

Juraj Daniel-Szabó

Štúdium mnohopólovej magnetizácie na tyčových vzorkách

*Matematicko-fyzikálny časopis*, Vol. 6 (1956), No. 4, 255--260

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/126512>

## Terms of use:

© Mathematical Institute of the Slovak Academy of Sciences, 1956

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



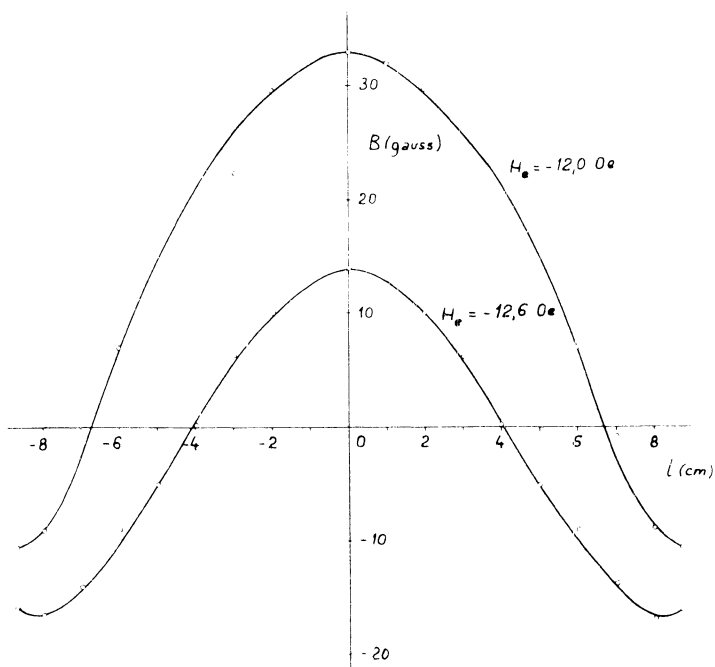
This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

# ŠTÚDIUM MNOHOPÓLOVEJ MAGNETIZÁCIE NA TYČOVÝCH VZORKÁCH

JURAJ DANIEL-SZABÓ

Katedra fyziky Vysokej školy technickej v Košiciach

V súvislosti s vyšetrowaním príčin zvláštneho 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-

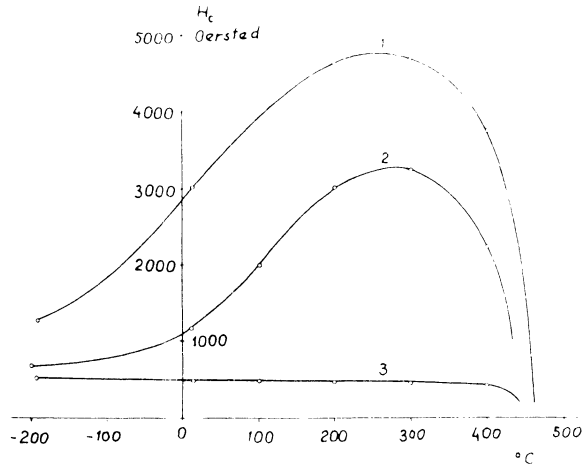


Obr. 1.

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 zmagnetovaná v pôvodnom smere. Štretávame 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 ( $\text{BaO} \cdot 6 \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) vhodne magnetovaného. Je to umožnené predovšetkým výraznou závislosťou jeho koerzitívnej sily od teploty a od veľkosti zrna materiálu [3] (obr. 2; krivka 1 zobra-



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, vyhrejé na vhodnú teplotu, napr. takú, ktorej prislúcha koerzitívna sila v strmej časti závislosti  $H_c(T)$ , a pozdĺž vzorky sa udržuje vhodný teplotný gradient, jednotlivým miestam pozdĺž vzorky prislúchajú rôzne hodnoty koerzitívnej sily. Ak sa takáto vzorka uloží do vhodného záporného poľa, nastane stav, keď pole vo vzorke postačí 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 vytvoril teplotný gradient, ktorý na hraniciach susedných oblastí menil svoje znamienko, 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.

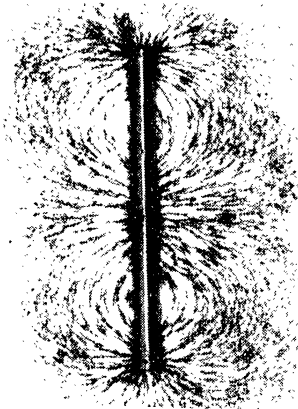
Závislosť koerčívnej sily feroxydu bárya od veľkosti zŕn (obr. 2) umožňuje dosiahnuť tento efekt aj bez teplotného gradientu pri materiáloch so zrnami rôznej veľkosti. Pri použití vhodného záporného póla sa vzorka premagnetuje v častiach obsahujúcich väčšie zrná. Tento stav multipolarizácie ostáva opäť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

Stav mnohopólovej magnetizácie možno vyvolať vhodným magnetovaním aj pri kovových feromagnetikách a možno ho zachovať aj po odstránení magnetického póla. 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 deklinačnou 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, postupujúc od konca po 1, prípadne po 2 cm. Taktá sa získal dostatočne podrobný obraz o rozložení magnetickej indukcie pozdĺž tyče.

Proces magnetovania vzorky sa konal viacerými spôsobmi:

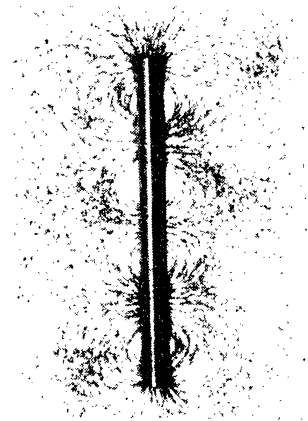
a) Vhodne odmagnetovanú vzorku sme uložili do magnetického póla, ktoré pozdĺž vzorky menilo svoj smer na opačný na jednom, prípadne na viacerých miestach. Takéto pole sa dosiahlo napr. tak, že na vzorku sa nasunuli dve (prípadne viac) prakticky rovnaké, vzájomne opačne vinuté cievky. Pri prechode jednosmerného 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 póla. Na obr. 3.



Obr. 3.



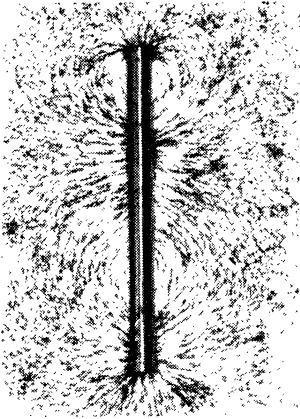
Obr. 1a.



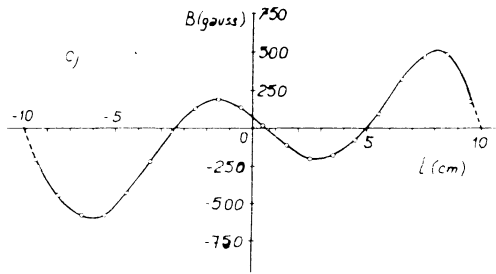
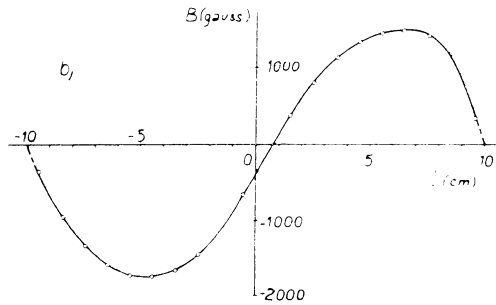
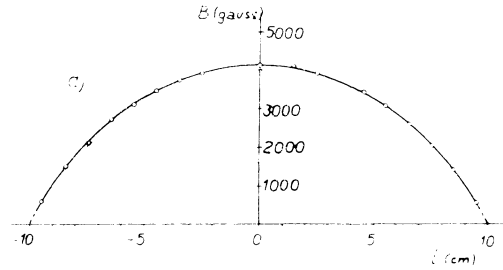
Obr. 1b.

4a, 4b sú pilinové obrazce vzorky zmagetovanej mnohopólove, s dvoma, resp. štyrmi oblasťami vzájomne opačne zmagetovanými. Objem oblastí zmagetovaných v jednom smere sa môže zväčšovať na úkor oblastí zmagetovaných 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 zmagetovanými oblasťami. Výsledky meraní jasne poukazujú na mnohopólový stav vzorky. Rozloženie indukcie je nehomogénne a má podobný priebeh ako rozloženie indukcie pozdĺž vzorky magnetovanej v homogénnom poli v jednom smere (obr. 6a). Menšie odchýlky v rozložení indukcie súvisia s tým, že polia 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. 6e) sú v absolútnej hodnote menšie ako vo vonkajších.

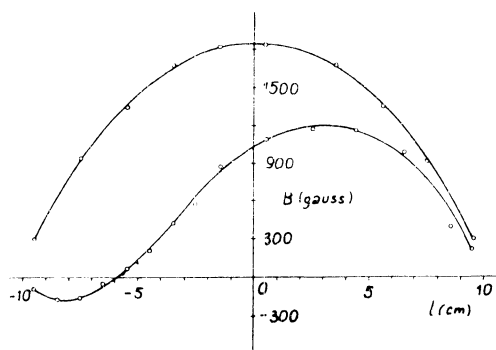
Opísaným spôsobom sme magnetovali aj vzorky uzavreté (železný prstenec).

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 poľa na tyčovú vzorku, zmagnetovanú v určitom smere. Tyčovú feromagnetickú vzorku v určitom smere zmagnetovanú sme ulo-



Obr. 7.



Obr. 8.

žili do vhodného nehomogénneho magnetického poľa opačného smeru. Vzorka sa premagnetovala v častiach, v ktorých vnútorné pole (výslednica vonkajšieho a demagnetizačného poľa 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 vonkajšieho poľa. — Nehomogénne magnetické pole sme vytvorili tak, že k zmagnetovanej vzorke 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 poľa.

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 multipolarizačný.

Je pravdepodobné, že mnohopólovú magnetizáciu v kovových feromagnetických vzorkách by sme úspešne získali aj iným spôsobom (napr. využitím závislosti koerzitívnej sily kovových feromagnetik 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 feromagnetickej látke.

#### 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.