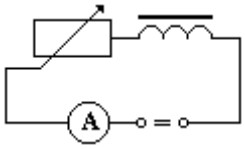
***Magnetická hystereze

Pro velikost magnetické indukce velmi dlouhé cívky platí vztah: $B = \mu_0 \mu_r \frac{NI}{l} = \mu \frac{NI}{l} = \mu H$, kde $H = \frac{NI}{l}$ je **intenzita magnetického pole**; $[H] = \mathrm{A.m^{-1}}$. Jedná se o vektorovou fyzikální veličinu, jejíž vektor má (v izotropním prostředí) stejný směr jako vektor magnetické indukce. Relativní permeabilita feromagnetických látek není konstantní, ale závisí na velikosti intenzity magnetického pole. Závislost $B = \mu_0 \mu_r H$ tedy není lineární.

Budeme-li v uvažované cívce s jádrem z feromagnetické látky (schéma zapojení obvodu je na obr. 137) postupně zvětšovat proud z nulové hodnoty, bude se magnetická indukce v jádře zvětšovat v závislosti na zvětšující se intenzitě magnetického pole.



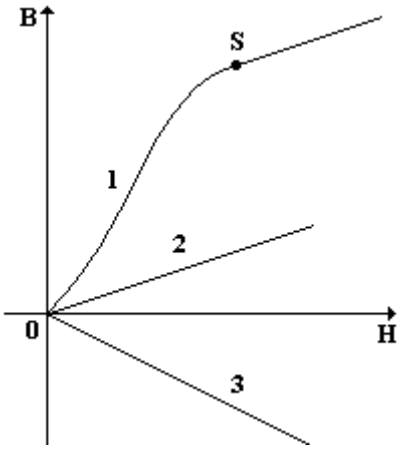
Obr. 137

Uvědomme si, že velikost magnetické intenzity je dána vztahem $H = \frac{NI}{l}$, to znamená, že magnetická intenzita se mění v závislosti na změně proudu. Počet závitů *N* cívky a její délka *l* je konstantní.

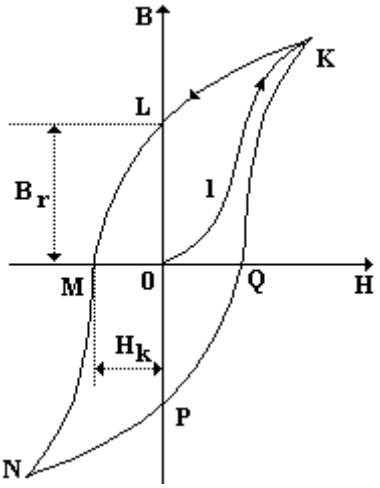
Proto vlastně popisujeme závislost magnetické indukce na proudu procházejícím cívkou.

Grafem této závislosti je **křivka prvotní magnetizace** (panenská křivka), která je zobrazená na obr. 138 část 1. Bod *S* na této křivce odpovídá magnetickému nasycení látky. To je stav, v němž jsou magnetické domény jsou paralelně uspořádány ve směru $\vec{H}$ (viz obr. 136). Další zvětšování magnetické indukce za bod *S* je způsobeno zvětšováním magnetické indukce pole samotné cívky (tj. už se neuplatní vliv feromagnetického jádra) - viz obr. 138 křivka 2.

Křivka 3 na tomtéž obrázku charakterizuje diamagnetickou látku.



Obr. 138



Obr. 139

Při zmenšování velikosti intenzity magnetického pole (tedy při zmenšování proudu tekoucího cívkou) se zmenšuje i velikost magnetické indukce. Grafem závislosti je křivka *KL*, která vypovídá o **nevratnosti magnetizačních procesů ve feromagnetických látkách.** Celý graf je zakreslen na obr. 139.

Po dosažení nulové hodnoty intenzity magnetického pole neklesne velikost magnetické indukce na nulovou hodnotu, ale na hodnotu B_r. Látka je tedy zmagnetována i bez působení vnějšího magnetického pole. Magnetická indukce $\vec{B}_r$ se nazývá **remanentní magnetická indukce** (**zbytková magnetická indukce**). Změníme-li směr vektoru intenzity magnetického pole na opačný (tj. obrátíme-li směr proudu v cívce), bude se s dalším zvětšováním proudu tekoucího cívkou (tedy i velikosti magnetické intenzity) zmenšovat velikost magnetické indukce (část křivky *LM*).

Dosáhne-li velikost intenzity magnetického pole hodnoty H_k (tzv. **koercitivní intenzita magnetického pole**), klesne velikost magnetické indukce v látce na nulu (bod *M*). Při dalším zvětšování intenzity magnetického pole (a tedy i proudu procházejícího cívkou) se vzorek magnetuje opačně až do nasycení (bod *N*). Poté začneme intenzitu magnetického pole opět zmenšovat a po dosažení její nulové velikosti změníme opět směr proudu v cívce a dojdeme do bodu *K* (část křivky *NPQK*). Tím je jeden magnetizační cyklus uzavřen.

Popsaný jev se nazývá **magnetická hystereze** a křivka *KLMNPQK* **hysterezní smyčka**.

Hysterezní smyčka je důležitou charakteristikou feromagnetických látek - dají se z ní určit hodnoty B_r a H_k, je možné odhadnout tzv. hysterezní ztráty, které jsou příčinou nežádoucího zahřívání feromagnetických látek při jejich střídavém magnetování (zahřívání ocelových jader transformátorů), ... Hyysterezní ztráty jsou přitom přímo úměrné obsahu plochy ohraničené hysterezní smyčkou.

Podle tvaru křivky dělíme látky na:

1. magneticky tvrdé - mají širokou hysterezní smyčku, velkou hodnotu B_r a jsou tedy více odolnější vůči zmagnetování (ocel s velkým obsahem uhlíku, ...). Po zrušení vnějšího magnetického pole, zůstávají nadále zmagnetovány a chovají se jako permanentní magnet. Jejich magnetické pole lze zrušit pomocí vnějšího magnetického pole opačné polarity (např. do cívky s jádrem zavedeme proud opačného směru).
2. magneticky měkké - materiály s úzkou hysterezní smyčkou, které se dají snadno zmagnetovat (magnetofonové pásky, diskety, ...). Mají malou hodnotu B_r, což znamená, že po zrušení vnějšího magnetického pole jejich vlastní magnetické pole prakticky zaniká.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.