

# ELEKTROTECHNICKÉ MATERIÁLY

## 1) Uveďte charakteristické parametry magnetických látek

*Existence magnetického momentu:*

- základním předpoklad, aby látky měly magnetické vlastnosti
- tvořen součtem orbitálního (*okolního*) a spinového (*otáčející se kolem své osy*) mag. momentu elektronu

Jsou charakterizovány:

### Poměrná permeability $\mu_r$

- podíl permeability daného materiálu a permeability vakua ( $4\pi 10^{-7}$ )

### Permeabilita

- fyzikální veličina, udávající míru magnetizace v důsledku působícího magnetického pole

$$\mu = \frac{B}{H}$$

### Magnetická susceptibilita $\kappa_m$

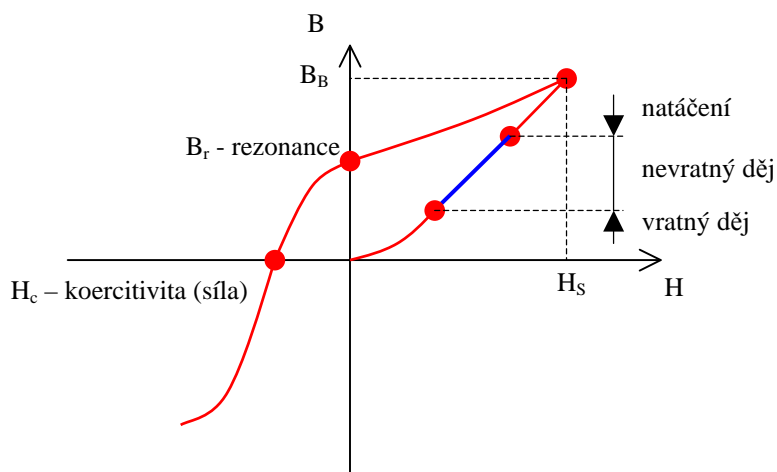
- bezrozměrná
- popisuje chování materiálu ve vnějším mag. poli

$$\kappa_m = \mu_r - 1$$

- podle hodnoty mag. susceptibilita lze rozdělit materiály na:

- diamagnetické  $-1 < \kappa_m < 0$
- paramagnetické  $0 < \kappa_m \ll 1$
- feromagnetické  $\kappa_m \gg 1$

### Hysterezní smyčka



- Blochovy stěny se v této části natáčí – zvyšují intenzitu => roste indukce v materiálu

- velká plocha hysterezní smyčky = mag. tvrdý materiál
- malá plocha hysterezní smyčky = mag. měkký materiál
- plocha hysterezní smyčky odpovídá ztrátám hysterezním

### **Remanentní indukce $B_r$ [T]**

- vyjadřuje indukci, kterou si mag. materiál podrží, zmenší-li se při jeho magnetování intenzita  $H$  na 0

### **Koercitivní intenzita $H_c$ [ $A \cdot m^{-1}$ ]**

- vyjadřuje intenzitu mag. pole  $H$ , potřebnou k odstranění remanentní indukce  $B_r$

### **Ztráty vířivými proudy $P_v$**

- vznikají v důsledku el. vodivosti feromagnetického materiálu
- zmenšení těchto ztrát lze docílit použitím materiálu se zvýšenou rezistivitou (např. křemík, ocel) a skladováním mag. plechů vzájemně izolovaných (tenké plechy)

### **Hysterezní ztráty $P_h$**

- vznikají jako důsledek magnetické hystereze při cyklickém magnetování feromagnetika

### **Celkové ztráty $P_{Fe}$**

$$P_{Fe} = P_v + P_h + P_p$$

### **Přídavné ztráty $P_p$**

- nečistoty v materiálech, atd...

### **Měrné ztráty**

- hodnotíme jimi velikost ztrát ve feromagnetiku
- $p / W \cdot kg^{-1}$
- doplňují se údajem o frekvenci a pracovní indukci, při které byly měřeny

## **2) Charakterizuje supravodivost a uveďte podmínky vzniku**

### **Supravodivost**

- nemá žádný odpor (skoková změna)

### **Hypervodivost**

- má snížený el. odpor o několik řádů
- u velmi čistých kovů

## Cooperův jev

- elektron při svém pohybu krystalovou mřížkou vyvolává zhuštění +iontů kolem své trajektorie => ionty se do svých původních poloh vrací relativně pomalu => do tohoto místa je přitahován druhý elektron => výsledkem je nepřímé přitahování jednoho elektronu druhým => kotělovaná dvojice elektronů
- tento stav vylučuje několik jevů (srážky elektronů s ionty krystal. mřížky => el. odpor)
- korelované dvojice existují pouze v supravodivé fázi

## Podmínky vzniku supravodivosti:

- teplota supravodiče je nižší než kritická teplota  $T_K$
- indukce mag. pole je nižší než kritická indukce  $B_K$
- hustota proudu je nižší než kritická hustota  $j_K$

Tabulka kritických hodnot pro olovo:

veličina	$T_K$	$B_K$	$j_K$
hodnota	7,2 [K]	0,08 [T]	10 – 40 [kA/cm <sup>2</sup> ]

## Materiály pro supravodivost

- tavné
- pevné

## Čisté kovy

- Pb, Nb

## Slitiny

- Nb-Ti, Nb-Ti-Zr

## Intermetalické sloučeniny

- Nb<sub>3</sub>Sn, V<sub>3</sub>Ga
- jsou křehké proto se nanášejí na tuhé podložky jako tenké vrstvy

## Rozdělení supravodivých materiálů

- nízkoteplotní
- vysokoteplotní
- supravodivé organické sloučeniny a supravodivý uhlík

## Hypervodiče

- v oblasti kryogenních teplot (pod 100K), vyšší teploty než u supravodičů
- čistota 99,995%
- chlazení kapalným H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>
- čistý Al + kapalný H<sub>2</sub>
- velmi čisté Be + kapalný N<sub>2</sub>

### 3) Proč se v elektrotechnice používá pro přenos proudu mezi stojící a rotující částí uhlík, jaké jsou jeho vlastnosti?

- diamant (krystalová mřížka)
- grafit (šesterečná mřížka – 3 valenční elektrony tvoří pevnou vazbu, jeden je pohyblivý)
- beztvary uhlík (saze)

## Vlastnosti uhlíku:

- vodivý
- na rozdíl od kovových materiálů mají uhlíkové materiály schopnost vytvářet plynný oxid => kontakty neoxidují
- vysoký bod tavení
- chemicky stálý
- dobrá elektrická vodivost a tepelná vodivost (přidáním stříbra)
- dobrá pružnost
- tepelná stálost

## *Použití uhlíku:*

- přenos proudu mezi pevnou a pohyblivou částí
- speciální kontakty (spínací a opalovací kontakty)
- odporový materiál (lze u něj dosáhnout vyšší odpor než u odporových slitin)

### 4) Uveďte charakteristické vlastnosti materiálů používaných na kontakty.

## Kontakt

- dva vodiče el. proudu, které se dotýkají a el. proud jimi prochází v místě jejich dotyku
- kontakt patří mezi místa silně mechanicky, chemicky namáhané (v silnoproudých i slaboproudých spínacích zařízeních)

## *Charakteristické vlastnosti:*

### *Malý a stálý přechodový odpor*

- závisí na tvrdosti, pružnosti a plastičnosti použitých materiálů
- také na přítlačné síle a na zúžení průřezu materiálu v elementárních výstupcích (*úžinový odpor*)
- jeho vlastnosti by se neměly v průběhu života příliš měnit

### *Co nejmenší emigrace kovů*

#### *Odolnost proti chemické korozi*

- vznik oxidických, sulfidických, a jiných vrstev ovlivňujících funkci kontaktu

#### *Odolnost proti mechanickému opotřebení*

- podle četnosti spínání kontaktu

#### *Odolnost proti lepení, svařování kontaktu*

#### *Odolnost proti elektrickému oblouku*

- při rozpínání v silnoproudých obvodech
- zhášení komory, zhášení v oblouku, roztahování oblouku

### **5) Jaké elektrické vlastnosti musí vykazovat dobrý elektroizolační materiál?**

#### Izolanty

- určeny k vzájemnému odizolování míst s různým potenciálem => neprotéká proud

#### Dielektrikum

- látka, která je schopna sama si vytvořit vlastní magnetické pole
- každé dielektrikum není izolant

#### **Rozhodující vlastnosti izolačního materiálu:**

##### ***Minimální vodivost***

- konduktivita  $\gamma < 10^{-12}$  S/m

##### ***Relativní permitivita***

- $\epsilon_r =$  řádově jednotky
- větší  $\epsilon \Rightarrow$  více polární  $\Rightarrow$  více dipólů  $\Rightarrow$  větší schopnost vodit)

##### ***Minimální dielektrické ztráty***

- $\text{tg } \delta \leq 10^{-2}$

##### ***Maximální elektrická pružnost***

- $\text{V}\cdot\text{m}^{-1}$ ;  $\text{kV}\cdot\text{mm}^{-1}$

##### ***Odpovídající mechanická pevnost a teplotní odolnost***