

TUYỂN QUẶNG CRÔMIT CẤP HẠT MỊN MỎ CỔ ĐỊNH, THANH HÓA TRÊN THIẾT BỊ SIÊU TRỌNG LỰC KNELSON

TRẦN NGỌC ANH, TRẦN THỊ HIẾN, ĐÌNH SƠN DƯƠNG
Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim
Email: hientran77@gmail.com

Theo báo cáo quy hoạch thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng Cr, Mn giai đoạn đến năm 2025 có xét đến năm 2035, mỏ crômít Cổ Định, Thanh Hóa có trữ lượng cấp 121+122 là 2,65 triệu tấn quặng crôm [1]. Tuy nhiên, các dây chuyền hiện có của mỏ Cổ Định, Thanh Hóa đều đang dừng hoạt động vì nhiều lý do và một trong các nguyên nhân đó là hệ số thực thu thấp, thực thu quặng tinh Cr_2O_3 dao động 40÷45 %, trong đó thực thu cấp hạt mịn (-0,085 mm) chỉ đạt 8÷10 %. Nguyên nhân là do phân bố crôm trong các cấp hạt mịn lớn. Mặt khác, các thiết bị sử dụng trong dây chuyền là các thiết bị tuyển trọng lực truyền thống (máy lắng, vít đứng, bàn đãi, phân cấp cyclon,...) khả năng phân tuyển cấp hạt mịn hạn chế. Nhằm bảo vệ môi trường, nâng cao khả năng thu hồi quặng crôm trong các cấp hạt mịn, cần thiết phải nghiên cứu thử nghiệm tuyển cấp hạt mịn trên các thiết bị tuyển hiện đại có khả năng phân tuyển cấp hạt mịn tốt như thiết bị siêu trọng lực Knelson. Trong nghiên cứu này đã sử dụng thiết bị tuyển siêu trọng lực Knelson (MD4.5) để xử lý tuyển thu hồi quặng tinh crôm cấp hạt mịn (-0,085 mm) của mỏ crômít Cổ Định, Thanh Hóa. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu xác định lực ly tâm và áp lực nước phù hợp để tuyển thu hồi quặng tinh crômít cấp hạt mịn tại vùng quặng crômít Cổ Định, Thanh Hóa trên máy tuyển Knelson.

1. Tổng quan

Crôm là một nguyên tố hóa học trong bảng tuần hoàn có ký hiệu Cr và số hiệu nguyên tử bằng 24, là nguyên tố đầu tiên của nhóm 6, là kim loại cứng, giòn, có độ nóng chảy cao. Crômít là khoáng vật chính của crôm. Crômít chứa 46,46 % Cr; 24,95 % Fe; 28,59 % O hoặc 67,90 % Cr_2O_3 và 32,1 % FeO, có màu đen, ánh kim loại, vết vạch nâu, độ cứng 5,5, khối lượng riêng 4,5 g/cm³, giòn và có từ tính yếu [4].

Phương pháp tuyển quặng crômít thường được sử dụng là phương pháp tuyển trọng lực bao gồm các thiết bị như máy đánh toi, máy rửa cánh

vuông, máy lắng, bàn đãi, vít đứng, các máy tuyển đa và siêu trọng lực (Mozley, Knelson, Falcon),... Phương pháp tuyển từ với cường độ từ trường cao cũng được sử dụng để nâng cao hàm lượng Cr_2O_3 trong quặng tinh.

Khi tuyển quặng crômít nói chung và crômít sa khoáng nói riêng thực thu thường không cao vì độ hạt của khoáng vật chứa crôm xâm nhiễm từ thô đến mịn và siêu mịn. Trong quá trình khai thác và chế biến mối quan tâm chính của các đơn vị sản xuất là thu hồi được tối đa khoáng vật chứa crôm. Trên thế giới các báo cáo cho thấy rằng lượng quặng crômít mất vào cấp hạt mịn chiếm khoảng 25 %. Với phương pháp tuyển trọng lực khi sử dụng các thiết bị tuyển truyền thống như máy lắng, vít đứng, bàn đãi chỉ xử lý được các cấp hạt thô +0,085 mm. Đối với cấp hạt mịn -0,085 mm khi sử dụng các thiết bị tuyển trọng lực kiểu truyền thống như ở trên thì thực thu thấp do cấp hạt mịn mất vào thải lớn. Các nghiên cứu cũng đã chuyển hướng sử dụng các thiết bị hiện đại như Knelson, Mozley [3].

2. Thiết bị thí nghiệm

Thiết bị tuyển siêu trọng lực Knelson phù hợp để xử lý quặng cấp hạt mịn. Thiết bị này có rất nhiều loại, từ loại có năng suất nhỏ, hoạt động gián đoạn ở trong phòng thí nghiệm đến các thiết bị có năng suất lớn hoạt động liên tục tại các nhà máy. Trong những năm gần đây, việc sử dụng lực ly tâm trong việc thu hồi khoáng vật nặng hoặc khoáng vật xâm nhiễm rất mịn mang lại rất nhiều hiệu quả. Vì vậy để tăng hiệu quả thu hồi quặng crômít cấp hạt mịn thiết bị tuyển siêu trọng lực Knelson đã được áp dụng để xử lý quặng crômít cấp hạt mịn mỏ Cổ Định tỉnh Thanh Hóa. Thiết bị tuyển siêu trọng lực Knelson được đặt tại phòng Công nghệ Tuyển khoáng, Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim. Thiết bị Knelson được sử dụng trong các thí nghiệm này là loại máy phòng thí nghiệm

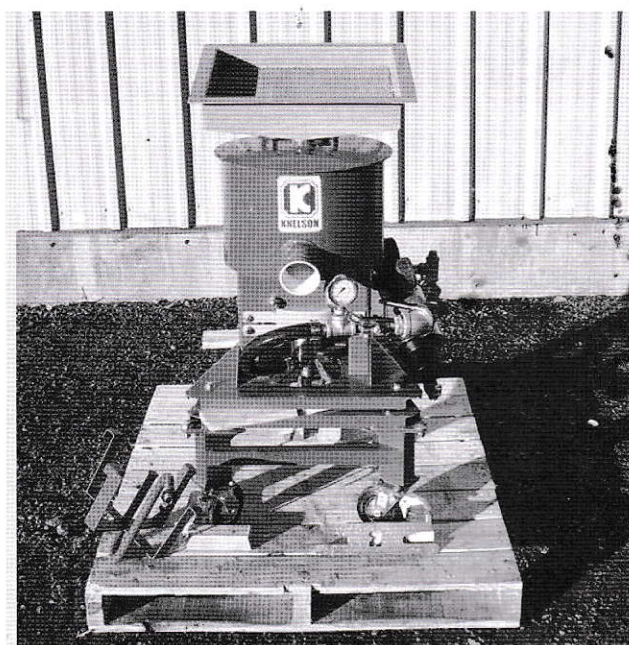
(hình H.1) với đường kính hình nón tuyển 4,5 inch (11,43 cm). Lực ly tâm có thể được điều chỉnh trong khoảng 0÷150 G, (G: Gravity, tương tự N: Newton) tương đương tốc độ vòng quay nón tuyển là 0÷1200 v/ph.

3. Mẫu và kết quả nghiên cứu

3.1. Mẫu nghiên cứu

Mỏ Crômít Cổ Định, Thanh Hóa nằm trong dải 2 thung lũng Mỹ Cãi, Hòa Yên, sườn Đông Bắc dãy núi Nưa thuộc 2 huyện Nông Cống và Triệu Sơn, tỉnh Thanh Hóa. Mẫu nghiên cứu là quặng crômít nguyên khai được đánh to và phân cấp theo dây chuyền thực tế trước đây. Cấp hạt mịn $d = -0,085$ mm được tiến hành phân tích hóa xác định hàm lượng Cr_2O_3 và các tạp chất, phân tích rơnghen để xác định thành phần khoáng có trong mẫu và phân tích thành phần độ hạt để xác định phân bố của Cr_2O_3 trong các cấp hạt và đây chính là mẫu nghiên cứu để thử nghiệm trên thiết bị tuyển Knelson. Kết quả phân tích hóa được thể hiện tại Bảng 2, kết quả phân tích rơnghen được thể hiện tại Bảng 3, kết quả phân tích thành phần độ hạt

được thể hiện tại Bảng 4 và hình H.2.



H.1. Thiết bị tuyển siêu trọng lực Knelson

Bảng 1. Thông số kỹ thuật thiết bị Knelson

Kích thước nón tuyển	Công suất động cơ	Tần số quay	Năng suất	Kích thước hạt lớn nhất đưa tuyển
4,5 inch	$\frac{3}{4}$ HP (0,55 KW)	1200 v/ph	0÷275 kg/h	1,7 mm (10 mesh)

Bảng 2. Thành phần hóa học mẫu quặng crômít mỏ Cổ Định, Thanh Hóa

Đơn vị phân tích	Kết quả phân tích, %					
	Cr_2O_3	Al_2O_3	TFe	CaO	SiO_2	MgO
Trung tâm phân tích-Vimluki	1,35	8,32	12,28	0,30	38,85	8,85
Trung tâm phân tích thí nghiệm địa chất	1,48	8,09	13,18	0,37	40,68	10,26

Từ kết quả phân tích cho thấy, hàm lượng Cr_2O_3 dao động từ 1,35÷1,48 %. Ngoài ra, hàm lượng các tạp chất như sau: $\text{Al}_2\text{O}_3=8,09\div8,32$ %; hàm lượng TFe=12,28÷13,18 %; hàm lượng $\text{SiO}_2=38,85\div40,68$ %, hàm lượng CaO=0,30÷0,37 %; hàm lượng MgO=8,85÷10,26 %.

Kết quả nghiên cứu thành phần vật chất cũng cho thấy: cấp hạt +0,045 mm có thu hoạch 9,67 % với hàm lượng $\text{Cr}_2\text{O}_3=7,21$ %, mức phân bố Cr_2O_3 trong cấp hạt này là 43,78 %. Cấp hạt -0,045 + 0,01 mm có thu hoạch 19,09 % với hàm lượng Cr_2O_3 2,76 %, mức phân bố Cr_2O_3 trong cấp hạt này là 33,07 %.

Mẫu nghiên cứu có thu hoạch cấp hạt -0,01 mm chiếm gần 71,23 %, với hàm lượng Cr_2O_3 tương ứng là 0,52 % và mức phân bố kim loại chiếm 23,14 %. Trong đó cấp hạt -0,005 mm mức thu hoạch chiếm 55,79 % với hàm lượng Cr_2O_3 tương

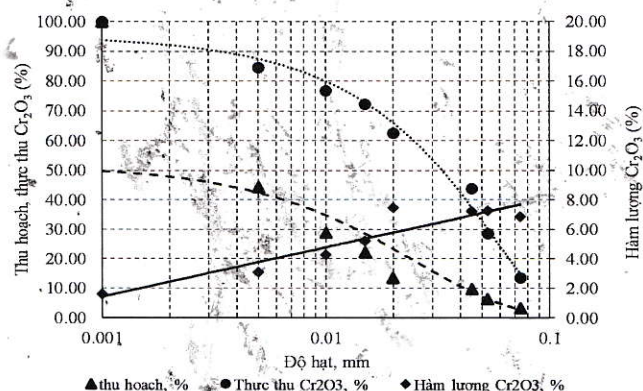
ứng là 0,44 % và mức phân bố kim loại chiếm 15,35 %. Với các độ hạt này rất khó để thu hồi được do độ hạt mịn, độ nhớt cao.

Bảng 3. Kết quả phân tích rơnghen quặng crômít mỏ Cổ Định

Thành phần khoáng vật	Khoảng hàm lượng (~ %)
Montmorillonit (Saponit)	19÷21
Illit - $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	3÷5
Talc - $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	2÷4
Amphibol	5÷7
Antigorit - $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	32÷34
Clorit - $\text{Mg}_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_8$	8÷10
Thạch anh - SiO_2	10÷12
Gorit - $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	6÷8
Lepidocrocit - $\text{FeO} \cdot \text{OH}$	1÷3

Bảng 4. Kết quả phân tích thành phần độ hạt quặng crômít mỏ Cổ Định, Thanh Hóa

Cấp hạt, mm	Thu hoạch, %		Hàm lượng Cr_2O_3 , %		Thực thu Cr_2O_3 , %	
	Bộ phận	Lũy tích	Bộ phận	Lũy tích	Bộ phận	Lũy tích
-0,085+0,074	3,15	3,15	6,84	6,84	13,54	13,54
-0,074+0,053	3,13	6,28	7,64	7,24	15,00	28,54
-0,053+0,045	3,39	9,67	7,16	7,21	15,24	43,78
-0,045+0,02	3,70	13,37	8,10	7,46	18,81	62,59
-0,02+0,015	8,73	22,10	1,77	5,21	9,68	72,27
-0,015+0,01	6,66	28,76	1,10	4,26	4,58	76,86
-0,01+0,005	15,44	44,21	0,80	3,05	7,79	84,65
-0,005	55,79	100,00	0,44	1,59	15,35	100,00
Cộng	100,00		1,59		100,00	



H.2. Đường đặc tính độ hạt quặng crômít mỏ Cổ Định

Từ kết quả phân tích thành phần độ hạt và các

Bảng 5. Kết quả phân cấp xyclon thu cấp -0,085+0,045 mm

Thông số kỹ thuật	Tên sản phẩm	Thu hoạch, %	Hàm lượng Cr_2O_3 , %	Thực thu Cr_2O_3 , %
Xyclon $\phi 50$ mm, áp lực 0,5 at, nồng độ rắn 5 % rắn	Sản phẩm cát (-0,085+0,045 mm)	10,66	6,71	46,13
	Sản phẩm bùn tràn (-0,045 mm)	89,34	0,93	53,87
	Quặng cấp (-0,085 mm)	100,00	1,55	100,00

Kết quả phân cấp xyclon thu được cấp -0,085 +0,045 mm có thu hoạch 10,66 %, hàm lượng $\text{Cr}_2\text{O}_3=6,71$ % và phân bố Cr_2O_3 là 46,13 %. Cấp -0,045 mm sẽ được tiến hành phân cấp tiếp. Cấp -0,085 +0,045 mm được thí nghiệm trên thiết bị Knelson. Kết quả thí nghiệm trên thiết bị Knelson đối với cấp -0,085+0,045 mm được trình bày tiếp theo.

3.2. Kết quả nghiên cứu

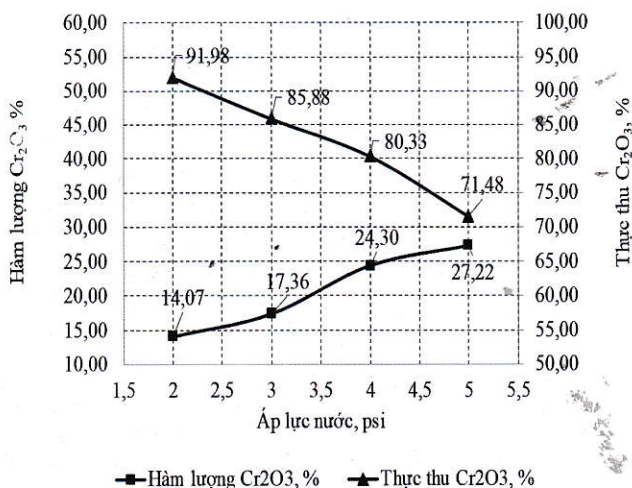
Có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến kết quả khi tuyển trên thiết bị Knelson bao gồm: Lực ly tâm, áp lực nước, nồng độ rắn đem tuyển, năng suất cấp liệu. Tuy nhiên hai yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả thu hồi là lực ly tâm và áp lực nước. Vì vậy nhóm nghiên cứu tham khảo các nghiên cứu trên thế giới cố định các yếu tố nồng độ rắn, năng

lượng cấp liệu, chỉ thay đổi lực ly tâm và áp lực nước. Chế độ tuyển quặng crômít trên thiết bị tuyển siêu trọng lực Knelson như sau [2]:

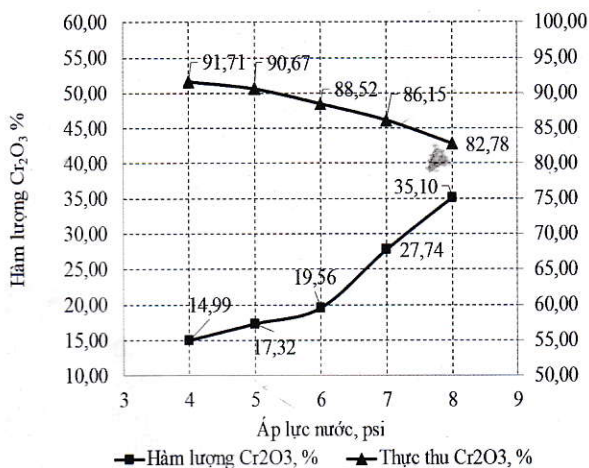
- Nồng độ rắn đem tuyển: 30 % rắn;
- Năng suất cấp liệu: 0,024 t/giờ;
- Trọng lượng mẫu thí nghiệm: 1 kg;
- Kích thước hạt cố định: -0,085+0,045 mm;
- Nón tuyển có đường kính D: 11,43 cm.

Qua các nghiên cứu trên thế giới và thực tế thí nghiệm khi tuyển trên thiết bị Knelson cho thấy đối với máy tuyển Knelson lực ly tâm và áp lực nước thường tỷ lệ thuận với nhau. Khi lực ly tâm mà thấp thì áp lực nước không được quá cao vì khi áp lực nước quá cao sẽ thắng lực ly tâm làm cho các sản phẩm nặng bị văng ra ngoài. Tuy nhiên khi lực ly

tâm lớn thì các hạt khoáng vật có tỷ trọng nhẹ cũng được giữ lại tại nón tuyển và áp lực nước cũng phải cao để đẩy được các hạt khoáng vật có tỷ trọng nhẹ ra ngoài. Vì vậy, trong nghiên cứu này nhóm nghiên cứu thí nghiệm với các lực ly tâm 60 G; 90 G; 120 G; 150 G và áp lực nước được thay đổi với các lực ly tâm như sau. Với lực ly tâm 60 G áp lực nước được thay đổi: 2 psi; 3 psi; 4 psi; 5 psi. Lực ly tâm 90 G áp lực nước được thay đổi: 4 psi; 6 psi; 8 psi. Lực ly tâm 120 G áp lực nước được thay đổi: 4 psi; 6 psi; 8 psi; 10 psi. Lực ly tâm 150 G áp lực nước được thay đổi: 8 psi; 10 psi; 12 psi. Kết quả thí nghiệm được thể hiện chi tiết tại các hình H.3, H.4, H.5, H.6. Với lực ly tâm 60 G áp lực nước tăng dần thì hàm lượng Cr_2O_3 tăng dần từ 14,07 % lên 27,22 %, tuy nhiên thực thu giảm dần 91,98 xuống 71,48 %. Hàm lượng Cr_2O_3 cao nhất đạt 27,22 % với thực thu 71,48 %.

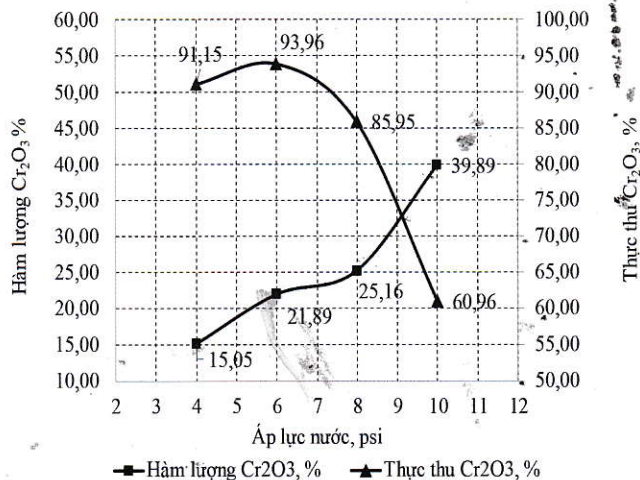


H.3. Đồ thị biểu diễn kết quả tuyển quặng crômít với lực ly tâm 60 G



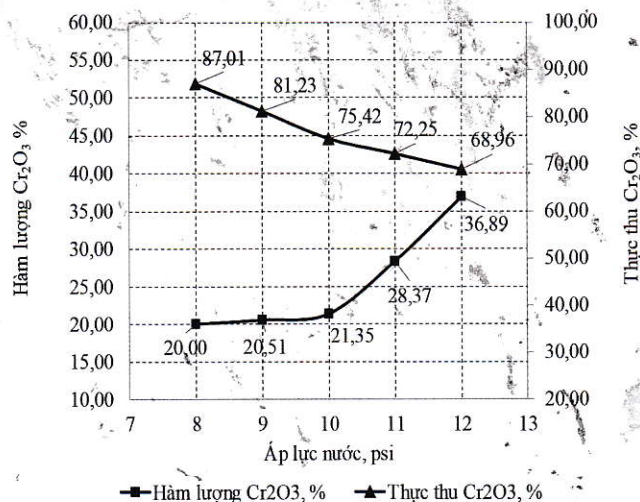
H.4. Đồ thị biểu diễn kết quả tuyển quặng crômít với lực ly tâm 90 G

Với lực ly tâm 90 G áp lực nước tăng dần thì hàm lượng Cr_2O_3 tăng dần từ 14,99 % lên 35,10 %, tuy nhiên thực thu giảm dần 91,71 % xuống 82,78 %. Ở lực ly tâm này, quặng tinh crômít thu được có hàm lượng Cr_2O_3 =35,10 % và thực thu đạt 82,78 %.



H.5. Đồ thị biểu diễn kết quả tuyển quặng crômít với lực ly tâm 120 G

Với lực ly tâm 120 G, áp lực nước tăng dần thì hàm lượng Cr_2O_3 tăng dần từ 15,05 % lên 39,89 %, thực thu tăng từ 91,71 % lên 93,96 % ở áp lực nước 6 psi và giảm xuống còn 60,96 % ở áp lực nước 10 psi. Ở lực ly tâm 120 G, quặng tinh crômít có hàm lượng xấp xỉ 40 % tuy nhiên thực thu thấp có 60,96 %.



H.6. Đồ thị biểu diễn kết quả tuyển quặng crômít với lực ly tâm 150 G

Với lực ly tâm 150 G áp lực nước tăng dần thì hàm lượng Cr_2O_3 tăng dần từ 20,00 % lên 36,89 %, thực thu tăng từ 87,01 % xuống 68,96 %.

Qua kết quả nghiên cứu tuyển quặng crômít cấp hạt $-0,085 + 0,045$ mm trên thiết bị Knelson ở các lực ly tâm 60 G; 90 G; 120 G; 150 G và với áp lực nước khác nhau cho thấy: khi lực ly tâm và áp lực nước tăng thì quặng tinh crômít có hàm lượng càng cao, chứng tỏ đối với quặng càng mịn yêu cầu lực ly tâm càng lớn. Ở lực ly tâm 120 G áp lực nước 6 psi cho thực thu cao nhất là 93,96 % với hàm lượng $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 21,89$ %. Ở lực ly tâm 120 G áp lực nước 10 psi cho hàm lượng Cr_2O_3 cao nhất đạt 39,89 % tuy nhiên thực thu chỉ đạt 60,96 %.

4. Kết luận

Với quặng crômít cấp hạt $-0,085 + 0,045$ mm mỏ Cổ Định, Thanh Hóa khi tuyển trên thiết bị Knelson với nón tuyển có kích thước 4,5 inch (11,43 cm), hằng suất cấp liệu từ 0÷275 kg/h, lực ly tâm thay đổi từ 60÷150 G. Kết quả tuyển tốt nhất với thực thu là 93,96 % và hàm lượng $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 21,89$ % ở lực ly tâm 120 G và áp lực nước 6 psi. Quặng tinh crômít khi tuyển trên thiết bị Knelson cần được tuyển tinh để đáp ứng yêu cầu chất lượng cấp cho ngành luyện kim. □

Lời cảm ơn: Kết quả được nêu tại đây được lấy một phần nghiên cứu trong đề tài cấp Bộ (Bộ Công Thương) “Nghiên cứu công nghệ tuyển nâng cao thực thu Cr_2O_3 cấp hạt mịn mỏ Cổ Định, Thanh Hóa có sử dụng thiết bị tuyển ly tâm Knelson” được thực hiện tại Phòng Công nghệ Tuyển khoáng, Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim. Xin chân thành cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Công Thương (2017), Quy hoạch thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng mangan, crôm giai đoạn đến năm 2025, có xét đến năm 2035, Hà Nội.
2. Zehra Ebru Sayon, Bilgin Bozkurt and Serkan Bicer (2017), The effect of Knelson gravity concentration on chromium recovery from plant waste, Afyon Kocatepe University, Turkey.
3. Sunil Kumar Tripathy (2012), Efficacy of multi gravity separator for concentrating ferruginous chromite fines, India.
4. <https://vi.wikipedia.org/wiki/Crom>.

Ngày nhận bài: 11/04/2019

Ngày gửi phản biện: 16/05/2019

Ngày nhận phản biện: 12/06/2019

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/08/2019

Từ khóa: máy tuyển Knelson, tuyển trọng lực, crômít, cấp hạt mịn, lực ly tâm

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

SUMMARY

The paper presents the processing result of particle size $-0,085 + 0,045$ mm chromite ore from Cổ Định mine, Thanh Hóa province. During the processing on multigravity Knelson concentrator with cone size 4,5 inches, force 120 G, water pressure 6 psi get the best processing result with $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 21,89$ % content and 93,96 % recovery.

NGHIÊN CỨU TUYỂN NỎ...

(Tiếp theo trang 48)

SUMMARY

The paper uses two calculation methods: analytical method and numerical modeling method (MODFLOW) to calculate lowering water level in mining works. Calculation results according to two different methods give quite similar results. analytical method shows that after 27 years of exploitation, the water level in the DM1 wells is 9.84m; DM2 is 11.03 m; DM3 is 10.60 m. For model method: dynamic water level in wells: DM1 is 10.76 m; DM2 is 11.11 m; DM3 is 11.82 m. These values are much smaller than the permitted water level ($S_{cp} = 30$ m). Since then, it has been concluded that the exploitation of 10,000 m³/day in Đông Mỹ wells is to ensure requirements and safety.



1. Người khôn biết biến cơ hội thành của cải. *Thomas Fuller*.
2. Đầu tư vào tri thức đem lợi nhuận cao nhất. *Benjamin Franklin*.

VTH sưu tầm