

TẠP CHÍ

ISSN0868-7052

CÔNG NGHIỆP MỎ

MINING INDUSTRY JOURNAL

CƠ QUAN NGÔN LUẬN CỦA HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ VIỆT NAM

NĂM THỨ XXXII SỐ 1-2023



- » TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP THAN- KHOÁNG SẢN VIỆT NAM HOÀN THÀNH VƯỢT BẬC KẾ HOẠCH NĂM 2022
- » TỔNG CÔNG TY ĐÔNG BẮC HOÀN THÀNH VƯỢT MỨC NHIỀU CHỈ TIÊU KẾ HOẠCH 2022, PHẤN ĐẤU HOÀN THÀNH KẾ HOẠCH 2023
- » TẬP ĐOÀN DẦU KHÍ QUỐC GIA VIỆT NAM ĐẠT NHIỀU THÀNH TÍCH KỶ LỤC TRONG NĂM 2022

PHỤ TRÁCH TẠP CHÍ
TS. TẠ NGỌC HẢI

ỦY VIÊN PHỤ TRÁCH TRỊ SỰ
KS. TRẦN VĂN TRẠCH

ỦY VIÊN BAN BIÊN TẬP
TS. NGUYỄN BÌNH
PGS.TS. PHÙNG MẠNH ĐẮC
TSKH. ĐINH NGỌC ĐĂNG
PGS.TS. NGUYỄN HỒ SĨ GIAO
GS.TS. NGUYỄN VĂN TRUNG HÙNG

TS. NGUYỄN VĂN ĐÌNH
PGS.TS. NGUYỄN VĂN ĐÌNH
KS. NGUYỄN VĂN ĐÌNH
TS. ĐẠO ĐẮC TẠO
GS.TS. NGUYỄN VĂN TRẦN MẠNH XUÂN

TÒA SOẠN

Số 655 Phạm Văn Đồng
Bắc Từ Liêm - Hà Nội
Điện thoại: 36649158; 36649159
Fax: (844) 36649159
Email: tccongnghiepmo@gmail.com
Website: http://vinamin.vn

Tạp chí xuất bản với sự cộng tác của:

Trường Đại học Mỏ - Địa chất;
Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ - Luyện kim;
Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin;
Viện Dầu khí

Giấy phép xuất bản số:

376/GP-BTTTT
của Bộ Thông tin và Truyền thông
ngày 13/7/2016

Ảnh Bìa 1: Cảnh than Cửa Ông
(Ảnh Công ty Tuyển than Cửa Ông)

* In tại Công ty TNHH In và Thương mại Trần Gia
Điện thoại: 02437326436

* Nộp lưu chiếu: Tháng 2 năm 2023

TIN NỔI BẬT

- ❖ Cùng bạn đọc thân mến CNM
- ❖ Tập đoàn Công nghiệp Than- Khoáng sản Việt Nam hoàn thành vượt bậc kế hoạch năm 2022 Nguyễn Bình
- ❖ Tổng Công ty Đông Bắc hoàn thành vượt mức nhiều chỉ tiêu kế hoạch 2022, phấn đấu hoàn thành kế hoạch 2023 Nguyễn Bình
- ❖ Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam đạt nhiều thành tích kỷ lục trong năm 2022 Nguyễn Bình

TIÊU ĐIỂM

- ❖ Tình hình chuyển đổi số trong doanh nghiệp và ngành năng lượng Việt Nam Nguyễn Cảnh Nam

***KHAİ THÁC MỎ**

- ❖ Áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc trong lựa chọn phương án hệ thống khai thác mỏ vật liệu xây dựng Trần Đình Bảo và nnk

CƠ KHÍ VÀ CƠ ĐIỆN MỎ

- ❖ Nghiên cứu và chạy của xe gòong sử dụng chở vật liệu trong ngành Trần Viết Linh, Nguyễn Đăng Tấn 25
- ❖ Tối ưu hóa thiết kế và phân tích tính năng cấu trúc vi mô đặc biệt của bề mặt cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng động cơ Lê Văn Lợi và nnk 30
- ❖ Tối ưu hóa thiết kế động cơ điện phòng nổ hiệu suất cao ứng dụng cho quạt cục bộ trong mỏ than hầm lò Đỗ Như Ý, Trịnh Biên Thùy 39
- ❖ Nghiên cứu ảnh hưởng của điều chỉnh điện áp tại trạm biến áp và bù công suất phản kháng đến chất lượng điện áp trong mạng điện mỏ vùng Quảng Ninh Phạm Trung Sơn 43

THÔNG GIÓ, AN TOÀN VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG

- ❖ Xử lý nước thải mỏ vùng than Quảng Ninh Trần Miên 48

KINH TẾ, QUẢN LÝ

- ❖ Kinh nghiệm quốc tế về chuyển đổi số doanh nghiệp mỏ Võ Chí Mỹ và nnk 58

SÁNG KIẾN, CẢI TIẾN- CÔNG NGHỆ, THIẾT BỊ MỚI

- ❖ Chế tạo, thử nghiệm máy rửa quặng hai trục vít cánh vuông MRCV 2284 sử dụng trong nhà máy tuyển quặng Boxit Trần Ngô Huân và nnk 63

TIN TỨC, SỰ KIỆN

- ❖ Chúc mừng sinh nhật Ông Trần Xuân Hà tròn 75 tuổi CNM 67
- ❖ Hội thảo "Tổng kết hoạt động phổ biến kiến thức năm 2022" của Liên hiệp các Hội Khoa học Kỹ thuật Việt Nam Trần Văn 68
- ❖ Tin ngành mỏ Việt Nam CNM 69
- ❖ Tin ngành mỏ thế giới Kiều Kim Trúc 89
- ❖ Những năm Mão trong lịch sử Việt Nam Trần Văn Trạch 92
- ❖ Lời chia buồn CNM 93
- ❖ Tổng mục lục Tạp chí Công nghiệp Mỏ năm 2022 CNM 94



TỐI ƯU HÓA THIẾT KẾ ĐỘNG CƠ ĐIỆN PHÒNG NỔ HIỆU SUẤT CAO ỨNG DỤNG CHO QUẠT CỤC BỘ TRONG CÁC MỎ THAN HẦM LÒ

Đỗ Như Ý
 Trường Đại học Mỏ - Địa chất
Trịnh Biên Thủy
 Trường Đại học Mỏ - Địa chất - Hàn Quảng Ninh
 Email: trnbthuy@hqu.edu.vn

TÓM TẮT

Thông gió mỏ là khâu tiêu thụ nhiều năng lượng trong mỏ hầm lò. Việc tối ưu hóa thông gió cục bộ nhằm giảm điện năng tiêu thụ chung của toàn bộ xí nghiệp mỏ là một thiết kế quan trọng. Giải pháp thay thế động cơ không đồng bộ rô to lồng sóc bằng các động cơ hiệu suất cao (LSPMSM) cho các quạt thông gió cục bộ để tiết kiệm năng lượng đang được quan tâm nghiên cứu. Bài báo đề cập tới việc tính toán tối ưu nam châm vĩnh cửu sử dụng trong động cơ LSPMSM ứng dụng cho quạt thông gió cục bộ để đạt được hiệu suất cao.

Từ khóa: động cơ không đồng bộ, động cơ nam châm vĩnh cửu khởi động trực tiếp, phương pháp phần tử hữu hạn (FEM).

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thông gió mỏ là khâu tiêu thụ nhiều năng lượng trong các mỏ hầm lò. Việc tiết kiệm điện năng cho quạt thông gió cục bộ nhằm giảm thiểu điện năng tiêu thụ chung của toàn bộ xí nghiệp mỏ là một trong những yêu cầu cần thiết trong khai thác mỏ hiện nay. Đặc trưng của quạt thông gió cục bộ là khi khởi động không cần mômen khởi động lớn đây là một đặc điểm quan trọng để có thể thay thế các loại động cơ không đồng bộ (IM) hiệu suất không cao bằng các loại động cơ thế hệ mới hiệu suất cao nhằm mục tiêu tiết kiệm năng lượng [1].

Sự phát triển nhanh chóng của công nghệ nam châm vĩnh cửu (NCVC) chế tạo từ đất hiếm với mật độ từ trường cao, tích số năng lượng lớn, như chủng loại nam châm Neodymium, khiến cho động cơ đồng bộ NCVC khởi động trực tiếp (Line Start Permanent Magnet Synchronous Motor-LSPMSM) nổi lên như là một giải pháp thay thế tương phân cho động cơ không đồng bộ rô to lồng sóc và sử dụng rất phù với các loại tải như quạt gió cục bộ trong khai thác mỏ [4].

NCVC sử dụng trong động cơ phòng nổ LSPMSM ảnh hưởng nhiều tới hiệu suất của động cơ. Việc tính toán lựa chọn loại nam châm không phù hợp làm giảm hiệu suất của động cơ. Nếu thiết kế không tốt thì hiệu suất của động cơ LSPMSM thậm chí có thể còn không đạt được hiệu suất như của IM [5, 6]. Việc phân tích, tính toán thiết kế lựa chọn tối ưu NCVC sẽ nâng cao hiệu suất thiết kế chế tạo động cơ LSPMSM.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp nghiên cứu

Theo phương pháp phần tử hữu hạn (FEM), phân bố từ trường trong mạch từ và không gian xung quanh kết cấu điện từ là nghiệm của phương trình Poisson viết cho trường điện từ của mô hình động cơ điện. Mô hình này được xây dựng dựa trên định luật Maxwell – Ampe. Theo phương trình Maxwell - Faraday viết cho trường hợp của động cơ điện ở trạng thái xác lập như sau [1, 2]:

$$\nabla \times \vec{H} = \vec{j} \tag{1}$$

trong đó: \vec{j} - mật độ dòng điện một chiều chạy trong cuộn dây nam châm điện, A/m²;

\vec{H} - cường độ từ trường, A/m.

Cường độ từ trường \vec{H} có liên hệ với mật độ từ thông \vec{B} như biểu thức:

$$\vec{B} = \mu_0 \mu_r \vec{H} \tag{2}$$

trong đó: μ_0 - độ từ thẩm của chân không;

μ_r - độ từ thẩm tương đối của môi trường dẫn từ.

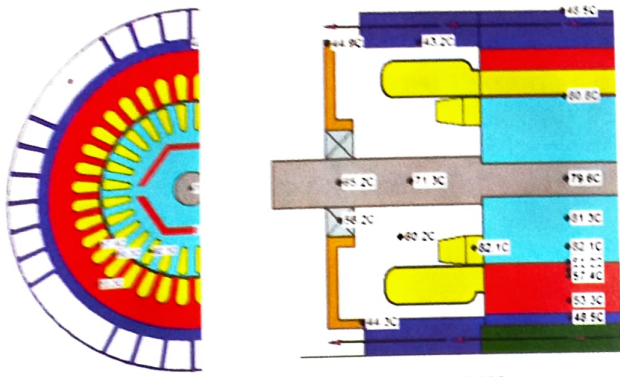
Trong trường điện từ, \vec{B} được tính toán qua đại lượng vectơ từ thế \vec{A} như sau:

$$\vec{B} = \nabla \times \vec{A} \tag{3}$$

Thay (2) và (3) vào (1), ta thu được phương trình:

$$\nabla \times \left(\frac{1}{\mu_0 \mu_r} \nabla \times \vec{A} \right) = \vec{j} \tag{4}$$

Phương trình (4) có dạng tổng quát của phương trình Poisson, có thể được diễn giải trong mô hình phân tích ứng với hệ tọa độ Oxyz như sau:



H 3. Phân bố nhiệt độ của động cơ LSPMSM

2.3. Tối ưu hóa nam châm theo điện từ trường

NCVC sử dụng trong động cơ LSPMSM là loại nam châm đất hiếm NdFeB có mật độ từ dư (B_r), cường độ từ trường lớn nhất (H_cJ), Cường độ từ trường nhỏ nhất (H_cB). Nhiệt độ làm việc lớn nhất của nam châm (T_w) và tích năng cực đại (BH_{max}). Thể tích của NCVC V_m được xác định theo công thức:

$$V_m = \frac{2 \cdot k_{of} k_{fd} (1 + K_{EC}) P_{dm}}{\pi^2 \xi \cdot 2 \cdot p \cdot f \cdot B_r \cdot H_c}$$

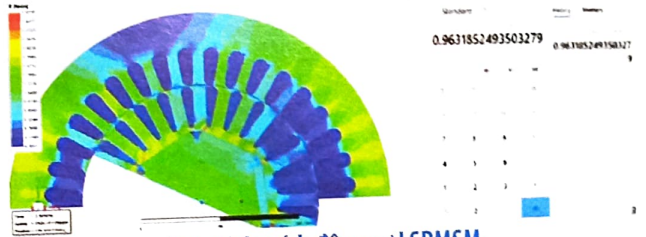
Với k_{of} - là hệ số quá tải; k_{fd} - Hệ số hình dáng từ hóa; K_{EC} - Hệ số sức điện động; P_{dm} - Công suất định mức; P_{max} - Công suất lớn nhất; ξ - Hệ số sử dụng nam châm chọn; B_r - Mật độ từ dư; H_c - Cường độ từ trường cực đại.

Nam châm vĩnh cửu trong động cơ LSPMSM đóng vai trò là một nguồn từ thông. Với cùng một thể tích, nếu sử dụng nam châm thiết kế nếu lựa chọn loại NCVC loại có mật độ từ trường quá cao, sẽ gây ra hiện tượng bão hòa mạch từ làm giảm hiệu suất của động cơ. Trường hợp nếu chọn nam châm loại có mật độ từ trường thấp sẽ dẫn đến không đủ mật độ từ thông từ đó cũng sẽ giảm hiệu suất của động cơ. Do vậy, với mỗi kết cấu hiệu suất của động cơ đạt cao nhất ứng với một mã hiệu nam châm NdFeB.

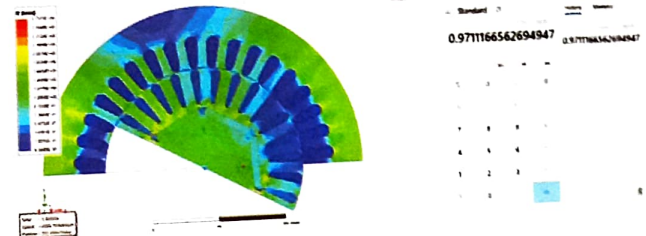
Việc phân tích lựa chọn tối ưu chủng loại nam châm NdFeB sử dụng trong động cơ điện sẽ có ý nghĩa quan trọng. Kết quả nghiên cứu khi động cơ LSPMSM sử dụng nam châm NdFeB loại N42, N38 và N33 được mô tả trên các Hình H4 và H6. Kết quả nghiên cứu nhận thấy rằng:

- Khi động cơ LSPMSM sử dụng loại nam châm N42 là loại nam châm có từ trường lớn nhất trong ba loại nam châm sử dụng. Tuy nhiên, hiệu suất của động cơ đạt 96,3% chưa phải là hiệu suất lớn nhất. Nguyên nhân là do sử dụng loại nam châm có mật độ từ trường quá lớn làm cho mạch từ rò to của động cơ bị bão hòa làm giảm hiệu suất của động cơ.

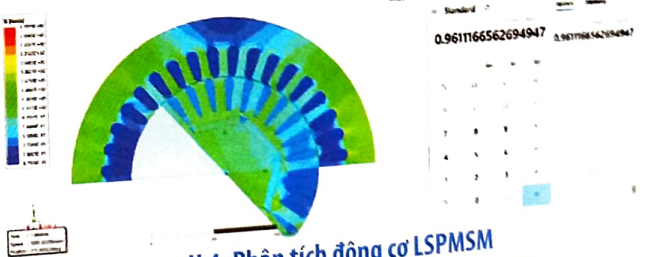
- Khi động cơ sử dụng nam châm loại N33, đây là loại nam châm có mật độ từ thông thấp nhất trong ba loại mô phỏng thì hiệu suất của động cơ đạt 96,1% là hiệu suất thấp nhất trong ba trường hợp. Nguyên nhân đưa đến là do sử dụng loại nam châm có từ trường nhỏ làm cho hiệu suất động cơ giảm.
- Khi động cơ sử dụng nam châm loại N38, động cơ đạt hiệu suất lớn nhất là 97,1% (hiệu suất của động cơ không đồng bộ cũng giảm công suất này đạt mức 90,3%) hiệu suất này cao hơn động cơ không đồng bộ 7,1% và cao hơn khi động cơ LSPMSM khi sử dụng các loại nam châm khác khoảng 1%.



H 4. Phân tích động cơ LSPMSM khi sử dụng nam châm vĩnh cửu loại N42



H 4. Phân tích động cơ LSPMSM khi sử dụng nam châm vĩnh cửu loại N38

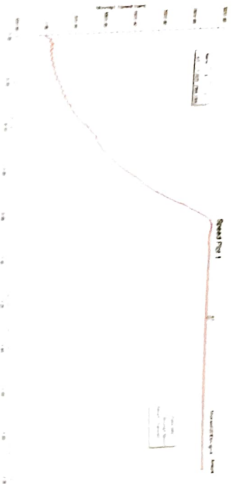


H 4. Phân tích động cơ LSPMSM khi sử dụng nam châm vĩnh cửu loại N33

2.4. Khảo sát đặc tính làm việc của động cơ

Thông qua kết quả nghiên cứu tối ưu NCVC sử dụng trong động cơ LSPMSM theo phương thức nhiệt độ và từ trường, thấy rằng việc để đảm bảo nhiệt độ và hiệu suất động cơ là cực đại 97,1% thì lựa chọn loại NCVC N38M. Khảo sát đặc tính động cơ với loại nam châm vĩnh cửu đã lựa chọn đưa ra trong Hình H.7

Kết quả mô phỏng nhận thấy động cơ được thiết kế có thể tự khởi động và tốc độ động cơ đạt vận tốc quay đồng bộ 3000 r/min hoàn toàn phù hợp với yêu cầu thiết kế.



H 7. Đặc tính tốc độ của động cơ nam châm vĩnh cửu khởi động trực tiếp

3. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy, việc hình thành và lựa chọn tối ưu loại nam châm vĩnh cửu cho động cơ được động cơ có hiệu suất cực đại và hiệu suất chi phí vật liệu sử dụng trong động cơ. Động cơ được thiết kế có đặc tính hoàn toàn hợp, đạt hiệu suất lớn nhất là 97.1%, cao hơn hiệu suất của động cơ không đồng bộ 7.1% và cứu khởi động trực tiếp khi sử dụng các loại nam châm khác khoảng 1%. 7

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Như Ý, Đỗ Anh Tuấn, Lê Anh Tuấn (2022), Thiết kế động cơ phòng nổ hiệu suất cao tốc độ, công suất và vòng/phút sử dụng cho quạt gió cực bộ trong khai thác mỏ hầm lò. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam.
2. Đỗ Như Ý, Ngô Thanh Tuan, Ngô Xuân Cuong, Lê Anh Tuan (2021), Numerical simulation for application in the design of a line-start permanent magnet synchronous motor. HNKH toàn quốc, Hà Nội.
3. Nguyễn Vũ Thanh (2015). Nghiên cứu thiết kế tối ưu động cơ ba pha nam châm vĩnh cửu. Tiến sĩ, Đại học Bách khoa Hà Nội.
4. Lê Anh Tuấn, Đỗ Như Ý, Bùi Đức Hùng (2022), A study on effect of permanent magnet configuration on starting speed curve and phase current waveform in steady state of line start magnet synchronous motors 15 kW, 3,000rpm. Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng.
5. Jian Li, Jungtae Song and Yunhyun Cho (2010), High Performance Line Start Permanent Magnet Synchronous Motor for Pumping System. International Symposium on Industrial Electronics.
6. A. Hassanzour Isfahani, S. Vaez-Zadeh, M. A. Rahman (2011), Evaluation of Synchronous Capability in Line Start Permanent Magnet Synchronous Motors. Electric Machines & Conference (IEMDC), 2011 IEEE International, pp. 1346 – 1350.

OPTIMIZING THE DESIGN OF HIGH PERFORMANCE EXPLOSION-PROOF ELECTRIC MOTOR USED FOR LOCAL FANS IN UNDERGROUND MINES

Do Nhu Y, Trinh Biet

ABSTRACT

The article is a major energy consumer in underground mines. Saving energy for the motor is an urgent issue to reduce the power consumption of the mines is an urgent issue. The solution proposed in this paper is to use asynchronous motor by the high-efficiency motors (LSPMSM) for ventilation fans to save electrical energy is being studied. The article refers to the optimal calculation permanent magnets used in LSPMSM motors for mine local ventilation fans to achieve high efficiency.

Keywords: asynchronous motor, line-start synchronous permanent magnet motor. Finite Element Method (FEM).

Ngày nhận bài: 22/10/2022;

Ngày gửi phân biệt: 24/10/2022;

Ngày nhận phân biệt: 18/11/2022;

Ngày chấp nhận đăng: 10/12/2022.

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về

liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.

TẠP CHÍ

ISSN0868-7052

CÔNG NGHIỆP MỎ

MINING INDUSTRY JOURNAL

CƠ QUAN NGÔN LUẬN CỦA HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ VIỆT NAM

NĂM THỨ XXXII SỐ 1-2023



- » TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP THAN- KHOÁNG SẢN VIỆT NAM HOÀN THÀNH VƯỢT BẬC KẾ HOẠCH NĂM 2022
- » TỔNG CÔNG TY ĐÔNG BẮC HOÀN THÀNH VƯỢT MỨC NHIỀU CHỈ TIÊU KẾ HOẠCH 2022, PHẤN ĐẤU HOÀN THÀNH KẾ HOẠCH 2023
- » TẬP ĐOÀN DẦU KHÍ QUỐC GIA VIỆT NAM ĐẠT NHIỀU THÀNH TÍCH KỶ LỤC TRONG NĂM 2022

PHỤ TRÁCH TẠP CHÍ
TS. TẠ NGỌC HẢI

ỦY VIÊN PHỤ TRÁCH TRỊ SỰ
KS. TRẦN VĂN TRẠCH

ỦY VIÊN BAN BIÊN TẬP
TS. NGUYỄN BÌNH
PGS.TS. PHÙNG MẠNH ĐẮC
TSKH. ĐINH NGỌC ĐĂNG
PGS.TS. NGUYỄN VĂN GIANG
GS.TS. NGUYỄN VĂN HÙNG
TS. NGUYỄN HỒNG MINH
GS.TS. NGUYỄN VĂN MỸ
PGS.TS. NGUYỄN CẢNH NAM
KS. ĐÀO VĂN NGÂM
TS. ĐÀO ĐẮC TẠO
GS.TS. NGUYỄN VĂN XUÂN

TÒA SOẠN

Số 655 Phạm Văn Đồng
Bắc Từ Liêm - Hà Nội
Điện thoại: 36649158; 36649159
Fax: (844) 36649159
Email: tccongnghiepmo@gmail.com
Website: http://vinamin.vn

Tạp chí xuất bản với sự cộng tác của:
Trường Đại học Mỏ - Địa chất;
Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ - Luyện kim;
Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin;
Viện Dầu khí

Giấy phép xuất bản số:

376/GP-BTTTT
của Bộ Thông tin và Truyền thông
ngày 13/7/2016

Ảnh Bìa 1: Cảng than Cửa Ông
(Ảnh Công ty Tuyển than Cửa Ông)

* In tại Công ty TNHH In và Thương mại Trần Gia
Điện thoại: 02437326436
* Nộp lưu chiểu: Tháng 2 năm 2023

TIN NỔI BẬT

- ❖ Cùng bạn đọc thân mến CNM
- ❖ Tập đoàn Công nghiệp Than- Khoáng sản Việt Nam hoàn thành vượt bậc kế hoạch năm 2022 Nguyễn Bình
- ❖ Tổng Công ty Đông Bắc hoàn thành vượt mức nhiều chỉ tiêu kế hoạch 2022, phấn đấu hoàn thành kế hoạch 2023 Nguyễn Bình
- ❖ Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam đạt nhiều thành tích kỷ lục trong năm 2022 Nguyễn Bình

TIÊU ĐIỂM

- ❖ Tình hình chuyển đổi số trong doanh nghiệp và ngành năng lượng Việt Nam Nguyễn Cảnh Nam

***KHAİ THÁC MỎ**

- ❖ Áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc trong lựa chọn phương án hệ thống khai thác mỏ vật liệu xây dựng Trần Đình Bảo và nnk

CƠ KHÍ VÀ CƠ ĐIỆN MỎ

- ❖ Nghiên cứu va chạm của xe goòng sử dụng chở vật liệu nổ công nghiệp Trần Viết Linh, Nguyễn Đăng Tấn
- ❖ Tối ưu hóa thiết kế và phân tích tính năng cấu trúc vi mô đặc biệt của bề mặt cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng động cơ Lê Văn Lợi và nnk
- ❖ Tối ưu hóa thiết kế động cơ điện phòng nổ hiệu suất cao ứng dụng cho quạt cục bộ trong mỏ than hầm lò Đỗ Như Ý, Trịnh Biên Thùy
- ❖ Nghiên cứu ảnh hưởng của điều chỉnh điện áp tại trạm biến áp và bù công suất phản kháng đến chất lượng điện áp trong mạng điện mỏ vùng Quảng Ninh Phạm Trung Sơn

THÔNG GIÓ, AN TOÀN VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG

- ❖ Xử lý nước thải mỏ vùng than Quảng Ninh Trần Miên

KINH TẾ, QUẢN LÝ

- ❖ Kinh nghiệm quốc tế về chuyển đổi số doanh nghiệp mỏ Võ Chí Mỹ và nnk

SÁNG KIẾN, CẢI TIẾN- CÔNG NGHỆ, THIẾT BỊ MỚI

- ❖ Chế tạo, thử nghiệm máy rửa quặng hai trục vít cánh vuông MRCV 2284 sử dụng trong nhà máy tuyển quặng Boxit Trần Ngô Huân và nnk

TIN TỨC, SỰ KIỆN

- ❖ Chúc mừng sinh nhật Ông Trần Xuân Hà tròn 75 tuổi CNM
- ❖ Hội thảo "Tổng kết hoạt động phổ biến kiến thức năm 2022" của Liên hiệp các Hội Khoa học Kỹ thuật Việt Nam Trần Văn
- ❖ Tin ngành mỏ Việt Nam CNM
- ❖ Tin ngành mỏ thế giới Kiều Kim Trúc
- ❖ Những năm Mão trong lịch sử Việt Nam Trần Văn Trạch
- ❖ Lời chia buồn CNM
- ❖ Tổng mục lục Tạp chí Công nghiệp Mỏ năm 2022 CNM

TỐI ƯU HÓA THIẾT KẾ ĐỘNG CƠ ĐIỆN PHÒNG NỔ HIỆU SUẤT CAO ỨNG DỤNG CHO QUẠT CỤC BỘ TRONG CÁC MỎ THAN HẦM LÒ

Đỗ Như Ý
Trường Đại học Mỏ - Địa chất
Trình Biên Thuý
Trường Cao đẳng Việt-Hàn Quảng Ninh
Email: donhuy@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Thông gió mỏ là khâu tiêu thụ nhiều năng lượng trong mỏ hầm lò. Tiết kiệm điện năng cho quạt thông gió cục bộ nhằm giảm điện năng tiêu thụ chung của toàn bộ xí nghiệp mỏ là một yêu cầu cấp thiết. Giải pháp thay thế động cơ không đồng bộ rô to lồng sóc bằng các động cơ hiệu suất cao (LSPMSM) cho các quạt thông gió cục bộ để tiết kiệm năng lượng đang được quan tâm nghiên cứu. Bài báo đề cập tới việc tính toán tối ưu nam châm vĩnh cửu sử dụng trong động cơ LSPMSM ứng dụng cho quạt thông gió cục bộ mỏ để đạt được hiệu suất cao.

Từ khóa: động cơ không đồng bộ, động cơ nam châm vĩnh cửu khởi động trực tiếp, phương pháp phần tử hữu hạn (FEM).

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thông gió mỏ là khâu tiêu thụ nhiều năng lượng trong các mỏ hầm lò. Việc tiết kiệm điện năng cho quạt thông gió cục bộ nhằm giảm thiểu điện năng tiêu thụ chung của toàn bộ xí nghiệp mỏ là một yêu cầu cần thiết trong khai thác mỏ hiện nay. Đặc trưng của quạt thông gió cục bộ là khi khởi động không cần mômen khởi động lớn đây là một đặc điểm quan trọng để có thể thay thế các loại động cơ không đồng bộ (IM) hiệu suất không cao bằng việc sử dụng các loại động cơ thế hệ mới hiệu suất cao nhằm mục tiêu tiết kiệm năng lượng [1].

Sự phát triển nhanh chóng của công nghệ nam châm vĩnh cửu (NCVC) chế tạo từ đất hiếm với mật độ từ trường cao, tích số năng lượng lớn, như chủng loại nam châm Neodymium, khiến cho động cơ đồng bộ NCVC khởi động trực tiếp (Line Start Permanent Magnet Synchronous Motor-LSPMSM) nổi lên như là một giải pháp thay thế từng phần cho động cơ không đồng bộ rô to lồng sóc và sử dụng rất phù với các loại tải như quạt gió cục bộ trong khai thác mỏ [4].

NCVC sử dụng trong động cơ phòng nổ LSPMSM ảnh hưởng nhiều tới hiệu suất của động cơ. Việc tính toán lựa chọn loại nam châm không phù hợp làm giảm hiệu suất của động cơ. Nếu thiết kế không tốt thì hiệu suất của động cơ LSPMSM thậm chí có thể còn không đạt được hiệu suất như của IM [5, 6]. Việc phân tích, tính toán thiết kế lựa chọn tối ưu NCVC sẽ nâng cao hiệu suất thiết kế chế tạo động cơ LSPMSM.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp nghiên cứu

Theo phương pháp phần tử hữu hạn (FEM), phân bố từ trường trong mạch từ và không gian xung quanh kết cấu điện từ là nghiệm của phương trình Poisson viết cho trường điện từ của mô hình động cơ điện. Mô hình này được xây dựng dựa trên định luật Maxwell – Ampe. Theo phương trình Maxwell - Faraday viết cho trường hợp của động cơ điện ở trạng thái xác lập như sau [1, 2]:

$$\nabla \times \vec{H} = \vec{j} \quad (1)$$

trong đó: \vec{j} - mật độ dòng điện một chiều chảy trong cuộn dây nam châm điện, A/m²;

\vec{H} - cường độ từ trường, A/m.

Cường độ từ trường \vec{H} có liên hệ với mật độ từ thông \vec{B} như biểu thức:

$$\vec{B} = \mu_0 \mu_r \vec{H} \quad (2)$$

trong đó: μ_0 - độ từ thẩm của chân không;

μ_r - độ từ thẩm tương đối của môi trường dẫn từ.

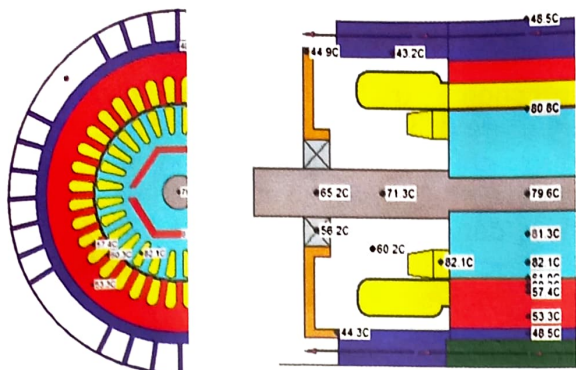
Trong trường điện từ, \vec{B} được tính toán qua đại lượng vector từ thế \vec{A} như sau:

$$\vec{B} = \nabla \times \vec{A} \quad (3)$$

Thay (2) và (3) vào (1), ta thu được phương trình.

$$\nabla \times \left(\frac{1}{\mu_0 \mu_r} \nabla \times \vec{A} \right) = \vec{j} \quad (4)$$

Phương trình (4) có dạng tổng quát của phương trình Poisson, có thể được diễn giải trong mô hình phân tích ứng với hệ tọa độ Oxyz như sau:



H 3. Phân bố nhiệt độ của động cơ LSPMSM

2.3. Tối ưu hóa nam châm theo điện từ trường

NCVC sử dụng trong động cơ LSPMSM là loại nam châm đất hiếm NdFeB có mật độ từ dư (B_r), cường độ từ trường lớn nhất (H_cJ), Cường độ từ trường nhỏ nhất (H_cB), Nhiệt độ làm việc lớn nhất của nam châm (T_w) và tích năng cực đại (BH_{max}). Thể tích của NCVC V_m được xác định theo công thức:

$$V_m = \frac{2 \cdot k_{of} k_{fd} (1 + K_{EC}) P_{đm}}{\pi^2 \xi \cdot 2 \cdot p \cdot f \cdot B_r \cdot H_c}$$

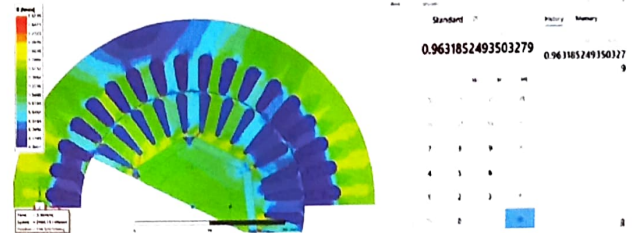
Với k_{of} - là hệ số quá tải; k_{fd} - Hệ số hình dáng từ hóa; K_{EC} - Hệ số sức điện động; $P_{đm}$ - Công suất định mức; P_{max} - Công suất lớn nhất; ξ - Hệ số sử dụng nam châm chọn; B_r - Mật độ từ dư; H_c - Cường độ từ trường cực đại.

Nam châm vĩnh cửu trong động cơ LSPMSM đóng vai trò như một nguồn từ thông. Với cùng một thể tích, kích thước nam châm thiết kế nếu lựa chọn loại NCVC loại có mật độ từ trường quá cao, sẽ gây ra hiện tượng bão hòa mạch từ làm giảm hiệu suất của động cơ. Trường hợp nếu chọn nam châm loại có mật độ từ trường thấp sẽ dẫn đến không đủ mật độ từ thông từ đó cũng sẽ giảm hiệu suất của động cơ. Do vậy, với mỗi kết cấu hiệu suất của động cơ đạt cao nhất ứng với một mã hiệu nam châm NdFeB.

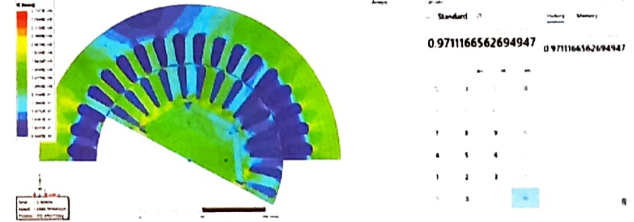
Việc phân tích lựa chọn tối ưu chủng loại nam châm NdFeB sử dụng trong động cơ điện sẽ có ý nghĩa quan trọng. Kết quả nghiên cứu khi động cơ LSPMSM sử dụng nam châm NdFeB loại N42, N38 và N33 được mô tả trên các Hình H4 và H6.

- Kết quả nghiên cứu nhận thấy rằng:
- Khi động cơ LSPMSM sử dụng loại nam châm N42 là loại nam châm có từ trường lớn nhất trong ba loại nam châm sử dụng. Tuy nhiên, hiệu suất của động cơ đạt 96,3% chưa phải là hiệu suất lớn nhất. Nguyên nhân là do sử dụng loại nam châm có mật độ từ trường quá lớn làm cho mạch từ rỗ to của động cơ bị bão hòa làm giảm hiệu suất của động cơ.

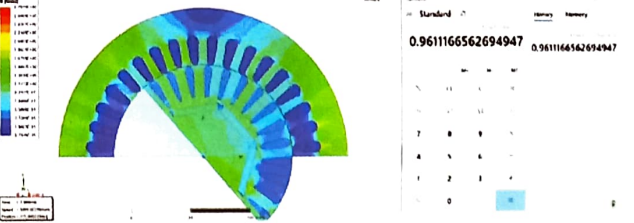
- Khi động cơ sử dụng nam châm loại N33, đây là loại nam châm có mật độ từ thông thấp nhất trong ba loại mô phỏng thì hiệu suất của động cơ đạt 96,1% là hiệu suất thấp nhất trong ba trường hợp. Nguyên nhân đưa đến là do sử dụng loại nam châm có từ trường nhỏ làm cho hiệu suất động cơ giảm.
- Khi động cơ sử dụng nam châm loại N38, động cơ đạt hiệu suất lớn nhất là 97,1% (hiệu suất của động cơ không đồng bộ cùng gam công suất này đạt mức 90,3%) hiệu suất này cao hơn động cơ không đồng bộ 7,1% và cao hơn khi động cơ LSPMSM khi sử dụng các loại nam châm khác khoảng 1%.



H 4. Phân tích động cơ LSPMSM khi sử dụng nam châm vĩnh cửu loại N42



H 4. Phân tích động cơ LSPMSM khi sử dụng nam châm vĩnh cửu loại N38

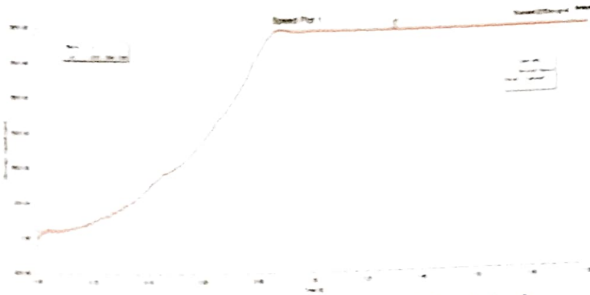


H 4. Phân tích động cơ LSPMSM khi sử dụng nam châm vĩnh cửu loại N33

2.4. Khảo sát đặc tính làm việc của động cơ

Thông qua kết quả nghiên cứu tối ưu NCVC sử dụng trong động cơ LSPMSM theo phương thức nhiệt độ và từ trường, thấy rằng việc để đảm bảo nhiệt độ và hiệu suất động cơ là cực đại 97,1% thì lựa chọn loại NCVC N38M. Khảo sát đặc tính động cơ với loại nam châm vĩnh cửu đã lựa chọn đưa ra trong Hình H.7

Kết quả mô phỏng nhận thấy động cơ được thiết kế có thể tự khởi động và tốc độ động cơ đạt vận tốc quay đồng bộ 3000 r/min hoàn toàn phù hợp với yêu cầu thiết kế.



H 7. Đặc tính tốc độ của động cơ nam châm vĩnh cửu khởi động trực tiếp

3. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy, việc tính toán lựa chọn tối ưu loại nam châm vĩnh cửu sẽ được kế được động cơ có hiệu suất cực đại và tối ưu được chi phí vật liệu sử dụng trong động cơ. Động cơ được thiết kế có đặc tính hoàn toàn phù hợp, đạt hiệu suất lớn nhất là 97,1%, cao hơn hiệu suất của động cơ không đồng bộ 7,1%. Hiệu suất của động cơ nam châm vĩnh cửu khởi động trực tiếp khi sử dụng các loại nam châm khác khoảng 1% □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Như Ý, Đỗ Anh Tuấn, Lê Anh Tuấn (2022), Thiết kế động cơ phòng nổ hiệu suất cao tốc độ 3.000 vòng/phút sử dụng cho quạt gió cục bộ trong khai thác mỏ hầm lò. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam.
2. Do Nhu Y, Ngo Thanh Tuan, Ngo Xuan Cuong, Le Anh Tuan (2021), Numerical simulation method application in the design of a line-start permanent magnet synchronous motor. HNKH toàn quốc về Cơ khí – Điện - Tự động hóa.
3. Nguyễn Vũ Thanh (2015). Nghiên cứu thiết kế tối ưu động cơ ba pha nam châm vĩnh cửu. Luận văn Tiến sĩ, Đại học Bách khoa Hà Nội.
4. Lê Anh Tuấn, Đỗ Như Ý, Bùi Đức Hùng (2022), A study on effect of permanent magnet configurations on starting speed curve and phase current waveform in steady state of line start magnet synchronous motors 15 kW, 3,000rpm. Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng.
5. Jian Li, Jungtae Song and Yunhyun Cho (2010), High Performance Line Start Permanent Magnet Synchronous Motor for Pumping System. International Symposium on Industrial Electronics.
6. A. Hassanpour Isfahani, S. Vaez-Zadeh, M. A. Rahman (2011), Evaluation of Synchronization Capability in Line Start Permanent Magnet Synchronous Motors. Electric Machines & Drives Conference (IEMDC), 2011 IEEE International, pp. 1346 – 1350.

OPTIMIZING THE DESIGN OF HIGH PERFORMANCE EXPLOSION-PROOF ELECTRIC MOTOR USED FOR LOCAL FANS IN UNDERGROUND MINES

Do Nhu Y, Trinh Bien Thu

ABSTRACT

Mine ventilation is a major energy consumer in underground mines. Saving energy for the local ventilation fans in order to reduce the power consumption of the mines is an urgent issue. The solution to replace the squirrel-cage asynchronous motor by the high-efficiency motors (LSPMSM) for local ventilation fans to save electrical energy is being studied. The article refers to the optimal calculation of permanent magnets used in LSPMSM motors for mine local ventilation fans to achieve high efficiency.

Keywords: asynchronous motor, line-start synchronous permanent magnet motor, Finite Element Method (FEM);

Ngày nhận bài: 22/10/2022;

Ngày gửi phản biện: 24/10/2022;

Ngày nhận phản biện: 18/11/2022;

Ngày chấp nhận đăng: 10/12/2022.

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.