

Aplikácia multigravitačného separátora Mozley pri úprave energetického uhlia z bane Cígeľ

Štefan Jakabský¹, Slavomír Hredzák¹, Michal Lovás¹, Ľudmila Turčániová¹
a Guy Cordingley²

Application of the multigravity separator Mozley in the preparation of steam coal from the Cígeľ Colliery

The contribution presents the results of tests on a gravity separation of steam coal from the Cígeľ Colliery. The preparation tests were carried out in a multigravity separator Mozley. The preparation conditions and the quality of obtained products are summarized in tables. The introduced results such as the ash content in washed coal (from 44 to 57%) and an ash recovery into reject (from 5 to 12%) point to the fact that the application of the Mozley separator is not advisable for the steam coal preparation from the Cígeľ Colliery.

Key words: steam coal preparation, separator Mozley, ash content in products.

Úvod

Uhlie z oblasti Hornonitrianskej panvy je charakteristické zvýšeným obsahom popola a síry. Obsah popola v ťažnom uhlí z bane Cígeľ je cca 23 %, no v energetickom uhlí, t. j. v podsitnom produkte triedenia za sucha –12 mm, resp. –20 mm, obsah popola stúpa na hodnoty 28 - 50 %, ba niekedy aj viac. Využívanie takéhoto vysokopopolnatého uhlia preto naráža na celý rad technicko-ekonomických a ekologických problémov (Hredzák, 1997).

Otázke znižovania obsahu popola a síry v slovenskom energetickom uhlí metódami fyzikálnej, fyzikálno-chemickej, chemickej a biochemickej úpravy sa v poslednom období venuje veľa pozornosti. Pre úpravu energetického uhlia z hľadiska investičnej náročnosti a možnosti rýchleho uvedenia do praxe sa najperspektívnejšie javia fyzikálne metódy úpravy (Jakabský et al., 1997). Pre úpravu energetického uhlia z Hornonitrianskej panvy bol o. i. testovaný "water only" cyklón (Jakabský et al., 1997, Hredzák et al., 1998), pričom obsah popola v pranom uhlí klesol z pôvodných 27 až 41% na 8 až 16%, pri zvýšení výhrevnosti na hodnotu 17 až 19 MJ.kg⁻¹ (z 9 až 13 MJ.kg⁻¹). Problematickými však naďalej ostávajú jemné podiely, cca pod 0,5 mm. Črtá sa možnosť upravovať ich taktiež vo "water only" cyklóne, veľkosťou prispôbenom na vstupný rozmer zrna, prípadne aplikovať rozdrúžovače na princípe gravitačnej sily novej generácie, využívajúce kvôli zvýšeniu účinku gravitácie pôsobenie odstredivých síl, ako sú napríklad odstredivá sádzačka Kelsey, rozdrúžovače Knelson a Falcon, a nakoniec aj multigravitačný separátor Mozley, ktorých konštrukčné parametre umožňujú rozdrúžovanie jemných podielov nerastných surovín (Napier-Munn, 1997).

V tomto príspevku sú prezentované výsledky testov úpravy energetického uhlia z Bane Cígeľ na multigravitačnom separátore Mozley C900, ktoré sa uskutočnili vo firme Richard Mozley Limited, vo Veľkej Británii.

Separátor Mozley

Vývoj multigravitačného separátora Mozley sa začal v roku 1983 vo Veľkej Británii (Cornwall). Prvýkrát bol inštalovaný do prevádzky na miestnej cínovej bani „Wheal Jane“ v 1989, avšak s neúspechom. Vzápätí nato nastala svetová kríza, týkajúca sa kapacít pre tavenie cínu, čo sa na trhu prejavilo nepredajnosťou chudobných cínových koncentrátov. To prinútilo manažment „Wheal Jane“ zlepšiť kvalitu koncentrátov, a to rýchlo. Následne na to bol v roku 1990 skonštruovaný prevádzkový dvojité bubnový prototyp multigravitačného separátora, ktorý na spomenutej bani pracoval do r. 1993,

¹ Ing. Štefan Jakabský, CSc., Ing. Slavomír Hredzák, RNDr. Michal Lovás a Ing. Ľudmila Turčániová, CSc., Ústav geotechniky SAV, Watsonova 45, 043 53 Košice

² Guy Cordingley, Application Engineer, Richard Mozley Ltd., Minerals Division, Cardrew, Redruth, Cornwall, TR15 1SS United Kingdom

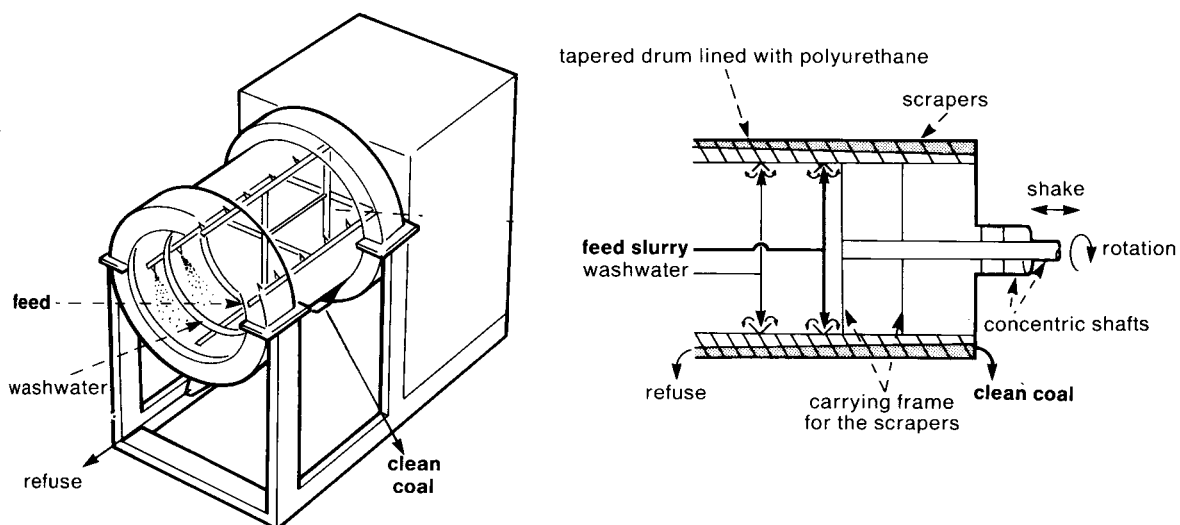
(Recenzovaná a revidovaná verzia doručená 30.10.1998)

kedy baňa zakúpila novú technologickú jednotku. Viac ako 30 technologických celkov bolo potom predaných na závody pre úpravu grafitových surovín, železných, wolfrámových a cínových rúd, ako aj zlatonosných surovín (Napier-Munn, 1997).

Separátor, ktorého schéma je na obr. č. 1 (Mozley, Ltd), je v podstate odstredivý separátor, podobný bežnému splavu, resp. splavovacej doske, ktorá je vlastne zrolovaná do valca. Rozdružovanie prebieha v tenkej vrstve na vnútornej ploche bubna. Otáčkami bubna cca 200 ot.min⁻¹ sa generujú separačné sily, dosahujúce 20 násobok sily gravitačnej. Bubon (drum) okrem otáčania okolo vlastnej osi, vykonáva pohyb aj v smere tejto osi (shake). Materiál, resp. rmut, je podávaný (feed slurry) spolu s premývacou vodou (washwater) do stredu bubna. Častice s vyššou hustotou (v prípade úpravy uhlia odpad – refuse) sa usadzujú na povrchu bubna a vynášajú sa von z neho pomocou škrabákov (scrapers), proti smeru postupu vsádzky. Ľahšie častice (prané, alebo čisté uhlie – clean coal), sú unášané prúdom von z bubna. Na parametre separácie majú vplyv hlavne otáčky bubna, frekvencia pohybu v smere osi bubna, úklon bubna, dávkovanie suroviny a premývacej vody (Rubiera et al., 1997).

Po úspechu pri úprave rudných a nerudných surovín sa začalo uvažovať o možnosti uplatnenia multigravitačného separátora aj pri zušľachtovaní uhlia. Rao a Bandopadhyay, 1992, testovali upraviteľnosť flotačných odpadov po úprave indického uhlia. Sledovali závislosť obsahu popola v pranom uhlí na jeho hmotnostnom výnose na škále 35,06 – 67,64% výnosu praného uhlia, pričom menili dynamický režim separátora. Uvádzajú výsledky 27 experimentov, z ktorých sú zaujímavé nasledovné. Pri vsádzke s obsahom popola cca 50%, dosiahli v pranom uhlí pri výnose 35%, obsah popola 10,25%, pri výnose 44,98%, to bolo 13,11%, ďalej pri výnose 54,23% bol obsah popola 19,45% a nakoniec pri výnose 67,64% bol v pranom produkte stanovený obsah popola 33,83%. S klesajúcim výnosom do odpadu zo 64,94% na 32,86%, rastie obsah popola zo 69,96% na 86,82%.

Rubiera et al, 1997, sa zaoberali prečisťovaním uhoľného flotačného koncentráту na separátore Mozley, s cieľom determinovať distribúciu síry a popola v produktoch rozdružovania. Pri vsádzaní celej zrnitostnej škály s obsahom popola priemerne 11,78% a síry 2,39%, malo prané uhlie obsah popola 9,88% a síry 2,02%. Odpad mal obsah popola 24,86% a síry 4,95%.



Obr.1. Multigravitačný separátor Mozley.

Príprava vzoriek na rozdružovanie

Dodaná vzorka energetického uhlia, podrveného pod 3 mm, bola roztriedená na triedy +2 mm, 1-2 mm a -1 mm. Získaná trieda +2 mm pri výnose 4,2% mala obsah popola 19,54%, v triede 1-2 mm pri výnose 24,40 % bol stanovený obsah popola 13,14%.

Zvyšok, t.j. trieda -1mm, s priemerným obsahom popola 51,37% bola podrobená pokusom separácie za mokra. Najprv však bola vsádzka do multigravitačného separátora predupravená v triediacom hydrocyklóne, kde bol odstránený kalový podiel. Po odstránení jemných podielov bol hrubý produkt - výtok hydrocyklónu, rozdružovaný na multigravitačnom separátore C900 Mozley.

Výsledky a diskusia

Kompletné zhodnotenie dát z predúpravy energetického uhlia v triediacom hydrocyclóne a následnej separácie v Mozley separátore je popísané v tabuľkách č. 1 a 2. Ostatné výsledky separačných testov pri rôznych otáčkach bubna, konštantnej priechnej frekvencii, amplitúde priechneho pohybu a úklone separátora, so sledovaním vplyvu popolnatosti vsádzky, sú uvedené v tabuľkách č. 3 - 7.

Tab.1. Odkalenie uhlia v triediacom cyclóne.

Podmienky: cyklón C124, priemer 44 mm		Prepad: 11,1 mm	
Tlak: 34,474. 10 ⁴ Pa		Výtok: 9,4 mm	
Produkt	Výnos [%]	Popol v sušine A ^d	
		Obsah [%]	Výťažnosť [%]
Prepad	28,21	73,29	40,24
Výtok	71,79	42,76	59,76
Σ 100,00		φ 51,37	Σ 100,00

Tab.2. Úprava uhlia v multigravitačnom separátore.

Podmienky: otáčky bubna: 370 min ⁻¹		Úklon bubna: 5°	
Frekvencia priečných kmitov: 240 min ⁻¹		Amplitúda priečného pohybu: 15 mm	
Produkt	Výnos [%]	Popol v sušine A ^d	
		Obsah [%]	Výťažnosť [%]
Odpad	4,41	52,90	5,18
Prané uhlie	95,59	44,75	94,82
Σ 100,00		φ 45,11	Σ 100,00

Tab.3. Úprava uhlia v multigravitačnom separátore.

Podmienky: otáčky bubna: 358 min ⁻¹		Úklon bubna: 5°	
Frekvencia priečných kmitov: 240 min ⁻¹		Amplitúda priečného pohybu: 15 mm	
Produkt	Výnos [%]	Popol v sušine A ^d	
		Obsah [%]	Výťažnosť [%]
Odpad	7,65	73,46	12,02
Prané uhlie	92,35	44,56	87,98
Σ 100,00		φ 46,77	Σ 100,00

Tab.4. Úprava uhlia v multigravitačnom separátore.

Podmienky: otáčky bubna: 381 min ⁻¹		Úklon bubna: 5°	
Frekvencia priečných kmitov: 240 min ⁻¹		Amplitúda priečného pohybu: 15 mm	
Produkt	Výnos [%]	Popol v sušine A ^d	
		Obsah [%]	Výťažnosť [%]
Odpad	9,44	50,81	10,16
prané uhlie	90,56	46,81	89,84
Σ 100,00		φ 47,19	Σ 100,00

Tab.5. Úprava uhlia v multigravitačnom separátore.

Podmienky: otáčky bubna: 370 min ⁻¹		Úklon bubna: 5°	
Frekvencia priečných kmitov: 240 min ⁻¹		Amplitúda priečného pohybu: 15 mm	
Produkt	Výnos [%]	Popol v sušine A ^d	
		Obsah [%]	Výťažnosť [%]
Odpad	5,63	68,95	8,04
prané uhlie	94,37	47,10	91,96
Σ 100,00		φ 48,33	Σ 100,00

Tab.6. Úprava uhlia v multigravitačnom separátore.

Podmienky: otáčky bubna: 381 min ⁻¹		Úklon bubna: 5°	
Frekvencia priečných kmitov: 240 min ⁻¹		Amplitúda priečného pohybu: 15 mm	
Produkt	Výnos [%]	Popol v sušine A ^d	
		Obsah [%]	Výťažnosť [%]
Odpad	5,26	65,35	6,73
prané uhlie	94,74	50,26	93,37
Σ 100,00		φ 51,37	Σ 100,00

Tab.7. Úprava uhlia v multigravitačnom separátore.

Podmienky: otáčky bubna: 358 min ⁻¹ Frekvencia priečných kmitov: 240 min ⁻¹		Úklon bubna: 5° Amplitúda priečného pohybu: 15 mm	
Produkt	Výnos [%]	Popol v sušine A ^d	
		Obsah [%]	Výtťažnosť [%]
Odpad	8,14	64,61	9,06
prané uhlie	91,86	57,46	90,94
	Σ 100,00	φ 58,04	Σ 100,00

Z prezentovaných výsledkov je viditeľné, že zníženie obsahu popola v pranom uhli oproti vsádzke, pri výnose okolo 90 až 96%, dosahuje cca 1 %, pričom výtťažnosť popola do produktu praného uhlia je približne na úrovni 88 až 95 %. Kvalita praného produktu je prakticky závislá na obsahu popola vo vsádzke do separátora. Obsah popola v odpade pri hmotnostnom výnose 4 – 10% sa pohybuje v rozmedzí 50 – 73 %. Výtťažnosť popola do odpadu je 5 – 12%. Nebol pozorovaný vplyv zmeny otáčok na kvalitu produktov. Pri porovnaní kvality produktov rozdrúžovania Mozley separátorom s „water only“ cyklónom možno konštatovať, že v prípade Mozley separátora zrejme nedochádza k výraznejšiemu pôsobeniu strižných síl, ktoré vo „water only“ cyklóne napomáhajú pri odlepaní hlušín z povrchu uhoľných zrn, ako aj rozmyvaniu ílovitých minerálov.

Záver

V predložennom príspevku bol popísaný princíp rozdrúžovania na multigravitačnom separátore Mozley, niektoré skúsenosti s jeho aplikáciou pri rozdrúžovaní jemných podielov produktov úpravy uhlia, ako aj výsledky testov úpravy energetického uhlia z Bane Cígel' v laboratóriách fy Mozley. Z prezentovaných parametrov produktov úpravy vyplýva, že účinnosť rozdrúžovania je nízka a uplatnenie separátora Mozley pre úpravu energetického uhlia z bane Cígel' je nevhodné.

Táto práca vznikla v rámci slovensko-amerického projektu „Slovak Brown Coal“ ID 031-95.

Literatúra

- Hredzák, S., Košúth, M., Briančin, J., Turčániová, L., Lovás, M. a Jakabský, Š.: Charakteristika minerálnych fáz v hnedom uhli Hornonitrianskej panvy. In: Leško, M. (red.): 9. medzinárodná banícka konferencia, poriadaná pri príležitosti 45. výročia založenia Baníckej fakulty TU v Košiciach. Sekcia č. 4. Ekotechnológia a mineralurgia, Košice 1997, s. 62 - 65.
- Jakabský, Š. a kol.: Komplexné využitie slovenského hnedého uhlia a ekologicky čistých technológií v energetike. Správa ČÚ 01 k VTP č. 95-513-III-07 "Zvýšenie ekonomickej efektívnosti energetických premien" E 1.3. časť A. Výročná správa ÚGt SAV Košice 1997, 62 s.
- Hredzák, S., Jakabský, Š., Lovás, M. and Mockovčiaková, A.: Preparation of steam coal from Cígel' and Handlová localities in hydrocyclones. In: (Fečko, Bulawa, Holík, eds.): Proc. of the 4th Conf. on Environment and Mineral Processing, VŠB-TU Ostrava 1998, Part II., p. 477-482.
- Napier-Munn, T. J.: Invention and innovation in mineral processing. *Minerals Engineering*, Vol. 10, 1997, No. 8, p. 757-773.
- Rao, L. S. and Bandopadhyay, P.: Application of a Mozley mineral separator for treatment of coal washery rejects. *International Journal of Mineral Processing*, 36, 1992, p. 137-150.
- Rubiera, F., Hall, S. T. and Shah, C. L.: Sulfur removal by fine coal cleaning processes. *Fuel*, Vol. 76, 1997, No. 13, p. 1187-1194.
- Cordingley, G.: Recovery of Fine Clean Coal Using The C900 MGS. Report No. 8940. Slovak Academy of Sciences. Minerals Division of the Richard Mozley Limited, Cornwall, UK, 1998.
- Prospekty firmy Richard Mozley Ltd.. Cornwall, UK.