

PHẦN III

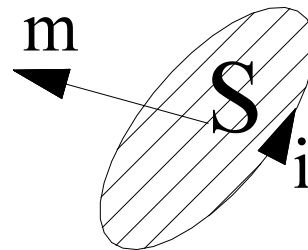
Chương 4

VẬT LIỆU TỪ

I Khái niệm:

- Nguyên nhân chủ yếu gây nên từ tính của vật liệu là do các điện tích chuyển động ngẫu nhiên theo quỹ đạo kín tạo nên những dòng điện vòng. Cụ thể hơn đó là sự quay của các điện tử xung quanh trục của chúng- spin điện tử và sự quay theo quỹ đạo của các điện tử trong nguyên tử .

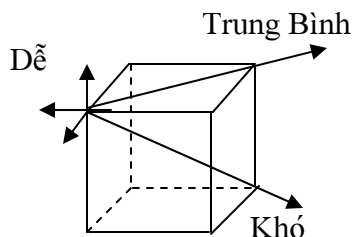
- Các điện tử chuyển động xung quanh hạt nhân tạo nên dòng điện cơ bản mà nó được đặc trưng bằng mômen từ \mathbf{m} . Mô men từ \mathbf{m} tính bằng tích của dòng điện cơ bản với 1 diện tích S được giới hạn bởi đường viền cơ bản: $\mathbf{m} = \mathbf{i} \cdot S$. Chiều vectơ \mathbf{m} được xác định theo qui tắc vụn nút chai và theo phương thẳng góc với diện tích S . Mô men từ của vật thể là kết quả tổng hợp của tất cả các mômen từ cơ bản đã nêu trên



- Ngoài các mômen quỹ đạo mà chúng ta nêu trên, các điện tử này còn quay xung quanh các trục của nó, do đó còn tạo nên các mômen gọi là mômen spin . Các spin này đóng vai trò quan trọng trong việc từ hoá vật liệu sắt từ

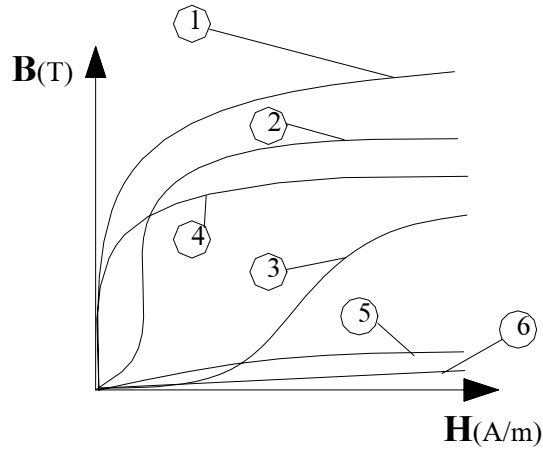
- Khi nhiệt độ dưới nhiệt độ curri, việc hình thành các dòng xoay chiều này có thể nhìn thấy được bằng mắt thường, được gọi là vùng từ tính, vùng này trở nên song song thẳng hàng cùng một hướng(các mômen spin hướng song song nhau). Như vậy vật liệu sắt từ thể hiện chủ yếu sự phân cực từ hoá tự phát khi không có các từ trường đặt bên ngoài

- Quá trình từ hoá của vật liệu sắt từ dưới tác dụng của từ trường ngoài dẫn đến làm tăng những khu vực mà mô men từ của nó tạo góc nhỏ nhất với hướng của từ trường, giảm kích cỡ các vùng khác và sắp xếp thẳng hàng các mô men từ tính theo hướng từ trường bên ngoài. Sự bão hoà từ tính sẽ đạt được khi nào sự tăng lên của khu vực dừng từ lại và mômen từ tính của tất cả các phần tinh thể nhỏ nhất được từ tính hoá tự sinh trở thành cùng hướng theo hướng của từ trường



Hướng từ hóa dễ và khó trong đơn tinh thể Sắt

- Khi từ hoá dọc theo cạnh hình khối, nó mở rộng theo hướng đường chéo, nghĩa là co lại theo hướng từ hóa, hiện tượng đó gọi là hiện tượng từ giao
Đường cong từ hoá của vật liệu sắt từ thể hiện như hình vẽ



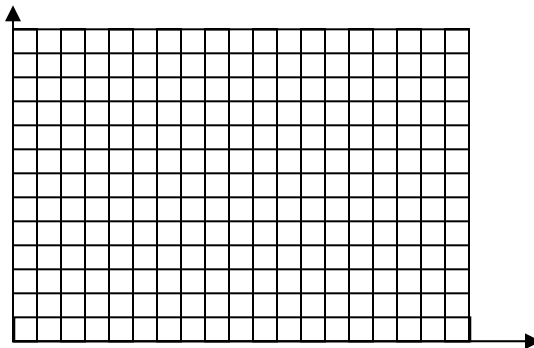
- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| 1. Sắt đặc biệt tinh khiết | 2. Sắt tinh khiết (99,98%Fe) |
| 3. Sắt kỹ thuật tinh khiết (99,92%Fe) | 4. Pécmanlô(78%Ni), |
| 5. S-Niken | 6. Hợp kim sắt - Niken(26%Ni) |

Theo đường cong từ hoá này thì độ từ thẩm được xác định theo công thức

$$\mu_{\sim} = \frac{Bm}{Hm}$$

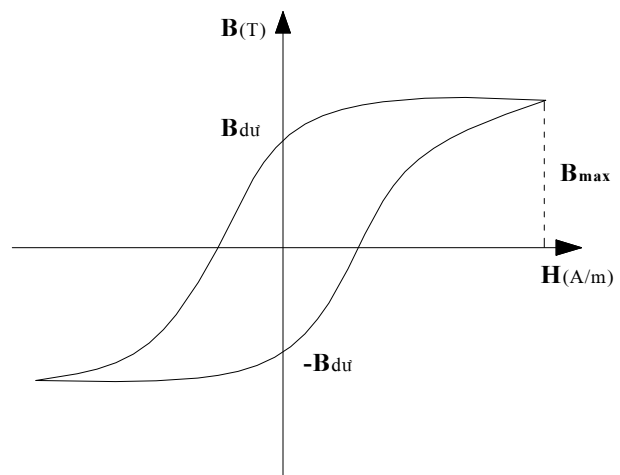
Độ từ thẩm là đại lượng cảm ứng từ B và cường độ điện trường H ở điểm xác định trên đường cong từ hóa cơ bản. Trong

hệ SI $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m



Độ từ thẩm phụ thuộc vào nhiệt độ

- Nếu chúng ta từ hoá một vật liệu sắt từ trong một từ trường bên ngoài và



sau đó bắt đầu giảm lực từ hoá thì nó sẽ trễ sau một lực từ hoá gọi là hiện tượng từ trễ.

Việc ước tính tổn thất từ trễ trên một chu kì trong một đơn vị thể tích được tính theo công thức kinh nghiệm dưới đây

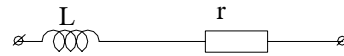
$$W_{HI} = \eta B_{\max}^n$$

η : là hệ số đặc trưng đối với vật liệu. B_{\max} là cảm ứng từ cực đại trong 1 chu kì

$$n: = 1,6 \div 2$$

- Công suất tiêu thụ trong vật liệu từ

$$P_H = \eta \cdot f \cdot B_{\max}^n \cdot V$$



f : là tần số xoay chiều và V là thể tích của vật liệu sắt từ

- Tổn thất công suất vì dòng xoáy có thể được tính theo công thức

$$P_{ed} = \xi \cdot f^2 \cdot B_{\max}^2 \cdot V$$

Trong mạch từ xoay chiều, có thể được thay thế bằng mạch L-R nối tiếp nhau(L thể hiện sự cảm ứng và r1 thể hiện tất cả các dạng tổn thất, C của cuộn và điện trở của cuộn không chú ý đến) tổn hao công suất có thể được tính theo tg δ

$$\text{tg } \delta = \frac{r1}{\omega \cdot L}$$

- Đối với một số chất có cấu trúc tinh thể, sự sắp xếp theo đường thẳng không song song với các spin cùng 1 hướng phổ biến nào đó với hướng khác, thích hợp với cực tiểu thế năng trong hệ thống. Những chất này gọi là chất nhiễm sắt từ (những oxit của sắt mà gọi là ferit)

II Vật liệu từ mềm:

- Độ thấm từ cao, lực kháng từ nhỏ, tổn thất trễ của các vật liệu này nhỏ làm cho chúng thích ứng với các lõi của máy biến áp, các thiết bị đo lường và một số ứng dụng khác, ở vị trí mà nó được yêu cầu đến cảm ứng cao nhất với tổn thất công suất thấp nhất. Để giảm bớt tổn thất do dòng điện xoáy trong các mạch từ của máy biến áp, các lõi thường được phủ chồng lên một lớp vật liệu từ mềm mỏng có sơn vecnicách điện nhằm làm tăng điện trở suất

- Các loại sắt từ mềm thường gặp:

Sắt (thép carbon thấp): sắt thổi chứa một lượng nhỏ tạp chất (C, sulfua, Mn, Si...và các yếu tố khác làm giảm đi những tính từ tính của nó. Điện trở suất của nó tương đối thấp, thép thổi phần lớn dùng cho các lõi từ. Vật liệu này còn có tên

Armco và được sản xuất theo nhiều cấp độ khác nhau (thép điện carbon thấp, tấm điện, sắt thuần khiết)

Vật liệu	Tạp chất		Các		
			Độ thấm từ		Lực kháng từ HC(A/m)
	C	O ₂	Ban đầu	Lớn nhất	
Sắt thỏi	0,02	0,06	250	7000	64
Sắt điện phân	0,02	0,01	600	15000	28
Sắt cacbonyl	0,005	0,005	3300	21000	6,4
Sắt điện phân nóng chảy lại chân không	0,01			61000	7,2
Sắt tinh chế trong hydro	0,005	0,003	6000	200000	3,2
Sắt tinh chế cao trong hydro			20000	340000	2,4
Tinh thể đơn của sắt tinh khiết nhất được ủ râm trong hydro				1430000	0,8

Thép điện có nhiều loại khác nhau việc tăng thêm Si nhằm tăng điện trở suất của nó và vì thế làm giảm tổn thất dòng xoáy. Đồng thời làm tăng độ thấm ban đầu và giảm lực kháng từ và tổn thất năng lượng do từ trễ

Mật độ và điện trở suất của thép điện phụ thuộc vào thành phần Si

Cấp độ thép	Mức độ hợp kim thép với Si	Thành phần Si	Mật độ (Mg/m ³)	Điện trở suất (($\mu\Omega.m$))
1	Hợp kim thấp	0,8 ÷ 1,8	7,80	0,25
2	Hợp kim vừa	1,8 ÷ 2,8	7,75	0,40
3	Hợp kim cao	2,8 ÷ 3,8	7,65	0,50
4	Hợp kim cực cao	3,8 ÷ 4,8	7,55	0,60

- Tấm thép Si thành phần cao được dùng cho các lá dát mỏng của máy biến áp trong công nghiệp điện tử
- Đặc tính cơ bản của thép điện:

Cảm ứng từ B với một chỉ số đặc trưng cường độ trường từ (kA/m)

Tổng tổn thất năng lượng trên một đơn vị trọng lượng được thể hiện như bản sau

Loại thép	Chiều dày thép (mm)	$B_{2,5}$ - B_{30} (T) Không dưới	$P_{1/150}$ - $P_{1,5/50}$ (W/kg) không trên	$B_{0,5}$ - $B_{2,5}$ (T) Không dưới	$P_{0,75/400}$ - $P_{1/400}$ (W/kg) không trên
ϑ 11-ϑ 043A cuốn nóng	0,35 □ 1	1,44 □ 2	0,9 □ 1,34		
ϑ 1100 - ϑ 3200	0,5	1,48 □ 2	1,5 -7,5		
ϑ 310 - ϑ 330A	0,35- 0,5	1,75-2	0,5-2,45		
ϑ 44&ϑ 340	0,1- 0,35			1,19-1,7	6-19

III Vật liệu từ cứng:

- Xuất phát từ thành phần , trạng thái và kĩ thuật sản xuất các vật liệu này được chia làm các loại sau

+ Thép hợp kim được tôi cứng

+ Hợp kim đúc

+ Nam châm dạng bột

+ Ferit từ cứng

- Những hợp kim biến dạng đàn hồi và các băng từ

Đặc tính của nam châm vĩnh cửu là lực kháng từ, cảm ứng từ dư và năng lượng cực đại của nam châm vĩnh cửu toả ra không gian. Độ thấm từ của nam châm vĩnh cửu thấp hơn nam châm mềm, lực kháng từ càng cao thì độ thấm từ càng thấp

Thép hợp kim tôi cứng là vật liệu đơn giản nhất và có sẵn để sản xuất những nam châm vĩnh cửu. Nó là hỗn hợp của tungsten, crom, molybden và cobalt. Tính chất từ được bảo đảm bởi xử lý nhiệt

Hợp kim đúc: là hợp kim có 3 nguyên tố Al-Ni-Fe gọi là alni, chúng có một năng lượng lớn . Cobalt và silic được thêm vào hợp kim này nhằm cải thiện thêm từ tính. Tính chất từ tính phụ thuộc vào kết cấu tinh thể và kết cấu từ.

Nam châm bột: cũng từ hợp chất Al-Ni-Fe nhưng không có chất kết dính. Nam châm đầu tiên có chất kết dính được gọi là nam châm gốm kim loại và nam châm thứ hai không có chất kết dính gọi là nam châm nhựa kim loại

Ferit nam châm cứng: bao gồm các ferit bari, coban và vài loại khác, phổ biến nhất là ferit bari. Lực kháng từ ở nam châm ferit bari lớn hơn lực kháng từ của nam châm alnini nhưng chúng có lực từ ban đầu và cảm ứng dư thấp hơn nam châm Al-Ni.