



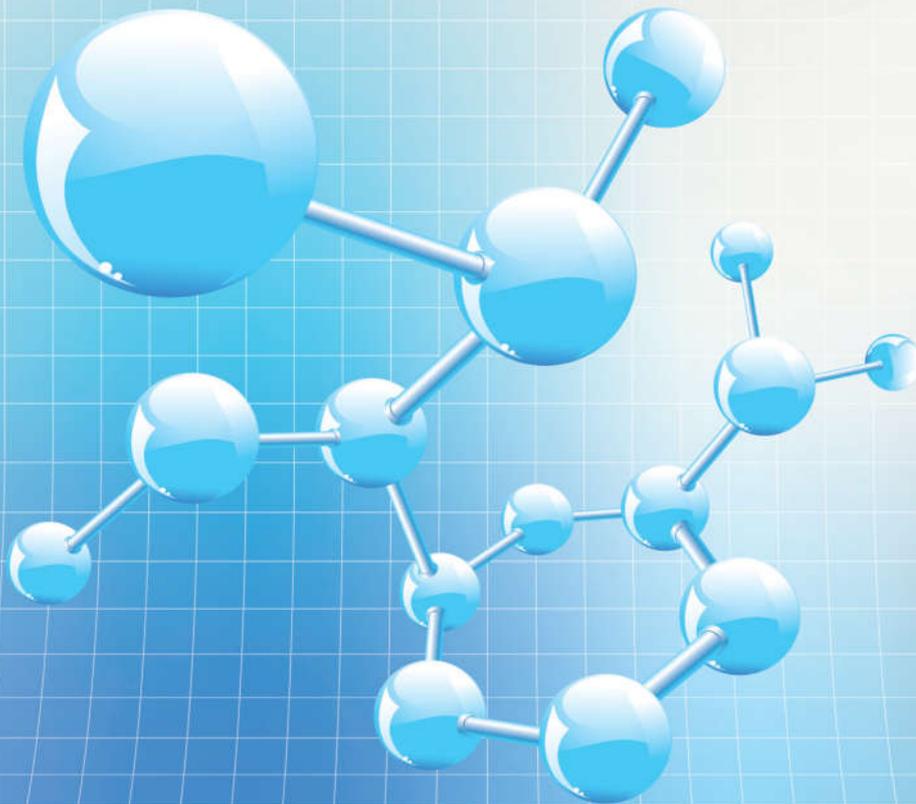
Tạp chí

NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY

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



Số 3 (86)
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**

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyễn - Chủ tịch Hội đồng

GS.TS. Phạm Thị Ngọc Yến

PGS.TSKH. Trần Hoài Linh

PGS.TS. Nguyễn Văn Liễn

GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn

GS.TSKH. Bành Tiến Long

GS.TS. Nguyễn Đức Toàn

PGS.TS. Lê Thu Quý

GS.TS. Lê Anh Tuấn

GS.TS. Đinh Văn Sơn

PGS.TS. Trương Thị Thủy

PGS.TS. Nguyễn Thị Bất

GS.TS. Đỗ Quang Khang

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

GS.TS. Nguyễn Văn Anh

■ **Ban Biên tập**

TS. Vũ Văn Đông - Trưởng ban

ThS. Đoàn Thị Thu Hằng - Phó Trưởng ban

■ **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**

Dr. Nguyen Thi Kim Nguyen - Chairman

Prof.Dr. Pham Thi Ngoc Yen

Assoc.Prof.Dr.Sc. Tran Hoai Linh

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Van Lien

Prof.Dr.Sc. Than Ngoc Hoan

Prof.Dr.Sc. Banh Tien Long

Prof.Dr. Nguyen Duc Toan

Assoc.Prof.Dr. Le Thu Quy

Prof.Dr. Le Anh Tuan

Prof.Dr. Dinh Van Son

Assoc.Prof.Dr. Truong Thi Thuy

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Thi Bat

Prof.Dr. Do Quang Khang

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

Prof.Dr. Nguyen Van Anh

■ **Editorial**

Dr. Vu Van Dong - Head

MSc. Doan Thi Thu Hang - Deputy Head

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

- Nghiên cứu bài toán nâng cao hiệu quả năng lượng của hệ thống thông tin không dây với sự hỗ trợ bề mặt phản xạ thông minh 5 Nguyễn Đỗ Dũng
Đào Minh Hưng
Nguyễn Văn Hào
Nguyễn Trọng Các
- Định dạng theo hình dạng chữ L và bám các mục tiêu trên mặt nước dựa trên hình ảnh Lidar 3D 14 Nguyễn Phương Lâm
Nguyễn Trọng Các
- Ứng dụng ResNet-50 trong phát hiện lỗi bề mặt chi tiết sản phẩm cơ khí 19 Nguyễn Đức Minh
Vũ Thị Lệ Hằng
Đỗ Văn Đỉnh
Phạm Văn Nam
- Phương pháp phát hiện hư hại vết lõm trên đường ray sử dụng mô hình Yolov8 25 Nguyễn Phương Ty
Lương Thị Thanh Xuân
Nguyễn Thị Tâm
Dương Thị Hoa
Nguyễn Thị Việt Hương
Hà Minh Tuấn
- Mô hình hóa pin xe điện và so sánh hiệu suất sạc/xả điện cho các loại pin 31 Tạ Thị Mai

LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

- Nghiên cứu ảnh hưởng của vận tốc cắt và lượng chạy dao đến độ nhám bề mặt khi phay hợp kim nhôm 7075-T6 38 Mạc Văn Giang
- Phương pháp ghép nối các tấm thép silicon trong stator của động cơ điện - Phần 2 45 Nguyễn Thanh Tùng
Ngô Hữu Mạnh
Trịnh Văn Cường
Mạc Thị Nguyên
- Khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm trong quá trình dập tạo hình đa điểm 53 Trần Hải Đăng
Nguyễn Thị Thu
- Nghiên cứu ảnh hưởng của động học đến trạng thái ứng suất khi miết ép 58 Nguyễn Văn Hình
Nguyễn Đức Hải
Nguyễn Thị Liễu
Nguyễn Hữu Chấn
Dương Thị Hà

LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

Nghiên cứu sự thay đổi kích thước của vải dệt kim Rib 1:1 từ sợi cotton, sợi len lông cừu sau quá trình là hơi 62 Nguyễn Thị Hiền
Phạm Thị Kim Phúc

NGÀNH KINH TẾ

Công tác quản lý thuế đối với các doanh nghiệp xây dựng trên địa bàn tỉnh Hải Dương 69 Đinh Thị Kim Thiết

Nghiên cứu giải pháp phát triển mô hình dịch vụ du lịch nông thôn tại tỉnh Hải Dương 75 Vũ Thị Hương

Thực trạng ứng dụng mô hình kinh tế tuần hoàn trong các khu công nghiệp Việt Nam 81 Nguyễn Thị Thủy

Ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) trong lĩnh vực kế toán tại các doanh nghiệp Việt Nam: Thực trạng và giải pháp 87 Vũ Thị Lý
Nguyễn Thị Quỳnh

NGÀNH TOÁN HỌC

Tích chập của phép biến đổi Fourier và Laplace với hàm trọng trong không gian $L_1(\mathbb{R}_+)$ 94 Nguyễn Kiều Hiền

NGÀNH KHOA HỌC GIÁO DỤC

Thực trạng và định hướng vận dụng một số phương pháp giảng dạy học phần Tư tưởng Hồ Chí Minh gắn với giá trị cốt lõi của Trường Đại học Sao Đỏ 99 Nguyễn Mạnh Tường
Trần Thị Hồng Nhung

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

Sự lãnh đạo của Đảng bộ tỉnh Hải Dương về công tác giáo dục chính trị, tư tưởng hiện nay 106 Vũ Văn Đông

Tấm gương tự học của Chủ tịch Hồ Chí Minh và việc tự học của sinh viên Trường Đại học Sao Đỏ hiện nay 112 Nguyễn Mạnh Tường

Lý luận của chủ nghĩa Mác-Lênin về sở hữu và sự vận dụng của Đảng Cộng sản Việt Nam hiện nay 117 Trần Thị Hồng Nhung
Nguyễn Mạnh Tường

Tư tưởng của Lênin về công đoàn và sự vận dụng ở Việt Nam 123 Vũ Văn Chương
Phạm Văn Dự
Nguyễn Minh Loan

TITLE FOR ELECTRICITY - ELECTRONICS - AUTOMATION

- Research on improving energy efficiency in intelligent reflective surface-assisted wireless communication systems 5 Nguyen Do Dung
Dao Minh Hung
Nguyen Van Hao
Nguyen Trong Cac
- L-shape fitting based object detection and surface water target tracking using 3D Lidar 14 Nguyen Phuong Lam
Nguyen Trong Cac
- Application of Resnet-50 in detecting surface defects of mechanical product details 19 Nguyen Duc Minh
Vu Thi Le Hang
Do Van Dinh
Pham Van Nam
- Squat defect detection method for railway using Yolov8 model 25 Nguyen Phuong Ty
Luong Thi Thanh Xuan
Nguyen Thi Tam
Duong Thi Hoa
Nguyen Thi Viet Huong
Ha Minh Tuan
- Modeling of electric vehicle battery and performance comparisons on charging/discharging of selected types of battery 31 Ta Thi Mai

TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING

- Study on the effect of cutting speed and feed rate on surface roughness in milling of aluminum alloy 7075-T6 38 Mac Van Giang
- Jointing of the silicon sheets steel in stator of the electric motors - Part 2 45 Nguyen Thanh Tung
Ngo Huu Manh
Trinh Van Cuong
Mac Thi Nguyen
- Research of some factors affecting product quality in incremental forming 53 Tran Hai Dang
Nguyen Thi Thu
- Research on the influence of kinematics on the stress state in smoothing process 58 Nguyen Van Hinh
Nguyen Duc Hai
Nguyen Thi Lieu
Nguyen Huu Chan
Duong Thi Ha

TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING

Research on the dimensional change of 1:1 Rib knitted fabric from cotton and wool yarn after steam ironing proces 62 Nguyen Thi Hien
Pham Thi Kim Phuc

TITLE FOR ECONOMICS

Tax management for construction enterprises in hai duong province 69 Dinh Thi Kim Thiet

Research on the development orientation of rural tourism service model in Hai Duong province 75 Vu Thi Huong

Current status of applying circular economic model in industrial parks in Vietnam 81 Nguyen Thi Thuy

Application of artificial intelligence (AI) in the field of accounting in Vietnamese enterprises: Current situation and solutions 87 Vu Thi Ly
Nguyen Thi Quynh

NTITLE FOR MATHEMATICS

Convolution of the Fourier trans form and the Laplace with a weight function in the space $L_1(\mathbb{R}_+)$ 94 Nguyen Kieu Hien

TITLE FOR EDUCATION SCIENCE

Current situation and orientation of applying teaching methods of Ho Chi Minh Thought subject associated with core values of Sao Do University 99 Nguyen Manh Tuong
Tran Thi Hong Nhung

TITLE FOR PHILOSOPHY - SOCIOLOGY - POLITICAL SCIENCE

The leadership of the Hai Duong provincial Party Committee on the current work of political and ideological education 106 Vu Van Dong

Ho Chi Minh's self-study example and the self-study of Sao Do University students today 112 Nguyen Manh Tuong

The theory of Marxism-Leninism on ownership and its application by the Communist Party of Vietnam today 117 Tran Thi Hong Nhung
Nguyen Manh Tuong

Lenin's thoughts on trade unions and their application in Vietnam 123 Vu Van Chuong
Pham Van Du
Nguyen Minh Loan

Phương pháp ghép nối các tấm thép silicon trong stator của động cơ điện - Phần 2

Jointing of the silicon sheets steel in stator of the electric motors - Part 2

Nguyễn Thanh Tùng¹, 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: 18/7/2024

Ngày nhận bài sửa sau phân biện: 18/9/2024

Ngày chấp nhận đăng: 30/9/2024

Tóm tắt

Ngày nay, động cơ điện ngày càng được nghiên cứu và cải tiến để nâng cao hiệu suất làm việc. Do mối ghép nối các tấm thép điện từ của stator có sự ảnh hưởng rất lớn đến hiệu suất làm việc của động cơ điện. Vì vậy, một trong những vấn đề cần được cải tiến đó là ghép nối các tấm thép điện từ (thép Silic) của stator. Trong bài báo viết này, chúng tôi tiếp tục trình bày kết quả nghiên cứu tổng quan về phương pháp ghép nối các tấm thép điện từ của stator bằng quá trình hàn.

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

Abstract

Nowadays, electric motors are being researched and improved to improve working efficiency. So, the joints between the stator's electromagnetic steel plates (Silicon steel) has a lot of influence on the performance of the electric motor. Therefore, one task that needs improvement is the joining of the stator's electromagnetic steel plates. In this article, we are presenting the results of overview research on the method of jointing electromagnetic steel plates of the stator by welding process.

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

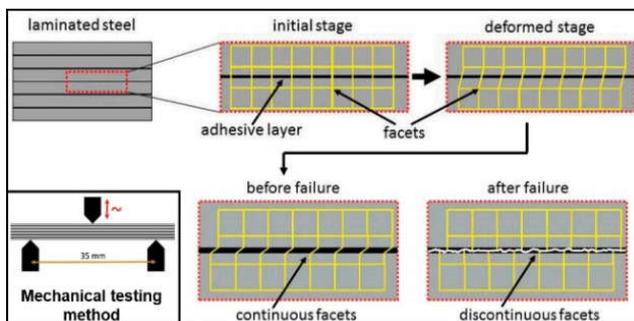
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Stator và rotor trong động cơ điện được làm từ nhiều tấm thép kỹ thuật điện mỏng được ghép và nối với nhau [1], 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 [2-12]. 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 [13], nhưng quá trình ghép nối này sẽ dẫn đến sự suy giảm tính chất dẫn từ do lớp phủ cách điện [14], sự biến đổi của cấu trúc tế vi [15, 16], sự xuất hiện của ứng suất dư [17],... Việc đạt được sự cân bằng giữa độ bền cơ học và tính chất dẫn từ là một thách thức lớn [18]. Vì vậy, cần 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. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

2.1. Đặc tính cơ học khi hàn stator

Thách thức lớn nhất khi ghép nối thép điện từ nhiều lớp là phải đạt được cả tính chất về cơ học và từ tính. Do đó, sau khi ghép nối các tấm thép điện từ trên stator, việc đánh giá độ bền cơ học của mối ghép nối là rất cần thiết. Để đo độ bền và biến dạng của mối hàn ghép nối, người ta sử dụng phương pháp uốn như Hình 1 [9].

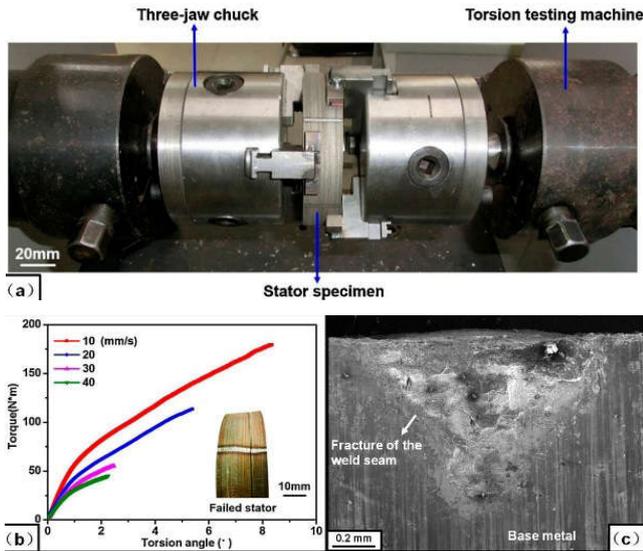


Hình 1. Sơ đồ đo độ bền cắt của các lớp thép điện từ trên stator [9]

Để đo khả năng chịu xoắn của các lá thép điện từ được hàn ghép nối, người ta sử dụng phương pháp tạo mô men xoắn như Hình 2 [19]. Phương pháp này

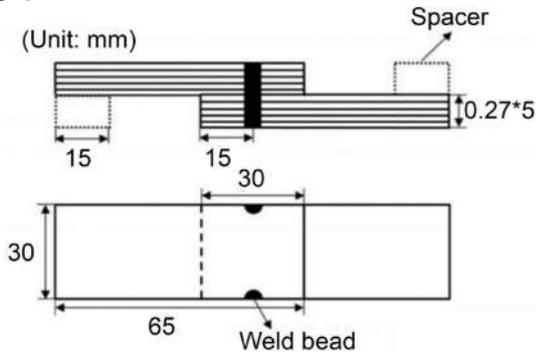
Người phân biện: 1. PGS.TS. Lê Thu Quý
2. TS. Trần Hải Đăng

đã được sử dụng để đo khả năng chịu xoắn của mối hàn ghép nối các tấm thép điện từ của stator. Nó cũng có thể được sử dụng để đo khả năng chịu xoắn của stator được ghép nối bằng liên kết cơ học.



Hình 2. Phương pháp kiểm tra khả năng chịu xoắn của mối hàn nối ghép các tấm thép điện từ trên stator [19]

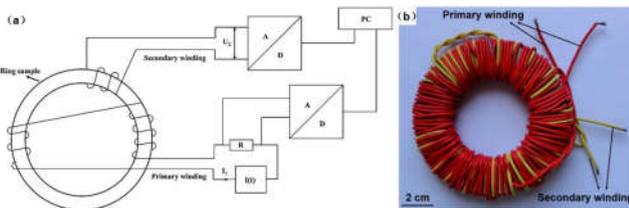
Để đo khả năng chịu cắt của mối hàn ghép nối, người ta đã thí nghiệm với hai mối hàn được bố trí đối xứng ở mỗi cạnh như Hình 3 [20] để đo biến dạng cục bộ trong quá trình tải.



Hình 3. Sơ đồ kiểm tra độ bền của các lớp thép điện từ được ghép nối bằng quá trình hàn nóng chảy [20]

2.2. Đặc tính từ khi hàn stator

Tính chất từ tính là các chỉ số khác để đánh giá hiệu suất của các lớp thép điện từ khi hàn, ngoại trừ cường độ xoắn. Người ta đã sử dụng một thí nghiệm để đo tính chất từ tính của các lớp thép điện từ của stator sau khi hàn như Hình 4 [19].



Hình 4. Thí nghiệm đặc tính từ tính của các tấm thép điện từ của stator sau khi hàn [19].
a. Sơ đồ thí nghiệm; b. Mẫu thí nghiệm

Trong đó:

I_1 là dòng điện trong cuộn dây sơ cấp;

$I_{(t)}$ biểu diễn mô đun tạo ra dòng điện thay đổi theo thời gian;

R biểu diễn mô đun điện trở;

U_2 là điện áp giữa cuộn dây thứ cấp;

A biểu diễn mô đun xử lý tín hiệu tương tự;

D biểu diễn mô đun xử lý tín hiệu số và PC biểu diễn máy tính cá nhân.

Từ trường H được tính theo công thức sau:

$$H = \frac{N_1 I_1}{L} \tag{1}$$

Trong đó:

N_1 là số vòng dây quấn sơ cấp;

I_1 là dòng điện trong cuộn dây sơ cấp;

L là chiều dài của mạch từ tương đương.

Với L được tính theo công thức như sau:

$$L = \frac{\pi(D_1 + D_2)}{2} \tag{2}$$

Trong đó:

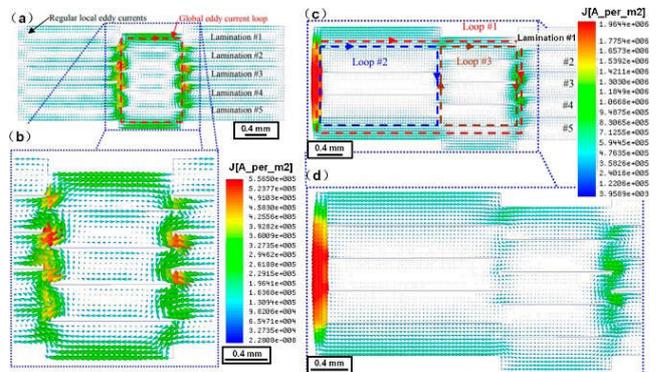
D_1 là đường kính ngoài của stator;

D_2 là đường kính trong của stator.

Trước khi tiến hành thí nghiệm, stator sau khi hàn đã được quấn số vòng quấn sơ cấp và thứ cấp tương ứng. Các công bố [21-23] cũng đề cập đến các hệ thống thử nghiệm tương tự để đo đặc tính từ tính của lớp thép kỹ thuật điện và chúng đều được phát triển dựa trên cùng một nguyên tắc.

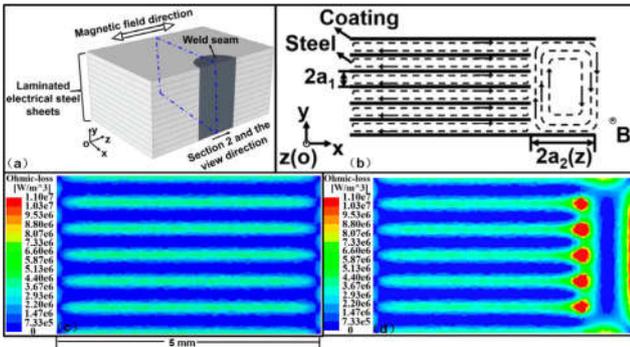
2.3. Tổn thất dòng điện xoáy khi hàn ghép nối

Sự liên kết cơ học và hàn nóng chảy để ghép nối các lá thép điện từ, điều này sẽ làm tăng tổn thất dòng điện xoáy. Lamprecht và cộng sự [24] đã phát triển một mô hình phần tử hữu hạn để xác định đặc điểm dòng điện xoáy bên trong lớp thép điện từ và tính toán tổn thất khi liên kết cơ học. Kết quả thấy rằng, sự tổn thất dòng điện xoáy có sự gia tăng đáng kể (Hình 5).



Hình 5. Dòng điện xoáy bên trong lớp thép điện từ [24]
a, b): Các lá thép điện từ sau khi hàn ghép nối; c, d): Các lá thép điện từ sau khi hàn ghép nối được phủ lớp Niken

Theo tài liệu [26], họ đã phát triển một mô hình toán học dựa trên phương pháp mạch tương đương để tính toán tổn thất dòng điện xoáy trong các lá thép điện từ sau khi hàn. Và họ cũng được xây dựng mô hình bằng phương pháp phần tử hữu hạn để ước tính sự phân bố dòng điện xoáy trong vùng hàn cục bộ (Hình 6). Kết quả cho thấy, tổn thất dòng điện xoáy ước tính theo mô hình toán học phù hợp tốt với tổn thất theo mô hình phần tử hữu hạn.

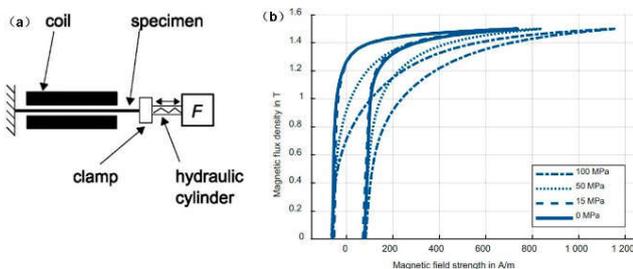


Hình 6. Mật độ và hướng dòng điện xoáy [26]

a. Sơ đồ các lá thép điện từ được hàn nối; b. Sơ đồ phân bố dòng điện xoáy tại mặt cắt ngang của các lá thép hàn trong môi trường từ trường thay thế; c. Sự phân bố tổn thất dòng điện xoáy tại mặt cắt ngang của các lá thép khi không hàn nối; d. Sự phân bố tổn thất dòng điện xoáy tại mặt cắt ngang của các lá thép khi được hàn nối

2.4. Sự suy giảm đặc tính từ do ứng suất

Quy trình sản xuất như hàn [25], đột, dập, cắt [27-29], ép [30] tạo ra ứng suất dư, cũng dẫn đến sự suy giảm tính chất từ tính của stator [31-41]. Karthaus và cộng sự [42] đã phát triển một phương pháp để mô hình hóa tính chất từ tính phụ thuộc vào ứng suất (Hình 7). Có thể thấy rằng, ứng suất kéo gây ra sự thay đổi của các đường cong. Do đó, các tính chất từ tính như độ dư từ hoặc tổn thất sắt đã bị thay đổi bởi ứng suất cơ học và sự suy giảm mật độ từ thông do tác động của ứng suất cơ học.



Hình 7. Thí nghiệm đo từ tính của các lá thép điện từ trên stator khi có tác động cơ học [42]

a. Sơ đồ nguyên lý đo lường tính chất từ tính;
b. Biểu đồ đo với ứng suất kéo khác nhau

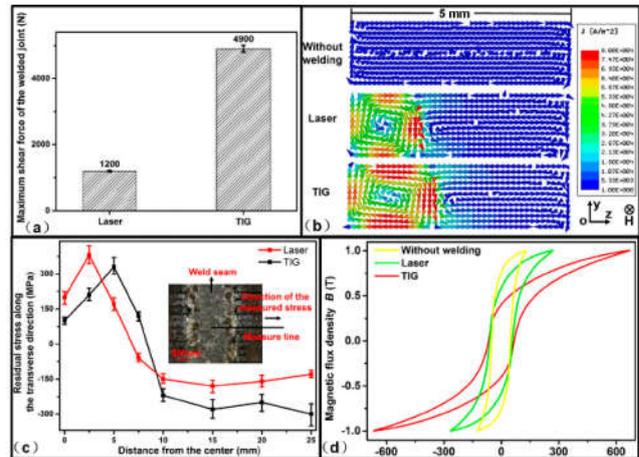
Các công bố [43-57] cũng đưa ra các tác động của quy trình sản xuất đến các tính chất từ tính của stator. Bên

cạnh đó, việc phân tích trong điều kiện tải sẽ giúp hiểu rõ hơn về sự suy giảm tính chất từ tính của các lá thép điện từ trên stator do quá trình sản xuất gây ra [58-64].

2.5. So sánh các kỹ thuật hàn khi hàn stator

So với liên kết cơ học và liên kết dán, hàn nóng chảy là phương pháp có độ tin cậy cao hơn để liên kết các lá thép điện từ cho stator của động cơ hiệu suất cao. Để tìm ra giải pháp hàn tốt nhất, các nhà nghiên cứu đã sử dụng và so sánh các phương pháp hàn nóng chảy [20, 65, 66, 67].

Zhang và cộng sự [20] đã so sánh cấu trúc tế vi, hiệu suất cơ học, ứng suất dư và tính chất từ tính của các lá thép điện từ được hàn bằng Laser và TIG (Hình 8). Do nhiệt đầu vào lớn hơn, kích thước hình học của mối hàn khi hàn TIG cũng lớn hơn so với hàn Laser, dẫn đến cường độ cắt cũng cao hơn. Tổn thất dòng điện xoáy trong các lá thép khi hàn TIG cũng lớn hơn khi hàn bằng Laser, do diện tích mối hàn nối giữa các lá thép lớn hơn. Bên cạnh đó, độ lớn của ứng suất dư khi hàn TIG cũng lớn hơn so với khi hàn Laser, dẫn đến sự suy giảm về từ tính. Tóm lại, nhiệt lượng đầu vào của tia laser khi hàn Laser tập trung và dễ kiểm soát hơn nhiều so với khi hàn TIG. Do đó, hàn Laser sẽ là lựa chọn tốt hơn để hàn các lá thép điện từ cho stator để nâng cao chất lượng và hiệu năng hoạt động của động cơ điện.



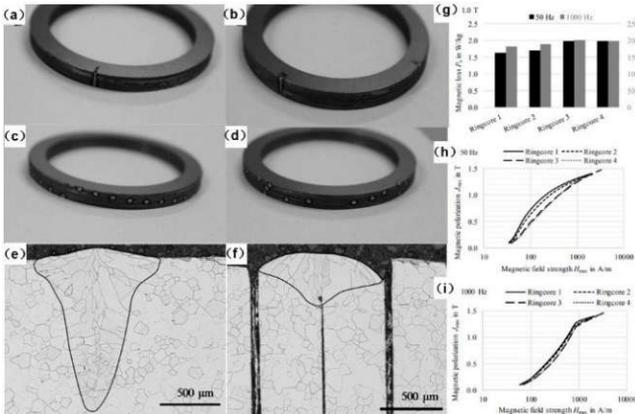
Hình 8. So sánh giữa hàn TIG và hàn Laser [20]

a. Độ bền cắt tối đa; b. Sự phân bố dòng điện xoáy
c. Sự phân bố ứng suất dư; d. Đường cong trễ

Nhiệt lượng đầu vào lớn hơn trong hàn TIG dẫn đến tiết diện lớn hơn của mối hàn, sau đó dẫn đến độ bền cắt và dòng điện xoáy lớn hơn. Độ lớn của ứng suất dư khi hàn TIG ở vùng xa mối hàn lớn hơn khi hàn Laser và tính chất trễ trong mẫu hàn TIG bị suy giảm nghiêm trọng hơn so với mẫu hàn bằng Laser [20].

Leuning và cộng sự [65] đã phát hiện kỹ thuật hàn mới để ghép nối các lá thép điện từ bằng cách sử dụng các điểm hàn laser đơn dọc theo các đường hàn tuyến tính trên stator thay vì các kỹ thuật hàn thường được sử

dụng là các đường vuông góc ghép nối toàn bộ các lá thép. Nhóm tác giả đã so sánh phương pháp hàn mới này với phương pháp hàn khác đang sử dụng Hình 9. Kết quả thử nghiệm cho thấy, sự tổn thất thấp hơn và sự từ hóa tốt hơn. Điều này là do trạng thái ứng suất dư cơ học của stator do tác động nhiệt của quá trình hàn gây ra thấp hơn. Khi tần số tăng dần, dòng điện xoáy và mức tăng tổn thất tương đối trở nên nhỏ hơn rõ rệt. Kết quả nghiên cứu cho thấy, kỹ thuật hàn mới này là một phương pháp tiếp cận mới và sử dụng phù hợp để hàn ghép nối các tấm thép điện từ của stator.

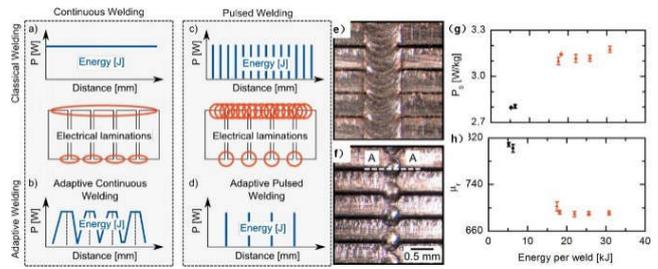


Hình 9. So sánh khi hàn đường và hàn điểm ghép nối các tấm thép điện từ [65]

- a. Hàn stator bằng hai đường hàn tuyến tính;
- b. Hàn stator bằng bốn đường hàn tuyến tính;
- c. Hàn stator bằng các điểm hàn xoắn ốc; d. Hàn stator bằng các điểm hàn phân bố; e. Mặt cắt ngang của mỗi hàn đường; f. Mặt cắt ngang của mỗi hàn điểm; g. Tổn thất từ tính và cường độ cảm ứng từ khi hàn bằng 04 kỹ thuật (a, b, c, d) khác nhau; h và i. Độ phân cực từ và từ trường của stator khi thực hiện bằng 04 kỹ thuật hàn (a, b, c, d) khác nhau.

Vegelij và các cộng sự [67] đã thử nghiệm kỹ thuật ghép nối các lá thép điện từ trên stator bằng quá trình hàn Laser xung Hình 10. Kết quả thử nghiệm thấy rằng, các mối hàn điểm xung tạo ra tổn thất công suất riêng thấp hơn và tăng độ thấm tương đối của các mẫu so với hàn Laser liên tục được sử dụng rộng rãi trong sản xuất công nghiệp. Kỹ thuật hàn này đã nâng cao chất lượng sản phẩm và có tiềm năng lớn để phát triển hàn stator quy mô công nghiệp.

Ziegler và các cộng sự [68] đã phát triển hệ thống để kiểm soát chất lượng và cải thiện chất lượng hàn stator, trong đó giám sát quy trình được tích hợp vào hệ thống hàn để kiểm soát chất lượng và tối ưu hóa các thông số hàn với sự hỗ trợ của các cảm biến với độ chính xác cao. Bên cạnh đó, việc đánh giá kết quả đo lường, các phương pháp tiếp cận với sự hỗ trợ của cảm biến, thiết bị thông minh như mạng nơ-ron, học máy là hướng đi mới có nhiều tiềm năng.



Hình 10. So sánh giữa các kỹ thuật hàn theo đường thẳng và hàn điểm bằng xung laser [67]

- a. Hàn liên tục truyền thống; b. Hàn liên tục tự động;
- c. Hàn xung truyền thống; d. Hàn xung tự động;
- e. Mối hàn bằng kỹ thuật hàn xung truyền thống; f. Mối hàn bằng kỹ thuật hàn xung laser tự động;
- g. Biểu đồ tổn thất công suất riêng (P_{Σ}); h. Biểu đồ độ từ thẩm tương đối (μ_r)

3. KẾT LUẬN

Trong bài báo tổng quan này, nhóm tác giả giới thiệu về quá trình hàn ghép nối và kỹ thuật hàn nối các tấm thép điện từ (thép Silicon) của stator cho động cơ điện. Chúng tôi đã trình bày để làm rõ các phương pháp hàn đã và đang được sử dụng để ghép nối các tấm thép điện từ dạng mỏng; đồng thời phân tích các đặc tính về cơ tính và từ tính khi hàn ghép nối các tấm thép điện từ dạng mỏng để chế tạo stator và rotor cho động cơ điện với mục tiêu hướng đến tìm ra giải pháp mới và tối ưu nhất nhằm nâng cao hiệu suất hoạt động cho động cơ điện đáp ứng thực tế hiện nay cũng như trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. 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.
- [2]. 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.
- [3]. 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.
- [4]. 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.
- [5]. Mouriopoulos, C (1989), *Production of Silicon Steel Sheet at Dofasco*, Steel Times Int. 13, 36-37.

- [6]. Petryshynets, I.; Kováč, 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.
- [7]. 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.
- [8]. 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.
- [9]. Pugstaller, R.; Wallner, G.M.; Strauß, B.; Fluch, R (2018), *Advanced Characterization of Laminated Electrical Steel Structures Under Shear Loading*, J. Adhes, 95, 834-848.
- [10]. Peng, K.Y (2015), *Advanced Chromium-Free Coating for Electrical Steels*, Iron Steel Technol, 12, 65-70.
- [11]. 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.
- [12]. 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.
- [13]. 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, 15 September 2010.
- [14]. 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.
- [15]. Puzhevich, R.B.; Korzunin, G (2006), *Quality Control of the Insulating Coating on Electrical Steel*, Russ. J. Nondestruct. Test, 42, 468-473.
- [16]. Loisos, G.; Moses, A.; Beckley, P (2003), *Electrical Stress on Electrical Steel Coatings*, J. Magn. Mater. 254, 340-342.
- [17]. 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.
- [18]. Snell, D.; Coombs, A (2000), *Novel Coating Technology for Non-Oriented Electrical Steels*, J. Magn. Mater. 215, 133-135.
- [19]. Wang, H.; Zhang, Y.; Li, S (2016), *Laser Welding of Laminated Electrical Steels*. J. Mater. Process. Technol, 230, 99-108.
- [20]. 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.
- [21]. 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.
- [22]. Clerc, A.J.; Muetze, A (2012), *Measurement of Stator Core Magnetic Degradation During the Manufacturing Process*, IEEE Trans. Ind. Appl, 48, 1344-1352.
- [23]. Nazrulla, S.; Strangas, E.G.; Agapiou, J.S.; Perry, T.A (2013). *A Device for the Study of Electrical Steel Losses in Stator Lamination Stacks*, IEEE Trans. Ind. Electron, 61, 2217-2224.
- [24]. Lamprecht, E.; Homme, M.; Albrecht, T (2012), *Investigations of Eddy Current Losses in Laminated Cores Due to the Impact of Various Stacking Processes*, In Proceedings of the 2nd International Electric Drives Production Conference, Nuremberg, Germany, 15 October 2012.
- [25]. 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.
- [26]. Wang, H.; Zhang, Y (2017), *Modeling of Eddy-Current Losses of Welded Laminated Electrical Steels*, IEEE Trans. Ind. Electron, 64, 2992-3000.
- [27]. Bali, M.; Muetze, A (2016), *Modeling the Effect of Cutting on the Magnetic Properties of Electrical Steel Sheets*, IEEE Trans. Ind. Electron, 64, 2547-2556.

- [28]. Schoppa, A.; Schneider, J.; Roth, J.-O (2000), *Influence of the Cutting Process on the Magnetic Properties of Non-Oriented Electrical Steels*, J. Magn. Magn. Mater, 215, 100-102.
- [29]. Weiss, H.A.; Tröber, P.; Golle, R.; Steentjes, S.; Leuning, N.; Elfgen, S.; Hameyer, K.; Volk, W (2018), *Impact of Punching Parameter Variations on Magnetic Properties of Nongrain-Oriented Electrical Steel*, IEEE Trans. Ind. Appl, 54, 5869-5878.
- [30]. Yamazaki, K.; Fukushima, W (2015), *Loss Analysis of Induction Motors by Considering Shrink Fitting of Stator Housings*, IEEE Trans. Magn, 51, 1-4.
- [31]. Helbling, H.; Benabou, A.; Van Gorp, A.; El Youssef, M.; Tounzi, A.; Boughanmi, W.; Laloy, D (2020). *Effect on Magnetic Properties of Inhomogeneous Compressive Stress in Thickness Direction of an Electrical Steel Stack*. J. Magn. Magn. Mater, 500, 166353.
- [32]. Miyagi, D.; Miki, K.; Nakano, M.; Takahashi, N (2010), *Influence of Compressive Stress on Magnetic Properties of Laminated Electrical Steel Sheets*, IEEE Trans. Magn, 46, 318-321.
- [33]. Urata, S.; Maeda, Y.; Nakai, H.; Takeuchi, Y.; Yun, K.; Yanase, S.; Okazaki, Y (2019), *Measuring Iron Loss of the Electrical Steel Sheets with Different Grades under Compressive Stress Normal to the Surface*, IEEJ Trans. Fundam. Mater, 139, 190-196.
- [34]. Maeda, Y.; Urata, S.; Nakai, H.; Takeuchi, Y.; Yun, K.; Yanase, S.; Okazaki, Y (2018), *Study on Measuring Method of Magnetic Properties under Compressive Stress Normal to the Surface of the Electrical Steel Sheet*, IEEJ Trans. Fundam. Mater, 138, 490-496.
- [35]. Ding, X.; Ren, S.; Xiong, Y.; Guo, H.; Xu, J (2017), *Iron Loss of Electrical Steel Considering Rotational Magnetization and Laminated Direction Mechanical Stress*, In Proceedings of the 2016 IEEE Conference on Electromagnetic Field Computation, Miami, FL, USA, 13 November 2017.
- [36]. Kai, Y.; Enokizono, M.; Kido, Y (2015), *Measurement of Vector Magnetic Properties of a Nonoriented Electrical Steel Sheet under Shear Stress*, Electr. Eng. Jpn, 191, 1-7.
- [37]. Kai, Y.; Enokizono, M (2015), *Measurement of Two-Dimensional Magnetostriction of a Non-Oriented Electrical Steel Sheet Under Shear Stress*, Int. J. Appl. Electromagn. Mech, 48, 233-238.
- [38]. Yamamoto, K.-I.; Yanase, S (2014), *Effects of Compressive Stress Normal to the Surface of Non-Oriented Electrical Steel Sheets*, Int. J. Appl. Electromagn. Mech, 44, 271-278.
- [39]. Hagihara, H.; Takahashi, Y.; Fujiwara, K.; Ishihara, Y.; Masuda, T (2014), *Magnetic Properties Evaluation of Grain-Oriented Electrical Steel Sheets Under Bending Stress*, IEEE Trans. Magn, 50, 1-4.
- [40]. Kai, Y.; Tsuchida, Y.; Todaka, T.; Enokizono, M (2012), *Measurement Method of Vector Magnetic Properties of a Non-oriented Electrical Steel Sheet under Stress Conditions*, IEEJ Trans. Fundam. Mater, 132, 930-935.
- [41]. Poulnikov, A.; Permiakov, V.; Melkebeek, J (2003), *Investigation of Residual Effects of Tensile Stress on Magnetic Properties of Non-Oriented Electrical Steel*, IEEE Int. Trans. Magn, 38, 3204-3206.
- [42]. Karthaus, J.; Elfgen, S.; Hameyer, K (2019), *Continuous Local Material Model for the Mechanical Stress-Dependency of Magnetic Properties in Non-Oriented Electrical Steel*, COMPEL Int. J. Comput. Math. Electr. Electron. Eng, 38, 1075-1084.
- [43]. Elfgen, S.; Steentjes, S.; Bohmer, S.; Franck, D.; Hameyer, K (2017), *Influences of Material Degradation Due to Laser Cutting on the Operating Behavior of PMSM Using a Continuous Local Material Model*, IEEE Trans. Ind. Appl, 53, 1978-1984.
- [44]. Siebert, R.; Schneider, J.; Beyer, E (2014), *Laser Cutting and Mechanical Cutting of Electrical Steels and its Effect on the Magnetic Properties*, IEEE Trans. Magn, 50, 1-4.
- [45]. Leuning, N.; Steentjes, S.; Hameyer, K (2019), *Effect of Grain Size and Magnetic Texture on Iron-Loss Components in No Electrical Steel at Different Frequencies*, J. Magn. Magn. Mater, 469, 373-382.
- [46]. Leuning, N.; Steentjes, S.; Hameyer, K (2020), *Impact of Grain Size Distribution on the Magnetic Deterioration Due to Cutting of Electrical Steel Sheets*, J. Magn. Magn. Mater, 497, 166080.
- [47]. Bohdal, Ł.; Patyk, R.; Tandecka, K.; Gontarz, S.; Jackiewicz, D (2020), *Influence of Shear-Slitting Parameters on Workpiece Formation, Cut Edge Quality and Selected Magnetic Properties for Grain-Oriented Silicon Steel*, J. Manuf. Process, 56, 1007-1026.

- [48]. Saleem, A.; Goldbaum, D.; Brodusch, N.; Gauvin, R.; Chromik, R.R (2018), *Microstructure and Mechanical Property Connections for a Punched Non-Oriented Electrical Steel Lamination*, Mater. Sci. Eng. A, 725, 456-465.
- [49]. Bayraktar, S.; Turgut, Y (2016), *Effects of Different Cutting Methods for Electrical Steel Sheets on Performance of Induction Motors*, Proc. Inst. Mech. Eng. Part B J. Eng. Manuf, 232.
- [50]. Saleem, A.; Alatawneh, N.; Chromik, R.R.; Lowther, D.A (2015), *Effect of Shear Cutting on Microstructure and Magnetic Properties of Non-Oriented Electrical Steel*, IEEE Trans. Magn, 52, 1-4.
- [51]. Park, J.S.; Park, J.T (2016), *Effect of Stress Relief Annealing Temperature and Atmosphere on the Microstructure and Magnetic Properties of Non-Oriented Electrical Steels*, J. Magn. Magn. Mater, 304, 599-601.
- [52]. Harstick, H.M.S.; Ritter, M.; Riehemann, W (2014), *Influence of Punching and Tool Wear on the Magnetic Properties of Nonoriented Electrical Steel*, IEEE Trans. Magn, 50, 1-4.
- [53]. Harstick, H.M.S.; Ritter, M.; Plath, A.; Riehemann, W (2014), *EBSID Investigations on Cutting Edges of Non-Oriented Electrical Steel*, Met. Microstruct. Anal., 3, 244-251.
- [54]. Han, Z.L.; Hu, S.B.; Xiong, X.S (2014), *Influence of Punching Process on Microstructure Near Cutting Edge and Magnetic Properties of Non-Oriented Electrical Steel*, Cailiao Rechuli Xuebao Trans. Mater. Heat Treat, 35, 154-159.
- [55]. Chiang, C.-C.; Knight, A.; Hsieh, M.-F.; Tsai, M.-G.; Liu, B.H.; Chen, I.-G.; Gaing, Z.-L.; Tsai, M.-C (2014), *Effects of Annealing on Magnetic Properties of Electrical Steel and Performances of SRM After Punching*, IEEE Trans. Magn, 50, 1-4.
- [56]. Gaworska-Koniarek, D.; Szubzda, B.; Wilczynski, W.; Drosik, J.; Karas', K (2011), *The Influence of Assist Gas on Magnetic Properties of Electrotechnical Steel Sheets Cut with Laser*, J. Phys. Conf. Ser, 303, 012091.
- [57]. Belhadj, A.; Baudouin, P.; Breaban, F.; Deffontaine, A.; Dewulf, M.; Houbaert, Y (2003), *Effect of Laser Cutting on Microstructure and on Magnetic Properties of Grain Non-Oriented Electrical Steels*, J. Magn. Magn. Mater, 256, 20-31.
- [58]. Qiu, F.; Ren, W.; Tian, G.Y.; Gao, B (2017), *Characterization of Applied Tensile Stress Using Domain Wall Dynamic Behavior of Grain-Oriented Electrical Steel*, J. Magn. Magn. Mater, 432, 250-259.
- [59]. Zirka, S.E.; Moroz, Y.; Steentjes, S.; Hameyer, K.; Chwastek, K.; Zurek, S.; Harrison, R (2015), *Dynamic Magnetization Models for Soft Ferromagnetic Materials With Coarse and Fine Domain Structures*, J. Magn. Magn. Mater, 394, 229-236.
- [60]. Schäfer, R.; Soldatov, I.; Arai, S (2019), *Power Frequency Domain Imaging on Goss-Textured Electrical Steel*, J. Magn. Magn. Mater, 474, 221-235.
- [61]. Harti, R.P.; Strobl, M.; Schäfer, R.; Kardjilov, N.; Tremsin, A.S.; Grünzweig, C (2018), *Dynamic Volume Magnetic Domain Wall Imaging in Grain Oriented Electrical Steel at Power Frequencies with Accumulative High-Frame Rate Neutron Dark-Field Imaging*, Sci. Rep., 8, 15754.
- [62]. Inada, Y.; Akase, Z.; Shindo, D.; Taniyama, A (2012), *Lorentz Microscopy of Magnetic Domain-Wall Pinning on Artificially Introduced Holes in Electrical Steel Sheets*, Mater. Trans., 53, 1330-1333.
- [63]. Akase, Z.; Shindo, D.; Inoue, M.; Taniyama, A (2007), *Lorentz Microscopic Observations of Electrical Steel Sheets under an Alternating Current Magnetic Field*. Mater. Trans., 48, 2626-2630.
- [64]. Akase, Z.; Park, Y.-G.; Shindo, D.; Tomida, T.; Yashiki, H.; Hinotani, S (2005), *Magnetic Domain Structures in Electrical Steel Sheets Studied by Lorentz Microscopy and Electron Holography*, Mater. Trans., 46, 974-977.
- [65]. Leuning, N.; Steentjes, S.; Hameyer, K.; Gerhards, B.; Reisinger, 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, 5 December 2017.
- [66]. 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.
- [67]. Vegelj, D.; Zajec, B.; Kanitz, A.; Možina, J (2014), *Adaptive Pulsed-Laser Welding of Electrical Laminations*, Stroj. Vestn. J. Mech. Eng., 60.

[68]. Ziegler, M.; Mayr, A.; Seefried, J.; Kuehl, A.; Franke, J (2019), *Potentials of Process Monitoring During Laser Welding of Electrical Steel Laminations*, In

Proceedings of the 9th International Electric Drives Production Conference, Esslingen, Germany, 3rd December 2019.

AUTHORS INFORMATION

**Nguyen Thanh Tung¹, Ngo Huu Manh^{2*},
Trinh Van Cuong², Mac Thi Nguyen²**

**Corresponding author: manh.weldtech@gmail.com*

¹An Giang Vocation College;

²Sao Do University.

THỂ 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 3 (86) 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 3 (86)
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.