

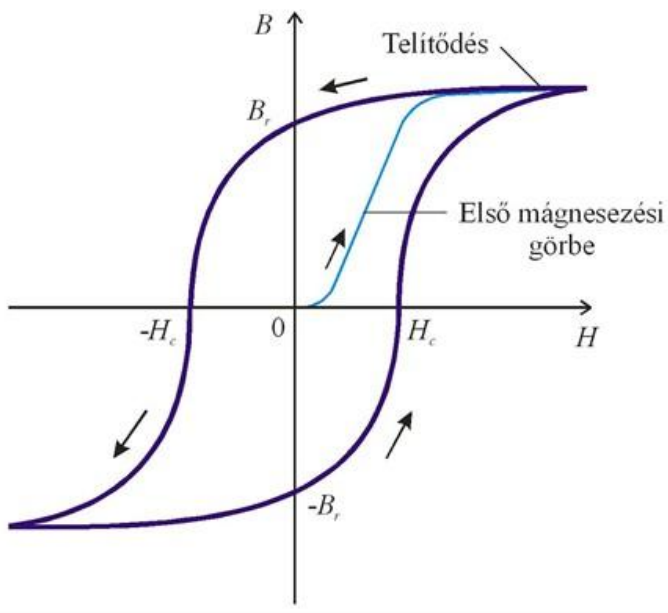
Mágneses anyagvizsgálat G ép. 118

A mérés eszközei:

- Számítógép
- Gerjesztésszabályzó toroid transzformátor
- Minták

A mérés menetének leírása:

Beindítottuk a számítógépet, Behelyeztük a mintát a ferrotestbe. A gerjesztésszabályzót tíz különböző értéken teszteltük. A mérés a számítógépen lévő programot használtuk, ami nagyon megkönnyítette a mérési eljárást. Mind a mágneses indukció, mind a térerősség értékeit két tizedes pontossággal tudtuk leolvasni. (Zárójelben jegyezném meg, hogy a laboron található 3 mérőberendezés közül – két számítógép és egy oszcilloszkóp közül, csak az egyik számítógép volt működőképes.)



A program által kiírt adatokat leolvastuk a gerjesztésszabályzó transzformátorral beállított különböző gerjesztéseknél és minden egyes állaptnál egy stabil hiszterézisi görbét láttunk. A hiszterézisgörbe metszette a függőleges, és vízszintes tengelyt, valamint a csúcskoordinátákat. A csúcskoordinátának a függőleges tengelyre vetített pontja mutatja a maximális indukciót (B_m), a vízszintes tengelyre vetített pontja mutatja a maximális térerősséget (H_m). A hiszterézisgörbe függőleges tengellyel vett metszéspontja jelzi a remanens indukciót (B_r), és a vízszintes tengellyel való metszése jelöli a koercitív erőt (H_c).

A mérés dátuma:
2011.11.30.

Elméleti háttér:

A mágneses teret több mennyiséggel is jellemezhetjük:

1. Mágneses indukció:

- jele: B
- mértékegysége: Tesla $\mathbf{T} = \frac{\text{Vs}}{\text{m}}$

2. Térerősség:

- jele: H
- mértékegysége $\frac{\text{A}}{\text{m}}$

A kétféle mennyiség között a következő összefüggés áll fenn:

$$B = \mu_0 \mu_r H$$

ahol:

- $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ vákumpermeabilitás értéke
- μ_r : az adott anyag *relatív permeabilitásának* értéke

3. Mágnesezettség:

Mágneses tér hatására minden anyagban mágneses polarizáció lép fel. Egyrészt a mintában mágneses momentumok indukálódnak, másrészt, ha a minta eleve tartalmaz (spontán) mágneses momentumokat, ezek a külső tér hatására rendeződnek.

- jele: M .

$$M = \frac{1}{V} \sum_i p_{mi} = K \bar{H}$$

ahol:

- K (görög kappa (κ)) – de most én csak K -val jelölném): *mágneses szuszceptibilitás*. A K mágneses szuszceptibilitást használjuk fel a gyengén mágneses anyagok mágneses tulajdonságainak jellemzésére. Tehát bármilyen anyag és a mágneses tér között egy gyenge kölcsönhatás mindig fellép.

A térfogategységben lévő mágneses momentumok eredője (p_{mi}) és a makroszkópikus mágneses jellemzők közötti kapcsolat:

$$B = \mu_0(M + H) = \mu_0(K \cdot H + H) = \mu_0 H (1 + K) = \mu_0 \mu_r H \rightarrow \mu_r = 1 + K$$

$$\mu_r = \left(\frac{1}{\mu_0}\right) \left(\frac{B}{H_0}\right)$$

$$\mu_r = 1 + K:$$

- μ_r : erős mágneses anyagoknál használjuk
- K : gyengén mágneses anyagoknál használjuk

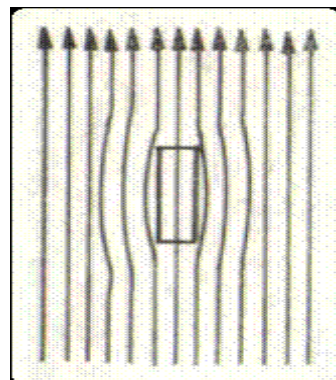
Mágneses anyagok csoportosítása

Két féleképpen történhet:

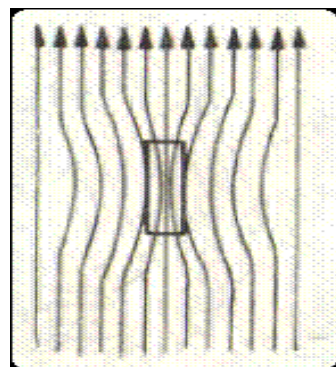
I. Egyik csoportosítás:

1. Gyengén mágneses anyagok:

- **Diamágneses anyagok:** Elemi mágneses momentumuk nincs, ill. az elektronok mágneses momentumai teljesen kompenzálják egymást. Külső mágneses tér hatására, bennük az elektronpályák deformációja révén, mágneses momentum indukálódik. Az indukció-törvény szerint, az indukált momentum a külső térrel ellentétes irányú, s nagysága lineáris függvénye a térnek. Tehát a diamágneses anyagok szuszceptibilitása negatív, mágneses tér és hőmérséklet független. A vázolt polarizációs mechanizmus minden anyagban létrejön, de csak akkor észlelhető, ha más erősebb mágneses hatás el nem nyomja. Kiszorítja magából az mágneses indukciós vonalakat.



- **Paramágneses anyagok:** Elemi mágneses momentumuk van, de a hőmozgás miatt, statisztikusan rendezetlen irányeloszlást mutatnak, emiatt a makroszkopikus mágnesezettségük zérus. Külső mágneses tér hatására a momentumok, a termikus mozgás ellenében, igyekeznek beállni a térirányba. Tehát szuszceptibilitásuk pozitív és hőmérsékletfüggő. Tiszta paramágneses anyagok szuszceptibilitása a gyakorlatban elérhető mágnesterek esetén térfüggetleneknek tekinthetők, de már kis mennyiségű ferromágneses kiválás hatására térfüggővé válik és hiszterézis típusú görbét ad. Magába „vonzza” a mágneses indukciós vonalakat az ábrán látható módon.



2. Rendezett mágneses anyagok:

Ezek a ténylegesen mágnesesnek, közismerten mágneseknek nevezet anyagok, ötvözetek, kerámiák. Spontán mágneses momentummal rendelkeznek, s egy jellegzetes hőmérséklet alatt, az ezen momentumok közti csatolás a momentumokat a kristály tengelyeihez képest valamilyen rendbe sorakoztatja egy-egy adott tartományon belül, tehát *doménszerkezetűek*. Az atomi mágneses momentumok parallel beállása esetén ferromágneses, a szomszédos momentumok antiparallel beállása esetén antiferromágneses anyagokról beszélünk. Az antiferromágneses rend speciális megvalósulási formája az ún. ferrimágneses elrendeződés. Itt az elemi momentumok ellentett beállításúak ugyan, de abszolút értékben különböznek.

- **Ferromágneses anyagok:**
 - A domén vonalak párhuzamosak és egy irányba is mutatnak
 - FeSi, FeNi

- **Ferrimágneses anyagok:**

- A szomszédos momentumok ellentétes irányultságúak és az abszolút értékük is különböző.
- Fe_3O_4

- **Antiferromágneses anyagok:**

- A szomszédos momentumok ellentétes irányultságúak, de az abszolút értékük is megegyezik.
- CrO_2

II. Másik csoportosítás:

1. Lágymágnesek:

- Kis koercitív erővel rendelkeznek (H_C .)
- Könnyű fel és lemágnesezni
- Pl.: FeSi 3-5% szilícium tartalom, FeNi 50-80% Ni tartalom

2. Keménymágnes:

- Keménymágneseknek (állandómágneseknek) nevezzük a nagy koercitív erővel rendelkező anyagokat.
- Keménymágnesek, permanens mágnesek sok idő után veszítik el a mágnesestulajdonságaikat.
- Pl.: Fe(AlNiCo), Ba, SmCo

Mérési eredmények:

Ni				
#	H [A/cm]	H [A/m]	B	μ_r
1	1,53	153	0,02	104,02
2	3,1	310	0,05	128,35
3	4,63	463	0,19	326,56
4	6,06	606	0,32	420,21
5	7,63	763	0,42	438,04
6	9,11	911	0,47	410,55
7	10,75	1075	0,51	377,53
8	12,3	1230	0,53	342,89
9	13,73	1373	0,54	312,98
10	15,74	1574	0,56	283,12

$$H_c = 5,6 \text{ A/cm}$$

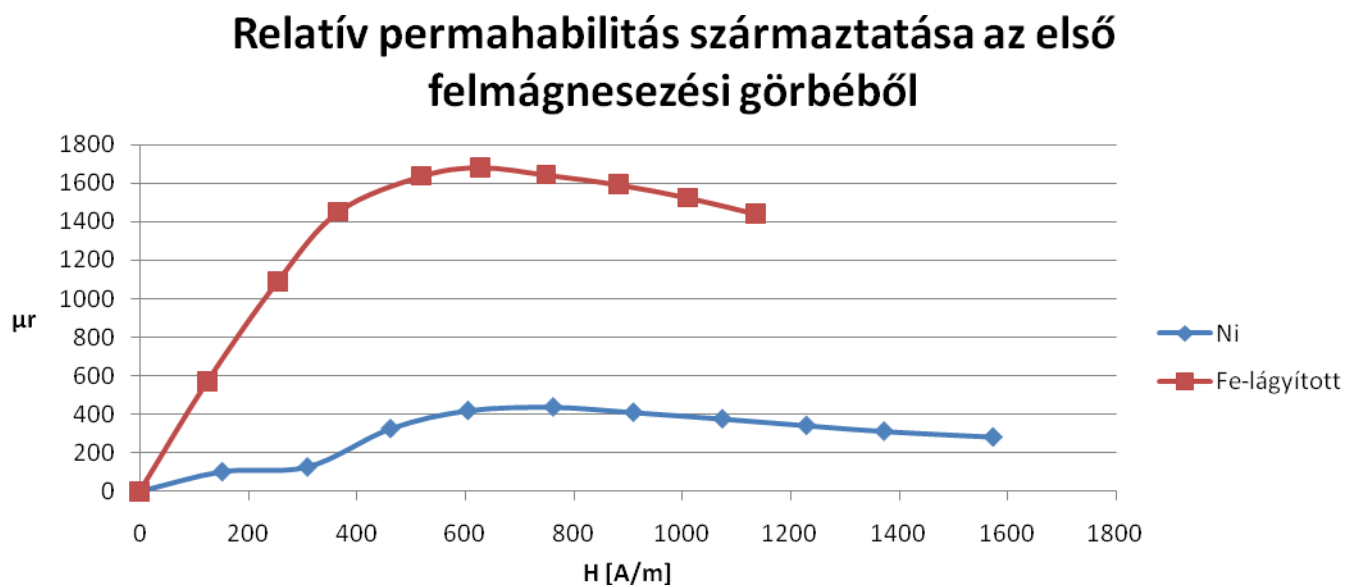
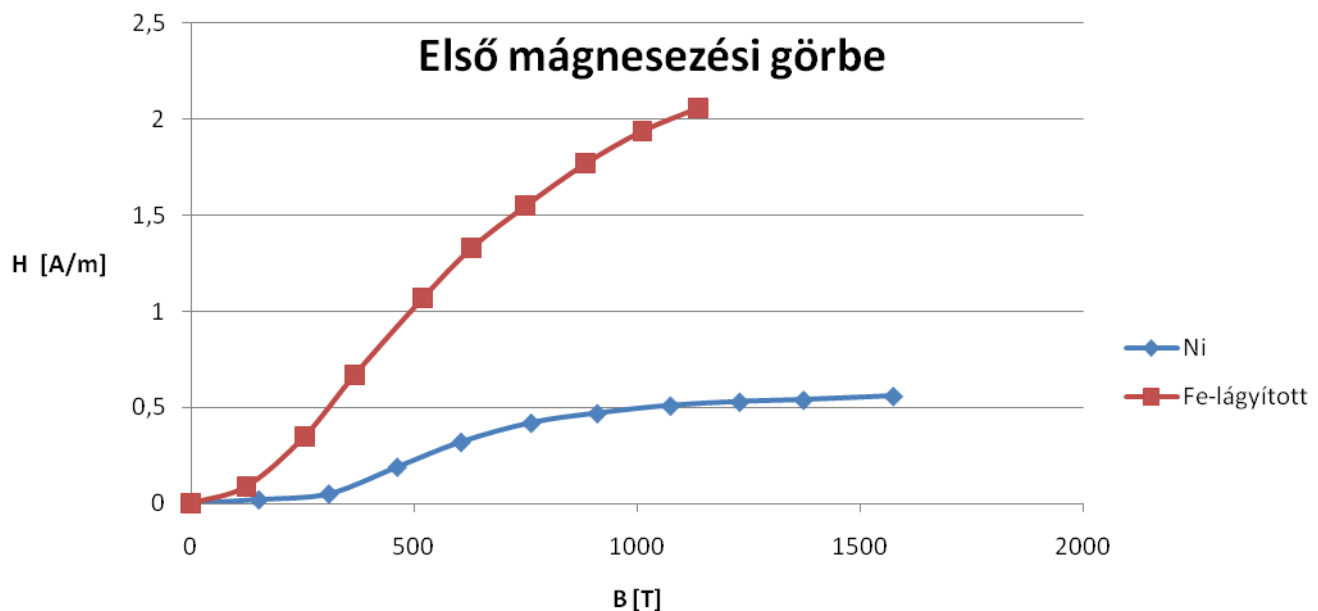
$$B_r = 0,45 \text{ T}$$

Fe - lágýtott				
#	H [A/cm]	H [A/m]	B	μ_r
1	1,25	125	0,09	572,96
2	2,55	255	0,35	1092,24
3	3,67	367	0,67	1452,78
4	5,2	520	1,07	1637,46
5	6,29	629	1,33	1682,64
6	7,5	750	1,55	1644,60
7	8,84	884	1,77	1593,35
8	10,12	1012	1,94	1525,50
9	11,37	1137	2,06	1441,77

$H_c = 5,9 \text{ A/cm}$

$B_r = 1,55 \text{ T}$

Mérési adatok által felvázolt diagrammok:



Konklúzió:

A kapott értékekkel, és a grafikonokkal könnyen összehasonlíthatjuk a különböző mintákat, és következtetéseket vonhatunk le azok tulajdonságairól, eldönthetjük melyik alkalmasabb egy-egy specifikált feladat elvégzésére

Leolvastuk a legnagyobb gerjesztésű beállítás mellett a remanens indukciót (B_R) és a koercív erőt (H_C). A fenti lépéseket mind a négy mintával elismételtük.