

# ĐẶC ĐIỂM CÔNG NGHỆ QUẶNG SA KHOÁNG TITAN-ZIRCON TRONG TẦNG CÁT ĐỎ VÀ PHƯƠNG ÁN KHẢ THI TRONG VIỆC KHAI THÁC, TUYỂN TÁCH TINH QUẶNG

TRẦN VĂN THẢO<sup>1</sup>, TRẦN TẮT THẮNG<sup>2</sup>, TRẦN THỊ HỒNG HẠNH<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Liên đoàn Địa chất Trung Trung Bộ, 613 Nguyễn Thái Học, TP Quy Nhơn

<sup>2</sup>Tổng hội Địa chất Việt Nam, 6 Phạm Ngũ Lão, Hà Nội

<sup>3</sup>Công ty Cổ phần Khoáng sản Bằng Hữu, Bình Thuận.

**Tóm tắt:** Kết quả điều tra cơ bản địa chất về tài nguyên sa khoáng mới nhất đã khẳng định cát đỏ thuộc hệ tầng Phan Thiết có tiềm năng rất lớn về quặng sa khoáng titan-zircon. Tuy nhiên, tầng cát đỏ này có chứa một lượng bột, sét xấp xỉ 10% và có sự gắn kết nhất định. Những đặc điểm này liệu có ảnh hưởng đến việc khai thác, tuyển tách và chế biến tinh quặng hay không? Các kết quả của công tác lấy và nghiên cứu, sản xuất thử nghiệm quặng sa khoáng titan-zircon trong tầng cát đỏ và tham khảo quy trình khai thác, tuyển tách khoáng vật quặng trong tầng cát đỏ của một số doanh nghiệp cho thấy, nếu lựa chọn quy trình sản xuất hợp lý với máy móc, thiết bị tiên tiến thì việc khai thác, chế biến tinh quặng titan-zircon hoàn toàn có tính khả thi và đạt hiệu quả kinh tế cao.

## I. MỞ ĐẦU

Tầng cát đỏ thuộc hệ tầng Phan Thiết có diện phân bố rộng rãi ở vùng Ninh Thuận, Bình Thuận và Bắc Bà Rịa - Vũng Tàu. Đây là một thành tạo địa chất tuổi Đệ tứ có tiềm năng lớn về sa khoáng titan-zircon. Tài nguyên dự báo (số liệu tính đến ngày 15/10/2010) đạt hơn 610 triệu tấn khoáng vật nặng có ích, trong đó hơn 550 triệu tấn được đánh giá từ kết quả thi công Đề án: “Điều tra, đánh giá tiềm năng sa khoáng titan-zircon trong tầng cát đỏ vùng Ninh Thuận, Bình Thuận và Bắc Bà Rịa - Vũng Tàu”, khoảng 60 triệu tấn được đánh giá trong giai đoạn trước đây.

Để có thể khai thác và chế biến nguồn tài nguyên sa khoáng quý giá này đạt năng suất, chất lượng và hiệu quả cao nhất, tránh thất thoát tài nguyên, trên cơ sở kết quả nghiên cứu sản xuất thử nghiệm quặng sa khoáng titan-zircon trong tầng cát đỏ và tài liệu thăm dò một số mỏ sa khoáng có đặc điểm địa chất tương tự, và tham khảo quy trình, công nghệ khai thác, tuyển tách tinh quặng của một số doanh nghiệp đã và đang khai thác sa khoáng titan-zircon trong tầng cát đỏ này, trong bài báo này, các tác giả nêu lên đặc điểm công nghệ của quặng sa khoáng titan-zircon trong tầng cát đỏ và các phương án khả thi trong việc khai thác và chế biến chúng.

## II. ĐẶC ĐIỂM CÔNG NGHỆ QUẶNG TITAN-ZIRCON TRONG TẦNG CÁT ĐỎ

Từ các kết quả nghiên cứu mẫu sản xuất thử nghiệm quặng sa khoáng titan-zircon trong tầng cát đỏ, nghiên cứu thành phần vật chất, độ hạt thông qua các nhóm mẫu đại diện cho các thân quặng và tham khảo quy trình khai thác và tuyển tách tinh quặng của một số doanh nghiệp, ta thấy đặc điểm công nghệ quặng sa khoáng titan-zircon trong tầng cát đỏ như sau.

### 1. Đặc điểm độ hạt cát chứa quặng

Kết quả phân tích độ hạt cát chứa quặng của các mẫu nhóm đại diện cho các thân quặng vùng Ninh Thuận, Bình Thuận được trình bày tại Bảng 1.

**Bảng 1. Thống kê kết quả phân tích độ hạt cát chứa quặng mẫu nhóm**

TT	Tiểu khu	Thân quặng	Đơn vị tính	Các loại cỡ hạt cát chứa quặng D* (mm)						
				Cát hạt lớn		Cát hạt vừa	Cát hạt nhỏ		Bột hạt lớn	Bột-sét
				D>1	1>D>0,5	0,5>D>0,3	0,3>D>0,2	0,2>D>0,1	0,1>D>0,05	0,05>D
1	Bình Tân	1.TP	%	3,17	3,12	20,76	23,71	36,97	7,78	4,52
2		2.TP	%	1,90	1,86	16,51	23,73	41,96	8,51	5,55
3	Lương Sơn	4.BP	%	1,55	2,90	27,77	26,90	31,10	7,04	2,73
4	Hồng Sơn		%	1,97	4,29	31,97	26,93	26,42	6,07	2,33
5	Hồng Thắng		%	4,01	9,40	36,98	22,35	20,74	4,43	2,11
6	Tiến Thành	5.NP	%	2,50	4,79	20,41	24,03	36,10	7,80	4,38
7	Tân Bình	9.HT	%	5,21	3,15	23,39	25,23	26,15	8,20	8,67
8	Tân Thắng	10.HT	%	14,95	10,44	21,30	14,35	21,19	8,16	9,63
	TB toàn vùng:			4,41	4,99	24,89	23,40	30,08	7,25	4,99

**Ghi chú:** \* Đường kính cỡ hạt cát quặng

**Bảng 2. Thống kê kết quả phân tích độ hạt cát chứa quặng mẫu sản xuất thử**

Số TT	Số hiệu phân mẫu	Các loại cỡ hạt cát quặng D* (mm)							Số mẫu phân tích
		Cát hạt lớn		Cát hạt vừa	Cát hạt nhỏ		Bột hạt lớn	Bột-sét	
		m>1	1>m>0,5	0,5>m>0,3	0,3>m>0,2	0,2>m>0,1	0,1>m>0,05	0,05>m	
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
1	SX.01	2,299	2,162	25,668	27,468	31,757	7,442	3,198	10
2	SX.02	2,049	1,953	24,195	27,989	32,755	7,966	3,088	10
3	SX.03	1,878	2,372	25,188	27,545	32,215	7,553	3,244	10
	Trung bình	2,08	2,16	25,02	27,67	32,24	7,65	3,18	30

Từ kết quả phân tích độ hạt cát quặng từ mẫu nhóm, mẫu sản xuất thử có thể rút ra nhận xét: độ hạt trầm tích của tầng cát đỏ chủ yếu nằm trong cỡ hạt 0,1 đến 0,5 mm, chiếm >70% tổng số; cỡ hạt m<0,1 đến m>0,05 chiếm 6-8%; cỡ hạt <0,05 mm chiếm khoảng 2-9% (cỡ bột, sét). Từ đó, có thể xếp trầm tích Pleistocen hệ tầng Phan Thiết (tầng cát đỏ) vào loại cát hạt nhỏ đến vừa lẫn bột, sét, có độ chọn lọc tương đối tốt.

## 2. Đặc điểm độ hạt khoáng vật nặng và độ hạt tinh quặng

a. Độ hạt quặng (khoáng vật nặng) tập trung chủ yếu ở cỡ <0,2 mm; cỡ hạt này chiếm tỷ lệ từ 92% đến 99%, trung bình: >97%.

b. Độ hạt tinh quặng ilmenit có kích cỡ tương tự độ hạt rutil, trong đó cỡ hạt  $0,1 \text{ mm} > m > 0,05 \text{ mm}$  trung bình chiếm tỷ lệ  $>55\%$ ; cỡ hạt  $<0,05 \text{ mm}$  chiếm  $>33\%$ ; cỡ hạt  $0,2 > m > 0,1$  chiếm 6% đến 7%; cỡ hạt  $0,3 \text{ mm} > m > 0,2 \text{ mm}$  chiếm  $<1,0\%$ .

**Bảng 3. Thống kê kết quả phân tích độ hạt khoáng vật nặng mẫu nhóm**

Số TT	Thân quặng	Các loại cỡ hạt quặng (mm)				
		Cát hạt vừa	Cát hạt nhỏ		Bột hạt lớn	Bột-sét
		$0,5 > m > 0,3$	$0,3 > m > 0,2$	$0,2 > m > 0,1$	$0,1 > m > 0,05$	$0,05 > m$
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	1.PT	0,16	0,79	17,97	65,13	15,96
2	2.PT	0,17	0,69	24,23	61,43	13,48
3	4.BP	0,30	1,11	22,29	59,08	17,22
4	4.BP	0,31	0,82	14,35	62,53	22,00
5	4.BP	0,53	1,29	21,91	60,10	16,18
6	6.NP	0,65	2,28	16,21	57,25	23,60
7	9.PT	0,71	2,92	19,79	56,38	20,19
8	10.PT	2,71	4,59	17,83	48,28	26,60
Trung bình:		0,69	1,81	19,32	58,77	19,40

**Bảng 4. Thống kê kết quả phân tích độ hạt quặng mẫu sản xuất thử**

Số thứ tự	Loại tinh quặng	Các loại cỡ hạt quặng (mm)			
		Cát hạt nhỏ		Bột hạt nhỏ	Bột- sét
		$0,3 > m > 0,2$	$0,2 > m > 0,1$	$0,1 > m > 0,05$	$0,05 > m$
		(%)	(%)	(%)	(%)
1	Ilmenit	0,70	6,53	55,82	36,96
2	Zircon	0,00	0,63	42,04	57,32
3	Rutil	0,39	6,17	59,76	33,68
4	Monazit	0,00	0,20	1,82	97,98

**Ghi chú:** Mẫu tinh quặng ilmenit và monazit thu được sau khi tuyển từ; mẫu tinh quặng rutil và zircon thu được sau khi tuyển tuyển tĩnh điện.

c. Tinh quặng zircon và monazit có kích thước nhỏ hơn tinh quặng ilmenit và rutil. Các tinh quặng này không có cỡ hạt  $>0,2 \text{ mm}$ . Đặc biệt tinh quặng monazit chủ yếu tập trung ở cỡ hạt  $<0,05 \text{ mm}$  (chiếm tỷ lệ  $>98\%$ ).

Như vậy có thể kết luận quặng sa khoáng trong cát đỏ có độ hạt luôn nhỏ hơn độ hạt cát của phân vị chứa chúng. Cỡ hạt quặng thuộc loại cát hạt nhỏ đến bột, sét. Trong các tinh quặng, kích cỡ độ hạt theo thứ tự giảm dần như sau: ilmenit (leucocxen, anatas), rutil, zircon đến monazite, trong đó tinh quặng monazit có độ hạt nhỏ nhất ( $<0,05 \text{ mm}$ ), sau đó đến tinh quặng zircon. Điều này, trong quá trình tuyển đãi trọng lực, cần nghiên cứu kỹ, có giải pháp thích hợp giảm thiểu thất thoát tài nguyên.

### 3. Đặc điểm thành phần hóa học các tinh quặng ilmenit-zircon

Hàm lượng trung bình  $TiO_2$  trong tinh quặng ilmenit thuộc mẫu nhóm chung cho toàn vùng là 51,58%, đạt 99,1% so với tính toán lý thuyết (theo tính toán lý thuyết với ilmenit siêu sạch có  $TiO_2 = 52,64\%$ ); tinh quặng ilmenit mẫu sản xuất thử có hàm lượng  $TiO_2$  từ 50,22% đến 55,38%, trung bình: 53,28%, cao hơn so với hàm lượng  $TiO_2$  lý thuyết. Theo các kỹ thuật phân tích trọng sa, sở dĩ hàm lượng  $TiO_2$  cao là do lựa chọn đơn khoáng đã loại bỏ sạch các tạp chất, nhưng trong tinh quặng vẫn còn sót một lượng khoáng vật rutil hạt mịn. Hàm lượng các hợp phần có hại như: tổng sắt,  $Cr_2O_3$ ,  $SiO_2$ , hàm lượng  $P_2O_5$ , P thấp hơn yêu cầu công nghiệp của các quốc gia có công nghệ chế biến sâu ilmenit trên thế giới. Như vậy, có thể khẳng định là tinh quặng ilmenit trong tầng cát đỏ có chất lượng tốt.

**Bảng 5. Thành phần hóa học tinh quặng ilmenit**

TT	Tiểu khu	Hàm lượng (%)											
		$SiO_2$	$TiO_2$	$Al_2O_3$	$\Sigma Fe$	$ZrO_2$	$Cr_2O_3$	MnO	CaO	MgO	$V_2O_5$	P	$SO_3$
1	BT	1,11	52,13	0,49	30,85	0,43	0,03	2,53	0,03	0,04	0,01	0,02	<0,01
2	LS	1,04	51,39	0,46	32,00	0,31	0,02	2,72	0,03	0,02	0,01	0,01	<0,01
3	HT	0,97	51,08	0,50	32,86	0,22	0,02	2,66	0,03	0,02	0,01	0,01	<0,01
4	HS	1,03	51,01	0,49	32,37	0,24	0,02	2,88	0,03	0,09	0,01	0,02	<0,01
5	TT	1,03	52,32	0,51	31,5	0,19	0,03	2,61	0,03	0,09	0,01	0,02	<0,01
6	TB	1,36	52,52	1,08	29,87	0,16	0,07	1,85	0,03	0,4	0,01	0,03	<0,01
TB toàn vùng:		1,06	51,57	0,53	31,79	0,26	0,03	2,66	0,03	0,08	0,01	0,02	<0,01
SXT:		1,12	53,28	0,51	30,16	0,24	0,02	2,96	0,06	0,18	0,02	0,01	<0,01

**Ghi chú:** Số thứ tự từ 1 đến 6 là kết quả phân tích hóa tinh quặng ilmenit của mẫu nhóm; vùng Tuy Phong - Bắc Phan Thiết: BT - tiểu khu Bình Thạnh, LS - tiểu khu Lương Sơn, HT - tiểu khu Hồng Thắng, HS - tiểu khu Hồng Sơn; vùng Hàm Thuận Nam - Xuyên Mộc: TT - tiểu khu Tiến Thành, TB - tiểu khu Tân Bình; SXT - tinh quặng mẫu sản xuất thử nghiệm.

**Bảng 5. Thành phần hóa học tinh quặng zircon**

Số TT	Tiểu khu	Hàm lượng chỉ tiêu phân tích (%)						
		$SiO_2$	$Al_2O_3$	$TiO_2$	$TFe_2O_3$	$ZrO_2$	$HfO_2$	$P_2O_5$
1	Bình Thạnh	32,56	0,37	0,28	0,16	64,33	1,39	0,11
2	Lương Sơn	32,62	0,25	0,26	0,13	63,93	1,39	0,11
3	Hồng Thắng	32,65	0,28	0,25	0,16	64,16	1,44	0,11
4	Hồng Sơn	32,54	0,24	0,23	0,16	64,49	1,43	0,10
5	Tiến Thành	33,19	0,32	0,39	0,11	63,52	1,41	0,13
6	Tân Bình	33,03	0,33	0,24	0,10	64,00	1,44	0,11
Trung bình toàn vùng:		32,76	0,30	0,27	0,13	64,07	1,42	0,11
SXT		32,20	0,30	0,29	0,16	64,36	1,30	0,19

**Ghi chú:** SXT - tinh quặng zircon thuộc mẫu sản xuất thử nghiệm.

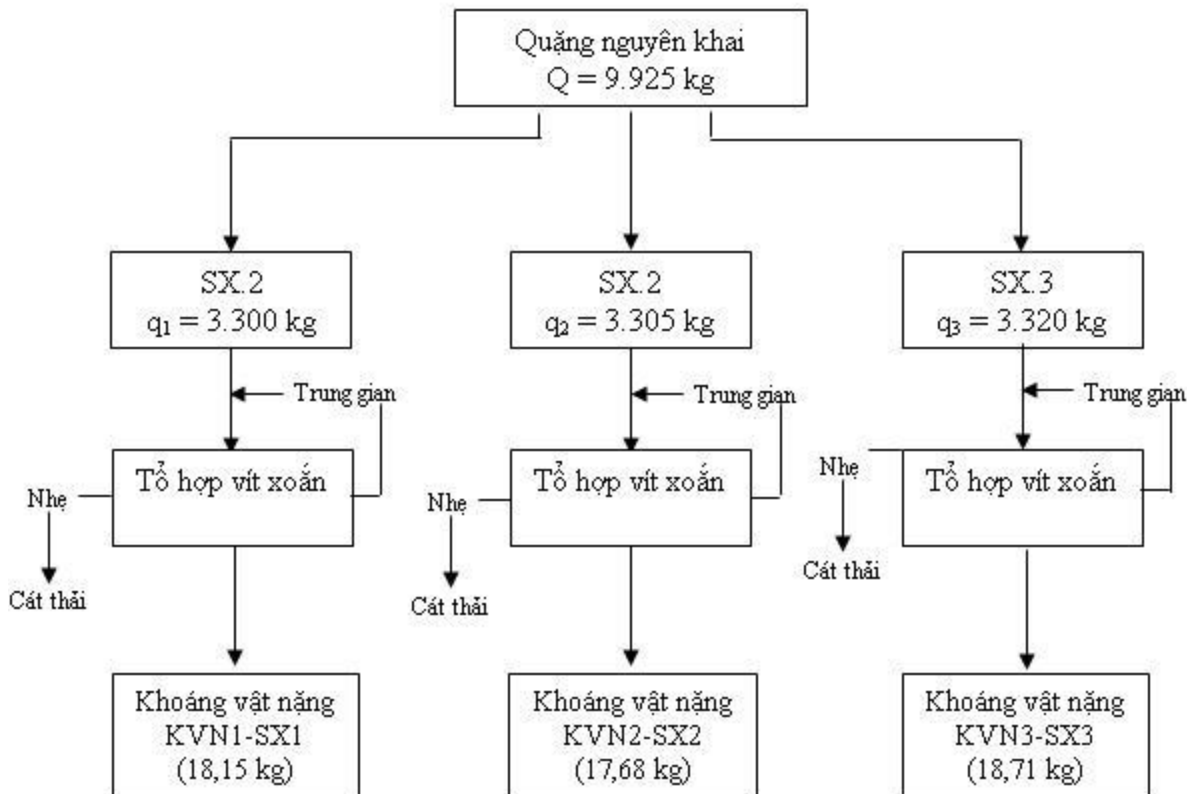
Cũng như tinh quặng ilmenit, chất lượng của tinh quặng zircon trong các tiểu khu khác nhau của vùng Ninh Thuận, Bình Thuận tương đối đồng đều. Hàm lượng  $ZrO_2$  và hàm lượng các oxit khác trong các mẫu chênh lệch nhau không lớn.

Kết quả phân tích cho thấy hàm lượng trung bình  $ZrO_2$  của tinh quặng zircon mẫu nhóm là 64,01% (bằng 95,3% so với tính toán lý thuyết); trong mẫu sản xuất thử là 64,36% (bằng 95,74% so với tính toán lý thuyết). Như vậy, tinh quặng zircon của mẫu nhóm và tinh quặng zircon của mẫu sản xuất thử có hàm lượng  $ZrO_2$  tương tự nhau và khá cao đối với yêu cầu công nghiệp. Hàm lượng các oxit có hại ( $TiO_2$  và  $Fe_2O_3$ ) thấp. Nguyên tố có ích Hf có hàm lượng cao; đây có thể là sản phẩm đồng hành thu được có lợi khi chế biến sâu tinh quặng zircon.

### III. PHƯƠNG ÁN VÀ TÍNH KHẢ THI TRONG KHAI THÁC, TUYỂN TRỌNG LỰC

Cát chứa quặng tầng cát đỏ có thành phần sét thay đổi từ 5 đến 12%, cá biệt có mẫu đến >15%. Tinh quặng trong tầng cát đỏ cũng có độ hạt nhỏ, chủ yếu là nhỏ hơn 0,1 mm. Đặc điểm đó gây khó khăn nhất định trong quá trình tuyển trọng lực qua vít xoắn, làm giảm độ thu hồi tinh quặng, nhất là khi nước có bột, sét ở dạng lơ lửng. Nếu đảm bảo được chất lượng nước khi đãi rửa thì mức độ thất thoát quặng sẽ được giảm đáng kể. Mặt khác, cần hiệu chỉnh hợp lý các thông số kỹ thuật của các thiết bị tuyển thì tỉ lệ thu hồi sẽ đạt trên 80%.

Kết quả thí nghiệm tuyển trọng lực 3 phần mẫu của mẫu sản xuất thử: SX.01 (khối lượng 3.320 kg) tuyển trọng lực trực tiếp không ngâm nước, SX.02 (khối lượng 3.305 kg) ngâm trong nước 1 giờ trước khi tuyển, SX.03 (khối lượng 3.300 kg) ngâm trong nước 10 giờ trước khi tuyển (Hình 1) được trình bày trong các Bảng 6, 7 và 8.



Hình 1. Sơ đồ tuyển trọng lực các phần của mẫu sản xuất thử nghiệm bằng vít dũi.

Bảng 6. Kết quả phân tích mẫu đầu quặng trước khi thử nghiệm

Phân mẫu	Hàm lượng (%)							
	KVN	Titan	Ilmenit	Rutil	Anatas	Leucoxen	Zircon	Monazit
SX.01	0,656	0,581	0,518	0,011	0,005	0,047	0,074	0,001
SX.02	0,687	0,602	0,544	0,009	0,004	0,045	0,084	0,001
SX.03	0,672	0,593	0,534	0,011	0,003	0,045	0,079	0,001
Trung bình	0,672	0,592	0,532	0,010	0,004	0,046	0,079	0,001

Bảng 7. Kết quả tuyển trọng lực và phân phân tích hàm lượng các thành phần

Số hiệu phân mẫu	Khối lượng (kg)	Hàm lượng các thành phần (%)						
		Zircon	Ilmenit	Rutil	Monazit	KV khác	Silicat	Sét
KVN1-SX1	18,15	13,02	71,01	0,77	0,10	0,58	7,85	1,00
KVN1-SX2	17,68	13,12	69,35	0,66	0,10	0,61	10,67	0,35
KVN1-SX3	18,71	13,04	68,93	0,65	0,10	0,69	10,43	0,10

Bảng 8. Xác định độ thu hồi các thành phần sau tuyển trọng lực

Phân mẫu	Zircon			Ilmenit			Rutil			Monazit			Tổng KVN có ích		
	Đầu (kg)	Thu (kg)	Độ TH (%)	Đầu (kg)	Thu (kg)	Độ TH (%)	Đầu (kg)	Thu (kg)	Độ TH (%)	Đầu (kg)	Thu (kg)	Độ TH (%)	Đầu (kg)	Thu (kg)	Độ TH (%)
SX01	2,46	2,36	96,19	17,20	12,89	74,94	0,37	0,14	38,27	0,03	0,02	54,67	20,05	15,41	76,84
SX02	2,78	2,32	83,55	17,98	12,26	68,20	0,30	0,12	39,23	0,03	0,02	53,49	21,09	14,72	69,79
SX03	2,61	2,44	93,59	17,62	12,90	73,19	0,36	0,12	33,50	0,03	0,02	56,70	20,63	15,48	75,04

**Ghi chú:** Đầu - Khối lượng khoáng vật trong phần mẫu nguyên khai (tính được qua kết quả phân tích khoáng vật đầu quặng); Thu - Khối lượng khoáng vật thu được sau khi tuyển trọng lực (tính theo kết quả phân tích khoáng trong các phần nặng); Độ TH - Độ thu hồi.

Các Bảng 6, 7 và 8 cho thấy 3 phần mẫu được thực hiện theo quy trình khác nhau, nhưng tỷ lệ thu hồi tương đương nhau. Các khoáng vật zircon, monazit có cỡ hạt nhỏ hơn các khoáng vật titan nên dễ bị thất thoát trong khi tuyển, dẫn đến hệ số thu hồi thấp hơn.

Các kết quả sản xuất thử nghiệm mẫu nguyên khai và việc tham khảo công nghệ khai thác titan-zircon trong tầng cát đỏ của các doanh nghiệp trong thời gian qua cho thấy muốn sản xuất hiệu quả cần:

a. Kiểm soát việc duy trì chế độ cấp/phối nước sạch vào đầu cấp của cụm vít chặt chẽ.

b. Hệ thống bãi thải và hồ xử lý nước thải hồi lưu cần diện tích rộng/dài hơn so với các mỏ titan cát trắng thông thường để có thể đảm bảo chất lượng nước hồi lưu không còn bị nhiễm sét nặng. Ngoài ra, nước thải hồi lưu cần được đưa vào hồ lắng sét trước khi cấp hồi lưu về moong khai thác (hoặc cụm vít tuyển tách).

c. Đối với các khu mỏ có hàm lượng sét đỏ cao, khi khai thác sẽ có một lớp sét lắng trên bề mặt moong khai thác tạo nên lớp chống thấm nước, vì vậy sẽ rất thuận lợi trong việc sử dụng công nghệ nâng hạ moong khai thác để có thể điều chỉnh mực nước lên xuống để hạn chế độ sâu của moong khai thác.

d. Hiện nay, năng suất tuyển tách của mỏ cát đỏ luôn thấp hơn năng suất tuyển tách của mỏ cát trắng nếu cùng một hệ thống vít tuyển. Nguyên nhân, nhu cầu sử dụng nước của mỏ cát đỏ thường cao hơn so với mỏ cát trắng để xử lý sét đỏ, vì vậy cần có phương án về nguồn cấp nước để có thể đảm bảo năng suất tuyển tách của mỏ cát đỏ tương đương với mỏ cát trắng.



Hình 2. Moong khai thác sa khoáng trong cát đỏ của Công ty Cổ phần Khoáng sản Đường Lâm, tỉnh Bình Thuận.



Hình 3. Moong khai thác sa khoáng trong cát đỏ của Công ty Cổ phần Khoáng sản Trung Việt, tỉnh Ninh Thuận.



Hình 4. Tinh quặng ilmenit tại nhà máy Bằng Hữu sau khi tuyển tách, chuẩn bị đóng bao.



Hình 5. Tinh quặng tại nhà máy Bằng Hữu đang chờ xuất kho.

#### **IV. PHƯƠNG ÁN VÀ TÍNH KHẢ THI TRONG TUYỂN, TÁCH TINH QUẶNG**

Theo kết quả nghiên cứu thử nghiệm với mẫu nguyên khai có khối lượng 9.925 kg, sau khi tuyển trọng lực và sấy khô khoáng vật nặng để tuyển từ tính và tĩnh điện, đã tách được các sản phẩm và bán thành phẩm như sau:

- 39,9 kg sản phẩm ilmenit A có hàm lượng ilmenit 99,2%;
- 5,7 kg sản phẩm zircon có hàm lượng Zr 99,0%;
- 0,5 kg sản phẩm ilmenit B có hàm lượng ilmenit 99,0%;

- 0,5 kg bán thành phẩm rutil hàm lượng rutil 51,3%;
- 0,1 kg bán thành phẩm monazit có hàm lượng monazit 71,6%;
- Tổng khối lượng là 46,7 kg.

Độ thu hồi tinh quặng được tính toán tại Bảng 9.

Sau khi thực hiện nghiên cứu thử nghiệm tuyển, tách tinh quặng bằng hệ thống tuyển từ và tuyển điện công nghiệp, so sánh với độ thu hồi các khoáng vật sau khi tuyển trọng lực (Bảng 8) ta thấy độ thu hồi của ilmenit không hề giảm, mà có phần tăng lên; các khoáng vật zircon, rutil có độ thu hồi giảm. Điều này chứng tỏ một lượng khoáng vật rutil và zircon có thể lẫn với ilmenit hoặc monazit.

**Bảng 9. Tính toán độ thu hồi sản phẩm sau tuyển, tách tinh quặng**

STT	Sản phẩm tuyển	Tính theo mẫu nguyên khai (kg)	Theo kết quả tuyển (kg)	Độ thu hồi (%)
1	Ilmenit	52,80	40,0	75,7
2	Rutil	1,03	0,26	25,2
3	Zircon	7,84	5,70	72,7
4	Monazit	0,10	0,07	72,0
	Tổng	61,77	46,43	75,2

Mặt hạn chế của nghiên cứu thử nghiệm là mẫu nguyên khai có khối lượng quá nhỏ để tuyển trọng lực bằng hệ thống vít xoắn; phần khoáng vật nặng sau khi tuyển trọng lực cũng quá ít để thử nghiệm tuyển tách khoáng vật bằng thiết bị công nghiệp. Chính vì vậy, việc thất thoát khoáng vật chắc chắn xảy ra làm giảm độ thu hồi tinh quặng. Tuy nhiên, với khối lượng nhỏ khoáng vật nặng như vậy đem áp dụng thử nghiệm trên thiết bị công nghiệp mà đạt được độ thu hồi trung bình 75,2% đã chứng tỏ tính khả thi trong việc khai thác, tuyển tách tinh quặng.

Tầng cát đỏ có thành phần khoáng vật của cát quặng tương đối đơn giản theo đặc điểm vật lý để tuyển tách. Cụ thể là cát chứa quặng gồm chủ yếu là thạch anh, không chứa các khoáng vật tạo đá khó tách như disthen, staurolit, andalusit, pyroxen như một số vùng mỏ khác của thế giới.

Hạt quặng nhỏ tạo điều kiện thuận lợi trong quá trình tuyển tách từ và điện do các hạt nhỏ, tương đối đồng đều, dễ phân tách theo các tính chất từ, điện.

Việc trao đổi với các kỹ sư tuyển khoáng Ukraina làm việc tại nhà máy tuyển của Công ty Cổ phần Khoáng sản Bằng Hữu về việc so sánh với sa khoáng hiện đang khai thác tại Ukraina cho thấy một số nhận xét sau:

a. Sa khoáng ở đây thuộc loại tốt hơn, có giá trị kinh tế cao hơn, do có hàm lượng zircon khá cao, thuộc loại dễ tuyển vì có kích thước hạt nhỏ, tương đối đồng đều, không chứa các khoáng vật tạo đá khó tách.

b. Khoáng vật nặng có ích trong tầng cát đỏ chủ yếu là ilmenit và zircon và thường rất mịn (D50 = 75 micron, D98 = 115 micron), vì vậy các thiết bị tuyển từ và tuyển điện thường chỉ đạt được 75% so với công suất thiết kế khi tuyển tách loại quặng này.

c. Cỡ hạt zircon tinh quặng rất mịn, với 50% nhỏ hơn 75 micron, góp phần giảm năng lượng cho quá trình nghiền zircon siêu mịn có cỡ hạt dưới 75 micron.



Từ những đặc điểm trên, để sản xuất (tách lọc tinh quặng và chế biến sâu) có hiệu quả cao nhất cần tập trung đầu tư công nghệ tiên tiến, hiện đại của Mỹ, Nam Phi và Australia, ... Ngoài ra, các máy móc thiết bị khi lắp đặt phải có sự kiểm tra của các chuyên gia trong và ngoài nước giàu kinh nghiệm và phải được thường xuyên kiểm tra, cải tiến và bảo dưỡng trong suốt quá trình hoạt động.

Như vậy, ta thấy là việc tuyển rửa và tuyển tách quặng sa khoáng trong tầng cát đỏ trên các dây chuyền thiết bị hiện tại rất có hiệu quả và không có gì khó khăn trong việc thực hiện.

## V. KẾT LUẬN

Quặng sa khoáng titan-zircon ven biển Ninh Thuận, Bình Thuận có tiềm năng rất lớn và là nguồn tài nguyên khoáng sản quý của đất nước. Nếu được đầu tư công nghệ khai thác, chế biến hợp lý, nguồn tài nguyên này sẽ góp phần quan trọng trong việc phát triển kinh tế đất nước trước mắt và lâu dài. Mặc dù trong thành phần cát đỏ có một lượng sét xấp xỉ 10%, nhưng hiện tượng này không ảnh hưởng lớn đến quá trình tuyển trọng lực và hoàn toàn không ảnh hưởng đến việc tuyển, tách tinh quặng. Việc đầu tư khai thác quặng titan-zircon trong tầng cát đỏ hoàn toàn có tính khả thi nếu được đầu tư sử dụng thiết bị tiên tiến và quy trình khai thác, chế biến hợp lý.

## VĂN LIỆU

1. **Cao Văn Hồng, 2010.** Xu hướng công nghệ chế biến sâu quặng titan trên thế giới và ở Việt Nam hiện nay. *Tuyển tập Báo cáo HN KH-CN Tuyển khoáng toàn quốc lần III, Hà Nội.*

2. **Đình Thanh Hoàng (Chủ biên), 2010.** Báo cáo Thăm dò mỏ titan-zircon sa khoáng khu vực Long Sơn - Suối Nước, phường Mũi Né, TP. Phan Thiết, Bình Thuận. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

3. **Lê Văn Tường (Chủ biên), 2009.** Báo cáo Thăm dò mỏ sa khoáng titan-zircon khu vực Vũng Môn, Bắc Bình, Bình Thuận. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

4. **Nguyễn Văn Thuấn, Trần Văn Thảo, 2008.** Tiềm năng sa khoáng titan-zircon công nghiệp trong tầng cát đỏ thuộc hệ tầng Phan Thiết ở dải ven biển Nam Trung Bộ. *TC Địa chất, A/308 : 18-24. Hà Nội.*

5. **Trần Văn Thảo (Chủ biên), 2008.** Báo cáo Điều tra, đánh giá triển vọng sa khoáng ven biển từ Khánh hòa đến Bà Rịa - Vũng Tàu. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

6. **Trần Văn Thảo, 2010.** Một số nhìn nhận mới về tiềm năng sa khoáng titan-zircon trong tầng cát đỏ vùng Ninh Thuận, Bình Thuận và Bắc Bà Rịa - Vũng Tàu. *TC Địa chất, A/320 : 348-354. Hà Nội.*

7. **Trần Văn Thảo (Chủ biên), 2010.** Báo cáo sơ bộ Kết quả điều tra, đánh giá tiềm năng sa khoáng titan-zircon vùng Ninh Thuận, Bình Thuận và Bắc Bà Rịa - Vũng Tàu. *Lưu trữ Liên đoàn ĐC TTB, Quy Nhơn.*

8. **Trần Văn Thảo (Chủ biên), 2010.** Báo cáo Kết quả lấy, nghiên cứu sản xuất thử quặng sa khoáng titan-zircon trong tầng cát đỏ. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*