

## Měření magnetických vlastností tvrdých magnetických materiálů

### Measurement of Magnetic Properties of Hard Magnetic Materials

doc. Dr. Ing. Michal Lesňák<sup>1,3</sup>; prof. Ing. Jaromír Pištora, CSc.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> VŠB – Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, Institut fyziky, 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba, Česká republika

<sup>2</sup> VŠB – Technická univerzita Ostrava, Centrum nanotechnologií, 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba, Česká republika

<sup>3</sup> VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta metalurgie a materiálové inženýrství, Regionální materiálové technologické výzkumné centrum, 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba, Česká republika

*Príspevek je venovaný špecifikácii magnetických vlastností permanentných magnetů (AlNiCo, Ferit, SmCo, NdFeB) různých geometrických konfigurací při experimentech v externím magnetickém poli s intenzitou magnetického pole až  $2\,200\text{ kA}\cdot\text{m}^{-1}$ . Výsledky měření koercitivních sil jednotlivých druhů permanentních magnetů jsou srovnávány s deklarovanými hodnotami těchto parametrů u různých výrobců permanentních magnetů. Zvláštní pozornost je zaměřena na měření magneticky velmi tvrdých vzorků s extrémní hodnotou koercitivních sil, kdy nelze experimentálně dosáhnout uzavřené magnetizační křivky. Měření bylo realizováno na zařízení Brockhaus Hystograph HG 200, které je určeno pro špecifikaci magnetických vlastností všech druhů permanentních magnetů v teplotním režimu od pokojové teploty až po teplotu  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ .*

**Klíčová slova:** Magneticky tvrdé materiály; permanentní magnety; magnetická měření

*The paper is devoted to magnetic properties specification of permanent magnets (AlNiCo, Ferrite, SmCo, NdFeB) with different dimensions during experiments in external magnetic fields specified by magnetic field intensity to  $2200\text{ kA}\cdot\text{m}^{-1}$ . The measurement results of coercive field strengths are compared with magnetic parameters presented by producers of permanent magnets. Special attention is focused on magnetic measurements for samples with an extremely high level of the coercive field when experimentally achieved magnetisation loop is not closed. The experiments have been realised with the use of Brockhaus Hystograph HG 200 device focused on magnetic properties specification of all sorts of permanent magnets in the temperature ranging from room temperature up to  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . This equipment generates the magnetic field intensity peak of approx.  $2\,500\text{ kA}\cdot\text{m}^{-1}$  (in dependence on magnetic yoke gap). The working level of magnetic field intensity has been characterized from  $1\,500\text{ kA}\cdot\text{m}^{-1}$  to  $1\,800\text{ kA}\cdot\text{m}^{-1}$ . The head poles distance (working gap) has been modulated from 0 to 80 mm. The special attention is devoted to the permanent magnets testing when their geometries do not make it possible to specify the complete magnetization curve of these magnets. In the frame of magnetic measurements, one of the most important factors is reproducibility of experimental results. The basic magnetic parameters of permanent magnets have been specified with the reproducibility better than 3%.*

*Generally speaking, individual manufacturers can hold unit magnetic property tolerances of  $\pm 5\%$  for residual flux density, and  $\pm 8\%$  for coercive force. The range for the energy product,  $(BH)_{\text{max}}$  is  $\pm 10\%$ . The size and/or shape of the actual magnet to be produced may cause magnets to have properties considerably different from these characteristics (MMPA STANDARD No. 0100-00).*

**Key words:** Magnetic hard materials; permanent magnets; magnetic measurements

Úloha permanentních magnetů, především magnetů na bázi vzácných zemin, neustále roste. Jejich využití můžeme pozorovat v měřicí technice, v různých konstrukcích točivých strojů, v systémech magnetické separace, v automobilové technice, jako generátory magnetického pole v různých experimentálních sestavách, v medicíně atd. Byly popsány různé teoretické přístupy pro modelování a popis magnetických polí, které jsou generovány permanentními magnety různých konfigurací [1 – 2]. Současně byly popsány postupy, kdy permanentní magnety jsou aplikovány pro realizaci magnetických polí

s definovaným gradientem pole, případně pro maximalizaci pole v dané lokalitě [3 – 6]. Současné technologie umožňují realizovat permanentní magnety nejen ve tvaru krychlí, kvádrů a válců, ale běžně se setkáváme s tvary prstencovými, poloprstencovými, případně s tvary speciálními pro atypické aplikace [7]. Při všech modelových přístupech, kdy se navrhuje tvar a velikost generovaného magnetického pole, je nezbytné znát co nejpřesněji výchozí parametry (koercitivní sílu, remanentní magnetizaci, saturační magnetizaci, hustotu energie magnetu, magnetické polarizační vlastnosti atd.), aby

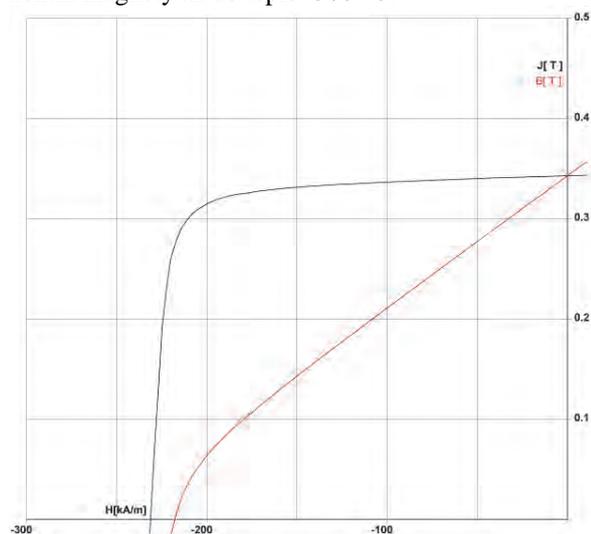
model věrně popisoval fyzikální realitu. Z tohoto důvodu je článek věnován aplikaci experimentální sestavy Brockhaus Hystograph HG 200 pro specifikaci magnetických parametrů permanentních magnetů různého složení a geometrické konfigurace při pokojové teplotě.

Měření bylo realizováno na zařízení Brockhaus Hystograph HG 200, které je určeno pro specifikaci magnetických vlastností všech druhů permanentních magnetů v teplotním režimu od pokojové teploty až po teplotu 200 °C [8]. Experiment je plně automatizován. K řízení a prezentaci je používán software MAG Expert. Elektromagnet má dvojici vyměnitelných pólových nástavců (průměry 80 mm, resp. 92 mm). Maximální hodnota generovaného magnetického pole mezi pólovými nástavci je 2 500 kA·m<sup>-1</sup> (běžné pracovní úrovně jsou 1 500 kA·m<sup>-1</sup> až 1 800 kA·m<sup>-1</sup> – v závislosti na vzdálenosti pólových nástavců). Vzduchovou mezeru mezi pólovými nástavci lze nastavit v rozmezí 0 – 80 mm.

## 1. Měření permanentních magnetů

Následující obrázky demonstrují experimentální výstupy při specifikaci magnetických parametrů u permanentního magnetu na bázi feritů (obr. 1) a magnetů typu NdFeB (obr. 2, 3).

Feritové permanentní magnety (nejčastěji ve složení SrFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> (souhrnný vzorec), neboli SrO·6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (strukturní vzorec), nebo BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> (souhrnný vzorec), neboli BaO·6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) (strukturní vzorec) jsou určeny pro široké použití od statorů levných elektromotorů, přes reproduktorové systémy až po aplikace v nábytkářském průmyslu. Jsou to v dnešní době nejlevnější permanentní magnety až do teplot 300 °C.

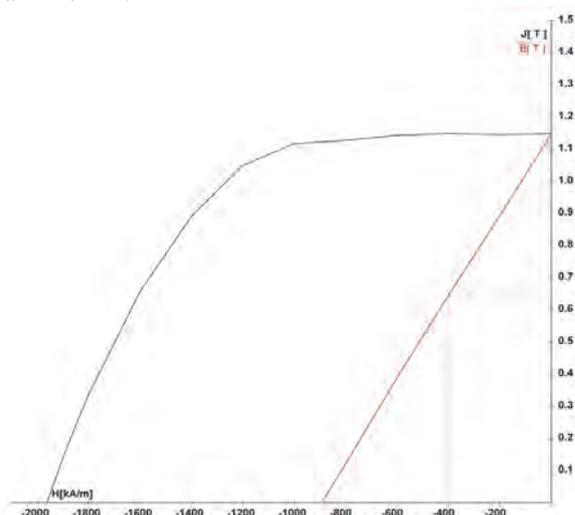


Obr. 1 Magnetizační křivky pro feritový permanentní magnet,  $B_r = 0,343$  T,  $H_{cB} = 217,77$  kA·m<sup>-1</sup>,  $H_{cJ} = 231,19$  kA·m<sup>-1</sup>,  $(BH)_{max} = 22,17$  kJ·m<sup>-3</sup>

Fig. 1 The magnetising curve for the ferrite permanent magnet,  $B_r = 0,343$  T,  $H_{cB} = 217,77$  kA·m<sup>-1</sup>,  $H_{cJ} = 231,19$  kA·m<sup>-1</sup>,  $(BH)_{max} = 22,17$  kJ·m<sup>-3</sup>

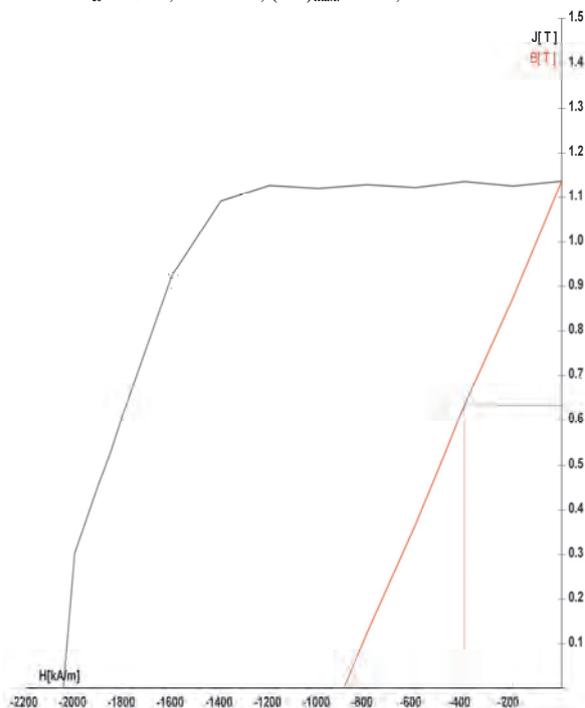
Obr. 1 znázorňuje typické průběhy magnetizačních křivek tohoto typu permanentních magnetů. Maximální

hodnota magnetické indukce generovaná feritovými permanentními magnety dosahuje úrovně 0,35 T. Změřené magnetické parametry korelují s údaji pro feritové magnety s obchodním označením Y23 [9]. Tomuto složení magnetu odpovídá i hustota magnetické energie cca 22 kJ·m<sup>-3</sup>.



Obr. 2 Magnetizační křivka permanentního magnetu na bázi NdFeB (obchodní označení N 33 EH),  $B_r = 1,148$  T,  $H_{cB} = 893,49$  kA·m<sup>-1</sup>,  $H_{cJ} = 1962,13$  kA·m<sup>-1</sup>,  $(BH)_{max} = 258,21$  kJ·m<sup>-3</sup>

Fig. 2 Magnetisation curve of permanent magnet based on NdFeB (trade name N 33 EH),  $B_r = 1,148$  T,  $H_{cB} = 893,49$  kA·m<sup>-1</sup>,  $H_{cJ} = 1962,13$  kA·m<sup>-1</sup>,  $(BH)_{max} = 258,21$  kJ·m<sup>-3</sup>



Obr. 3 Magnetizační křivka permanentního magnetu na bázi NdFeB (obchodní označení N 33 UH),  $B_r = 1,137$  T,  $H_{cB} = 894,84$  kA·m<sup>-1</sup>,  $H_{cJ} = 2046,52$  kA·m<sup>-1</sup>,  $(BH)_{max} = 253,13$  kJ·m<sup>-3</sup>

Fig. 3 Magnetisation curve of permanent magnet based on NdFeB (trade name N 33 UH),  $B_r = 1,137$  T,  $H_{cB} = 894,84$  kA·m<sup>-1</sup>,  $H_{cJ} = 2046,52$  kA·m<sup>-1</sup>,  $(BH)_{max} = 253,13$  kJ·m<sup>-3</sup>

U změřených permanentních magnetů typu AlNiCo hustota magnetické energie je srovnatelná s feritovými

magnety, ale výrazně se posouvá maximální úroveň provozních teplot při aplikacích těchto magnetů (až 550 °C, Curieova teplota 800 – 850 °C).

Porovnání základních magnetických parametrů vybra-

ných různých druhů permanentních magnetů (složení, geometrická konfigurace), které byly získány experimentálně s využitím zařízení Brockhaus Hystograph HG 200, je shrnuto v Tab. 1.

Tab. 1 Sumarizace změřených základních magnetických parametrů vybraných permanentních magnetů ( $B_r$  – remanentní magnetická indukce,  $H_{CB}$  – koercitivní síla,  $H_{CJ}$  – intrinsitní koercitivní síla,  $(BH)_{max}$  – maximum objemové hustoty energie)

Tab. 1 Collection of measured fundamental magnetic parameters of selected permanent magnets ( $B_r$  - residual induction,  $H_{CB}$  - coercive force,  $H_{CJ}$  - intrinsic coercive force,  $(BH)_{max}$  - maximum value of energy product)

Materiál	Rozměr (příčný rozměr, resp. průměr × výška)	$B_r$	$H_{CB}$	$H_{CJ}$	$(BH)_{max}$	
	(mm)	(T)	$(kA \cdot m^{-1})$		$(kJ \cdot m^{-3})$	
NdFeB – N35SH	válec $\varnothing 8 \times 8$	1,156	897,4	1606,2	261,4	
NdFeB – N33EH	dutý válec $\varnothing 6 \times 3 \times \varnothing 3$	1,148	893,5	1962,1	258,2	obr. 2
NdFeB – N33UH	válec $\varnothing 7,5 \times 4$	1,137	894,8	2046,5	253,1	obr. 3
NdFeB – N33SH	válec $\varnothing 8 \times 8$	1,146	889,5	1606,2	249,4	
NdFeB – N50	hranol $10 \times 10 \times 18$	0,985	580,0	902,9	142,7	
NdFeB – N45	hranol $10 \times 10 \times 18$	0,949	506,8	843,3	118,7	
Sm-Co – S24	válec $\varnothing 12 \times 8$	0,96	745,8	1425,8	188,3	
Ferit – prášek	tableta 20	0,178	84,9	126,7	4,7	obr. 1
Ferit	válec $\varnothing 10 \times 9$	0,343	217,7	231,1	22,17	
AlNiCo	válec $\varnothing 8 \times 8$	0,615	67,5	77,2	15,7	
AlNiCo - LNG 37	válec $\varnothing 10 \times 12$	1,2	48,3	51,2	37,1	

S ohledem na experimentálně specifikované parametry lze magnet v předposledním řádku Tab. 1 zařadit do obchodní kategorie AlNiCo 4 a magnet v posledním řádku do kategorie AlNiCo 5 [10].

SmCo permanentní magnety se dodávají ve dvou základních složeních:  $SmCo_5$ , které jsou odolné vůči korozi, a  $Sm_2Co_{17}$ , kde se deklaruje velmi vysoká odolnost vůči korozi. Tyto typy magnetů vynikají velmi dobrou teplotní stabilitou s aplikacemi až do teplot 350 °C. Minimální provozní teplota je na hranici jednotek K. Experimentálně testovaný SmCo permanentní magnet svými magnetickými parametry odpovídá prvkovému zastoupení 2:17 [11].

Obr. 2 a 3 ukazují experimentální výstupy pro dva druhy permanentních magnetů na bázi NdFeB s chemickým složením  $Nd_2Fe_{14}B$ . Tyto magnety se vyznačují vysokou hodnotou remanence (Tab. 1) a úrovní hustoty magnetické energie. Permanentní magnety NdFeB bez povrchové úpravy podléhají velmi rychle korozi. Druhým, velice výrazným omezujícím faktorem je nízká maximální hodnota teploty při aplikacích těchto magnetů – činí přibližně 80 °C. Neodymové permanentní magnety série EH a UH (Tab. 1) jsou charakteristické vysokou hodnotou koercitivní síly – běžně větší než  $2\,000\text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$  – a extrémní úrovní hustoty magnetické energie [12].

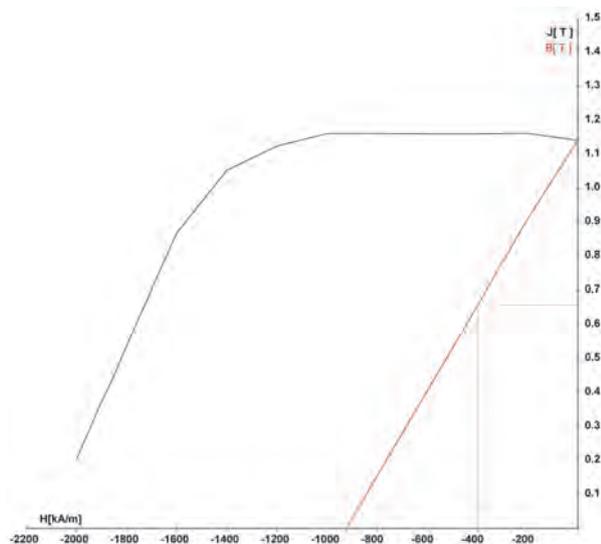
Specifikace hodnot koercitivní síly u velmi tvrdých permanentních magnetů je zásadní předností zařízení Brockhaus Hystograph HG 200.

## Závěr

Aplikace měřicího systému Brockhaus Hystograph HG 200 je plně automatizovaná. Jediným manuálním krokem je nastavení vzduchové mezery mezi pólovými nástavci magnetizačního obvodu. Součástí experimentální sestavy je řídicí a vyhodnocovací jednotka se speciálním softwarem, kdy výstupem měření jsou jednak průběhy závislosti  $B = f(H)$ , resp.  $J = g(H)$ , jednak numericky vypočítané základní magnetické parametry analyzovaného vzorku (obr. 1 – 3). Při testování vzorků větších rozměrů s extrémními hodnotami koercitivní síly ( $H_{CJ} > 2\,000\text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$ ) může nastat situace, kdy s ohledem na mezní parametry měřicího zařízení není možno dosáhnout průsečíku magnetizační křivky  $J$  s osou intenzity vnějšího magnetického pole a tím specifikovat hledaný parametr  $H_{CJ}$  (obr. 4).

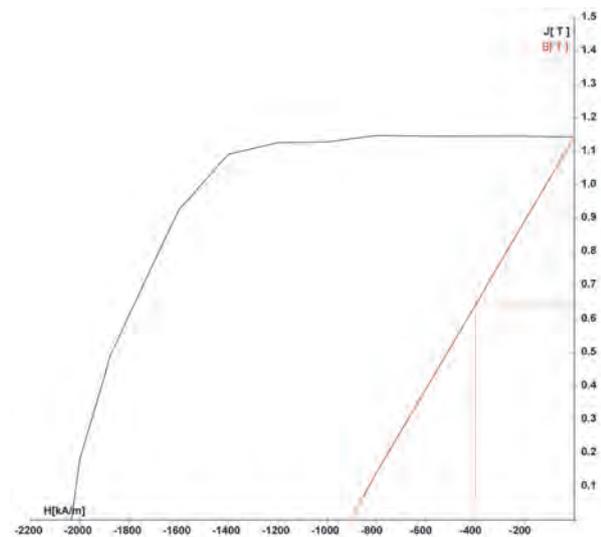
Řídicí software v tomto případě vyhodnotil pro parametr  $H_{CJ}$  hodnotu přibližně  $2\,031\text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$ . Pokud bychom provedli geometrickou interpolaci z grafu na obr. 4, získali bychom hodnotu asi o  $100\text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$  větší při srovnání s výstupem řídicího počítače. Jednou z možností, jak specifikovat hodnotu parametru  $H_{CJ}$  u takového vzorku, je porovnání hodnot s výsledky získanými u magnetů stejného složení a menších rozměrů, kdy bylo dosaženo během měření průsečíku magnetizační křivky a osy hodnot externí magnetické intenzity (musíme mít ovšem na zřeteli skutečnost, že magnetizační procesy jsou i funkcí geometrie vzorku). V našem případě je tato situace znázorněna na obr. 3.

Zde parametr  $H_{cJ}$  dosáhl hodnoty  $2046,5 \text{ kA}\cdot\text{m}^{-1}$ , která je blízká úrovni  $H_{cJ}$  získané u vzorku na obr. 4 numerickým zpracováním. Informaci o magnetizačním procesu v analyzovaném vzorku přináší také průběh (strmost) závislosti v grafické interpretaci označené  $J(T)$  jako funkce intenzity vnějšího magnetického pole. V intervalu hodnot intenzit vnějšího magnetického pole od  $1\,600$  do  $2\,000 \text{ kA}\cdot\text{m}^{-1}$  (mimo limitní hodnoty magnetizačního pole) jsou sklony průběhu  $J(T)$  u obou vzorků velmi blízké. Lze tedy prohlásit, že hodnota  $H_{cJ}$  u vzorku č. 4 bude blízká úrovni  $2\,050 \text{ kA}\cdot\text{m}^{-1}$ .



Obr. 4. Příklad magnetizační křivky permanentního magnetu typu NdFeB, kdy nebylo experimentálně dosaženo hodnoty  $H_{cJ}$ ,  $B_r = 1,142 \text{ T}$ ,  $H_{cB} = 923,87 \text{ kA}\cdot\text{m}^{-1}$ ,  $H_{cJ} = 2030,58 \text{ kA}\cdot\text{m}^{-1}$ ,  $(BH)_{\max} = 262,94 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-3}$

Fig. 4. NdFeB permanent magnet measurement in the case, when magnetisation curve is not complete,  $B_r = 1,142 \text{ T}$ ,  $H_{cB} = 923,87 \text{ kA}\cdot\text{m}^{-1}$ ,  $H_{cJ} = 2030,58 \text{ kA}\cdot\text{m}^{-1}$ ,  $(BH)_{\max} = 262,94 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-3}$



Obr. 5. Výsledky opakovaného měření vzorku permanentního magnetu (prvotní měření obr. 3),  $B_r = 1,144 \text{ T}$ ,  $H_{cB} = 905,52 \text{ kA}\cdot\text{m}^{-1}$ ,  $H_{cJ} = 2034,44 \text{ kA}\cdot\text{m}^{-1}$ ,  $(BH)_{\max} = 257,13 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-3}$

Fig. 5. Repeated measurement of permanent magnet sample related to Fig. 3,  $B_r = 1,144 \text{ T}$ ,  $H_{cB} = 905,52 \text{ kA}\cdot\text{m}^{-1}$ ,  $H_{cJ} = 2034,44 \text{ kA}\cdot\text{m}^{-1}$ ,  $(BH)_{\max} = 257,13 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-3}$

Důležitým faktorem měření magnetických vlastností permanentních magnetů je opakovatelnost a reprodukovatelnost výsledků. Na obr. 5 je graf a statistika výsledků opakovaného měření vzorku s měsíční prolehou, který při prvním měření vykazoval parametry uvedené na obr. 3. Pokud porovnáme hodnoty jednotlivých parametrů při obou měřeních, můžeme konstatovat, že rozdíly se nacházejí v intervalu  $1 - 3 \%$  v porovnávaných kategoriích. Z hlediska rutinních magnetických měření lze tento výsledek považovat za velmi dobrý.

### Poděkování

Tato práce vznikla při řešení projektu č. LO1203 "Regionální materiálově technologické výzkumné centrum - program udržitelnosti" financovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky a projektu Grantové agentury České republiky (# 15-21547S).

This paper was created in the Project No. LO1203 "Regional Materials Science and Technology Centre - Feasibility Program" funded by Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic and has been supported by the Grand Agency of the Czech Republic (project # 15-21547S).

### Literatura

- [1] LOWTHER, D. A., SILVESTER, P. P. *Computer-Aided Design in Magnetics*. Berlin: Springer-Verlag, 1985.
- [2] PETERSON, A. F., RAY, MITTRA, S. L.. *Computational Methods for Electromagnetics. IEEE/ODP Series on Electromagnetic Wave Theory*. IEEE Press, Piscataway, 1998.
- [3] ŽEŽULKA, V., PIŠTORA, J., LESŇÁK, M., STRAKA, P., CIPRIAN, D., FOUKAL, J. Intensity Distribution of Strong Magnetic Fields Created by Opposing Linear Halbach Assemblies of Permanent Magnets. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 345 (2013), 7–12.
- [4] HALBACH, K. Strong Rare Earth Cobalt Quadrupoles. *IEEE Transactions on Nuclear Science*, NS-26 (1979) 3882.
- [5] WANG, Z., YANG, W.H., ZHANG, X. B., HU, L. L., WANG, H. X. A Design of 1.5T Permanent Magnet for MR Molecular Imaging. *IEEE Transactions on Applied Superconductors*, 20 (2010) 777.
- [6] BLOCH, F., CUGAT, O., MEUNIER, G., TOUSSAINT, J. C. Innovating Approaches to the Generation of Intense Magnetic Fields: Design and Optimization of a 4T Permanent Magnet. *IEEE Transactions on Magnetics*, 34 (1998) 2465.
- [7] MAGCRAFT (<http://www.rare-earth-magnets.com/custom-magnets>)
- [8] Brockhaus Measurements (<http://www.brockhaus.com/en/measurements/measuring-technology-for-hard-magnetic-materials/hystograph/hg-200/>)
- [9] <http://www.ferrite-info.com/information.aspx>
- [10] <http://www.seymourduncan.com/forum/showthread.php?216364-Alnico-4-vs-alnico-5>
- [11] <http://eshop.tkb.cz/content/15-technicke-informace-smco-magnety>
- [12] <http://www.pm-magnets.com/en/products.php?tid=9>

### Acknowledgement

This paper was created at the Faculty of Metallurgy and Materials Engineering within the Project No. LO1203 "Regional Materials Science and Technology Centre - Feasibility Program" funded by Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic.

### Literature

- [1] FILIP, P., KOVAŘÍK, L., WRIGHT, M. Automotive Brake Lining Characterization, In 15<sup>th</sup> Annu. SAE Brake Colloq., 1997: pp. 41–61. DOI:10.4271/973024.
- [2] KUKUTSCHOVÁ, J., ROUBÍČEK, V., MAŠLÁN, M., JANČÍK, D., SLOVÁK, V., K. MALACHOVÁ, K. et al. *Wear Performance and Wear Debris of Semimetallic Automotive Brake Materials*, 268 (2010), 86–93. DOI:10.1016/j.wear.2009.06.039.
- [3] KUKUTSCHOVÁ, J., MORAVEC, P., TOMÁŠEK, V., MATĚJKA, V., SMOLÍK, J., SCHWARZ, J. et al. *On Airborne Nano/Micro-sized Wear Particles Released from Low-metallic Automotive Brakes*, 159 (2011), 998–1006. doi:10.1016/j.envpol.2010.11.036.
- [4] LAZIM, A.R.M., KCHAOU, M., HAMID, M.K.A., BAKAR, A.R.A. Squealing Characteristics of Worn Brake Pads due to Silica Sand Embedment into their Friction Layers. *Wear*, 358-359 (2016), 123–136. DOI:10.1016/j.wear.2016.04.006.
- [5] FILIP, P., WEISS, Z., RAFAJA, d. *On Friction Layer Formation in Polymer Matrix Composite Materials for Brake Applications*, 252 (2002), 189–198. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/S0043-1648(01)00873-0.
- [6] ÖSTERLE, W., URBAN, I. Third Body Formation on Brake Pads and Rotors. *Tribol. Int.* 39 (2006), 401–408. DOI:10.1016/j.triboint.2005.04.021.
- [7] MALACHOVÁ, K., KUKUTSCHOVA, J., RYBKOVÁ, Z., SEZIMOVA, H., PLACHA, D., CABANOVA, K. et al. Toxicity and Mutagenicity of Low-metallic Automotive Brake Pad Materials, *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 131 (2016), 37–44. DOI:10.1016/j.ecoenv.2016.05.003.
- [8] ISO 26867: 2009 Road Vehicles -- Brake Lining Friction Materials -- Friction Behaviour Assessment for Automotive Brake Systems, (n.d.).

---

## ArcelorMittal vidí ocel jako „perfektní materiál pro hospodářství s kruhovým oběhem“

Stahl Aktuell

22.11.2016

Až o 3 gigatuny za rok se dají snížit emise CO<sub>2</sub>, když by byl skleníkový plyn v meziodvětvové míře zachycován a v průmyslovém měřítku dále využíván. To je jeden z prvních výsledků studie, kterou podporuje a zadává ArcelorMittal a řada dalších výrobních a poradenských firem k tématu lepšího využití průmyslových odpadních plynů v ocelářském a cementářském odvětví, jakož i v chemickém průmyslu. Výsledky studie byly představeny na světové klimatické konferenci v Marrakeši v Maroku.

## Evropa: pochybnosti o prosaditelnosti zvýšení cen oceli

Stahl Aktuell

24.11.2016

V uplynulých týdnech ohlásili výrobci oceli z EU částečně i velmi výrazné zvýšení cen za své výrobky. Jako důvod jsou uvedeny většinou stoupající náklady na suroviny. Analytici švýcarské banky UBS ale pochybují o tom, zda se tyto požadavky dají v plné výši realizovat. „Tyto požadavky se objevují v tradičně slabém ročním období“, píše bankovní dům. Koncem roku odbourávají totiž mnozí odběratelé oceli své skladové zásoby. Například ArcelorMittal požaduje pro prosincové dodávky za široký pás, válcovaný za tepla cenu 550 € na tunu. Zákazníci už ovšem tuto cenu stlačili na úroveň 500 € za tunu.

## Největší filtrační zařízení na světě

Rheinische Post

29.11.2016

Na továrním pozemku Thyssen v Duisburgu-Schwegeln se momentálně staví s pomocí speciálního jeřábu 100 m vysoký průmyslový komín. Je součástí nového odprašovacího zařízení, které bude dáno do provozu na jaře 2017 a bude celosvětově největším odprašovacím zařízením pro sintrovací jednotku. Zařízení s plachetkovým filtrem má dále zlepšit životní prostředí v Duisburgu.