

# THIỆU HOÀN NGUYÊN QUẶNG TINH ILMENIT TRONG TẦNG CÁT ĐỎ TỈNH BÌNH ĐỊNH

NGUYỄN HỒNG QUÂN<sup>B</sup>, ĐỖ HỒNG AN,  
 NGUYỄN HỒNG QUÂN - Viện KH&CN Mỏ-Luyện kim  
 Email: hongquan.vimluki86@gmail.com

## 1. Mở đầu

Hiện nay, Việt Nam mới chỉ tập trung vào công nghệ chế biến xỉ titan từ quặng tinh ilmenit sa khoáng trong tầng cát xám, thuộc các vùng ven biển từ Thanh Hóa đến Bình Định. Nguồn khoáng sản titan từ sa khoáng ven biển đang dần cạn kiệt.

Theo quy hoạch titan, tổng trữ lượng và tài nguyên khoáng vật nặng có ích trong tầng cát đỏ của Ninh Thuận và Bình Thuận là 616.230 nghìn tấn, chiếm 93,8 % tổng trữ lượng và tài nguyên khoáng vật nặng trong tầng cát đỏ của cả nước, chiếm 92 % tổng trữ lượng và tài nguyên quặng titan Việt Nam [4]. Do đó, việc nghiên cứu công nghệ chế biến sâu quặng titan trong vùng cát đỏ ở Bình Thuận, Ninh Thuận là vấn đề lớn cần được nghiên cứu triển khai.

Ngày nay, hầu hết các nước có nền công nghiệp phát triển trên thế giới đã sử dụng phương pháp luyện xỉ titan hai giai đoạn vì phương pháp này có những ưu điểm hơn so với luyện một giai đoạn như: các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật được cải thiện, nhất là chỉ tiêu tiêu thụ điện năng; có thể luyện được xỉ titan với hàm lượng sắt thấp; thời gian luyện được rút ngắn, tăng năng suất lò; Dễ dàng áp dụng điều khiển tự động cho vận hành lò hồ quang [2].

Công nghệ luyện xỉ titan hai giai đoạn gồm có:

➤ Giai đoạn I: thiêu hoàn nguyên quặng tinh ilmenit bằng cacbon rắn;

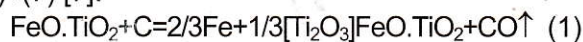
➤ Giai đoạn II: luyện xỉ titan trong lò điện hồ quang.

Bài báo trình bày quá trình nghiên cứu thiêu hoàn nguyên quặng tinh ilmenit trong tầng cát đỏ tỉnh Bình Thuận nhằm xác định mức độ kim loại hóa sắt. Mức độ kim loại hóa sắt cao sẽ giúp cho quá trình luyện xỉ titan trong lò hồ quang dễ dàng hơn.

## 2. Cơ sở lý thuyết quá trình hoàn nguyên ilmenit

Quá trình hoàn nguyên oxyt sắt và oxyt titan trong thành phần quặng tinh ilmenit là quá trình hoàn nguyên kim loại bằng cacbon rắn. Khi hoàn

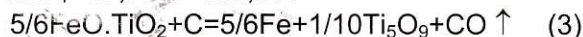
nguyên ilmenit bằng cacbon rắn, sắt và titan được hoàn nguyên. Do tương quan về ái lực hóa học, sắt được hoàn nguyên trước theo các phản ứng (1)-(7) [7].



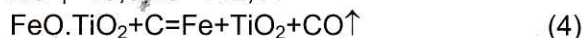
$$\Delta G_T^0 = 17,4 \cdot 10^4 - 157,2T$$



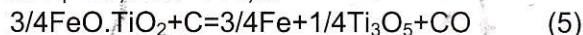
$$\Delta G_T^0 = 17,7 \cdot 10^4 - 157,87T$$



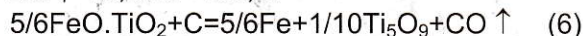
$$\Delta G_T^0 = 15,6 \cdot 10^4 - 142,1T$$



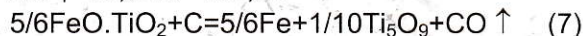
$$\Delta G_T^0 = 16,1 \cdot 10^4 - 144,6T$$



$$\Delta G_T^0 = 18,5 \cdot 10^4 - 157,2T$$

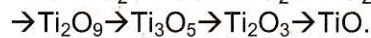
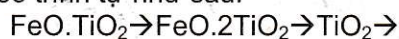


$$\Delta G_T^0 = 19,6 \cdot 10^4 - 154,6T$$



$$\Delta G_T^0 = 23,6 \cdot 10^4 - 165,1T$$

Baikova A.A. [5] nhận thấy, quá trình hoàn nguyên quặng tinh ilmenit bằng cacbon rắn xảy ra theo trình tự như sau:



Như vậy, sử dụng cacbon để thiêu hoàn nguyên thì chỉ có sắt bị hoàn nguyên thành kim loại,  $\text{TiO}_2$  chỉ bị hoàn nguyên rõ rệt khi mức độ hoàn nguyên xỉ rất cao ( $\text{FeO} < 5\%$ ). Hành vi của một số tạp chất chính trong quặng tinh ilmenit trong quá trình hoàn nguyên như sau:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  bị hoàn nguyên một phần; khoảng 47 % P tập trung vào kim loại, gần 32 % ở lại xỉ, lượng P còn lại chuyển vào pha khí. Khoảng 40 % S chuyển vào xỉ, gần 15 % chuyển vào kim loại, phần còn lại chuyển vào pha khí (nguồn sinh ra S chủ yếu ở than antraxit). Hệ số phân bố giữa xỉ và kim loại của các nguyên tố là  $S=0,8$ ;  $P=0,5$ ; MnO khi luyện hoàn nguyên đáng kể, tuy nhiên nó lại dễ bay hơi [9]. Thông thường hàm lượng Mn trong kim loại bằng 0,06 % còn trong xỉ gần 1 % [5].

**3. Thực nghiệm**

**3.1. Mẫu nghiên cứu**

Mẫu nghiên cứu là quặng tinh ilmenit do Công ty TNHH MTV Hưng Thịnh, tỉnh Bình Thuận cung cấp. Khối lượng quặng tinh đem thí nghiệm thiêu hoàn nguyên là 200 kg. Mẫu nghiên cứu được trộn đều bằng phương pháp hình nón chia tư, phân tích thành phần cấp hạt bằng bộ rây tiêu chuẩn. Phân tích thành phần hóa học tại Trung tâm Phân tích hóa lý thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim (Tiêu chuẩn Vilas 143), phân tích thành phần khoáng vật bằng phương pháp nhiễu xạ tia Rơnghen trên thiết bị Siemens D5005 (Đức) tại Khoa Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên-Đại học Quốc gia Hà Nội.

**3.2. Thiết bị nghiên cứu**

Quá trình thiêu hoàn nguyên quặng tinh ilmenit được thực hiện trong lò nung Vecstar (Anh), một số thông số kỹ thuật của thiết bị nung như sau:

- Nhiệt độ nung tối đa 1300 °C;
- Công suất: 9 kW.



H.1. Thiết bị thiêu hoàn nguyên

**3.3. Một số tính toán cho nghiên cứu**

➢ Mức độ kim loại hóa sắt. Mức độ kim loại hóa sắt từ quặng tinh ilmenit được xác định bằng công thức [3]:

$$H = \frac{m_{tt} \times 100}{m_{it}} \quad (9)$$

Trong đó: H - Mức độ kim loại hóa sắt, %;  $m_{tt}$  - Khối lượng sắt kim loại có trong thiêu phẩm;  $m_{it}$  - Khối lượng sắt kim loại có trong quặng tinh ilmenit.

➢ Tính toán tỷ lệ than hoàn nguyên sắt. Các tạp chất có trong quặng tinh gồm các oxyt của sắt, mangan, nhôm, canxi... Tuy nhiên, khi tính toán, chỉ xét đến sự hoàn nguyên của sắt oxyt (FeO và Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) mà không xét đến sự hoàn nguyên của các oxyt khác có trong quặng tinh do chúng hoàn nguyên không đáng kể trong điều kiện thí nghiệm.

Coi quá trình hoàn nguyên là toàn bộ 100 % oxyt sắt có trong quặng tinh được chuyển thành sắt kim loại. Các phản ứng hoàn nguyên oxyt sắt như sau:



Hệ số tiêu hao than theo:

➢ Hàm lượng của FeO với phản ứng (10):  $12/72 = 0,167$ ;

➢ Hàm lượng của Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> với phản ứng (11):  $3 \times 12/160 = 0,225$ .

Với hàm lượng cacbon trong than antraxit trung bình là 86 % thì tỷ lệ than antraxit theo lý thuyết đưa vào mỗi mẻ thiêu có thể được tính như sau:

$$[A] = [FeO] \times 0,167 + ([Fe_2O_3] \times 0,225) / 0,86 \quad (12)$$

Trong đó: [A] - Tỷ lệ than tính theo khối lượng quặng tinh, %; [FeO] - Hàm lượng FeO có trong quặng tinh, %; [Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>] - Hàm lượng Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> có trong quặng tinh, %.

**3.4. Kết quả và thảo luận**

**3.4.1. Thành phần hóa học và thành phần khoáng vật**

Do được tạo thành ở những điều kiện khác nhau, quặng tinh ilmenit thường có thành phần vật chất (bao gồm thành phần hóa học và thành phần khoáng vật) cũng như những tính chất vật lý khác nhau. Thành phần vật chất của ilmenit lại tác động đến công nghệ xử lý nó để nhận được sản phẩm có độ sạch cao [9]. Việc nghiên cứu chi tiết thành phần vật chất của quặng tinh ilmenit khi muốn đưa vào chế biến là điều không thể thiếu vì biết thành phần vật chất sẽ cho phép định hướng trong nghiên cứu công nghệ, giải thích các hiện tượng và có thể rút ngắn quá trình nghiên cứu này.

Bằng phương pháp phân tích thành phần cấp hạt trên bộ rây tiêu chuẩn, phân tích hóa học bằng phương pháp chuẩn nồng độ, phương pháp nhiễu xạ tia Rơnghen. Các kết quả được trình bày trong các Bảng 1, 2, 3 và H.2.

Bảng 1. Thành phần cấp hạt quặng tinh ilmenit trong tầng cát đỏ Bình Thuận

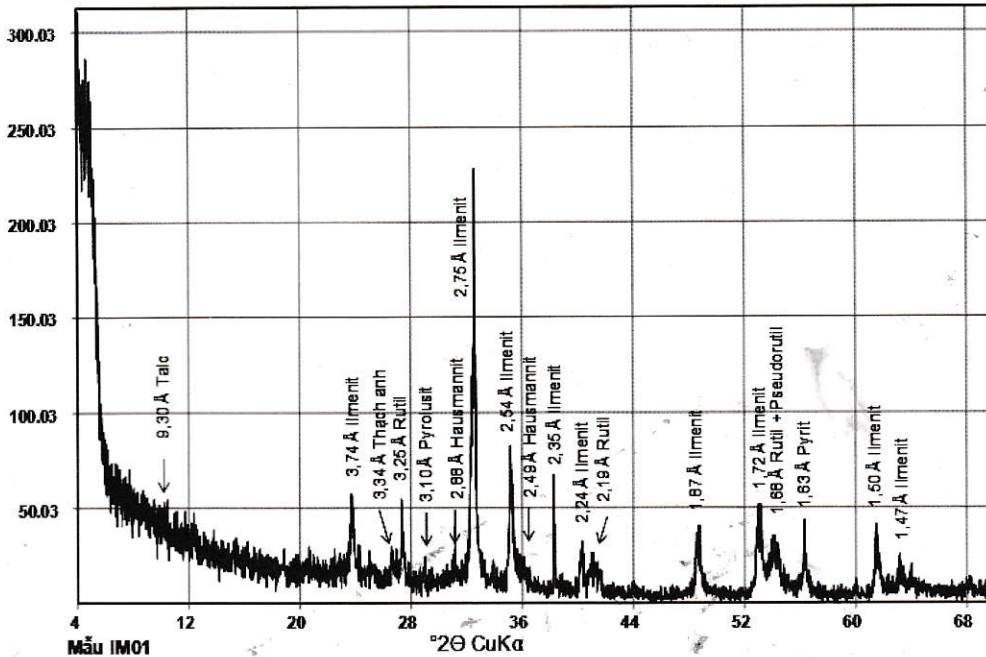
Cấp hạt, mm	Phân bố, %
+ 0,176	1,23
-0,176+0,125	34,21
-0,125+0,105	36,86
-0,105+0,075	24,45
-0,075	3,25
Tổng	100,00

Bảng 2. Thành phần hóa học mẫu quặng tinh ilmenit trong tầng cát đỏ Bình Thuận.

Thành phần	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	SiO <sub>2</sub>	MnO
Hàm lượng, %	52,4	19,15	19,69	2,41	3,65

Kết quả phân tích thành phần cấp hạt quặng tinh ilmenit trong tầng cát đỏ Bình Thuận cho thấy, quặng tinh ilmenit vùng này thuộc dạng tương đối mịn, gần 100 % cấp hạt <0,176 mm. Như vậy, để quá trình

luyện xỉ titan diễn ra thuận lợi, tăng độ thông khí, tránh tắc lò, bay bụi,... thì quặng tinh ilmenit đã thiêu hoàn nguyên cần được vè viên hoặc đóng bánh trước khi đưa vào luyện trong lò điện hồ quang [8].



H.2. Kết quả nhiễu xạ Ronghen của quặng tinh ilmenit trong tầng cát đỏ Bình Thuận

Bảng 3. Thành phần khoáng vật quặng tinh ilmenit trong tầng cát đỏ Bình Thuận.

Khoáng vật	Công thức khoáng vật	Hàm lượng, %
Ilmenit	FeTiO <sub>3</sub>	64
Rutil	TiO <sub>2</sub>	12
Pseudo-rutil	Fe <sub>2</sub> Ti <sub>3</sub> O <sub>9</sub>	10
Pyrit	FeS <sub>2</sub>	3
Hematit	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3
Thạch anh	SiO <sub>2</sub>	2
Talc	Mg <sub>3</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>	1
Pyrolusit	MnO <sub>2</sub>	2
Hausmannit	Mn <sup>2+</sup> Mn <sup>3+</sup> <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	3
Tổng cộng		100

Chất lượng quặng tinh cho luyện xỉ được tính theo công thức:

$$\alpha = \frac{\text{TiO}_2}{100 - (\text{TiO}_2 + \text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3)} \quad (11)$$

Trong đó: TiO<sub>2</sub>, FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - Các hàm lượng TiO<sub>2</sub>, FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> có trong quặng tinh.

Khi α ≥ 5 thì đó là quặng tốt cho quá trình luyện xỉ [2]. Kết quả phân tích thành phần vật chất mẫu quặng tinh ilmenit trong tầng cát đỏ tỉnh Bình Thuận thấy rằng, hàm lượng TiO<sub>2</sub> đạt 52,40 %, thuộc loại giàu thành phần có ích. TiO<sub>2</sub> tồn tại trong

3 khoáng vật là ilmenit, rutil và pseudo-rutil nhưng chủ yếu ở dạng ilmenit (chiếm 64 %).

Mẫu quặng tinh cho nghiên cứu có thành phần sắt tổng (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+FeO) chiếm 38,84 % khối lượng quặng tinh và có hệ số α ≈ 6 nên là mẫu quặng tốt cho quá trình luyện xỉ titan.

Thành phần MnO là 3,65 % khá cao so với quặng tinh ilmenit sa khoáng ven biển Việt Nam (quặng tinh ilmenit trong tầng cát xám là thường <1 % [2]). Khoáng vật chứa Mn bao gồm Pyrolusit và Hausmannit, là hai khoáng vật chứa mangan dạng oxyt. Theo một số tài liệu nghiên cứu về thành phần vật chất quặng ilmenit [6], cho thấy mangan tồn tại trong quặng tinh không chỉ ở dạng đơn chất mà còn ở dạng thay thế đồng hình với sắt (Mn,Mg,Fe)TiO<sub>3</sub> trong khoáng vật ilmenit.

Khoáng vật chứa mangan và khoáng vật ilmenit [6] đều bị nhiễm từ nhưng có thể tuyển tách ở các dải cường độ từ trường khác nhau. Bằng phương pháp tuyển từ, mangan oxyt tồn tại độc lập đã được loại bỏ phần lớn ở cường độ từ trường thấp hơn so với khoáng ilmenit. Tuy nhiên, khi Mn thay thế đồng hình với Fe trong khoáng vật ilmenit thì không thể tách được bằng phương pháp tuyển. Do đó, quặng tinh ilmenit sẽ chứa nhiều mangan. Khi hàm lượng Mn trong quặng tinh ilmenit cao sẽ làm giảm chất lượng sản phẩm xỉ titan - nguyên liệu chủ yếu để sản xuất pigment titan.

**3.4.2. Thực nghiệm quá trình thiêu hoàn nguyên quặng tinh ilmenit**

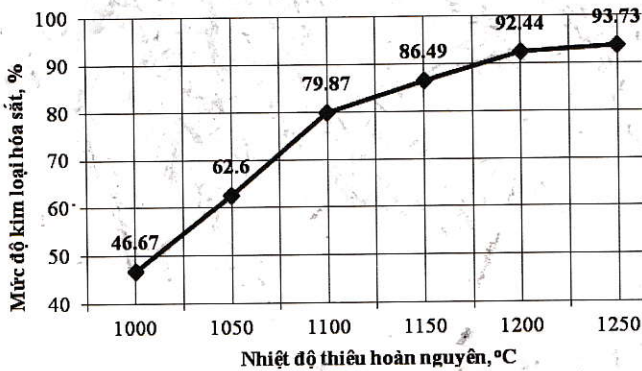
**a. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến mức độ kim loại hóa sắt**

Theo tài liệu [1], sự hoàn nguyên ilmenit bằng CO hoặc C rắn tiến hành qua 3 vùng động học, tới 1100 °C là vùng động học hóa học, từ 1100 °C đến 1300 °C là vùng động học chuyển tiếp, lớn hơn 1300 °C là vùng động học khuếch tán. Do đó, lựa chọn nhiệt độ hoàn nguyên phù hợp với các vùng động học để phản ứng hoàn nguyên được tốt nhất.

Điều kiện thí nghiệm như sau:

- Nhiệt độ thiêu lựa chọn từ 1000÷1250 °C;
- Thời gian thiêu: 120 phút;
- Tỷ lệ than antraxit: 10,8 % so với khối lượng quặng tinh ilmenit.

Kết quả thí nghiệm được trình bày trong H.3.



H.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến mức độ kim loại hóa sắt

Kết quả thực nghiệm cho thấy, khi nhiệt độ thiêu hoàn nguyên tăng lên từ 1000÷1200 °C, mức độ kim loại hóa sắt liên tục tăng theo. Ở 1200 °C, mức độ kim loại hóa sắt đạt 92,44 %. Khi tăng nhiệt độ thiêu lên 1250 °C, mức độ kim loại hóa sắt đạt 93,73 %, cao hơn so với 1200 °C. Tuy nhiên ở nhiệt độ này, sản phẩm tạo dung dịch rắn thành phần  $n[(Fe,Ti)Ox2TiO_2]_pTiO_2$  tương ứng với công thức và cấu trúc của anosovit [2] nên quặng tinh ilmenit bị biến mềm, rất khó xử lý cho các khâu tiếp theo. Do đó, lựa chọn nhiệt độ thiêu hoàn nguyên quặng tinh ilmenit là 1200 °C cho các thí nghiệm tiếp theo.

**b. Ảnh hưởng của thời gian đến mức độ kim loại hóa sắt**

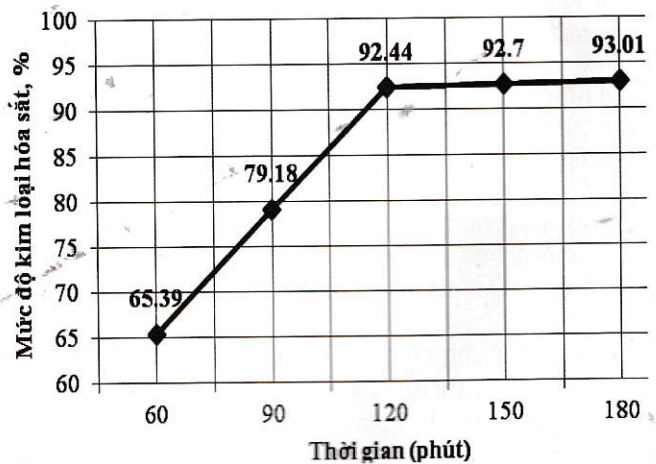
Tham khảo tài liệu [1] cho thấy, mức độ kim loại hóa sắt tăng mạnh trong khoảng 15 đến 30 phút đầu của quá trình hoàn nguyên. Quá trình này sẽ tăng chậm trong khoảng thời gian tiếp theo do hàm lượng sắt oxyt trong thiêu phẩm giảm nên hoạt độ của FeO giảm, tương ứng với mức độ kim loại hóa sắt tăng chậm.

Điều kiện thí nghiệm như sau:

- Tỷ lệ than antraxit: 10,8 % so với khối lượng quặng tinh ilmenit;
  - Nhiệt độ thiêu: 1200 °C;
  - Thời gian thiêu thay đổi từ 60÷180 phút.
- Kết quả thí nghiệm được trình bày trong H.4.

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian thiêu hoàn nguyên cho thấy, khi tăng thời gian thiêu hoàn nguyên từ 60÷120 phút thì mức độ kim loại hóa sắt từ sắt oxyt thành sắt kim loại tăng từ 65,39 % tới 92,44 %.

Khi kéo dài thời gian thiêu từ 120 phút tới 180 phút, mức độ kim loại hóa sắt tăng theo không đáng kể, đạt 93,01 % với thời gian thiêu là 180 phút. Việc kéo dài thời gian thiêu nhưng mức độ kim loại hóa sắt tăng lên không đáng kể là do lúc này trong thiêu phẩm gần như sắt oxyt đã chuyển hết về dạng sắt kim loại. Kéo dài thời gian thiêu lúc này chỉ tốn thêm nhiên liệu cấp cho quá trình. Vì vậy, chọn thời gian thiêu hoàn nguyên sắt trong quặng tinh ilmenit là 120 phút để tiến hành các nghiên cứu tiếp theo.



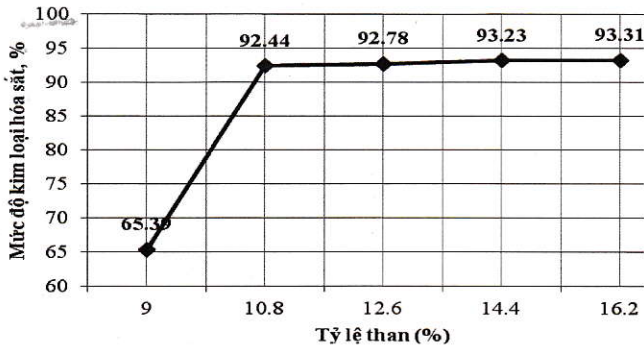
H.4. Ảnh hưởng của thời gian đến mức độ kim loại hóa sắt

**c. Ảnh hưởng của tỷ lệ than đến mức độ kim loại hóa sắt**

Than đưa vào chủ yếu để hoàn nguyên sắt oxyt, tuy nhiên trong than có một số tạp chất có hại như: P, S,... Vì vậy, cần chọn tỷ lệ than sao cho mức độ kim loại hóa sắt đạt cao nhất, tiêu hao than hoàn nguyên ít nhất cũng như giảm tạp chất P, S,... có hại trong than đi vào sản phẩm xỉ titan.

Điều kiện thí nghiệm như sau:

- Nhiệt độ: 1200 °C;
  - Thời gian: 120 phút;
  - Tỷ lệ than hoàn nguyên (%): 9; 10,8; 12,6; 14,4; 16,2 % so với khối lượng quặng tinh ilmenit.
- Kết quả thí nghiệm được trình bày trong H.5.



H.5. Ảnh hưởng của tỷ lệ than đến mức độ kim loại hóa sắt

Với tỷ lệ than 9 % (tính theo lý thuyết), lượng than hoàn nguyên không đủ cho phản ứng hoàn nguyên sắt diễn ra, do đó mức độ kim loại hóa sắt thấp (chỉ đạt 65,39 %).

Thực tế cho thấy: lượng than sử dụng cho quá trình thiêu hoàn nguyên đã chưa tính cho hoàn nguyên các oxyt khác và một phần bị cháy hao trong quá trình thiêu.

Khi tăng lượng than hoàn nguyên lên 10,8 %, mức độ kim loại hóa sắt đạt 92,44 %. Tiếp tục tăng tỉ lệ than hoàn nguyên lên 12,6; 14,4 hay 16,2 % thì hiệu suất hoàn nguyên tăng lên rất ít (từ 92,44 lên 93,31 %).

Bảng 4. Thành phần hóa học các mẻ thiêu hoàn nguyên quặng tinh ilmenit trong tầng cát đỏ

Thí nghiệm	Hàm lượng các nguyên tố (%)					
	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>KL</sub>	MnO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C
1	61,78	27,46	3,46	0,15	0,27	0,28
2	61,57	27,36	3,50	0,18	0,31	0,35
3	61,69	27,58	3,55	0,13	0,28	0,33
4	61,73	27,43	3,42	0,17	0,26	0,29
5	61,80	27,25	3,51	0,14	0,29	0,32
TB	61,71	27,42	3,49	0,15	0,28	0,31

Nguyên nhân là do hàm lượng sắt oxyt trong quặng tinh ilmenit đã được hoàn nguyên gần hết về dạng sắt kim loại.

Việc tăng tỉ lệ than lên đến 12,6 % không những không hiệu quả mà còn tăng lượng than dư trong sản phẩm thiêu, sẽ dẫn đến tăng thời gian tuyển tách than. Do đó, lựa chọn tỉ lệ than hoàn nguyên là 10,8 %.

Từ các thông số công nghệ đã lựa chọn như:

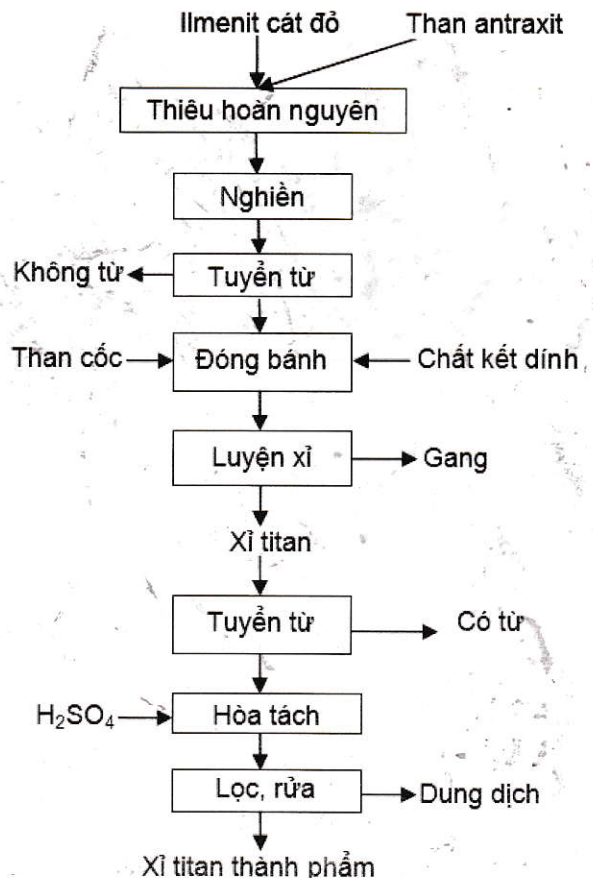
- Nhiệt độ thiêu hoàn nguyên 1200 °C;
- Thời gian: 120 phút;
- Tỷ lệ than hoàn nguyên: 10,8 % so với khối lượng quặng tinh ilmenit, đã tiến hành thiêu 5 mẻ liên tiếp, mỗi mẻ 1 kg quặng tinh đã phối trộn than trong thiết bị lò than hạt.

Kết quả được trình bày trên Bảng 4.

Nhận xét: thành phần ilmenit hoàn nguyên được thiêu trong lò than hạt tương đồng với thiêu trong lò mủ thí nghiệm.

Kết quả thử nghiệm cho thấy, mức độ kim loại hóa sắt đạt khá cao khoảng 92 %, hàm lượng tạp chất có trong thiêu phẩm thay đổi không đáng kể so với trong quặng tinh ilmenit ban đầu.

Khi đó, hàm lượng MnO trong xỉ vẫn khá cao, vì vậy cần nghiên cứu để lựa chọn thông số công nghệ cho các quá trình tiếp theo (luyện xỉ, hòa tách xỉ,...) trong sơ đồ công nghệ luyện xỉ titan trong tầng cát đỏ (H.6) nhằm nâng cao chất lượng xỉ.



H.6. Sơ đồ công nghệ luyện xỉ titan trong tầng cát đỏ tỉnh Bình Thuận

#### 4. Kết luận

Quặng tinh ilmenit trong tầng cát đỏ tỉnh Bình Thuận chứa hàm lượng  $TiO_2$  tương đối cao, tương đương với quặng tinh ilmenit sa khoáng tại một số tỉnh ven biển Việt Nam. Thành phần sắt và mangan của vùng này cũng cao hơn so với các vùng quặng ilmenit sa khoáng khác. Các tạp chất này đều ảnh hưởng đến quá trình luyện xỉ cũng như chất lượng sản phẩm xỉ titan nhận được tại đây.

Chúng tôi đã tiến hành nghiên cứu thiêu hoàn nguyên quặng tinh ilmenit trong tầng cát đỏ tỉnh Bình Thuận phục vụ cho luyện xỉ titan hai giai đoạn từ nguồn quặng tinh vùng này. Chế độ thiêu hoàn nguyên quặng tinh ilmenit được lựa chọn như sau:

- Nhiệt độ thiêu hoàn nguyên 1200 °C;
- Thời gian: 120 phút;
- Tỷ lệ than hoàn nguyên: 10,8 % so với khối lượng quặng tinh ilmenit.

Với chế độ thiêu hoàn nguyên này, mức độ kim loại hóa sắt trong ilmenit đạt 92,44 %. Sản phẩm của quá trình thiêu được sử dụng cho quá trình luyện xỉ titan hai giai đoạn trong lò hồ quang. □

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cao Văn Hồng. Báo cáo tổng kết công trình "Nghiên cứu luyện xỉ titan từ quặng tinh ilmenit Cao Bằng". Viện Nghiên cứu Mỏ và Luyện kim. 1979.
2. Cao Văn Hồng. Báo cáo kết quả đề tài: "Nghiên cứu công nghệ hoàn nguyên ilmenit Việt Nam tạo vật liệu bọc que hàn có chất lượng cao". Viện Nghiên cứu Mỏ và Luyện kim. 2001.
3. Nguyễn Văn Chiến. Đề tài cấp Nhà nước: "Nghiên cứu công nghệ tuyển hợp lý và sản xuất rutin nhân tạo từ quặng sa khoáng và quặng gốc vùng Núi Chúa, Thái Nguyên". Mã số KC.02.01/06-10. 2009.
4. Quy hoạch phân vùng thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng titan giai đoạn đến năm 2020, có xét tới năm 2030 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 1546/QĐ-TTg, ngày 03 tháng 9 năm 2013.
5. Reznhitrenko V.A. Luyện titan. NXB Luyện kim. Moskva. 1963.
6. Garmata V.A. và nnk. Luyện titan. NXB Luyện kim. Moskva. 1968.
7. Reznhitrenko V.A. Điện luyện quặng titan. NXB Khoa học. Moskva. 1969.
8. H. Kotzé, D. Bessinger, and J. Beukes, Ilmenite Smelting at Ticom SA, Ticom SA, Empangeni, South Africa, Kumba Resources R&D, Pretoria, South Africa.

9. Ngô Trí Phúc, Nguyễn Sơn Lâm. Công nghệ sản xuất ferro (hợp kim sắt). Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật. 2006.

Ngày nhận bài: 09/06/2017

Ngày gửi phản biện: 12/8/2017

Ngày nhận phản biện: 24/10/2017

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/12/2017

Từ khóa: thiêu hoàn nguyên; quặng tinh ilmenit; tầng cát đỏ Bình Thuận

#### SUMMARY

This paper shows the result of carbothermal reduction of ilmenite concentrate in red sand of Bình Thuận province. A method is disclosed including: temperature is 1200 °C, time of process is 2 hours, percent of anthracite coal is 10,8 wt % concentrate. With the choosed method, 92.44 % of iron oxide was transformed to iron metal, it was improved the two stage titanium slag process.

#### ỨNG DỤNG BIẾN ĐỔI...

(Tiếp theo trang 57)

#### SUMMARY

The article deals with the results of research on application of fast fourier transforms to determine the vibration frequencies of CБШ-250T rotary drilling machine at Cao Sơn coal joint stock company. The authors conducted a survey, measuring the vibration data with the MyRIO-1900 device. The monitored signals on the LabVIEW through FFT converted into Vibrating Spectrum waveforms will be useful for technical staff, machine's operators to adjust the drilling parameters to reduce the machine's vibration and ensuring the health of workers and improve the efficiency of drilling.