



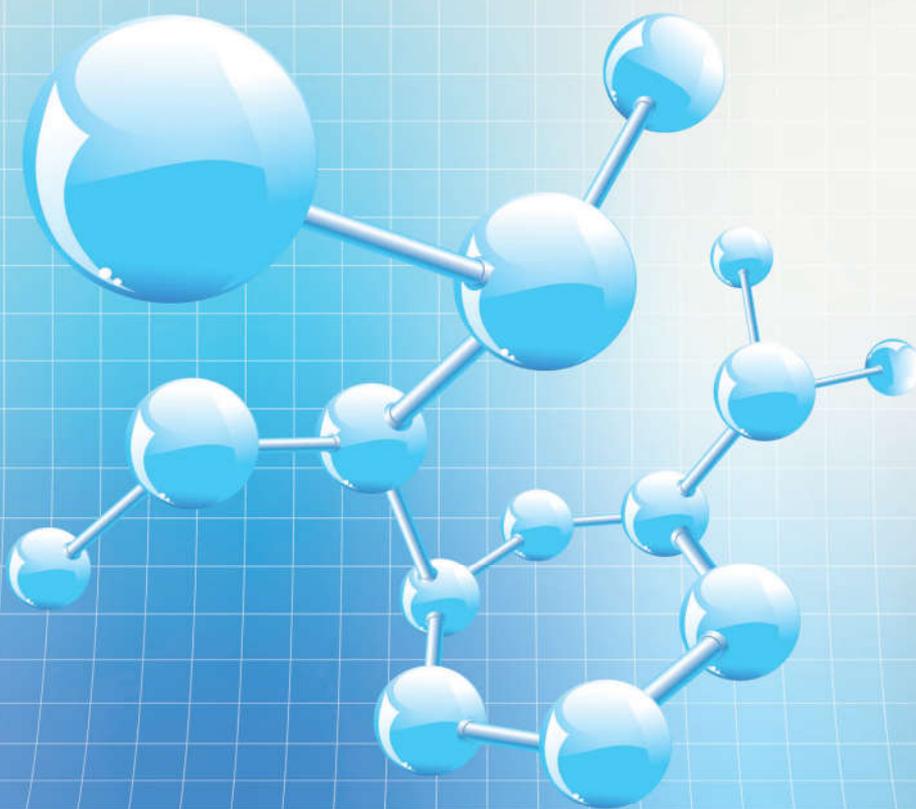
Tap chí

NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY

P. ISSN 1859-4190
E. ISSN 2815-553X



Số 1 (84)

2024

P. ISSN 1859-4190
E. ISSN 2815-553X

■ **Tổng Biên tập**

TS. Đỗ Văn Đĩnh

■ **Phó Tổng biên tập**

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyễn

■ **Thư ký Tòa soạn**

PGS.TS. Ngô Hữu Mạnh

■ **Hội đồng Biên tập**

NGND.TS. Đinh Văn Nhung - Chủ tịch Hội đồng

GS.TS. Phạm Thị Ngọc Yến

PGS.TSKH. Trần Hoài Linh

PGS.TS. Nguyễn Quốc Cường

PGS.TS. Nguyễn Văn Liên

GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn

GS.TSKH. Bành Tiến Long

GS.TS. Trần Văn Địch

GS.TS. Phạm Minh Tuấn

PGS.TS. Nguyễn Doãn Ý

GS.TS. Đinh Văn Sơn

PGS.TS. Trương Thị Thủy

TS. Vũ Quang Thập

PGS.TS. Nguyễn Thị Bất

GS.TS. Đỗ Quang Kháng

TS. Bùi Văn Ngọc

PGS.TS. Ngô Sỹ Lương

PGS.TS. Khuất Văn Ninh

GS.TSKH. Phạm Hoàng Hải

PGS.TS. Đoàn Ngọc Hải

PGS.TS. Nguyễn Ngọc Hà

GS.TS. Yu Ming Zhang

TS. Nguyễn Văn Anh

■ **Ban Biên tập**

ThS. Đoàn Thị Thu Hằng - Trưởng ban

ThS. Đào Thị Vân

■ **Editor-in-Chief**

Dr. Do Van Dinh

■ **Vice Editor-in-Chief**

Dr. Nguyen Thi Kim Nguyen

■ **Office Secretary**

Assoc.Prof.Dr. Ngo Huu Manh

■ **Editorial Board**

People's Teacher, Dr. Dinh Van Nhung - Chairman

Prof.Dr. Pham Thi Ngoc Yen

Assoc.Prof.Dr.Sc. Tran Hoai Linh

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Quoc Cuong

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Van Lien

Prof.Dr.Sc. Than Ngoc Hoan

Prof.Dr.Sc. Banh Tien Long

Prof.Dr. Tran Van Dich

Prof.Dr. Pham Minh Tuan

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Doan Y

Prof.Dr. Dinh Van Son

Assoc.Prof.Dr. Truong Thi Thuy

Dr. Vu Quang Thap

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Thi Bat

Prof.Dr. Do Quang Khang

Dr. Bui Van Ngoc

Assoc.Prof.Dr. Ngo Sy Luong

Assoc.Prof.Dr. Khuat Van Ninh

Prof.Dr.Sc. Pham Hoang Hai

Assoc.Prof.Dr. Doan Ngoc Hai

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Ngoc Ha

Prof.Dr. Yu Ming Zhang

Dr. Nguyen Van Anh

■ **Editorial**

MSc. Doan Thi Thu Hang - Head

MSc. Dao Thi Van

Địa chỉ Tòa soạn:

Trường Đại học Sao Đỏ.

Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882 921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/>Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn.

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.
In 2.000 bản, khổ 21 × 29,7cm, tại Công ty TNHH in Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.

LIÊN NGÀNH ĐIỆN - ĐIỆN TỬ - TỰ ĐỘNG HÓA

- Xây dựng một hệ thống nhận dạng tiếng nói và hình ảnh sử dụng các mạng học sâu trên vi điều khiển hạn chế tài nguyên và bộ nhớ 5 Vũ Văn Nghĩa
Cung Thành Long
- Nhận diện khuôn mặt với OPENCV và thuật toán LBPH 11 Lê Hải Thanh
Đoàn Vân Chi
Nguyễn Hữu Phát
Nguyễn Trọng Các
- Truyền thông không dây giữa phương tiện giao thông trên sóng Milimet 18 Vũ Bảo Tạo
Nguyễn Thị Quyên
Nguyễn Thị Phương Oanh
- Xây dựng hệ thống thu thập và cảnh báo sự cố của động cơ trên tàu thủy dựa trên tín hiệu độ rung 24 Nguyễn Đức Thành
Trần Hoài Linh
Nguyễn Công Phương
Đỗ Văn Đình
Phạm Văn Nam

LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

- Nghiên cứu động lực học quay vòng của xe ô tô tải khi đi trên đường nhựa khô 31 Đào Đức Thụ
Nguyễn Đình Cường
Phùng Đức Hải Anh
Lương Quý Hiệp
- Phương pháp ghép nối các tấm thép silicon trong stator của động cơ điện: Tổng quan - Phần 1 37 Nguyễn Hoàng Minh Trí
Ngô Hữu Mạnh
Trịnh Văn Cường
Mạc Thị Nguyên
- So sánh chất lượng bề mặt của chi tiết máy khi hóa bền bằng các phương pháp biến dạng dẻo khác nhau 44 Nguyễn Văn Hình
Mạc Thị Nguyên
- Nghiên cứu xây dựng hệ thống cỡ số cơ thể học sinh nam tiểu học tại thành phố Chí Linh 49 Bùi Thị Loan
Nguyễn Thị Hồi

NGÀNH KINH TẾ

- Giải pháp xây dựng thương hiệu cho nông sản Việt Nam 55 Nguyễn Thị Thủy

NGÀNH KINH TẾ

- Thực trạng kế toán quản trị chi phí tại các doanh nghiệp sản xuất gạch Tuynel trên địa bàn tỉnh Hải Dương 61 Định Thị Kim Thiết
- Phát triển kinh tế gắn với bảo vệ môi trường trên địa bàn tỉnh Hải Dương 68 Ngô Thị Luyện
Nguyễn Thị Ngọc Mai
- Kiểm soát thu bảo hiểm xã hội bắt buộc trên địa bàn thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương 75 Vũ Thị Thanh Thủy

LIÊN NGÀNH HÓA HỌC - THỰC PHẨM

- Nghiên cứu khả năng hấp thụ Phenol của vật liệu chế tạo từ vỏ trấu 82 Vũ Hoàng Phương

NGÀNH GIÁO DỤC HỌC

- Day học Hóa học ứng dụng theo định hướng phát triển năng lực vận dụng kiến thức vào thực tiễn cho sinh viên ngành Điện tại Trường Đại học Sao Đỏ 88 Phạm Thị Điệp
Lê Ngọc Hòa

LIÊN NGÀNH KHOA HỌC TRÁI ĐẤT - MỎ

- Đánh giá ảnh hưởng của dịch Covid-19 đến sự kiện du lịch ở Việt Nam 95 Nguyễn Thị Sao
Tăng Thị Hồng Minh

LIÊN NGÀNH TRIẾT HỌC - XÃ HỘI HỌC - CHÍNH TRỊ HỌC

- Nâng cao hiệu quả giáo dục lý tưởng cách mạng, đạo đức, lối sống và khát vọng cống hiến cho sinh viên Trường Đại học Sao Đỏ 101 Phạm Xuân Đức
- Tư tưởng Hồ Chí Minh về công nghiệp hóa và sự vận dụng của Đảng Cộng sản Việt Nam hiện nay 107 Trần Thị Hồng Nhung
- "Đề cương văn hóa Việt Nam" nội dung và ý nghĩa 113 Phạm Văn Dự
- Quan hệ biện chứng giữa tính cách mạng và tính khoa học trong công tác tư tưởng của Đảng ta hiện nay 117 Trần Thị Hồng Nhung
- Bảo vệ nền tảng tư tưởng về đại đoàn kết dân tộc, đấu tranh chống lại quan điểm sai trái, thù địch của kẻ thù theo quan điểm Đại hội XIII của Đảng 123 Nguyễn Thị Hiền

TITLE FOR ELECTRICITY - ELECTRONICS - AUTOMATION

- Deep learning on microcontroller limited resources and memory an application to a speech and image recognition system 5 Vu Van Nghia
Cung Thanh Long
- Face recognition with OPENCV and LBPH algorithm 11 Le Hai Thanh
Doan Van Chi
Nguyen Huu Phat
Nguyen Trong Cac
- Vehicle to vehicle wireless communications on millimeter wave 18 Vu Bao Tao
Nguyen Thi Quyen
Nguyen Thi Phuong Oanh
- Developing a System for Collecting and Alerting Incidents of Ship Engine Failures Based on Vibration Signals 24 Nguyen Duc Thanh
Tran Hoai Linh
Nguyen Cong Phuong
Do Van Dinh
Pham Van Nam

TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING

- Research on the turning dynamics of trucks when traveling on dry asphalt roads 31 Dao Duc Thu
Nguyen Dinh Cuong
Phung Duc Hai Anh
Luong Quy Hiep
- Joining of the silicon sheets steel in stator of the electric motors: Review - Part 1 37 Nguyen Hoang Minh Tri
Ngo Huu Manh
Trinh Van Cuong
Mac Thi Nguyen
- Comparison of the quality of the surface layer of parts reinforced by various methods plastic deformation 44 Nguyen Van Hinh
Mac Thi Nguyen
- Study on building body size system for of primary school boys in Chi Linh city 49 Bui Thi Loan
Nguyen Thi Hoi

TITLE FOR ECONOMICS

- Solutions for building brand for Vietnam agriculture products 55 Nguyen Thi Thuy

TITLE FOR ECONOMICS

- Current status of cost management accounting at Tuynel brick producing enterprises in Hai Duong province 61 Dinh Thi Kim Thiet
- Economic development associated with environmental protection in Hai Duong province 68 Ngo Thi Luyen
Nguyen Thi Ngoc Mai
- Control of compulsory social insurance collection in Chi Linh city, Hai Duong province 75 Vu Thi Thanh Thuy

TITLE FOR CHEMISTRY AND FOOD TECHNOLOGY

- Study on Phenol adsorption capacity of materials made from rice husks 82 Vu Hoang Phuong

TITLE FOR EDUCATION

- Teaching applied chemistry with the orientation of developing the ability to apply knowledge into practice for electrical students at Sao Do University 88 Pham Thi Diep
Le Ngoc Hoa

TITLE FOR EARTH SCIENCE - MINING

- Assessment of the impact of Covid-19 and economic downturn to tourism in Viet Nam 95 Nguyen Thi Sao
Tang Thi Hong Minh

TITLE FOR PHILOSOPHY - SOCIOLOGY - POLITICAL SCIENCE

- Improve the educational effectiveness of revolutionary ideals, ethics, lifestyle and arouse the desire to devote to students of Sao Do University 101 Pham Xuan Duc
- Ho Chi Minh's ideology on industrialization and its application by the Communist Party of Viet Nam today 107 Tran Thi Hong Nhung
- "Vietnamese cultural outline" content and meaning 113 Pham Van Du
- Dialectical relationship between revolutionary and scientific nature in the ideological work of our Party today 117 Tran Thi Hong Nhung
- Protecting the ideological foundation of great national unity, fighting against the wrong and hostile views of the enemy according to the viewpoint of the 13th Party Congress 123 Nguyen Thi Hien

Phương pháp ghép nối các tấm thép silicon trong stator của động cơ điện: Tổng quan - Phần 1

Joining of the silicon sheets steel in stator of the electric motors: Review - Part 1

Nguyễn Hoàng Minh Trí¹, Ngô Hữu Mạnh^{2*},
Trịnh Văn Cường², Mạc Thị Nguyễn²

*Tác giả liên hệ: manh.weldtech@gmail.com

¹Trường Cao đẳng nghề An Giang

²Trường Đại học Sao Đỏ

Ngày nhận bài: 07/11/2023

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 15/3/2024

Ngày chấp nhận đăng: 30/3/2024

Tóm tắt

Trong những năm gần đây, động cơ điện ngày càng được sử dụng nhiều hơn để thay thế động cơ xăng thông thường nhằm giảm lượng khí thải carbon. Stator và rotor trong động cơ điện được ghép từ rất nhiều tấm thép điện từ (thép Silic) được cách điện với nhau. Việc nối các tấm thép cách điện này sẽ có ảnh hưởng mạnh mẽ đến hoạt động của động cơ điện. Bài báo này trình bày tổng quan nghiên cứu về việc ghép các tấm thép cách điện cho ứng dụng động cơ điện.

Từ khóa: Thép Silic; thép điện từ; ghép nối và hàn; cấu trúc tế vi; từ tính.

Abstract

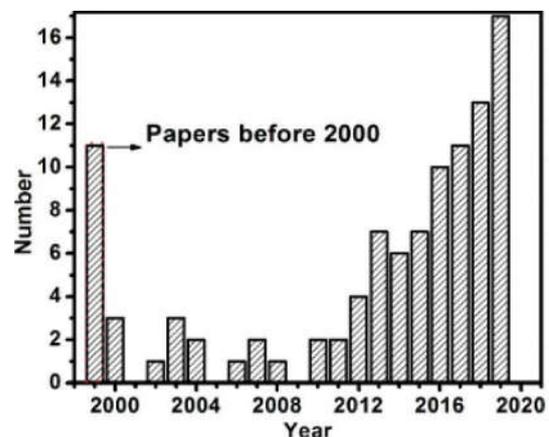
In recent years, the electric motor has been increasingly used to replace the conventional gasoline engine for carbon emission reduction. The stator and rotor in a electric motor are made of lot of electrical sheets steel (Silicon steel). The joining of these electrical sheets steel will have a strong influence on the performance of the electric motor. This paper, we are presentation overview research in joining the electrical sheets steel for the electric motor application.

Key words: Silicon steel; electrical steel; joining and welding; microstructure; magnetic property.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thép kỹ thuật điện [1-4], thép silicon cao (2-5,5 wt% Si) [5, 6] và thép tấm mỏng (0,2-0,65 mm) [7] là các vật liệu từ tính được dùng để chế tạo stator và rotor trong động cơ điện [8-10]. Việc bổ sung silicon vào sắt làm giảm độ cứng bức và tăng điện trở suất [5,11-15]. Hơn nữa, việc giảm độ dày tấm thép dẫn đến giảm tổn thất dòng điện xoáy trong thép điện từ khi đặt trong môi trường từ trường xen kẽ [7, 16, 17]. Stator và rotor trong động cơ điện được làm từ nhiều tấm thép kỹ thuật điện mỏng được ghép và nối với nhau [18], có thể làm giảm tổn thất dòng điện xoáy và cải thiện hiệu suất cho động cơ điện. Với lớp phủ cách điện ở cả hai mặt của tấm thép điện từ đã làm giảm dòng điện xoáy giữa các tấm thép điện từ được cán mỏng stator và rotor trong động cơ điện [19-29]. Nói chung, mục tiêu của việc ghép nối các tấm thép điện từ thành nhiều lớp

là đảm bảo độ bền cơ học của các tấm thép mỏng [30], nhưng quá trình ghép nối này sẽ dẫn đến sự suy giảm tính chất dẫn từ do lớp phủ cách điện [31], sự biến đổi của cấu trúc tế vi [32, 33], sự xuất hiện của ứng suất dư [34],... Việc đạt được sự cân bằng giữa độ bền cơ học và tính chất dẫn từ là một thách thức lớn [35].



Hình 1. Số lượng bài viết trong Scopus liên quan đến ghép nối thép điện từ

Người phản biện: 1. PGS.TS. Lê Hoàng Anh
2. TS. Vũ Văn Tản

Ngoài ra, cấu trúc của thép kỹ thuật điện ghép nối nhiều lớp cũng khác hẳn so với khi hàn ghép nối các loại thép khác. Ở đây, điều quan trọng nhất là phải nghiên cứu và tìm được phương pháp ghép nối các tấm thép điện từ để chế tạo được stator và rotor trong động cơ điện nhằm nâng cao hiệu suất cho động cơ điện để ứng dụng trong ngành sản xuất ô tô điện.

2. CÁC PHƯƠNG PHÁP GHÉP NỐI TẤM THÉP KỸ THUẬT ĐIỆN TRONG STATOR VÀ ROTOR

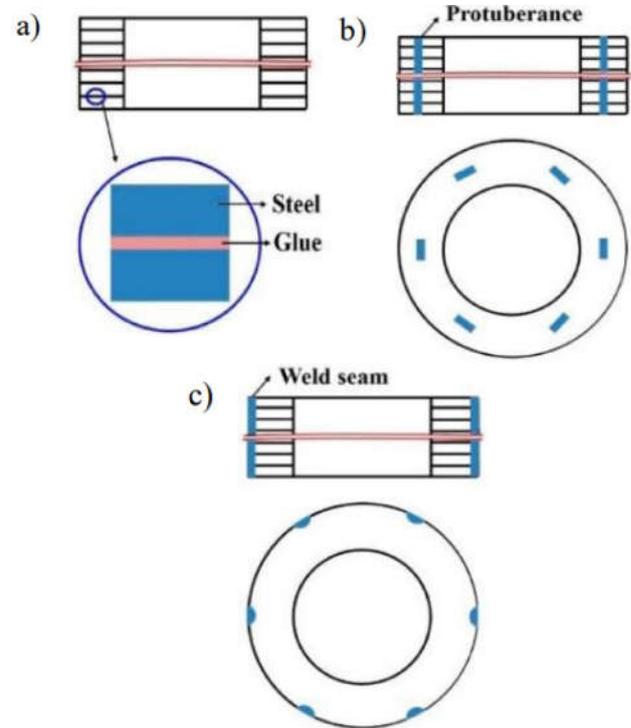
2.1. Phương pháp dán keo

Hiện nay, phương pháp ghép nối thép điện từ nhiều lớp có thể được chia thành ba loại gồm: Nối keo [19, 36], nối cơ học [37] và hàn nóng chảy [38], như Hình 2 [33]. Ưu điểm của phương pháp nối keo là không phá hủy lớp phủ cách nhiệt. Kaido và các cộng sự [19] đã đo các đặc tính cơ học và từ tính của lõi thép điện từ không phủ keo trong điều kiện làm việc của động cơ và phát hiện ra rằng sự suy giảm tổn thất của sắt và dòng điện kích thích thấp hơn so với khi hàn. Schoppa và các cộng sự [39] phủ lớp sơn bóng dính cách điện lên các lớp thép điện từ, sau đó các lớp mỏng này được ghép lại với nhau bằng quá trình kích hoạt nhiệt. Kết quả thí nghiệm cho thấy mức độ tăng tổn thất riêng của lõi thép sau khi ghép là rất thấp và họ kết luận rằng việc bám dính theo quan điểm từ tính là một trong những phương pháp tốt nhất để lắp ghép các lớp mỏng thành lõi thép từ tính. Phương pháp ghép nối bằng keo cũng cho phép cách ly điện đồng nhất, giảm phát xạ âm thanh và có tính dẫn nhiệt cao khi sử dụng [19, 36]. Nhìn chung, thành phần của keo thay đổi tùy theo nhà cung cấp, bao gồm keo hữu cơ, keo vô cơ và sự kết hợp của chúng. Tuy nhiên, trở ngại lớn nhất của việc áp dụng quy mô lớn kỹ thuật này là mối lo ngại về sự hỏng hóc cơ học do độ bám dính trong điều kiện tải định kỳ ở nhiệt độ cao trong quá trình vận hành động cơ điện [40]. Ngoài ra, chi phí cũng cao hơn so với các phương pháp ghép khác [39].

2.2. Phương pháp ghép nối cơ khí

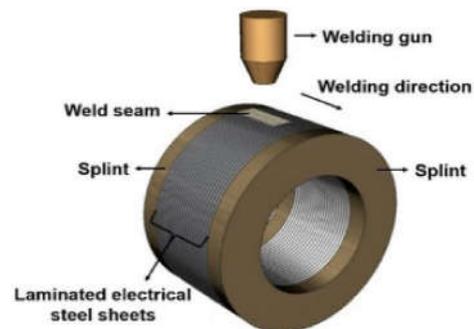
Bên cạnh đó, cả phương pháp ghép nối cơ học [37, 41-43] và hàn nóng chảy [30, 31, 39, 44, 45] đều được sử dụng rộng rãi để nối các tấm thép điện từ nhiều lớp. Senda và các cộng sự [37] đã so sánh tác động của hai phương pháp khóa liên động cơ khí kiểu chữ V, chốt và nối chốt trên các vòng nối được làm bằng các lá thép cách điện, họ phát hiện ra rằng hai phương pháp này làm tăng sự tổn hao sắt gần tương đương nhau khi ở tần số 50Hz. Imamori và các cộng sự [42] đã nghiên cứu ảnh hưởng của khóa liên động đến tính chất từ của lõi vòng bằng phép đo và họ quan sát thấy nghịch đảo của độ thấm và tổn thất sắt tăng tuyến tính với số lượng khóa liên động. Quá trình nối cơ học thường được kết hợp với quá trình cắt-đột-dập trong quy trình sản xuất. Ưu điểm của phương pháp nối cơ học là chi

phí thấp hơn so với quá trình hàn. Nhưng nhược điểm của phương pháp nối cơ học là khả năng chịu tải ở phương vuông góc với bề mặt thép cách điện thấp hơn so với phương pháp hàn nóng chảy. Ngoài ra, mỗi nối cơ học có khả năng bền mỏi dưới tải trọng định kỳ thấp hơn so với mỗi nối hàn.



(a) Nối keo; (b) Nối ghép cơ khí; (c) Hàn nóng chảy [33].
Hình 2. Các phương pháp ghép nối thép điện từ dạng tấm mỏng

2.3. Phương pháp hàn nối

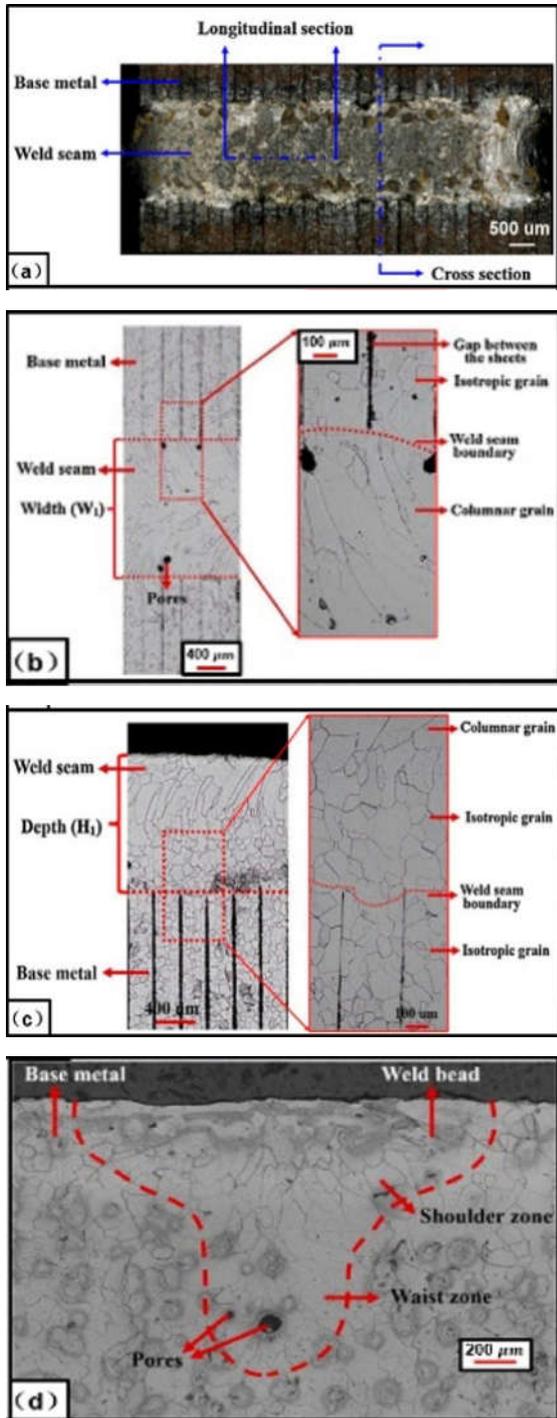


Hình 3. Quá trình hàn tấm thép điện từ bằng laser [33]

Nguồn nhiệt được sử dụng trong hàn ghép nối các tấm thép điện từ gồm hàn laser [30], hàn chùm tia điện từ [46], hàn hồ quang plasma [32], hàn hồ quang điện (TIG, GTA, CMT) [44, 47],... Là một phương pháp hàn nhiệt có chất lượng và hiệu suất cao, hàn laser được cho là một phương pháp tiềm năng để hàn các lá thép điện từ của stator và rotor ứng dụng động cơ điện hiệu suất cao [30, 33, 35, 44, 48]. So với các phương pháp hàn nhiệt khác, hàn laser có vùng ảnh hưởng nhiệt nhỏ hơn, tạo ra ứng suất dư thấp hơn và mỗi hàn có đặc tính từ tính cao hơn. Chùm năng lượng laser dịch

chuyển làm nóng chảy các tấm thép điện từ mỏng ghép liên tục với nhau và mỗi hàn nối được hình thành trên bề mặt tiếp xúc của các tấm thép điện từ này.

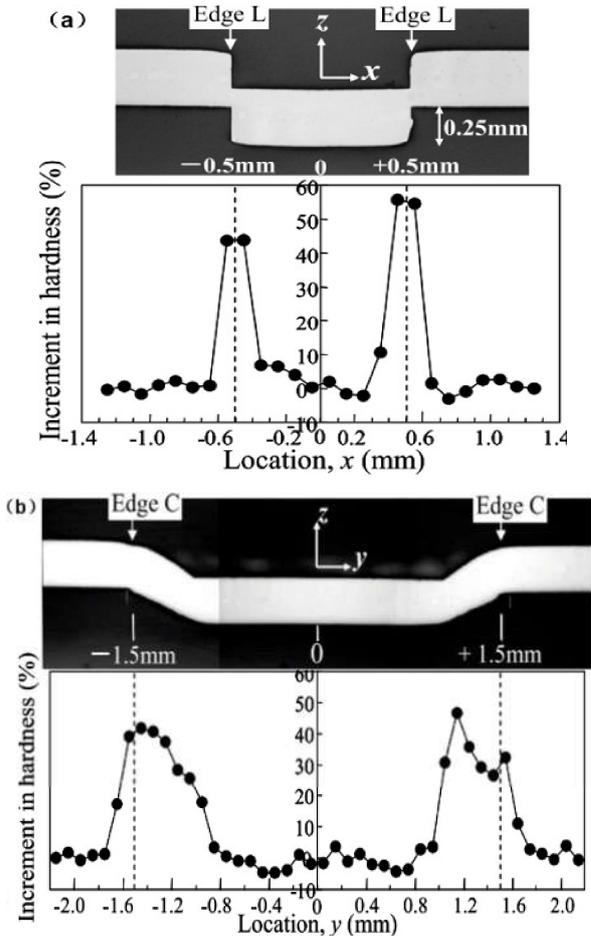
3. ĐẶC TÍNH CỦA MỖI GHÉP NỐI



Hình 4. Đặc điểm đường hàn nối thép điện từ dạng tấm mỏng được hàn bằng laser với tốc độ hàn 10 mm/s, với (a) hướng nhìn tổng thể, (b) bề mặt trên, (c) mặt cắt dọc, (d) mặt cắt ngang [33]

Thép điện từ sử dụng để chế tạo stator và rotor trong động cơ điện có hàm lượng silicon cao (2-5,5 wt% Si) [5, 6], hàm lượng các bon thấp và nền là sắt. Vương và các cộng sự [33] đã nghiên cứu hình thái bề mặt

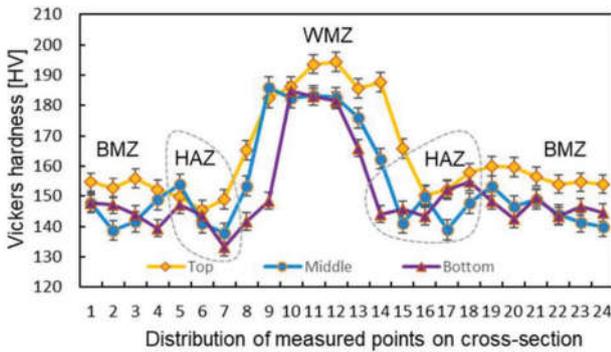
và cấu trúc tế vi của mỗi hàn ghép nối thép điện từ dạng mỏng bằng quá trình hàn bằng laser như Hình 4, bề mặt của đường hàn có chất lượng tốt và không có khuyết tật. Do hàm lượng nguyên tố silicon cao nên vùng đường hàn vẫn được tạo thành từ pha sắt ngay cả khi nó được kết tinh với tốc độ nguội lớn. Sự phát triển các pha và các hạt có dạng hình trụ theo hướng tản nhiệt xuất hiện trong vùng hàn. Bên cạnh đó, khuyết tật dạng lỗ khí nhỏ cũng được quan sát thấy ở vùng gần biên giới của đường hàn [33]. Nghiên cứu này cung cấp góc nhìn sâu sắc về cấu trúc tế vi ở cả bề mặt và bên trong của mỗi hàn nối thép điện từ khi hàn bằng laser.



Hình 5. Mặt cắt ngang và sự phân bố độ cứng tế vi ($HV_{0,1}$) của mỗi nối khóa liên động cơ học với (a) dọc theo phương cạnh ngắn, (b) dọc theo hướng cạnh dài [37]

Senda và các cộng sự [37] đã nghiên cứu các đặc tính và sự phân bố độ cứng của khớp nối khóa liên động cơ học. Như được hiển thị trong Hình 5, biến dạng cục bộ lớn ở cạnh của các chốt dẫn đến sự liên kết giữa các tấm thép điện từ và độ cứng của vùng cạnh tăng lên do hiệu ứng gia cường. Nghiên cứu này đã cung cấp cái nhìn rõ ràng về hình dạng và độ cứng của khớp nối liên kết cơ khí. Tuy nhiên, nghiên cứu hiện tại về đặc điểm khu vực nối của các tấm thép điện từ vẫn còn khá hạn chế, cần có thêm nhiều các nghiên cứu nữa để làm rõ

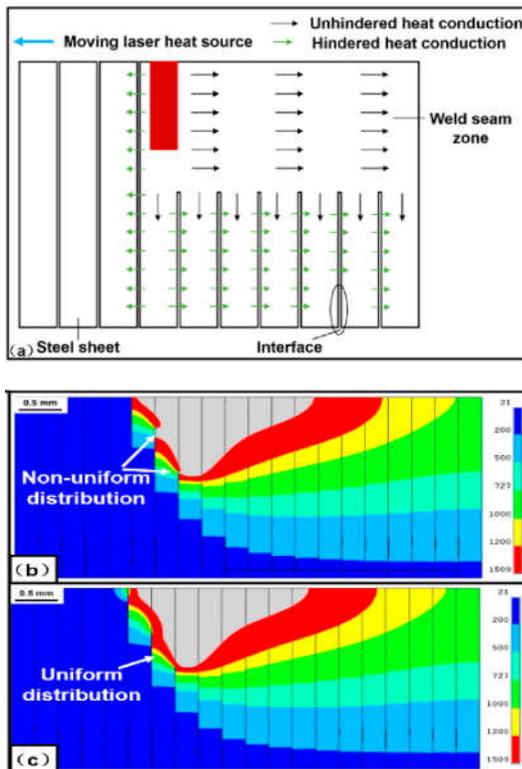
hơn các tham số để tạo ra các mối ghép nối không còn khuyết tật, kích thước và hướng của các hạt tốt hơn, có tổ chức ổn định hơn,...



Hình 6. Sự phân bố độ cứng tế vi ($HV_{0.05}$) ở các vùng khi hàn nối thép Silicon dạng tấm mỏng [53]

Độ cứng tế vi ($HV_{0.05}$) đo được tại khu vực vùng kim loại cơ bản từ $130 \div 155 HV$, tại khu vực vùng ảnh hưởng nhiệt từ $130 \div 145 HV$, tại vùng kim loại mối hàn từ $180 \div 193 HV$ [53].

4. MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH GHÉP NỐI



Hình 7. Mô phỏng quá trình truyền nhiệt khi hàn ghép nối các tấm thép điện từ dạng mỏng [40]

(a) Sơ đồ quá trình truyền nhiệt tại mặt cắt dọc đường hàn trong quá trình hàn;

(b) Sự phân bố nhiệt độ không đồng đều ở mặt cắt dọc của đường hàn do sự cản trở của bề mặt truyền nhiệt;

(c) Sự phân bố nhiệt độ đồng đều tại mặt cắt dọc của mối hàn khi bề mặt tiếp xúc bị nóng chảy do hấp thụ năng lượng của tia laser khi hàn.

Mô phỏng là một phương pháp hữu ích để khám phá cơ chế của quá trình nối ghép các tấm thép điện từ dạng tấm mỏng. Mặc dù phương pháp này đã được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực ghép nối và hàn các loại vật liệu khác nhau [51, 52] nhưng nghiên cứu về mô phỏng ghép nối các tấm thép điện từ dạng mỏng vẫn còn khá mới mẻ [40]. Một trong những khó khăn trong việc mô phỏng khi hàn thép điện từ nhiều tấm mỏng là làm thế nào để mô tả ảnh hưởng của các bề mặt đến sự truyền nhiệt trong quá trình hàn. Vương và các cộng sự [40] đã phát triển mô hình phần tử hữu hạn phân tích nhiệt trong ANSYS để tính toán sự phân bố nhiệt độ và phân tích sự phát triển của các vùng trong quá trình hàn laser các tấm thép điện từ dạng mỏng như trong Hình 7.

Kết quả phân tích Hình 7 thấy rằng, cụm từ kỹ thuật “sinh ra” và “mất đi” của phần tử được sử dụng để mô tả tác động của các bề mặt đối với quá trình truyền nhiệt, trong đó hai nhóm giá trị về độ dẫn và sự tiếp xúc nhiệt được sử dụng tương ứng để mô tả khả năng truyền nhiệt của bề mặt trước và sau khi nóng chảy của bề kim loại. Tuy nhiên, đây vẫn là vấn đề mới nên cần phải có thêm nhiều công trình nghiên cứu nữa để phân tích dòng chảy của vật liệu tại bề mặt phân cách, sự thay đổi nhiệt độ và ứng suất dư,... khi hàn nối thép điện từ dạng tấm mỏng.

5. KẾT LUẬN

Trong bài báo tổng quan thứ nhất này, nhóm tác giả giới thiệu về quá trình ghép nối và hàn các tấm thép điện từ (thép Silicon). Nhóm tác giả đã tổng hợp, mô tả làm rõ các phương pháp đã và đang được sử dụng để ghép nối các tấm thép điện từ (thép Silicon) dạng mỏng; đồng thời phân tích các đặc tính và mô phỏng sự truyền nhiệt khi hàn ghép nối các tấm thép điện từ dạng mỏng để chế tạo stator và rotor cho động cơ điện trong xe ô tô điện với mục tiêu hướng đến tìm ra giải pháp mới nhằm nâng cao hiệu suất hoạt động cho động cơ điện hiện nay cũng như trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Pluta, W.A (2018), *Prediction of Influence of Magnetic Anisotropy on Specific Total Loss in Electrical Steel with Goss Texture*, In Proceedings of the 2018 Progress in Applied Electrical Engineering Conference, Koscielisko, Poland, 18-22.

[2]. Tanaka, I.; Nitomi, H.; Imanishi, K.; Okamura, K.; Yashiki, H (2013), *Application of High-Strength Nonoriented Electrical Steel to Interior Permanent Magnet Synchronous Motor*, IEEE Trans. Magn, 49, 2997-3001.

- [3]. Tietz, M.; Biele, P.; Janßen, A.; Herget, F.; Telger, K.; Hameyer, K (2012), *Application-Specific Development of Non-Oriented Electrical Steel for EV Traction Drives*. In Proceedings of the 2012 2nd International Electric Drives Production Conference, Nuremberg, Germany.
- [4]. Oda, Y.; Kohno, M.; Honda, A (2008), *Recent Development of Non-Oriented Electrical Steel Sheet for Automobile Electrical Devices*. J. Magn. Mater, 320, 2430-2435.
- [5]. Takajo, S.; Hiratani, T.; Okubo, T.; Oda, Y (2018), *Effect of Silicon Content on Iron Loss and Magnetic Domain Structure of Grain-Oriented Electrical Steel Sheet*. IEEE Trans. Magn, 54, 1-6.
- [6]. Sidor, Y.; Kovac, F.; Kvac̃kaj, T.; Sidor, J (2007), *Grain Growth Phenomena and Heat Transport in Non-Oriented Electrical Steels*. Acta Mater, 55, 1711-1722.
- [7]. Hanitsch, R.E (2001), *Rotary and Linear Machines*. In Encyclopedia of Materials: Science and Technology; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, pp. 8221-8227.
- [8]. Beckley, P (2002), *Electrical Steels for Rotating Machines*. Institution of Engineering and Technology: London, UK.
- [9]. Mehdi, M.; He, Y.; Hilinski, E.J (2020), *The Evolution of Cube Texture in Non-Oriented Electrical Steel*. Acta Mater, 185, 540-554.
- [10]. Biroasca, S.; Nadoum, A.; Hawezy, D.; Robinson, F.; Kockelmann, W (2020), *Mechanistic Approach of Goss Abnormal Grain Growth in Electrical Steel: Theory and Argument*. Acta Mater, 185, 370-381.
- [11]. Ahn, Y.K.; Jeong, Y.K.; Kim, T.Y.; Cho, J.U.; Hwang, N.M (2020), *Texture evolution of non-oriented electrical steel analyzed by EBSD and in-situ XRD during the phase transformation from γ to α* . Mater. Today Commun, 25, 101307.
- [12]. Qin, J.; Liu, D.F.; Zhang, Y.H (2018), *Application Status and Development Prospect of Rare Earth in Electrical Steels*. J. Iron Steel Res, 30, 163-170.
- [13]. Wu, J.; Zhang, L.; Gong, T.; Zhu, J.; Hao, Q.; Qin, Z.; Cong, S.; Zhan, D.; Xiang, Z (2015), *Texture Evolution of the Surface Layer of High Silicon Gradient Electrical Steel and Influence on the Magnetic Properties*. Vacuum, 119, 189-195.
- [14]. Belyaevskikh, A.S.; Lobanov, M.L.; Rusakov, G.M.; Redikul'Tsev, A.A (2015), *Improving the Production of Superthin Anisotropic Electrical Steel*. Steel Transl, 45, 982-986.
- [15]. Mouropoulos, C (1989). *Production of Silicon Steel Sheet at Dofasco*. Steel Times Int, 13, 36-37.
- [16]. Petryshynets, I.; Kovác̃, F.; Fúzer, J.; Falat, L.; Puchý, V.; Kollár, P (2019), *Evolution of Power Losses in Bending Rolled Fully Finished No Electrical Steel Treated under Unconventional Annealing Conditions*. Materials, 12, 2200.
- [17]. Uesaka, M.; Senda, K.; Oomura, T.; Okabe, S (2018), *Influence of Thickness of Non-oriented Electrical Steel on Iron loss under Inverter Excitation*. IEEJ Trans. Fundam. Mater, 138, 367-372.
- [18]. Tsuchida, Y.; Yoshino, N.; Enokizono, M (2017). *Reduction of Iron Loss on Laminated Electrical Steel Sheet Cores by means of Secondary Current Heating Method*. IEEE Trans. Magn, 53, 1.
- [19]. Pugstaller, R.; Wallner, G.M.; Straus, B.; Fluch, R (2018). *Advanced Characterization of Laminated Electrical Steel Structures Under Shear Loading*. J. Adhes, 95, 834-848.
- [20]. Peng, K.Y (2015), *Advanced Chromium-Free Coating for Electrical Steels*. Iron Steel Technol, 12, 65-70.
- [21]. Chivavibul, P.; Enoki, M.; Konda, S.; Inada, Y.; Tomizawa, T.; Toda, A (2011), *Reduction of Core Loss in Non-Oriented (No) Electrical Steel by Electroless-Plated Magnetic Coating*. J. Magn. Mater, 323, 306-310.
- [22]. Lin, A.; Zhang, X.; Fang, D.; Yang, M.; Gan, F (2010), *Study of an Environment-Friendly Insulating Coating with High Corrosion Resistance on Electrical Steel*. Anti-Corros. Methods Mater, 57, 297-304.
- [23]. Ke, S.; Qian, X.; Zhu, S (2010), *Application of X-Ray Fluorescence Method in the Analysis of Electrical Steel Coating*. In Proceedings of the 10th International Conference on Steel Rolling, Beijing, China.
- [24]. Chivavibul, P.; Enoki, M.; Konda, S.; Inada, Y.; Tomizawa, T.; Toda, A (2010), *Application of Electroless-Plated Magnetic Coating to Reduce Core Loss of Electrical Steel*. Adv. Mater. Res, 117, 21-25.
- [25]. Puzhevich, R.B.; Korzunin, G (2006), *Quality Control of the Insulating Coating on Electrical Steel*. Russ. J. Nondestruct. Test, 42, 468-473.
- [26]. Loisos, G.; Moses, A.; Beckley, P (2003), *Electrical Stress on Electrical Steel Coatings*. J. Magn. Mater, 254, 340-342.

- [27]. Coombs, A.; Lindenmo, M.; Snell, D.; Power, D (2001), *Review of the Types, Properties, Advantages, and Latest Developments in Insulating Coatings on Nonoriented Electrical Steels*. IEEE Trans. Magn, 37, 544-557.
- [28]. Snell, D.; Coombs, A (2000), *Novel Coating Technology for Non-Oriented Electrical Steels*. J. Magn. Mater, 215, 133-135.
- [29]. Lindenmo, M.; Coombs, A.; Snell, D (2000). *Advantages, Properties and Types of Coatings on Non-Oriented Electrical Steels*. J. Magn. Mater, 215, 79-82.
- [30]. Schade, T.; Ramsayer, R.M.; Bergmann, J.P (2014), *Laser Welding of Electrical Steel Stacks Investigation of the Weldability*. In Proceedings of the 4th International Electric Drives Production Conference, Nuremberg, Germany, 30 September 2014.
- [31]. Sundaria, R.; Daem, A.; Osemwinyen, O (2020), *Effects of Stator Core Welding on an Induction Machine-Measurements and Modeling*. J. Magn. Mater, 499, 166280.
- [32]. Vourna, P.; Ktena, A (2013), *Metallurgical, Mechanical and Magnetic Properties of Electrical Steel Sheets in TIG and PLASMA Welding*. Key Eng. Mater, 543, 479-482.
- [33]. Wang, H.; Zhang, Y.; Li, S (2016), *Laser Welding of Laminated Electrical Steels*. J. Mater. Process. Technol, 230, 99-108.
- [34]. Leuning, N.; Steentjes, S.; Wess, H.A.; Volk, W.; Hameyer, K (2018), *Magnetic Material Deterioration of Non-Oriented Electrical Steels as a Result of Plastic Deformation Considering Residual Stress Distribution*. IEEE Trans. Magn, 54, 1-5.
- [35]. Leuning, N.; Steentjes, S.; Hameyer, K.; Gerhards, B.; Reisgen, U (2017), *Analysis of a Novel Laser Welding Strategy for Electrical Steel Laminations*, In Proceedings of the 7th International Electric Drives Production Conference, Wurzburg, Germany.
- [36]. Kaido, C.; Takeda, K.; Wakisaka, T.; Mizokami, M (1999), *Characteristics of Adhesive Coating Non-oriented Electrical Steel Sheet Cores*. IEEEJ Trans. Ind. Appl, 119, 1010-1015.
- [37]. Senda, K.; Toda, H.; Kawano, M (2015), *Influence of Interlocking on Core Magnetic Properties*. IEEEJ J. Ind. Appl, 4, 496-502.
- [38]. Dharmik, B.Y.; Lautre, N.K (2019), *A Study on Hardness of CRNO Electrical Sheets for Edge Joining Through TIG Welding*. In Operations Management and Systems Engineering; Springer Science and Business Media LLC: Singapore, 2019; pp. 689-698.
- [39]. Schoppa, A.; Schneider, J.; Wuppermann, C.-D.; Bakon, T (2003), *Influence of Welding and Sticking of Laminations on the Magnetic Properties of Non-Oriented Electrical Steels*. J. Magn. Mater, 255, 367-369.
- [40]. Wang, H.; Zhang, Y.; Lai, X (2015). *Effects of Interfaces on Heat Transfer in Laser Welding of Electrical Steel Laminations*. Int. J. Heat Mass Transf, 90, 665-677.
- [41]. Imamori, S.; Aihara, S.; Shimoji, H.; Kutsukake, A.; Hameyer, K (2020), *Evaluation of Local Magnetic Degradation by Interlocking Electrical Steel Sheets for an Effective Modelling of Electrical Machines*. J. Magn. Mater, 500, 166372.
- [42]. Imamori, S.; Steentjes, S.; Hameyer, K (2017), *Influence of Interlocking on Magnetic Properties of Electrical Steel Laminations*. IEEE Trans. Magn, 53, 1-4.
- [43]. Kaido, C.; Mogi, H.; Hanzawa, K (2003), *The Effect of Short Circuit between Laminated Steel Sheets on the Performance of Lamination Core of Motor*. IEEEJ Trans. Fundam. Mater, 123, 857-862.
- [44]. Zhang, Y.; Wang, H.; Chen, K.; Li, S (2017), *Comparison of Laser and TIG Welding of Laminated Electrical Steels*. J. Mater. Process. Technol, 247, 55-63.
- [45]. Cui, R.; Li, S (2020), *Pulsed Laser Welding of Laminated Electrical Steels*. J. Mater. Process. Technol, 285, 116778.
- [46]. Vourna, P (2014), *Characterization of Electron Beam Welded Non-Oriented Electrical Steel with Magnetic Barkhausen Noise*. Key Eng. Mater, 605, 39-42.
- [47]. Dharmik, B.Y.; Lautre, N.K (2020), *Performance Assessment of CMT over GTA Welding on Stacked Thin Sheets of CRNGO Electrical Steel*. Mater. Lett, 272, 127901.
- [48]. Vegelj, D.; Zajec, B.; Kanitz, A.; Možina, J (2014), *Adaptive Pulsed-Laser Welding of Electrical Laminations*. Stroj. Vestn. J. Mech. Eng, 60.
- [49]. Wang, H.; Zhang, Y.; Lai, X (2015), *A Model for the Torsion Strength of a Laser-Welded Stator*. J. Mater. Process. Technol, 223, 319-327.

- [50]. Wang, H.; Zhang, Y (2017), *Modeling of Eddy-Current Losses of Welded Laminated Electrical Steels*. IEEE Trans. Ind. Electron, 64, 2992-3000.
- [51]. Wang, H.; Zhang, Y.; Chen, K (2016), *Modeling of Temperature Distribution in Laser Welding of Lapped Martensitic Steel M1500 and Softening Estimation*. J. Manuf. Sci. Eng, 138, 111006.
- [52]. Lim, Y.C.; Squires, L.; Pan, T.-Y.; Miles, M.; Song, G.-L.; Wang, Y.; Feng, Z (2015), *Study of Mechanical Joint Strength of Aluminum Alloy 7075-T6 and Dual Phase Steel 980 Welded by Friction Bit Joining and Weld-Bonding Under Corrosion Medium*. Mater. Des, 69, 37-43.
- [53]. Manh Huu Ngo, et, al (2023), *Unique characteristics of the novel-GTAW process for the butt joint of ultra-thin silicon steel sheets*. Journal of Manufacturing Processes, Vol. 85, pp. 894-903.

AUTHORS INFORMATION

**Nguyen Hoang Minh Tri¹, Ngo Huu Manh^{2*},
Trinh Van Cuong², Mac Thi Nguyen²**

*Corresponding Author: manh.weldtech@gmail.com

¹An Giang Vocation College;

²Sao Do University.

THẺ LỆ GỬI BÀI

TẠP CHÍ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ (P. ISSN 1859-4190, E. ISSN 2815-553X), thường xuyên công bố kết quả, công trình nghiên cứu khoa học và công nghệ của các nhà khoa học, cán bộ, giảng viên, nghiên cứu sinh, học viên cao học, sinh viên ở trong và ngoài nước.

1. Tạp chí xuất bản 01 số/quý bằng hai ngôn ngữ tiếng Việt và tiếng Anh. Tạp chí nhận đăng các bài báo khoa học thuộc các lĩnh vực: Điện - Điện tử - Tự động hóa; Cơ khí - Động lực; Kinh tế; Triết học - Xã hội học - Chính trị học; Các lĩnh vực khác gồm: Công nghệ thông tin; Hóa học - Công nghệ thực phẩm; Ngôn ngữ học; Toán học; Vật lý; Văn hóa - Nghệ thuật - Thể dục thể thao...
2. Bài nhận đăng là những công trình nghiên cứu khoa học chưa công bố trong bất kỳ ấn phẩm khoa học nào.
3. Tòa soạn chỉ nhận bài báo gửi online trên website <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>. Bài báo gửi về tòa soạn dưới dạng file điện tử (*.doc *.docx và *.pdf); cuối bài báo, tác giả ghi rõ thông tin địa chỉ liên hệ, số điện thoại, email và cập nhật thông tin trên website. Bài báo phải được trình bày đúng định dạng, rõ ràng; Trường hợp bài báo phải chỉnh sửa theo thể lệ hoặc theo yêu cầu của Phản biện thì tác giả sẽ cập nhật trên website. Người phản biện sẽ do tòa soạn mời. Tòa soạn không gửi lại bài nếu không được đăng.
4. Các công trình thuộc đề tài nghiên cứu có Cơ quan quản lý cần kèm theo giấy phép cho công bố của cơ quan (Tên đề tài, mã số, tên chủ nhiệm đề tài, cấp quản lý,...).
5. Tên bài báo trình bày bằng hai ngôn ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh), font Arial, cỡ chữ 14, in đậm, căn giữa.
6. Tên tác giả (không ghi học hàm, học vị), font Arial, cỡ chữ 10, in đậm, căn lề phải; cơ quan công tác của các tác giả, font Arial, cỡ chữ 9, in nghiêng, căn lề phải.
7. Chữ "Tóm tắt" in đậm, font Arial, cỡ chữ 10; Nội dung tóm tắt của bài báo không quá 10 dòng, trình bày bằng hai ngôn ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh), font Arial, cỡ chữ 10, in thường.
8. Chữ "Từ khóa" in đậm, nghiêng, font Arial, cỡ chữ 10; Có từ 03÷05 từ khóa, font Arial, cỡ chữ 10, in nghiêng, ngăn cách nhau bởi dấu chấm phẩy, cuối cùng là dấu chấm.
9. Nội dung bài báo viết bằng tiếng Việt hoặc tiếng Anh; Nếu là bài báo viết bằng tiếng Việt: Tiêu đề tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Tóm tắt tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Từ khóa tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Nếu là bài báo viết bằng tiếng Anh: Tiêu đề tiếng Anh trước, tiếng Việt sau; Tóm tắt tiếng Anh trước, tiếng Việt sau; Từ khóa tiếng Anh trước, tiếng Việt sau.
10. Bài báo được đánh máy trên khổ giấy A4 (21 × 29,7cm) có độ dài không quá 8 trang, font Arial, cỡ chữ 10, giãn dòng At least 12pt, Before 3pt, After 3pt; căn lề trên 2.5cm, dưới 2.5cm, trái 3cm, phải 2cm; hình vẽ phải rõ ràng, đủ nét và được định dạng dưới dạng file ảnh (*.jpg); Phương trình, công thức phải soạn thảo bằng Mathtype hoặc Equation; Phần nội dung bài báo được chia thành 02 cột, khoảng cách cột là 1cm; Trong trường hợp hình vẽ, hình ảnh có kích thước lớn, bảng biểu có độ rộng lớn hoặc công thức, phương trình dài thì cho phép trình bày dưới dạng 01 cột.
11. Tài liệu tham khảo được sắp xếp theo thứ tự tài liệu được trích dẫn trong bài báo.
 - Nếu là sách/luận án: Tên tác giả (năm), Tên sách/luận án/luận văn, Nhà xuất bản/Trường/Viện, lần xuất bản/tái bản.
 - Nếu là bài báo/báo cáo khoa học: Tên tác giả (năm), Tên bài báo/báo cáo, Tạp chí/Hội nghị/Hội thảo, Tập/Kỷ yếu, số, trang.
 - Nếu là trang web: Phải trích dẫn đầy đủ tên website và đường link, ngày cập nhật.
12. Định dạng mẫu bài báo tham khảo tại địa chỉ http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/news/detail/198/format_paper
Bài báo sau khi xuất bản sẽ được công bố trên <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>.

THÔNG TIN LIÊN HỆ:

Ban Biên tập Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ

Phòng 203, Tầng 2, Nhà B1, Trường Đại học Sao Đỏ.

Địa chỉ: Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>

Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn

Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ, Số 1 (84) 2024



BỘ CÔNG THƯƠNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

Địa chỉ:

- Số 1: Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.
- Số 2: Số 72, đường Nguyễn Thái Học, phường Thái Học, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.
- Điện thoại: (0220) 3882 269 Fax: (0220) 3882 921 Website: <http://saodo.edu.vn> Email: info@saodo.edu.vn

P. ISSN 1859-4190
E. ISSN 2815-553X

Số 1 (84)
2024

Địa chỉ Tòa soạn:

Trường Đại học Sao Đỏ.

Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882 921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>/Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn.

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.
In 2.000 bản, khổ 21 × 29,7cm, tại Công ty TNHH in Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.