

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA HÀM LƯỢNG SÉT TỚI MỨC ĐỘ THẨM NƯỚC TRONG MOONG KHAI THÁC TITAN SA KHOÁNG VEN BIỂN VIỆT NAM

Lê Quý Thảo^{1,*}, Bùi Xuân Nam¹, Lê Thị Thu Hoa¹, Phạm Văn Việt¹, Nguyễn Hoàng¹,

¹Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Công nghệ khai thác titan sa khoáng bằng sức nước luôn phải sử dụng một lượng nước nhất định để tiến hành khai thác, tuyển thô và thải cát. Lượng nước yêu cầu trong moong khai thác để duy trì các hoạt động trên phụ thuộc vào mức độ thấm của nước trong cát quặng, đặc biệt khi thành phần khoáng vật trong quặng chứa hàm lượng sét khác nhau. Kết hợp giữa nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm, các tác giả đã xây dựng mô hình thí nghiệm để xác định mức độ thấm của nước trong moong khai thác khi hàm lượng sét trong cát quặng titan sa khoáng thay đổi (10% và 15%) và độ ẩm của quặng trong 3 trường hợp 0%, 15% và 30%. Dựa trên kết quả này, các hệ số thu hồi nước trong cát quặng tương ứng với các trường hợp trên thí nghiệm được kiến nghị cho các mỏ titan sa khoáng ven biển của Việt Nam trong quá trình tính lượng nước yêu cầu cho quá trình khai thác, tuyển thô và thải cát.

Từ khóa: Titan sa khoáng ven biển Việt Nam, khai thác sức nước, hệ số thu hồi nước, mức độ thấm nước.

1. Công nghệ khai thác titan sa khoáng tại Việt Nam

Hiện nay, công nghệ khai thác phổ biến đang được áp dụng cho các mỏ titan sa khoáng ven biển Việt Nam là công nghệ khai thác bao gồm 3 khâu chính: khai thác, tuyển thô bằng vít xoắn và thải cát [2,6].

1.1. Khâu khai thác

Do đặc điểm thành tạo của titan sa khoáng ven biển Việt Nam, các khoáng vật nặng (KVN) chỉ chiếm phần rất nhỏ (khoảng 1%) [3]. Vì vậy, khối lượng cát thải gần như là toàn bộ khối lượng quặng khai thác. Do đó công nghệ khai thác đang được áp dụng tại các mỏ sa khoáng Việt Nam chủ yếu bằng sức nước với các bước cơ bản sau:

- + Chuẩn bị diện khai thác đầu tiên nhỏ nhất đảm bảo cung cấp nước đầy đủ nước trong cả mùa khô và mùa mưa. Moong nước dự trữ thường được đào và đắp trước khi tiến hành mở moong khai thác.
- + Đào các moong khai thác chứa nước đảm bảo cho thiết bị khai thác hoạt động.
- + Thiết bị khai thác gồm: Bè hút cát, trạm tuyển thô (được đặt trên bờ hoặc dưới moong khai thác trên bè), súng bắn nước hỗ trợ cho việc khai thác, máy xúc hoặc máy ủi san gạt hỗ trợ cho việc đưa quặng vào moong khai thác và dọn bề mặt.

Nhiệm vụ khai thác chủ yếu ở đây là hệ thống máy bơm trên bè sẽ hút hỗn hợp cát quặng dưới moong lên để bơm vào trạm tuyển sơ bộ (đặt trên bè hoặc trên bờ). Trong quá trình khai thác, để tăng hiệu quả hút bùn cát tại đầu hút đối với các trường hợp cát quặng rắn, khó toi, súng bắn nước sẽ được dùng để bắn trực tiếp lên gương quặng tại chân tầng hoặc khu vực dưới nước gần đó nhằm làm toi cát quặng. Đôi khi súng bắn nước cũng được bắn lên các phần trên của gương đối với những khu vực cát bị đóng cứng dưới dạng cát kết nhằm làm nhiệm vụ thấm rã cát quặng trên tầng.

1.2. Khâu tuyển thô bằng vít xoắn

Khâu tuyển quặng hiện tại đang được sử dụng là hệ thống vít xoắn tuyển trọng lực. Khâu tuyển cơ bản gồm 3 công đoạn tuyển chính: tuyển thô, tuyển trung gian và tuyển tinh (Hình 3). Sau khi tuyển, KVN được thu hồi và đưa về khu chứa. Cát thải được thải trực tiếp ra phía sau khu vực moong đã khai thác hay khu vực không chứa quặng. Tùy thuộc vào đặc tính mỗi khu vực quặng mà trạm tuyển quặng có thể đặt

* Tác giả liên hệ

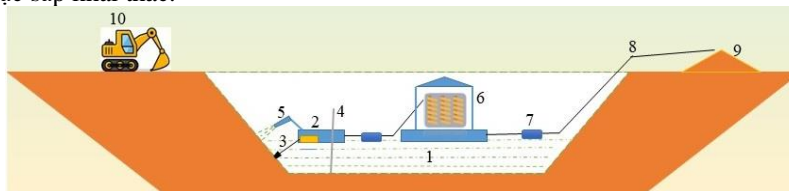
Email: lequithao@humg.edu.vn

trên bờ hoặc dưới moong khai thác. Hiện tại các trạm vít xoắn thường được đặt trên bờ để thuận lợi cho việc khai thác cũng như thải cát. Số lượng vít xoắn, hình thức vít xoắn có thể thay đổi nhiều hoặc ít phụ thuộc vào thành phần cát quặng và quy mô khai thác của mỏ.

1.3. Khâu thải cát

Việc thải cát theo hình thức đổ thải vào khu vực đã khai thác được áp dụng hầu hết cho các mỏ khai thác titan sa khoáng tại ven biển Việt Nam. Khối lượng cát thải gần bằng hoàn toàn khối lượng khai thác; khai thác đến đâu, hoàn nguyên bề mặt khu vực đã khai thác tới đó.

Công tác thải phải đảm bảo lượng cát thải không chảy vào gương khai thác, không đổ thải trôi lên khu vực chưa hoặc sắp khai thác.

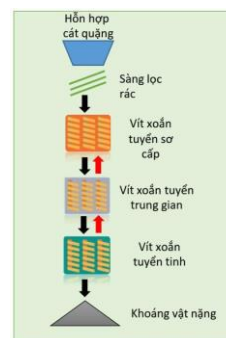


Hình 1. Sơ đồ minh họa công nghệ khai thác titan, tuyển sơ bộ và thải cát

1- Moong khai thác; 2- Bè bơm hút bùn cát; 3- Ống hút; 4- Neo định vị; 5- Súng bắn nước; 6- vít xoắn; 7- Phao nổi; 8- Ống thải bùn quặng; 9- Bãi thải cát; 10- Thiết bị cơ giới san gạt quặng xuống moong khai thác (máy xúc, máy ủi).



Hình 2. Hệ thống bè vít xoắn tuyển thô tại mỏ titan Cương Gián, Hà Tĩnh



Hình 3. Sơ đồ công nghệ tuyển thô quặng titan sa khoáng

2. Đặt vấn đề nghiên cứu

Trên cơ sở nghiên cứu đặc điểm địa chất, nghiên cứu các công trình khoa học [4] cũng như đặc điểm khai thác titan sa khoáng ven biển hiện nay, việc tính toán ảnh hưởng của sét và độ ẩm của cát quặng chưa được xét tới trong quá trình khai thác, do đó mức độ tiêu hao nước trong khai thác gặp khó khăn trong việc xác định chính xác lượng nước cung cấp cho mỏ. Những khu vực có thuận lợi về nguồn nước sai số tính toán cấp nước ảnh hưởng không nhiều, tuy nhiên những khu vực khó khăn về nguồn nước để khai thác như tỉnh Ninh Thuận, Bình Thuận [4] việc xác định không chính xác sẽ làm ảnh hưởng tới toàn bộ quy trình công nghệ, sản lượng và lợi nhuận kinh tế khi tiến hành công tác khai thác.

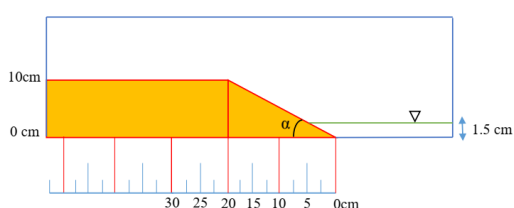
Khi nghiên cứu các tài liệu địa chất khu vực có tiềm năng khai thác titan công nghiệp với quy mô lớn theo quy hoạch của Chính phủ [5], titan sa khoáng trong tầng cát đỏ, hàm lượng sét trong cát quặng có mức giao động khoảng từ 1% tới trên dưới 20%, cũng có 1 số khu vực hàm lượng cao hơn nhưng không tập trung. Điều kiện địa chất thủy văn rất khó khăn và đa phần các khu vực khai thác nằm trong khu vực nghèo nước [4]. Hiện tại, chưa có nghiên cứu ảnh hưởng của 2 đặc điểm này tới sự thấm nước ở trong moong khai thác.

Quy trình của nước ở trong moong khai thác được mô tả như sau: Khi nước được bơm vào moong khai thác, nước sẽ dần bị thấm vào phần cát quặng, tùy mức độ sét, độ ẩm của cát quặng mà mức độ thấm nước vào gương nhanh hay chậm, đến 1 lúc nào đó, lượng nước gần như không đổi trên mặt moong khai thác, khi đó nước thấm rất chậm vào gương và nước dần dần không thấm vào gương, tuy nhiên trong quá

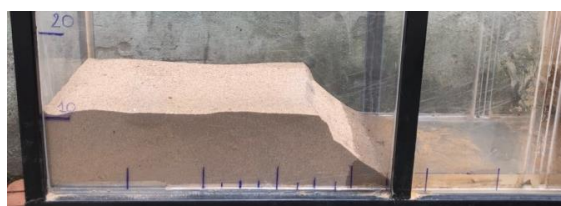
trình khai thác là liên tục sẽ làm cho gương chuyển từ trạng thái ướt bão hòa nước sáng phần cát quặng khô, quá trình thấm nước lại tiếp tục. Để hoạt động được liên tục, nước bổ sung vào moong khai thác được bù vào lượng nước đã tổn thất. Phần đồ thái bãi thải trong của moong khai thác có quá trình thấm rất nhỏ do luôn chứa cát thải bão hòa nước phía dưới moong.

Khi đi nghiên cứu thực địa, thực tế khai thác titan sa khoáng ven biển, tác giả nhận thấy rằng: Những nơi có hàm lượng sét cao trên 10% thì khả năng thấm nước vào cát quặng trở lên rất thấp; những khu vực có độ ẩm khác nhau trong cát quặng cũng làm cho mức độ thấm nước vào cát quặng giảm đi đáng kể. Mức độ này được phản ánh qua chiều dài thấm nước, tốc độ thấm nước vào gương; lượng nước thấm thấu giữ trong gương khai thác.

Để xác định được chiều dài thấm và lượng nước thấm vào gương khai thác, tác giả xây dựng thí nghiệm với mô hình thí nghiệm được thể hiện trong hình 4 và hình 5. Đây là thí nghiệm phản ánh sự ảnh hưởng của thành phần sét trong titan sa khoáng ven biển. Để đảm bảo tính thống nhất và các thí nghiệm cùng hệ quy chiếu khi xác định kết quả, các thao tác trong thí nghiệm được thực hiện tương tự và giống nhau.



Hình 4. Mô hình thí nghiệm xác định tốc độ thấm nước của quặng



Hình 5. Thực nghiệm xác định tốc độ thấm thấu nước của quặng

+ Kích thước của mô hình thân quặng bao gồm: chiều dài trung bình của tầng quặng là 40 cm và chiều cao tầng quặng là 10 cm (mô hình tương đương: 1cm trong mô hình tương đương 1 m ngoài thực địa). Tiến hành cho nước vào đáy mô (với chiều cao lớp nước 1,5 cm), quan sát nước thấm thấu tới các mốc đo khoảng cách theo phương nằm ngang (tính bằng cm) và bấm thời gian (tính bằng giây), thống kê các giá trị ghi nhận được, xác định được chiều dài thấm nước, mức độ giữ nước trong cát quặng có hàm lượng sét 5%; 10%; 15%; 20%.

+ Chuẩn bị mẫu cát quặng theo tỉ lệ khối lượng: 1% KVN, 5%; 10%; 15%; 20% sét và khối lượng cát mẫu theo tỉ lệ thí nghiệm. Chuẩn bị lượng nước gồm 2 kg tương đương 2000 ml; Cho nước chảy vào moong khai thác, tới khi mực nước đạt chiều cao 1,5 cm; tiến hành bấm thời gian theo các mốc: 5 cm, 2,5 cm, 1,25 cm trên thang thước đo. Đo lượng nước thấm thấu vào gương tầng; đo lượng nước thu hồi được khi quá trình thấm dừng lại.

3. Ảnh hưởng của hàm lượng sét tới mức độ thấm nước trong moong khai thác titan sa khoáng

3.1 Ảnh hưởng tới chiều dài thấm và tốc độ thấm

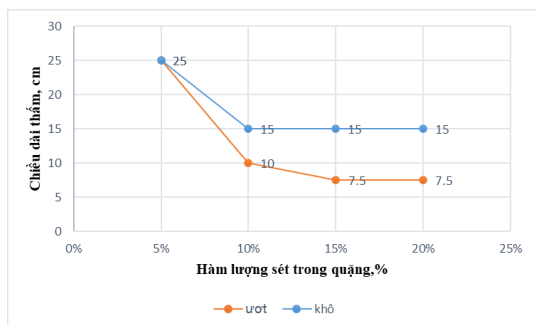
Kết quả thí nghiệm đo ảnh hưởng của hàm lượng sét trong cát quặng với chiều dài thấm được tổng hợp trong bảng số 1 và bảng số 2.

Bảng 1. Tổng hợp ảnh hưởng của hàm lượng sét trong cát quặng với chiều dài thấm ở trạng thái khô

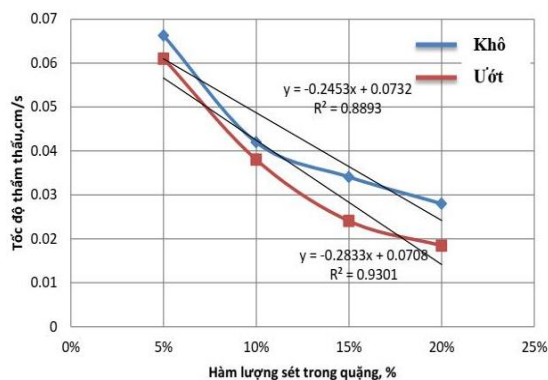
Hàm lượng sét,%	5%	10%	15%	20%
Chiều dài thấm,cm	25	10	7.5	7.5
Thời gian thấm,s	409.81	263.04	311.69	406.79
Vận tốc trung bình thấm, V_{tb} , cm/s	0.061	0.0380	0.0240	0.0184

Bảng 2. Tổng hợp ảnh hưởng của hàm lượng sét trong quặng với chiều dài thấm ở trạng thái ẩm 15%

Hàm lượng sét,%	5%	10%	15%	20%
Chiều dài thấm,cm	25	15	15	15
Thời gian thấm,s	377.33	357.49	440.21	535.71
Vận tốc trung bình thấm, V_{tb} , cm/s	0.0662	0.0419	0.0340	0.028



Hình 6. Ảnh hưởng của hàm lượng sét trong cát quặng với chiều dài thấm thấu



Hình 7. Ảnh hưởng của hàm lượng sét trong cát quặng với tốc độ thấm thấu nước

Từ bảng kết quả tổng hợp, đồ thị phân tích có thể đưa ra 1 số nhận xét sau:

Trong điều kiện khô: Khi hàm lượng sét chiếm từ 5-10%: quá trình thấm và chiều dài thấm có thể đạt tới 25cm và tốc độ thấm sẽ tiến đến 0 khi chiều dài lớn hơn 25cm. Khi sét trên 10%, 15% và 20% chiều dài thấm thấu chỉ đạt được 15cm. Hàm lượng sét ảnh hưởng trực tiếp tới quá trình thấm và ngăn nước.

Trong điều kiện ẩm (độ ẩm 15%): chiều dài thấm giảm từ 25cm trong điều kiện sét 5% tuy nhiên khi sét 10% chiều dài thấm giảm xuống 10cm, khi hàm lượng sét 20% thì chiều dài thấm chỉ đạt được 7,5cm.

3.2 Ảnh hưởng tới mức độ thu hồi nước

Để làm rõ hơn về lượng nước sẽ bị giữ lại trong gương khai thác là bao nhiêu, tác giả đã tiến hành đo lượng nước đổ vào và lượng nước thu hồi được sau khi trạng thái ổn định nước thấm rất nhỏ vào gương khai thác được kết quả sau

Tác giả đã tiến hành thí nghiệm để xác định tỷ lệ thu hồi nước của quặng titan với hàm lượng sét 5%, 10%, 15% và 20% ở trạng thái khô (độ ẩm 0%) và trạng thái ẩm (độ ẩm 15% và 30%).

Bảng 3. Tỷ lệ thu hồi nước của quặng có hàm lượng sét 5% với sự thay đổi độ ẩm của quặng (0%, 15%, 30%)

TT	Tên mục	Đơn vị	Độ ẩm 0%	Độ ẩm 15%	Độ ẩm 30%
1	Nước chuẩn bị	lít	2	2	2
2	Sử dụng vào moong	lít	1,3	1,3	1.35
3	Nước thu hồi	lít	0,2	0,25	0,55
4	Nước thấm vào gương	lít	1,1	1,05	0,85
5	Tỷ lệ thu hồi	%	15	19	37

Bảng 4. Tỷ lệ thu hồi nước của quặng có hàm lượng sét 10% với sự thay đổi độ ẩm của quặng (0%, 15%, 30%)

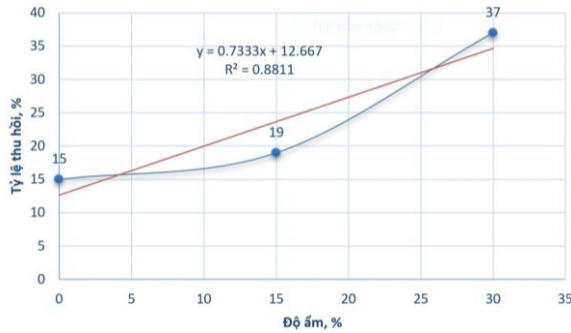
TT	Tên mục	Đơn vị	Độ ẩm 0%	Độ ẩm 15%	Độ ẩm 30%
1	Nước chuẩn bị	lít	2	2	2
2	Sử dụng vào moong	lít	1.3	1.35	1.3
3	Nước thu hồi	lít	0.403	0.45	0.7
4	Nước thấm vào gương	lít	0.897	0.9	0.6
5	Tỷ lệ thu hồi	%	31	33	54

Bảng 5. Tỷ lệ thu hồi nước của quặng có hàm lượng sét 15% với sự thay đổi độ ẩm của quặng (0%, 15%, 30%)

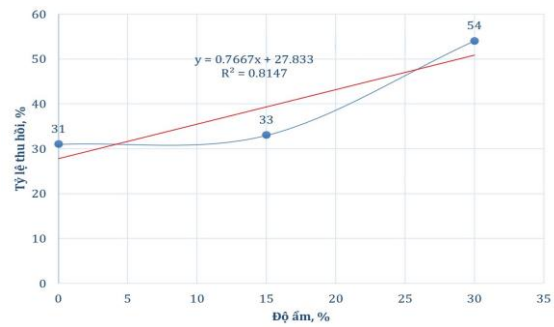
TT	Tên mục	Đơn vị	Độ ẩm 0%	Độ ẩm 15%	Độ ẩm 30%
1	Nước chuẩn bị	lít	2	2	2
2	Sử dụng vào moong	lít	1.3	1.5	1.4
3	Nước thu hồi	lít	0.7	0.8	0.93
4	Nước thấm vào gương	lít	0.6	0.7	0.47
5	Tỷ lệ thu hồi	%	54	57	66

Bảng 6. Tỷ lệ thu hồi nước của quặng có hàm lượng sét 20% với sự thay đổi độ ẩm của quặng (0%, 15%, 30%)

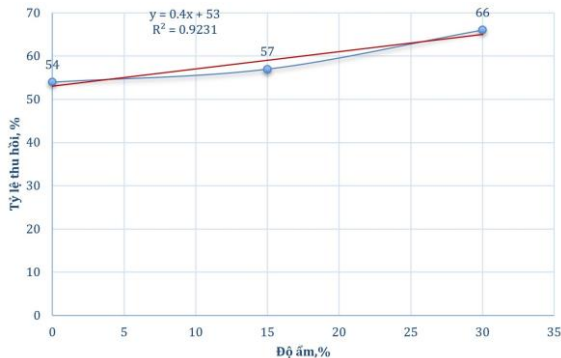
TT	Tên mục	Đơn vị	Độ ẩm 0%	Độ ẩm 15%	Độ ẩm 30%
1	Nước chuẩn bị	lít	2	2	2
2	Sử dụng vào moong	lít	1,3	1,35	1,35
3	Nước thu hồi	lít	0,9	1	1,1
4	Nước thấm vào gương	lít	0,4	0,35	0,25
5	Tỷ lệ thu hồi	%	69	74	81



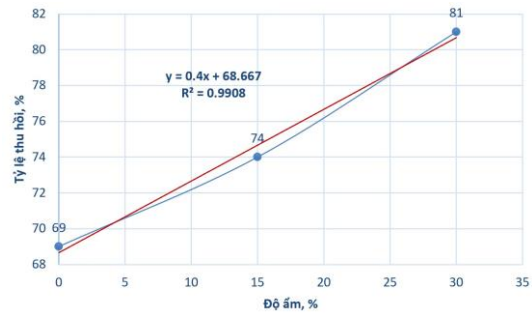
Hình 8. Mối quan hệ giữa tỷ lệ thu hồi nước của quặng có hàm lượng sét 5% với sự thay đổi độ ẩm của quặng (0%, 15%, 30%)



Hình 9. Mối quan hệ giữa tỷ lệ thu hồi nước của quặng có hàm lượng sét 10% với sự thay đổi độ ẩm của quặng (0%, 15%, 30%)



Hình 10. Mối quan hệ giữa tỷ lệ thu hồi nước của quặng có hàm lượng sét 15% với sự thay đổi độ ẩm của quặng (0%, 15%, 30%)



Hình 11. Mối quan hệ giữa tỷ lệ thu hồi nước của quặng có hàm lượng sét 20% với sự thay đổi độ ẩm của quặng (0%, 15%, 30%)

Từ các bảng trên, nhận thấy: tỷ lệ thu hồi nước sẽ tăng lên khi độ ẩm trong quặng tăng từ 0% đến 30%. Hàm lượng sét trong quặng càng cao thì tỷ lệ thu hồi nước trong quặng càng tăng, do nước đã bão hòa trong sét. Cụ thể đối với trường hợp hàm lượng sét từ 5-10% và độ ẩm thay đổi từ 0% đến 30% thì tỷ lệ thu hồi nước trong moong khai thác thấp nhất là 15% và cao nhất là 54%; Đối với trường hợp hàm lượng sét từ 15-20% và độ ẩm thay đổi từ 0% đến 30% thì tỷ lệ thu hồi nước trong moong khai thác thấp nhất là 54% và cao nhất là 81%. Các giá trị thu được rất quan trọng trong việc tính toán cấp nước cho mỏ khai thác titan sa khoáng. Điều kiện khô ứng với khu vực vùng quặng khô hoặc trong điều kiện thời tiết mùa khô. Điều kiện ẩm ướt ứng với khu vực quặng có độ ẩm cao và trong thời tiết mùa mưa.

4. Kết luận:

Bài báo đã đề cập tới sự ảnh hưởng của hàm lượng sét và độ ẩm của cát quặng khi khai thác titan sa khoáng ven biển, đây là vấn đề mới đầu tiên được đề cập trong khai thác titan sa khoáng. Việc xác định được sự ảnh hưởng của sét cũng như độ ẩm của cát quặng sẽ giúp cho việc tính toán lượng nước trong khai thác có tính phù hợp hơn cũng như có phương án về nguồn nước, đảm bảo khai thác được trong cả mùa khô khó khăn về nguồn nước cũng như xác định được sản lượng phù hợp nhất định.

Khi hàm lượng sét tăng và độ ẩm tăng sẽ làm cho quá trình thấm vào gương khai thác giảm đồng nghĩa với nó là khả năng thu hồi nước trong moong sẽ cao hơn. Các giá trị tính toán phản ánh điều kiện thực tế ngoài thực địa trong các khu vực quặng khác nhau và trong điều kiện khác nhau về địa chất cũng như trong điều kiện thời tiết khác nhau. Các giá trị là thông số quan trọng để tính toán lượng nước dùng trong khai thác của mỏ.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Thị Hồng Gấm (2016), Nghiên cứu công nghệ khai thác và tuyển hợp lý nhằm phát triển bền vững tài nguyên sa khoáng titan - zircon trong tầng cát đỏ khu vực Bình Thuận, Việt Nam.
2. Hồ Sĩ Giao và nnk (2015), *Khai thác khoáng sàng sa khoáng*, NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.
3. Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Khoa Địa Chất (2018), *Kết quả phân tích thành phần khoáng vật bằng phương pháp XRD, XRF mẫu titan Bình Thuận*, Hà Nội.
4. Tổng cục Địa chất và Khoáng Sản Việt Nam (2018), *Tổng hợp giấy phép khai thác titan*, Hà Nội.
5. Thủ tướng Chính phủ (2013), Quyết định số 1546/QĐ-TTg (2013), "Quy hoạch phân vùng thăm dò và sử dụng quặng titan giai đoạn đến năm 2020, có xét tới năm 2030", Hà Nội.
6. Đặng Trung Thuận và Bùi Xuân Nam (2008), "Nghiên cứu các thông số công nghệ và trình tự khai thác hợp lý quặng Titan - Ilmenit cồn cát ven biển huyện Phù Mỹ, tỉnh Bình Định", *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất*. Số 06, tr. 24-29.

ABSTRACT

Research on the effects of clay content on water permeability in the coastal placer titanium pit of Vietnam

Le Qui Thao¹, Bui Xuan Nam¹, Le Thi Thu Hoa¹, Pham Van Viet¹, Nguyen Hoang¹

¹ Hanoi University of Mining and Geology

Mining technology for placer titanium by hydraulic mining always has to use a certain amount of water in order to carry out mining, coarse sorting and sand disposal. A required amount of water for the mining pits to maintain the above activities depending on the permeability of water in the ore sand, especially, when the mineral composition in the ore contains different clay content. Combining theoretical and experimental studies, the authors have built experimental models to determine the water permeability in the mining pits when the clay content in the placer titanium ore sand changed (10% and 15%). % and the humidity of the ore in 3 cases are 0%, 15% and 30%. Based on the results, water recovery coefficients in ore sand corresponding to the above cases are recommended for the coastal placer titanium mines of Vietnam during the calculation for the required amount of water for the mining, coarse sorting and sand disposal.

Keywords: coastal Titanium placer of Vietnam, hydraulic mining, water recovery coefficient, water permeability.