Magnetické vlastnosti látek

Velikost magnetické indukce cívky je závislá na permeabilitě prostředí, v němž se cívka nachází resp. kterým je tvořeno její jádro. Proto je magnetická indukce cívky navinuté na uzavřeném ocelovém jádře větší než magnetická indukce téže cívky bez jádra. Hodnota relativní permeability je určena vlastnostmi atomů, z nichž je látka složena. S tímto poznatkem přišel již Ampér, který tvrdil, že magnetické vlastnosti látek určují elektrické proudy uvnitř těchto látek.

Zjednodušený model vypadá takto: elektrony v atomech vytvářejí elementární magnetická pole, která se skládají a vytvářejí výsledné magnetické pole atomu. Podle uspořádání elektronů v atomu dělíme magnetické látky do tří skupin:

Diamagnetické látky se skládají z diamagnetických atomů a mají relativní permeabilitu nepatrně menší než 1 ($\mu_r < 1$). To znamená, že tyto látky mírně zeslabují magnetické pole (patří sem inertní plyny, voda, zlato, měď, rtuť, ...).

Diamagnetická látka se od magnetu odpuzuje.

Paramagnetické látky jsou složeny z paramagnetických atomů a jejich permeabilita je nepatrně větší než 1, tj. $\mu_r > 1$. Tyto látky mírně zesilují magnetické pole (draslík, sodík, hliník, modrá skalice, ...).

Fakt, že měď patří mezi diamagnetické látky a modrá skalice mezi paramagnetické látky, je dán chemickou vazbou mědi v modré skalici, přítomností dalších chemických prvků v této sloučenině, ...

Atomy těchto látek mají vlastní magnetické pole. Vnějším magnetickým polem by tedy bylo možné je uspořádat tak, aby došlo k souhlasné orientaci magnetických polí jednotlivých atomů, a tím i ke značnému zesílení magnetického pole v látce. Ve skutečnosti tento stav nenastává - brání mu tepelný pohyb. Magnetické pole v paramagnetické látce není možné zesílit ani vnějším polem o velké magnetické indukci.

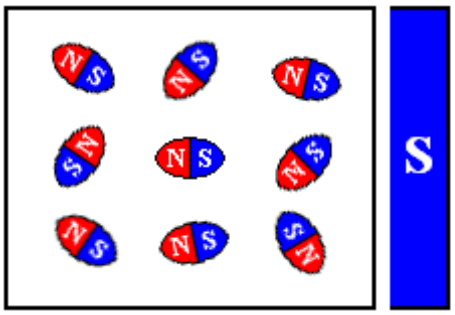
Paramagnetická látka se k magnetu přitahuje a bude sama přitahovat drobné kovové předměty (kancelářské svorky, ...) pouze v případě, že bude v blízkosti magnetu. Paramagnetickou látku není možné zmagnetovat trvale.

Feromagnetické látky jsou složeny také z paramagnetických atomů, ale v takovém uspořádání, že výrazně zesilují magnetické pole. Jejich relativní permeabilita je mnohem větší než 1 ($\mu_r \gg 1$). Již slabým magnetickým polem lze u nich vyvolat takové uspořádání atomů, že se magnetické pole zesílí a dojde k **magnetování látky**. Magnetické pole ve feromagnetické látce zůstává, i když vnější pole zanikne.

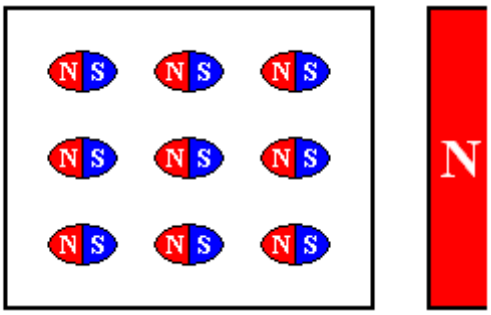
Příčinou magnetizace látky je působení tzv. výměnných sil mezi sousedními atomy. Jejich vlivem nastává i bez vnějšího magnetického pole souhlasné uspořádání magnetických polí v malé oblasti látky. Při této **spontánní** (**samovolné**) **magnetizaci** vznikají v látce zmagnetované mikroskopické oblasti (o objemu $10^{-3} - 10\,\mathrm{mm}^3$) zvané **magnetické domény**, které jsou orientovány nahodile (viz obr. 134). Působením vnějšího magnetického pole se tyto domény orientují souhlasně a látka získává vlastnosti magnetu (viz obr. 135). Při tomto ději se objem domén postupně zvětšuje, až při jejich souhlasném uspořádání doménová struktura mizí - látka je magneticky nasycena.

Feromagnetickou látku lze zmagnetovat trvale: např. přejedeme-li magnetem nůž nebo šroubovák, začne přitahovat drobné kovové předměty (kancelářské svorky, šroubky, ...).

Feromagnetická látka je tvořena týmž druhem atomů jako látka paramagnetická, liší se ale v jiném uspořádání atomů a tedy i v jiném vzájemném silovém působení.



Obr. 134



Obr. 135

Strukturu paramagnetické látky lze přiblížit obr. 134. Zmagnetované oblasti jsou ale v paramagnetické látce výrazně menší než v látce feromagnetické - v látce paramagnetické se jedná pouze o jednotlivé atomy, zatímco v látce feromagnetické jde o „shluky“ atomů. Navíc tyto oblasti není možné v paramagnetické látce uspořádat ve směru vnějšího magnetického pole (jako u látky feromagnetické - viz obr. 135); tomuto uspořádání brání tepelný chaotický pohyb částic látky!

Počet feromagnetických látek není velký, přesto mají značný praktický význam: vyrábějí se z nich jádra cívek v elektromagnetech, transformátorech, elektrických. strojích, ...

Základní vlastnosti feromagnetických látek:

1. Feromagnetismus se projevuje jen tehdy, je-li látka v krystalickém stavu - v kapalném nebo plynném stavu se chovají jako látky paramagnetické. Feromagnetismus je tedy vlastností struktury, ne jednotlivých atomů.
2. Pro každou feromagnetickou látku existuje určitá teplota (tzv. **Curieova teplota**), při jejímž překročení látka ztrácí feromagnetické vlastnosti a stává se látkou paramagnetickou.

Po překročení Curieovy teploty (řádově stovky stupňů Celsia) je tepelný pohyb tak intenzivní, že se vzniklé magnetické domény rozpadají zpět na jednotlivé atomy.

Chcete-li tedy někomu zničit jeho magnet, vhoďte jej do ohně. Necháte-li jej chladnout bez přítomnosti magnetického pole, získáte kus nemagnetického materiálu. Zahřejete-li jej ovšem znovu na Curieovu teplotu a necháte-li jej poté chladnout v magnetickém poli, získáte opět magnet.

Vzniku domén totiž brání vnitřní tepelný pohyb částic. Proto se tyto domény snáze vytvoří v přítomnosti vnějšího magnetického pole. Před opětovným vytvořením magnetických domén je nutný ohřev na Curieovu teplotu proto, aby se intenzivním tepelným pohybem rozpadly zbytky magnetických domén, které mohly ve struktuře látky zůstat z předchozího magnetování. Bez ohřevu na Curieovu teplotu by bylo nutné použít velmi silné vnější magnetické pole.

K natočení domén je nutno dodat určitou energii, je nutné vykonat určitou práci. A tuto energii je možné získat ohřevem materiálu (částice i domény začnou intenzivněji vibrovat a je tedy snadnější je překlopit do žádané polohy) a nebo silným magnetickým polem (magnetická síla se bude snažit domény natočit tak, aby byly v energeticky výhodném stavu).

Mezi látky feromagnetické patří také **ferimagnetické látky** (**ferity**) - sloučeniny Fe_2O_3 s oxidy jiných kovů (Mn, Ba, ...). Mají mnohem větší elektrický odpor než kovové feromagnetické látky, a proto nalezly široké uplatnění v praxi (slaboproudá elektrotechnika, permanentní magnety, ...).

© 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.