREX; ²Công ty Đầu tư và Phát triển công nghệ Văn Cường;

³Viện Nghiên cứu Xạ hiếm; ⁴Viện khoa học Địa chất và Khoáng sản

Tóm tắt: Bài báo dựa trên cơ sở các tài liệu nhiều năm thu thập, khảo sát đánh giá về chất lượng quặng sắt ở các mỏ Ngườm Cháng, Nà Lũng, Nà Rựa và các điểm mỏ Khuổi Tông, Bàn Luộc, Bàn Nùng I và Bàn Nùng II của tỉnh Cao Bằng. Kết quả nghiên cứu cho thấy các mỏ và điểm mỏ quặng (gọi chung là mỏ) nói trên đều có nguồn gốc skarn quy mô trữ lượng không lớn, phân tán nhỏ lẻ nhưng lại có chất lượng tốt. Trong số các mỏ nói trên thì mỏ Bàn Luộc có hàm lượng sắt là thấp nhất: quặng khối TFe dao động từ 57,44-62,40%, tb 59,92%; quặng xâm tán TFe giao động từ 39,6%-42,43%, tb 41,01%, mỏ Ngườm Cháng là giàu nhất: TFe trong quặng khối giao động từ 62-63%, tb 62,5%, trong quặng xâm tán giao động từ 40-59,9%, tb 51%, các mỏ còn lại ở mức độ trung bình. Mỏ Bàn Luộc được chọn làm mỏ đại diện để lấy mẫu nghiên cứu công nghệ tuyển. Kết quả nghiên cứu thành phần vật chất mẫu công nghệ và tính khả tuyển của quặng sắt cho thấy đặc điểm phân bố sắt chủ yếu tập trung ở các cấp hạt 0,2 -30,0 mm. Trong đó cấp 10,0 -30,0 mm chỉ cần sàng rửa đánh tơi sạch các khoáng vật sét và đất sau đó cho chạy qua băng tải từ là đạt yêu cầu sản phẩm, đồng thời làm giảm các nguyên tố có hại như Si, Mn, S và P về giới hạn cho phép của công nghệ “Hoàn nguyên trực tiếp quặng sắt” để sản xuất sắt xộp”. Công ty Khoáng sản và Luyện kim Việt Nam (MIREX) đã sử dụng loại quặng sau tuyển nói trên để sản xuất sắt xộp. Cho đến nay Nhà máy sản xuất sắt xộp và thép hợp kim của MIREX ở Cao Bằng đã đi vào hoạt động tương đối ổn định, sản phẩm có chất lượng tốt. Sắt xộp có hàm lượng sắt tổng từ 89,92-94,67%, sắt kim loại từ 77,63-87,59%, hàm lượng carbon từ 0,76-1,25 đa phần 0,80%, lưu huỳnh và photpho đều dưới 0,04%. Với chất lượng sắt xộp nói trên, Công ty MIREX đã nấu luyện thành công hơn 105 mác thép hợp kim, bước đầu có ý nghĩa kinh tế và quốc phòng.

I. MỞ ĐẦU

Những năm gần đây, ngành luyện kim thế giới tập trung đầu tư nghiên cứu hoàn thiện công nghệ hoàn nguyên phi cốc để sản xuất sắt xộp có hàm lượng sắt tổng đạt hơn 90% làm nguyên liệu đầu vào để sản xuất thép hợp kim chất lượng cao và thép đúc hợp kim cao [7]. Để đảm bảo sắt xộp có chất lượng trên 90% tổng sắt, đòi hỏi nguyên liệu để sản xuất sắt xộp phải có TFe lớn hơn 65%, hàm lượng $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 6,5\%$, $\text{S} \leq 0,04\%$ và $\text{P} \leq 0,04\%$ [9, 10].

Nắm bắt được xu thế mới của thế giới về công nghệ luyện kim thân thiện với môi trường, sau khi đã khảo sát các vùng nguyên liệu sắt ở Yên Bái, Lào Cai, Hà Giang, Bắc Kạn và Cao Bằng, Công ty cổ phần Khoáng sản và Luyện kim Việt Nam (MIREX) đã đầu tư xây dựng Nhà máy sản xuất sắt xộp và thép hợp kim tại Bàn Tân, xã Hoàng Tung, huyện Hòa An, tỉnh Cao Bằng.

Sau một thời gian sản xuất thử nghiệm công nghệ mới, tập thể tác giả nhận thấy còn nhiều tồn tại cần phải nghiên cứu

khắc phục, nhất là nguồn nguyên liệu đầu vào chưa phù hợp với tiêu chuẩn để sản xuất sắt xộp có hiệu quả và ổn định, phần đuôi quặng còn bị thất thoát nhiều nhưng chưa có biện pháp tận thu. Vì thế Bộ Khoa học và Công nghệ đã cho phép Công ty Mirex triển khai thực hiện đề tài “Nghiên cứu công nghệ tuyển làm giàu quặng sắt để phục vụ sản xuất sắt xộp cho Công ty cổ phần và khoáng sản Việt Nam” do TS. Phạm Hòe làm chủ biên.

Vùng Cao Bằng có trên 18 diện lộ quặng sắt, cần phải nghiên cứu những mỏ và điểm mỏ đặc trưng nhằm chọn ra mỏ đại diện để lấy mẫu nghiên cứu công nghệ. Các mỏ Nà Rua, Nà Lũng và Ngườm Cháng thuộc huyện Hòa An - Thành phố Cao Bằng và các điểm mỏ Khuổi Tông, Bản Nùng I, Bản Nùng II và Bản Luộc (từ đây gọi chung là mỏ quặng) thuộc vùng Nguyên Bình được chúng tôi nghiên cứu đặc trưng về chất lượng quặng và cuối cùng chọn mỏ Bản Luộc làm đại diện để lấy mẫu nghiên cứu công nghệ tuyển.

Sau một thời gian tập trung nghiên cứu chúng tôi đã đạt được một số kết quả bước đầu. Trong khuôn khổ bài báo này sẽ giới thiệu tóm tắt một số kết quả đã đạt được.

II. CÁC PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Khảo sát đánh giá các mỏ sắt ở Cao Bằng

Nhằm lựa chọn mỏ đại diện về chất lượng quặng để lấy mẫu nghiên cứu công nghệ tuyển, vấn đề đặt ra là phải nghiên cứu công nghệ tuyển làm giàu quặng sắt của vùng nguyên liệu nhằm đáp ứng các chỉ tiêu kỹ thuật TFe lớn hơn 65%, hàm lượng $\text{SiO}_2 \leq 6,5\%$, $\text{S} \leq 0,04\%$ và $\text{P} \leq 0,04\%$. Để giải quyết vấn đề này cần khảo sát lựa chọn mỏ đại diện ở Cao Bằng để lấy mẫu nghiên cứu công nghệ tuyển mà kết quả có thể áp dụng để tuyển quặng cho các mỏ khác có cùng nguồn gốc thành tạo.

Nguyên tắc lựa chọn đại diện: Mỏ có cùng nguồn gốc thành tạo; Chất lượng quặng tương tự nhau; Mỏ có điều kiện thuận lợi để triển khai lấy mẫu công nghệ; Mẫu công nghệ phải có tính đại diện cao, có tính khoa học và khả thi.

2. Các phương pháp nghiên cứu thành phần vật chất mẫu công nghệ

Nghiên cứu công nghệ tuyển phụ thuộc vào kết quả nghiên cứu thành phần vật chất của quặng nguyên khai. Để nghiên cứu thành phần vật chất của quặng nguyên khai có kết quả tốt, chúng tôi đã tiến hành tỷ mỷ qua nhiều phương pháp nghiên cứu sau: Phân tích thành phần độ hạt quặng nguyên khai; Phân tích thành phần độ hạt quặng sau đập nghiền; Phân tích khoáng vật mẫu nghiên cứu (phân tích trọng sa nhân tạo, ronghen, khoáng tương, thạch học...); Phân tích hóa toàn phần mẫu nghiên cứu; Phân tích chìm nổi mẫu quặng nguyên khai; Phân tích từ tính mẫu quặng nguyên khai; Phân tích đặc tính rửa quặng.

3. Các phương pháp nghiên cứu tính khả tuyển của quặng

Mục tiêu là xây dựng dây chuyền công nghệ tối ưu và trang thiết bị tuyển phù hợp với quặng sắt Cao Bằng để lấy được 2 loại sản phẩm chính của Đề tài:

1/ Loại thứ nhất có kích thước hạt 10-30 mm, hàm lượng $\text{TFe} \geq 65\%$ và $\text{SiO}_2 \leq 6,5\%$.

2/ Loại thứ hai có kích thước hạt từ 0,02-0,2 mm, hàm lượng sắt $\text{TFe} \geq 65\%$, hàm lượng $\text{SiO}_2 \leq 6\%$.

Để giải quyết được yêu cầu trên chúng tôi đã đầu tư nghiên cứu tính khả tuyển của quặng qua nhiều phương pháp tuyển khác nhau: Nghiên cứu thí nghiệm công nghệ tuyển trọng lực; Nghiên cứu thí nghiệm công nghệ tuyển từ; Nghiên cứu thí nghiệm công nghệ tuyển nổi; Nghiên cứu thí nghiệm xử lý quặng trung gian hỗn hợp bằng phương pháp tuyển từ ướt

và bản đãi bùn; Sơ đồ dự kiến dây chuyền công nghệ và trang thiết bị tuyển.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Kết quả chọn mỏ đại diện để lấy mẫu công nghệ

Kết quả tổng hợp tài liệu đã công bố và khảo sát thực địa của chúng tôi qua 3 mỏ

và 15 điểm mỏ đã lựa chọn được các mỏ Nà Rủa, Nà Lũng và Ngườm Cháng thuộc vùng quặng sắt Hòa An - thành phố Cao Bằng và các điểm mỏ Khuổi Tông, Bản Luộc, Bản Nùng I và Bản Nùng II (gọi chung là mỏ) thuộc vùng Nguyên Bình tỉnh Cao Bằng để nghiên cứu chi tiết chất lượng quặng (Bảng 1).

Bảng 1. Chất lượng quặng sắt của các mỏ đặc trưng ở tỉnh Cao Bằng

Tên mỏ	Nguồn gốc thành tạo	Loại quặng theo cấu tạo	Khoáng vật		TFe, %	Tổ chức được cấp phép quản lý
			Tạo quặng, %	Tạo đá, %		
Ngườm Cháng (1)	Skarn [2, 3]	Quặng khối	95	5	62,5	Gang thép T. Nguyên
		Xâm tán	75	25	51,0	
Nà Rủa (1)	Skarn [1, 3, 5]	Quặng khối	85	15	62,04	Cty KS-LK Cao Bằng
		Xâm tán	70	30	46,06	
Nà Lũng (1)	Skarn [3, 4]	Quặng khối	81	19	61,0	Cty KS-LK Cao Bằng
		Xâm tán	60	40	40,27	
Bản Luộc (2)	Skarn [6, 8]	Quặng khối	85	15	59,92	MIREX
		Xâm tán	65	35	41,01	
Bản Nùng I (2)	Skarn [6, 8]	Quặng khối	90	10	62,0	MIREX
		—	—	—	—	
Khuổi Tông (2)	Skarn [6, 8]	Quặng khối	94	6	64,0	MIREX
		—	—	—	—	
Bản Nùng II (2)	Skarn [6, 8]	Quặng khối	88	12	63,0	MIREX

Ghi chú: (1) nguồn từ các báo cáo thăm dò của công ty Khoáng sản-Luyện kim Cao Bằng năm 2006, của LĐĐCĐB năm 2007 và khảo sát bổ sung của chúng tôi năm 2014. (2) nguồn từ các báo cáo thăm dò năm 2009 và thu thập bổ sung năm 2014.

Dựa vào các nguyên tắc lựa chọn mỏ đại diện đã trình bày, trong số 7 mỏ nghiên cứu chi tiết chúng tôi đã chọn mỏ Bản Luộc làm đại diện để lấy mẫu công nghệ tuyển.

2. Đặc điểm mỏ quặng sắt Bản Luộc

a) Đặc điểm phân bố:

Mỏ sắt Bản Luộc thuộc thị trấn Nguyên Bình, huyện Nguyên Bình, tỉnh Cao Bằng. Các thân quặng phân bố chủ yếu bên bờ trái của thung lũng Bản Luộc.

Thung lũng này được thành tạo do hoạt động của đứt gãy Bản Luộc - Nà Bon, phương Đông - Tây.

Theo kết quả thăm dò điểm mỏ sắt Bản Luộc có nguồn gốc skarn [9], được cấu tạo từ 7 thân quặng và bị phá hủy mạnh bởi hoạt động nước ngầm về sau, đặc biệt là thân quặng ở trung tâm Bản Luộc (thân quặng chính).

Thân quặng trung tâm Bản Luộc có chiều dài gần 300 m kéo theo đường

phương và khoảng 60 m theo hướng dốc. Chiều dày quặng thay đổi 18 m ở LK1, 17 m ở LK5, 12 m ở LK8, trung bình 15 m. Thân quặng có dạng thấu kính, kéo dài theo phương á vĩ tuyến, nằm nghiêng từ 45-75° về Bắc, Đông Bắc, dưới lớp phủ dày từ 5 đến 20 m. Trữ lượng cấp 122 của thân quặng là 518.850 tấn, tài nguyên dự báo cấp 333 là 540.000 tấn. Tổng trữ lượng và tài nguyên dự báo của thân quặng trung tâm là 1.058.850 tấn

b) Chất lượng quặng:

Có 2 loại quặng magnetit gốc là quặng có cấu tạo khối được gọi là quặng khối và quặng có cấu tạo xâm tán trong đá biến đổi, gọi tắt là quặng ngậm đá hay quặng nghèo.

Đối với loại quặng khối: Khoáng vật quặng chủ yếu là magnetit (80-90 %), thứ đến là martit, hematit, limonit và ít khoáng vật sulphur khác. Magnetit dạng hạt tự hình, kích thước hạt nhỏ thay đổi trong khoảng 0,1-1 mm, phổ biến 0,1-0,5 mm, sắp xếp liền nhau tạo thành khối chặt sít. Khoáng vật phi quặng ít, gồm pyroxen, vezuvian và khoáng vật nhóm carbonat tàn dư. Thành phần hóa học TFe giao động từ 60,33-62,40%, trung bình 61%, TiO_2 0,001%, Cr_2O_3 < 0,01%, MgO 0,04%, CaO 0,26%, Al_2O_3 2,3%, SiO_2 5,24%, Mn 0,12%, P 0,03% và S < 0,01%. Loại quặng cấu tạo khối chiếm khoảng 75-80% trữ lượng.

Đối với loại quặng xâm tán: Khoáng vật quặng chiếm khoảng 40-65%, trung bình 50%, chủ yếu là magnetit, thứ đến là hematit, limonit và ít khoáng vật sulphur sắt. Khoáng vật đá biến đổi (skarn) có pyroxen, granat, amphibol, vezuvian, carbonat, thạch anh và sericit. Khối lượng khoáng vật biến đổi chiếm khoảng 35-60%, trung bình 50%. Thành phần hóa học TFe giao động từ 37-44%, trung bình 41,01%. Loại quặng này chiếm khoảng 20-25% trữ lượng.

3. Yêu cầu kỹ thuật của mẫu công nghệ

Mẫu công nghệ là cơ sở quan trọng để lựa chọn công nghệ và trang thiết bị tuyển cho từng loại quặng, từ đó đưa ra được các sơ đồ công nghệ tuyển làm giàu quặng sắt để phục vụ cho sản xuất sắt xộp và tận thu được loại quặng nghèo.

Mẫu công nghệ phải lấy đảm bảo tính đại diện, có đủ thành phần: quặng khối, quặng đất, quặng xâm tán và các lớp kẹp mỏng không quặng mà máy xúc không loại ra được. Trong mẫu thành phần khoáng vật chính là magnetit, thứ đến là martit, hematit, limonit và các khoáng vật sulphur sắt. Thành phần hóa học TFe giao động từ 58-61%.

Để thực hiện được yêu cầu nói trên, phương pháp lấy mẫu tốt nhất là đào hào theo hướng dốc của thân quặng ở vị trí có đủ thành phần của quặng. Việc lấy mẫu sẽ tiến hành theo toàn công trình hào sau khi đã bóc bỏ phần đất phủ. Với phương pháp này mẫu gồm toàn bộ khối quặng đào ra ở gương đáy hào. Ngoài ra mẫu còn được bổ sung thêm quặng từ một số vết lộ và moong khai thác. Mẫu có ký hiệu CNBL-I trọng lượng 10 tấn.

4. Nhận xét thành phần vật chất mẫu CNBL-I

Qua kết quả nghiên cứu thành phần vật chất bằng nhiều phương pháp phân tích khác nhau như đặc điểm cơ lý quặng, thành phần độ hạt trước và sau đập nghiền, trọng sa nhân tạo, khoáng tương, nhiễu xạ rơnghen, thạch học, hóa toàn phần, phân tích chìm nổi, phân tích từ tính và đặc tính rửa quặng chúng tôi có nhận xét kết quả như sau:

Mẫu chứa nhiều đất và sét, đặc biệt là nhóm các khoáng vật nhóm sét. Mẫu có giới hạn chảy 42,4; giới hạn dẻo 28,2 và chỉ số dẻo 14,2 theo phân loại Attenberg thì mẫu quặng CNBL-I thuộc loại tương đối khó rửa đến khó rửa.

Mẫu có thành phần khoáng vật không phức tạp. Chủ yếu là các khoáng vật sắt trong đó đại đa số là khoáng vật magnetit chiếm trên 90,0%. Kích thước các hạt magnetit thay đổi trong khoảng từ 0,3- 1,0 -2,0 mm, phổ biến nhất là 0,5-1,5 mm. Các khoáng tạp chủ yếu là các khoáng vật nhóm sét và khoáng vật skarn tàn dư. Với

đặc điểm này rất thuận lợi cho công nghệ đánh toi, rửa và tuyển từ.

Mẫu có chất lượng tốt, hàm lượng sắt cao 58,51%. Các nguyên tố có ích và có hại khác như: Sn, Cu, Pb, Zn, S, P, As chiếm tỷ lệ không đáng kể. Cu có hàm lượng cao cần lưu ý để tận thu (Bảng 2).

Bảng 2. Kết quả phân tích hóa toàn phần hai mẫu quặng nguyên khai

TT	Ký hiệu mẫu	Chi tiêu và hàm lượng phân tích						
		TFe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MnO	MgO	TiO ₂
		%						
1	CNBL-I	58,51	9,48	2,37	2,95	0,39	0,39	0,22
2	CNBL-II	39,74	22,63	5,11	4,74	0,20	3,04	0,58
TT	Ký hiệu mẫu	Chi tiêu và hàm lượng phân tích						
		P ₂ O ₅	S	As	Pb	Zn	Sn	Cu
		ppm						
1	CNBL-I	0,17	0,10	<20,0	30,0	<5,0	<10,0	129,0
2	CNBL-II	0,16	0,45	<20,0	73,0	<5,0	<10,0	177,0

Thu hoạch cấp dưới 0,020 mm là rất cao 18,92% tương ứng với phân bố sắt là 15,81% (Bảng 3). Chứng tỏ mẫu có rất nhiều các khoáng sét, sẽ ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng quặng tinh nếu như công nghệ sàng rửa không hợp lý và cần nghiên cứu công nghệ tuyển thích hợp

cho cấp hạt này, nhằm thu hồi tối đa tài nguyên có ích.

Phân bố sắt chủ yếu tập trung ở các cấp 0,2 -30,0 mm. Trong đó cấp 10,0 -30,0 mm chỉ cần sàng rửa đánh toi sạch các khoáng vật sét và đất là có thể đạt chất lượng quặng tinh 1 theo yêu cầu (Bảng 3).

Bảng 3. Thành phần độ hạt mẫu quặng quặng CNBL-I nguyên khai (dưới 30,0 mm)

TT	Cấp hạt, mm	Thu hoạch, %		Hàm lượng Fe, %		Phân bố Fe, %	
		Bộ phận	Lũy tích	Bộ phận	Lũy tích	Bộ phận	Lũy tích
1	20,0 -30,0	14,24	14,24	65,51	65,51	15,95	15,95
2	10,0 -20,0	12,76	27,01	66,05	65,77	14,41	0,36
3	5,0 -10,0	6,43	33,44	66,60	65,93	7,32	37,67
4	1,0 -5,0	11,44	44,88	62,17	64,97	12,16	49,83
5	0,2 -1,0	12,03	56,90	57,09	63,30	11,74	61,57
6	0,075 -0,2	9,51	66,41	56,21	62,29	9,13	70,70
7	0,053 +0,075	6,65	73,06	57,14	61,82	6,49	77,19
8	0,020 -0,053	8,02	81,08	51,07	60,76	7,00	84,19
9	<0,020	18,92	100,00	48,89	58,51	15,81	100,00
	Quặng đầu	100,00	-	58,51	-	100,00	-

Kết quả phân tích chìm nổi cho thấy có thể áp dụng phương pháp tuyển trọng lực với cấp hạt nhỏ dưới 5,0 mm và hiệu quả nhất là cấp hạt 0,2-1,0 mm, vì ở độ hạt này các khoáng vật sắt và các khoáng tạp đã giải phóng tương đối triệt để ra khỏi nhau.

Với kết quả phân tích từ cho thấy mẫu CNBL-I thuộc loại dễ tuyển. Cường độ từ trường thích hợp để tuyển mẫu quặng dao động từ 1.000 Gauss đến 1.200 Gauss. Lưu

ý khi chế tạo hay mua sắm máy tuyển từ: Chỉ số cường độ từ trường này được tính ở trên bề mặt làm việc của tang từ.

5. Tính khả tuyển của mẫu CNBL-I

Với kết quả nghiên cứu, thí nghiệm tính khả tuyển của mẫu quặng CNBL-I qua từng phương pháp tuyển ứng với từng cấp hạt, chúng tôi đã tổng hợp so sánh các sản phẩm quặng tinh ở chế độ tối ưu được nêu trong Bảng 4.

Bảng 4. Bảng so sánh chất lượng sản phẩm quặng tinh ở chế độ tối ưu của từng phương pháp tuyển với các cấp hạt khác nhau mẫu CNBL-I

TT	Phương pháp tuyển	Chế độ tối ưu	Thu hoạch, %	Hàm lượng Fe, %	Thực thu Fe, %
I.1. Quặng cấp hạt <0,2 mm					
1	Tuyển từ ướt NCVC	có	60,08	68,56	78,94
2	Tuyển nổi	có	45,95	68,09	62,67
3	Xyclon	1,8 kg/cm ²	60,03	51,36	61,77
I.2. Quặng cấp hạt 0,2-1,0 mm					
1	Tuyển từ khô NCDH	200 v/ph	81,43	66,12	94,30
2	Tuyển từ khô NCD	1.000 gaus	75,80	68,93	91,52
3	Bàn đãi	có	50,79	65,56	58,33
I.3. Quặng cấp hạt 1,0-10,0 mm					
1	Tuyển từ khô NCDH	150 v/ph	90,03	68,30	98,59
2	Tuyển từ khô NCD	1.000 gaus	86,33	67,16	92,96
3	Bàn đãi	có	59,95	66,87	64,28
4	Máy lắng		69,03	67,41	74,61
I.4. Quặng cấp hạt 0,2-10,0 mm					
1	Tuyển từ khô NCDH	250 v/ph	55,90	67,89	62,20
2	Bàn đãi	có	51,02	67,05	56,07

Một số nhận xét về tính khả tuyển và công nghệ tuyển phù hợp cho quặng ở mỏ Bàn Luộc như sau:

Quặng nguyên khai được đập, sàng hợp lý xuống <30,0 mm.

Trong công nghệ tuyển trọng lực chỉ áp dụng phương pháp sàng quay đánh to, rửa và phân cấp cho quặng nguyên khai -30,0 mm. Còn các công nghệ tuyển trọng lực khác không áp dụng.

Không áp dụng công nghệ tuyển nổi cho mẫu quặng này. Chỉ áp dụng công nghệ tuyển từ và cụ thể như sau: Tuyển từ khô NCDH cho cấp hạt 10,0-30,0 mm;

Tuyển từ khô NCDH phân cấp hạt hợp cho các cấp hạt 0,2-10,0 mm; Phân cấp loại bỏ cấp hạt mịn <0,020 mm trong cấp hạt <0,2 mm, sau đó tuyển từ ướt tang trống NCVC cho cấp hạt 0,020-0,200 mm.

Quặng trung gian các cấp hạt thô được đập, nghiền nhỏ hơn, sàng phân cấp và áp dụng công nghệ tuyển từ với từng cấp hạt tương ứng.

6. Đề xuất sơ đồ công nghệ tuyển quy mô công nghiệp và các chỉ tiêu kỹ thuật tuyển quặng sắt Bàn Luộc

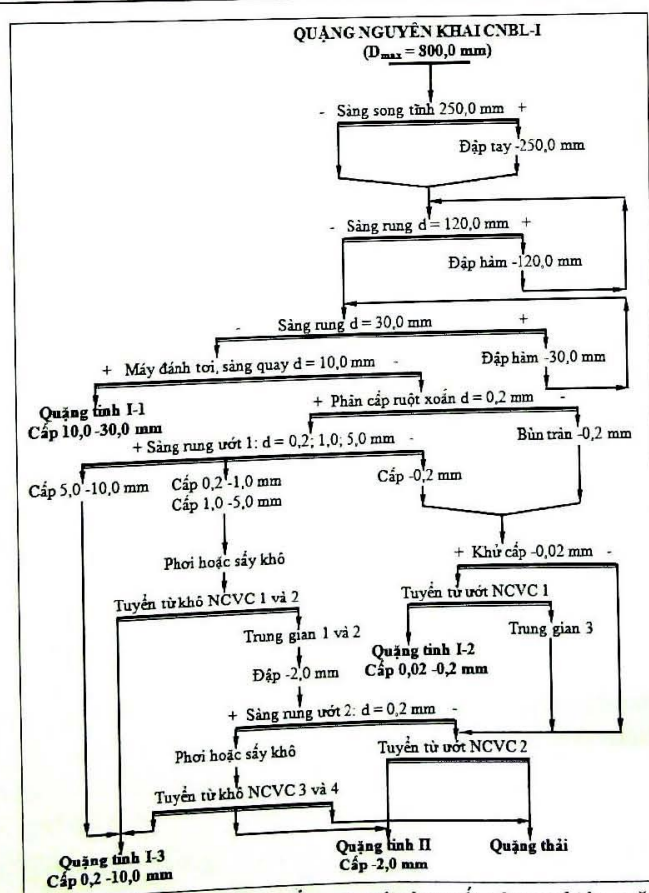
Từ những điều kiện và chế độ tuyển tối ưu đã xác lập, kết quả các thí nghiệm tuyển thăm dò cũng như định hướng, kết

qua thí nghiệm sơ đồ công nghệ tuyển phù hợp nhất và kết quả tuyển mở rộng quy mô phòng thí nghiệm (Bảng 5) cho phép rút ra kết luận công nghệ tuyển quặng sắt Bản Luộc là kết hợp phương

pháp tuyển trọng lực với phương pháp tuyển từ. Dựa vào công nghệ đã lựa chọn chúng tôi dự kiến sơ đồ công nghệ tuyển khép kín quy mô sản xuất công nghiệp được giới thiệu trên Hình 1.

Bảng 5. Tổng hợp kết quả tuyển mở rộng quy mô phòng thí nghiệm

TT	Khâu công nghệ và sản phẩm	Chỉ tiêu chất lượng, %			Số lượng quặng, kg
		Thu hoạch	Hàm lượng Fe	Thực thu Fe	
1	Quặng tinh I-1 cấp hạt 10,0 -30,0 mm	26,95	67,13	30,92	650,0
2	Quặng tinh I-2 cấp hạt 0,02 -0,2 mm	10,95	68,90	12,89	250,0
3	Quặng tinh I-3 cấp 0,2 -10,0 mm	23,64	68,17	27,54	580,0
4	Quặng tinh II cấp -2,0 mm	17,26	58,54	17,27	420,0
5	Tổng lượng quặng tinh tổng hợp loại I (QT-TH)	61,54	67,84	71,36	1.480,0
6	Quặng thải	21,20	31,39	11,37	880,0
	Quặng vào nguyên khai	100,00	58,51	100,00	2.500,0



Hình 1. Sơ đồ đề xuất công nghệ tuyển quy mô sản xuất công nghiệp quặng CNBL-I

Các chỉ tiêu quặng tinh loại I dự kiến đạt được khi tuyển quặng CNBL-I theo sơ đồ công nghiệp đề xuất được giới thiệu trong Bảng 6.

Bảng 6. Các chỉ tiêu kỹ thuật tuyển quặng CNBL-I			
TT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Giá trị đạt được
1	Hàm lượng TFe		67,50
2	Mức thu hoạch	%	61,00
3	Mức thực thu Fe		70,00

7. Kết quả sử dụng quặng sắt Cao Bằng để sản xuất sắt xộp

Sau một thời gian tạm ngừng sản xuất để thực hiện tái cơ cấu tổ chức, tài chính, tập trung khai thác quặng ở các điểm Bản Luộc, Bản Nùng và mua quặng ở các mỏ khác như Ngườm Cháng, Bo Lếch, Hào Lịch... để chủ động cơ bản nguồn nguyên liệu cho sản xuất và đầu tư thiết bị cho 2 hệ thống dây chuyền tuyển phục vụ cho nguyên liệu hoàn nguyên tạo sắt xộp, đến nay Nhà máy đã đi vào sản xuất ổn định. Sau 3 tháng hoạt động, Công ty đã sản xuất được trên 4.400 tấn sắt xộp. Từng đợt sắt

xộp ra lò đều được hội đồng thẩm định lấy mẫu gửi về Phòng kiểm nghiệm chất lượng của Công ty Mirex (SXMR) và gửi đến các đơn vị có chức năng phân tích khác như Trung tâm phân tích của Thủy Sỹ tại Hải Phòng (SGS) và Viện luyện kim đen (LKĐ) thuộc Tổng công ty Thép Việt Nam để phân tích đối chứng. Kết quả kiểm nghiệm cho thấy sắt xộp có chất lượng tốt, có hàm lượng sắt tổng (TFe) từ $89,92 \div 94,67\%$, sắt kim loại (MFe) từ $77,63 \div 87,59\%$, hàm lượng carbon (C) từ $0,76 \div 1,25\%$, đa phần 0,80%, lưu huỳnh (S) và photpho (P) đều dưới 0,04% (Bảng 7).

Bảng 7. Kết quả phân tích chất lượng sắt xộp của Công ty MIREX

N ^o	Mẫu phân tích	Chất lượng sắt xộp, %				
		TFe	MFe	S	P	C
1	SXMR 6-7	91,31	79,70	0,025		
2	SXMR 6-15	94,39	85,64	0,020		
3	SXMR 6-23	92,15	81,38	0,028		
4	SXMR 7-15	93,55	82,47	0,045		
5	SXMR 7-23	94,67	84,15	0,020		
6	SXMR 11-23	89,85	77,63	0,040		
7	SXMR 13-7	89,92	79,89	0,050		
8	SXMR 4-23	90,20	80,61	0,029	0,037	0,76
9	SX (LKĐ)	93,10	87,20	0,020	0,012	0,40
10	SXMR 14-7	93,71	84,04	0,026	0,035	0,80
11	SXMR 14-15	92,88	83,70	0,036	0,036	0,82
12	SXMR 16-7	93,71	84,04	0,020	0,035	0,80
13	SX 1(SGS)	90,98	85,81	0,019	0,020	1,25
14	SX2(SGS)	92,03	87,59	0,044		

Với lợi thế sản phẩm có chất lượng tốt, hàm lượng carbon thấp nên được nhiều khách hàng ưa chuộng, đặc biệt một số nhà máy sản xuất que hàn của Tập đoàn Hyundai và Bộ Quốc phòng quan tâm.

IV. KẾT LUẬN

Thực tế khảo sát, thăm dò cho thấy ở Cao Bằng có trên 18 điểm lộ quặng sắt

được phát hiện với quy mô về trữ lượng và tài nguyên dự báo không lớn, vào khoảng 31 triệu tấn, phân tán nhỏ lẻ nhưng chất lượng rất tốt, hàm lượng sắt cao, dễ tuyển, dễ làm giàu và có giá trị kinh tế nhất ở Việt Nam.

Việc nghiên cứu công nghệ tuyển làm giàu quặng sắt Cao Bằng cho phép xây

dựng quy trình công nghệ và hệ thống dây chuyền thiết bị tuyển nhằm đạt được các chỉ tiêu kỹ thuật phù hợp với tiêu chuẩn đầu vào để sản xuất sắt xộp có hiệu quả, kinh tế và quốc phòng.

Trên cơ sở một số kết quả nghiên cứu của Đề tài, Công ty MIREX đã áp dụng thành công trong sản xuất sắt xộp và từ sắt xộp nấu luyện thành công một số mác thép hợp kim độ bền cao, có mác thép đập được vỏ bình gas, chịu được nước mặn... cho thấy nguồn quặng sắt Cao Bằng hoàn toàn đáp ứng được tiêu chuẩn đầu vào để sản xuất sắt xộp và thép hợp kim phục vụ nhu cầu phát triển của nền kinh tế quốc dân và Công nghiệp Quốc phòng.

Với các lợi thế về công nghệ đặc thù trong lĩnh vực chế biến sâu nhằm nâng cao giá trị gia tăng của việc sử dụng tài nguyên khoáng sản và hạn chế ô nhiễm môi trường, việc ưu tiên các nguồn quặng sắt Cao Bằng có hàm lượng sắt cao, các tạp chất có hại thấp cho Công ty Mirex để sản xuất sắt xộp và nấu luyện các mác thép hợp kim từ sắt xộp là việc làm cần thiết góp phần hỗ trợ các hoạt động sản xuất, kinh doanh của tỉnh Cao Bằng theo định hướng Công nghiệp hóa và Hiện đại hóa.

Lời cảm ơn: Quá trình thực hiện được sự giúp đỡ của Công ty MIREX, UBND tỉnh Cao Bằng và sự hỗ trợ kinh phí cho ĐT 01 của Bộ TNMT. Các tác giả xin cảm ơn Trung tâm công nghệ chế biến quặng phóng xạ thuộc Viện Công nghệ Xạ hiếm, bộ phận tuyển khoáng và phân tích thí nghiệm của Trung tâm PTTNĐC thuộc Bộ TNMT. Cảm ơn các cộng sự và các nhà khoa học đặc biệt là ban biên tập tạp chí Địa chất đã có những ý kiến đóng góp quý báu để bài báo được nâng cao chất lượng.

VĂN LIỆU

1. **Phạm Hòe, Vũ Văn Linh, 1976.** Báo cáo đặc điểm thạch học, khoáng vật và sơ bộ về nguồn gốc thành tạo mỏ sắt Nà Rạ Cao Bằng. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
2. **Nguyễn Xuân Trường, 2001.** Báo cáo thăm dò bổ sung mỏ sắt Ngườm Cháng xã Dân Chủ, huyện Hòa An, tỉnh Cao Bằng. *Lưu trữ Liên đoàn Địa chất Đông Bắc.*
3. **Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, 2002.** Báo cáo tổng hợp Tài nguyên quặng sắt Việt Nam. *Lưu trữ Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam. Hà Nội.*
4. **Công ty CP Khoáng sản và Luyện kim Cao Bằng, 2006.** Đề án thăm dò bổ sung mỏ sắt Nà Lũng. *Lưu trữ tại Công ty CP Khoáng sản và luyện kim Cao Bằng.*
5. **Nguyễn Việt Hùng, 2007.** Báo cáo thăm dò quặng sắt mỏ Nà Rạ phường Tân Giang thị xã Cao Bằng tỉnh Cao Bằng. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
6. **Mirex, 2009.** Các báo cáo thăm dò và thiết kế khai thác các điểm mỏ Khuổi Tông, Bản Luộc và Bản Nùng huyện Nguyên Bình tỉnh Cao Bằng. *Lưu trữ Sở TNMT tỉnh Cao Bằng và Công ty Mirex.*
7. **Nguyễn Xuân Liêu, 2013.** Sắt xộp - nguyên liệu tiên tiến cho luyện thép hợp kim ở Việt Nam. *TC KHCN Việt Nam, ISN 1895-4794, số 15/2013.*
8. **Phạm Hòe, Kiều Cao Thắng, 2014.** Báo cáo Khảo sát đánh giá các mỏ và điểm mỏ quặng sắt ở Cao Bằng nhằm lựa chọn mỏ đại diện để lấy mẫu nghiên cứu công nghệ tuyển. *Lưu trữ Sở KHCN Cao Bằng và Công ty Mirex.*
9. **Mirex, 2012.** Tiêu chuẩn cơ sở- sắt xộp Mirex-TCCS-01-2012. *Lưu trữ Công ty Mirex.*
10. **Tiêu chuẩn Trung quốc GB/T4136-94.**

SUMMARY

Iron ore quality in Cao Bằng Province and its usage value for producing sponge iron

*Phạm Hòe, Nguyễn Đình Tiết, Lã Xuân Liên,
Kiều Cao Thắng, Dương Văn Sự, Trần Thanh Phúc*

This article is based on the multi-year document collection, survey and evaluation of iron ore quality in Ngườm Cháng, Na Lũng and Nà Rụa mines, and Khuổi Tông, Bản Luộc, Bản Nùng I và Bản Nùng II mine points of Cao Bằng province. The results show that mines and mine points (all referred to as mines) are of skarn origin, with small, scattered but good quality reserves. Among the above-mentioned mines, the Bản Luộc mine has the lowest iron content: TFe in ore ranged from 57.44-62.40%, 59.92% in average; TFe in disseminated ore fluctuates from 39.6% -42.43%, 41.01% in average; Ngôm Cháng deposit is the richest: TFe in ore ranging from 62-63%, 62.5% in average, TFe in disseminated ore ranged from 40-59.9%, 51% in average, the remaining mines were medium. Bản Luộc mine was selected as a mine field for producing technology research. The results of material composition and technological feasibility of iron ore show that iron distribution characteristics are mainly concentrated at the particle level of 0.2 - 30.0 mm. In the level of 10.0 to 30.0 mm clay minerals and soils are just needed to be cleaned then ran through the conveyor belt to meet the product requirements, while reducing the noxious elements such as Si, Mn, S and P are about the permissible limit of the technology in "Direct recovering for iron ore" to produce sponge iron. The Việt Nam Minerals and Metallurgy Company (MIREX) used the above-mentioned ore to produce sponge iron. Up to now, MIREX iron and alloy steel factory in Cao Bằng has been running relatively stable with good quality products. Sponge iron has a total iron content of 89.92-94.67%, ferrous iron of 77.63-87.59%, carbon content of 0.76-1.25, sulfur and phosphorus contents are below 0.80% and 0.04%, respectively. With the above quality of spongy iron, MIREX has successfully processed over 105 grades of alloy steels for economy and national defence.

Người biên tập: TS. Vũ Lê Tú