

# NGHIÊN CỨU, THỬ NGHIỆM MÔ HÌNH KHAI THÁC-TUYỂN THÔ QUẶNG TITAN MỎ VINH XUÂN, THỪA THIÊN-HUẾ

KS. ĐÀO CÔNG VŨ  
Viện KH&CN Mỏ-Luyện kim

**T**rong bài viết “Đánh giá hiện trạng và đề xuất mô hình công nghệ khai thác – tuyển thô quặng titan sa khoáng Việt Nam” (Tạp chí Công nghiệp Mỏ, số 3-2010) chúng tôi đã nêu lên xu thế đặc điểm các điểm mỏ quặng titan trong tầng cát xám, cát vàng là có quy mô không lớn, thường nằm đan xen giữa các khu vực dân cư hay đất đã sử dụng với mục đích khác, vùng quặng giàu được khai thác gần hết, các vùng mỏ còn lại hàm lượng ngày càng nghèo. Do vậy mô hình khai thác-tuyển thô ở quy mô trung bình (với 2 nguyên công tuyển chính và tuyển tinh) rất phù hợp với đặc điểm điều kiện các mỏ nhỏ, giảm chi phí đầu tư và năng lượng, có tính linh hoạt cao trong bố trí thiết bị để phù hợp với điều kiện địa chất từng mỏ cụ thể.

Mỏ Vinh Xuân (Thừa Thiên-Huế) cũng như nhiều mỏ titan sa khoáng ven biển miền Trung khác, đến nay đã phải khai thác các khu vực quặng nghèo (hàm lượng ~1 % KVN) hoặc khai thác lại các bãi thải. Do vậy tổ hợp thiết bị khai thác-tuyển thô cần có những nghiên cứu và đổi mới cho phù hợp.

## 1. Đặc điểm địa chất mỏ Vinh Xuân

Điểm mỏ Vinh Xuân phân bố trong các thành tạo trầm tích Đệ Tứ có nguồn gốc biển và biển gió. Chúng thành tạo nên các bãi cát biển cao, đụn cát, dơi cát, cồn cát ven biển, độ cao so với mực nước biển từ 5 đến 30 m. Thành phần thạch học chủ yếu là cát thạch anh màu trắng, trắng phớt vàng, phớt xám, hạt trung đến mịn lẫn ít vảy mica và chứa các khoáng vật nặng như: ilmenit, zircon, monazit, rutil. Chiều dày thân quặng trung bình khoảng 3,15 m, hàm lượng trung bình 0,8-1,34 % KVN, lớp cát phủ dày. Thân quặng phần lớn nằm trong bãi cát trắng, điều kiện giao thông khá thuận lợi. Khó khăn lớn nhất của mỏ Vinh Xuân trong việc khai thác - tuyển thô là nguồn nước. Thân quặng mỏ có chiều sâu thay đổi theo địa hình, có những vị trí thân quặng nằm hoàn toàn trên mực nước ngầm, nhưng cũng có nơi một phần thân quặng nằm trên còn một phần nằm dưới mực nước. Thậm chí có khu vực

khai thác, vào mùa mưa thì ngập một phần trong nước nhưng vào mùa khô thì nằm hoàn toàn trên mực nước.

## 2. Đánh giá hoạt động của các mô hình đã và đang áp dụng tại mỏ

Trong quá trình sản xuất tại mỏ, Công ty đã áp dụng một số mô hình khai thác-tuyển thô khác nhau:

### 2.1. Giai đoạn từ 2001 đến 2007

Trong giai đoạn này sử dụng các mô hình:

❖ Mô hình H.1: Bơm hút từ hồ cấp liệu trực tiếp lên các vít tuyển chính. Hệ thống tuyển thô gồm 3 vít, sau đó thay bằng hệ thống tuyển thô 6 vít (2 nguyên công tuyển). Cụm vít đặt ngay cạnh hồ khai thác, ống hút cát trực tiếp vào vỉa quặng.

❖ Mô hình H.2: Sử dụng mô hình khai thác bằng máy ủi gom quặng đưa vào bunke chứa. Quặng từ bun kế được tách rác, bùn quặng dưới sàng quay được bơm cấp liệu cho cụm vít tuyển thô gồm 04 vít (chỉ 1 nguyên công tuyển).

❖ Mô hình 3: Bơm hút quặng từ hồ cấp liệu về tách rác, sau bơm cấp liệu lên các vít tuyển chính. Hệ thống tuyển thô gồm 42 vít (4 nguyên công tuyển). Cụm vít đặt cố định ngay trung tâm khu khai thác, các ống hút cát trực tiếp vào vỉa quặng.

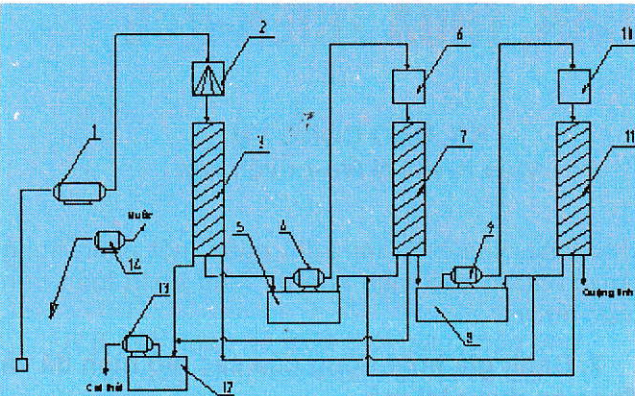
Nhìn chung, các mô hình khai thác-tuyển thô này đều không tận thu hết tài nguyên và chỉ phù hợp với điều kiện khi mỏ quặng có hàm lượng KVN cao.

### 2.2. Giai đoạn từ 2007 đến 2009

Trong giai đoạn này sử dụng các mô hình: khai thác bằng bơm hút từ hồ (đặt trên bè) cấp liệu trực tiếp lên các vít tuyển chính. Hệ thống tuyển thô gồm 13 vít (3 nguyên công tuyển). Cụm vít đặt ngay cạnh hồ khai thác, ống hút cát của bơm khai thác hút trực tiếp vào vỉa quặng. Bè đặt bơm khai thác và cấp liệu tuyển chính di chuyển theo tầng khai thác (xem H.1).

Mô hình cụm thiết bị tuyển thô này đã giải quyết được một số khó khăn khi khai thác những khu quặng nghèo, nhưng vẫn chưa mang lại hiệu quả kinh tế cao. Mặt khác trong sản xuất, việc cấp quặng

nguyên khai vào khâu tuyển chính bằng bơm hút cát trực tiếp từ khai trường rất khó ổn định (cả về năng suất, hàm lượng, nồng độ bùn quặng...) và làm ảnh hưởng không tốt đến kết quả tuyển.



**GHI CHÚ:**

- |                                       |                         |                        |
|---------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| 1- Bơm hút cát                        | 5- Thùng bơm tuyển TG   | 10- Thùng chia liệu    |
| 2- Thùng chia liệu có cơ cấu tách rác | 6- Thùng bơm tuyển tinh | 11- Vít tuyển tinh     |
| 3- Vít xoắn tuyển thô                 | 7- Vít tuyển trung gian | 12- Thùng bơm cát thải |
| 4- Bơm tuyển trung gian               | 8- Bơm tuyển tinh       | 13- Bơm cát thải       |
|                                       | 9- Bơm nước             | 14- Bơm nước           |

H.1. Sơ đồ tổ hợp thiết bị mô hình 13 vít

**3. Kết quả nghiên cứu một số chỉ tiêu công nghệ**

**3.1. Thí nghiệm nồng độ bùn quặng cấp liệu khâu tuyển chính**

Điều kiện thí nghiệm: Hàm lượng KVN trong mẫu - 0,95 %; Nồng độ bùn quặng (% rắn) thay đổi theo các mức - 31,25; 35,59; 43,60; 47,11; 49,94.

**Nhận xét:** Nồng độ bùn càng loãng thì hàm lượng KVN trong cát thải càng thấp. Với nồng độ bùn quặng cấp liệu 37,45% cho kết quả tốt, hàm lượng KVN trong cát thải 0,09% và năng suất 1,85 t/h.

**3.2. Thí nghiệm xác định mức thu hoạch quặng tinh tuyển chính**

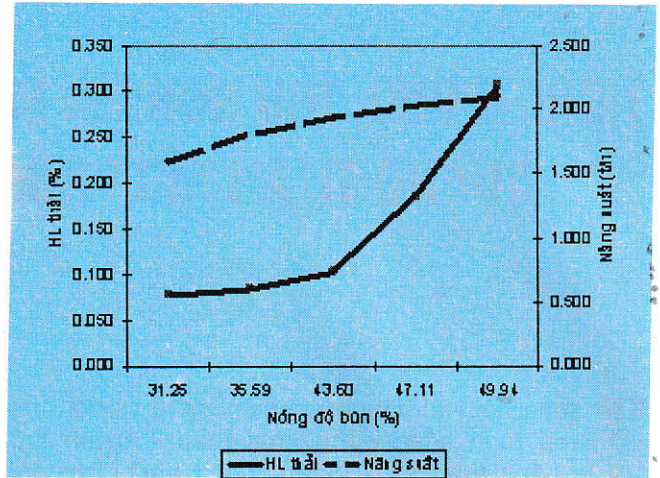
Điều kiện thí nghiệm: Hàm lượng KVN trong mẫu - 1,0 %; Nồng độ bùn quặng - 37,45 %; Thay đổi mức thu hoạch sản phẩm quặng tinh.

**Nhận xét:** Khi tăng thu hoạch sản phẩm quặng tinh thì hàm lượng KVN trong quặng tinh càng giảm. Với mức thu hoạch quặng tinh ~5 % cho kết quả tốt, khi đó hàm lượng KVN trong quặng tinh là 13,53 % và thực thu đạt 67,65 %.

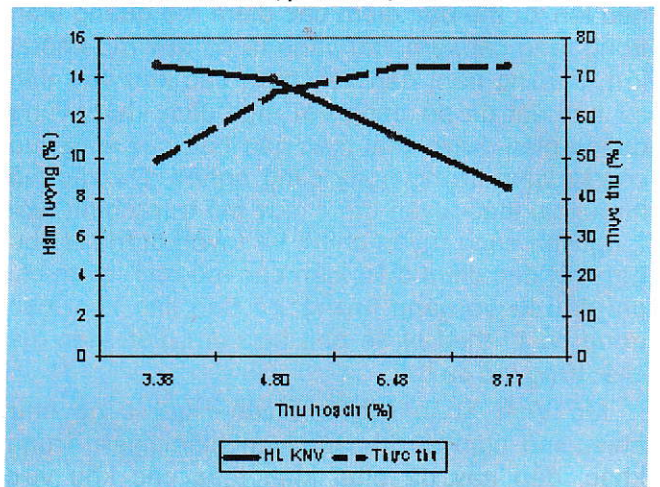
**3.3. Thí nghiệm xác định mức thu hoạch sản phẩm trung gian tuyển chính**

Điều kiện thí nghiệm: Hàm lượng KVN trong mẫu - 1,02 %; Nồng độ bùn quặng - 37,45 % rắn; Mức thu hoạch quặng tinh ~5 %; Thay đổi mức thu hoạch sản phẩm trung gian.

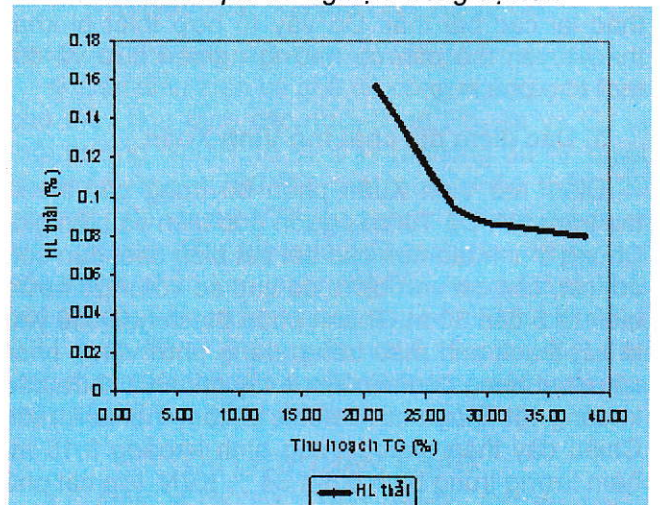
**Nhận xét:** Khi tăng thu hoạch sản phẩm trung gian thì hàm lượng KVN trong quặng thải càng giảm. Khi thu hoạch sản phẩm trung gian khoảng 30 % thì hàm lượng quặng thải khoảng 0,095 % KVN.



H.1. Sơ đồ tổ hợp thiết bị mô hình 13 vít



H.2. Kết quả thí nghiệm nồng độ bùn



H.3. Kết quả thí nghiệm xác định thu hoạch quặng tinh

**4. Thiết kế tổ hợp thiết bị**

**4.1. Lựa chọn sơ đồ công nghệ**

Qua khảo sát tại cơ sở sản xuất và kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm chọn sơ đồ công nghệ gồm 2 nguyên công tuyển chính và

tuyển tinh, các chỉ tiêu cho thiết kế công nghệ như sau: Hàm lượng QNK - 1 % KVN; Hàm lượng quặng tinh - 65 % KVN; Hàm lượng cát thải - 0,1 % KVN; Nồng độ bùn cấp liệu tuyển chính - 40 %; Năng suất - 26,5 tấn QNK/h. Năng suất QNK được tính chọn dựa trên khả năng tuyển của khâu tuyển chính có trung gian vòng lại và đặc tính kỹ thuật của vít và bơm sử dụng trong khâu này. Với năng suất này cụm thiết bị có tính cơ động cao, dễ vận hành, thuận lợi cho công tác bố trí nhân lực, lắp đặt, sửa chữa, mua sắm thiết bị và không quá nhỏ làm giảm hiệu quả kinh tế.

#### 4.2. Chọn và bố trí thiết bị

Thiết bị tuyển là các vít xoắn  $\Phi 1200$  mm, đây là loại thiết bị được sử dụng rộng rãi tại các mỏ đang hoạt động. Năng suất tối ưu cho một vít được xác định là 4 t/h. Do vậy số lượng vít sử dụng ở nguyên công tuyển chính là 10 cái và ở nguyên công tuyển tinh là 2 cái. Các vít tuyển được bố trí thành 02 hàng, ghép song song, trên đỉnh vít đặt các thùng chia liệu. Các thùng bơm và máy bơm được đặt dưới hoặc bên

chạg cụm vít. Các sản phẩm dưới vít tuyển tự chảy về thùng bơm qua hệ thống đường ống.

#### 5. Kết quả thử nghiệm mô hình

Từ các kết quả nghiên cứu và thiết kế, tiến hành cải tạo cụm thiết bị 13 vít đang hoạt động tại mỏ Vinh Xuân theo mô hình thiết kế mới (12 vít). Các thiết bị chính như: bơm, vít, hệ thống điện... sử dụng các thiết bị sẵn có của mỏ. Sau khi cải tạo, thay đổi kết cấu, bố trí lại thiết bị phù hợp, tiến hành chạy thử nghiệm tổ hợp thiết bị mới. Sau quá trình điều chỉnh, thử nghiệm, mô hình đã chạy ổn định. Kết quả thử nghiệm như sau:

❖ Số lượng cụm vít điều chỉnh, chạy thử - 01; Số vít trong mô hình - 12 vít; Số lượng bơm - 05 chiếc; Nhân công vận hành - 03 người.

❖ Các chỉ tiêu kỹ thuật chính đạt được: Năng suất quặng đầu - 25,29 t/h; Hàm lượng quặng đầu - 0,95 % KVN; Năng suất quặng tinh - 0,33 t/h; Hàm lượng quặng tinh - 66 % KVN; Hàm lượng cát thải - 0,09 % KVN; Thực thu quặng tinh - 90,61 %;

Bảng 1. Một số chỉ tiêu sản xuất của 2 mô hình

TT	Nội dung	ĐVT	Cum 13 vít	Cum 12 vít	So sánh
1	Hàm lượng QNK	% KVN	1,094	1,094	
2	Năng suất quặng đầu	t/h	19,4	25,29	+30,36 %
3	Khối lượng quặng tinh	t/h	0,29	0,39	+34,48 %
4	Hàm lượng quặng tinh	% KVN	65	65	
5	Hàm lượng cát thải	% KVN	0,124	0,104	
6	Thực thu	%	88,82	90,61	+2,01 %
7	Nhân công trực tiếp	Người	5	3	
8	Số lượng vít	cái	13	12	

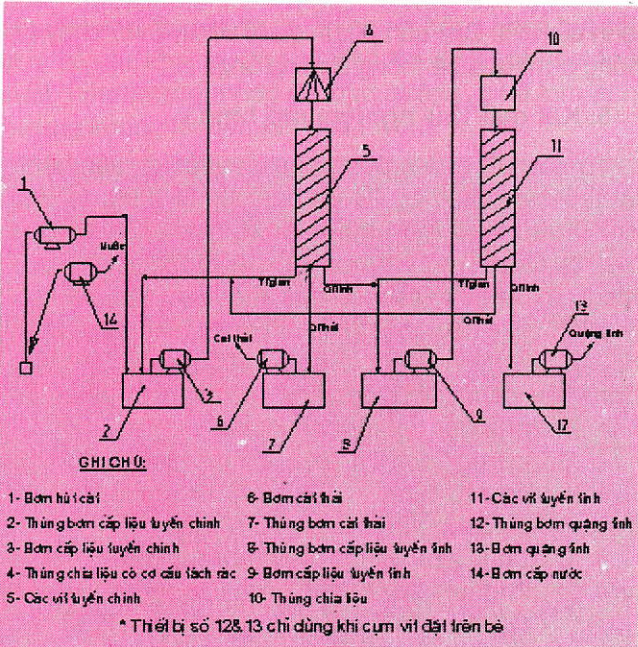
❖ So sánh với mô hình đang hoạt động: Tại mỏ hiện có 26 tổ hợp thiết bị quy mô 13 vít đang hoạt động. Từ kết quả thử nghiệm, so sánh hiệu quả hoạt động của 02 dạng tổ hợp thiết bị này (Quy đổi chỉ tiêu hàm lượng QNK và hàm lượng quặng tinh thu được của 02 mô hình tổ hợp về giá trị tương đương), kết quả so sánh xem Bảng 1.

#### 6. Đề xuất mô hình áp dụng

Mô hình cụm thiết bị khai thác-tuyển thô có bơm hút quặng đặt trên hệ thống bè ở dưới hồ khai thác (hoặc tại hồ thu), chuyển quặng từ khâu khai thác về thùng bơm quặng đầu ở khâu tuyển thô bằng thủy lực, từ đó được bơm cấp liệu cho 10 vít tuyển chính, còn sản phẩm quặng tinh khâu tuyển chính được bơm chuyển lên cấp liệu cho 2 vít tuyển tinh để lấy ra quặng tinh đạt yêu cầu, sản phẩm trung gian của khâu tuyển nào quay lại chính khâu tuyển đó, có hiệu quả rõ nét. Kết quả sản xuất thử nghiệm tại mỏ có điều kiện sản xuất tương tự như các cụm vít đang hoạt động sẽ tăng năng suất thêm 30,36 %, tăng thực

thu thêm 2,01 %, khối lượng quặng tinh thu được cũng tăng 34,48 % và giảm chi phí nhân công vận hành trực tiếp. Thực thu của mô hình mới cao hơn cũng do đã xác định được mức thu hoạch vào các khâu tuyển hợp lý hơn và việc cấp liệu ở cụm vít mới vào tuyển chính ổn định hơn.

Từ kết quả nghiên cứu, thử nghiệm tại mỏ Vinh Xuân, đề xuất mô hình tổ hợp thiết bị khai thác-tuyển thô quặng titan sa khoáng tại mỏ như sau: Quặng từ khai trường khai thác bằng súng bắn nước hoặc bơm sục nước đánh tơi, sau đó dùng bơm hút cát (đặt trên bè nổi hoặc hồ thu sát chân tầng khai thác tùy thuộc vào đặc điểm thân quặng) để hút quặng và chuyển về thùng bơm quặng đầu của cụm thiết bị tuyển thô. Thiết bị tuyển thô sử dụng các vít xoắn. Cụm thiết bị tuyển thô đặt gần khu khai thác (có thể trên bè nổi hoặc trên bờ moong khai thác tùy theo điều kiện nguồn nước), cơ động, định kỳ di chuyển theo khai trường. Kết cấu mô hình cụm vít tuyển thô với 2 nguyên công chính. Sơ đồ công nghệ và các chỉ tiêu kỹ thuật dự kiến có thể đạt được xem H.5 và Bảng 2.



H.5. Sơ đồ tổ hợp thiết bị mô hình để xuất áp dụng.

Đối với những mỏ có công suất thiết kế lớn có thể lắp đặt nhiều tổ hợp thiết bị theo mô hình trên cùng song song hoạt động. Để cho việc cấp quặng đầu ổn định hơn, nên ghép hai cụm 12 vít với nhau thành một modul, kết cấu như sau: có 2 bơm hút cát để khai thác và cấp quặng từ khai trường về chung 1 thùng bơm quặng đầu, từ đó đặt 2 bơm cấp liệu cho 2 cụm vít khác nhau (cạnh nhau), 2 cụm vít hoạt động tương đối độc lập.

Bảng 2. Các chỉ tiêu công nghệ dự kiến đạt được

TT	Chỉ tiêu công nghệ chính	Số lượng
1	Năng suất quặng đầu	~ 26,5 t/h
2	Hàm lượng QNK	>0,7% KVN
3	Hàm lượng quặng tinh	65 % KVN
4	Thực thu khâu tuyển thô	>83 %
5	Hàm lượng cát thải	<0,12 % KVN

**7. Kết luận, kiến nghị**

❖ Các tổ hợp thiết bị khai thác và tuyển thô đã và đang áp dụng tại mỏ Vinh Xuân tuy có nhiều cải tiến, song chưa phù hợp trong điều kiện tài nguyên khoáng sản ngày càng nghèo; mất mát KVN trong đuôi thải vẫn còn cao và hiệu quả kinh tế chưa cao.

❖ Tổ hợp thiết bị khai thác-tuyển thô chỉ nên có quy mô trung bình, giảm chi phí đầu tư và thuận tiện trong di chuyển, lắp đặt. Trong công nghệ tuyển thô chỉ cần có 2 nguyên công tuyển chính và tuyển tinh. Có giải pháp đảm bảo ổn định trình cấp liệu, phân bố thu hoạch sản phẩm tại các khâu tuyển hợp lý từ đó lựa chọn các thiết bị phù hợp. Kết quả triển khai thử nghiệm mô hình tại cơ sở cho thấy: tổ hợp thiết bị mới phù hợp với điều kiện

quặng nghèo, tăng năng suất, giảm đầu tư và tăng hệ số thực thu khoáng sản có ích.

❖ Kết quả nghiên cứu là cơ sở cho việc đổi mới tổ hợp thiết bị khai thác-tuyển thô quặng titan sa khoáng tại mỏ Vinh Xuân cũng như các mỏ có tính chất quặng tương tự có hàm lượng quặng nguyên khai thấp hay khi khai thác lại bãi thải của giai đoạn trước. Tuy nhiên, do điều kiện địa chất, đặc thù thành phần vật chất từng mỏ và quy mô các thiết bị đã đầu tư của các cơ sở rất khác nhau, nên khi đổi mới mô hình tổ hợp thiết bị phải có nghiên cứu, đánh giá đầy đủ để thiết kế quy mô, kết cấu mô hình phù hợp nhằm đạt hiệu quả kinh tế cao nhất, tận thu tài nguyên và bảo vệ môi trường.

❖ Để có thể tận thu tối đa tài nguyên trong tuyển thô cần nghiên cứu chế tạo các loại vít tuyển phù hợp với đặc điểm của từng loại quặng cũng như từng nguyên công tuyển. Đồng thời, trong sản xuất phải ổn định nồng độ bùn cấp liệu và chia liệu đồng đều, nên cần có các nghiên cứu và chế tạo thiết bị phù hợp. □

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Phan Thị Thái (2004), “Đặc điểm địa chất các mỏ titan sa khoáng ven biển Việt Nam và vấn đề lựa chọn công nghệ khai thác hiện nay”, Tuyển tập Hội thảo KHKT Mỏ Toàn quốc lần thứ XVI, Hà Nội.
2. Thủ tướng Chính phủ (13/7/2007), Quyết định số 104/2007/QĐ-TTg phê duyệt Quy hoạch thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng titan giai đoạn 2007-2015, định hướng đến năm 2025, Hà Nội.
3. Đào Công Vũ (2009), “Báo cáo Tổng kết đề tài Nghiên cứu xây dựng mô hình khai thác-tuyển thô di động titan sa khoáng ven biển”, Hà Nội.
4. Đào Công Vũ (2010), “Đánh giá hiện trạng và đề xuất mô hình khai thác-tuyển thô quặng titan sa khoáng Việt Nam”, Tạp chí Công nghiệp Mỏ - Số 3-2010, Hà Nội.
5. UBND tỉnh Thừa Thiên-Huế (2004), Quy hoạch khai thác-chế biến và sử dụng khoáng sản của tỉnh Thừa Thiên-Huế giai đoạn 2005-2010 có xét đến năm 2015, Thừa Thiên-Huế.

Người biên tập: **Trần Văn Trạch**

**SUMMARY**

The paper introduces the results of study on the model exploiting and processing for titan ores in Vinh Xuân Mine in Thừa Thiên-Huế province.