

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

**BÁO CÁO TÓM TẮT
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP ĐẠI HỌC**

**NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO COMPOSITE NỀN Cu CỐT HẠT
TiC BẰNG PHƯƠNG PHÁP LUYỆN KIM BỘT ỨNG DỤNG
LÀM TIẾP ĐIỂM ĐIỆN TRONG CÔNG TẮC TƠ**

Mã số: ĐH2016-TN02-03

Chủ nhiệm đề tài: TS. Vũ Lai Hoàng

Thái Nguyên, 02/2019

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

**BÁO CÁO TÓM TẮT
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP ĐẠI HỌC**

**NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO COMPOSITE NỀN Cu CỐT HẠT
TiC BẰNG PHƯƠNG PHÁP LUYỆN KIM BỘT ỨNG DỤNG
LÀM TIẾP ĐIỂM ĐIỆN TRONG CÔNG TẮC TƠ**

Mã số: ĐH2016-TN02-03

**Xác nhận của tổ chức chủ trì
KT. HIỆU TRƯỞNG
PHÓ HIỆU TRƯỞNG**

Chủ nhiệm đề tài

PGS. TS. Vũ Ngọc Pi

TS. Vũ Lai Hoàng

Thái Nguyên, 02/2019

MỤC LỤC

MỤC LỤC.....	i
DANH MỤC CÁC HÌNH.....	iii
DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU	iv
THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU.....	v
INFORMATION ON RESEARCH RESULTS.....	vii
MỞ ĐẦU.....	1
1. Tính cấp thiết của đề tài.....	1
2. Mục tiêu.....	1
3. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu.....	1
3.1. Cách tiếp cận	1
3.2. Phương pháp nghiên cứu.....	1
4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VẬT LIỆU TIẾP ĐIỂM ĐIỆN COMPOSITE NỀN KIM LOẠI	1
1.1. Khái niệm.....	1
1.2. Phân loại	2
1.2.1. Phân loại theo bản chất vật liệu nền	2
1.2.2. Phân loại theo hình dáng cốt	2
1.3. Composite nền kim loại	2
1.4. Vật liệu tiếp điểm điện.....	2
1.4.1. Khái niệm chung về vật liệu tiếp điểm	2
1.4.1.1. Yêu cầu đối với vật liệu làm tiếp điểm	3
1.4.1.2. Các yếu tố ảnh hưởng tới độ bền của các tiếp điểm	3
1.4.2. Phân loại vật liệu tiếp điểm.....	3
1.5. Tình hình nghiên cứu composite nền kim loại trên thế giới và Việt Nam.....	3
1.5. 1. Tình hình nghiên cứu trên Thế giới.....	3
1.5.2. Tình hình nghiên cứu ở Việt Nam.....	4
CHƯƠNG 2: CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO COMPOSITE NỀN Cu CỐT HẠT TiC	4
2.1. Cơ sở lý thuyết chế tạo vật liệu composite nền Cu cốt hạt TiC.....	4
2.2. Công nghệ tổng hợp vật liệu composite Cu-TiC	5
2.2.3. Các bước tiến hành.....	6
2.2.3.1. Quá trình ép tạo hình và thiêu kết sơ bộ.....	6
2.2.3.2. Quá trình ép đùn.....	6
CHƯƠNG 3: CÔNG NGHỆ TỔNG HỢP COMPOSITE NỀN Cu CỐT HẠT TiC	6
3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng TiC và nhiệt độ thiêu kết đến mật độ của composite nền Cu cốt hạt TiC	6
3.2. Ảnh hưởng của ép đùn nguội đến độ xốp của composite nền Cu cốt hạt TiC.....	7
3.3. Ảnh hưởng của ép đùn nguội đến độ dẫn điện của composite nền Cu cốt hạt TiC	7
3.4. Ảnh hưởng của ép đùn nguội đến độ bền kéo của composite nền Cu cốt hạt TiC	8
3.5. Ảnh hưởng của ép đùn nguội đến độ bền nén của composite nền Cu cốt hạt TiC	8

3.6. Ảnh hưởng của ép đùn nguội đến độ mài mòn của composite nền Cu cốt hạt TiC.....	9
3.7. Ảnh hưởng của ép đùn nguội đến độ cứng của composite nền Cu cốt hạt TiC.....	9
CHƯƠNG 4. CHẾ TẠO THỬ NGHIỆM TIẾP ĐIỂM ĐIỆN COMPOSITE Cu-TiC.....	11
4.1. Áp dụng chế độ công nghệ phù hợp để chế tạo tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC.....	11
4.1.1. Quá trình ép tạo hình và thiêu kết sơ bộ.....	11
4.2. Kết quả phân tích, kiểm tra chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC.	12
4.2.1. Độ xốp của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC.....	12
4.2.2. Độ dẫn điện của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC.....	12
4.2.3. Độ bền nén của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC.....	13
4.2.4. Độ mài mòn của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC.....	13
4.3. Thử nghiệm sản phẩm composite nền Cu cốt hạt TiC làm tiếp điểm.....	13
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	14
I. KẾT LUẬN.....	14
II. KIẾN NGHỊ.....	14

DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1.1. Sơ đồ phân loại composite theo hình dạng cốt.....	2
Hình 2.2. Ảnh SEM của bột Cu	5
Hình 2.1. Quy trình công nghệ tổng hợp vật liệu composite nền Cu cốt hạt TiC.....	5
Hình 2.3. Giản đồ nhiễu xạ Ronghen TiC.....	5
Hình 2.4. Giản đồ nhiễu xạ Ronghen hỗn hợp bột Cu-TiC sau trộn.....	5
Hình 2.5. Ảnh SEM của hỗn hợp bột Cu-3% TiC sau trộn.....	5
Hình 2.6. Ảnh tổ chức tế vi của hỗn hợp bột Cu-3%TiC sau tạo hình.....	5
Hình 2.7. Sơ đồ công nghệ tạo hình vật liệu composite nền Cu cốt hạt TiC	6
Hình 3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng TiC và nhiệt độ thiêu kết đến mật độ của composite nền Cu cốt hạt TiC	6
Hình 3.2. Ảnh tổ chức tế vi của vật liệu composite nền Cu cốt hạt TiC	7
Hình 3.3. Ảnh hưởng của ép đùn nguội và hàm lượng TiC đến độ xốp của composite nền Cu cốt hạt TiC.....	7
Hình 3.4. Ảnh hưởng của hàm lượng TiC đến điện trở suất của composite nền Cu cốt hạt TiC.....	8
Hình 3.5. Điện trở suất của lớp bị biến dạng (bề mặt) và không bị biến dạng (lõi) composite nền Cu cốt hạt TiC	8
Hình 3.6. Ảnh hưởng của hàm lượng TiC đến độ bền kéo của composite nền Cu cốt hạt TiC	9
Hình 3.7. Ảnh hưởng của hàm lượng TiC đến độ bền nén của composite nền Cu cốt hạt TiC	9
Hình 3.8. Ảnh hưởng của hàm lượng TiC đến độ mài mòn của composite nền Cu cốt hạt TiC.....	9
Hình 3.9. Ảnh hưởng của hàm lượng TiC đến độ cứng của composite nền Cu cốt hạt TiC.....	9
Hình 3.10. Ảnh tổ chức tế vi của composite nền Cu cốt hạt TiC sau ép đùn nguội.....	10
Hình 3.11. Ảnh hưởng tổ chức tế vi lớp biến dạng của composite nền Cu cốt hạt TiC.....	10
Hình 4.1. Quy trình công nghệ chế tạo tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC.....	11
Hình 4.2. Hình ảnh chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC	12
Hình 4.3. Hình ảnh tiếp điểm điện trong tủ điều khiển máy bào giường.....	13
Hình 4.4. Hình ảnh máy bào giường và tủ điều khiển của máy bào giường.	14
Hình 4.5. Hình ảnh tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC sau 1000 lần đóng ngắt.	14

DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1. Thành phần hóa học của bột Cu.....	5
Bảng 4.1. Kết quả độ xốp của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC.....	12
Bảng 4.2. Điện trở suất của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC	12
Bảng 4.3. Độ bền nén của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC.....	13
Bảng 4.4. Độ mài mòn của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC	13

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Thông tin chung

- Tên đề tài: **Nghiên cứu chế tạo composite nền Cu cốt hạt TiC bằng phương pháp luyện kim bột ứng dụng làm tiếp điểm điện trong công tắc tơ**
- Mã số: **ĐH2016-TN02-03**
- Chủ nhiệm đề tài: **TS. Vũ Lai Hoàng**
- Tổ chức chủ trì: **Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - Đại học Thái Nguyên**
- Thời gian thực hiện: **2016-2018**

2. Mục tiêu

Mục tiêu chính của đề tài là nghiên cứu xác định ảnh hưởng thành phần và khả năng thiêu kết composite nền Cu cốt hạt TiC.

Nghiên cứu công nghệ chế tạo vật liệu composite nền Cu cốt hạt TiC. Đưa ra được các thông số công nghệ để có thể ứng dụng vào việc chế tạo tiếp điểm trong công tắc tơ.

3. Tính mới và sáng tạo

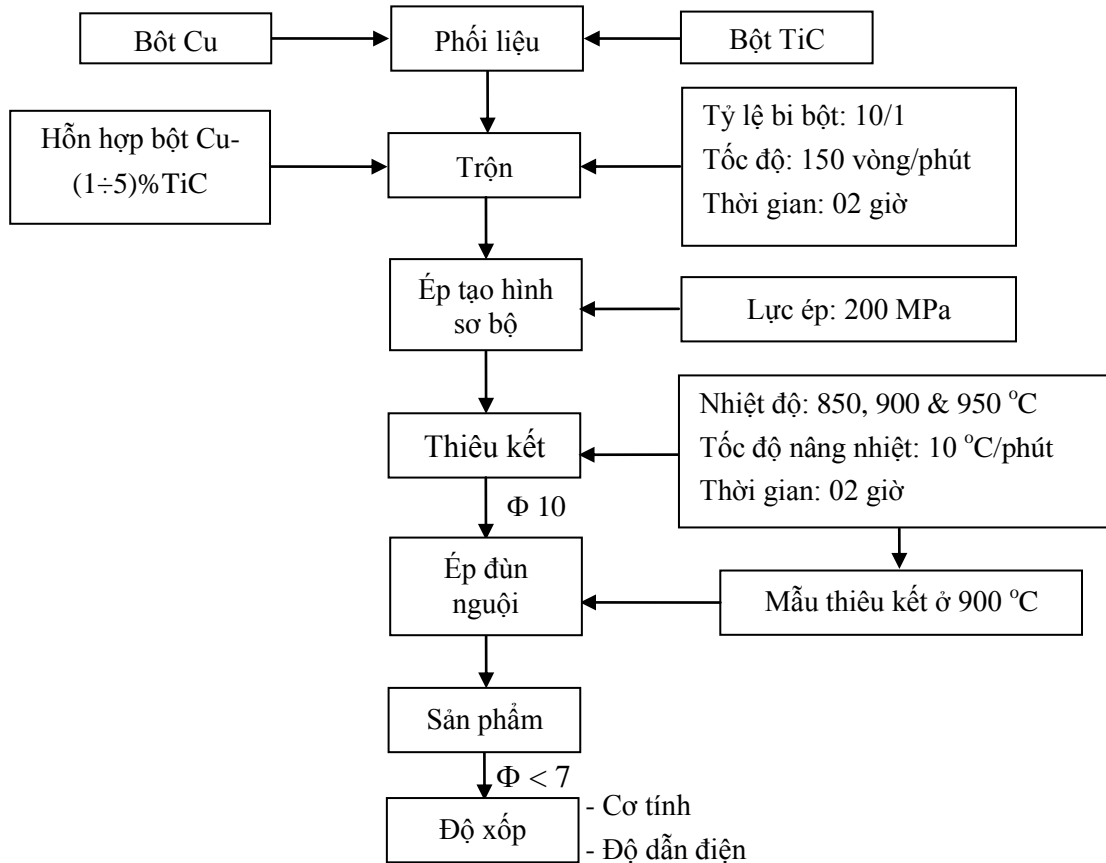
Công nghệ vật liệu, một trong những lĩnh vực đang được ưu tiên phát triển hàng đầu và có vai trò lớn trong nền kinh tế quốc dân. Vật liệu composite là hướng nghiên cứu đang được quan tâm ở trong nước và trên thế giới, composite nền Cu cốt hạt TiC sẽ làm tăng cường cơ tính của vật liệu.

Nghiên cứu công nghệ sản xuất composite nền Cu cốt hạt TiC ứng dụng trong kỹ thuật điện là hướng nghiên cứu có nhiều hứa hẹn, sản phẩm được ứng dụng trong các vật liệu làm vật dẫn, vật liệu tiếp điểm điện, chịu nhiệt cao và chịu mài mòn tốt.

4. Kết quả nghiên cứu

Nghiên cứu lý thuyết về công nghệ luyện kim bột, vật liệu tiếp điểm điện và vật liệu composite nền kim loại.

Xác định công nghệ chế tạo composite nền Cu cốt hạt TiC có thể ứng dụng vào việc chế tạo tiếp điểm trong công tắc tơ phù hợp với điều kiện trong nước.



5. Sản phẩm

5.1. Sản phẩm khoa học

1. Vũ Lai Hoàng, Đặng Quốc Khánh (2017), “Ảnh hưởng của một số yếu tố công nghệ đến tính chất của composite Cu-TiC”, *Tạp chí khoa học & công nghệ - Đại học Thái Nguyên*, 176 (16), tr.19÷24.

2. Vu Lai Hoang (2019), “Effect of cold extrusion on physico-mechanical properties of titanium carbide reinforce copper composite”, *Tạp chí Cơ khí Việt Nam*, 1+2.

5.2. Sản phẩm ứng dụng

Composite nền Cu cốt hạt TiC làm tiếp điểm trong công tắc tơ: 04 tiếp điểm

6. Phương thức chuyển giao, địa chỉ ứng dụng, tác động và lợi ích mang lại của kết quả nghiên cứu:

Tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC chế tạo bằng phương pháp luyện kim bột của đề tài có thể sử dụng thay thế cho tiếp điểm điện Cu-Ag.

Ngày tháng 02 năm 2019

Chủ nhiệm đề tài

Tổ chức chủ trì
KT. HIỆU TRƯỞNG
PHÓ HIỆU TRƯỞNG

PGS.TS. Vũ Ngọc Pi

TS. Vũ Lai Hoàng

INFORMATION ON RESEARCH RESULTS

1. General information

- Project title: A study on manufacturing Cu-based composites containing TiC particles by powder metallurgy method as an electrical contact in the contactors.
- Code: **DH2016-TN02-03**
- Lead researcher: **Vu Lai Hoang, PhD**
- Implementing Institution: **TNU - Thai Nguyen University of Technology**
- Duration: **2016-2018**

2. Objective(s)

- The main objective of the study is to determine the effect of composition and sintering capacity of Cu-based composites containing TiC particles.
- Study on technology for manufacturing Cu-based composites containing TiC particles. Provides technical parameters that can be applied to the fabrication of contacts in the contactors.

3. Creativities and innovativeness

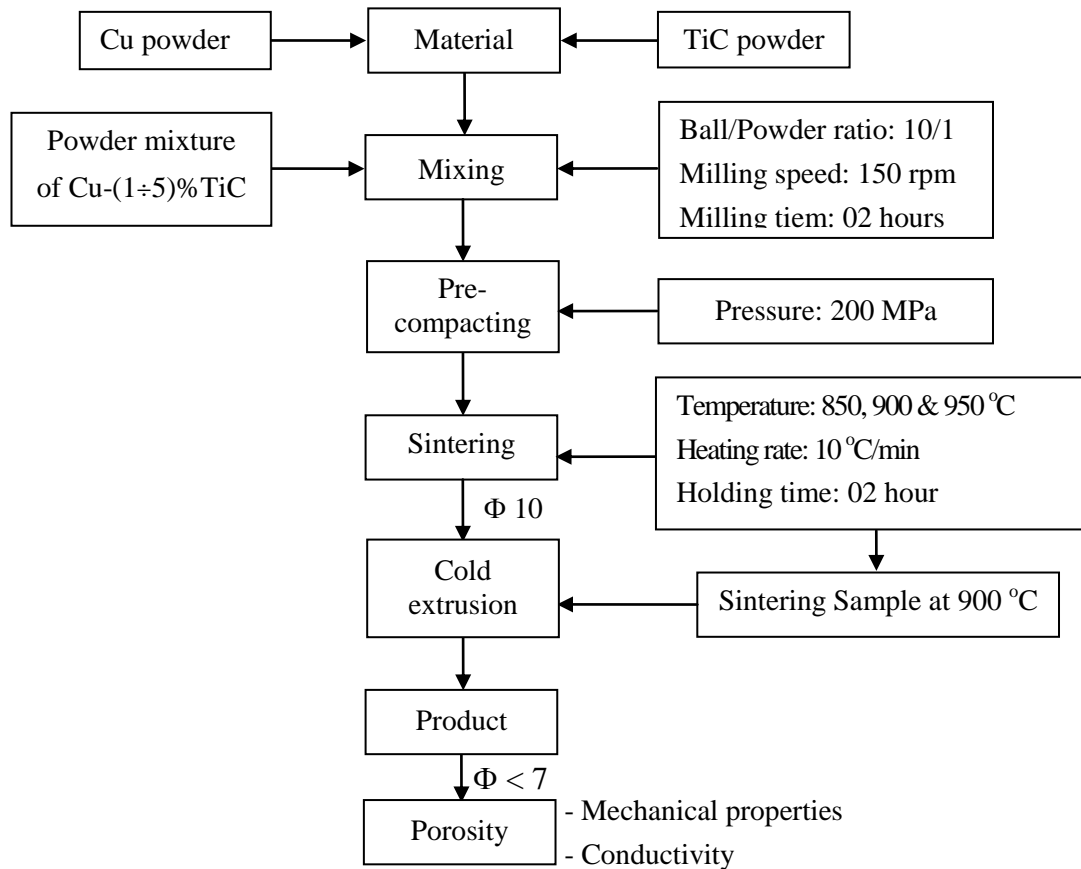
Material technology is one of the priority areas for development and plays a major role in the national economy. Composite materials are the research interest in Vietnam and all around the world, Cu-based composites containing TiC particles will enhance the mechanical properties of the material.

The technology to manufacture Cu-based composites containing TiC particles technology in electrical engineering is a promising research trend. Its products are applied in conductive materials, electrical contact material, high heat resistance. and good abrasion resistance.

4. Research Results

Theoretical study on powder metallurgy technology, electrical contact materials and metal-based composite.

Determination of TiC Cu composite technology can be applied to fabrication of contacts in contactors in accordance with domestic conditions.



5. Products

5.1. Scientific products

1. Vu Lai Hoang, Dang Quoc Khanh (2017), “Effect of technological on physico-mechanical properties of Cu-TiC composite”, *Journal of Science and Technology – Thainguyen University*, 176 (16), pp.19÷24.

2. Vu Lai Hoang (2019), “Effect of cold extrusion on physico-mechanical properties of titanium carbide reinforce copper composite”, *Vietnam Mechanical Journal*, 1+2.

5.2. Application products

Cu-based composites containing TiC particles applied in contactors: 04 contacts in contactors.

6. Applicability and Modes of Transferring research results

Electrical contactors of Cu-based composite containing TiC particles manufactured by powder metallurgy method in this project, can be used instead of Electrical contactors of Cu-Ag.

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Công nghệ vật liệu, là một lĩnh vực đang được ưu tiên phát triển hàng đầu và có vai trò lớn trong nền kinh tế quốc dân. Vật liệu composite là hướng nghiên cứu đang được quan tâm ở trong nước và trên thế giới, composite nền Cu cốt hạt TiC sẽ làm tăng cường cơ tính của vật liệu.

Nghiên cứu công nghệ sản xuất composite nền Cu cốt hạt TiC ứng dụng trong kỹ thuật điện là hướng nghiên cứu có nhiều hứa hẹn, sản phẩm được ứng dụng trong các vật liệu làm vật dẫn, vật liệu tiếp điểm điện, chịu nhiệt cao và chịu mài mòn tốt.

Nghiên cứu này khảo sát đồng thời ảnh hưởng của hàm lượng TiC, nhiệt độ thiêu kết và ép đùn nguội đến một số tính chất của composite nền Cu cốt hạt TiC như độ dẫn điện, độ bền kéo, độ bền nén và độ mài mòn.

Đề tài: “**Nghiên cứu chế tạo composite nền Cu cốt hạt TiC bằng phương pháp luyện kim bột ứng dụng làm tiếp điểm điện trong công tắc tơ**”, với mục đích xây dựng quy trình công nghệ chế tạo và ứng dụng phương pháp ép đùn, xác định cơ lý tính của vật liệu, nghiên cứu ảnh hưởng đồng thời một số yếu tố đến tính chất của vật liệu.

2. Mục tiêu

Mục tiêu chính của đề tài là nghiên cứu xác định ảnh hưởng thành phần và khả năng thiêu kết composite nền Cu cốt hạt TiC.

Nghiên cứu công nghệ chế tạo vật liệu composite nền Cu cốt hạt TiC. Đưa ra được các thông số công nghệ để có thể ứng dụng vào việc chế tạo tiếp điểm trong công tắc tơ.

3. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

3.1. Cách tiếp cận

Cụ thể, các mẫu composite nền Cu cốt hạt TiC thí nghiệm với tỉ lệ cốt hạt TiC từ 1÷5%, công nghệ ép tạo hình và chế độ thiêu kết. Các mẫu thí nghiệm sẽ được đánh giá cơ lý tính (độ bền nén, độ bền kéo, độ mài mòn và độ dẫn điện) qua đó chọn được thành phần và chế độ công nghệ phù hợp để chế tạo vật liệu theo đề xuất.

3.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu thực nghiệm và nghiên cứu lý thuyết

4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu lý thuyết về công nghệ luyện kim bột, vật liệu tiếp điểm điện và vật liệu Composite nền kim loại.

Xác định công nghệ chế tạo composite nền Cu cốt hạt TiC có thể ứng dụng vào việc chế tạo tiếp điểm trong công tắc tơ phù hợp với điều kiện trong nước.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VẬT LIỆU TIẾP ĐIỂM ĐIỆN COMPOSITE NỀN KIM LOẠI

1.1. Khái niệm

Vật liệu composite là vật liệu tổ hợp gồm hai hay nhiều cấu tử khác nhau về tổ chức, tính chất, không hoặc ít tạo pha trung gian với nhau. Các thành phần trong tổ chức composite được phân loại thành hai phần chính là nền và cốt.

Nền là thành phần liên tục trong toàn bộ thể tích khối composite. Vật liệu nền thường là vật liệu có độ dẻo lớn, tỷ trọng nhỏ và đóng vai trò liên kết các pha cốt, tiếp nhận và truyền tác động bên ngoài vào pha cốt, bảo vệ pha cốt khỏi tác động của môi trường và tạo hình sản phẩm. Nền có thể là kim loại và hợp kim; cũng có thể là vật liệu hữu cơ, vô cơ, gốm, vật liệu cacbon và các vật liệu khác. Tính chất của vật liệu nền quyết định các tham số công nghệ của quá trình chế tạo composite và các đặc tính sử dụng của nó như khối lượng riêng, độ bền riêng, nhiệt độ làm việc, độ bền mỏi và khả năng chống ăn mòn.

Vật liệu cốt là pha gián đoạn phân bố trong nền, đóng vai trò tăng cường cơ, lý tính của vật liệu. Vật liệu cốt có thể là hai hoặc ba pha và thường là các hợp chất có độ bền, độ cứng, nhiệt độ nóng chảy cao.

1.2. Phân loại

Có nhiều cách phân loại vật liệu composite như: phân loại theo bản chất vật liệu nền, phân loại theo hình dáng cốt, ...

1.2.1. Phân loại theo bản chất vật liệu nền

Tùy thuộc vào vật liệu làm nền mà có thể phân chia composite thành ba loại:

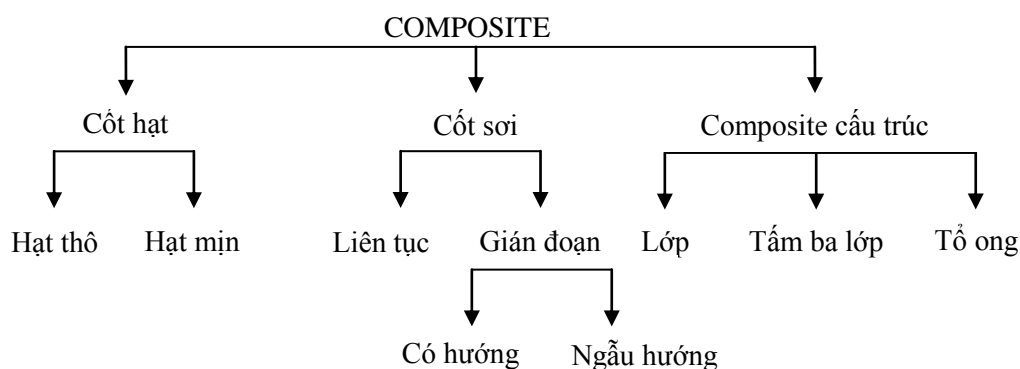
Composite nền kim loại

Composite nền polymer

Composite nền ceramic

1.2.2. Phân loại theo hình dáng cốt

Tùy theo đặc điểm hình dáng của cốt trong vật liệu composite, nó được phân loại theo sơ đồ hình 1.1.



Hình 1.1. Sơ đồ phân loại composite theo hình dạng cốt

1.3. Composite nền kim loại

Vật liệu composite nền kim loại có nền là kim loại và hợp kim có độ dẻo dai cao, tỷ trọng riêng nhỏ, độ bền cao và mô đun đàn hồi lớn. Khi đưa thêm các phần tử cốt vào pha nền sẽ tạo ra một loại vật liệu mới có các tính chất ưu việt hơn hẳn các pha thành phần hợp thành nên nó. Các đặc tính đặc trưng của vật liệu composite nền kim loại là độ dẻo dai cao, độ bền lớn, chịu mài mòn và khả năng làm việc ổn định ở nhiệt độ cao.

1.4. Vật liệu tiếp điểm điện

1.4.1. Khái niệm chung về vật liệu tiếp điểm điện

Vật liệu tiếp điểm điện là chi tiết thiết bị điện, tác dụng của nó là cho dòng điện đi qua trong một thời gian ngắn và cắt mạch, do đó nó có ý nghĩa điều khiển sự vận hành của cơ cấu thiết bị.

1.4.1.1. Yêu cầu đối với vật liệu làm tiếp điểm

Yêu cầu đối với các vật liệu chế tạo tiếp điểm: Tính dẫn điện, dẫn nhiệt tốt để không nóng quá nhiệt độ cho phép khi những tiếp điểm này có dòng điện định mức đi qua; độ bền cơ học cao (tuổi thọ cao); độ bền mòn (ăn mòn hóa học, cơ học tốt); nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ hóa hơi cao, ôxít của nó phải có điện dẫn suất lớn (tức là để có thể chịu được dòng ngắn mạch cao, R_{tx} nhỏ); độ bền nén cao để có thể chịu được áp suất ép lớn; độ bền đối với hồ quang điện (đối với tiếp điểm đóng, ngắt); gia công dễ dàng mà giá thành hạ

Bên cạnh những điểm nêu trên, nó phải thỏa mãn các điều kiện tùy thuộc và dạng tiếp điểm có 3 dạng tiếp điểm cố định, di động và trượt.

Căn cứ vào chế độ làm việc, tiếp điểm được chia thành 2 loại: dòng lớn, dòng nhỏ; sự phân chia này chỉ mang tính chất tương đối.

1.4.1.2. Các yếu tố ảnh hưởng tới độ bền của các tiếp điểm

Bản chất bề mặt; Lực ấn; Nhiệt độ của tiếp điểm; Trạng thái của bề mặt lúc tiếp xúc

1.4.2. Phân loại vật liệu tiếp điểm

Vật liệu tiếp điểm được chia ra làm 2 loại: Tiếp điểm điện nặng và Tiếp điểm dòng điện nhỏ [2].

1.5. Tình hình nghiên cứu composite nền kim loại trên thế giới và Việt Nam

1.5.1. Tình hình nghiên cứu trên Thế giới

Trong số các kim loại làm vật liệu nền phổ biến, Cu nổi trội nhờ khả năng dẫn điện tốt. Cu được sử dụng rộng rãi trong dây dẫn điện và hệ thống thiết bị trao đổi nhiệt. Tuy nhiên, nhược điểm lớn nhất của Cu là độ bền thấp, vì vậy Cu cần được tăng bền để đảm bảo các tính năng sử dụng phù hợp mà vẫn giữ được đặc tính nổi trội về dẫn điện. Phương pháp hóa bền phân tán cho đồng được xem như một phương pháp mới để tạo ra vật liệu có độ bền nhiệt cao mà vẫn giữ được khả năng dẫn điện tốt. Bên cạnh đó, composite nền đồng gia cường bởi các hạt cacbit đã nhận được nhiều sự quan tâm, như một phương pháp lí tưởng tạo ra loại vật liệu vừa có độ bền nhiệt cao vừa đảm bảo độ dẫn điện tốt. Nhiều composite nền Cu gia cường bởi các hạt cacbit được tổng hợp bằng phương pháp in-situ kết hợp với hợp kim hóa cơ học như Cu-NbC và Cu-TiC.

Composite nền Cu được gia cường bởi các hạt cacbit WC và TiC có nhiệt độ nóng chảy cao và độ cứng tế vi cao. Các nghiên cứu trước đây trong việc chế tạo các vật liệu composite Cu của Takahashi and Hashimoto chỉ mới thực hiện cho một số cacbit kim loại nhưng chưa thực hiện với cacbit WC làm lớp nền. Các tác giả này cũng đã nghiên cứu hợp chất Cu-Ti-C với các tỉ lệ khác nhau về thành phần của TiC như là 2,5%, 4,15%, 10% và 30% về thể tích bằng phương pháp hợp kim cơ học trong vòng 20 giờ. Nghiên cứu này chỉ tập trung khảo sát cấu trúc phân tử mà không đề cập đến mật độ và quá trình thiêu kết của vật liệu, yếu tố ảnh hưởng tới cơ tính của vật liệu composite nền Cu.

Để biết được hướng biến dạng của lớp cốt trong nền kim loại, Baikalova và Lomovsky đã tiến hành quá trình nhiệt luyện bổ sung. Trong các nghiên cứu trước đây cho các hệ Cu-W-C, pha WC và W_2C đã được quan sát khi nhiệt luyện với nhiệt độ 940°C trong vòng 5 giờ. Bởi vì quá trình nghiền dài (>50 phút) dẫn tới lẫn tạp chất sắt từ bị nghiền và thành khuôn.

Năm 2008, theo Hussain và các cộng sự phương pháp phổ biến nhất để tạo ra các loại vật liệu composite nền kim loại là đúc và luyện kim bột. Trong phương pháp luyện kim bột, hai phương pháp trộn lẫn để kết dính các hạt phân tử khuếch tán trong lớp cốt là nghiền bi và hợp kim hóa cơ học. Phương pháp nghiền bi tốn ít năng lượng hơn, tương đối đơn giản nhưng phương pháp này không đảm bảo sự phân bố đồng nhất của các hạt phân tử khuếch tán vì các hạt nhỏ mịn được tạo ra sẽ kết dính. Phương pháp này thường tạo ra các khuyết tật về ranh giới tạp chất trong vật liệu

composite và khó tạo ra liên kết tại biên giới hạt. Phương pháp nghiền năng lượng cao hay phương pháp hợp kim hóa cơ học (mechanical alloying - MA) để liên kết các phân tử hạt nhỏ mịn khuếch tán, đã được ứng dụng rộng rãi trong quá trình phát triển các loại vật liệu composite bởi vì khả năng liên kết nền - cốt tốt.

Đặc tính về độ cứng của composite nền đồng phụ thuộc vào khoảng cách nội phân tử các hạt trong lớp cốt, sự phân bố và độ lớn các hạt của vật liệu cốt. Năm 2008, Rajkovic và các cộng sự đã chế tạo composite nền đồng với hạt cốt có kích thước khác nhau cùng với một lượng Al_2O_3 bằng phương pháp oxi hóa trong và nghiền năng lượng cao. Trong nghiên cứu này, việc nghiền Cu-1%Al cho phép tạo ra các hạt nhỏ mịn phân tán (1,9% Al_2O_3 với kích thước xấp xỉ 100 nm) bằng việc oxi hóa trong. Với Cu-3% Al_2O_3 tạo ra sự phân bố đồng nhất của loại hạt Al_2O_3 trong nền đồng.

Liang và các cộng sự đã công bố quá trình tổng hợp TiC trong hợp chất Cu-Ti-C sử dụng phương pháp phân tích nhiệt vi sai (DTA) và nhiễu xạ tia X (X-ray). Kết quả chỉ ra rằng hợp chất Ti_xCu_y (Ti_2Cu , TiCu , Ti_3Cu_4 và TiCu_4) được hình thành ban đầu thông qua quá trình phản ứng khuếch tán trạng thái rắn giữa các phân tử Cu và Ti; sau đó lần lượt Ti_2Cu và TiCu được hình thành trong Cu-Ti lỏng ở nhiệt độ cùng tích 1233°K. Các hạt Ti và C không phản ứng được hòa tan trong Cu-Ti lỏng tạo ra sự hình thành hợp chất Cu-Ti-C; kết quả là các hạt TiC hình thành và kết tủa bên ngoài khối chất hợp chất nóng chảy bão hòa. Cùng thời điểm đó, sự hình thành của hợp chất Ti_2Cu xảy ra ở các mặt biên giữa các khối lỏng Cu-Ti và các hạt Ti không phản ứng. Vì nhiệt độ tiếp tục tăng, hạt Ti_2Cu bị nóng chảy và tiếp tục Cu-Ti lỏng được hình thành; và sau đó hạt C tiếp tục hòa tan vào trong Cu-Ti và hạt TiC được hình thành một cách từ từ. Sự giải thích này giúp cho sự nhận thức đầy đủ cơ chế tự lan truyền ở nhiệt độ cao (SHS) trong hợp chất Cu-Ti-C.

1.5.2. Tình hình nghiên cứu ở Việt Nam

Những năm gần đây, tình hình kinh tế nước ta đang phát triển rất nhanh, yêu cầu của quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước đặt ra các yêu cầu cao đối với khoa học và công nghệ, trong đó có ngành kỹ thuật vật liệu, đặc biệt là vật liệu kim loại.

Phòng thí nghiệm Luyện kim bột, Bộ môn Vật liệu kim loại màu và composite trường Đại học Bách Khoa Hà nội đã có dự án với Bỉ (dự án VLIR-HUT) về chế tạo vật liệu MMCs. Tại đây đã chế tạo thành công nhiều sản phẩm như hợp kim cứng, chuỗi than, bạc bôi trơn...

Năm 2009, luận án tiến sĩ của Phạm Ngọc Diệu Quỳnh đã nghiên cứu nâng cao cơ tính và tăng cường khả năng cắt gọt của thép gió bằng việc đưa nano TiC vào nền thép gió siêu mịn, tạo vật liệu composite có cấu trúc nano-macro hỗn hợp theo công nghệ luyện kim bột.

Năm 2011, luận án tiến sĩ của Ngô Kiên Cường đã nghiên cứu chế tạo vật liệu tổ hợp bền nhiệt, độ dẫn điện cao bằng phương pháp kết hợp ôxy hóa bên trong và biến dạng dẻo trong ép chảy hệ Cu- Al_2O_3 và Cu-Cr.

Trường Đại học bách khoa Hà nội và một vài trung tâm nghiên cứu thuộc Quân đội đã tiến hành nghiên cứu về vật liệu composite nền kim loại. Đây là một lĩnh vực mới đối với ngành khoa học vật liệu nước.

CHƯƠNG 2: CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO COMPOSITE NỀN Cu CỐT HẠT TiC

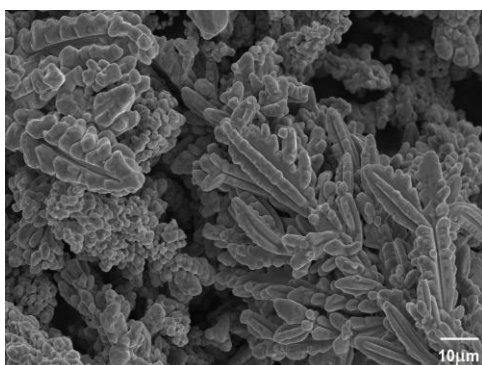
2.1. Cơ sở lý thuyết chế tạo vật liệu composite nền Cu cốt hạt TiC

Vật liệu composite Cu-TiC là vật liệu có nền bằng Cu, cốt là các hạt TiC nhỏ mịn, nhiệt độ nóng chảy lớn, mô đun đàn hồi lớn, tỷ trọng nhỏ. Đây là một loại composite hóa bền phân tán. Pha cốt TiC phân tán vào trong nền Cu đóng vai trò làm hãm chuyển động của lệch hoặc hóa bền gián tiếp nhờ cản trở quá trình kết tinh lại sau biến dạng dẻo và xử lý nhiệt.

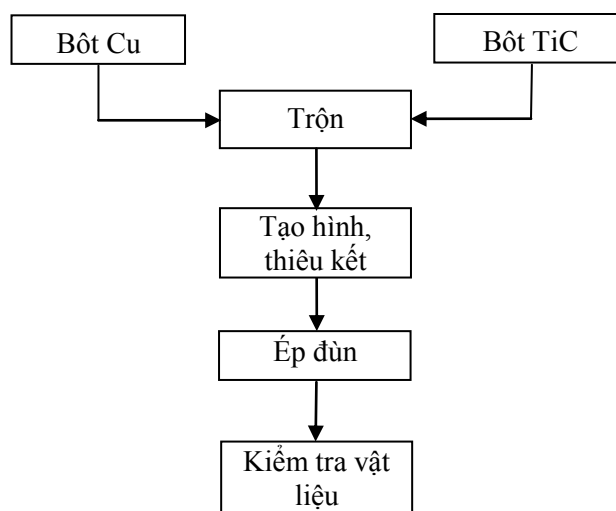
2.2. Công nghệ tổng hợp vật liệu composite Cu-TiC

2.2.1. Quy trình nghiên cứu

2.2.2. Nguyên vật liệu



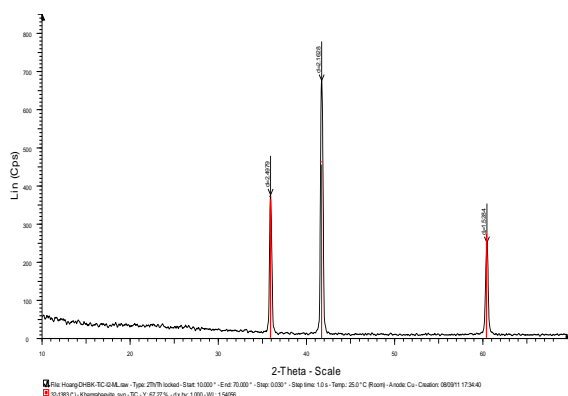
Hình 2.2. Ảnh SEM của bột Cu



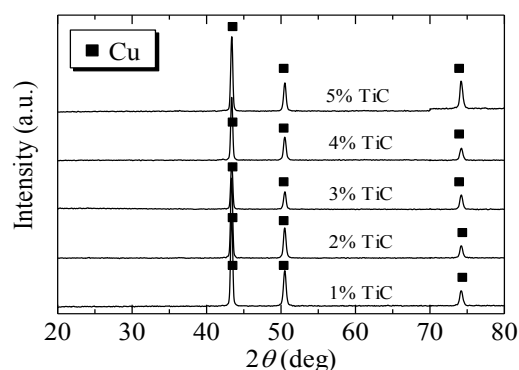
Hình 2.1. Quy trình công nghệ tổng hợp vật liệu composite nền Cu cốt hạt TiC

Bảng 2.1. Thành phần hóa học của bột Cu

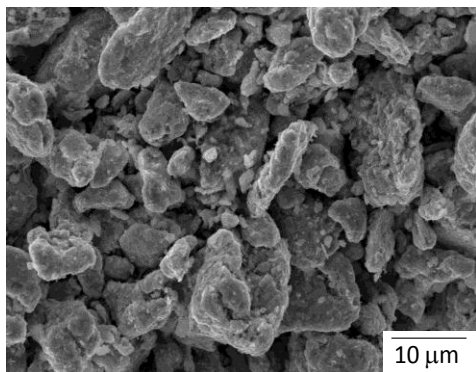
Nguyên tố	Cu	Fe	Ag	Sn, Sb	P	khác
Hàm lượng, %	99.9	0.01	0.005	0.01	0.005	còn lại



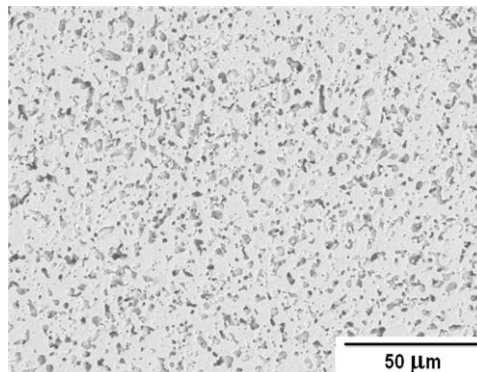
Hình 2.3. Giản đồ nhiễu xạ Ronghen TiC



Hình 2.4. Giản đồ nhiễu xạ Ronghen hỗn hợp bột Cu-TiC sau trộn



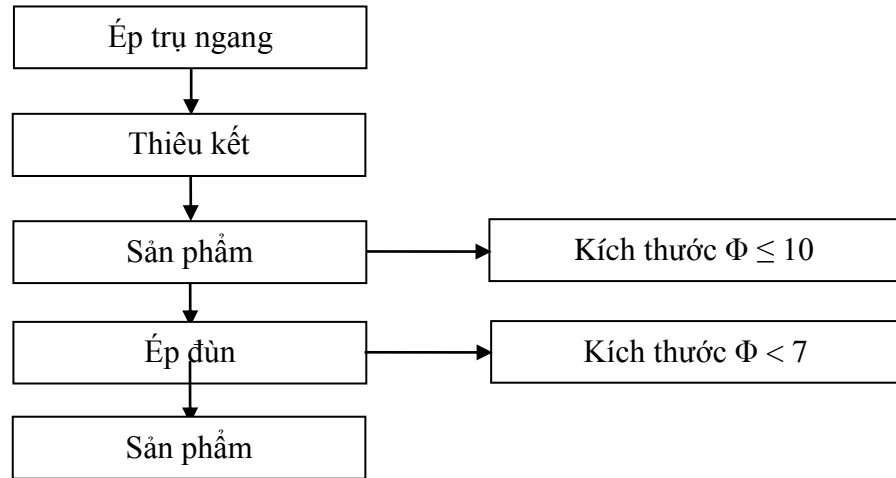
Hình 2.5. Ảnh SEM của hỗn hợp bột Cu-3% TiC sau trộn



Hình 2.6. Ảnh tổ chức tế vi của hỗn hợp bột Cu-3%TiC sau tạo hình

2.2.3. Các bước tiến hành

2.2.3.1. Quá trình ép tạo hình và thiêu kết sơ bộ



Hình 2.7. Sơ đồ công nghệ tạo hình vật liệu composite nền Cu cốt hạt TiC

2.2.3.2. Quá trình ép đùn

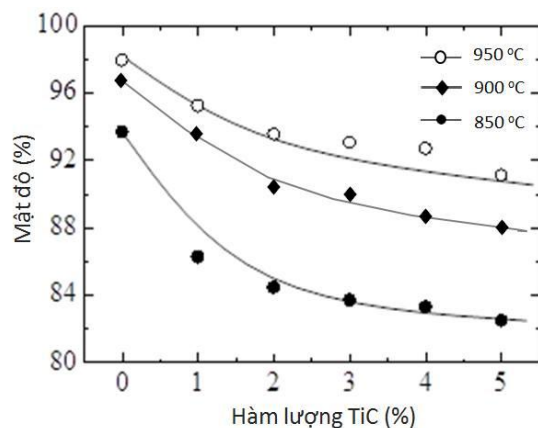
Vật liệu nhận được sau thiêu kết có mật độ không cao, một số tính chất không đảm bảo nên chúng tôi đã tiến hành ép đùn để tăng mật độ, làm giảm tiết diện (sản phẩm sau ép đùn có đường kính nhỏ hơn 7 mm) và tăng chiều dài.

CHƯƠNG 3: CÔNG NGHỆ TỔNG HỢP COMPOSITE NỀN Cu CỐT HẠT TiC

Trong chương này, nhóm nghiên cứu trình bày các bước tiến hành nghiên cứu tổng hợp composite nền Cu cốt TiC và sử dụng phương pháp ép đùn sản phẩm luyện kim bột sau thiêu kết nhằm mục đích giảm độ xốp, tăng mật độ và thay đổi cơ tính vật liệu.

3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng TiC và nhiệt độ thiêu kết đến mật độ của composite nền Cu cốt hạt TiC

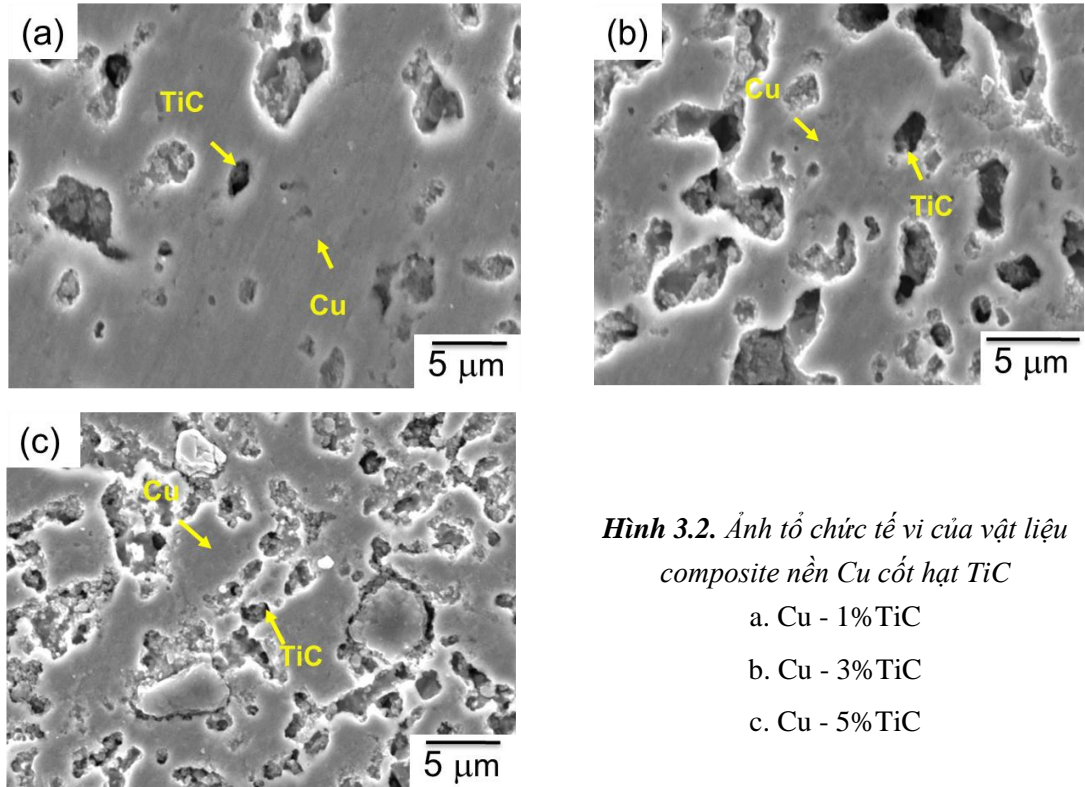
Hình 3.1 cho thấy ảnh hưởng của hàm lượng TiC và nhiệt độ thiêu kết đến mật độ của composite nền Cu cốt hạt TiC. Khi hàm lượng TiC tăng thì mật độ của composite giảm. Do TiC là pha cứng nên khó đạt được mật độ cao khi ép, hơn nữa trong quá trình thiêu kết các hạt TiC nhỏ mịn và phân tán cản trở sự khuếch tán giữa các hạt đồng, cản trở việc co ngót và làm tăng độ xốp. Khi nhiệt độ thiêu kết tăng thì độ xốp giảm đi đáng kể làm tăng mật độ composite.



Hình 3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng TiC và nhiệt độ thiêu kết đến mật độ của composite nền Cu cốt hạt TiC

Từ kết quả cho thấy mật độ của các mẫu thiêu kết ở 900 °C tăng mạnh hơn ở 850 °C và tiệm cận với mật độ của các mẫu thiêu kết ở 950 °C nên chúng tôi đã lựa chọn mẫu thiêu kết ở 900 °C để nghiên cứu sự ảnh hưởng của ép đùn đến các tính chất của composite Cu-TiC.

Hình 3.2 là ảnh tổ chức tế vi đặc trưng của các mẫu composite nền Cu cốt hạt TiC gồm các hạt TiC (màu đen) và nền Cu (màu xám). Từ ảnh tổ chức tế vi của composite nền Cu cốt hạt TiC cho thấy sự phân bố đồng đều hạt TiC trên nền Cu. Điều đó đóng góp vào sự tăng cơ tính của composite nền Cu cốt hạt TiC.



Hình 3.2. Ảnh tổ chức tế vi của vật liệu composite nền Cu cốt hạt TiC

- a. Cu - 1% TiC
- b. Cu - 3% TiC
- c. Cu - 5% TiC

3.2. Ảnh hưởng của ép đùn nguội đến độ xốp của composite nền Cu cốt hạt TiC

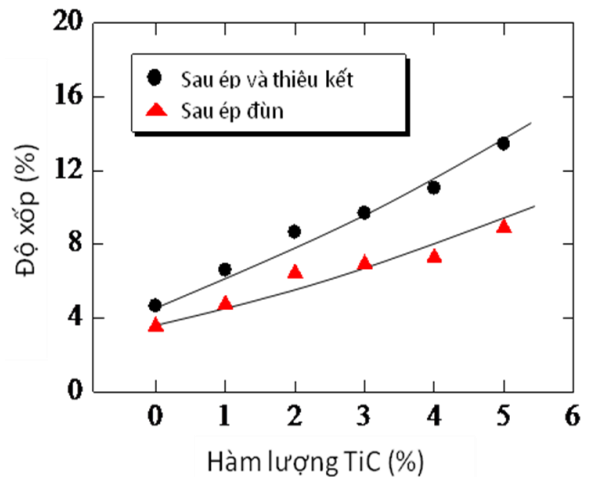
Kết quả ảnh hưởng của hàm lượng TiC và ép đùn nguội đến độ xốp của composite nền Cu cốt hạt TiC được trình trên hình 3.3.

Từ hình 3.3 cho thấy ảnh hưởng của ép đùn nguội và hàm lượng TiC đến độ xốp của composite nền Cu cốt hạt TiC. Khi hàm lượng TiC tăng thì độ xốp vật liệu tăng. Do TiC là pha cứng nên khó đạt được mật độ cao khi ép, hơn nữa trong quá trình thiêu kết các hạt TiC nhỏ mịn và phân tán cản trở sự khuếch tán giữa các hạt đồng, giảm co ngót và làm tăng độ xốp.

Với 3% TiC, trước ép đùn độ xốp của composite khoảng 10%, sau khi ép đùn độ xốp của vật liệu giảm xuống dưới 7%. Điều này chứng tỏ ép đùn nguội làm mật độ của composite nền Cu cốt hạt TiC tăng lên đáng kể.

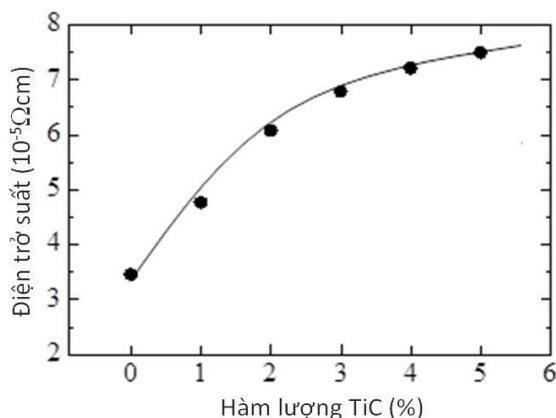
3.3. Ảnh hưởng của ép đùn nguội đến độ dẫn điện của composite nền Cu cốt hạt TiC

Hình 3.4 cho thấy, Ảnh hưởng của hàm lượng TiC đến điện trở suất của vật liệu composite nền Cu cốt hạt TiC. Khi hàm lượng TiC tăng thì điện trở suất tăng là do mật độ của composite giảm. Điện trở suất tăng mạnh khi hàm lượng TiC > 2 % điều này hoàn toàn phù hợp với lý thuyết.

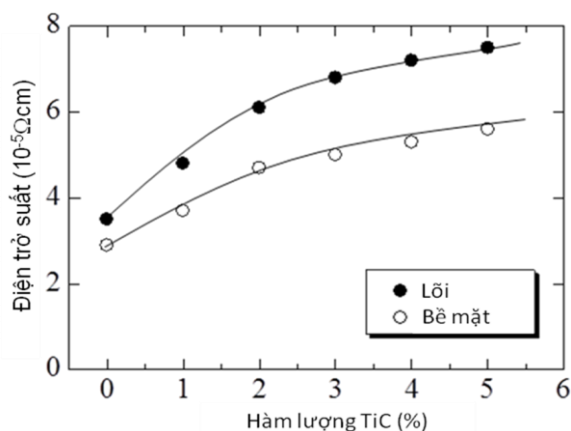


Hình 3.3. Ảnh hưởng của ép đùn nguội và hàm lượng TiC đến độ xốp của composite nền Cu cốt hạt TiC

Mặt khác, sau khi ép đùn nguội thì điện trở suất của composite nền Cu cốt hạt TiC giảm đáng kể so với trước ép. Điều này chứng tỏ, sau ép đùn nguội mật độ tăng đáng kể dẫn đến độ dẫn điện của composite tăng.



Hình 3.4. Ảnh hưởng của hàm lượng TiC đến điện trở suất của composite nền Cu cốt hạt TiC



Hình 3.5. Điện trở suất của lớp bị biến dạng (bề mặt) và không bị biến dạng (lõi) composite nền Cu cốt hạt TiC

Ép đùn nguội không chỉ ảnh hưởng đến điện trở thể tích của vật liệu mà còn tạo ra sự di hướng về mặt tổ chức. Chúng tôi đã tiến hành đo kiểm điện trở suất của lớp bị biến dạng (bề mặt) và không bị biến dạng (lõi) bằng phương pháp đo hiệu ứng Hall, kết quả được thể hiện ở hình 3.5. Sự ảnh hưởng của hàm lượng TiC đến điện trở suất của composite nền Cu cốt hạt TiC cũng có kết quả theo quy luật như của sau ép đùn nguội.

Từ kết quả cho thấy điện trở suất tại lõi lớn hơn tại bề mặt, điều này chứng tỏ sự biến dạng làm tăng khả năng dẫn điện của composite. Mặt khác, điện trở suất ở lõi nhỏ hơn so với mẫu sau ép và thiêu kết, do sau ép đùn nguội độ xốp giảm làm tăng độ dẫn điện của composite. Ở lớp bị biến dạng khi hàm lượng dưới 3%TiC điện trở suất nhỏ hơn so với composite sau ép đùn nguội, nhưng khi hàm lượng TiC lớn hơn 3% thì điện trở suất lại lớn hơn. Điều này chứng tỏ khi hàm lượng hạt TiC cao khi biến dạng đã xảy ra hiện tượng nứt tế vi làm giảm tính dẫn điện.

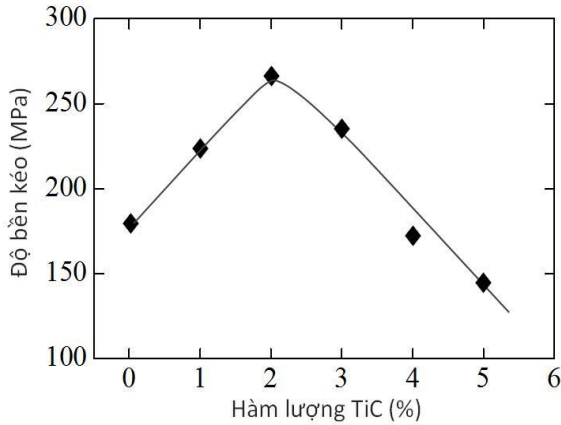
3.4. Ảnh hưởng của ép đùn nguội đến độ bền kéo của composite nền Cu cốt hạt TiC

Hình 3.6 cho thấy ảnh hưởng của hàm lượng TiC đến giới hạn bền kéo của composite nền Cu cốt hạt TiC. Sau ép đùn nguội thì giới hạn bền kéo đạt cực đại khi hàm lượng TiC là 2%, do biến dạng làm mật độ của composite nền Cu cốt hạt TiC tăng. Nhưng khi vượt quá 2%TiC thì giới hạn bền kéo lại giảm có thể do thể tích các hạt TiC nhiều nên độ xốp tăng. Ép đùn nguội làm tăng đáng kể độ bền kéo của composite nền Cu cốt hạt TiC.

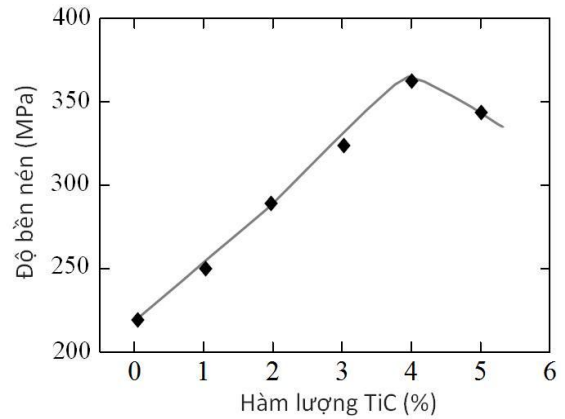
3.5. Ảnh hưởng của ép đùn nguội đến độ bền nén của composite nền Cu cốt hạt TiC

Hình 3.7 cho thấy ảnh hưởng của hàm lượng TiC đến độ bền nén của composite nền Cu cốt hạt TiC. Sau thiêu kết ở 900°C và ép đùn thì giới hạn bền nén đạt giá trị lớn nhất khi hàm lượng TiC là 4%TiC, nhưng khi vượt quá hàm lượng này thì độ bền nén lại giảm do hàm lượng pha cốt nhiều dẫn tới làm giảm tính khả ép và khả thiêu của composit được tổng hợp bằng phương pháp luyện kim bột tức mật độ giảm.

So với thử kéo, độ bền nén của composite nền Cu cốt hạt TiC có thể đạt cực đại với hàm lượng 4%TiC chính là do khi thử nén, các vết nứt tế vi có thể được hàn kín lại làm tăng khả năng chịu tải của vật liệu.



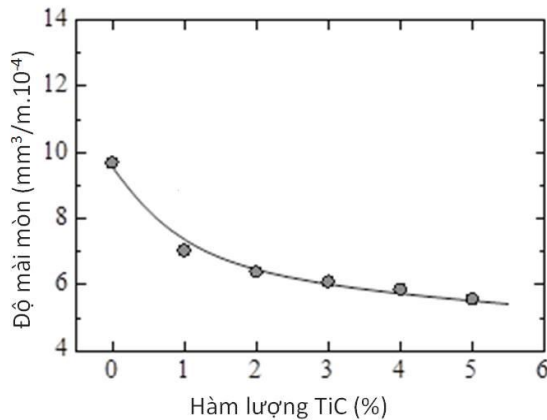
Hình 3.6. Ảnh hưởng của hàm lượng TiC đến độ bền kéo của composite nền Cu cốt hạt TiC



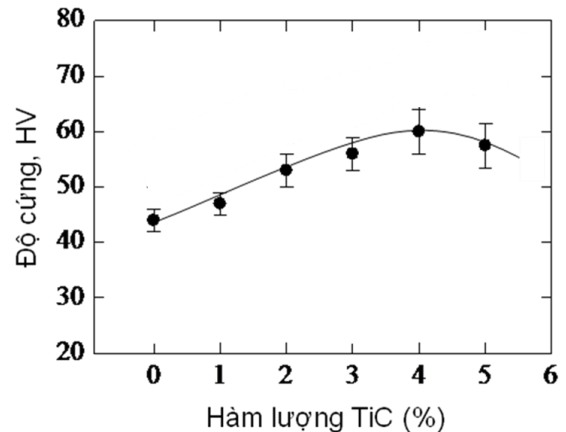
Hình 3.7. Ảnh hưởng của hàm lượng TiC đến độ bền nén của composite nền Cu cốt hạt TiC

3.6. Ảnh hưởng của ép đùn nguội đến độ mài mòn của composite nền Cu cốt hạt TiC

Từ hình 3.8 thấy rõ ảnh hưởng của hàm lượng TiC đến độ mài mòn của composite nền Cu cốt hạt TiC. Khi cho thêm 1%TiC vào nền Cu thì khả năng chịu mài mòn của vật liệu composite nền Cu cốt hạt TiC tăng mạnh so với đồng nguyên chất. Mặt khác, do mẫu qua ép đùn nguội mật độ cao hơn và liên kết giữa nền Cu với cốt hạt TiC cũng bền vững hơn nên khi kiểm tra độ mài mòn các hạt TiC khó bị tách ra khỏi nền Cu làm tăng ma sát vì vậy khả năng chịu mài mòn tốt hơn do. Khi hàm lượng TiC tăng thì khả năng chịu mài mòn của composite cũng tăng nhưng không đáng kể.



Hình 3.8. Ảnh hưởng của hàm lượng TiC đến độ mài mòn của composite nền Cu cốt hạt TiC

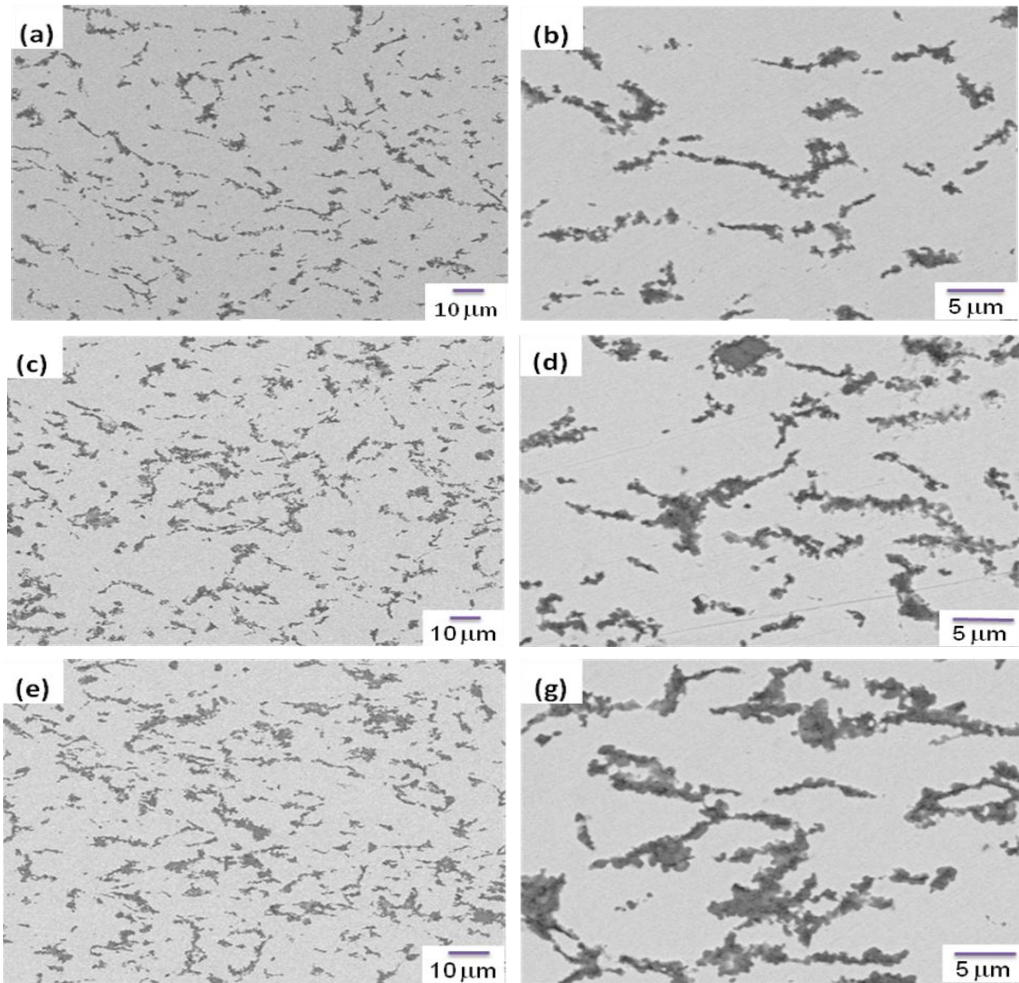


Hình 3.9. Ảnh hưởng của hàm lượng TiC đến độ cứng của composite nền Cu cốt hạt TiC

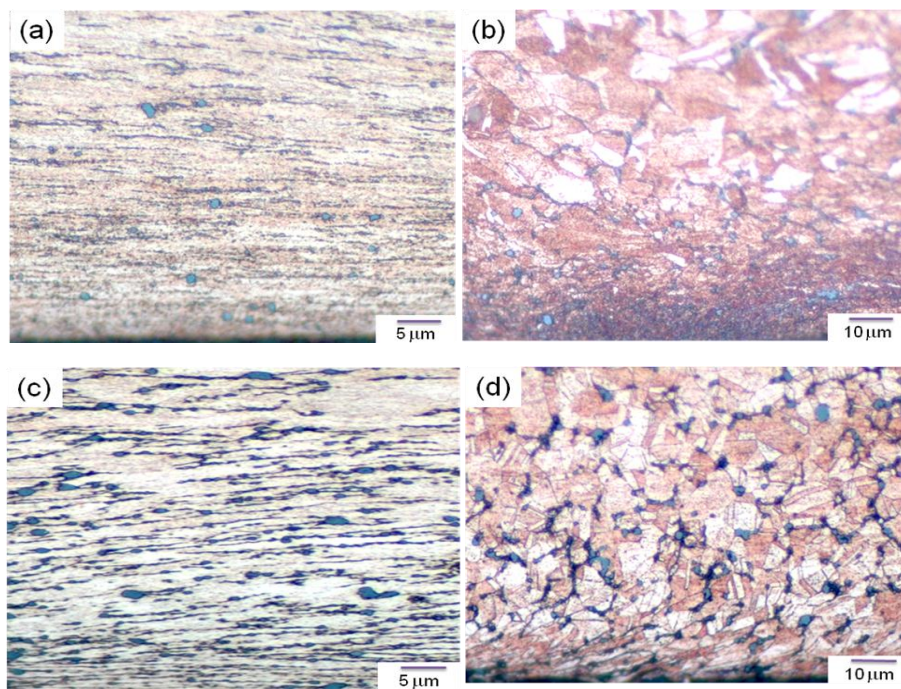
3.7. Ảnh hưởng của ép đùn nguội đến độ cứng của composite nền Cu cốt hạt TiC

Từ hình 3.9 cho thấy ảnh hưởng của hàm lượng TiC đến độ cứng của composite nền Cu cốt hạt TiC. Khi hàm lượng TiC tăng thì độ cứng tăng, điều này hoàn toàn phù hợp với lý thuyết. Mặt khác, độ cứng sau ép và thiêu kết đạt giá trị cực đại khi hàm lượng TiC là 3,7% nhưng sau ép đùn nguội làm giảm đáng kể độ xốp và khả năng liên kết nền-cốt tốt hơn dẫn đến độ cứng có giá trị cực đại lớn hơn. Hay là sau ép đùn độ cứng của của vật liệu composite tăng.

Hình 3.10 là tổ chức tế vi đặc trưng của các mẫu composite nền Cu cốt hạt TiC gồm các hạt TiC (màu đen) và nền Cu (màu xám). Qua các ảnh tổ chức tế vi của composite với hàm lượng TiC khác nhau cho thấy sự phân bố đồng đều hạt TiC trên nền Cu. Điều đó đóng góp vào sự tăng cơ tính của composite. Nhưng khi hàm lượng TiC $\geq 4\%$ thì giới hạn bền nén của composite lại giảm (hình 5.5), vì với hàm lượng đó thì thể tích hạt TiC tăng đáng kể nên xảy ra sự tập trung của các hạt TiC làm giảm mật độ do đó làm giảm cơ tính của vật liệu.



Hình 3.10. Ảnh tổ chức tế vi của composite nền Cu cốt hạt TiC sau ép đùn nguội
a, b - 3% TiC c, d - 4% TiC e, g - 5% TiC



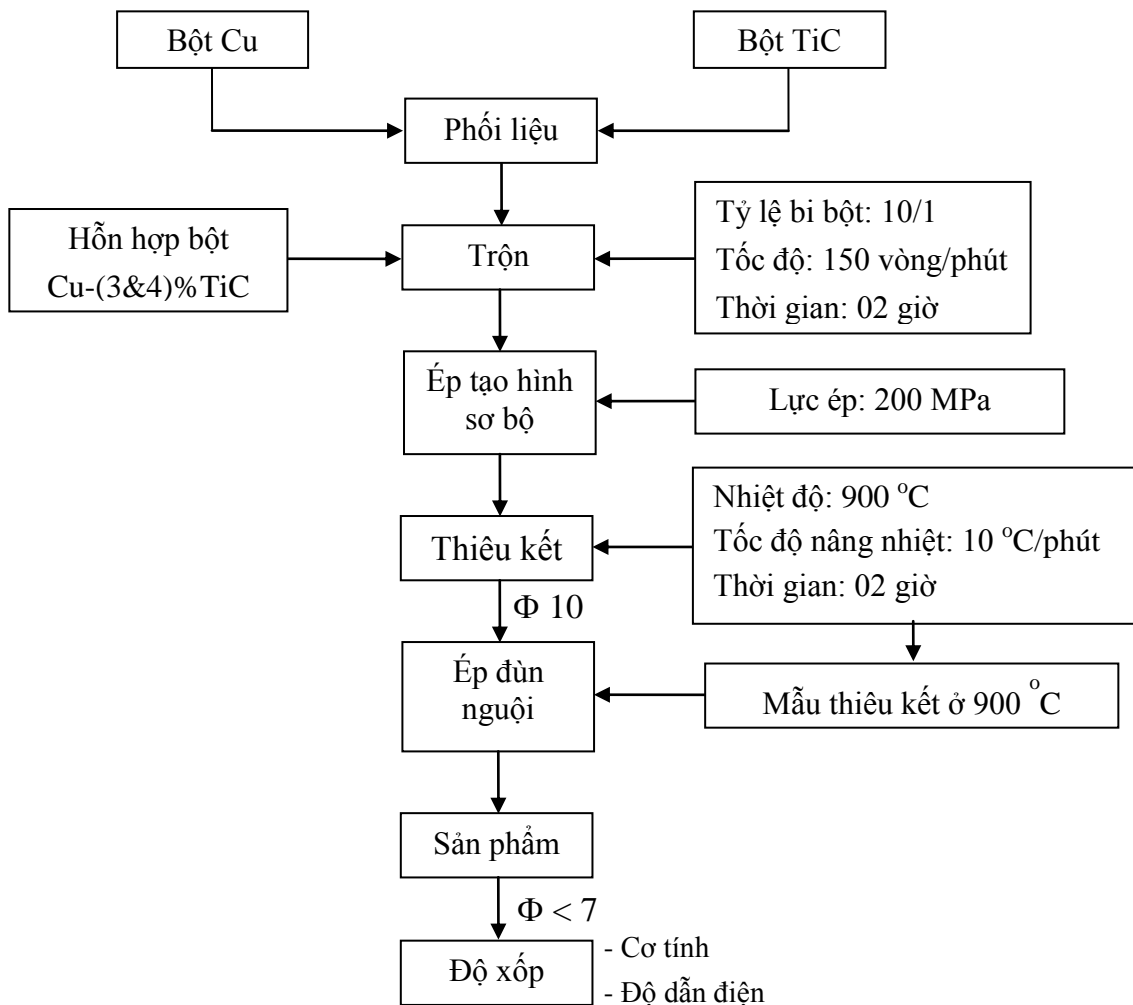
Hình 3.11. Ảnh hưởng tổ chức tế vi lớp biến dạng của composite nền Cu cốt hạt TiC
a, b - 2% TiC c, d - 3% TiC

Hình 3.11 cho thấy tổ chức tế vi của composite nền Cu cốt hạt TiC sau ép đùn nguội, ở phần lõi các hạt đồng có dạng đa cạnh, còn ở lớp bề mặt đã chịu ảnh hưởng của lực ép đùn nên các hạt đồng có dạng trụ dài định hướng theo chiều biến dạng và làm mật độ cao hơn trong lõi. Điều này giải thích sự giảm điện trở suất hay tăng độ dẫn điện của composite nền Cu cốt hạt TiC sau ép đùn nguội (hình 3.5).

CHƯƠNG 4. CHẾ TẠO THỬ NGHIỆM TIẾP ĐIỂM ĐIỆN COMPOSITE NỀN Cu-TiC

4.1. Áp dụng chế độ công nghệ phù hợp để chế tạo tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC

Từ các kết quả trên, nhóm nghiên cứu đề xuất được quy trình công nghệ chế tạo thử nghiệm composite nền Cu cốt hạt TiC làm tiếp điểm theo quy trình công nghệ như trong hình 4.1.



Hình 4.1. Quy trình công nghệ chế tạo tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC

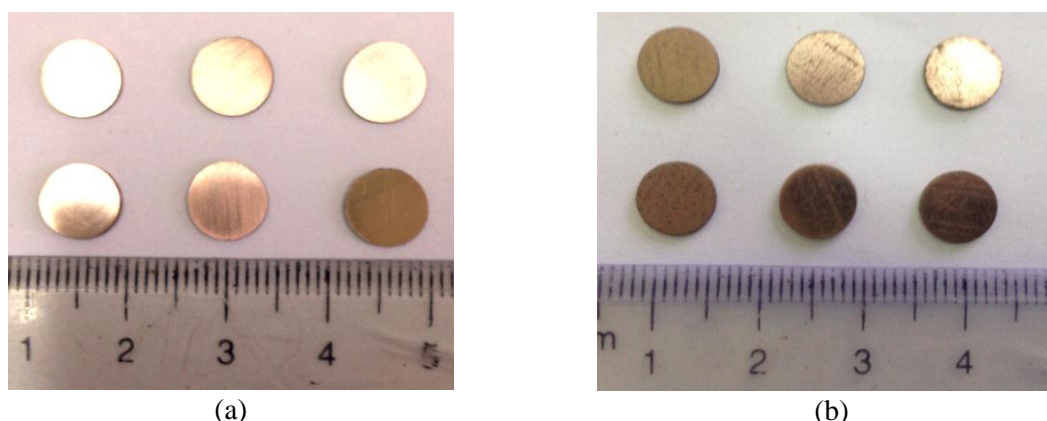
4.1.1. Quá trình ép tạo hình và thiêu kết sơ bộ

Trong nghiên cứu, ngoài việc kiểm tra cơ tính với mục đích sử dụng vật liệu tổng hợp composite nền Cu cốt hạt TiC ứng dụng trong ngành kỹ thuật điện làm tiếp điểm, chúng tôi tiến hành xác định tính chất điện của vật liệu đó mà đặc trưng nhất là khả năng dẫn điện của vật liệu. Để tăng độ chính xác khi xác định điện trở kích thước mẫu phải có tiết diện nhỏ và chiều dài lớn.

Mẫu sau khi ép sơ bộ được thiêu kết trong lò ở nhiệt độ các nhiệt độ 900 °C, thời gian giữ nhiệt 2 giờ trong môi trường hoàn nguyên.

4.2. Kết quả phân tích, kiểm tra chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC.

Các sản phẩm là chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC như trên hình 4.2 được nhóm nghiên cứu tiến hành phân tích, kiểm tra đánh giá một số tính chất ảnh hưởng trực tiếp đến tiếp điểm điện đóng cắt trong tủ điều khiển máy bào giường như: độ xốp, độ dẫn điện, độ bền nén và độ mài mòn cho 6 mẫu trong đó: mẫu 1, 2 và 3 với hàm lượng TiC là 3%, còn mẫu 4, 5 và 6 có hàm lượng TiC là 4%.



Hình 4.2. Hình ảnh chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC
a. Cu-3%TiC b. Cu-4%TiC

4.2.1. Độ xốp của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC

Bảng 4.1. Kết quả độ xốp của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC

Mẫu	Cu-3%TiC			Cu-4%TiC		
	1	2	3	4	5	6
Độ xốp (%)	6,895	6,947	6,984	7,215	7,324	7,396

Từ kết quả về độ xốp trên bảng 4.1 có thể thấy độ xốp của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC đạt được giống như kết quả nghiên cứu tổng hợp vật liệu composite nền Cu cốt hạt TiC ở chương 3 với cùng chế độ công nghệ. Mặt khác, từ kết quả trên cũng cho thấy khi hàm lượng TiC tăng thì độ xốp của chi tiết cũng tăng. Tuy nhiên, có thể thấy với kết quả thu được như trên đã hoàn toàn đạt được mục tiêu đề ra, đảm bảo được cái tính chất mong muốn trong quá trình làm việc.

4.2.2. Độ dẫn điện của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC

Bảng 4.2. Điện trở suất của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC

Mẫu	Cu-3%TiC			Cu-4%TiC		
	1	2	3	4	5	6
Điện trở suất ($10^{-5} \cdot \Omega \text{cm}$)	6,69	6,78	6,88	7,18	7,21	7,25

Từ kết quả về đo điện trở suất bảng 4.2 cho thấy, kết quả nhận được tương tự như khi nghiên cứu tổng hợp composite nền Cu cốt hạt TiC ở chương trước. Khi composite được hợp kim hóa bằng 4% TiC thì điện trở suất của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC cao hơn so với 3% hay độ dẫn điện của chi tiết được hợp kim hóa 3% TiC tốt hơn mẫu được hợp kim hóa 4%TiC. Điều này xảy ra do, khi chi tiết composite nền Cu cốt hạt TiC được hợp kim hóa nhiều hơn vật liệu làm giảm độ dẫn điện của Cu, mặt khác khi hàm lượng TiC tăng thì độ xốp tăng hay mật độ giảm cũng là lý do làm giảm độ dẫn điện của chi tiết.

4.2.3. Độ bền nén của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC

Kết quả nhận được khi xác định độ bền nén của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC (bảng 4.3) cũng tương tự như khi nghiên cứu tổng hợp composite nền Cu cốt hạt TiC ở chương trước. Khi composite được hợp kim hóa bằng 3% TiC thì độ bền nén của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC nhỏ hơn so với 4%. Điều này xảy ra do, khi chi tiết composite nền Cu cốt hạt TiC được hợp kim hóa nhiều hơn bởi các hạt cứng thì độ bền nén tăng, tuy nhiên như nghiên cứu ở trên thì với 4%TiC độ bền nén đạt cực đại, còn khi vượt quá thì sẽ giảm là do khi hàm lượng TiC tăng nhiều quá (từ 5%TiC trở lên) thì thể tích hạt cứng tăng sẽ làm giảm liên kết giữa nền và cốt nên sẽ làm giảm độ bền nén.

Bảng 4.3. Độ bền nén của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC

Mẫu	Cu-3%TiC			Cu-4%TiC		
	1	2	3	4	5	6
Độ bền nén (MPa)	310	309	312	362	359	357

4.2.4. Độ mài mòn của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC

Bảng 4.4. Độ mài mòn của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC

Mẫu	Cu-3%TiC			Cu-4%TiC		
	1	2	3	4	5	6
Độ mài mòn ($\text{mm}^3/\text{m} \cdot 10^{-4}$)	6,435	6,424	6,421	6,067	6,072	6,083

Từ kết quả trong bảng 4.4 cho thấy sự ảnh hưởng của hàm lượng TiC đến độ mài mòn của chi tiết làm tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC. Khi cho tăng thêm 1%TiC vào nền Cu thì khả năng chịu mài mòn của vật liệu composite nền Cu cốt hạt TiC tăng mạnh. Với hàm lượng TiC là 3 và 4% nên liên kết giữa nền Cu với cốt hạt TiC vẫn đảm bảo, nên khi kiểm tra độ mài mòn các hạt TiC khó bị tách ra khỏi nền Cu làm tăng ma sát vì vậy khả năng chịu mài mòn tốt hơn.

4.3. Thử nghiệm sản phẩm composite nền Cu cốt hạt TiC làm tiếp điểm

Sau khi phân tích kiểm tra đánh giá một số tính chất, các chi tiết làm tiếp điểm điện (hình 4.5) được tiến hành chạy thử nghiệm trong tủ điều khiển của máy bào giường (hình 4.6). Sau quá trình chạy thử nghiệm 1000 lần đóng ngắt tiếp điểm cho thấy quá trình làm việc của thiết bị ổn định, tiếp điểm điện của đề tài khi làm việc không xảy ra hiện tượng phóng điện và bề mặt của tiếp điểm không xảy ra hiện tượng bị mài mòn (hình 4.7).



Hình 4.3. Hình ảnh tiếp điểm điện trong tủ điều khiển máy bào giường

- Tiếp điểm điện bằng Ag của máy bào giường
- Sản phẩm tiếp điểm điện bằng Cu-3%TiC của đề tài



Hình 4.4. Hình ảnh máy bào giường và tủ điều khiển của máy bào giường.



Hình 4.5. Hình ảnh tiếp điểm điện composite nền Cu cốt hạt TiC sau 1000 lần đóng ngắt.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

I. KẾT LUẬN

Qua quá trình khảo sát và nghiên cứu chế tạo vật liệu composite nền Cu cốt hạt TiC, nhóm nghiên cứu đưa ra kết luận:

1. Tổng hợp được composite nền Cu cốt hạt TiC bằng phương pháp luyện kim bột. Quá trình tạo hình mẫu dài đã được ứng dụng trong nghiên cứu chế tạo.

2. Ứng dụng công nghệ ép đùn nguội làm tăng mật độ, nâng cao cơ lý tính của composite nền Cu cốt hạt TiC. Ảnh hưởng của quá trình biến dạng lên lớp bề mặt vật liệu dẫn đến các tinh thể Cu được kéo dài, định hướng còn các hạt TiC được mịn hóa làm tăng tính dẫn điện của vật liệu. Sản phẩm nhận được có cơ tính cao và độ dẫn điện cao hơn so với không biến dạng hứa hẹn mở rộng vùng ứng dụng của vật liệu.

3. Tùy thuộc vào yêu cầu làm việc của vật liệu có thể xác định chế độ công nghệ tối ưu để tổng hợp composite nền Cu cốt hạt TiC bằng phương pháp luyện kim bột, ví dụ chế độ công nghệ chế tạo vật liệu điện

+ Áp lực ép mẫu trụ ngang: 200 MPa

+ Nhiệt độ thiêu kết: 900 °C

+ Thời gian giữ nhiệt: 2 giờ

Việc nghiên cứu chế tạo thành công vật liệu composite nền Cu cốt hạt TiC làm vật liệu dẫn điện và tiếp điểm điện thay thế cho các vật liệu truyền thống mở ra bước đột phá mới trong lĩnh vực vật liệu kỹ thuật điện.

II. KIẾN NGHỊ

Cần tiếp tục nghiên cứu sâu hơn ảnh hưởng của quá trình thiêu kết đến tổ chức và cấu trúc của composite nền Cu cốt hạt TiC.

Nghiên cứu sự ảnh hưởng của điều kiện làm việc đến sản phẩm.