

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM
VIỆN CƠ KHÍ



THUYẾT MINH
ĐỀ TÀI NCKH CẤP TRƯỜNG

ĐỀ TÀI

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA DUNG MÔI, CƯỜNG ĐỘ
DÒNG ĐIỆN VÀ HIỆU ĐIỆN THẾ ĐẾN ĐƯỜNG KÍNH HẠT
NANO – MICRO NIKEN KHI GIA CÔNG TRÊN MÁY TIA
LỬA ĐIỆN**

Chủ nhiệm đề tài: TS. NGUYỄN TIẾN DŨNG

Thành viên tham gia: ThS. NGUYỄN DƯƠNG NAM

Hải Phòng 4/2016

MỤC LỤC

MỤC LỤC.....	I
LỜI MỞ ĐẦU	1
1. Tính cấp thiết của đề tài	1
2. Mục đích nghiên cứu đề tài.....	1
3. Đối tượng nghiên cứu và phạm vi nghiên cứu.....	2
4. Phương pháp nghiên cứu.....	2
5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn.....	2
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ HẠT KIM LOẠI NANO-MICRO	3
1.1. Phân loại hạt nano-micro	3
1.1.1. Hạt nano-micro đặc	3
1.1.2. Hạt nano-micro rỗng	4
1.2. Một số phương pháp chế tạo	4
1.2.1. Phương pháp khử hóa học.....	5
1.2.2. Phương pháp vật lý.....	5
CHƯƠNG 2: QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH HẠT MICRO-NANO NIKEN KHI GIA CÔNG TRÊN MÁY TIA LỬA ĐIỆN.....	9
2.1. Nguyên lý gia công tia lửa điện	9
2.1.1. Giai đoạn hình thành vùng phóng điện	10
2.1.2. Giai đoạn bọt khí phát triển và vật liệu điện cực nóng chảy.....	10
2.1.3. Giai đoạn vật liệu điện cực tách ra khỏi bề mặt.....	11
2.1.4. Giai đoạn kết thúc phóng điện	11
2.2. Quá trình hình thành hạt nano-micro niken khi gia công trên máy EDM12	
CHƯƠNG 3: ẢNH HƯỞNG CỦA DUNG MÔI, CƯỜNG ĐỘ DÒNG ĐIỆN VÀ HIỆU ĐIỆN THẾ ĐẾN ĐƯỜNG KÍNH HẠT NANO – MICRO NIKEN KHI GIA CÔNG TRÊN MÁY TIA LỬA ĐIỆN.....	14
3.1. Ảnh hưởng của dung môi.....	14
3.1.1. Vật liệu thí nghiệm.....	14
3.1.2. Thiết bị thí nghiệm	14
3.1.3. Phương pháp thí nghiệm	14
3.1.4. Thông số thí nghiệm gia công.....	15

3.1.5. Kết quả thí nghiệm và phân tích	15
3.2. Ảnh hưởng của tham số dòng điện.....	19
3.2.1. Vật liệu thí nghiệm.....	19
3.2.2. Thiết bị thí nghiệm	19
3.2.3. Phương pháp thí nghiệm	19
3.2.4. Nghiên cứu ảnh hưởng của hiệu điện thế.....	20
3.2.5. Nghiên cứu ảnh hưởng của cường độ dòng điện	24
KẾT LUẬN	28
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	30

LỜI MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Vật liệu nano-micro mét hiện nay có nhiều ứng dụng, nhờ nó có nhiều đặc tính quan trọng như hiệu ứng thể tích và hiệu ứng bề mặt nhỏ, có tính hấp thụ nhiệt tốt, có một số vật liệu có tính từ tính cao, hoạt tính hóa học cũng rất tốt..., do vậy mà nó ứng dụng rất nhiều trong các lĩnh vực khác nhau như trong hàng không vũ trụ, trong lĩnh vực bảo vệ môi trường, trong lĩnh vực quân sự, trong ngành y tế...

Để chế tạo các hạt vật liệu này có rất nhiều phương pháp khác nhau như phương pháp khử hóa học, phương pháp ăn mòn laser, phương pháp gia công tia lửa điện... Trong đó phương pháp gia công tia lửa điện để chế tạo hạt nano – micro là phương pháp mới được tìm ra và chưa nghiên cứu nhiều. Đặc biệt là nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến kích thước hạt nano – micro.

Xuất phát từ những lí do trên, trong đề tài này, chúng tôi tiến hành nghiên cứu đề tài *“Nghiên cứu ảnh hưởng của dung môi, cường độ dòng điện và hiệu điện thế đến đường kính hạt nano – micro Niken khi gia công trên máy tia lửa điện”*.

2. Tổng quan về tình hình nghiên cứu

Phương pháp gia công tia lửa điện để chế tạo hạt nano – micro là phương pháp mới được tìm ra và chưa nghiên cứu nhiều. Phương pháp gia công tia lửa điện là phương pháp mới được đưa vào ứng dụng trong thời gần đây, nó rất được sự quan tâm của các nhà khoa học. A.E.Berkowitz [7-8] là một trong những người đầu tiên sử dụng gia công tia lửa điện để sản xuất hạt nano – micro, ông đã tự thiết kế chế tạo ra hệ thống này trong phòng thí nghiệm. Ngoài ra, Vasudevamurthy [9] cũng sử dụng phương pháp gia công tia lửa điện để chế tạo các hạt thép không gỉ SUS 304, đồng thời phân tích ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến đường kính hạt. Hong Juan [10] dùng phương pháp này

để chế tạo các hạt Silic. Tất cả các nghiên cứu trên đều cho thấy, đường kính hạt này trong khoảng vài nano đến vài chục micromet.

3. Mục tiêu, đối tượng, phạm vi nghiên cứu

Mục tiêu nghiên cứu đề tài

- Khái quát về hạt nano – micro niken, các phương pháp gia công đang được ứng dụng hiện nay.

- Mô tả nguyên lý của phương pháp gia công tia lửa điện, phân tích quá trình hình thành hạt vật liệu.

- Thí nghiệm để đưa ra quan hệ của dung môi, cường độ dòng điện và hiệu điện thế với độ hạt nano – micro niken.

Đối tượng nghiên cứu và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là các hạt nano – micro niken được tạo ra bằng cách sử dụng máy gia công tia lửa điện để chế tạo.

4. Phương pháp nghiên cứu

Sử dụng phương pháp phân tích lý thuyết kết hợp với thực nghiệm.

5. Kết quả đạt được của đề tài

Về ý nghĩa khoa học, kết quả nghiên cứu dự kiến là phân tích quá trình hình thành hạt niken, đưa ra được đồ thị quan hệ giữa các thông số công nghệ với kích thước hạt niken khi gia công bằng tia lửa điện.

Về ý nghĩa thực tiễn, những nội dung và kết quả nghiên cứu có thể là cơ sở để áp dụng trực tiếp gia công các hạt nano – micro sau này. Kết quả đồ thị quan hệ giữa các thông số công nghệ với kích thước hạt là cơ sở để áp dụng cho các nghiên cứu tiếp theo.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ HẠT KIM LOẠI NANO-MICRO

1.1. Phân loại hạt nano-micro

1.1.1. Hạt nano-micro đặc

Hạt nano-micro đặc chỉ những hạt đặc có đường kính, diện tích bề mặt rất nhỏ, nằm trong khoảng vài nano đến vài chục micro mét. Các vật liệu có kích thước nano – micro mét hiện nay đang được đặc biệt quan tâm nghiên cứu chế tạo và ứng dụng trong nhiều lĩnh vực. Khi kích thước của vật liệu giảm xuống đến thang nano – micro mét, diện tích bề mặt giảm rất lớn thì khi đó xuất hiện hiệu ứng bề mặt và hiệu ứng kích thước, khi xuất hiện hai hiệu ứng này thì vật liệu đó bị chi phối bởi hiệu ứng giam cầm lượng tử. Chính do có hiệu ứng này mà vật liệu có những tính chất đặc biệt [1] như: tính chất về cấu trúc, tính chất quang, tính chất điện - từ ...

- **Hiệu ứng bề mặt [1]:**

Khi vật liệu có kích thước nhỏ thì tỉ số giữa số nguyên tử trên bề mặt và tổng số nguyên tử của vật liệu gia tăng. Chúng ta cần lưu ý đặc điểm này trong nghiên cứu và ứng dụng. Khác với hiệu ứng thứ hai mà ta sẽ đề cập đến sau, hiệu ứng bề mặt luôn có tác dụng với tất cả các giá trị của kích thước, hạt càng bé thì hiệu ứng càng lớn và ngược lại. Ở đây không có giới hạn nào cả, ngay cả vật liệu khối truyền thống cũng có hiệu ứng bề mặt, chỉ có điều hiệu ứng này nhỏ thường bị bỏ qua.

- **Hiệu ứng kích thước**

Khác với hiệu ứng bề mặt, hiệu ứng kích thước của vật liệu nano đã làm cho vật liệu này trở nên kì lạ hơn nhiều so với các vật liệu truyền thống. Đối với một vật liệu, mỗi một tính chất của vật liệu này đều có một độ dài đặc trưng. Độ dài đặc trưng của rất nhiều các tính chất của vật liệu đều rơi vào kích thước nm. Chính điều này đã làm nên cái tên “vật liệu nano” mà ta thường nghe đến ngày nay. Ở vật liệu khối, kích thước vật liệu lớn hơn nhiều lần độ dài đặc trưng này dẫn đến các tính chất vật lý đã biết. Nhưng khi kích thước của vật liệu có thể so

sánh được với độ dài đặc trưng đó thì tính chất có liên quan đến độ dài đặc trưng bị thay đổi đột ngột, khác hẳn so với tính chất đã biết trước đó. Ở đây không có sự chuyển tiếp một cách liên tục về tính chất khi đi từ vật liệu khối đến vật liệu nano. Chính vì vậy, khi nói đến vật liệu nano, chúng ta phải nhắc đến tính chất đi kèm của vật liệu đó. Cùng một vật liệu, cùng một kích thước, khi xem xét tính chất này thì thấy khác lạ sơ với vật liệu khối nhưng cũng có thể xem xét tính chất khác thì lại không có gì khác biệt cả. Tuy nhiên, chúng ta cũng may mắn là hiệu ứng bề mặt luôn luôn thể hiện dù ở bất cứ kích thước nào.

1.1.2. Hạt nano-micro rỗng

Hạt nano-micro rỗng là những hạt không những có đường kính nhỏ như hạt nano – micro đặc mà phần lõi của hạt là rỗng, chiều dày thành hạt rỗng này rất mỏng. Ngoài những tính chất đặc biệt như: tính chất về cấu trúc, tính chất quang, tính chất điện - từ... thì nó còn có một số tính chất khác như mật độ rất nhỏ, ngược lại diện tích bề mặt của hạt lại tăng, làm tăng khả năng dung nạp các loại phân tử. Ở rất nhiều phương diện, hạt nano-micro rỗng có những tính chất rất đặc biệt như tính chất quang điện, tính chất nhiệt học, tính chất từ tính, tính chất quang học, tính chất lực học, tính chất xúc tác...

1.2. Một số phương pháp chế tạo

Các hạt nano - micro đã được nghiên cứu chế tạo bằng nhiều phương pháp khác nhau. Những phương pháp này được phân nhóm theo kích thước của vật liệu ban đầu (gồm 2 nhóm: các phương pháp từ trên xuống và các phương pháp từ dưới lên) hoặc theo trạng thái của vật liệu chế tạo (gồm 4 nhóm: các phương pháp đối với vật liệu ở trạng thái rắn, trạng thái hơi, các phương pháp tổng hợp hóa học/đối với các chất ở trạng thái dung dịch và các phương pháp với tổng hợp ở pha khí). Ứng với mỗi trạng thái của vật liệu trên sẽ có từng phương pháp cụ thể. Mỗi phương pháp đều có những ưu điểm riêng, tùy theo mục đích chế tạo mà có sự chọn lựa phương pháp phù hợp.

1.2.1. Phương pháp khử hóa học

Phương pháp khử hóa học là dùng các tác nhân hóa học để khử ion kim loại thành kim loại. Thông thường các tác nhân hóa học ở dạng dung dịch lỏng nên còn gọi là phương pháp hóa ướt. Đây là phương pháp từ dưới lên. Dung dịch ban đầu có chứa các muối của các kim loại như HAuCl_4 , H_2PtCl_6 , AgNO_3 . Tác nhân khử ion kim loại Ag^+ , Au^+ thành Ag^0 , Au^0 ở đây là các chất hóa học như Citric acid, vitamin C, Sodium Borohydride NaBH_4 , Ethanol (cồn), Ethylene Glycol [2] (phương pháp sử dụng các nhóm rượu đa chức như thế này còn có một cái tên khác là phương pháp polyol). Để các hạt phân tán tốt trong dung môi mà không bị kết tụ thành đám, người ta sử dụng phương pháp tĩnh điện để làm cho bề mặt các hạt nano có cùng điện tích và đẩy nhau hoặc dùng phương pháp bao bọc chất hoạt hóa bề mặt. Phương pháp tĩnh điện đơn giản nhưng bị giới hạn bởi một số chất khử. Phương pháp bao phủ phức tạp nhưng vạn năng hơn, hơn nữa phương pháp này có thể làm cho bề mặt hạt nano có các tính chất cần thiết cho các ứng dụng. Các hạt nano Ag, Au, Pt, Pd, Rh với kích thước từ 10 đến 100 nm có thể được chế tạo từ phương pháp này.

1.2.2. Phương pháp vật lý

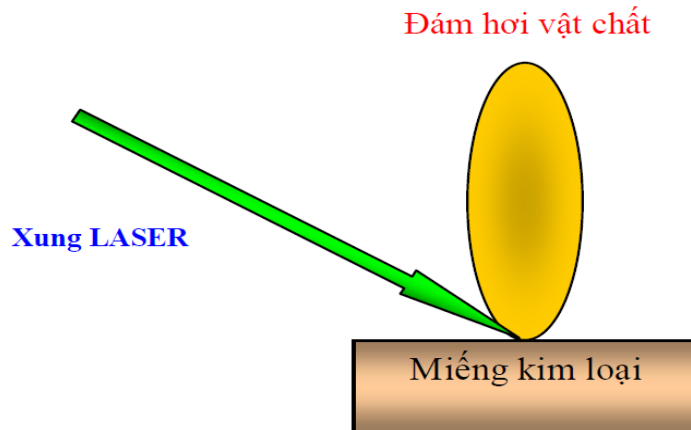
1.2.2.1. Phương pháp hóa hơi vật lý

Phương pháp hóa hơi vật lý [3][4] còn được gọi là phương pháp bay hơi ngưng tụ (giữa các hạt ăn mòn - IGC). Phương pháp IGC là một trong những phương pháp phổ biến nhất được sử dụng ngày nay để chuẩn bị các hạt nano – micro kim loại. IGC là làm kim loại, hợp kim hoặc hợp chất được nung nóng đến nhiệt độ bay hơi trong môi trường chân không, khí trơ (He, Ar) hay khí nitơ, và sau đó ngưng tụ để tạo thành bột siêu mịn. Nguồn nhiệt chủ yếu là: nguồn plasma, nguồn tia điện tử, nguồn laser vv.

- **Phương pháp ăn mòn laser**

Phương pháp ăn mòn laser [5][6] là một quá trình loại bỏ các vật liệu từ một vật liệu rắn (hoặc đôi khi ở dạng lỏng) khi chiếu lên bề mặt của nó một tia

laser. Một điểm đặc biệt của ánh sáng laser là nó có thể tập trung năng lượng với cường độ rất cao trên một vùng giới hạn của vật liệu. Khi ánh sáng laser chiếu tới vật liệu, do cường độ laser lớn sẽ gây bùng nổ và dẫn đến sự phát tán hỗn hợp của nguyên tử, các phân tử và ion (plasma) hoặc các đám hơi vật chất từ bề mặt của vật liệu.



Hình 1.1: Nguyên lý ăn mòn laser

Một xung laser năng lượng cao tập trung chiếu vào vật liệu. Khi dòng năng lượng của laser vượt giá trị ngưỡng ăn mòn của vật liệu, các liên kết hóa học của nó bị phá vỡ và vật liệu bị “vỡ” thành các mảnh nhỏ, thường các mảnh này là hỗn hợp của nguyên tử, các phân tử và ion. Hỗn hợp các mảnh nhỏ ở trạng thái rắn, khí và plasma thoát khỏi vùng tương tác, quá trình ăn mòn tương tự với sự bay hơi nhanh chóng của lớp bề mặt vật liệu.

Khi xung lượng laser thấp, mẫu bị nung nóng bởi hấp thụ năng lượng laser và bốc bay hoặc thăng hoa. Khi xung lượng laser cao, mẫu thường được chuyển đổi sang dạng plasma.

Thông thường, phương pháp ăn mòn laser thường dùng laser xung, nhưng với một số vật liệu có thể dùng laser liên tục nếu laser có cường độ đủ lớn.

- **Phương pháp Plasma**

Plasma là trong môi trường khí (hoặc chân không), quá trình phóng tia điện làm ion môi trường sản sinh một dòng plasma năng lượng cao, năng lượng

này sinh nhiệt độ cao tức thời làm vật liệu nóng chảy hoặc bốc hơi, các hạt vật liệu này sau đó tách ra khỏi bề mặt chi tiết, sau khi làm mát tạo thành bột siêu mịn (các hạt nano - micro). Trong một số môi trường khí trơ, đối với phương pháp này thì hầu hết các loại vật liệu kim loại, đều có thể tạo ra các hạt nano - micro. Donghua sử dụng một plasma hồ quang điện trong một môi trường chân không làm niken tan chảy hoặc bốc hơi, sau đó làm ngưng tụ để có được kích thước hạt khoảng 30 nm của bột kim loại niken.

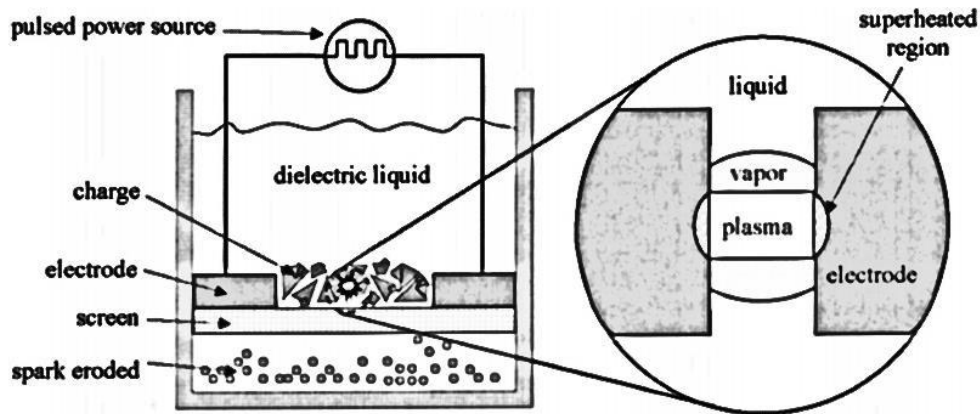
1.2.2.2. Phương pháp mài nghiền

Phương pháp mài nghiền là sử dụng máy mài nghiền năng lượng cao để nghiền và khuấy nguyên liệu một cách rất mạnh liệt, làm cho tổ chức, kết cấu và tính năng của vật liệu thay đổi, từ đó tạo ra các hạt có kích thước nano - micromet, đây chính là quá trình phá vỡ vật liệu từ kích thước lớn về kích thước bé. Ưu điểm chính của phương pháp này là có thể chế tạo được các loại vật liệu mà nhiệt độ nóng chảy và bay hơi rất lớn và rất khó khăn để tham gia vào các phản ứng hóa học. Nhưng phương pháp này cũng có nhược điểm là kích thước hạt phụ thuộc rất nhiều vào thời gian mài nghiền, muốn kích thước càng nhỏ thì thời gian mài càng lâu. Bachixin sử dụng máy mài nghiền công suất lớn để chế tạo thành công hạt niken có kính thước trung bình là 6 ~ 22 nm. Wei Qin sử dụng thiết bị cơ khí, trong môi trường khí trơ, sản xuất ra các hạt niken có đường kính nhỏ hơn 30 nm, việc sản xuất trong môi trường khí trơ này có thể phòng tránh các hạt niken bị oxy hóa.

1.2.2.3. Phương pháp gia công tia lửa điện

Phương pháp gia công tia lửa điện là phương pháp mới được đưa vào ứng dụng trong thời gần đây, nó rất được sự quan tâm của các nhà khoa học. A.E.Berkowitz [7-8] là một trong những người đầu tiên sử dụng gia công tia lửa điện để sản xuất hạt nano - micro, ông đã tự thiết kế chế tạo ra hệ thống này trong phòng thí nghiệm (hình 1.2). Trong một hộp chân không kín đồ đầy nitơ lỏng, các hạt vật liệu dạng thô được để trên lớp sang và nằm giữa hai điện cực, đồng thời hộp chứa này có sự dao động, dẫn đến các hạt vật liệu cũng rung

động trong dung môi. Khi cho dòng điện đi qua hai điện cực, nhờ có khe hở giữa hai điện cực và khe hở giữa các hạt vật liệu với nhau sẽ tạo ra hiện tượng phóng điện giữa các khe hở này. Tại vùng này, nhiệt lượng là rất cao, làm các hạt kim loại nóng chảy và bay hơi, sau khi đi vào dung dịch nitơ lỏng sẽ ngưng tụ tạo thành các hạt nano – micro rơi xuống đáy hộp.



Hình 1.2: Phương pháp gia công tia lửa điện

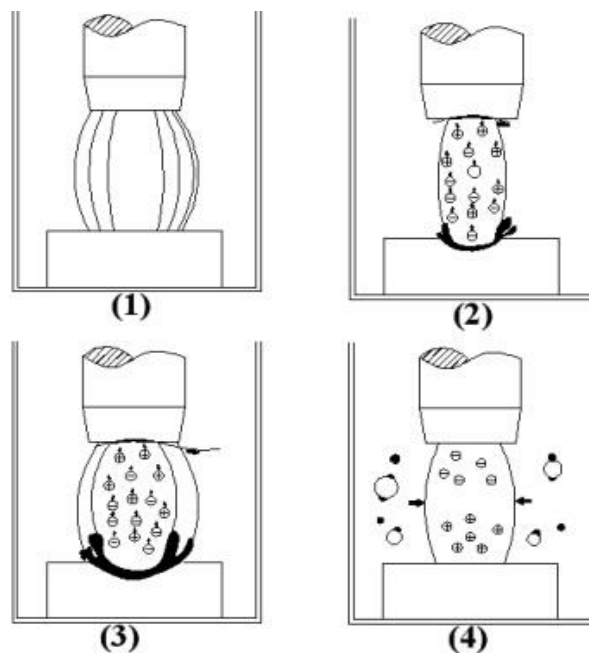
Ngoài ra, Vasudevamurthy [9] cũng sử dụng phương pháp gia công tia lửa điện để chế tạo các hạt thép không gỉ SUS 304, đồng thời phân tích ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến đường kính hạt. Hong Juan [10] dùng phương pháp này để chế tạo các hạt Silic. Tất cả các nghiên cứu trên đều cho thấy, đường kính hạt này trong khoảng vài nano đến vài chục micromet.

CHƯƠNG 2: QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH HẠT MICRO-NANO NIKEN KHI GIA CÔNG TRÊN MÁY TIA LỬA ĐIỆN

2.1. Nguyên lý gia công tia lửa điện

Gia công tia lửa điện (Electrical Discharge Machining – EDM) được nữ giáo sư Liên Xô Lazarenko Clain sáng chế vào những năm 40 của thế kỷ trước. Nguyên lý gia công cơ bản của phương pháp này là sao chép ngược, tức là cho cả điện cực và chi tiết gia công vào trong dung dịch gia công, sau đó cho phóng điện giữa hai điện cực làm cho nhiệt độ tức thời và áp lực trong vùng gia công tăng rất nhanh làm nóng chảy và bay hơi cục bộ vật liệu điện cực, dẫn đến vật liệu bị xói mòn [11].

Gia công tia lửa điện là một quá trình vật lý biến đổi rất nhanh và là quá trình vi mô rất phức tạp. Rất nhiều thực nghiệm đã chứng minh, quá trình vi mô của mỗi lần ăn mòn tia lửa điện chính là quá trình tác dụng tổng hợp của lực điện trường, lực từ, lực do nhiệt, động lực của môi chất... Quá trình này có thể phân thành bốn giai đoạn liên tiếp: 1) giai đoạn hình thành vùng phóng điện; 2) giai đoạn bọt khí phát triển và vật liệu điện cực nóng chảy; 3) giai đoạn vật liệu điện cực tách ra khỏi bề mặt; 4) giai đoạn kết thúc phóng điện [12].



Hình 2.1: Quá trình ăn mòn tia lửa điện

2.1.1. Giai đoạn hình thành vùng phóng điện

Trong một thời gian phóng điện rất ngắn (10^{-7} - 10^{-3} s), cường độ điện trường giữa hai điện cực tăng một cách rất mạnh, giữa hai điện cực lập tức hình thành một điện trường. Cường độ điện trường tỉ lệ thuận với điện áp và tỉ lệ nghịch với khoảng cách phóng điện, tức là khi điện áp tăng hoặc khoảng cách phóng điện giảm thì cường độ điện trường giữa hai điện cực cũng sẽ tăng tương ứng. Do bề mặt của dụng cụ điện cực và chi tiết là không tuyệt đối nhẵn bóng vì vậy mà khoảng cách giữa các điểm trên hai bề mặt này là không bằng nhau, dẫn đến cường độ điện trường trên các điểm này cũng không bằng nhau, những nơi có khoảng cách nhỏ nhất thì cường độ điện trường là lớn nhất.

Mặt khác, trong môi chất tồn tại một lượng tạp chất nhất định (các vi hạt kim loại), các điện tử tự do dẫn đến dung môi hình thành một khả năng dẫn điện nhất định. Dưới tác dụng của điện trường, các tạp chất này làm cho điện trường giữa hai điện cực không đều. Đến khi cường độ điện trường tại một nơi nào đó đạt 10^5 V/mm (100 V/ μ m) thì bắt đầu xuất hiện hiện tượng phóng điện, các electron âm từ cực âm phóng đến cực dương. Dưới tác dụng của điện trường, các electron âm tốc độ cao sẽ va đập vào các phân tử hoặc các nguyên tử trung hòa trong môi chất sinh ra hiện tượng ion hóa tạo thành các hạt mang điện tích âm và các hạt mang điện tích dương hình thành vùng phóng điện (Hình 2.1 a).

2.1.2. Giai đoạn bọt khí phát triển và vật liệu điện cực nóng chảy

Khi chất điện môi giữa hai điện cực bị ion hóa, hình thành một kênh phóng điện, nguồn điện làm cho các điện tử va đập rất mạnh vào cực dương, ngược lại ác ion dương cũng va đập rất mạnh vào điện cực âm, tạo ra một động năng rất lớn, các động năng này thông qua sự va đập sẽ biến thành nhiệt năng, làm cho bề mặt của hai điện cực có nhiệt độ rất lớn, đạt đến trên 5000°C . Nhiệt độ cao này đầu tiên làm cho chất điện môi bị bốc hơi và phân giải thành các hỗn hợp khí khác nhau (nếu chất điện môi là dầu thì có thể phân giải thành các loại khí cacbon, khí H_2 ...các bọt khí, các hạt cacbon tự do, nếu là nước thì phân giải thành O_2 và H_2). Nhiệt độ bề mặt của các điện cực, ngoài tác dụng làm chất điện

môi bị phân giải, khí hóa còn làm cho kim loại bản thân điện cực bị nóng chảy, cho đến bị bay hơi. Sau khi chất điện môi và kim loại bị bay hơi làm cho thể tích tức thời của các khí này tăng một cách mãnh liệt và tạo thành vùng giãn nở nhiệt và hiện tượng nổ, quá trình này tạo thành một vùng bọt khí ngày càng to (Hình 2.1 b).

2.1.3. Giai đoạn vật liệu điện cực tách ra khỏi bề mặt

Vùng phóng điện và bề mặt của hai điện cực có nhiệt độ là rất lớn, làm cho chất điện môi bị khí hóa và vật liệu kim loại bị nóng chảy, bốc hơi, giãn nở nhiệt sinh ra áp suất tức thời là rất lớn. Áp suất ở vùng trung tâm phóng điện là lớn nhất, làm cho thể tích vùng này không ngừng phát triển ra ngoài, hình thành một vùng gọi là bóng khí. Áp lực của trong và ngoài, trên và dưới bóng khí này là không giống nhau, các nơi kim loại nóng chảy, bay hơi có áp lực cao sẽ bị đẩy ra và xâm nhập vào dung dịch chất điện môi (Hình 2.1 c).

Do sức căng bề mặt và lực liên kết giữa các phân tử kim loại, làm cho các hạt kim loại bị văng ra này có thể tích là rất bé, sau khi đi vào chất dung môi bị đông đặc tạo thành các hạt hình cầu (đường kính từ vài chục nanomet đến vài trăm micromet), quá trình này được lặp lại liên tục, làm cho bề mặt của điện cực bị ăn mòn dần dần.

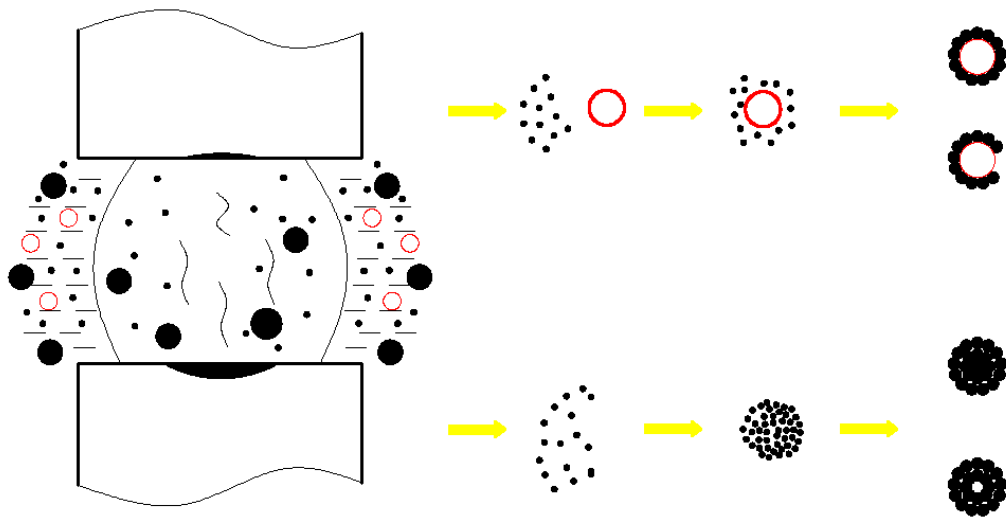
Trong quá trình các phân tử kim loại bốc hơi, đa số chúng đều bị văng ra và xâm nhập vào dung dịch điện môi, nhưng cũng có một số ít lại bám vào bề mặt của điện cực, có thể kim loại của bề mặt điện cực này bám vào bề mặt của điện cực kia và ngược lại, với mỗi điều kiện khác nhau thì lượng này lại khác nhau, đây chính là hiện tượng bổ sung chống ăn mòn điện cực.

2.1.4. Giai đoạn kết thúc phóng điện

Sự phóng điện kéo dài là rất ngắn, chỉ vài micro giây đến vài trăm micro giây, giữa các xung có một độ trễ nhất định, cho phép chất điện môi thời ion hóa và để có thời gian vận chuyển phoi ra ngoài khe hở giữa hai điện cực nhờ dòng chảy của chất điện môi. Sau khi ngắt phóng điện, hiện tượng ion hóa cũng kết

thúc, thể tích bóng khí giảm đột ngột tạo ra áp suất rất lớn, tiếp tục đẩy các hạt kim loại này ra khỏi vùng gia công (Hình 2.1 d). Mỗi điện cực đều bị ăn mòn, nhưng sự ăn mòn của mỗi điện cực là khác nhau. Cực nào ăn mòn nhiều (thường là cực dương) thì sẽ lấy điện cực đó làm phôi. Cực nào ít ăn mòn thì sẽ lấy làm điện cực.

2.2. Quá trình hình thành hạt nano-micro niken khi gia công trên máy EDM



Hình 2.2: Quá trình hình thành hạt nano-micro niken

Trong quá trình gia công hai điện cực xảy ra quá trình nóng chảy và bay hơi, tạo thành các giọt kim loại lỏng và các phân tử kim loại bốc hơi. Các giọt kim loại lỏng và các phân tử kim loại bốc hơi này xâm nhập vào dung dịch gia công và kết hợp lại với nhau thông qua lực Vander Waals tạo thành các hạt kim loại có các hình dạng khác nhau (hình 2.2).

Một phần kim loại nóng chảy bị văng ra khỏi bề mặt điện cực, xâm nhập vào dung dịch điện môi bị làm lạnh và đông đặc tạo thành các hạt kim loại hình cầu. Các hạt cầu này có thể là đặc hoặc rỗng, điều này được lý giải như sau:

- Ở nhiệt độ cao, kim loại lỏng hòa tan một lượng khí nhất định, nhưng khi đông đặc lượng khí này sẽ được giải phóng. Do bề mặt ngoài của hạt sẽ bị đông đặc trước tiên, nên lượng khí này sẽ bị mắc kẹt lại bên trong hạt tạo thành hình rỗng.

- Trong quá trình đông đặc, các phần tử bên ngoài cùng của hạt bị đông đặc trước và bị co lại, một phần co này sẽ được bù đắp bởi các phần tử bên trong ngay sát nó, sau đó các phần tử này cũng bị đông đặc, bị co và được bù đắp bởi các phần tử bên trong tiếp theo, cứ như vậy trung tâm hạt là đông đặc sau cùng và cũng bị co, nhưng không được bù đắp nên tạo thành phần rỗng, phần rỗng này là chân không và sẽ bị mất đi khi kim loại nóng chảy.

Một phần khác kim loại bị bốc hơi và xâm nhập vào dung dịch điện môi, trong quá trình này chúng có thể kết hợp với nhau tạo thành các hạt giống như ở phần trên. Cũng có một số, chúng bao quanh bọt bong bóng khí rất nhỏ (do dung dịch môi chất bị phân giải), sau khi đông đặc sẽ tạo thành hạt kim loại rỗng, nếu bao phủ toàn bộ bong bóng khí thì hạt kim loại rỗng kín, nếu bao phủ không hoàn toàn thì hạt kim loại rỗng hở.

CHƯƠNG 3: ẢNH HƯỞNG CỦA DUNG MÔI, CƯỜNG ĐỘ DÒNG ĐIỆN VÀ HIỆU ĐIỆN THẾ ĐẾN ĐƯỜNG KÍNH HẠT NANO – MICRO NIKEN KHI GIA CÔNG TRÊN MÁY TIA LỬA ĐIỆN

3.1. Ảnh hưởng của dung môi

3.1.1. Vật liệu thí nghiệm

- Hai thanh niken hàm lượng 99,99% có tiết diện 10mm x 10mm;
- Dầu hỏa: Phạm vi nhiệt bay hơi: $180 \div 310^{\circ}\text{C}$, mật độ 0.78g/cm^3 , 5L;
- Dầu gia công tia lửa điện: nhiệt độ cháy 80°C , mật độ 0.81g/cm^3 , 5L;
- Nước tinh khiết: Nhiệt độ sôi 100°C , mật độ 1g/cm^3 , 5L;
- Cồn : độ tinh khiết 95%, nhiệt độ cháy $78,2^{\circ}\text{C}$, mật độ 0.79g/cm^3 , 300ml;

3.1.2. Thiết bị thí nghiệm

- Máy gia công tia lửa điện điều khiển kỹ thuật số E46PM, phạm vi điện áp $30 \div 120\text{V}$, phạm vi cường độ dòng điện $1,5 \div 60\text{A}$;
- Hộp thép không rỉ có kích thước 260mm x 190mm x 170mm;
- Kính hiển vi điện tử SEM;
- Giấy ráp: 5 tờ;
- Nam châm vĩnh cửu: 01 miếng $12\text{mm} \times 4.25\text{mm} \times 1.25\text{mm}$;

3.1.3. Phương pháp thí nghiệm

Dùng hai miếng niken làm hai điện cực lắp trên máy gia công tia lửa điện điều khiển kỹ thuật số E46PM, sau đó lần lượt dùng dầu hỏa, dầu gia công tia lửa điện và nước làm dung dịch điện môi. Trước khi tiến hành thí nghiệm, đầu tiên dùng máy cắt để cắt nhỏ thanh niken thành từng đoạn khoảng 400mm, sau đó dùng giấy ráp làm sạch bề mặt, loại bỏ các chất bẩn, oxit bám trên các điện cực này. Dùng cơ cấu kẹp để định vị và kẹp chặt thanh niken trên máy, dựa vào mỗi lần thí nghiệm để cho dung môi khác nhau. Khởi động máy, đặt cho máy các thông số thí nghiệm, đối với mỗi dung môi khác nhau tiến hành gia công 1 giờ. Sau 1 giờ, dừng máy để cho dung môi nguội và các tạp chất lắng xuống

dưới, sử dụng nam châm vĩnh cửu để thu gom các hạt niken. Trong quá trình thu gom hạt niken, các tạp chất có thể lẫn vào, vì vậy chúng ta dùng cồn để làm sạch. Cuối cùng ta đưa lên máy hiển vi điện tử SEM để quan sát và chụp kết quả.

Đối với thí nghiệm này, việc quan sát và thống kê đường kính của hạt niken là rất quan trọng. Vì vậy trong thí nghiệm này, chúng tôi sử dụng phần mềm Smileview để tiến hành thống kê đường kính hạt niken trên ảnh mà ta thu được từ máy SEM.

3.1.4. Thông số thí nghiệm gia công

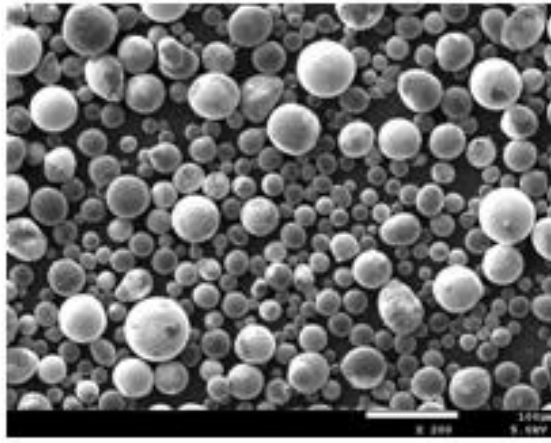
Trong thí nghiệm này, tiến hành làm ba thí nghiệm với các thông số điện không thay đổi: cường độ dòng điện 15A, điện áp phóng điện 45V, độ kéo dài xung máy phát 300s, thời gian gia công 60 phút. Thay đổi lần lượt dung dịch gia công là dầu hỏa, dầu gia công tia lửa điện, nước tinh khiết.

Bảng 3.1: Thông số thí nghiệm ảnh hưởng của dung môi

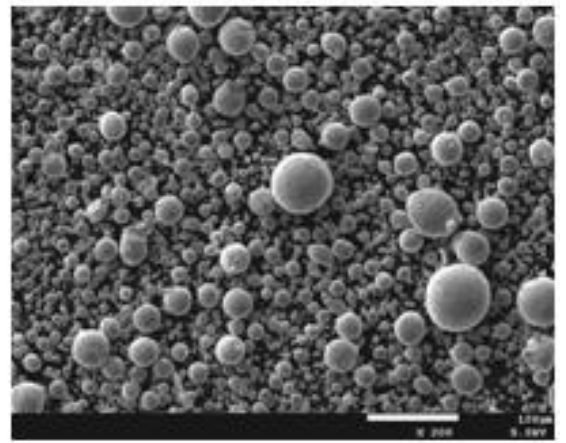
Thí nghiệm	Dung dịch gia công	Độ kéo dài xung máy phát (μs)	Cường độ dòng điện (A)	Điện áp phóng điện (V)
Thí nghiệm 1	Dầu hỏa	300	15	45
Thí nghiệm 2	Dầu gia công tia lửa điện	300	15	45
Thí nghiệm 3	Nước tinh khiết	300	15	45

3.1.5. Kết quả thí nghiệm và phân tích

Sau khi gia công sử dụng nam châm vĩnh cửu để thu gom các hạt vật liệu, sau đó dùng cồn làm sạch, đưa lên máy SEM ta thu được hình 3.1, sử dụng phần mềm Smileview thống kê kích thước hạt ta được kết quả thể hiện ở bảng 3.2.



a. Dầu gia công tia lửa điện



b. Nước tinh khiết

Hình 3.1: Hình dạng bề mặt hạt niken sau khi gia công

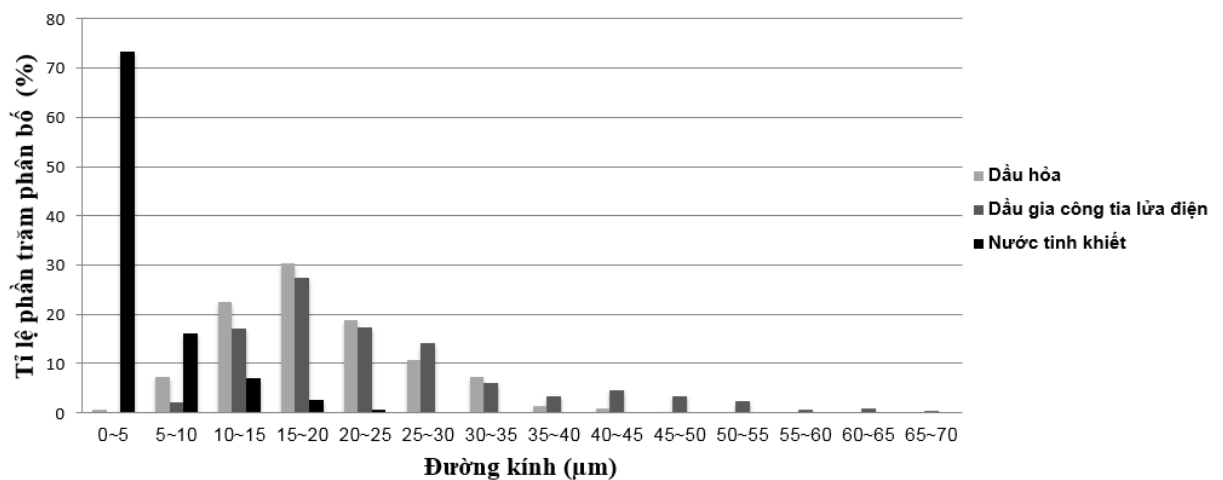
Sử dụng phần mềm Smileview đối với mỗi thí nghiệm tiến hành phân tích, cùng thống nhất một chế độ phóng to ảnh là 200 lần, thống kê đường kính các hạt niken trong khoảng 5 μm . Tỷ lệ phần trăm đường kính hạt niken khi dung dịch thay đổi ta được kết quả thể hiện ở bảng 3.2.

Bảng 3.2: Tỷ lệ phần trăm đường kính hạt niken khi dung dịch thay đổi

Kích thước hạt (μm)	Dầu hỏa	Dầu gia công tia lửa điện	Nước tinh khiết
< 5	0.54	0	73.4
5-10	7.22	2.15	16.1
10-15	22.48	17.13	7.12
15-20	30.26	27.52	2.62
20-25	18.8	17.43	0.75
25-30	10.63	14.06	0
30-35	7.36	6.11	0
35-40	1.5	3.36	0
40-45	0.95	4.59	0
45-50	0.26	3.36	0

50-55	0	2.45	0
55-60	0	0.61	0
60-65	0	0.92	0
65-70	0	0.31	0

Dựa vào bảng thống kê đường kính hạt của phần mềm Smileview, chúng ta có thể thấy rằng, đường kính hạt bé nhất là 50 nm, đường kính hạt lớn nhất là 68 μm . Trong ba thí nghiệm, đối với từng loại dung môi khác nhau thì đường kính lớn nhất và nhỏ nhất của hạt cũng không giống nhau. Đối với dung môi là dầu hỏa thì đường kính lớn nhất là 54,4 μm , đường kính nhỏ nhất là 300nm. Đối với dung môi là dầu gia công tia lửa điện, thì đường kính lớn nhất là 68 μm , đường kính nhỏ nhất là 7,1 μm . Đối với dung môi là nước tinh khiết, thì đường kính lớn nhất là 21,3 μm , đường kính nhỏ nhất là 50nm. Sự phân bố tỉ lệ phần trăm được thể hiện ở đồ thị hình 3.2.



Hình 3.2: Phân bố tỉ lệ phần trăm hạt niken khi dung môi thay đổi

Từ hình 3.2 cho ta thấy rằng, khi dung môi là nước tinh khiết, thì đường kính hạt niken là rất nhỏ, đường kính hạt từ 0 ÷ 5 μm chiếm tới 73,4%, đường kính chủ yếu là phân bố trong khoảng 0 ÷ 10 μm . Ngược lại, khi dung môi là dầu hỏa, thì đường kính hạt niken trong khoảng từ 0 ÷ 5 μm là rất nhỏ, chỉ chiếm 0,54%, thậm chí khi dung môi là dầu gia công tia lửa điện, hạt niken trong

khoảng từ $0 \div 5\mu\text{m}$ là không có. Khi dung môi là dầu gia công tia lửa điện và dầu hỏa, đường kính hạt chủ yếu phân bố trong khoảng $10 \div 25\mu\text{m}$, cụ thể là khi dung môi là dầu gia công tia lửa điện và dầu hỏa thì đường kính phân bố lớn nhất nằm trong khoảng từ $10 \div 25\mu\text{m}$, lần lượt là 27,52% và 30,26%, và đường kính hạt phân bố không tập trung. Khi dung môi là nước tinh khiết thì hạt kim loại rất nhỏ là do một vài nguyên nhân dẫn.

So với dung môi là dầu gia công tia lửa điện và dầu hỏa, dung môi là nước có độ nhớt động học là nhỏ nhất (bảng 3.3) do vậy mà việc thoát phoi là nhanh nhất, vì vậy mà kim loại nóng chảy và các phần tử kim loại bốc hơi sau khi thoát khỏi bề mặt điện cực, xâm nhập vào dung môi thì có thể đi được quãng đường là dài nhất và khó tụ tập lại với nhau nhất, do đó rất khó để các phần tử này tích tụ lại với nhau trước khi đông đặc, dẫn đến kích thước hạt là rất nhỏ.

Bảng 3.3: Tham số cơ bản của dung môi

Dung môi	Độ nhớt động học 10^{-6} (m^2/s)	Hệ số sức căng bề mặt 10^{-2} (N/m)	Hệ số dẫn nhiệt ($\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$)	Áp suất hóa hơi 10^3Pa	Mật độ (g/cm^3)
Nước tinh khiết	0.659	7.28	0.68	2.3	1
Dầu gia công tia lửa điện	1.5-2.5	-	0.23	-	0,77
Dầu hỏa	2.5-2.7	2.3-3.2	0.12	0.1	0.8

Khi dung môi là dầu gia công tia lửa điện thì trong quá trình gia công, nhiệt độ gia công là lớn nhất do vậy mà kim loại cũng rất dễ bị nóng chảy và bay hơi. Nhưng so với nước thì hệ số dẫn nhiệt của dầu gia công tia lửa điện và dầu hỏa là nhỏ hơn rất nhiều, vì vậy khi dung môi là nước thì các phần tử kim loại bốc hơi và các hạt kim loại nóng chảy bị đông đặc là rất nhanh, do vậy mà chúng không có nhiều thời gian để tích tụ lại với nhau dẫn đến hạt kim loại cũng

rất nhỏ. Ngược lại, dầu gia công tia lửa điện và dầu hỏa có hệ số dẫn nhiệt là nhỏ, do vậy mà khả năng mất nhiệt của các phân tử kim loại bốc hơi và các hạt kim loại nóng chảy là rất chậm, vì thế mà thời gian hạ nhiệt và đông đặc của chúng là lâu hơn dẫn đến chúng có thời gian tích tụ lại với nhau trước khi đông đặc, kết quả là đường kính hạt tương đối lớn.

3.2. Ảnh hưởng của tham số dòng điện

3.2.1. Vật liệu thí nghiệm

- Hai thanh niken hàm lượng 99,99% có tiết diện 10mm x 10mm;
- Dầu gia công tia lửa điện: nhiệt độ cháy 80⁰C, mật độ 0.81g/cm³, 10L;
- Côn : độ tinh khiết 95%, nhiệt độ cháy 78,2⁰C, mật độ 0.79g/cm³, 300ml.

3.2.2. Thiết bị thí nghiệm

- Máy gia công tia lửa điện điều khiển kỹ thuật số E46PM, phạm vi điện áp 30÷120V, phạm vi cường độ dòng điện 1,5÷60A;
- Hộp thép không rỉ có kích thước 260mm x 190mm x 170mm;
- Kính hiển vi điện tử SEM;
- Giấy ráp: 3 tờ;
- Nam châm vĩnh cửu: 01 miếng 12mm*4.25mm*1.25mm.

3.2.3. Phương pháp thí nghiệm

Dùng hai miếng niken làm hai điện cực lắp trên máy gia công tia lửa điện điều khiển kỹ thuật số E46PM, đổ đầy dầu gia công tia lửa điện vào hộp gia công. Mỗi thí nghiệm ta giữ nguyên các thông số, chỉ thay đổi cường độ dòng điện hoặc hiệu điện thế. Cũng như ở trên, trước khi tiến hành thí nghiệm, đầu tiên dùng máy cắt để cắt nhỏ thanh niken thành từng đoạn khoảng 400mm, sau đó dùng giấy ráp làm sạch bề mặt, loại bỏ các chất bẩn, oxit bám trên các điện cực này. Dùng cơ cấu kẹp để định vị và kẹp chặt thanh niken trên máy, dựa vào mỗi lần thí nghiệm để cho dung môi khác nhau. Khởi động máy, đặt cho máy các thông số thí nghiệm, đối với mỗi thí nghiệm tiến hành gia công 1 giờ. Sau 1

giờ, dùng máy để cho dung môi nguội và các tạp chất lắng xuống dưới, sử dụng nam châm vĩnh cửu để thu gom các hạt niken. Trong quá trình thu gom hạt niken, các tạp chất có thể lẫn vào, vì vậy chúng ta dùng cồn để làm sạch. Cuối cùng ta đưa lên máy hiển vi điện tử SEM để quan sát và chụp kết quả.

Đối với thí nghiệm này, việc quan sát và thống kê đường kính của hạt niken là rất quan trọng. Vì vậy trong thí nghiệm này, chúng tôi sử dụng phần mềm Smileview để tiến hành thống kê đường kính hạt niken trên ảnh mà ta thu được từ máy SEM.

3.2.4. Nghiên cứu ảnh hưởng của hiệu điện thế

3.2.4.1. Thông số thí nghiệm gia công

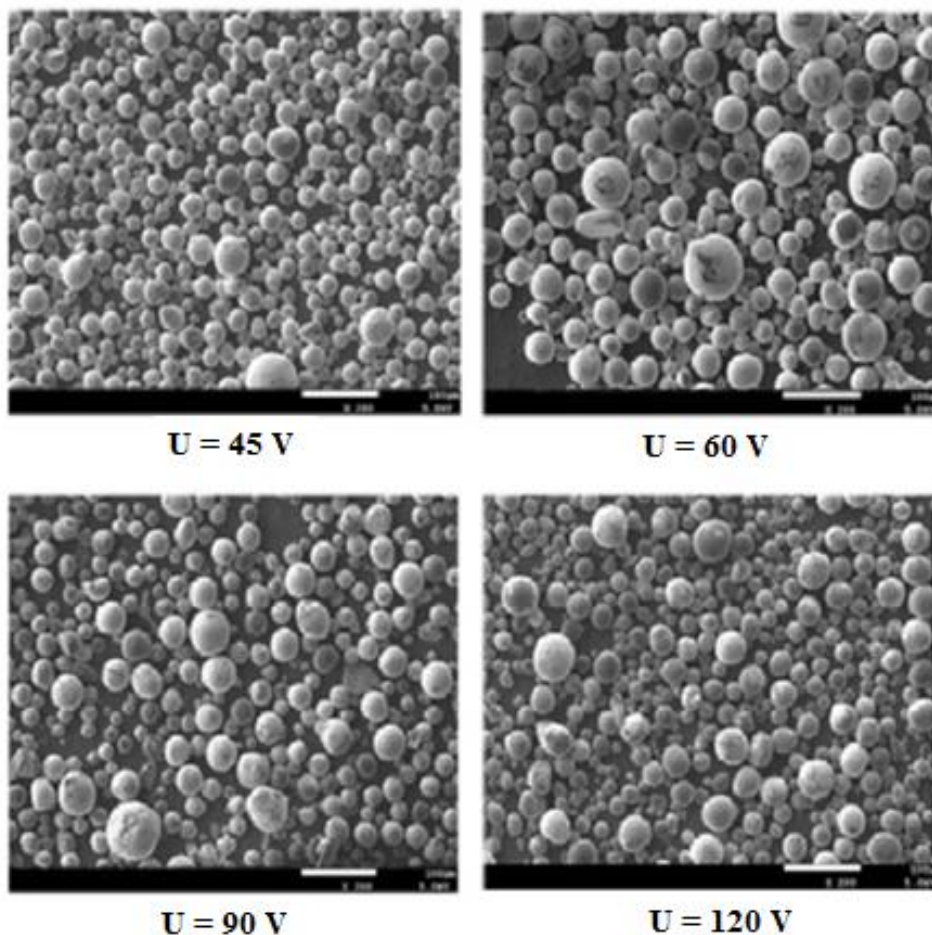
Trong thí nghiệm này, tiến hành làm bốn thí nghiệm với các thông số thí nghiệm không thay đổi: cường độ dòng điện 60A, độ kéo dài xung máy phát 15 μ s, dung dịch gia công là dầu gia công tia lửa điện, thời gian gia công 60 phút. Thay đổi lần lượt điện áp phóng điện là 45V, 60V, 90V, 120V.

Bảng 3.4: Thông số thí nghiệm ảnh hưởng của điện áp

Thí nghiệm	Dung dịch gia công	Độ kéo dài xung máy phát (μ s)	Cường độ dòng điện (A)	Điện áp phóng điện (V)
Thí nghiệm 4	Dầu gia công tia lửa điện	15	60	45
Thí nghiệm 5	Dầu gia công tia lửa điện	15	60	60
Thí nghiệm 6	Dầu gia công tia lửa điện	15	60	90
Thí nghiệm 7	Dầu gia công tia lửa điện	15	60	120

3.2.4.2. Kết quả thí nghiệm và phân tích

Sau khi gia công sử dụng nam châm vĩnh cửu để thu gom các hạt vật liệu, sau đó dùng cồn làm sạch, đưa lên máy SEM ta thu được hình 3.3, sử dụng phần mềm Smileview thống kê kích thước hạt ta được kết quả thể hiện ở bảng 3.5.



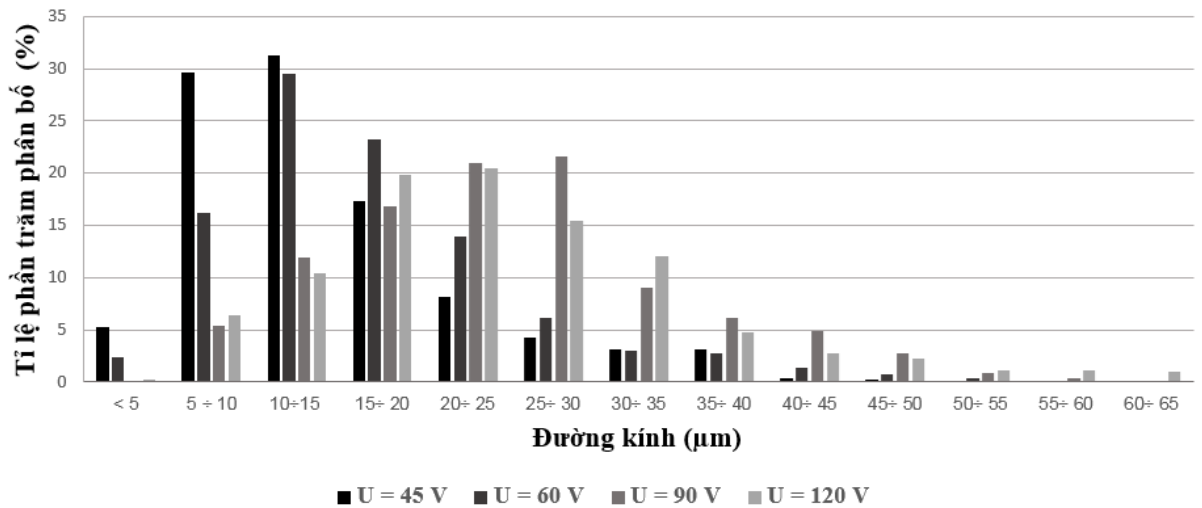
Hình 3.3: Hình dạng bề mặt hạt niken sau khi gia công

Sử dụng phần mềm Smileview đối với mỗi thí nghiệm tiến hành phân tích, cùng thống nhất một chế độ phóng to ảnh là 200 lần, thống kê đường kính các hạt niken trong khoảng 5 μm . Tỷ lệ phần trăm đường kính hạt niken khi dung dịch thay đổi ta được kết quả thể hiện ở bảng 3.5.

Bảng 3.5: Tỷ lệ phần trăm đường kính hạt niken khi điện áp thay đổi

Kích thước hạt (μm)	U = 45 V (%)	U = 60 V (%)	U = 90 V (%)	U = 120 V (%)
< 5	5,2	2,33	0,15	0,23
5 ÷ 10	29,61	16,23	5,33	6,41
10 ÷ 15	31,21	29,45	11,89	10,42
15 ÷ 20	17,26	23,21	16,86	19,81
20 ÷ 25	8,09	13,92	20,91	20,47
25 ÷ 30	4,3	6,12	21,54	15,44
30 ÷ 35	3,16	2,95	9,07	12,08
35 ÷ 40	3,1	2,74	6,08	4,76
40 ÷ 45	0,41	1,42	4,88	2,68
45 ÷ 50	0,24	0,79	2,72	2,21
50 ÷ 55	0,11	0,35	0,83	1,12
55 ÷ 60	0	0,15	0,41	1,05
60 ÷ 65	0	0	0	0,97

Dựa vào bảng thống kê đường kính hạt của phần mềm Smileview, chúng ta có thể thấy rằng, đường kính hạt bé nhất là 400nm, đường kính hạt lớn nhất là 64 μm . Trong bốn thí nghiệm, khi hiệu điện thế là 45V thì đường kính hạt bé nhất là 400nm, đường kính lớn nhất là 47,9 μm . Khi hiệu điện thế là 60V thì đường kính hạt bé nhất là 550nm, đường kính lớn nhất là 55,7 μm . Khi hiệu điện thế là 90V thì đường kính hạt bé nhất là 900nm, đường kính lớn nhất là 61,2 μm . Khi hiệu điện thế là 120V thì đường kính hạt bé nhất là 1,2 μm , đường kính lớn nhất là 64 μm . Sự phân bố tỷ lệ phần trăm được thể hiện ở đồ thị hình 3.4.



Hình 3.4: Phân bố tỉ lệ phần trăm hạt niken khi điện áp thay đổi

Theo hình 3.4, ta thấy điện áp phóng điện cao (90V và 120V) và điện áp phóng điện thấp (45V và 60V) thì sự phân bố có xu hướng không giống nhau. Khi điện áp cao, đường kính hạt nhỏ hơn 5μm rất ít, gần như không có, ngược lại khi điện áp thấp thì chiếm hàm lượng cao rõ rệt hơn. Trong khoảng phân bố 25÷50μm, điện áp cao với điện áp thấp cũng đối lập nhau. Trong khoảng này, điện áp cao có kính thước hạt tập trung hơn, số lượng rất lớn. Ngược lại, với điện áp thấp thì số lượng hạt tập trung nhiều trong khoảng 5÷20μm.

Do bề mặt của hai điện cực không tuyệt đối là nhẵn bóng, đồng thời trong dung môi giữa hai điện cực luôn tồn tại tạp chất vì vậy mà trong quá trình phóng điện, điện trường giữa hai điện cực luôn bị phân tán, không tập trung. Mặt khác, khoảng cách phóng điện và điện áp luôn có quan hệ tỉ lệ nhất định, khi điện áp tăng cao, khoảng cách phóng điện giữa hai điện cực có thể thay đổi rất lớn làm cho sự phân tán này càng trở lên mãnh liệt, làm ảnh hưởng trực tiếp đến sự phân bố nhiệt trong vùng gia công. Dẫn đến việc, các hạt kim loại lỏng bị tách ra khỏi bề mặt điện cực có kích thước lớn, làm cho hạt kim loại sau khi đông đặc cũng có kích thước lớn. Ngược lại, khi điện áp giảm, khoảng cách phóng điện cũng sẽ giảm, làm cho vùng gia công bị nén lại, rất dễ gây ra hiện tượng hai lần phóng điện trong cùng một xung, hiện tượng này làm cho bong bóng khí trong vùng gia công có nhiệt độ tức thời rất lớn, làm kim loại dễ dàng bị chảy và bốc hơi.

Vả lại, trong bong bóng khí này tồn tại lực do nhiệt phát nổ rất lớn, dẫn đến hạt kim loại sau khi tách khỏi bề mặt điện cực và đông đặc có kích thước nhỏ.

3.2.5. Nghiên cứu ảnh hưởng của cường độ dòng điện

3.2.5.1. Thông số thí nghiệm gia công

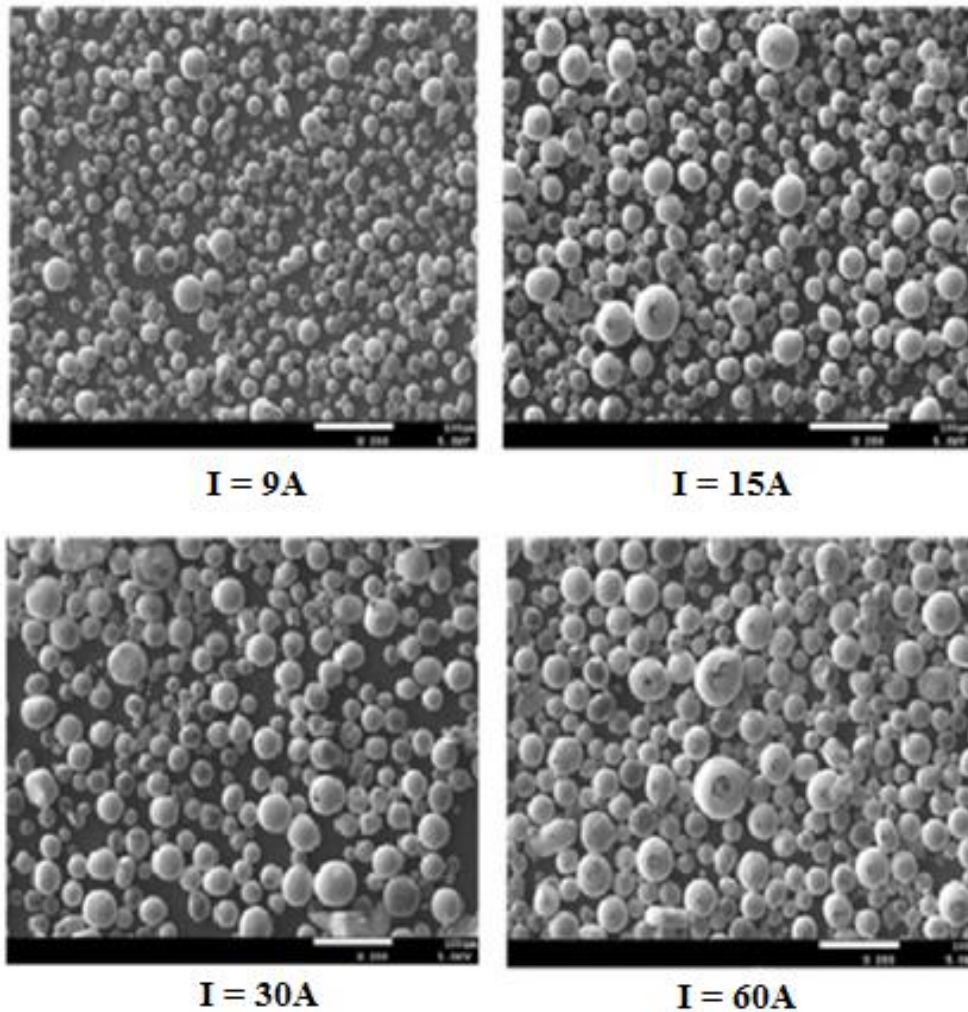
Trong thí nghiệm này, tiến hành làm bốn thí nghiệm với các thông số thí nghiệm không thay đổi: điện áp phóng điện là 45V, độ kéo dài xung máy phát 90 μ s, dung dịch gia công là dầu gia công tia lửa điện, thời gian gia công 60 phút. Thay đổi lần lượt cường độ dòng điện là 9A, 15A, 30A, 60A.

Bảng 3.6: Thông số thí nghiệm ảnh hưởng của cường độ dòng điện

Thí nghiệm	Dung dịch gia công	Độ kéo dài xung máy phát (μ s)	Cường độ dòng điện (A)	Điện áp phóng điện (V)
Thí nghiệm 4	Dầu gia công tia lửa điện	90	9	45
Thí nghiệm 5	Dầu gia công tia lửa điện	90	15	45
Thí nghiệm 6	Dầu gia công tia lửa điện	90	30	45
Thí nghiệm 7	Dầu gia công tia lửa điện	90	60	45

3.2.5.2. Kết quả thí nghiệm và phân tích

Sau khi gia công sử dụng nam châm vĩnh cửu để thu gom các hạt vật liệu, sau đó dùng cồn làm sạch, đưa lên máy SEM ta thu được hình 3.5, sử dụng phần mềm Smileview thống kê kích thước hạt ta được kết quả thể hiện ở bảng 3.7.



Hình 3.5: Hình dạng bề mặt hạt niken sau khi gia công

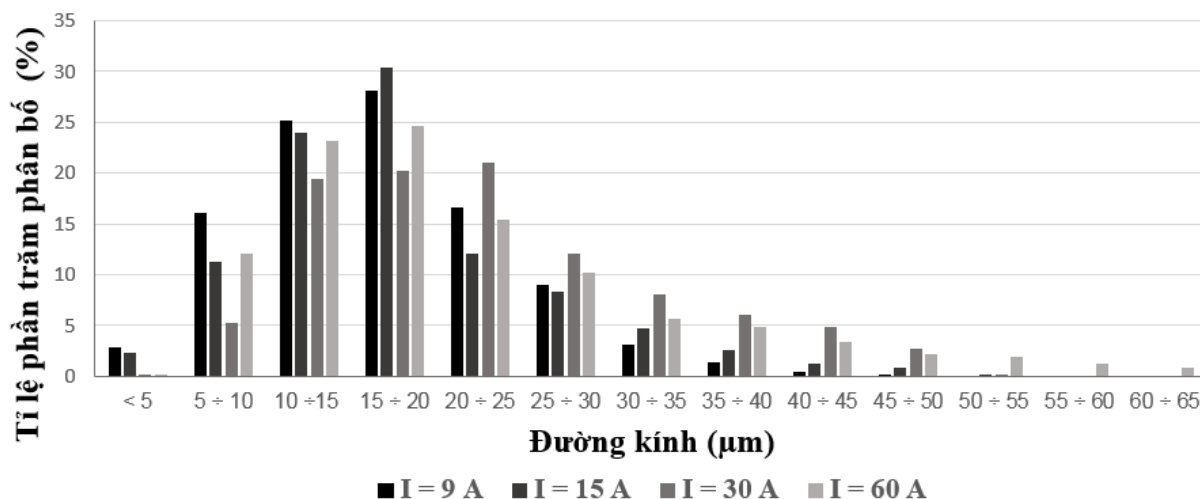
Sử dụng phần mềm Smileview đối với mỗi thí nghiệm tiến hành phân tích, cùng thống nhất một chế độ phóng to ảnh là 200 lần, thống kê đường kính các hạt niken trong khoảng $5\mu\text{m}$. Tỷ lệ phần trăm đường kính hạt niken khi dung dịch thay đổi ta được kết quả thể hiện ở bảng 3.7.

Dựa vào bảng thống kê đường kính hạt của phần mềm Smileview, chúng ta có thể thấy rằng, khi thay đổi dòng điện, thì sự khác biệt về đường kính lớn nhất và nhỏ nhất của hạt niken là rất lớn. Khi dòng điện là 9A, đường kính hạt bé nhất là 200nm, đường kính hạt lớn nhất là $49,5\mu\text{m}$.

Bảng 3.7: Tỷ lệ phân trăm đường kính hạt niken khi dòng điện thay đổi

Kích thước hạt (μm)	I = 9 A (%)	I = 15 A (%)	I = 30 A (%)	I = 60 A (%)
< 5	2,86	2,33	0,15	0,23
5 ÷ 10	16,03	11,23	5,19	12,01
10 ÷ 15	25,11	24,02	19,38	23,19
15 ÷ 20	28,06	30,35	20,22	24,64
20 ÷ 25	16,67	12,09	21,02	15,4
25 ÷ 30	9,02	8,35	12,07	10,25
30 ÷ 35	3,16	4,72	8,12	5,66
35 ÷ 40	1,42	2,63	6,08	4,9
40 ÷ 45	0,42	1,19	4,88	3,32
45 ÷ 50	0,21	0,79	2,72	2,21
50 ÷ 55	0	0,15	0,12	1,92
55 ÷ 60	0	0	0	1,25
60 ÷ 65	0	0	0	0,87

Khi dòng điện là 15A, đường kính hạt bé nhất là 300nm, đường kính hạt lớn nhất là 49,7 μm . Khi dòng điện là 30A, đường kính hạt bé nhất là 400nm, đường kính hạt lớn nhất là 67,6 μm . Khi dòng điện là 60A, đường kính hạt bé nhất là 450nm, đường kính hạt lớn nhất là 73,1 μm . Sự phân bố tỷ lệ phần trăm được thể hiện ở đồ thị hình 3.6.



Hình 3.6: Phân bố tỉ lệ phần trăm hạt niken khi cường độ dòng điện thay đổi

Theo hình 3.6, ta thấy dòng điện thấp (9A và 15A) thì đường kính hạt niken có xu hướng nhỏ hơn so với khi dòng điện cao (30A và 60A). Khi dòng điện thấp (9A và 15A), lượng hạt có đường kính nano nhiều hơn rất nhiều so với khi dòng điện cao (30A và 60A).

Cũng giống như sự thay đổi của điện áp, dòng điện cũng có quan hệ mật thiết với khoảng cách phóng điện. Khi dòng điện tăng cao, khoảng cách phóng điện giữa hai điện cực có thể thay đổi rất lớn làm cho sự phân tán này càng trở lên mãnh liệt, làm ảnh hưởng trực tiếp đến sự phân bố nhiệt trong vùng gia công. Dẫn đến việc, các hạt kim loại lỏng bị tách ra khỏi bề mặt điện cực có kích thước lớn, làm cho hạt kim loại sau khi đông đặc cũng có kích thước lớn. Ngược lại, khi dòng điện giảm, khoảng cách phóng điện giữa hai điện cực cũng giảm theo, dẫn đến kích thước hạt sẽ giảm.

KẾT LUẬN

Sử dụng phương pháp gia công tia lửa điện để gia công chế tạo hạt nano – micro mét là một phương pháp tương đối mới. Trong nghiên cứu này, đã đưa ra được một số kết luận như sau:

1. Giới thiệu một số phương pháp gia công chế tạo và ứng dụng của hạt nano – micro niken mà thế giới đang phát triển trong thời gian gần đây.

2. Trình bày nguyên lý gia công tia lửa điện, phân tích các giai đoạn gia công, từ đó đưa ra giả thiết của quá trình hình thành hạt kim loại. Từ giả thiết này, nhận thấy rằng, trong quá trình hình thành hạt kim loại, có thể có một số loại như: hạt đặc, hạt rỗng kín, hạt rỗng hở.

3. Dựa vào phân tích hình thành hạt kim loại, tiến hành làm các thí nghiệm để phân tích ảnh hưởng của các tham số điện, của dung môi đến kích thước hạt niken khi gia công bằng phương pháp này, kết quả thí nghiệm như sau:

a. Điện áp phóng điện khác nhau thì sự phân bố có xu hướng không giống nhau. Khi điện áp cao, đường kính hạt nhỏ hơn $5\mu\text{m}$ rất ít, gần như không có, ngược lại khi điện áp thấp thì chiếm hàm lượng cao rõ rệt hơn. Trong khoảng phân bố $25\div 50\mu\text{m}$, điện áp cao với điện áp thấp cũng đối lập nhau. Trong khoảng này, điện áp cao có kính thước hạt tập trung hơn, số lượng rất lớn. Ngược lại, với điện áp thấp thì số lượng hạt tập trung nhiều trong khoảng $5\div 20\mu\text{m}$.

b. Dòng điện thấp (9A và 15A) thì đường kính hạt niken có xu hướng nhỏ hơn so với khi dòng điện cao (30A và 60A).

c. khi dung môi là nước tinh khiết, thì đường kính hạt niken là rất nhỏ, đường kính hạt từ $0\div 5\mu\text{m}$ chiếm tới 73,4%, đường kính chủ yếu là phân bố trong khoảng $0\div 10\mu\text{m}$. Khi dung môi là dầu gia công tia lửa điện và dầu hỏa, đường kính hạt chủ yếu phân bố trong khoảng $10\div 25\mu\text{m}$, cụ thể là khi dung

môi là dầu gia công tia lửa điện và dầu hỏa thì đường kính phân bố lớn nhất nằm trong khoảng từ $10 \div 25\mu\text{m}$, lần lượt là 27,52% và 30,26%, và đường kính hạt phân bố không tập trung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] www.hoahocngaynay.com
- [2] D. Kim et. al., *Nanotechnology* 17 (2006) 4019.
- [3] 鲍久圣.蒸发冷凝法制备纳米粉体的研究进展[J].*机械工程材料*.2008, 32(2):4-7.
- [4] Champion, Yannick. Evaporation and condensation for metallic Nano-powders [J]. *Annales de chimie*.2006, 31(3): 281- 290.
- [5] Veintemillas-Verdaguer S, Morales M P and Serna C J 1998 *Mater. Lett.* 35 227.
- [6] Veintemillas-Verdaguer S, Morales M P and Serna C J 2001 *Appl. Organomet. Chem.* 151.
- [7] Berkowitz A E , Walter J L. Spark erosion: A method for producing rapidly quenched fine powders[J]. *J.Mater.Res.* 1987, 2(2): 277-288.
- [8] Berkowitz A E, Hansen M F, Parker F T, et al. Amorphous soft magnetic particles produced by spark erosion [J]. *Journal of Magnetic Mater*, 2003, 1(6): 254-255.
- [9] Vasudevamurthy G, Knight T W. Effect of system parameters on size distribution of 304 stainless steel particles produced by Electrical Discharge Mechanism [J]. *Materials Letters*, 2007, 61: 4872-4874.
- [10] 洪捐, 汪炜, 冯海娣, 等. 重掺杂硅微球的脉冲放电法制备研究 [J]. *电加工与模具*, 2011, 4: 19-22.
- [11] 赵万生. 先进电火花加工技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2003.
- [12] 刘哲, 电火花加工技术, 北京: 国防工业出版社, 2010.