

Možnosti desulfurizácie energetického uhlia z hornonitrianskej panvy magnetickou separáciou

Slavomír Hredzák¹, Michal Lovás¹ a Štefan Jakabský¹

Possibilities of power coal desulphurization from upper nitra basin by means of magnetic separation

The paper deals with the application of magnetic separation in coal desulphurization. Specimens of power coal from Upper Nitra basin were subjected to breaking, grinding and wet high gradient magnetic separation under magnetic field induction of 1,7 T. Sulphidic sulphur contents and recoveries into separation products have been observed.

Key words: Slovak brown coal, desulphurization, magnetic separation.

Úvod

Hnedé uhlie hornonitrianskej panvy je charakteristické zvýšeným obsahom síry (do 3,5%) a arzenu (v Novákoch až do 664 ppm), s priemerným obsahom popola okolo 22% (Boroška, 1993). Rozdielnosť magnetickej susceptability uhlia a minerálnych prímiesí poukazuje na možnosť uplatnenia magnetickej separácie pri úprave a odsírení uhlia.

Uhlie, ako slabé diamagnetikum a sprievodné minerály, ako slabé paramagnetiká, paramagnetiká až feromagnetiká, sa v gradientnom magnetickom poli správajú rozdielne. Magnetická sila pôsobí na zrná, nachádzajúce sa v magnetickom poli, hlavne v závislosti na magnetickej susceptibilite rozdrúžovaných zrn. Vzhľadom na prevažne nízke hodnoty susceptibilit rozdrúžovaných materiálov, sa pre rozdrúžovanie musia vytvoriť magnetické polia veľmi vysokých intenzít ($1,2-1,8 \times 10^6 \text{ Am}^{-1}$), zvlášť ak sa rozdrúžujú častice veľmi jemných zrnitostí. Podmienkou úspešnej separácie je, aby magnetická sila pôsobiaca na separovanú časticu bola väčšia, ako súčet síl mechanických a gravitačných. Tieto požiadavky splňajú niektoré nové typy magnetických rozdrúžovačov, tzv. vysoko-intenzitných, s uzatvoreným alebo otvoreným gradientom magnetického poľa.

Suchá magnetická separácia uhlia zo Severočeskej panvy s otvoreným gradientným magnetickým poľom je popísaná v literatúre (Hencel, 1985). Rozdrúžovaniu boli podrobené frakcie 0,1-0,5 mm z rôznych lokalít. Obsah S sa podarilo znížiť zo 7,58 na 6,12%, resp. z 1,99 na 1,32%, pri výťažnostiach okolo 50% S do magnetického produktu.

Aplikáciou vysokogradientej magnetickej separácie pri použití supravodivého magnetu sa zaoberal (Hencel, 1987). Pri indukcii 1,5 T sa obsah S znížil z 2,9 na 1,4 %, pri výťažnosti 56% S do magnetického produktu.

Výsledky rozdrúžovania energetického uhlia zrnitosti 0,1-0,315 mm za použitia supravodivých magnetov uvádza práca (Chovanec et al., 1989). V upravenom produkte sa podarilo znížiť obsah síry z 2,52 na 1,51 %, pri výťažnosti S do magnetického produktu 41,45%.

Riešenie magnetickej separácie za účelom zníženia obsahu síry je uvedené aj v práci (Vidlák a Gazda, 1992). Výsledky ukazujú, že pri nízkych koncentráciách síry, t. j. cca do 1%, je efekt jej odseparovania nízky, aj keď do magnetického produktu prechádza 30 % S. Pri vyšších obsahoch síry, t. j. 1,4 - 1,7 %, výťažnosť S do magnetického produktu rastie až na 48 %.

Vyššie citované práce sa zaoberajú magnetickou separáciou uhlia z českých ložísk, slovenskému uhliu v tejto oblasti rozdrúžovania nebola venovaná zvláštna pozornosť.

Popis magnetických vlastností

Výskum možností odsírenia uhlia z baní Handlová, Cígeľ, Nováky vyžaduje stanovenie magnetickej susceptability surového uhlia a minerálnych fáz, ktoré sú nositeľmi síry. Táto veličina bola

¹ Ing. Slavomír Hredzák, RNDr. Michal Lovás a Ing. Štefan Jakabský, CSc. Ústav geotechniky SAV, 043 53 Košice, Watsonova 45
(Recenzovali: Doc. Ing. Jozef Lukáč, CSc. a Ing. Mária Kušnierová, CSc. Revidovaná verzia doručená 22.10.1997)

stanovená na prístroji KAPPABRIDGE KLY-2, GEOFYZIKA BRNO v magnetickom poli $300 \text{ A}\cdot\text{m}^{-1}$, s homogenitou 0,2 %, pri frekvencii 920 Hz. Priemerné hodnoty objemovej magnetickej susceptibility vzoriek energetického uhlia sú nasledovné: Handlová $284,05 \times 10^{-6} \text{ SI}$, Cígel' $129,19 \times 10^{-6} \text{ SI}$, Nováky $218,55 \times 10^{-6} \text{ SI}$ (Turčániová et al., 1996). Hlavnými nositeľmi síry na týchto ložiskách sú najmä pyrit, menej markazit (Hredzák et al., 1997). Monominerálne koncentráty uvedených sulfidov z týchto lokalít sa nepodarilo pripraviť, preto sa stanovovali susceptibility pyritu z niektorých ložísk, ktorých hodnota sa pohybovala v intervale $60,92 - 554,65 \times 10^{-6} \text{ SI}$.

Podľa nameraných hodnôt magnetickej susceptibility ťaženého uhlia možno usudzovať, že uhoľná surovina je značne znečistená minerálnymi prísadami, čistá uhoľná hmota je slabé diamagnetikum. Podľa uvedených skutočností sa dá predpokladať odseparovanie určitej časti pyritickej síry.

Príprava vzoriek a podmienky magnetickej separácie

Magnetickému rozdzúžovaniu boli podrobené vzorky energetického uhlia z Novák, Handlovej a Cígľa, t. j. produkt triedenia uhlia za sucha so zrnitosťou cca pod 12-20 mm. Drvením, mletím v tyčovom mlyne a triedením na sítach, sa z každej lokality pripravili zrnitostné triedy 0-0,071 a 0,071-0,250 mm, ktoré boli následne separované.

Pokusy magnetického rozdzúžovania sa vykonali na laboratórnom magnetickom separátore JONES za mokra v kazete, vyplnenej rýhovanými platňami s vrcholovým uhlom hrotov 45° , pri indukcii poľa 1,7T. Z hľadiska konfigurácie magnetického poľa a veľkosti indukcie sa jednalo o vysoko-gradientnú a vysokointenzitnú magneticкую separáciu (HGMS a HIMS) s uzavretým gradientným poľom.

Rozmiešaním uhlia príslušnej zrnitosti vo vode sa pripravil rmut o koncentrácii cca $250 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$. Po nastavení sýtiaceho prúdu bol rmut prelievaný cez kazetu, nemagnetické zrná sa zachytávali pod kazetou. Po vypnutí magnetického poľa bol z kazety vypláchnutím vodou získaný magnetický produkt. Oba produkty sa po vysušení odvážili a pripravili sa vzorky pre chemickú analýzu. V produktoch rozdzúžovania sa sledovala distribúcia pyritickej síry a bola taktiež stanovená objemová magnetická susceptibilita.

Výsledky a diskusia

Výsledky experimentov sú zahrnuté v tabuľkách č. 1-6. Rozdiely v hodnotách magnetickej susceptibility získaných produktov svedčia o tom, že z uhlia boli odstránené magnetické zrná. Zníženie obsahu pyritickej síry v nemagnetických produktoch bolo výraznejšie na vzorke Handlová - 0,071 mm a Cígel' 0,071-0,250 mm. Odsírovací efekt na nováckom uhlí je malý, len cca 8 %. Významné sú teda rozdiely medzi nováckym uhlím na jednej strane a uhlím z Handlovej a Cígľa, kde sa podarilo odstrániť 13-29 % pyritickej síry.

Tab. č. 1. Magnetická separácia energetického uhlia z bane Nováky, zrnitosť -0,071mm.

Produkt	Hmotnostný výnos [%]	Obsah S_{pyr} [%]	Výťažnosť S_{pyr} [%]	Obj. magnet. suscep. [$\mu \times 10^{-6} \text{ j. SI.}$]
M	1,04	16,57	7,49	23 868,047
N	98,96	2,15	92,51	146,257
Σ	100,00	2,30	100,00	

Tab. č. 2. Magnetická separácia energetického uhlia z bane Nováky, zrnitosť 0,071 - 0,250mm.

Produkt	Hmotnostný výnos [%]	Obsah S_{pyr} [%]	Výťažnosť S_{pyr} [%]	Obj. magnet. suscep. [$\mu \times 10^{-6} \text{ j. SI.}$]
M	1,22	10,42	8,42	51 202,843
N	98,78	1,40	91,58	92,200
Σ	100,00	1,51	100,00	

Tab. č. 3. Magnetická separácia energetického uhlia z bane Handlová, zrnitosť - 0,071mm.

Produkt	Hmotnostný výnos [%]	Obsah S_{pyr} [%]	Výťažnosť S_{pyr} [%]	Obj. magnet. suscep. [$\mu \times 10^{-6} \text{ j. SI.}$]
M	3,24	12,69	21,20	20 687,743

N	96,76	1,58	78,80	272,589
Σ	100,00	1,94	100,00	

Tab. č. 4. Magnetická separácia energetického uhlia z bane Handlová, zrnitosť 0,071- 0,250 mm.

Produkt	Hmotnostný výnos [%]	Obsah S _{pyr} [%]	Výťažnosť S _{pyr} [%]	Obj. magnet. suscep. [κ x 10 ⁻⁶ j. SI.]
M	2,46	5,86	13,10	23 210,945
N	97,54	0,98	86,90	222,844
Σ	100,00	1,10	100,00	

Tab. č. 5. Magnetická separácia energetického uhlia z bane Cigeľ, zrnitosť -0,071mm.

Produkt	Hmotnostný výnos [%]	Obsah S _{pyr} [%]	Výťažnosť S _{pyr} [%]	Obj. magnet. suscep. [κ x 10 ⁻⁶ j. SI.]
M	1,15	23,85	18,28	31 997,236
N	98,85	1,24	81,72	222,504
Σ	100,00	1,50	100,00	

Tab. č. 6. Magnetická separácia energetického uhlia z bane Cigeľ, zrnitosť 0,071- 0,250mm.

Produkt	Hmotnostný výnos [%]	Obsah S _{pyr} [%]	Výťažnosť S _{pyr} [%]	Obj. magnet. suscep. [κ x 10 ⁻⁶ j. SI.]
M	4,85	8,25	28,98	4 866,816
N	95,15	1,03	71,02	162,484
Σ	100,00	1,50	100,00	

Záver

Pokusy magnetickej separácie slovenského energetického uhlia preukázali, že týmto spôsobom je možné znížiť obsah pyritickej síry predovšetkým v uhlí z Handlovej a Cígeľa. Výťažnosti pyritickej síry do magnetického produktu v prípade nováčkeho uhlia sú veľmi nízke, preto podľa získaných výsledkov pre uhlie z tejto lokality ťažko predpokladať úspešnosť magnetickej separácie až na tzv. ekologickú hranicu, t. j. 0,8 % S.

Pre zvýšenie účinnosti magnetickej separácie a priblíženie sa k spomenutej ekologickej hranici je nutné pri ďalšom výskume optimalizovať konfiguráciu magnetického poľa, indukciu poľa, hustotu, ako aj prietok rmutu separátorom. Taktiež bude dôležité preskúmať režim a spôsob mletia, pri ktorom by došlo k čo najrýchlejšiemu uvoľneniu hlavných nositeľov pyritickej síry - pyritu a markazitu, prípadne sa zamerať priamo na jemné prachové podiely uhlia, ktorých zúžitkovanie je naďalej veľmi problematické.

Literatúra

- Boroška, F. : Ústne podanie. *Informácie získané pri prehodení kvality zásob uhlia*, 1997.
- Hencl, V.: Výzkum separace síry a popela z hnědého uhlí procesem OGMS. In: *Sborník referátů XIII. vědeckého kolokvia „Základy a principy úpravy nerostných surovin“*, Praha 1985, s. 120-128.
- Hencl, V.: Magnetická separace anorganických příměsí z energetických uhlí. In: *Zbor. ref. XVI. Celoštátnej úpravnickej konferencie, časť „Úprava uhlia“*, BF VŠT Košice, 1987, s. 33-37.
- Chovanec, F., Pitel, J., Žabka, M., & Hencl, V.: Výsledky prvých pokusov magnetického rozdrúžovania vybranej vzorky československého hnedého uhlia. In: *Zbor. predn. „Teoretické a praktické problémy magnetického rozdrúžovania nerastných surovín. Dom techniky ČSTVS Košice, 1989, 70-76.*
- Vidlář, J. & Gazda, Z.: Situační řešení magnetické separace síry z energetických uhlí před spalovacím procesem. In: *Fečko, P. (red.): Environment and Mineral Processing. Proc. of Int. Conf., VŠB-TU Ostrava, 1992, s. 190-195.*
- Turčániová, L. et al., Jakabský, Š., Hredzák, S. & Lovás, M.: Komplexné využitie slovenského hnedého uhlia. *Správa ÚGt SAV, Košice, 1996.*

Hredzák, S., Košúth, M., Briančin, J., Turčániová, L., Lovás, M., & Jakabský, Š.: Charakteristika minerálnych fáz v hnedom uhľí hornonitrianskej panvy. In: Leško, M. (ed.): 9. Medzinárodná banícka konferencia. Zbor. ref. Sekcie 4. „Ekotechnológia a mineralurgia, Fakulta BERG TU Košice, 1997, s. 62-65.