|  |
| --- |
|  |
| POSOUZENÍ MAGNETICKÉ ANIZOTROPIE ORIENTOVANÉHO KŘEMÍKOVÉHO PLECHU |
| REFERÁT Č.2 |

|  |
| --- |
| Josef Havlík19.10.2010 |

ÚLOHA ČÍSLO 3

 **Zadání úkolu:**

Prověřte a posuďte předpokládané anizotropní magnetické chování křemíkového

orientovaného plechu prostřednictvím:

a) střídavých magnetizačních charakteristik Bm = f(Hstř),

b) velikosti ztrátového čísla Z10.

Pro splnění tohoto úkolu je k dispozici 5 vzorků (5 magnetických obvodů prstencového

tvaru), které se liší pouze tím, že byly svinuté z pásků nastříhaných z jednoho úseku pásu

plechu v pěti různých směrech. Tyto směry vyjadřují úhlový odklon a od směru válcování

pásu. Jedná se o a = 0o, 30o, 45o, 60o a 90o.

**AD a) –** STŘÍDAVÉ MAGNETIZAČNÍ CHARAKTERISTIKY

*Teoretický úvod:*

Na pěti různých vzorcích magnetického obvodu prstencového tvaru změříme závislost indukovaného napětí $U\_{2}$ na magnetizačním proudu $I\_{1}$. Hodnoty magnetizačních prodů byly zadány cvičícím v hodnotách I= 50mA, 100mA, 250mA, 500mA, 750mA, 1A, 1.5A, 2A,

2.5A a 3A. Z těchto proudů a napětí snadno dopočítáme závislost magnetické indukce Bm na magnetické intenzitě Hst podle níže uvedených vztahů. Vzorky se liší pouze

směrem válcování křemíkového plechu, který byl navinut do svitků a ze kterého byly vzorky odebrány tak, že úhly odchylky od směru válcování jsou  = 0°, 30°, 45°, 60°, 90°.

$B\_{m}$ *=* $\frac{U\_{2}}{4,44 f n\_{2} S\_{Fe}}$ *(T)*

$H\_{st}$ *=* $\frac{n\_{1} I\_{1} }{1,1 l\_{s} }$ *(T)*

kde Hst je střední hodnota intenzity magnetického pole vzorku [A/m]

$I\_{1}$ je odečtený údaj magnetizačního proudu [A]

ls je délka střední magnetické linie jádra [m]

- v našem případě má hodnotu 0,22m

$B\_{m}$ je amplitudová velikost sinusového průběhu magnetické indukce ve vzorku [T]

 $U\_{2}$ je efektivní hodnota indukovaného napětí [V]

n1, n2 je počet závitů magnetizačního resp. Měřícího vinutí [-]
 - v našem případě 92

 $S\_{Fe}$ je plocha průřezu magnetického jádra [$m^{2}$]

*Schéma zapojení měřícího obvodu:*

****

*Měření vlastností magnetických materiálů pomocí střídavé magnetizace.*

kde RAT je regulační autotransformátor

TR je oddělovací a snižovací transformátor 2 – 4 – 6 – 12 V

A je multimetr (měření proudu)

V je voltmetr

*Naměřené a vypočtené hodnoty:*

|  |  |
| --- | --- |
| BUDÍCÍ PROUD $I\_{1}$ [A] | ÚHLOVÁ ODCHYLKA OD OSY VÁLCOVÁNÍ |
| 0° | 30° | 45° | 60° | 90° |
| 0,05 | 0,776 V | 0,29 V | 0,136 V | 0,073 V | 0,037 V |
| 0,10 | 1,434 V | 0,60 V | 0,304 V | 0,164 V | 0,088 V |
| 0,25 | 2,230 V | 1,55 V | 0,878 V | 0,513 V | 0,300 V |
| 0,50 | 2,650 V | 2,38 V | 1,606 V | 1,050 V | 0,650 V |
| 0,75 | 2,840 V | 2,78 V | 2,170 V | 1,530 V | 1,000 V |
| 1,00 | 2,980 V | 3,01 V | 2,550 V | 1,947 V | 1,340 V |
| 1,50 | 3,200 V | 3,32 V | 3,000 V | 2,600 V | 1,960 V |
| 2,00 | 3,390 V | 3,52 V | 3,220 V | 3,000 V | 2,490 V |
| 2,50 | 3,560 V | 3,66 V | 3,360 V | 3,220 V | 2,900 V |
| 3,00 | 3,760 V | 3,78 V | 3,450 V | 3,350 V | 3,190 V |

*Tabulka primárního nastavovaného proudu a odečítaného sekundárního (indukovaného) napětí v závislosti na úhlech střihu materiálů.*

|  |  |
| --- | --- |
| M. INTENZITA $H\_{st}$ [A/m] | ÚHLOVÁ ODCHYLKA OD OSY VÁLCOVÁNÍ |
| 0° | 30° | 45° | 60° | 90° |
| 19,0083 | 0,37250 T | 0,13920 T | 0,06528 T | 0,03504 T | 0,01776 T |
| 38,0165 | 0,68835 T | 0,28801 T | 0,14592 T | 0,07872 T | 0,04224 T |
| 95,0413 | 1,07044 T | 0,74400 T | 0,42145 T | 0,24625 T | 0,14400 T |
| 190,083 | 1,27205 T | 1,14244 T | 0,77091 T | 0,50402 T | 0,31201 T |
| 285,124 | 1,36326 T | 1,33445 T | 1,04164 T | 0,73443 T  | 0,48002 T |
| 380,165 | 1,43045 T | 1,44485 T | 1,22405 T | 0,93459 T | 0,64322 T |
| 570,248 | 1,53606 T | 1,59366 T | 1,44005 T | 1,24805 T | 0,94083 T |
| 760,331 | 1,62726 T | 1,68966 T | 1,54566 T | 1,44005 T | 1,19524 T |
| 950,413 | 1,70886 T | 1,75687 T | 1,61286 T | 1,54566 T | 1,39205 T |
| 1140,50 | 1,80487 T | 1,81447 T | 1,65606 T | 1,60806 T | 1,53126 T |

*Tabulka vypočítané intenzity magnetického pole z primárního proudu a elektromagnetické indukce vypočítané z naindukovaného napětí.*

*Příklad výpočtu:*

$B\_{m}$ *=* $\frac{U\_{2}}{4,44 f n\_{2} S\_{Fe}}$ *=* $\frac{0,776}{4,44\*50\*92\*1,02\*10^{-4} }$ *= 0,3725 T*

$H\_{st}$ *=* $\frac{n\_{1} I\_{1} }{1,1 l\_{s} }$ *=* $\frac{92\*0,05 }{1,1\*0,22}$ *= 19,008 A/m*

*Grafické znázornění:*

**

*Závislost magnetické indukce na intenzitě magnetického pole Bm=f(Hst). Graf byl vytvořen v programu Wolfram Mathematica.*

**AD b) –** VELIKOST ZTRÁTOVÉHO ČÍSLA

*Teoretický úvod:*

V tomto měření budeme zjišťovat, zda se liší ztrátové číslo Z10 u jednotlivých vzorků, tedy budeme měřit jeho velikost. Ztrátové číslo vyjadřuje velikost ztrát při magnetizaci. V naší úloze ho určíme pomocí plochy hysterezní smyčky. Plocha této hysterezní smyčky má ovšem fyzikální rozměr J/$m^{3}$ a na stínítku osciloskopu $m^{2}$. Proto zavedeme měřítka pro magnetickou indukci a intenzitu. Ztrátové číslo potom budeme počítat při B = 1T podle vztahu:

$Z\_{10}$ *=* $\frac{a\_{B} b\_{H} f Sh}{m}$ *(W/kg)*

kde $a\_{B}, b\_{H}$ jsou měřítka magnetické indukce B resp. magnetické intenzity H a říkají nám
hodnotu příslušné veličiny vztaženou na dílek mřížky, která je vykreslená na stínítku osciloskopu

 f je frekvence

 Sh je plocha hysterezní smyčky aproximovaná pomocí programu na počítači v laboratoři

 m je měrná hmotnost (hustota) měřeného materiálu, přičemž železo má

m = 7 870 kg$m^{-3}$

*Schéma zapojení měřícího obvodu:*



*Zobrazení hysterezní smyčky na osciloskopu.*

Kde RT - regulační autotransformátor, TR – oddělovací trafo, IČ – integrační článek,

O – osciloskop, R – převodník proud – napětí, G – generátor sinusového napětí,

f – měřič kmitočtu.

*Naměřené a vypočtené hodnoty:*

|  |  |
| --- | --- |
| MĚŘÍTKA | ÚHLOVÁ ODCHYLKA OD OSY VÁLCOVÁNÍ |
| 0° | 30° | 45° | 60° | 90° |
| $a\_{B}$ [T/cm] | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| $ b\_{H}$ [A/cm2] | 36,7 | 59,74 | 99,6 | 139,4 | 199,1 |

*Tabulka s měřítky.*

|  |  |
| --- | --- |
| MĚŘÍTKA | ÚHLOVÁ ODCHYLKA OD OSY VÁLCOVÁNÍ |
| 0° | 30° | 45° | 60° | 90° |
| $$PLOCHA SMYČKY [cm2]$$ | 9,0 | 8,4 | 6,8 | 5,6 | 4,2 |
| $$ZTRÁTOVÉ Č. [W/kg]$$ | **0,525** | **0,797** | **1,08** | **1,24** | **1,33** |

*Tabulka s dopočítaným ztrátovým číslem vztaženým k ploše.*

*Aby Z = Z10, musí být měření realizováno při indukci Bm = 1T. Toho dosáhneme při takovém magnetování, při němž U2 nabývá určité, předem vypočítané velikosti:*



*Závěr:*

Magnetické vlastnosti elektrotechnických materiálů jsou zejména v průmyslových a výkonových aplikacích velmi důležitým faktorem. V této laboratorní úloze jsme si prakticky ověřili možnosti správného využití orientovaných křemíkových plechů vzhledem k jejich směrovým vlastnostem a zjistili jsme, že při správném natočení těchto plechů při konstrukci elektrického stroje jsme schopni výrazně eliminovat ztráty a vedlejší účinky stroje.

V první části této úlohy jsme zjišťovali závislost elektromagnetické indukce na hodnotě intenzity elektrického pole. Z naměřených hodnot jsme vykreslili graf a zjistili jsme, že charakteristiky nejsou stejné. Můžeme konstatovat, že měřené vzorky nejsou izotropní.

 V druhé části laboratorní úlohy jsme zjišťovali velikost ztrát vznikajících v magnetiku při střídavé magnetizaci a opět při orientaci jednotlivých směrů daných vzorků.

 Zjistili jsme, že největší ztráty v magnetickém obvodu jsou při použití křemíkové destičky orientované na 90°, tedy kolmo ke směru válcování. Naopak tomu bylo u destičky, která byla orientovaná rovnoběžně.