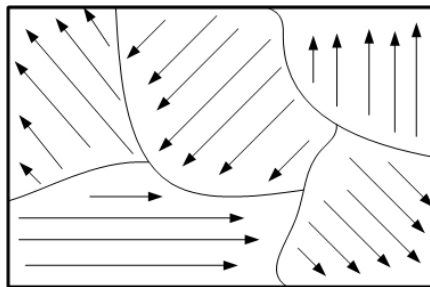


ویژگی های مواد فرومغناطیسی: این مواد در ساختار کریستالی خود دارای حوزه های مغناطیسی همسو می باشند که برآیند همه ی آنها در حالت عادی تقریباً صفر است .

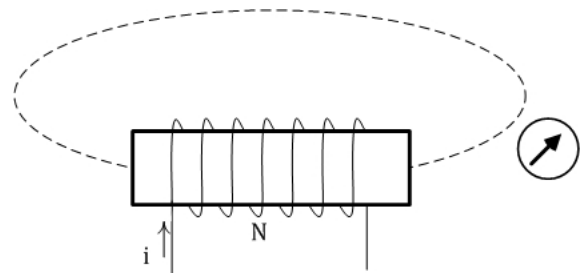
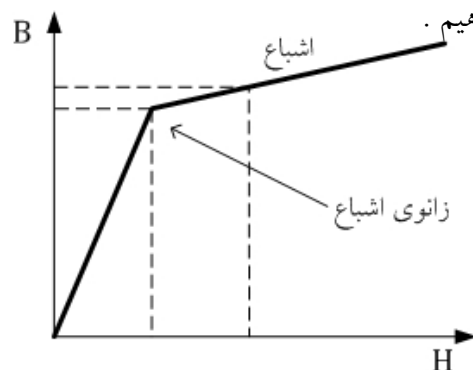


مواد دیگر (غیرفرومغناطیس) دارای این ویژگی نیستند . این مواد به دو دسته تقسیم می شوند :

(۱) پارامغناطیس

(۲) دیامغناطیس

در ادامه برای بررسی رفتار این عناصر آزمایش زیر را انجام می دهیم .



عمدتاً به دلیل اینکه :

(۱) تا زانوی اشباع هنوز μ_r مقدار اولیه خود را دارد و بزرگ است.

(۲) بعد از اشباع درصد افزایش B نسبت به H به شدت کاهش می یابد .

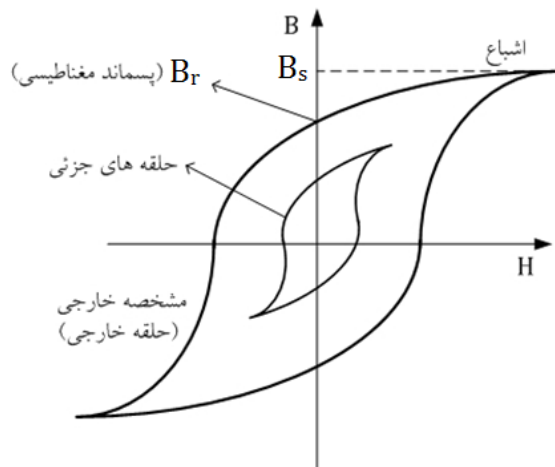
بنابراین نقطه ی کار مناسب زانوی اشباع می باشد .

در مورد علت پدیده ی اشباع توجه کنید که در حوزه های مغناطیس کوچک داخلی چگالی میدان بسیار بالا می باشد ($\mu_r = 2000$) وقتی که شدت میدان مغناطیسی افزایش می یابد ، این حوزه ها با میدان هم خط شده و برآیند میدان هسته را افزایش می دهند . بعد از مدتی همه آنها هم خط شده و اشباع می شود.

ادامه آزمایش : در ادامه شدت میدان مغناطیسی را کاهش

می دهیم ، توجه کنید که علامت هنوز ثابت است . در این حالت از بالای مشخصه بر می گردیم چون تعدادی از حوزه ها در جای خود باقی میمانند.

در ادامه شدت میدان مغناطیسی را برعکس می کنیم (از نظر علامت) و مقدار آنرا در جهت معکوس افزایش می دهیم . و در نهایت به سطح روبرو می رسیم.



برای ورق های آهن متداول در بازار :

$$B_s : 1.2T \dots 2.4T$$

$$B_r : 0.1T \dots 0.3T$$

مشخصه خارجی به پهن ترین حالت منحنی B-H گفته می شود

تلفات هسته : در یک هسته فرومغناطیس که با ولتاژ AC تحریک می شود دو منبع برای تولید تلفات

حرارتی وجود دارد .

الف : تلفات هیستریزیس : این تلفات با سطح حلقه ی هیستریزیس منحنی فوق (A_{B-H}) نسبت مستقیم دارد . بدین معنی که در هر بار حرکت در این حلقه به اندازه ی سطح حلقه انرژی تلف می شود .

$$P_h = f \times A_{B-H}$$

به طور کلی رابطه ی سطح حلقه ی B-H به صورت $k_h B^n$ می باشد که ضریب k_h تابعی از جنس ماده

و حجم و ابعاد هسته است و B حداکثر چگالی شار مفروض می باشد. حدود n به صورت $1 < n \leq 2$

می باشد و معمولاً $n=2$ فرض می شود.

$$P_h = k_h B^n f$$

در نتیجه خواهیم داشت:

مثال: یک سیم پیچ روی هسته ی آهنی به منبع ولتاژ سینوسی مقدار موثر ۲۲۰ ولت با فرکانس ۵۰ هرتز متصل است. در این حالت توان تلفاتی برابر ۱۰۰ وات ناشی از هیستریزیس می باشد. اگر

فرکانس ولتاژ به ۱۰۰ هرتز افزایش یابد، میزان توان تلفاتی چقدر خواهد بود؟ ($n=2$)

بر طبق رابطه ی P_h داریم $\uparrow f \Leftarrow \uparrow P_h$ اما توجه کنید که این به شرط ثابت بودن B

درست است. در این حالت

$$V = 4.44 N f B A$$

$$f_1 = 50 \text{ Hz}, f_2 = 100 \text{ Hz} \Rightarrow B_2 = \frac{B_1}{2}$$

$$\frac{P_{h2}}{P_{h1}} = \left(\frac{B_2}{B_1} \right)^2 \left(\frac{f_2}{f_1} \right) = \frac{1}{2}$$

در نتیجه تلفات نصف می شود

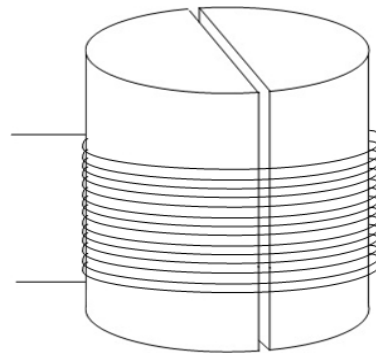
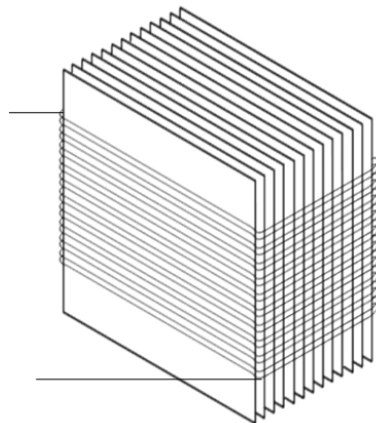
ب) تلفات جریان های گردابی (تلفات فوکو و یا تلفات ادی (eddy))

وجود یک میدان مغناطیسی متغیر با زمان باعث ایجاد یک میدان الکتریکی متغیر با زمان می شود .
جریان ناشی از این میدان الکتریکی به فرم گردابی می باشد و در مسیر خود ایجاد تلفات اهمی می کند

سوال : میزان تلفات چقدر است ؟ $P_e \propto \frac{V^2}{R}$ از طرفی در حالت دائمی سینوسی $V \propto Bf$ در نتیجه

$$P_e \propto B^2 f^2$$

میزان تلفات ناشی از جریان های گردابی به حدی زیاد است که باید برای آن فکری کرد وگرنه هسته آنقدر گرم می شود که مشکل آفرین است .



مثال : قطر ورق مورد استفاده برای ساخت هسته 1mm است . اگر در طراحی موردنظر برای سطح

مقطع هسته به قطر 10mm نیاز باشد تعداد ورق ها عبارتست از : ۱۰ عدد

اگر میدان مغناطیسی ثابت باشد نیازی به مورق کردن نیست (چون فقط میدان مغناطیسی متغیر است که ایجاد جریان گردابی می کند)

مثال : بخش چرخنده ژنراتور نیروگاه

اگر فرکانس خیلی بالا باشد ، حوزة جریان های گردابی خیلی کوچک می شود .

در بازار ورق به قطر های 0.1mm ، 0.15mm ، 0.2mm و 0.35mm موجود است.