

ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ ĐẾN KHẢ NĂNG PHÁT THẢI SÓNG HÀI BẠC CAO TRONG CÁC THIẾT BỊ ĐIỆN

Bùi Anh Tuấn

Trường Đại học Thủy lợi, email: tuanba@thlu.edu.vn

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

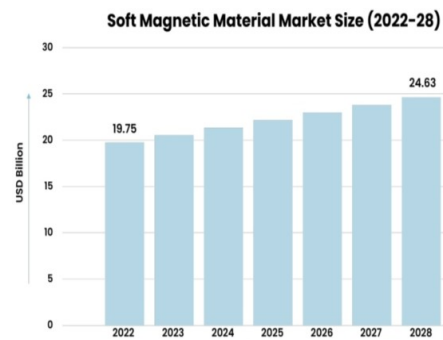
Hiện tại, những vấn đề về chất lượng điện năng ngày càng trở nên quan trọng trong việc giảm tiêu thụ năng lượng điện, tăng tuổi thọ và khả năng làm việc của các thiết bị sản xuất, truyền tải, phân phối điện năng, hướng đến sự phát triển bền vững và đảm bảo vấn đề an ninh năng lượng.

Cùng với sự phát triển rất nhanh của nền khoa học công nghệ, các thiết bị điện, điện tử có công suất và độ chính xác ngày càng trở nên phổ biến, các nguồn năng lượng tái tạo ngày càng được khai thác triệt để và bài toán về chất lượng điện năng ngày càng trở nên quan trọng với mọi quốc gia trên thế giới. Việc giải quyết tốt bài toán này giúp nâng cao hiệu quả và tiết kiệm năng lượng; tăng cường độ tin cậy và an toàn trong hệ thống cấp điện. Bên cạnh lợi ích được sử dụng nhiều loại thiết bị “thông minh” với hiệu quả năng lượng ngày càng cao thì các thiết bị này cũng đòi hỏi khắt khe hơn về chất lượng điện năng, chúng “nhạy cảm” hơn với sự thay đổi thông số của nguồn cấp so với những thiết bị đã sử dụng trước đây và cũng là nguyên nhân gây ra vấn đề về chất lượng điện năng, đặc biệt là sự xuất hiện của sóng hài điện áp và dòng điện trong lưới điện.

Trong khuôn khổ của bài viết, tác giả phân tích ảnh hưởng của nhiệt độ làm việc đến sự thay đổi tính chất từ tính của vật liệu từ trong các thiết bị điện - điện tử thông qua sự thay đổi đường cong từ trễ. Từ đó, đánh giá khả năng phát thải sóng hài bậc cao khi tính chất từ tính của vật liệu thay đổi.

2. ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ ĐẾN SỰ THAY ĐỔI TÍNH CHẤT CỦA VẬT LIỆU

Vật liệu từ là một phần quan trọng không thể thiếu trong các thiết bị điện - điện tử. Đây là bộ phận dùng để chuyển đổi năng lượng, điều chỉnh nguồn và truyền tín hiệu,... Việc sử dụng các loại vật liệu từ có hiệu năng cao, tổn thất công suất nhỏ đang ngày càng được quan tâm. Hình 1 cho thấy thị trường vật liệu từ dự kiến sẽ tăng trưởng với tốc độ 3,7% từ năm 2022 đến năm 2028. Dự kiến sẽ đạt khoảng 24,63 tỷ USD vào năm 2028 so với 19,75 tỷ USD trong 2022 [1].

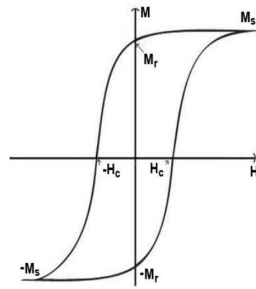


Hình 1. Thị trường vật liệu từ mềm [1]

Dưới ảnh hưởng của hiện tượng từ trễ thì dòng điện từ hoá trong lõi từ bị biến dạng nhiều so với dạng sóng hình sin và làm xuất hiện sóng hài bậc cao trong hệ thống điện, đặc biệt là sóng hài bậc 3 [2].

Đặc tính của vật liệu từ được mô tả bằng các phương pháp khác nhau, trong đó thường dựa vào đường cong từ trễ B-H (Hình 2). Từ đường cong từ trễ ở một nhiệt độ và tần số nhất định, ta sẽ xác định và tính được các thông số như độ từ thẩm, cảm ứng từ bão

hòa, cảm ứng từ dư và lực kháng từ,... Tổng hao trong vật liệu từ cũng được xác định dựa vào đường cong từ trễ [3].

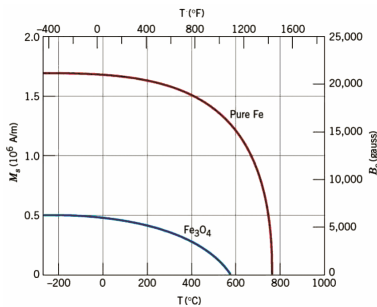


Hình 2. Đường cong từ trễ của vật liệu từ

Các vật liệu từ thể hiện tính chất từ tính dưới mức nhiệt độ tới hạn gọi là nhiệt độ Curie (T_c). Trên nhiệt độ này, mômen từ được sắp xếp theo một trật tự nhất định và làm cho độ từ hoá của vật liệu bằng 0 [3]. Các liên kết spin của các nguyên tử bị phá hủy hoàn toàn và vật liệu trở nên thuận từ. Giới hạn nhiệt độ Curie của vật liệu từ phụ thuộc vào thành phần cấu tạo, chẳng hạn như với sắt thì $T_c \approx 768^\circ\text{C}$, đối với Coban thì $T_c \approx 1120^\circ\text{C}$ và $T_c \approx 335^\circ\text{C}$ đối với Niken. Độ từ cảm của vật liệu từ thay đổi theo nhiệt độ được mô tả bằng định luật Curie-Weiss [4]:

$$X = \mu - 1 = \frac{C}{T - T_c} \quad (1)$$

Dưới tác động của nhiệt độ, hướng chuyển động của các mô men nguyên tử thay đổi làm cho các thông số của vật liệu từ biến đổi theo. Hình 3 biểu diễn sự suy giảm của cảm ứng từ bão hoà theo nhiệt độ đối với Fe và Fe_3O_4 .



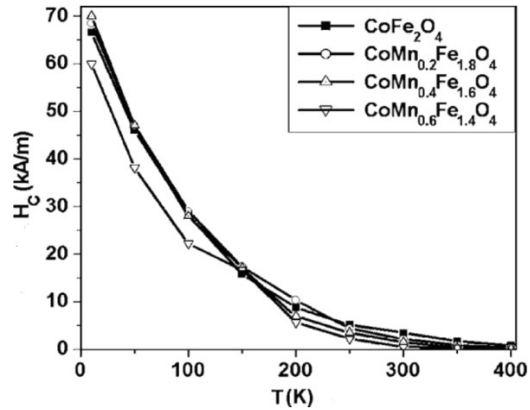
Hình 3. Sự thay đổi cảm ứng từ bão hoà theo nhiệt độ của Fe và Fe_3O_4 [4]

Độ từ hoá bão hoà theo nhiệt độ của vật liệu từ được tính gần đúng bằng phương trình [4]:

$$M_s(T) = M_s^a \cdot \left(1 - e^{-\frac{T-T_c}{\tau}} \right) \quad (2)$$

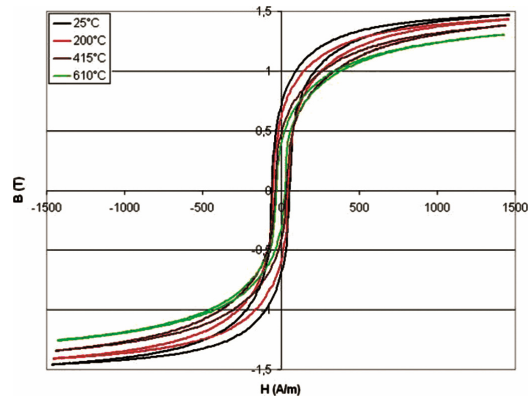
với: M_s^a là cường độ từ hoá bão hoà ở nhiệt độ môi trường; τ là hằng số.

Sự thay đổi của lực kháng từ (H_c) theo nhiệt độ cũng xảy ra tương tự như vậy (Hình 4). Giá trị H_c giảm khi nhiệt độ tăng [4].

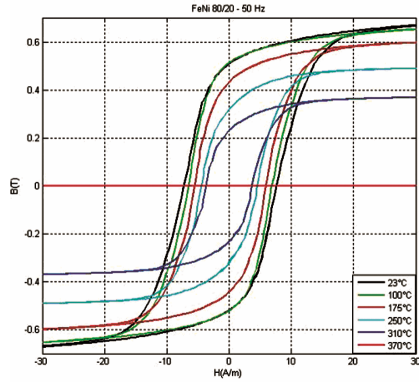


Hình 4. Sự thay đổi lực kháng từ theo nhiệt độ của vật liệu $\text{CoMn}_x\text{Fe}_{2-x}\text{O}_4$ [4]

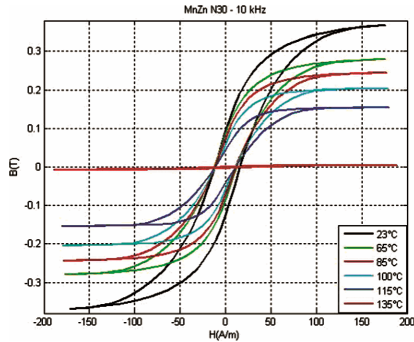
Các kết quả thực nghiệm sự thay đổi một số thông số của vật liệu từ theo nhiệt độ trên các mẫu vật liệu từ như FeSi 3,0% GNO; FeNi 80/20 và MnZn N30 cũng mang lại kết quả tương tự (Hình 5 đến 7).



Hình 5. Sự thay đổi đường cong từ trễ theo nhiệt độ của vật liệu FeSi 3% GNO

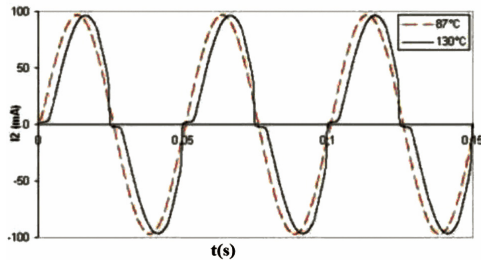


Hình 6. Sự thay đổi đường cong từ trễ theo nhiệt độ của vật liệu FeSi 80/20



Hình 7. Sự thay đổi đường cong từ trễ theo nhiệt độ của vật liệu MnZn N30

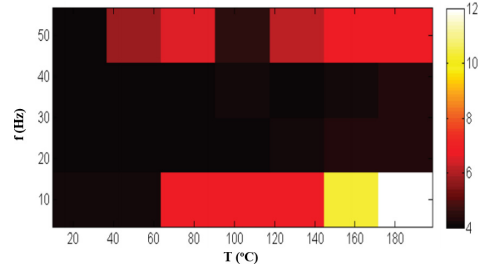
Sự thay đổi từ tính của vật liệu theo nhiệt độ làm cho độ méo dạng sóng của điện áp và dòng điện của các thiết bị điện - điện tử tăng lên. Hình 8 biểu diễn độ méo dòng điện đầu ra của biến dòng sử dụng vật liệu từ FeNi 80/20 khi nhiệt độ thay đổi.



Hình 8. Dòng điện thứ cấp của biến dòng sử dụng lõi từ FeNi 80/20

Ở nhiệt độ càng cao thì độ méo tín hiệu càng lớn nên khả năng phát thải sóng hài bậc

cao trong hệ thống điện càng mạnh. Ngoài ra, độ chính xác của thiết bị cũng giảm xuống (Hình 9).



Hình 9. Sai số của biến dòng sử dụng lõi từ FeNi 80/20 theo nhiệt độ với cường độ dòng sơ cấp là 500A.vòng

3. KẾT LUẬN

Bài báo đã đưa ra các kết quả thực nghiệm sự thay đổi tính chất từ theo nhiệt độ trên một số mẫu vật liệu từ được ứng dụng nhiều trong các thiết bị điện - điện tử. Các kết quả đo đạc này phù hợp với các kết quả nghiên cứu trước đó.

Thông qua các kết quả trong bài viết cho thấy, khi nhiệt độ trong các thiết bị điện - điện tử tăng cao thì hiệu suất và độ chính xác của thiết bị sẽ giảm xuống. Bên cạnh đó, khả năng phát thải sóng hài bậc cao lên hệ thống điện là rất lớn. Mức độ tác động của sóng hài phụ thuộc vào công suất, điều kiện và môi trường làm việc của thiết bị cho nên cần phải nghiên cứu, đo đạc một cách cụ thể hơn.

4. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Soft Magnetic Materials Market Size, Share, Trend, Forecast, Competitive Analysis, and Growth Opportunity: 2023-2028. Market Research Report.
- [2] Trần Đình Long, Lê Văn Doanh,... 2013. Sách tra cứu về chất lượng điện năng. Nhà xuất bản Bách khoa - Hà Nội.
- [3] G. Bertotti. 1998. General properties of power losses in soft ferromagnetic materials. IEEE Transactions on Magnetics, Vol.24, No.1, p.621-630.
- [4] Afef Kedous-Lebouc. 2006. Électromagnétisme et matériaux magnétiques pour le Génie électrique. ENSIEG, 2ème NRJ.