

Základní pojmy

Hysterezní křivka

Magnetické materiály charakterizuje jejich hysterezní křivka, (obr. 1). Je to graf závislosti magnetické indukce **B** na intenzitě magnetického pole **H** v daném materiálu. Intenzita magnetického pole se mění od nuly do (+) maxima, poté do (-) maxima a zpět k nule. Intenzita magnetického pole nutná k potlačení remanentní indukce **B_r** na nulu je definována jako koercoitivní síla **H_c**

Permeabilita

obr. 1: Hysterezní křivka a její parametry

Permeabilita, jako jedna ze základních charakteristik materiálu, je parametrem úměrnosti mezi magnetickou indukcí **B** a intenzitou magnetického pole **H** v určitém materiálu. Čím vyšší je hodnota permeability, tím větší indukce se vybudí v materiálu magnetickým polem stejné intenzity.

$$\mathbf{B} = \mu * \mu_0 * \mathbf{H}$$

kde **H** je intenzita magnetického pole [A/m]

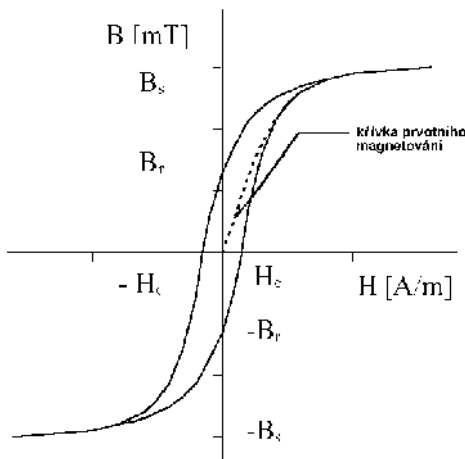
B je magnetická indukce [T]

μ₀ je permeabilita vakua [4 * 10⁻⁷ Tm/A]

μ je relativní permeabilita

Počáteční permeabilita **μ_i**

Materiál, který nebyl dosud zmagnetován nebo je odmagnetován (např. tepelně), vykazuje při působení magnetického pole křivku prvotního magnetování (počáteční permeabilita). Její tvar je rovněž zachycen na obr. 1. Při jakémkoli dalším magnetování již křivka neprochází bodem H=0, B=0. Počáteční permeabilita je určena směrnici tečny magnetizační charakteristiky v bodě H=0, B=0. V praxi se počáteční permeabilita obvykle nahrazuje amplitudovou permeabilitou měřenou při malých amplitudách střídavé intenzity magnetického pole.



$$\mu_i = \mu_0^{-1} \cdot \lim_{H \rightarrow 0} B/H$$

kde

μ₀ je permeabilita vakua [4 * 10⁻⁷ Tm/A]

H, B jsou souřadnice bodů dané magnetizační charakteristiky [A/m, T]

Efektivní permeabilita **μ_e**

Efektivní permeabilita je permeabilita, kterou by měl mít hypotetický homogenní materiál, aby se dosáhla (za předpokladu neexistence rozptylových toků) při stejných rozměrech stejná celková reluktance, jako má jádro vyrobené z různých materiálů. Efektivní permeabilita není materiálovou konstantou, protože se vztahuje na určitý tvar jádra vyrobeného z daného materiálu, obvykle se vzduchovou mezerou. Efektivní permeabilita není materiálovou konstantou, protože se vztahuje na určitý tvar jádra vyrobeného z daného materiálu, obvykle se vzduchovou mezerou. $\mu_e = \mu_i \cdot (1 + (G \cdot \mu_i \cdot l_e^{-1}))^{-1}$, kde **G** je vzduchová mezera [μm] a **l_e** je střední délka magnetické siločáry [mm].

Komplexní permeabilita **μ̂**

je poměr fázorů indukce a intenzity magnetického pole dělený činitelem **μ₀**. $\hat{\mu} = \hat{B} \cdot \mu_0^{-1} \cdot \hat{H}^{-1}$, kde **μ₀** [H.m⁻¹] je permeabilita vakua, **μ̂** [T] je fázor magnetické indukce a **μ̂H** [A.m⁻¹] je fázor intenzity magnetického pole.

Amplitudová permeabilita **μ_a**

je poměr amplitudy magnetické indukce a intenzity magnetického pole: $\mu_a = B_a \cdot \mu_0^{-1} \cdot H_a^{-1}$, kde **μ₀** [H.m⁻¹] je permeabilita vakua, **B_a** [T] je amplituda magnetické indukce a **H_a** [A.m⁻¹] je amplituda intenzity magnetického pole. Pojmu amplitudová permeabilita se užívá u jader pracujících při vysokých hodnotách magnetické indukce.

Součinitel indukčnosti **A_L**

Součinitel indukčnosti **A_L** [nH] je indukčnost, kterou by měla cívka o jednom závitě daného tvaru a rozměrů, umístěná v jádru v dané poloze. Součinitel indukčnosti slouží pro snadnější výpočet indukčnosti cívky **L** [nH]. Indukčnost jádra je **L = A_L · N²** [nH ; nH], kde **N** je počet závitů a **L** je indukčnost cívky.

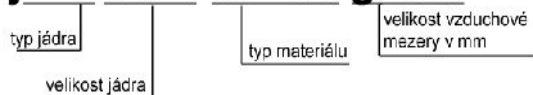
Hodnotu **A_L** je možno stanovit s použitím konstanty jádra a efektivní permeability a dle následujícího vztahu:

$$A_L = \frac{\mu_0 \mu_e \cdot 10^6}{\Sigma(l_e/A_e)} = \frac{1.257 \mu_e}{\Sigma(l_e/A_e)} \quad [\text{nH}] \quad \text{kde} \quad \Sigma(l_e/A_e) \text{ je konstanta jádra [mm}^{-1}\text{].}$$

Objednací kód koster a feritů

Značení jader

LJETD5922 CF138 g=0.5



Značení kostér

LJETD5922 hp 24p 1s/a CF



h	horizontální
hp	horizontální na pružinu
v	vertikální
vp	vertikální na pružinu

Bez označení vzduchové mezery = jádro bez mezery.
Velikost jádra = šířka (mm) x výška (mm)

Poznámka: znaménko „&“ v čísle výrobku značí součástky dle RoHs

Přehled vlastností materiálů – použité zkratky

Symbol	Jednotka / Unit	Význam	Definition
A_e	[mm ²]	efektivní průřez jádra	Effective Cross-Sectional Area of core
A_L	[nH]	činitel indukčnosti	Inductance Factor Inductance Per Turn
A_{min}	[mm ²]	minimální průřez jádra	Minimum Area of Cross Section
B_s	[mT]	indukce v nasycení	Saturation Flux Density
B_R (Brms)	[mT]	(H=1000A/m) remenenční zbytková indukce	Residual Magnetic Flux Density
d	[kg/m ³]	měrná hmotnost	Apparent Density
f	[kHz]	frekvence	Frequency
g	[mm]	vzduchová mezera	Airgap (cut)
H_c	[A/m]	Koercitivní síla	Coercive Force, (Coercive Field Strength)
l_e	[mm]	střední délka magnetické siločáry (f=10kHz, B≤0.1mT)	Effective Magnetic Path Length
m	[g]	hmotnost	Weight
P_c	[Kw/m ³]	ztráty v jádře	Core Power Loss Density
P_v	[Kw/m ³]	měrné výkonové ztráty materiálu	Specific Power Loss
SPM	[°C]	sec. max. Permeabilita	Secondary Permeability Maximum
T_c	[°C]	Curieho bod (B ≤ 0.1 mT)	Curie Temperature
V_e	[mm ³]	efektivní objem jádra	Effective Magnetic Volume of Core
$\tan \delta/\mu$	[---]	měrný ztrátový činitel (25°C)	Relative Loss Factor
ρ	[Ωm]	měrný elektrický odpor	Specific Resistivity
μ_i	[---]	počáteční permeabilita	Initial Permeability
μ_a	[---]	amplitudová permeabilita (f=10KHz, B≤ 0.1mT)	Amplitude Permeability

Teplotní třídy

Teplotní třída (IEC60085)	Maximální teplota [°C]
Y	90
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180