

ĐẶC TRƯNG ĐỘNG HỌC CỦA QUÁ TRÌNH ĐIỀU CHẾ BỘT SẮT VÀ NIKEN SIÊU MỊN TRONG CÁC MÔI TRƯỜNG TƯƠNG TÁC KHÁC NHAU

ThS.NCS. NGUYỄN VĂN MINH, ThS.NCS. VŨ VĂN TOÁN,
TS. KONYUKHOV YU.V., TS. KOSTISYN M.A.
Trường Đại học MISiS, Liên bang Nga
ThS. NGUYỄN TIẾN HIỆP - *Học Viện Kỹ thuật Quân sự*

1. Tổng quan

Bột siêu mịn của các kim loại sắt từ như Fe, Ni, Co hiện nay được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực công nghiệp, các ngành công nghệ cao, kỹ thuật, y tế,... Ví dụ dùng để chế tạo các vật liệu độ bền cao bằng công nghệ luyện kim bột, giả hợp kim, vật liệu composit; làm chất xúc tác trong công nghiệp hóa dầu, thực phẩm, phục vụ sản xuất các vật liệu từ đặc biệt như nam châm lỏng, các loại băng, đĩa, thẻ từ [1].

Bột siêu mịn của các kim loại thường được điều chế bằng các phương pháp như nổ điện dây dẫn, tổng hợp hóa học plasma,... Các phương pháp này đều có mức tiêu tốn năng lượng cao và khó cho phép kiểm soát các tính chất của sản phẩm thu được [2]. Vì vậy việc nghiên cứu hoàn thiện các phương pháp đã có và tìm ra các phương pháp mới hiệu quả, đơn giản, tiết kiệm năng lượng hơn để điều chế bột siêu mịn của kim loại, trong đó có kim loại sắt từ là một nhiệm vụ cần thiết và có nhiều ý nghĩa cả về mặt khoa học lẫn thực tiễn. Hiện nay, sử dụng phương pháp hóa-luyện kim cho phép đạt được cơ bản những yêu cầu trên [3]. Phương pháp này bao gồm các quá trình sau: kết tủa có kiểm soát các hợp chất chứa oxy của kim loại trong môi trường có pH và nhiệt độ xác định để thu được cấu trúc hạt siêu mịn, lọc rửa kết tủa bằng máy quay ly tâm, nhiệt phân và hoàn nguyên hợp chất thu được. Ưu điểm của phương pháp hóa-luyện kim là tương đối đơn giản, cho phép tổng hợp bột kim loại với độ sạch cao, phân bố hạt đồng đều theo kích thước, ngoài ra còn cho phép tận dụng nguồn nguyên liệu phế thải công nghiệp [4].

Tuy nhiên phương pháp hóa-luyện kim vẫn còn hạn chế bởi giai đoạn thực hiện quá trình hoàn nguyên kim loại thường mất khá nhiều thời gian và năng lượng, do phải giữ cho phản ứng khử kim

loại bằng hydro xảy ra ở nhiệt độ cao trong một thời gian dài.

Hiện nay người ta đã ứng dụng một công nghệ giúp tăng cường tốc độ quá trình lên rất nhiều đó là sử dụng hiệu ứng hoạt hóa cơ học trong môi trường từ trường cường độ mạnh. Các thiết bị công nghệ này được gọi chung là các "thiết bị lớp xoáy" (AVS) [5]. Nguyên tắc làm việc của AVS dựa trên sự tác động đồng thời lên vật liệu một từ trường biến thiên cường độ mạnh cộng với tác động cơ học trực tiếp của các hạt công tác (sắt từ) chuyển động hỗn loạn với tốc độ cao trong từ trường. Kết quả là các vật liệu đem xử lý trong buồng công tác AVS sẽ bị khuấy trộn liên tục với cường độ mạnh và có được hoạt tính cao về mặt hóa học.

Trong bài báo này chúng tôi trình bày nghiên cứu về tác động của từ trường mạnh biến thiên và môi trường lớp xoáy trong thiết bị AVS lên động học quá trình hoàn nguyên Fe và Ni từ các oxit Fe_2O_3 và NiO tương ứng, đồng thời khảo sát các tính chất của sản phẩm thu được.

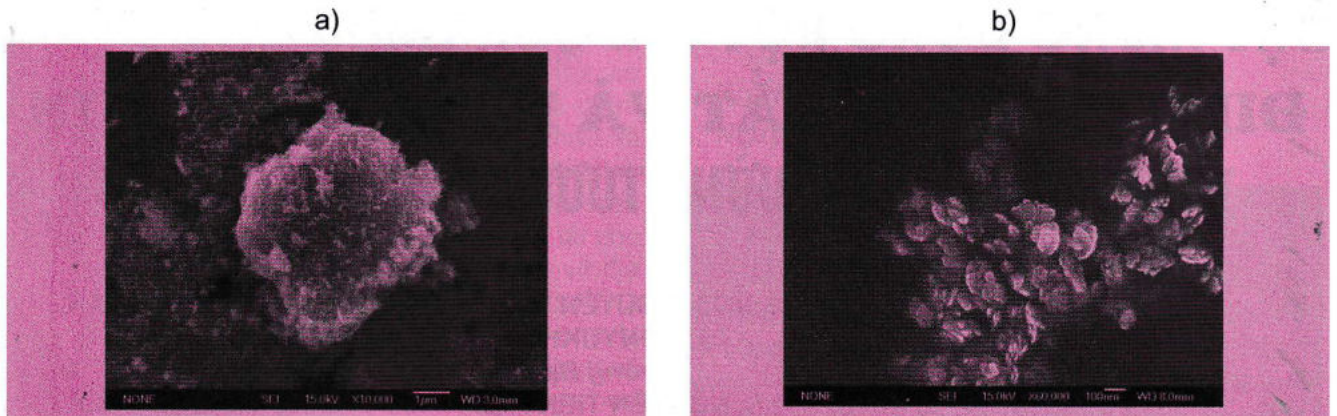
2. Thực nghiệm

2.1. Điều chế các mẫu vật liệu

Vật liệu đem nghiên cứu là bột Fe_2O_3 có kích thước micromet (micro Fe_2O_3) và bột nano NiO (Hình 1). Bột nano NiO thu được sau quá trình nhiệt phân bột nano $Ni(OH)_2$ ở nhiệt độ $300^\circ C$ trong vòng 2 giờ. Trước đó bột nano $Ni(OH)_2$ được tổng hợp bằng phương pháp hóa lắng kết tủa từ dung dịch muối $Ni(NO_3)_2$ nồng độ 10 % [điều chế từ muối $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, Công ty Hóa chất REACHEM, CHLB Nga] trong môi trường kiềm với độ pH bằng 9, nhiệt độ $10^\circ C$. Kết tủa tạo ra đem lọc rửa bằng nước cất trong máy quay ly tâm tốc độ cao "ROTANTA 460" (Hettich, Đức), sau đó sấy khô trong lò ở nhiệt độ $50^\circ C$ trong vòng 72 giờ. Bột

micro Fe₂O₃ thu được sau quá trình nhiệt phân hydroxit sắt (III) α-FeOOH (Công ty Hóa chất

REACHEM, CHLB Nga) ở nhiệt độ 350°C trong vòng 2 giờ.

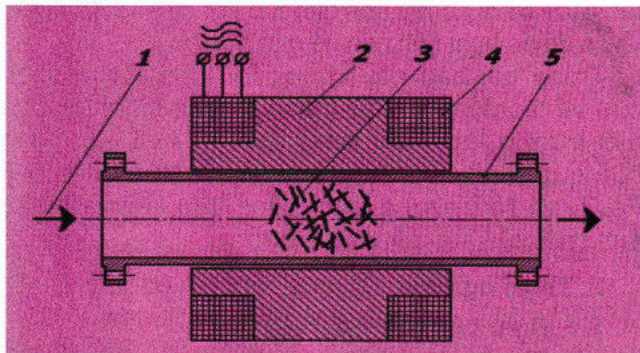


H.1. Ảnh SEM bột micro Fe₂O₃ và nano NiO: a - Micro Fe₂O₃; b - Nano NiO

Từ ảnh SEM vật liệu ban đầu cho thấy các hạt micro Fe₂O₃ có dạng khối cầu độ xốp cao, đường kính 5÷7 μm, còn các hạt nano NiO có dạng vảy mỏng kích thước cỡ 100 nm, dày 10 nm. Diện tích riêng bề mặt của chúng đo được lần lượt là 7,2 và 145,2 m²/g.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm nghiên cứu động học quá trình hoàn nguyên Fe và Ni từ các oxit Fe₂O₃ và NiO tương ứng được tiến hành trên thiết bị lớp xoáy "UAP-3", CHLB Nga (Hình 2), giá trị biên độ cảm ứng của từ trường biến thiên áp trong buồng phản ứng đạt 0,16 T.



H.2. Sơ đồ cấu tạo thiết bị lớp xoáy UAP-3: 1 - Luồng khí H₂; 2 - Bộ phận cảm ứng từ công suất cao; 3 - Các hạt công tác sắt từ; 4 - Cuộn dây; 5 - Buồng phản ứng có thể điều chỉnh nhiệt

Các hạt công tác sắt từ tạo ra môi trường lớp xoáy được làm từ các đinh thép nhỏ chiều dài 5 mm, đường kính 0,5 mm. Mỗi thí nghiệm tiến hành với 20 g vật liệu và sử dụng 50÷60 g đinh sắt từ. Khí hydro được cung cấp từ thiết bị điện ly nước "CAM-1" (CHLB Nga) công suất 80 l/h. Khí H₂ tạo ra được làm khô qua hệ thống các hạt hút ẩm silicagel.

Để xác định các tham số nhiệt động học quá trình hoàn nguyên trong điều kiện bất đẳng nhiệt, các mẫu vật liệu ban đầu gồm bột micro Fe₂O₃ và nano NiO được tiến hành khảo sát bằng phương pháp phân tích nhiệt khối trên thiết bị phân tích "SDTQ600" (TA Instruments, Hoa Kỳ) với điều kiện tốc độ nung không đổi 5 °C/phút trong môi trường khí hydro và khoảng nhiệt độ từ 25÷500 °C. Phân tích định tính và định lượng thành phần các pha trong các mẫu vật liệu theo phương pháp nhiễu xạ tia X được tiến hành trên thiết bị "Difrey 401" (CHLB Nga), hình ảnh hiển vi SEM của các mẫu vật liệu nghiên cứu được chụp trên máy "JSM-6700F" (Công ty JEOL, Nhật Bản), trong khi đó diện tích bề mặt riêng của chúng được xác định bằng phương pháp BET hấp phụ đẳng nhiệt nitơ nhiệt độ thấp qua thiết bị "NOVA 1200" (Quantachrome Instruments, Hoa Kỳ).

Cỡ hạt trung bình *D* của bột kim loại thu được tính theo phương trình Selyakov-Serrer [6] (phân tích bán độ rộng các pic trên giản đồ nhiễu xạ tia X) và dựa vào số liệu đo diện tích bề mặt theo công thức:

$$D = 6 / (\rho \cdot S) \tag{1}$$

Trong đó: ρ - Khối lượng riêng của mẫu, kg/m³; S - Diện tích bề mặt của mẫu, m²/kg.

Năng lượng hoạt hóa của quá trình hoàn nguyên trong điều kiện bất đẳng nhiệt được xác định dựa vào phương pháp "Hiệu-vi phân", sử dụng phương trình cơ bản của động học phản ứng [7]:

$$\frac{d\alpha}{dT} = \frac{A}{b} \cdot f(\alpha) \cdot \exp\left(\frac{-E_a}{R \cdot T}\right) \tag{2}$$

Trong đó; α - Mức độ chuyển hóa, phần đơn vị; T - Nhiệt độ, K; A - Hệ số exponent, s⁻¹; b - Tốc độ nung, K/s; E_a - Năng lượng hoạt hóa, J/mol; R - Hằng số khí, J/(mol·K); f(α) - Hàm số phụ thuộc

của vận tốc phản ứng vào mức độ chuyển hóa α ; $f(\alpha)=(1-\alpha)^n$; n - Bậc của phản ứng.

Các đường động học của quá trình hoàn nguyên trong điều kiện đẳng nhiệt được xây dựng dựa trên phương pháp phân tích khối lượng mẫu theo thời gian, trong đó bù trừ phản ứng của AVS được tích hợp thiết bị cân chính xác đến 0,001g cho phép xác định độ hụt khối của mẫu vật liệu trong quá trình xảy ra phản ứng. Số liệu thu được dùng để xây dựng đồ thị động học $\alpha=f(\tau)$ - Sự phụ thuộc mức độ chuyển hóa vào thời gian.

Hằng số tốc độ phản ứng k (m/s) trong điều kiện đẳng nhiệt được tính theo phương trình động học Mc Kewan [8]:

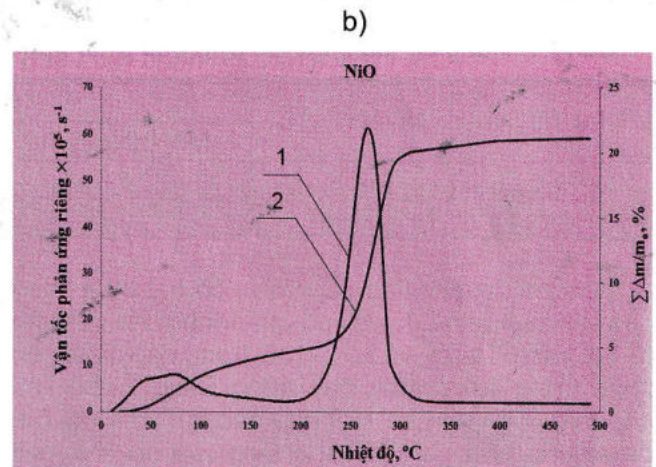
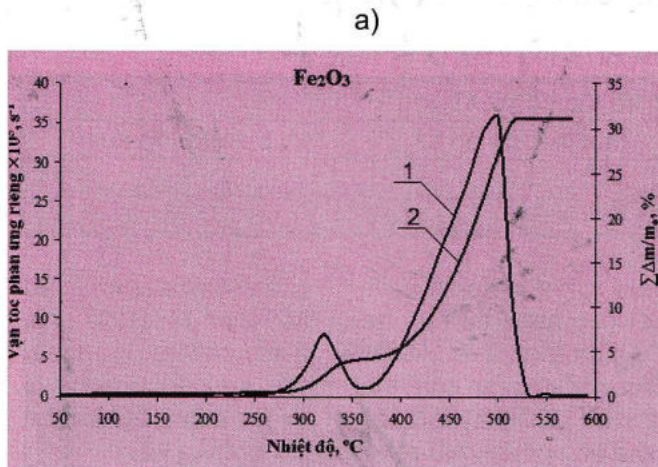
$$k \cdot \tau = D_0 \cdot d_0 \cdot [1 - (1 - \alpha)^{1/3}] \quad (3)$$

Trong đó: d_0 - Tỷ lượng oxy có trong oxit kim loại; τ - Thời gian, s.

3. Kết quả và thảo luận

Kết quả phân tích nhiệt khối (H.3) cho thấy quá

trình hoàn nguyên Fe từ bột micro Fe_2O_3 trải qua 2 giai đoạn tương ứng với 2 pic trên đồ thị. Giai đoạn thứ nhất là quá trình khử Fe_2O_3 về oxit sắt từ Fe_3O_4 theo phản ứng $3Fe_2O_3 + H_2 = 2Fe_3O_4 + H_2O$; vận tốc phản ứng riêng lớn nhất đạt giá trị $7,9 \cdot 10^{-5} s^{-1}$ tại $325^\circ C$. Giai đoạn thứ hai tương ứng với quá trình khử Fe_3O_4 về Fe theo phản ứng $Fe_3O_4 + 4H_2 = 3Fe + 4H_2O$, diễn ra trong khoảng nhiệt độ $360 \div 530^\circ C$. Giá trị vận tốc phản ứng riêng lớn nhất đạt $35,6 \cdot 10^{-5} s^{-1}$ tại $490^\circ C$; năng lượng hoạt hóa của quá trình là 74 kJ/mol. Tương tự trên đồ thị nhiệt khối quá trình hoàn nguyên Ni từ bột nano NiO có 2 pic tương ứng với hai giai đoạn xảy ra. Giai đoạn thứ nhất tương ứng với quá trình loại bỏ nước hấp phụ trong tinh thể NiO còn sót lại do quá trình nhiệt phân $Ni(OH)_2$ xảy ra chưa hoàn toàn. Giai đoạn thứ hai là quá trình khử NiO về Ni kim loại theo phản ứng $NiO + H_2 = Ni + H_2O$ xảy ra trong khoảng nhiệt độ $250 \div 300^\circ C$ với năng lượng hoạt hóa của quá trình 54 kJ/mol. Vận tốc riêng lớn nhất đạt giá trị $61,5 \cdot 10^{-5} s^{-1}$ tại $280^\circ C$.



H.3. Đồ thị phân tích nhiệt khối quá trình hoàn nguyên từ bột micro Fe_2O_3 (a) và nano NiO (b) bằng khí H_2 : 1 - Vận tốc phản ứng riêng, s^{-1} ; 2 - Thay đổi khối lượng mẫu, %

Trên cơ sở các tham số nhiệt động học thu được sau quá trình phân tích nhiệt khối đã tiến hành nghiên cứu các đặc trưng động học quá trình hoàn nguyên Fe và Ni từ bột Fe_2O_3 và NiO tương ứng trong thiết bị AVS "UAP-3" tại các nhiệt độ được chọn lần lượt là 450 và $280^\circ C$. H.4 thể hiện các đường động học quá trình hoàn nguyên từ bột Fe_2O_3 và NiO trong môi trường tĩnh, môi trường áp từ và môi trường lớp xoáy. Các giá trị hằng số tốc độ phản ứng k trình bày trong Bảng 1.

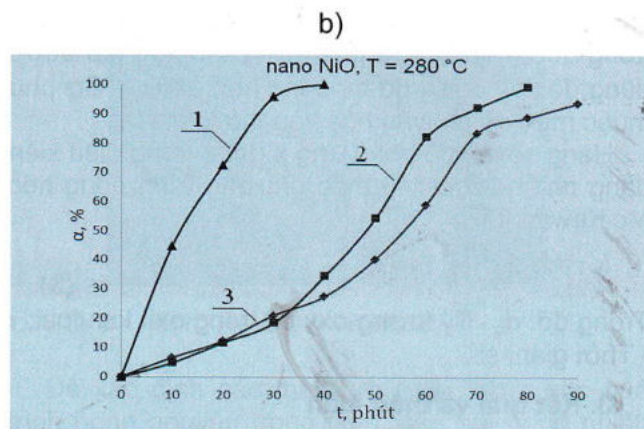
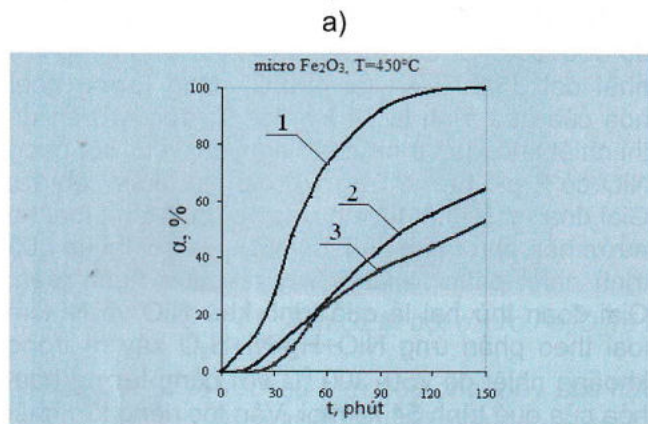
Từ các đường động học thu được đối với cả hai trường hợp Fe_2O_3 và NiO có thể kết luận rằng vận tốc quá trình hoàn nguyên trong môi trường áp từ ít nhiều bị giảm so với trong môi trường tĩnh. Điều này có thể giải thích do hiện tượng các hạt kim loại

Fe (trong trường hợp khử Fe_2O_3) và Ni (trong trường hợp khử NiO) sinh ra có từ tính, dưới tác động của từ trường hút lẫn nhau kích thích quá trình kết tụ thành hạt lớn hơn trong điều kiện nhiệt độ cao. Chính điều này làm giảm diện tích tiếp xúc bề mặt của các hạt oxit với các nguyên tử hydro; do đó quá trình hoàn nguyên bị chậm đi bởi giai đoạn khuếch tán các nguyên tử hydro qua các lớp vật chất đến bề mặt các hạt oxit.

Phản ứng hoàn nguyên Fe và Ni từ bột micro Fe_2O_3 và nano NiO tương ứng trong môi trường lớp xoáy diễn ra với vận tốc lớn hơn từ 4÷5 lần so với môi trường tĩnh và môi trường áp từ. Trong trường hợp đối với bột nano NiO quá trình hoàn nguyên tạo ra bột Ni trong môi

trường lớp xoáy kết thúc sau khoảng 35 phút, cùng với khoảng thời gian đó phản ứng khử trong môi trường áp từ và môi trường tĩnh mới diễn ra với mức độ chuyển hóa 24÷26 %. Tốc độ hoàn nguyên trong môi trường lớp xoáy tăng mạnh là do hiệu ứng hoạt hóa cơ học của các hạt sắt từ tác động trực tiếp lên vật liệu trong buồng phản

ứng, và đập cơ học cường độ mạnh làm tăng nhiệt độ cục bộ tại các điểm va chạm, tăng hoạt tính hóa học bề mặt của các hạt oxit cũng như loại bỏ gần như hoàn toàn việc kết tụ các hạt với nhau tạo điều kiện dễ dàng cho quá trình khuếch tán nguyên tử hydro đến các bề mặt xảy ra phản ứng.



H.4. Các đường động học quá trình hoàn nguyên từ bột micro Fe₂O₃ (a) và nano NiO (b) trong các môi trường khác nhau: 1 - Môi trường lớp xoáy; 2 - Môi trường tĩnh; 3 - Môi trường áp từ

Bảng 1. Hằng số tốc độ phản ứng quá trình hoàn nguyên từ bột micro Fe₂O₃ và nano NiO

Mẫu vật liệu	Nhiệt độ, °C	Hằng số tốc độ phản ứng $k \cdot 10^{13}$, m/s		
		Môi trường tĩnh	Môi trường áp từ	Môi trường lớp xoáy
Micro Fe ₂ O ₃	450	4,0	3,0	15
Nano NiO	280	26,3	21,6	109,6

Kết quả đo diện tích bề mặt và cỡ hạt trung bình của sản phẩm thu được sau quá trình hoàn nguyên từ bột micro Fe₂O₃ và nano NiO trong các điều kiện khác nhau được trình bày trong Bảng 2. Số liệu cho thấy diện tích bề mặt của các hạt kim loại thu được nhỏ hơn giá trị tương ứng của các bột oxit

siêu mịn ban đầu, đây là hệ quả của quá trình thiêu kết các hạt siêu mịn trong điều kiện nhiệt độ cao. Do quá trình thiêu kết diễn ra với cường độ mạnh, sản phẩm của quá trình hoàn nguyên trong môi trường lớp xoáy là các hạt cỡ lớn dạng aglomerat có diện tích bề mặt rất nhỏ không đáng kể.

Bảng 2. Kết quả đo diện tích bề mặt, cỡ hạt trung bình và hàm lượng pha kim loại của các sản phẩm hoàn nguyên

Mẫu		Thời gian τ, phút	% Fe (Ni)	Diện tích riêng bề mặt S, m ² /g	Cỡ hạt trung bình D, nm	Cỡ hạt theo Selyakov-Serrer, nm
Micro Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ ban đầu	-	0	7,2	159	-
	Môi trường tĩnh	200	78	3,6	238	-
	Môi trường áp từ	200	73	3,5	251	-
	Môi trường xoáy lớp	120	100	-	-	-
Nano NiO	NiO ban đầu	-	0	145,2	6	7
	Môi trường tĩnh	90	100	7,3	92	76
	Môi trường áp từ	90	93	10,9	63	65
	Môi trường xoáy lớp	40	100	-	-	-

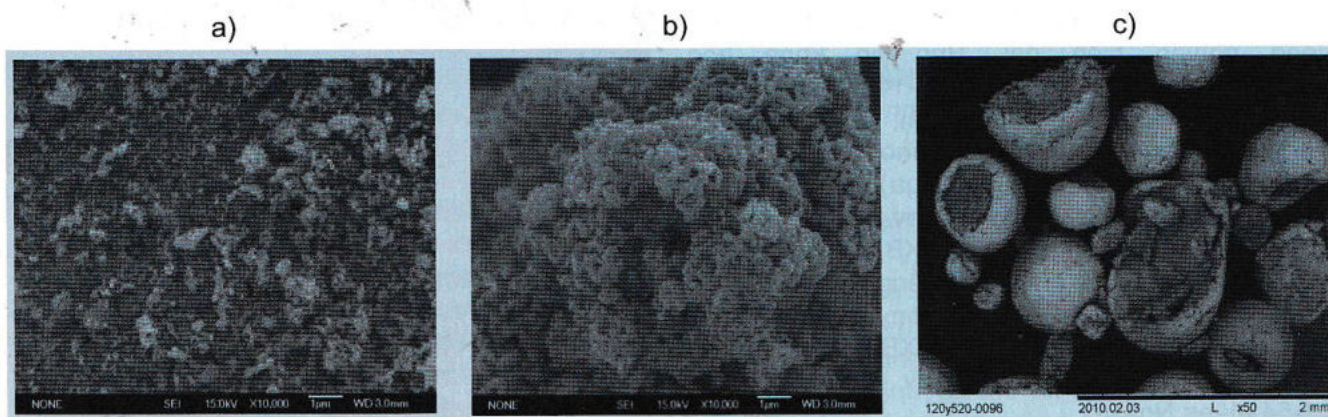
Phân tích hình ảnh hiển vi SEM của các sản phẩm hoàn nguyên từ bột micro Fe₂O₃ (Hình 5) cho thấy mẫu vật liệu thu được trong môi trường tĩnh là bột Fe

siêu mịn có phân bố hạt theo kích thước khá đồng đều với cỡ hạt 0,2÷0,8 μm. Trong môi trường áp từ các hạt này kết tụ thành các khối aglomerat độ xốp

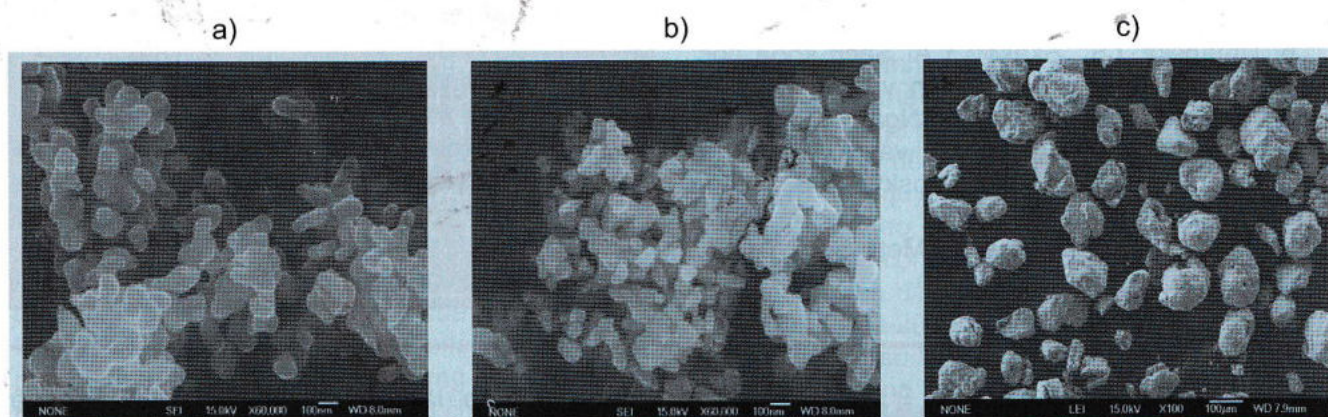
cao với kích thước cỡ 5÷10 µm. Hoàn nguyên trong môi trường lớp xoáy diễn ra với tốc độ cao nhưng sản phẩm thu được có độ phân tán thấp, là các viên kim loại Fe đặc khối kích thước 200-1000 µm.

Tương tự, nghiên cứu ảnh SEM của bột kim loại Ni thu được sau quá trình hoàn nguyên các mẫu nano NiO (H.6) trong các điều kiện khác nhau cho thấy vật liệu thu được trong môi trường tĩnh là các hạt nano Ni đặc trưng kích thước từ 40÷150 nm.

Sản phẩm hoàn nguyên trong môi trường áp từ mạnh biến thiên là các hạt nano Ni cỡ 30÷100 nm, biên giới hạt rõ ràng, tương tự có xu hướng kết tụ thành các aglomerat lớn. Hoàn nguyên bột nano NiO trong môi trường lớp xoáy tương tự như trường hợp với bột micro Fe₂O₃, sẽ không nhận được bột siêu mịn của kim loại, mà sản phẩm là các viên kim loại Ni đặc khối, kích thước cỡ vài chục đến 100 µm.



H.5. Ảnh SEM bột Fe thu được sau quá trình hoàn nguyên micro Fe₂O₃
a - Môi trường tĩnh; b - Môi trường áp từ; c - Môi trường lớp xoáy



H.6. Ảnh SEM bột Ni thu được sau quá trình hoàn nguyên nano NiO
a - Môi trường tĩnh; b - Môi trường áp từ; c - Môi trường lớp xoáy

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này các tác giả đã tiến hành khảo sát đặc trưng động học quá trình hoàn nguyên các kim loại Fe và Ni từ các mẫu bột siêu mịn micro Fe₂O₃ và nano NiO với các môi trường khác nhau trong thiết bị AVS “UAP-3” cũng như khảo sát những tính chất của vật liệu thu được. Kết quả nghiên cứu cho thấy:

➢ Quá trình hoàn nguyên từ bột micro Fe₂O₃ xảy ra với vận tốc phản ứng riêng lớn nhất $35,6 \cdot 10^{-5} s^{-1}$, đạt được tại nhiệt độ 490°C với năng lượng hoạt hóa 74 kJ/mol; các giá trị tương ứng đối với bột

nano NiO lần lượt là $61,5 \cdot 10^{-5} s^{-1}$, 280°C và 54 kJ/mol;

➢ Tốc độ hoàn nguyên trong cả hai trường hợp bột micro Fe₂O₃ và nano NiO đều ít nhiều bị giảm trong môi trường áp từ và tăng lên từ 4÷5 lần trong môi trường lớp xoáy;

➢ Độ phân tán của sản phẩm bột Fe và Ni thu được giảm so với vật liệu tương ứng ban đầu. Sản phẩm hoàn nguyên từ bột micro Fe₂O₃ trong môi trường tĩnh là các hạt Fe siêu mịn cỡ hạt 0,2÷0,8 µm; trong môi trường áp từ chúng kết tụ thành các khối aglomerat độ xốp cao kích thước từ 5÷10 µm.

Sản phẩm hoàn nguyên bột nano NiO trong môi trường áp từ mạnh biến thiên là các hạt nano Ni cỡ 30÷100 nm. Sản phẩm sau quá trình hoàn nguyên từ bột micro Fe₂O₃ và nano NiO trong môi trường lớp xoáy là các viên kim loại Fe và Ni đặc khối với kích cỡ tương ứng lần lượt là 200-1000 µm và vài chục đến 100 µm. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Yuri Zakharov, Kolmykov RP. Chuẩn bị bột kích thước nano của niken và coban cho ngành công nghiệp hiện đại. Bản tin khoa học Polzunovsky. 2008. Số 3. Tr. 137-140 (tiếng Nga).
2. Ryzhonkov D.I., V.V. Levin, Dzidziguri E.L. Tài liệu giáo khoa: Vật liệu nano. NXB Binom. Moskva. 2012. Tr. 20-54 (tiếng Nga).
3. Konyukhov Yu.V., Ryzhonkov D.I., Levin V.V., Dzidziguri E.L. Luyện kim đen. NXB Izvestia Vuzov, Moskva. 2005. Số 3. Tr. 11-15 (tiếng Nga).
4. Mikhailov I. Yu., Konyukhov Yu.V., Ryzhonkov D.I., Kostisyn M.A. NXB Luyện kim bột và mạ chức năng. Izvestia Vuzov. 2012. Số 3. Tr. 51-54 (tiếng Nga).
5. Logvinenko D.D., Shelyakov O.P. Sách khoa học: Tăng cường các quá trình lý hóa trong máy từ trường lớp xoáy. NXB Kiev Technics, Kiev. 1976 (tiếng Nga).
6. Umansky J.S., Skakov Y.A. Sách khoa học: Tinh thể học, tia X và kính hiển vi điện tử. NXB Luyện kim, Moskva. 1982. (tiếng Nga).
7. M. Brown, D. Dollimor, Galway A. Phản ứng trong thể rắn. NXB Thế giới, Moskva 1983. (tiếng Nga).
8. Mckewan W.M. Trans. Met. Soc. AIME., 1960. Tuyển tập 218. Tr. 2-6.

Người biên tập: Trần Văn Trạch

Từ khóa: đặc trưng động học; bột siêu mịn; quá trình hoàn nguyên; môi trường tương tác

Ngày nhận bài: 11-08-2016

Ngày duyệt đăng: 25-11-2016

SUMMARY

In here we present the studies of the kinetic regularities of the ferromagnetic nickel and iron ultrafine powders by hydrogen reduction in a still layer, in a layer under influence of strong alternating magnetic field and in a vortex layer created by ferromagnetic bodies under the action of this field. Via TGA, difference-differential method and Mc Kewan models we calculated kinetic parameters of the reduction processes. Properties of the obtained reduced product were studied by the X-ray diffraction, specific surface area by low-temperature nitrogen adsorption measurements and scanning electron microscopy. It has been shown, the reduction process of micro powder and nano-powder in the magnetic field somewhat slowed, but the rate of reduction in the vortex layer is increased from 4 to 5 times. The dispersion of the obtained Ni and Fe powders is reduced compared with the initial oxide samples. Products of reduction processes in the vortex layer are metal granules of Fe and Ni sized of 200-1000 µm and 100 µm, respectively.

SẢN XUẤT TiO₂ BẰNG...

(Tiếp theo trang 78)

Chủ đầu tư cần chuẩn bị đủ nguồn vốn cần thiết. Tối thiểu khoảng 100 triệu USD (đối với nhà máy công suất khoảng 30.000 tấn/năm) đến 200 triệu USD (đối với nhà máy 60.000 tấn/năm). Công tác đào tạo nguồn nhân lực cần được đảm bảo hình thành được đội ngũ cán bộ quản lý, vận hành công nghệ thành thực, đạt hiệu quả;

➤ Yếu tố hỗ trợ của Nhà nước là cực kỳ quan trọng. Nhà nước tạo điều kiện về các mặt như: chính sách về quản lý, bảo vệ môi trường; chính sách hỗ trợ về vốn, thuế các loại,... để các

doanh nghiệp lần đầu ứng dụng công nghệ clorua có thể đứng vững, trụ lại với thị trường và phát huy hiệu quả. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Titanium Dioxide China Monthly Report - Sep. 2009.
2. Why has domestic chloride process titanium dioxide only child one? - www.mingyuu.com;
3. China challenged to build own chloride-route TiO₂ plant - 21 Feb. 2012-ICIS News;
4. Henan Billions gains License of TiO₂ Chloride process technology from PPG. <http://www.cnchemicals.com>;
5. Titanium Dioxide China Monthly Report - Apr. 2014.