



NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ ĐẾN ĐỘ BỀN QUẶNG VÊ VIÊN

Trần Văn Được

Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 21/5/2025

Ngày nhận bài sửa: 19/6/2025

Ngày chấp nhận đăng: 22/6/2025

Tác giả liên hệ:

Email: tranvanduoc@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Độ hạt của quặng sắt ảnh hưởng lớn tới quá trình luyện gang lò cao, độ hạt quặng quá mịn sẽ làm cho tính thông khí trong lò kém, vận hành lò khó khăn. Để làm tăng kích cỡ hạt và nâng cao tính chất luyện kim của quặng, bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ nung đến cấu trúc và độ bền của quặng vê viên. Kết quả nghiên cứu cho thấy nhiệt độ nung tăng thì độ bền quặng vê viên cũng tăng. Ở nhiệt độ nung là 1250°C, thời gian nung là 15 min, cho quặng vê viên có thành phần khoáng vật chủ yếu là Fe_2O_3 , hàm lượng Fe_3O_4 ít, cấu trúc viên quặng đặc xít và độ bền nén đạt 2330,6 N/viên.

Từ khóa: quặng vê viên, nhiệt độ nung, quặng sắt

@ Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vê viên tạo hạt vật liệu rời hạt mịn là một quá trình phổ biến trong sản xuất công nghiệp và được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực luyện kim, công nghiệp hóa chất, xi măng, dược phẩm và sản xuất phân bón,.... Quá trình vê viên tạo hạt có tầm quan trọng đối với ngành công nghiệp gang thép, do trong quá trình luyện gang bằng lò cao thì hầu hết các phản ứng luyện gang xảy ra giữa nguyên liệu lò và khí than, quá trình này đòi hỏi lớp nguyên liệu phải có độ thông khí nhất định, nguyên liệu phải có kích thước hạt đồng đều, cỡ hạt vào khoảng 5 - 50 mm [7]. Quặng sắt nguyên khai thường không đáp ứng được hết các yêu cầu về cỡ hạt cho lò cao. Do đó để đáp ứng được yêu cầu cỡ hạt cho lò cao, tiến hành vê viên tạo hạt trong ngành công nghiệp luyện gang thép là cần thiết.

Trong quá trình khai thác và tuyển khoáng, tạo ra một lượng lớn quặng tinh sắt mịn, nên quá trình thiêu kết và vê viên quặng sắt mịn đã trở thành một khâu quan trọng trong dây chuyền sản xuất gang thép. Ngoài vấn đề vê viên tạo hạt, còn đòi hỏi quặng sắt có tính luyện kim tốt, do trong công nghiệp luyện gang thép hiện đại cần phải vận

chuyển quặng sắt qua nhiều khâu để nấu luyện, nên sự va đập của quặng sắt là rất nhiều, do đó yêu cầu về độ bền của quặng lớn. Do vậy quá trình vê viên tạo hạt quặng sắt không những yêu cầu làm tăng cỡ hạt mà còn phải đảm bảo độ bền của quặng vê viên, vào khoảng 1800 N/viên [7].

Trong những năm gần đây đã có các công trình trong và ngoài nước viết về vê viên quặng sắt làm nguyên liệu cho lò cao [1÷6]. Tuy nhiên, nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ bền và cấu trúc viên quặng chín ít được đề cập. Do vậy nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ bền và cấu trúc viên quặng chín sẽ làm sáng tỏ được quy luật ảnh hưởng của nhiệt độ nung tới độ bền của viên quặng.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Mẫu nghiên cứu

Mẫu nghiên cứu được sử dụng cho thí nghiệm là quặng sắt hematit. Quặng đầu có cỡ hạt mịn 78% cấp hạt -0,074 mm, chưa đáp ứng được yêu cầu cỡ hạt làm nguyên liệu cho lò cao. Do đó sử dụng công nghệ vê viên để làm tăng cỡ hạt và nâng cao tính chất luyện kim của quặng. Tuy



nhiên, cỡ hạt của mẫu quặng sắt lại chưa đáp ứng được yêu cầu công nghệ vê viên, do vậy trước khi vê viên cần phải nghiền tới độ mịn nghiền trên 85%

cấp -0,074 mm [1], [7]. Thành phần hóa học của mẫu quặng trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Thành phần hóa học mẫu quặng sắt (%)

T.Fe	SiO ₂	CaO	MgO	As	Pb	TiO ₂	Zn	Cu	Na ₂ O	K ₂ O	S	P
60,18	2,12	2,63	0,34	0,324	1,709	0,209	1,80	0,01	0,174	0,068	1,48	0,046

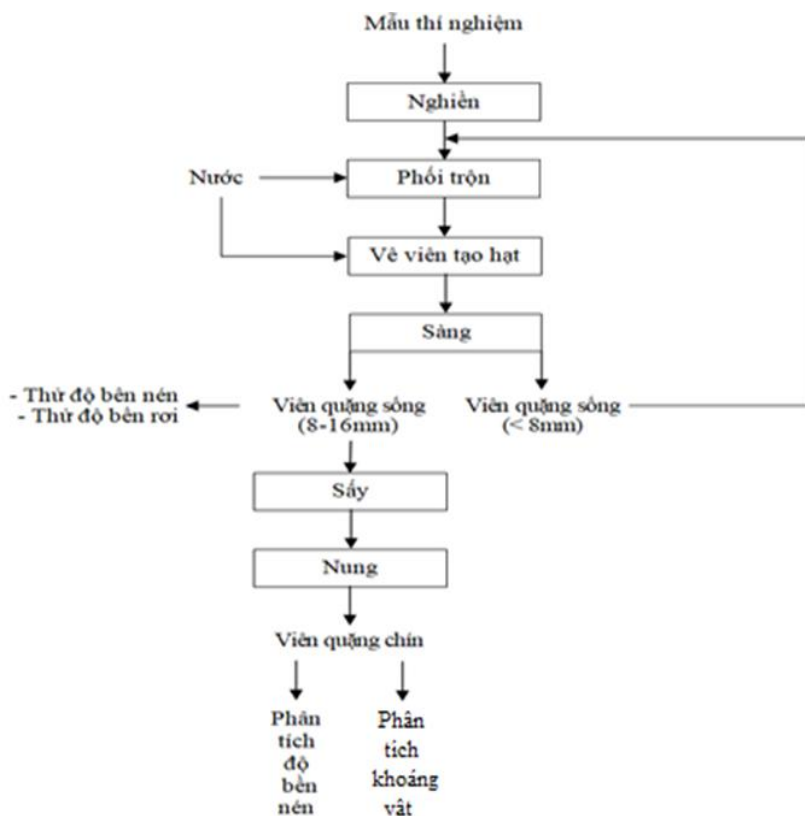
2.2. Phương pháp nghiên cứu

Mẫu quặng thí nghiệm đưa đi nghiền bằng máy nghiền bi thí nghiệm, sản phẩm sau nghiền được phối trộn với chất kết dính bentonit, sau đó được tiến hành vê viên bằng máy vê viên dạng đĩa. Viên quặng sống có kích thước từ 8 - 16 mm cho vào lò sấy khô ở nhiệt độ là 150°C và thời gian sấy là 1 h,

viên quặng sau khi được sấy khô cho vào nung trong lò giồng nhằm xác định ảnh hưởng của nhiệt độ nung đến độ bền và cấu trúc quặng vê viên. Sơ đồ thí nghiệm trình bày trong Hình 1, cấu tạo lò nung trình bày trong Hình 2, thông số kỹ thuật máy vê viên trình bày trong Bảng 2, chế độ nung trình bày trong Bảng 3.

Bảng 2. Thông số kỹ thuật máy vê viên [1]

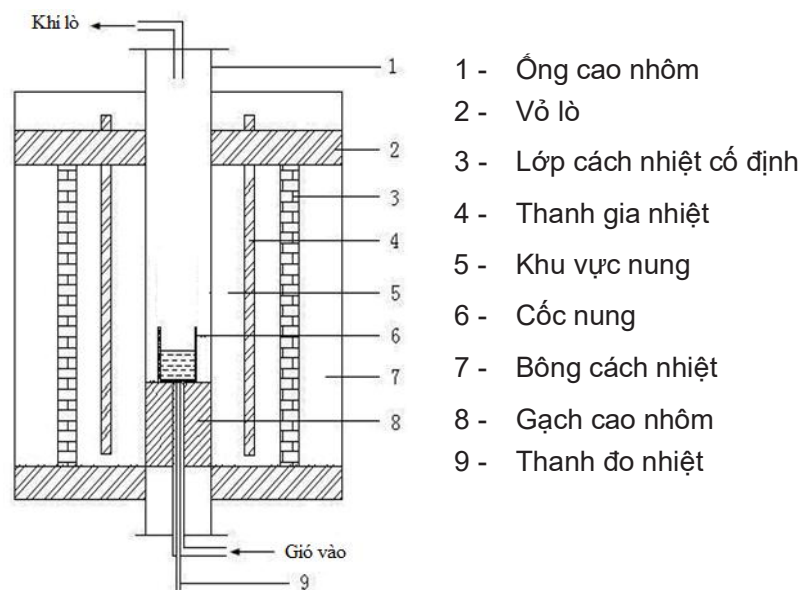
Đường kính đĩa (mm)	Độ cao thành đĩa (mm)	Tốc độ quay (vòng/min)	Góc nghiêng (độ)
1000	200	40	45



Hình 1. Sơ đồ thí nghiệm nung vê viên quặng sắt

**Bảng 3. Chế độ nung với điều kiện nhiệt độ nung khác nhau**

TT	Thời gian nâng nhiệt (min)	Nhiệt độ nung (°C)	Thời gian nung (min)	Thời gian làm nguội (min)
1	45	1050	15	15
2		1100		
3		1150		
4		1200		
5		1250		
6		1300		
7		1350		

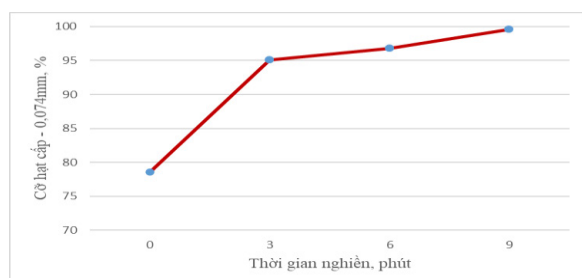
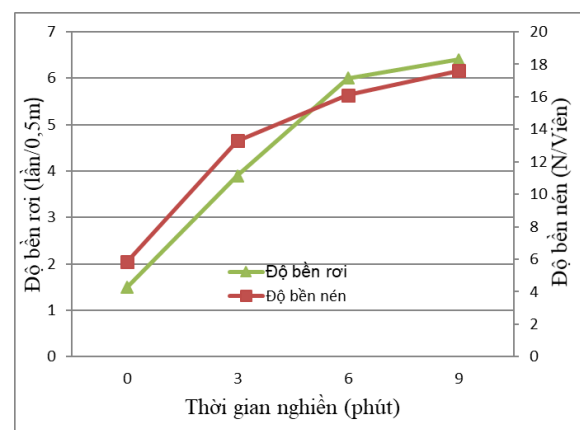
**Hình 2. Cấu tạo lò giếng [1]**

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của thời gian nghiền đến chất lượng viên quặng sống

Điều kiện thí nghiệm:

- Thời gian nghiền: 3 min
- Chi phí bentonit: 1%
- Góc nghiêng đĩa về viên: 45°

**Hình 3. Ảnh hưởng của thời gian nghiền đến độ mịn nghiền của mẫu nghiền cứ****Hình 4. Ảnh hưởng của thời gian nghiền đến chất lượng viên quặng sống**

Trên Hình 3 và Hình 4 có thể thấy: với chi phí bentonit là 1%, khi thời gian nghiền tăng thì độ bền nén và độ bền rơi của viên quặng sống cũng tăng.



Để giảm chi phí nghiền, chọn thời gian nghiền tối ưu là 3 min, tương ứng độ mịn nghiền vào khoảng 95,1% cấp -0,074 mm, viên quặng sống có độ bền

nén là 13,29 N/viên, độ bền rơi đạt 3,9 lần/0,5 m, đáp ứng yêu cầu chất lượng viên quặng sống. Tiêu chuẩn viên quặng sống trình bày trong Bảng 4 [7].

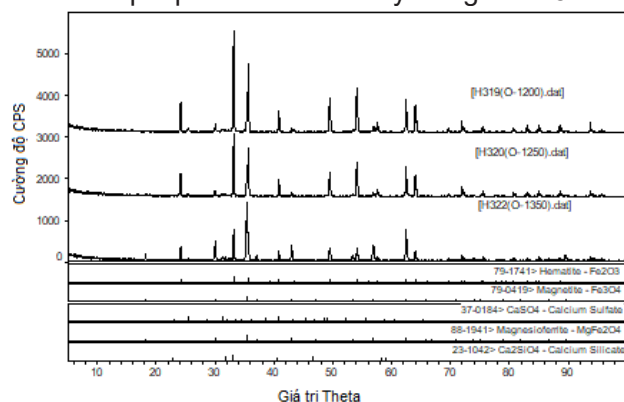
Bảng 4. Tiêu chuẩn viên quặng sống [7]

Chỉ tiêu	Tiêu chuẩn viên quặng sống
Chi phí bentonit (%)	≤ 2
Độ bền rơi (lần/0,5 m)	≥ 3
Độ bền nén (N/viên)	≥ 10
Kích thước (mm)	8 - 16

Sản phẩm viên quặng sống có kích thước từ 8 – 16 mm cho vào lò sấy khô ở nhiệt độ $t^\circ \approx 150^\circ\text{C}$ trong khoảng thời gian 1 h để khử nước, viên quặng sống sau khi sấy khô được đưa vào lò giềng để nung ở các điều kiện nhiệt độ khác nhau nhằm xác định cấu trúc và độ bền của quặng vôi viên.

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ nung đến thành phần khoáng vật

Sản phẩm quặng vôi viên thu được sau khi nung ở các nhiệt độ khác nhau được đem đi phân tích. Kết quả phân tích trình bày trong Hình 5.



Hình 5. Ảnh hưởng của nhiệt độ nung đến thành phần khoáng vật quặng vôi viên

Trên Hình 5 có thể thấy: Ở nhiệt độ nung 1200°C , thu được quặng vôi viên có thành phần chủ yếu là Fe_2O_3 , Fe_3O_4 và CaSO_4 . Thành phần Fe_3O_4 tồn tại trong quặng tương đối cao. Khi nung ở nhiệt độ thấp, tốc độ oxy hóa diễn ra nhanh ở thời kỳ đầu nhưng tạo ra lớp $\text{r-Fe}_2\text{O}_3$ trên bề mặt hạt quặng, ngăn cản sự tiếp xúc giữa nguyên tử oxy và nguyên tử sắt làm cho quá trình oxy hóa sau đó chậm dần.

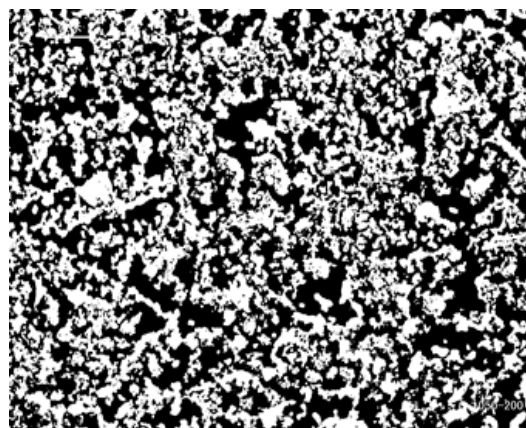
Ở nhiệt độ nung là 1250°C , thu được quặng vôi viên có thành phần chủ yếu là Fe_2O_3 , CaSO_4 và CaSiO_3 , hàm lượng Fe_3O_4 giảm rõ rệt. Khi nhiệt độ nung tăng, từ tính của sắt thay đổi hình thành những vết nứt nhỏ làm tăng tiếp xúc của nguyên

tử oxy với nguyên tử sắt, làm cho tốc độ oxy hóa của Fe_3O_4 tăng lên, dẫn đến hàm lượng Fe_3O_4 trong quặng vôi viên giảm.

Nhiệt độ nung ở 1350°C , thu được quặng vôi viên có thành phần chủ yếu là Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , CaSO_4 và MgFe_2O_4 . Khi nung ở nhiệt độ 1350°C thành phần Fe_3O_4 trong quặng vôi viên tăng lên do Fe_2O_3 bị phân giải. Các ion sắt khuếch tán ra ngoài và hình thành cấu trúc tinh thể bị khuyết một nguyên tử sắt do vậy các nguyên tử Mg sẽ chiếm chỗ và tạo thành cấu trúc tinh thể manhetit ổn định.

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ nung đến cấu trúc viên quặng chín

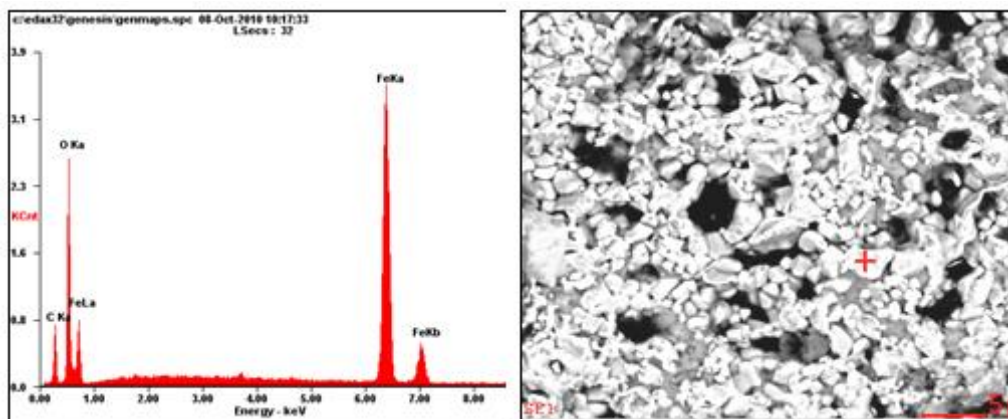
Cấu trúc viên quặng trình bày trong Hình 6.



Hình 6. Cấu trúc khoáng vật quặng vôi viên khi nung ở nhiệt độ 1050°C

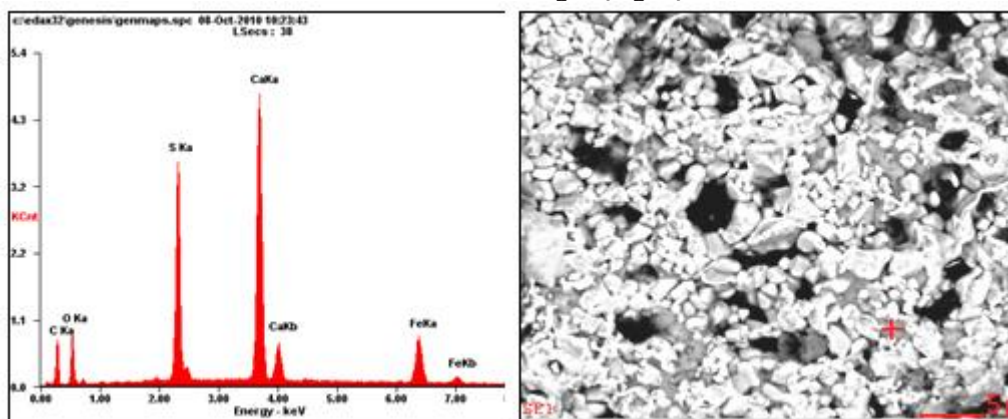
Fe_2O_3 – màu trắng, dạng hạt; Lỗ khí - màu đen.

Khi nung viên quặng sống ở nhiệt độ 1050°C , bề mặt các hạt chỉ bị nóng chảy một phần, khiến các hạt quặng bắt đầu kết dính thành dải, làm cho độ bền viên quặng chín tăng lên. Tuy nhiên nung ở nhiệt độ thấp, các phản ứng hóa lý diễn ra chậm, diện tích tiếp xúc giữa các hạt quặng nhỏ, dính kết với nhau kém, các lỗ khí lớn và có hình dạng bất quy tắc, nên độ bền viên quặng chín nhìn chung thấp.



Hình 7. Cấu trúc khoáng vật quặng về viên khi nung ở nhiệt độ 1200°C

Đất đá – màu nâu; Fe_2O_3 – màu trắng, dạng hạt; Lỗ khí – màu đen

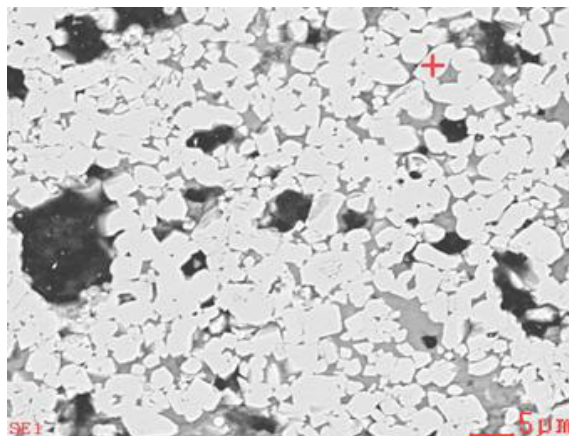


Hình 8. Cấu trúc khoáng vật quặng về viên khi nung ở nhiệt độ 1200°C (hệ xi)

Đất đá – màu nâu; Fe_2O_3 – màu trắng, dạng hạt; Lỗ khí – màu đen

Nhiệt độ nung ở 1200°C, Fe_2O_3 kết tinh không đều, hạt hematit to nhỏ khác nhau, đại đa số liên kết với nhau thành dải lớn trình bày trong Hình 7. Bộ phận hematit và xỉ kết dính lẫn nhau, không

phân biệt rõ ràng trình bày trong Hình 8. Lỗ khí trong quặng về viên không theo quy tắc, phân bố không đều, các hạt kết dính rời rạc, dẫn đến độ bền của quặng vẫn còn kém, chỉ đạt khoảng 1178,7 N/viên.



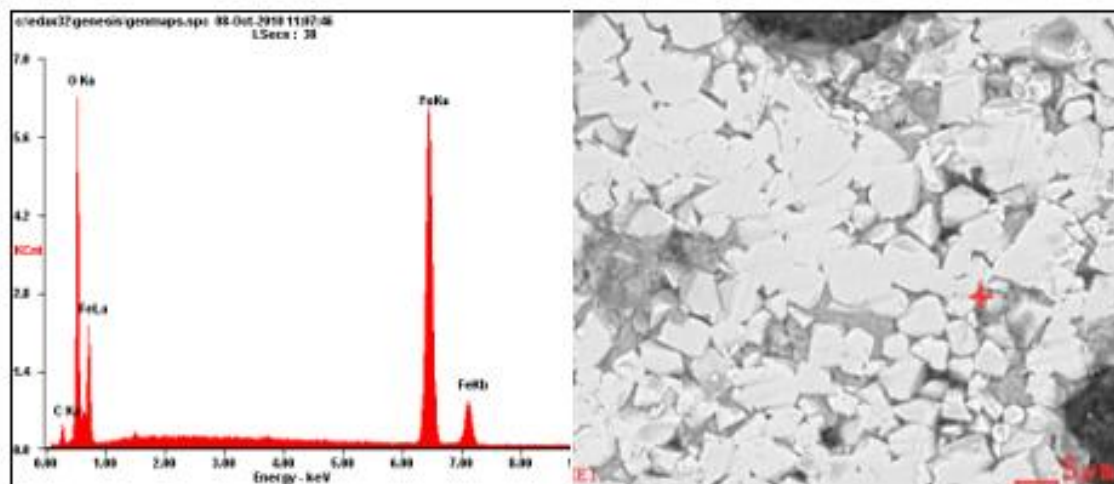
Hình 9. Cấu trúc khoáng vật quặng về viên khi nung ở nhiệt độ 1250°C [1]

Đất đá – Màu nâu; Fe_2O_3 – màu trắng, dạng hạt; lỗ khí – màu đen



Khi nung ở nhiệt độ 1250°C, xỉ và sắt phân tách rõ rệt, các hạt quặng lớn dần, chúng kết dính với nhau thành các dải lớn trình bày trong Hình 9. Khi nung ở nhiệt độ thấp các lỗ khí không đồng nhất, khi nhiệt độ nung tăng lên các hạt được kết dính

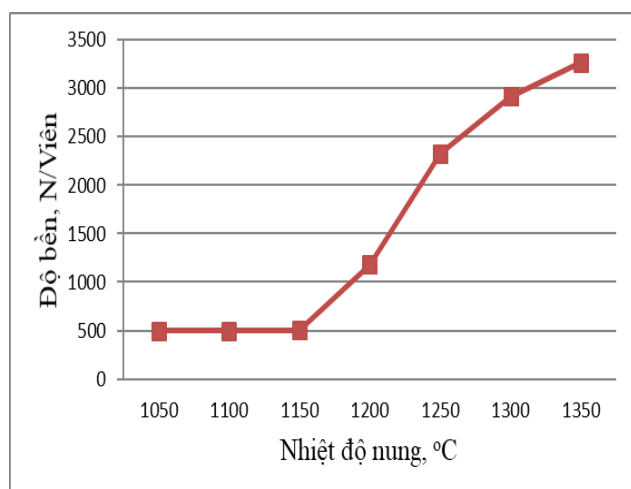
với nhau dần dần dẫn tới sự tạo thành các lỗ khí hình tròn, lượng lỗ khí giảm, đồng thời hạt quặng hemantit kết tinh lớn dần, khiến viên quặng bền chặt, độ bền viên quặng chín tăng lên rõ rệt, đạt khoảng 2330,6 N/viên.



Hình 10. Cấu trúc khoáng vật quặng vôi viên khi nung ở nhiệt độ 1350°C
Đất đá – Màu nâu xám; Fe_2O_3 – màu trắng, dạng hạt; lỗ khí – màu đen; Fe_3O_4 – Màu nâu

Khi nhiệt độ nung tăng lên 1350°C, quặng hemantit kết tinh ở dạng hạt thô, liên kết với nhau tạo thành dải lớn trình bày trong Hình 10. Do nhiệt độ tăng cao, các phản ứng hóa lý xảy ra mãnh liệt, khoảng cách giữa các hạt nhỏ, diện tích tiếp xúc giữa các hạt lớn, bề mặt hạt quặng nóng chảy hoàn toàn, do đó chúng liên kết với nhau bền chặt làm cho độ bền viên quặng chín cao, đạt tới 3265,5 N/viên.

3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ nung đến độ bền quặng vôi viên



Hình 11. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ bền quặng vôi viên

Trên Hình 11 có thể thấy: Nhiệt độ nung tăng thì độ bền quặng vôi viên cũng tăng. Khi nhiệt độ nung ở 1050°C thì độ bền quặng vôi viên vào khoảng 500 N/viên, nhiệt độ nung tăng lên 1350°C thì độ bền quặng vôi viên tăng lên 3265,5 N/viên. Điều đó cho thấy, trong quá trình nung nhiệt độ tăng cao làm cho bề mặt hạt quặng nóng chảy, diện tích tiếp xúc giữa các hạt lớn, liên kết giữa các hạt bền chặt, tạo thành dải lớn, làm cho độ bền quặng vôi viên tăng lên. Để giảm chi phí nung, chọn nhiệt độ nung tối ưu là 1250°C, thu được quặng vôi viên có độ bền nén là 2330,6 N/viên, đáp ứng yêu cầu nguyên liệu lò cao [7].

4. KẾT LUẬN

➤ Mẫu quặng sắt có cỡ hạt mịn vào khoảng 78% cấp - 0,074 mm, không thể làm nguyên liệu trực tiếp cho lò cao luyện gang, do vậy việc tăng cỡ hạt bằng công nghệ vôi viên cho phù hợp với nguyên liệu lò cao là cần thiết;

➤ Quá trình nung ở nhiệt độ cao, thu được quặng vôi viên có thành phần khoáng vật chủ yếu là Fe_2O_3 , hàm lượng Fe_3O_4 ít. Bề mặt các hạt quặng nóng chảy, diện tích tiếp xúc giữa các hạt lớn, chúng liên kết với nhau thành từng dải, xỉ và sắt phân ly rõ rệt;

➤ Quặng vôi viên nung ở nhiệt độ 1250°C, có cấu trúc khoáng vật đặc xít, độ bền nén quặng vôi viên đạt 2330,6 N/viên, đáp ứng yêu cầu nguyên liệu lò cao □



TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trần Văn Được (2024). Nghiên cứu khử tạp chất trong quặng sắt bằng phương pháp nung clorua hóa. *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, số 3-2024.
- [2]. Chen Wenda, Zhai Dacheng, Li Hang (2011). Study on Balling Properties of Pyrite Cinder. *Journal of Kunming University of Science and Technology (Natural Science Edition)*, Vol.36 No.1 Feb.2011.
- [3]. Nurcan Tugrul , Emek Moroydor Derun, Mehmet Piskin (2007). Utilization of pyrite ash wastes by pelletization process[J]. *Powder Technology*, 2007, (176): 72 ~76.
- [4]. Bai Guohua, Zhou Xiaoqing (2009). 硫酸渣配加磁铁矿制备氧化球团试验研究 .钢铁, 2009, 44(7): 7-9
- [5]. Cao Mingming 等人 (2013), 硫酸渣含碳球团高温焙烧试验研究. 烧结球团. 2013, 38.No1
- [6]. Chen Dong, Zhu Deqing 等人 (2015), 硫铁矿渣的预还原球团的影响. 中南大学简报, 2015, 22:4154-4161.
- [7]. Zhang Yimei (2002). 球团理论与工艺. 北京工业出版社, 2002: 55-69, 230.

RESEARCHING THE EFFECT OF TEMPERATURE ON STRUCTURE OF THE PELLET

Duoc Van Tran

Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien Str., Ha Noi, Vietnam

ARTICLE INFOR

TYPE: Research Article

Received: 21/5/2025

Revised: 19/6/2025

Accepted: 22/6/2025

Corresponding author:

Email: tranvanduoc@humg.edu.vn

ABSTRACT

The results of comprehensive analysis exploration and exploitation documents, combining modeling methods

The grain size of iron ore greatly affects the blast furnace iron smelting process. If the grain size is too fine, it will cause poor ventilation in the blast furnace and make it difficult to operate the blast furnace. In order to increase the grain size and improve the metallurgical properties of the ore, this paper presents the results of a study on the influence of sintering temperature on the structure and strength of pelletized ore. The results show that increasing the sintering temperature increases the strength of pelletized ore. At a sintering temperature of 1250°C and a sintering time of 15 minutes, the pelletized ore has a main mineral composition of Fe_2O_3 , a low content of Fe_3O_4 , a dense ore pellet structure and a compressive strength of 2330,6 N per ore pellet.

Keywords: *pelletisation, roasting temperature, iron ore*

@ Vietnam Mining Science and Technology Association