



# NGHIÊN CỨU HOÀN THIỆN CÔNG NGHỆ, THIẾT BỊ KHAİ THÁC VÀ TUYỂN QUẶNG TITAN - ZIRCON TRONG TẦNG CÁT ĐỎ BÌNH THUẬN

Nguyễn Thị Hồng Gấm, Nghiêm Thị Vân  
Đỗ Thị Như Quỳnh, Nguyễn Thị Thu, Bùi Xuân Bình

*Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim*

*Email: gamcic@vimluki.vn*

## TÓM TẮT

*Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu hoàn thiện công nghệ, thiết bị khai thác và tuyển quặng titan-zircon trong tầng cát đỏ Bình Thuận, Việt Nam được Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim thực hiện trong giai đoạn 2018-2020.*

**Từ khóa:** quặng titan-zircon; tầng cát đỏ Bình Thuận; hoàn thiện công nghệ; vít tuyển; cấp hạt mịn.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thực hiện Đề án “Đổi mới và hiện đại hóa công nghệ trong ngành công nghiệp khai khoáng đến năm 2015, tầm nhìn đến 2025”, Bộ Công Thương đã giao cho Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim triển khai nghiên cứu Đề tài ĐT04.14: “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” thực hiện từ tháng 01/2014 đến tháng 6/2016.

Kết quả, Đề tài đã xây dựng được công nghệ và thiết bị hợp lý để khai thác và tuyển quặng titan trong tầng cát đỏ khu vực Bình Thuận. Tuy nhiên, do phạm vi áp dụng thực nghiệm trong khuôn khổ Đề tài còn hạn chế, mới chỉ dừng lại ở thực nghiệm nhằm xác định một số chỉ tiêu công nghệ, cho nên để áp dụng vào thực tiễn của doanh nghiệp ở quy mô sản xuất công nghiệp cho toàn vùng quặng titan Bình Thuận nói riêng và cả nước nói chung, cần thiết phải tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện công nghệ ở quy mô lớn hơn với thời gian sản xuất liên tục dài hơn để xác định được tính ổn định công nghệ và hiệu quả về kinh tế. Trên cơ sở đó, Bộ Công Thương đã đặt hàng Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ - Luyện kim thực hiện Dự án sản xuất thử nghiệm: “Hoàn thiện công nghệ, thiết bị và áp dụng để khai thác và tuyển sa khoáng titan-zircon trong tầng cát đỏ Bình Thuận, Việt Nam” [1] trong thời

gian từ tháng 01/2018 đến tháng 12/2020 (Hợp đồng số SXTN 01.18.ĐMCKK) với mục tiêu là:

- Hoàn thiện công nghệ khai thác và tuyển sa khoáng titan-zircon trong tầng cát đỏ khu vực Bình Thuận.

- Hoàn thiện thiết kế, quy trình chế tạo thiết bị vít tuyển phù hợp để tuyển thô đối tượng sa khoáng titan-zircon hạt mịn trong tầng cát đỏ.

- Áp dụng công nghệ và thiết bị để thử nghiệm khai thác và tuyển sa khoáng titan-zircon trong tầng cát đỏ khu vực Bình Thuận.

Triển khai thực hiện nhiệm vụ trên, Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ - Luyện kim đã phối hợp chặt chẽ, xuyên suốt với các đơn vị phối hợp là Công ty TNHH Khoáng sản Đầu tư Hưng Thịnh, Công ty CP Khoáng sản và Thương mại Sao Mai và Công ty TNHH MTV Nhà máy xi titan Hưng Thịnh để thực hiện và hoàn thành Dự án SXTN đúng với nội dung và tiến độ theo yêu cầu.

## 2. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

### 2.1. Công nghệ khai thác

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu của Đề tài năm 2014, Nhóm thực hiện đã lựa chọn khu mỏ có điều kiện địa chất đặc trưng của titan cát đỏ vùng Bình Thuận để triển khai nghiên cứu hoàn thiện công nghệ, áp dụng vào sản xuất nhằm đánh giá sự ổn định về kỹ thuật. Cụ thể là khu mỏ sa khoáng titan xã Hòa Thắng và xã Hồng Phong, huyện Bắc

Bình, tỉnh Bình Thuận thuộc Công ty CP Khoáng sản và Thương mại Sao Mai (sau đây gọi tắt là mỏ Sao Mai) [7].

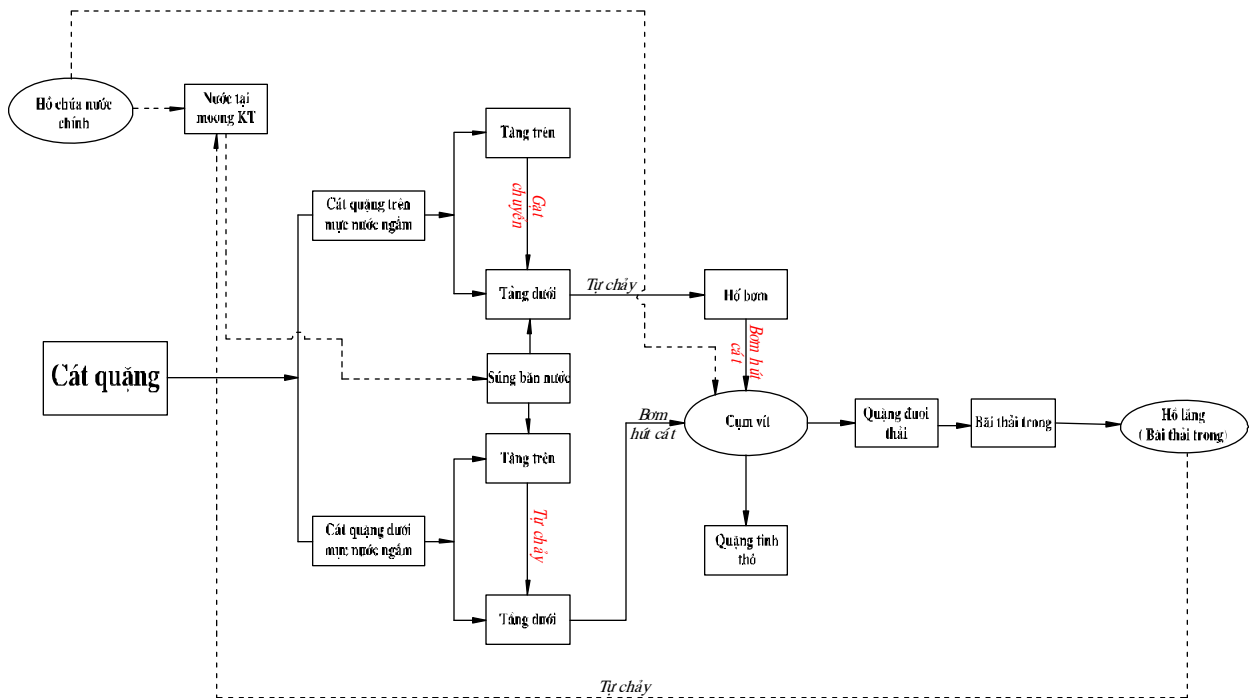
Về hiện trạng của mỏ trước khi triển khai dự án SXTN: Mỏ bắt đầu đi vào khai thác với công nghệ khai thác bằng súng bắn nước kết hợp bơm bùn để vận chuyển quặng về khu vực lắp đặt cụm vít tuyển. Trước khi triển khai Dự án hoàn thiện công nghệ khai thác mỏ, mỏ mới mở được một moong khai thác, năng suất chưa đạt được như thiết kế. Bãi thải còn là bãi thải tạm ở phía ngoài moong, nước tuần hoàn tự chảy về phía cuối của bãi thải, sau đó dẫn về hồ chứa nước tuần hoàn. Với công nghệ khai thác này, việc khai thác đạt công suất và khai thác tầng quặng phía dưới sâu khá khó khăn. Khu vực khai trường mỏ chỉ có 1 tầng khai thác nên chiều cao tầng lớn, không đảm bảo an toàn trong khai thác quặng (các sự cố sạt lở bờ moong có thể xảy ra). Thời gian khai thác đến đáy thân quặng nhằm tạo khoảng trống để có thể đổ thải trong khá lâu (thực tế tại thời điểm bắt đầu triển khai dự án SXTN vẫn sử dụng bãi thải ngoài). Việc sử dụng bãi thải tạm nằm trên khu vực có quặng còn làm giảm hàm lượng quặng nguyên khai, khi khai thác lại khu vực này làm giảm hiệu quả kinh tế của dự án.

Trong quá trình nghiên cứu hoàn thiện công nghệ khai thác đã nghiên cứu các yếu tố tự nhiên, kinh tế xã hội và phương thức vận hành để lựa chọn công nghệ khai thác phù hợp ứng dụng vào mỏ Sao Mai [3,4]. Đó là công nghệ khai thác trên và dưới mực nước ngầm. Quặng trên mực nước ngầm: các tầng trên áp dụng công nghệ khai thác bằng máy xúc thủy lực gầu ngược kết hợp chất tải (máy gạt), các tầng dưới áp dụng công nghệ khai thác bằng súng bắn nước. Hoàn thiện công tác khai thác dưới mực nước ngầm: vẫn dùng công nghệ hiện có của mỏ và có bổ sung thiết bị làm tươi sơ bộ gắn ở phần đầu của bơm.

Căn cứ vào công nghệ khai thác đã lựa chọn, mô hình công nghệ khai thác mỏ titan-zircon xã Hồng Phong và xã Hòa Thắng được lựa chọn như sau:

a. Đối với quặng trên mực nước ngầm

Cát quặng tầng trên cùng được máy xúc khấu quặng ra khỏi gương khai thác, máy gạt gạt xuống tầng dưới (tiếp giáp mực nước ngầm). Tại đây, nhờ áp lực từ súng bắn nước, quặng trộn với nước tạo thành vữa chảy về hố bơm, rác được giữ lại trên sàng hố bơm và gom đưa về bãi thải. Bùn quặng từ hố bơm được bơm trực tiếp về khu vực vít tuyển đặt dưới hố khai thác.



**H.1. Sơ đồ công nghệ khai thác quặng titan-zircon mỏ Sao Mai**



b. Đối với quặng dưới mực nước ngầm

Tầng tiếp giáp với quặng khô (trên mực nước ngầm), tiến hành hạ thấp tầng bằng súng bắn nước (gương tiến trước), bơm hút (có gắn bộ phận đánh toì) tiến sau súng bắn nước sẽ hút bùn quặng về khu vực vít tuyền dưới hố khai thác. Toàn bộ bùn quặng của mỏ đều được tuyền thô ngay tại hệ thống vít tuyền dưới hố khai thác.

*Tổng hợp kết quả nghiên cứu hoàn thiện công nghệ khai thác*

Đã nghiên cứu hoàn thiện công nghệ, tính toán và lựa chọn thiết bị để áp dụng vận hành sản xuất thử nghiệm tại mỏ Sao Mai. Những điểm mới trong công nghệ, thiết bị của Dự án so với Đề tài năm 2014 như sau:

1. Bổ sung thiết bị máy xúc thủy lực gầu ngược vào đồng bộ thiết bị để hoàn thiện khâu làm toì cát quặng khô;
2. Bổ sung bộ phận đánh toì vào bơm hút bùn để làm toì cát quặng ướt;
3. Bổ sung hệ thống hố lắng giúp quá trình tuần hoàn nước đáp ứng nhu cầu cấp nước cho quá trình khai thác và tuyền thô.

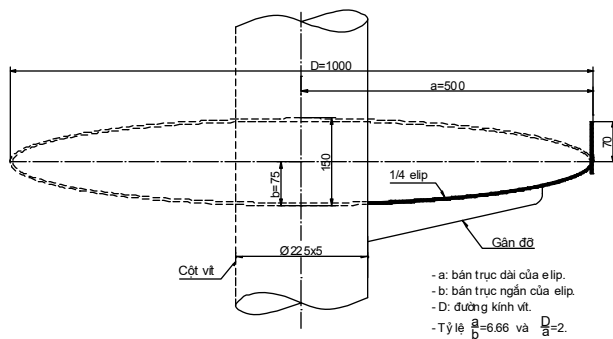
Sau khi tính toán thiết kế, phối hợp với mỏ để thi công và sản xuất theo phương án công nghệ đã lựa chọn.

**2.2. Chế tạo vít tuyền**

*2.2.1. Nghiên cứu hoàn thiện công nghệ chế tạo vít*

Từ kết quả của Đề tài năm 2014 đã nghiên cứu loại vít tuyền phù hợp với quặng titan cấp hạt mịn có các thông số kỹ thuật như sau:

- + Đường kính vít: D=1000mm.
- + Bước vít: Chọn bước vít H=600mm.
- + Profil mặt cắt ngang vít: Chọn dạng 1 phần của elip có bán trục ngang bằng 1/2 đường kính vít (500mm), bán trục ngắn bằng 75mm (Hình H.2).



**H.2. Mẫu profil máng vít D1000 cho quặng mịn Bình Thuận**

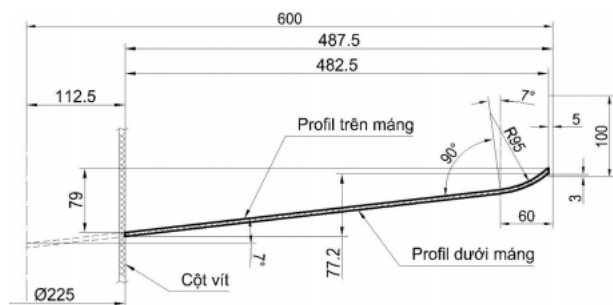
+ Đường kính cột đỡ máng vít: D=225mm, ống dày 6,5÷6,7 mm.

Đã tiến hành nghiên cứu hoàn thiện quy trình công nghệ chế tạo vít tuyền D1000 nhằm tối ưu hóa quá trình chế tạo như: hoàn thiện thiết bị gia nhiệt (tủ sấy tấm nhựa). Nhóm thực hiện đã tính toán cải tiến để có thể sấy nhiều kích thước tấm nhựa khác nhau. Hoàn thiện bộ giá đỡ hàn vít nhằm giảm chi phí sản xuất và tăng tính cơ động khi làm việc. Trong quá trình nghiên cứu đã hoàn thiện, cải tiến một số chi tiết của vít tuyền để dễ dàng vận chuyển, mang tính thẩm mỹ công nghiệp cho sản phẩm như: thay đổi kết cấu của hộp hứng liệu và cấp liệu, vị trí cấp liệu, điều chỉnh số vòng của máng vít.

Bên cạnh việc nghiên cứu hoàn thiện công nghệ chế tạo vít tuyền D1000, xuất phát từ đặc tính quặng titan sa khoáng có hàm lượng khoáng vật nặng thấp (dưới 1%), nhóm thực hiện thấy rằng, phần cát thải, bùn sét và nước phía ngoài cùng của máng vít chiếm diện tích lớn; nếu nâng được đường kính vít lên 1200mm có thể nâng cao năng suất tuyền của khâu tuyền thô, bởi sẽ tách được một lượng lớn cát thải và bùn sét. Hơn nữa, đối với các doanh nghiệp đang khai thác, vít D1200mm được sử dụng khá phổ biến, dễ dàng thay thế (không cần phải hàn lại khung D1200 đang lắp ngoài mỏ). Theo đó, đơn vị phối hợp cũng mong muốn Nhóm thực hiện nghiên cứu chế tạo loại vít D1200.

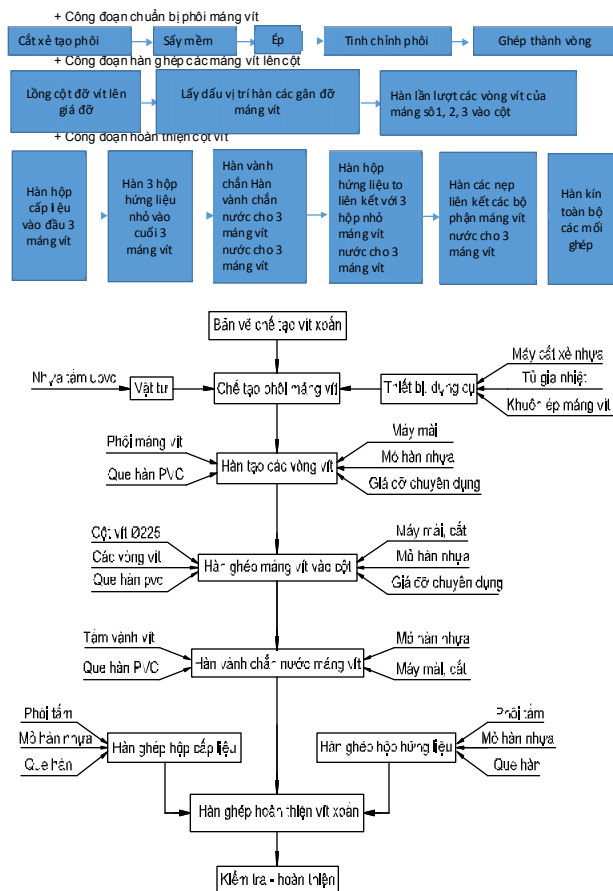
Nhóm đề tài phải nghiên cứu thiết kế và chế tạo nhiều loại máng vít D1200 với nhiều kiểu khác nhau [5], lựa chọn được máng vít phù hợp có các đặc tính kỹ thuật như sau:

- + Đường kính vít: D=1200mm
- + Bước vít: Chọn bước vít H=640mm
- + Profil mặt cắt ngang vít: Chọn dạng máng thẳng nghiêng 7° có đường cong cuối
- + Đường kính cột đỡ máng vít: D=225mm, ống dày 6,6÷7mm (xem Hình H.3).



**H.3. Bản vẽ tạo profil máng vít D1200mm**

Cả hai loại vít tuyền có đường kính D1000 và D1200 đều được chế tạo theo quy trình mô tả ở Hình H.4. Quy trình chủ yếu tập trung vào 3 công đoạn chính:



**H.4. Sơ đồ quy trình tổng hợp chế tạo vít tuyền**

**2.3. Nghiên cứu công nghệ tuyền khoáng**

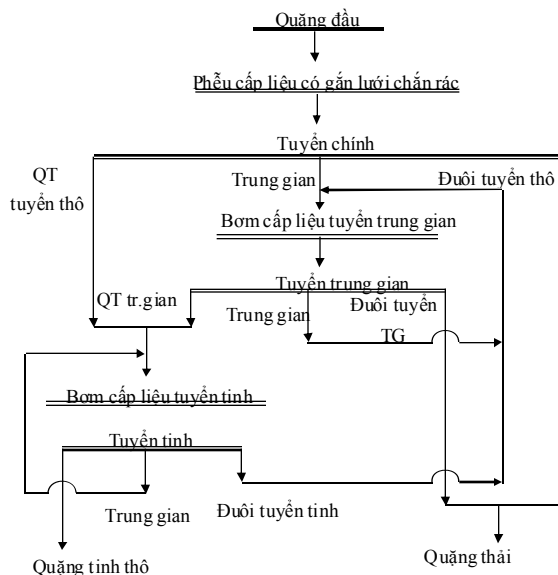
**2.3.1. Nghiên cứu hoàn thiện và ứng dụng công nghệ tuyền thô**

Đã tiến hành lấy mẫu đầu tại mỏ Sao Mai, gia công, phân tích để nghiên cứu thành phần vật chất mẫu. Nghiên cứu hoàn thiện quy trình công nghệ tuyền thô bằng cách xác định lại các chế độ công nghệ tuyền trên vít tuyền có đường kính D1000mm và D1200mm. Thí nghiệm so sánh đồng thời vít tuyền của dự án và vít tuyền mỏ đang sử dụng.

Mẫu nghiên cứu có hàm lượng trung bình khoáng vật nặng (KVN) là 0,815%, trong đó ilmenit 0,625%; zircon 0,091%; rutil 0,032%; anatas 0,008%; leucoksen 0,031%; monazit 0,001%. Mẫu có độ hạt tương đối mịn và các KVN có ích phân

bổ chủ yếu trong cấp hạt -0,125 + 0,075 mm; cát thạch anh hạt nhỏ, sét mịn. Mức thu hoạch của cấp hạt -0,074 mm là 12,06%. Thành phần khoáng vật chủ yếu trong mẫu là thạch anh và phân bố khá đều trong các cấp hạt. Thành phần KVN phân bố chủ yếu trong các cấp hạt mịn. Với đặc điểm thành phần vật chất mẫu nêu trên, có thể áp dụng phương pháp tuyền trọng lực thu hồi các KVN có ích trong mẫu; tuy nhiên cần lưu ý là thành phần KVN phân bố chủ yếu trong cấp hạt mịn nên rất dễ mất mát trong quá trình tuyền.

Đã tiến hành nghiên cứu thực nghiệm để lựa chọn các chế độ công nghệ và lựa chọn được sơ đồ công nghệ tối ưu cho quá trình tuyền thô quặng titan mỏ Sao Mai. Sơ đồ tuyền bao gồm 1 khâu tuyền chính, 1 khâu tuyền trung gian và 1 khâu tuyền tinh (Hình H.5). Từ sơ đồ công nghệ đã lựa chọn, tiến hành tính toán, thiết kế và lựa chọn thiết bị để lắp đặt ở quy mô công nghiệp tại mỏ Sao Mai. Sau khi vận hành ổn định, lấy mẫu kiểm tra sản phẩm cho kết quả: quặng sau tuyền vít có hàm lượng trung bình đạt trên 87% KVN có ích với thực thu gần 90%. Hàm lượng khoáng vật nặng trong đuôi thải chỉ còn 0,11%, đây là điều rất khó đạt được khi mở sử dụng các loại vít tuyền trước đây.



**H.5. Sơ đồ công nghệ tuyền thô bằng vít tuyền**

**2.3.2. Nghiên cứu hoàn thiện, vận hành nhà máy tuyền tinh**

Nhóm đề tài đã đánh giá từng khâu công nghệ và bổ sung các giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả tuyền



của Xưởng tuyển tinh đang hoạt động tại Nhà máy xi-titan Hưng Thịnh. Các giải pháp được đề xuất:

- Nghiên cứu tách triệt để zircon và monazit còn sót trong quặng tinh ilmenit;
- Nghiên cứu nâng cao hiệu quả quá trình tuyển tách cát trên thiết bị bàn đãi;
- Nghiên cứu bổ sung quy trình công nghệ xử lý bề mặt hỗn hợp quặng zircon và rutil trước khi tuyển;
- Nghiên cứu hoàn thiện dây chuyền để nâng cao chất lượng quặng tinh zircon và nâng cao tỉ lệ thu hồi quặng tinh zircon loại 1 (hàm lượng  $ZrO_2 > 65\%$ );
- Nghiên cứu nâng cao chất lượng quặng tinh monazit (đạt hàm lượng  $TR_2O_3 > 63\%$ );

Dự án đã sửa chữa, cải tạo đưa vào sử dụng 01 máy tuyển từ ướt từ trường cao (WHIMS) mã hiệu SSS-I-1500 mà Nhà máy xi-titan mua về trước đây nhưng chưa đưa vào hoạt động. Quặng ilmenit sau khi tuyển còn lẫn zircon khá nhiều (>1%). Dự án đã sửa chữa phục hồi và chạy điều chỉnh chế độ công nghệ để tuyển tách quặng tinh ilmenit có hàm lượng zircon xuống dưới 1%.

#### 2.4. Những vấn đề khác

Ngoài những nội dung cốt lõi của Dự án đã được thực hiện, Nhóm đề tài đã nghiên cứu một số vấn đề liên quan như: Thiết kế công nghệ thải trong với những thông số về thời gian lắng của bùn sét, chất trợ lắng... để nước thải chảy trở lại moong khai thác đảm bảo yêu cầu. Bước đầu nghiên cứu về khả năng dùng cát thải làm vật liệu xây dựng cho thấy, cát thải trong quá trình tuyển thô đáp ứng được tiêu chuẩn cát xây dựng, tuy nhiên phải được tách bùn sét. Bùn sét và cát đều có khả năng sử dụng làm gạch không nung cốt liệu xi măng với các tỷ lệ phối trộn theo yêu cầu. Đây cũng là kết quả khả quan nhằm tận dụng nguồn nguyên liệu vào xây dựng công trình, giảm hiện tượng các đồi cát bay, cát nhảy ở Bình Thuận.

Từ việc áp dụng thành công kết quả của Dự án để nâng cao hiệu quả khai thác, tuyển quặng sa khoáng titan-zircon trong tầng cát đỏ tại các doanh nghiệp của Tập đoàn Hưng Thịnh, Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ - Luyện kim đã vận dụng trong việc lập Báo cáo nghiên cứu khả thi dự án đầu tư xây dựng công trình khai thác và tuyển cho mỏ quặng titan Lương Sơn I, Bình Thuận có diện

tích hơn 4.000 ha với trữ lượng trên 41 triệu tấn khoáng vật nặng của Tập đoàn Công nghiệp Than và Khoáng sản Việt Nam.

### 3. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

#### 3.1. Kết luận

- Quy trình công nghệ khai thác và tuyển sa khoáng titan-zircon **đã được hoàn thiện để khai thác hiệu quả sa khoáng titan-zircon** trong tầng cát đỏ Bình Thuận. Công nghệ khai thác hoàn thiện sử dụng khai thác khô bằng máy xúc, khai thác ướt bằng bơm hút được thử nghiệm tại mỏ cho những thông số công nghệ tối ưu: đảm bảo chiều cao tầng khai thác 8-10m, góc nghiêng bờ moong khai thác <35 độ; bãi thải có góc nghiêng <32 độ, hoàn thiện công nghệ thải và thu hồi nước tuần hoàn như: tăng quãng đường lắng trong bùn thải, bổ sung chất keo tụ làm giảm tiêu hao nước cho 1 tấn quặng khai thác từ 1m<sup>3</sup> xuống còn 0,7m<sup>3</sup>. Đây là vấn đề rất thiết thực với điều kiện thủy văn, địa chất thủy văn của khu vực ;

- Quy trình công nghệ tuyển thô đã được hoàn thiện để tuyển hiệu quả sa khoáng titan-zircon trong tầng cát đỏ. Cùng với việc hoàn thiện vít tuyển thô, hoàn thiện sơ đồ công nghệ trên loại vít mới đã tăng năng suất của cả cụm vít tuyển, giảm mất mát trong khâu tuyển thô. Hàm lượng khoáng vật nặng trong cát thải tương đối sạch, khoảng dưới 0,1%. Hàm lượng khoáng vật nặng trong quặng tinh thô >90%, với mức thực thu >88% khoáng vật nặng. Trước đó hàm lượng khoáng vật nặng trong quặng tinh thô chỉ đạt <90%, thực thu khoảng 85% , khoáng vật nặng mất mát vào trong đuôi thải khá nhiều, thường >0,15%;

- Các quy trình công nghệ khai thác, tuyển thô và tuyển tinh và thiết bị tuyển vít là sản phẩm của Dự án đã được các đơn vị phối hợp là Công ty CP Khoáng sản và Thương mại Sao Mai và Công ty TNHH MTV Nhà máy xi-titan Hưng Thịnh áp dụng thành công, giúp cho doanh nghiệp đổi mới, hoàn thiện công nghệ, thiết bị, từ đó, nâng cao hiệu quả trong hoạt động khai thác, tuyển sa khoáng titan-zircon, sử dụng triệt để, tiết kiệm tài nguyên khoáng sản; sử dụng hợp lý, tiết kiệm nước trong điều kiện khai thác và tuyển quặng ở khu vực khan hiếm nước;



- Kết quả của Dự án thử nghiệm đã khẳng định mô hình khai thác, tuyển thô, tuyển quặng tinh sa khoáng titan-zircon trong tầng cát đỏ sử dụng công nghệ, thiết bị vít tuyển do Dự án xây dựng, hoàn thiện cần được tiếp tục nhân rộng áp dụng cho các mỏ khác của vùng quặng sa khoáng chứa titan-zircon Bình Thuận và các mỏ ở khu vực khác có điều kiện địa chất, đặc điểm thành phần vật chất tương tự;

### 3.2. Kiến nghị

-Vít tuyển cấp hạt mịn đường kính 1200mm cho năng suất cao và phù hợp với tuyển titan cấp hạt mịn.

Cần thiết mở rộng nghiên cứu với loại đường kính vít lớn hơn để áp dụng cho mỏ có quy mô công suất lớn;

-Vấn đề sử dụng cát thải và sét làm vật liệu xây dựng cần được quan tâm nghiên cứu hơn nữa để tận dụng nguồn vật liệu này. vào sử dụng có hiệu quả;

-Cần có những nghiên cứu chế tạo máy tuyển từ cao, thiết bị bàn đãi kiểu mới thay thế hàng nhập khẩu, chủ động trong việc cung cấp thiết bị tuyển quặng titan. Cần có những nghiên cứu và ứng dụng công nghệ chế biến sâu các sản phẩm từ quặng titan đáp ứng yêu cầu trong nước như xỉ titan, pigment, titan kim loại.□

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Dự án SXTN “Hoàn thiện công nghệ, thiết bị và áp dụng để khai thác và tuyển sa khoáng titan – zircon trong tầng cát đỏ Bình Thuận, Việt Nam”, Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ- Luyện kim. Hà Nội 2020.
2. Dự án Quy hoạch phát triển thủy lợi tỉnh Bình Thuận giai đoạn 2011-2020 và tầm nhìn 2030, kèm theo quyết định phê duyệt số 410/QĐ-UBND tỉnh Bình Thuận ngày 18 tháng 02 năm 2013.
3. Hồ Sĩ Giao, Bùi Xuân Nam, Nguyễn Anh Tuấn. *Khai thác khoáng sản rắn bằng phương pháp lộ thiên*. Hà Nội. 2009.
4. Hồ Sĩ Giao, Bùi Xuân Nam, Lê Ngọc Ninh, *Khai thác khoáng sàng sa khoáng*. Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và công nghệ, Hà Nội. 2015.
5. В.Н.ШОХИН И А.Г.ЛОПАТИН, ГРАВИТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ. 1964
6. Báo cáo kết quả khí tượng-thủy văn-khảo sát địa chất thủy văn. Gói thầu số 1 – Cung cấp dịch vụ tư vấn khảo sát địa hình, địa chất công trình, địa chất thủy văn và lập báo cáo nghiên cứu khả thi Dự án đầu tư xây dựng công trình khai thác, tuyển quặng titan tại Bình Thuận. Công ty Cổ phần Khảo sát và Xây dựng – USCO. Hà Nội. 2020.
7. Báo cáo địa chất thăm dò titan-zircon khu vực xã Hồng Phong và Hòa Thắng, huyện Bắc Bình, tỉnh Bình Thuận. Công ty Cổ phần Khoáng sản và Thương Mại Sao Mai. Bình Thuận. 2010.

## RESEARCHES OF PERFECTING TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR THE EXPLOITATION AND PROCESSING OF TITANIUM-ZIRCON ORES IN THE RED SAND LAYER OF BÌNH THUẬN, VIETNAM

### ABSTRACT

*The article introduces the research results of perfecting technology and equipment for the exploitation and processing of titanium-zircon ores in the red sand layer of Bình Thuận, Vietnam, implemented by the Institute of Mining-Metallurgy Science and Technology in the period 2018-2020.*

**Key Words:** *titanium-zircon ores; red sand layer of Bình Thuận; perfecting technology; spiral separator; fine classes.*

**Ngày nhận bài:** 14/12/2020

**Ngày gửi phản biện:** 16/12/2020

**Ngày nhận phản biện:** 14/01/2021

**Ngày chấp nhận đăng bài:** 20/01/1

**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