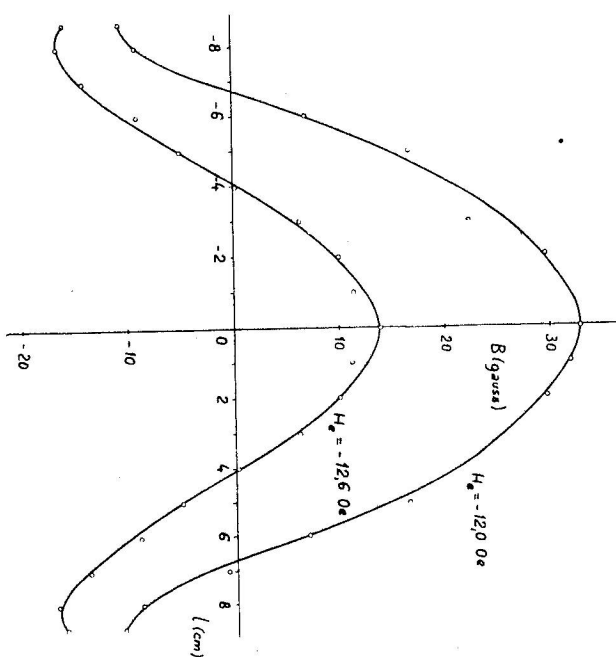


ŠTUDIUM MNOHOPÓLOVEJ MAGNETIZÁCIE NA TYČOVÝCH VZORKÁCH

JURAJ DANIEL-SZABÓ

Katedra fyziky Vysoké školy technickej v Košiciach

V súvislosti s vyšetrovaním príčin zvláštného priebehu hysterézie demagnetizačného faktora ukázali Hajko a Daniel-Szabó [1], že pri premagnetovávaní tyčovej vzorky je rozloženie magnetickej indukcie pozdĺž vzorky nehomogénne pri všetkých hodnotách vonkajšieho poľa, pri ktorých sa rozloženie indukcie sledovalo. V oblasti prechodu indukcie od kladných hodnôt k zápor-

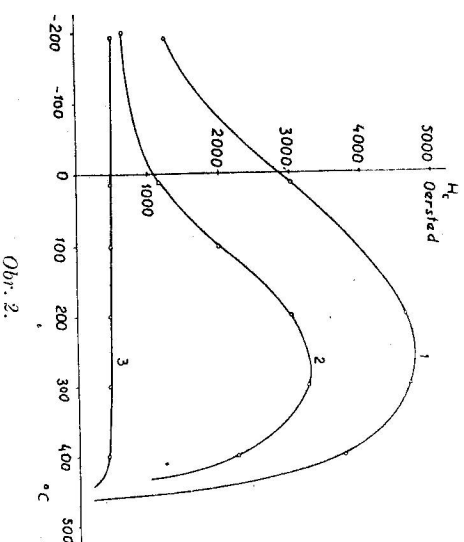


Obr. 1.

ným, pri vhodných hodnotách záporného poľa nastane stav, keď vnútorné pole (výslednica vonkajšieho a demagnetizačného poľa) postačuje na premagnetovanie častí vzorky pri oboch jej koncoch, kým stredná časť vzorky ostáva zmagнетovaná v pôvodnom smere. Sترتأصص sa tu so zvláštnym prípadom

mnohopólovej magnetizácie, keď tyčová vzorka — za prítomnosti vhodného magnetického poľa — rozdelí sa na tri vzájomne opačne magnetované makroskopické oblasti (obr. 1).

Kubota a Okazaki [2] ukázali, že sa aj po odstránení vonkajšieho magnetického poľa zjav mnohopólovej magnetizácie veľmi zreteľne prejavuje na tyčovej vzorke hexagonálneho feritu bárya ($\text{BaO} \cdot 6 \text{Fe}_2\text{O}_3$) vhodné magnetovaného. Je to umožnené predovšetkým výraznou závislosťou jeho koercitívnej sily od teploty a od veľkosti zrna materiálu [3] (obr. 2: krivka 1 zobrazuje



Obr. 2.

zuje závislosť $H_c(T)$ na jemnozrnnom materiáli, krivka 2 na materiáli so zrnami strednej veľkosti a krivka 3 na hrubozrnnom materiáli).

Ak sa tyčová vzorka hexagonálneho feritu bárya zmagnetuje v jednom smere, vyhne sa na vhodnú teplotu, napr. takú, ktorej prislúcha koercitívna sila v strednej časti závislosti $H_c(T)$, a pozdĺž vzorky sa udržuje vhodný teplotný gradient, jednotlivým miestam pozdĺž vzorky prislúchajú rôzne hodnoty koercitívnej sily. Ak sa takáto vzorka uloží do vhodného záporného poľa, nastane stav, keď pole vo vzorke postáči na premagnetovanie jednej jej časti, kým druhej ešte nie. Vzorka sa takto rozdelí na dve makroskopické oblasti vzájomne opačne zmagnetované. Tento stav ostáva zachovaný aj po odstránení vonkajšieho poľa a ochladení vzorky. Ak sa pozdĺž vzorky rozdelenej na niekoľko makroskopických oblastí vytvorí teplotný gradient, ktorý na hraniciach susedných oblastí mení svoje znamienko striedavo, pri použití vhodného záporného poľa sa jednotlivé oblasti zmagnetovali vzájomne opačne. Tento stav mnohopólovej magnetizácie ostal opäť zachovaný aj po odstránení vonkajšieho poľa a ochladení vzorky. Možno ho indikovať napr. aj pomocou železných pilín, ktoré bežne používame pre demonštrovanie siločiar magnetického poľa.

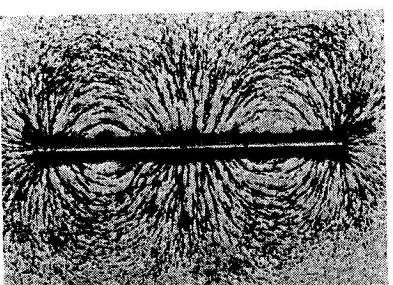
Závislosť koercitívnej sily feroxydu bárya od veľkosti zŕn (obr. 2) umožňuje dosiahnuť tento efekt aj bez teplotného gradientu pri materiáloch so zrnami rôznej veľkosti. Pri použití vhodného záporného poľa sa vzorka premagnetuje v častiach obsahujúcich väčšie zrná. Tento stav multipolarizácie ostáva opäť zachovaný aj po odstránení vonkajšieho poľa.

Stav mnohopólovej magnetizácie možno vyvolať vhodným magnetovaním aj pri kovových feromagnetikách a možno ho zachovať aj po odstránení magnetického poľa. V tomto príspevku chceme uviesť niektoré experimentálne výsledky k tejto otázke.

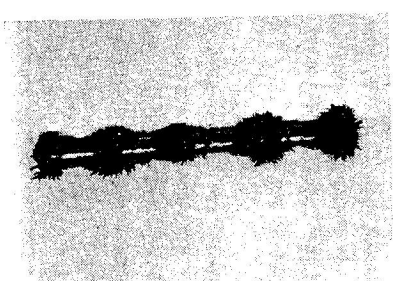
Pokusy, ktoré v ďalšom opíšeme, konali sa predovšetkým na valcovej železnej tyči Poldi Radeco, dĺžky 20 cm, priemeru 1,6 cm. Stav multipolarizácie vzorky sme indikovali citlivou deklinácnou magnetkou a pilinovým obrazcom kvalitatívne a kvantitatívne sledovaním rozloženia magnetickej indukcie pozdĺž vzorky. Hodnoty indukcie sme zisťovali balistickou metódou, vytrhávaním vzorky z úzkej (2 mm) cievky tak, že hodnoty indukcie, prislúchajúce jednotlivým miestam pozdĺž tyče, sme získali pri postupnom vytrhávaní vzorky z týchto miest, postupujúce od konca po 1, prípadne po 2 cm. Takto sa získal dostatočne podrobný obraz o rozložení magnetickej indukcie pozdĺž tyče.

Proces magnetovania vzorky sa konal viacerými spôsobmi:

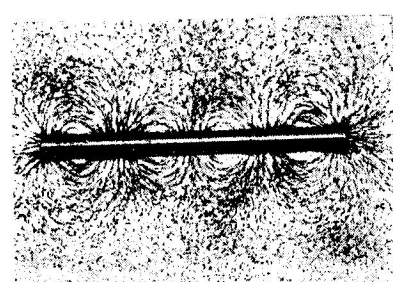
a) Vhodne odmagnetovanú vzorku sme uložili do magnetického poľa, ktoré pozdĺž vzorky menilo svoj smer na opačný na jednom, prípadne na viacerých miestach. Takéto pole sa dosiahlo napr. tak, že na vzorku sa nasunuli dve (prípadne viac) prakticky rovnaké, vzájomne opačne vinné cievky. Pri prechode jednosmerného prúdu sa v cievkach vytvorilo magnetické pole — nehomogénne — rovnobežné s osou vzorky — ktoré na styčných miestach cievok menilo svoj smer. Vzorka sa zmagnetovala mnohopólove a tento stav ostal zachovaný aj po odstránení vonkajšieho magnetického poľa. Na obr. 3,



Obr. 3.



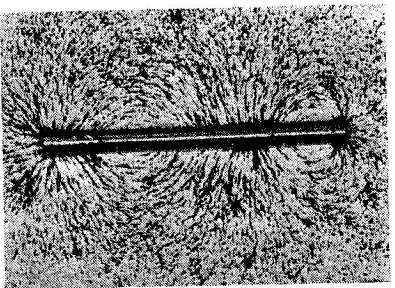
Obr. 4a.



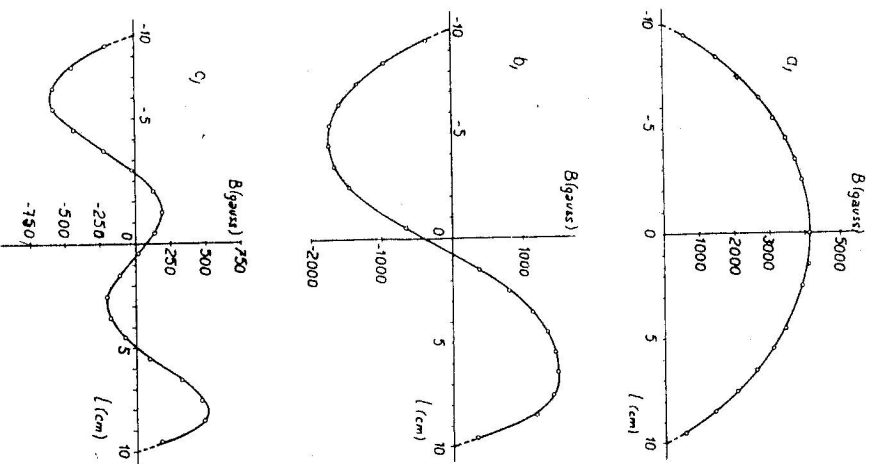
Obr. 4b.

4a, 4b sú pilinové obrázky vzorky zmagnetovanej mnohopólove, s dvoma, resp. štyrmi oblasťami vzájomne opačne zmagnetovanými. Objem oblastí zmagnetovaných v jednom smere sa môže zväčšovať na úkor oblastí zmagnetovaných opačne, ak použijeme vhodné pole. Takýto nesymetrický mnohopólový stav je na obr. 5.

Kvantitatívne sa hodnotil magnetický stav vzorky sledovaním rozloženia magnetickej indukcie. Na obr. 6b, c je zobrazené rozloženie indukcie pozdĺž vzorky, magnetovanej mnohopólove, s dvoma, resp. štyrmi vzájomne opačne zmagnetovanými oblasťami. Výsledky meraní jasne poukazujú na mnohopólový stav vzorky. Rozloženie indukcie je nehomogénne a má podobný priebeh ako rozloženie indukcie pozdĺž vzorky magnetovanej v homogennom poli v jednom smere (obr. 6a). Menšie odchýlky v rozložení indukcie súvisia s tým, že pola magnetizačných solenoidov sú nehomogénne a vzájomne sa



Obr. 5.



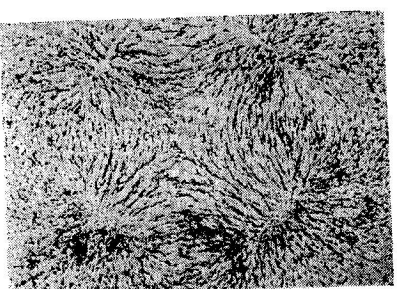
Obr. 6.

ovplyvňujú. To má za následok aj skutočnosť, že extrémne hodnoty indukcie vo vnútorných oblastiach (pozri obr. 6c) sú v absolútnej hodnote menšie ako vo vonkajších.

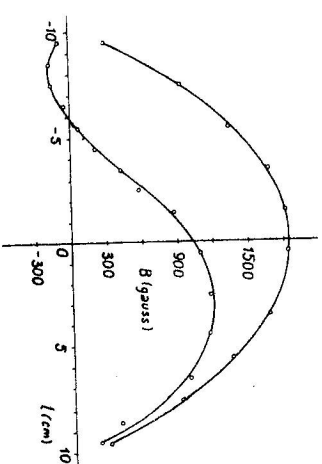
Opísaným spôsobom sme magnetovali aj vzorky uzavreté (železný prstenec).

Aj tieto sa zmagnetovali mnohopólove (obr. 7). Počet a objem príslušných oblastí závisí od spôsobu magnetovania vzorky.

b) Stav mnohopólovej magnetizácie možno dosiahnuť aj vplyvom nehomogénneho magnetického pola na tyčovitú vzorku, zmagnetovanú v určitom smere. Tyčovitú feromagnetickú vzorku v určitom smere zmagnetovanú sme uo-



Obr. 7.



Obr. 8.

žili do vhodného nehomogénneho magnetického pola opačného smeru. Vzorka sa premagnetovala v častiach, v ktorých vnútorné pole (výšlednica vonkajšieho a demagnetizačného pola v danom mieste) dosahuje potrebnú kritickú hodnotu na obrátenie magnetizácie. V ostatných častiach pôvodný smer magnetizácie ostáva zachovaný, a tak vzorka pôvodne zmagnetovaná v jednom smere rozdelila sa na dve oblasti vzájomne opačne zmagnetované. Tento stav mnohopólovej magnetizácie ostáva zachovaný aj po odstránení k zmagnetovanej vzorky sme sa priblížili vhodným koncom prirodzeného magnetu alebo že sme časť vzorky vsunuli do magnetizačného solenoidu, ktorý vytváral pole opačného smeru. Na obr. 8 je porovnané rozloženie magnetickej indukcie pozdĺž vzorky pred a po jej vložení do nehomogénneho magnetického pola.

Pokusy uvedeného druhu sme urobili aj na niektorých ďalších kovových feromagnetických vzorkách rôznych rozmerov a magnetických vlastností. Dosiahli sme vždy výraznejší alebo menej výrazný efekt multipolarizácie. Je pravdepodobné, že mnohopólovú magnetizáciu v kovových feromagnetických vzorkách by sme úspešne získali aj iným spôsobom (napr. využitím závislosti koerzitívnej sily kovových feromagnetík od teploty, od veľkosti zrna, čistoty materiálu a pod.). Získaný experimentálny materiál umožňuje s veľkou pravdepodobnosťou predpokladať, že stav mnohopólovej magnetizácie viac

výrazne alebo menej výrazne možno vhodným magnetovaním vyvolať pri každej feromagnetike látku.

LITERATÚRA

1. Hajko a Daniel-Szabó, Čs. časopis pro fysiku 6, (1956), str. 352. 2. Kubota a Okazaki, *Journal of Physic. Society Japan* 10, 1955. 3. Rathenau, *Philips Technische Rundschau* 10, 1952.

Došlo 30. IV. 1956.