

VPLYV NEDODRŽANIA PRESNEJ VÝCHODISKOVEJ POLOHY VZORKY NA MERANIE JEJ MAGNETICKÉHO MOMENTU INDUKČNOU METÓDOU

IVAN ČERVEN, Bratislava

Meranie magnetického momentu vzoriek indukčnou metódou môže zatažiť chyba, zapríčinená nedodržaním presnej východiskovej, resp. konečnej polohy.

Už Weiss a Forrer [1] experimentálne zistili, že napr. pre rotačný elipsoid s rozmermi $a = 0,9$ cm, $b = c = 0,4$ cm pri posunutí vzorky zo stredu merných cievk do 3 mm sa výsledok merania nezmení o viac ako 1/1000 — pri priemeroch dvoch menších cievok v kompenzačnom zapojení približne 5 cm, resp. 10 cm.

Pre vzorky guľového tvaru možno túto chybu pomerne jednoducho ohodnotiť aj numericky. Majme závit polomeru R , uložený v homogénnom poli, kolmo na smer vektora magnetickej indukcie B_0 . Do tohto pola vložíme guľku polomeru $\varrho < R$. Nech jej stred vzhľadom na stred závitú je posunutý v smere osi závitú o q , v smere kolmom o p . Ak je guľka v poli homogénne namagnetovaná, možno na základe vzťahov pre pole v jej okolí [2, 3] počítať indukčný tok cez plochu ohraničenú závitom.

Ak predpokladáme $p < R - \varrho$, možno pre tento tok dostať vzťah

$$\Phi(p, q) = B_0 \pi R^2 + \frac{m_c}{2} \left(\frac{(R-p)^2}{[(R-p)^2 + q^2]^{3/2}} + \frac{1}{\pi} \int_{R-p}^{R+p} \frac{2q^2 - r^2}{(r^2 + q^2)^{5/2}} \times \right. \\ \left. \times \left(\arccos \frac{r^2 + p^2 - R^2}{2pr} - r \, dr \right) \right),$$

kde m_c je Coulombov magnetický moment vzorky.

Pri oddielení vzorky do nekonečna bude zmena indukčného toku cez plochu ohraničenú závitom

$$\Delta\Phi(p, q) = \Phi(p, q) - B_0 \pi R^2.$$

Ak za správnu hodnotu budeme považovať $\Delta\Phi$ pri $p = q = 0$, čiže $\Delta\Phi(0, 0) =$

$= m_c/2R$, pre ohodnotenie chyby zapríčinené nedodržaním presnej východiskovej polohy môžeme použiť podiel

$$P = \Delta\Phi(p, q)/\Delta\Phi(0, 0).$$

Po zavedení pomerných súradníc stred guľky vzhľadom na stred závitú — $a = q/R$, $b = p/R$ — bude mať podiel P tento tvar:

$$P(a, b) = \frac{(1-b)^2}{[(1-b)^2 + a^2]^{3/2}} + \frac{1}{\pi} \int_{1-b}^{1+b} \frac{2a^2 - r^2}{(a^2 + r^2)^{5/2}} \left(\arccos \frac{r^2 + b^2 - 1}{2br} \right) r \, dr.$$

Hodnoty funkcie $P(a, b)$ sú uvedené v tab. 1.

Z uvedených vzťahov ďalej vidieť, že podiel $\Delta\Phi(p, q)/m_c$ závisí len od polohy závitú R , posunutí p, q , ale nezávisí od rozmerov vzorky. Toto je však správne len pre vzorky tvaru guľe, a pri vzorkách tvaru elipsoidu sa uplatnia aj ich rozmery.

Z tab. 1 možno zistiť, že pri posunutí východiskovej polohy vzorky v smere osi závitú bude zmena indukčného toku menšia ako $\Delta\Phi(0, 0)$, kým pri jej posunutí v smere polomeru závitú bude väčšia.

Ak Weissov-Forrerov údaj porovnáme s hodnotami v tab. 1, zistíme dobrú zhodu.

Magnetický moment vzoriek možno merať aj premiestnením z jednej kompenzačnej cievky do druhej [4, 5] alebo komutáciou magnetického pola [6]. Na ohodnotenie chyby zapríčinené nedodržaním správnej polohy vzorky možno aj v týchto prípadoch použiť údaje z tab. 1.

Tabuľka 1

Hodnoty funkcie $P(a, b)$

$a \backslash b$	0	0,01	0,02	0,06	0,10	0,25	0,50
0	1	1,0001	1,0003	1,0027	1,0076	1,0498	1,2458
0,01	0,9998	0,9999	1,0002	1,0026	1,0074	1,0497	1,2454
0,02	0,9994	0,9995	0,9997	1,0021	1,0069	1,0491	1,2441
0,06	0,9946	0,9947	0,9949	0,9973	1,0020	1,0430	1,2308
0,10	0,9852	0,9853	0,9855	0,9877	0,9922	1,0311	1,2053
0,25	0,9131	0,9131	0,9133	0,9147	0,9176	0,9430	1,0317
0,50	0,7155	0,7155	0,7155	0,7155	0,7155	0,7143	0,6916

Funkciu $P(a, b)$ tabelovali na Katedre matematických strojov Elektrotechnickej fakulty SVŠT v Bratislave počítačom MINSK-22. Integrál vo funkcii $P(a, b)$ sa počítal s presnosťou na $1/1000$.

Záverom chcem poďakovať prof. O. Bendovi za podnet k napísaniu tejto poznámky a pani V. Kostolanskej za pomoc pri programovaní výpočtu.

LITERATÚRA

- [1] Weiss P., Forrer R., *Ann. de Physique* 12 (1929), 279.
 - [2] Stratton J. A., *Teorie elektromagnetického pole*, SNTL, Praha 1961.
 - [3] Benda O., *Feromagnetismus*, SVTL, Bratislava 1963.
 - [4] Brož J., Bergstein A., Krupička S., Vintera J., Závěta K., *Čs. čas. fys.* 7 (1957), 46.
 - [5] Červený I., *Fyz. čas.* 19 (1969), 57.
 - [6] Wotruba K., *Čs. čas. fys.* 10 (1960), 242.
- Došlo 28. 4. 1969

*Katedra fyziky
Elektrotechnickej fakulty SVŠT,
Bratislava*

THE INFLUENCE OF THE NON-PRESERVATION OF THE INITIAL POSITION OF THE SAMPLE ON THE MEASUREMENT OF THE MAGNETIC MOMENT

Ivan Červený

Summary

The error caused by the non-preservation of the initial position of the sample with spherical shape is evaluated. The results presented in the table are the relative changes of the magnetic flux through the plane of circular turn when the sample is displaced to infinity from the shifted position compared to the one when it is displaced from the middle of the turn.