

Prehľad realizovaného výskumu fyzikálnych metód úpravy primárnych a sekundárnych surovín

Štefan Jakabský¹, Michal Lovás¹, Slavomír Hredzák¹ a Annamária Mockovčiaková¹

Overview of realized research on physical processing methods of primary and secondary materials

The paper describes research activities of the physical mineral processing group at the Institute of Geotechnics of the Slovak Academy of Sciences in last 5 years. The research programme of this group has been focused on the utilization of ferrofluids in mineral processing, especially in fine-grained materials separation. Other investigation works deal with the possibilities of Slovak brown coal preparation and metallurgical wastes processing as well as with the problems of domestic raw-materials treatment.

Key words: magnetic separation, magnetohydrostatic separation, ferrofluids, physical treatment of primary and secondary materials.

Úvod

V oblasti úpravy primárnych a druhotných surovín sa rozpracovávajú nové úpravnicke postupy a riešia sa úlohy optimalizácie a inovácie technológií so zreteľom na ochranu životného prostredia v bansko-úpravárenských a metalurgických závodoch.

Tematicky sú úlohy zamerané na skúmanie dynamiky veľmi jemných častíc v magneticky a elektricky polarizovateľných heterogénnych kvapalinách a na teoretické rozpracovanie princípov magnetoflotácie minerálov, s využitím špecifických vlastností ferokvapalín.

Pre rozvojové programy výrobných podnikov boli riešené úlohy z oblasti nakladania s odpadmi z komunálnej sféry, banskej a spracovateľskej činnosti, ako aj úlohy z oblasti zvýšenia účinnosti v súčasnosti uplatňovaných technológií v keramickom, hutníckom a banskom priemysle.

Dynamika jemných častíc v magneticky a elektricky polarizovateľných kvapalinách

Stále narastajúca potreba úpravy veľmi jemne prerastaných surovinových materiálov s nízkym obsahom úžitkovej zložky si vyžiadala rozvoj nových technológií, založených na využití magnetických a dielektrických kvapalín ako rozdzružovacieho média v magnetických a elektrických poliach.

Pri spracovaní primárnych a sekundárnych surovín sa veľmi naliehavo vynáral problém koncentrácie jemnozrnných úžitkových zložiek. Vývoj nových metód sa začal uberať smerom k hydrometalurgii a biohydrometalurgii, z ktorých prvá je ekonomicky náročný a druhá sa nachádza v štádiu najviac poloprevádzkových overovaní. Menej nákladné fyzikálno-chemické postupy (napr. flotácia) a fyzikálne metódy (napr. magnetické a magnetogravitačné rozdzružovanie) sa ukazovali ako nedostatočne účinné pre separáciu jemnozrnných častíc. Na základe týchto poznatkov bolo potrebné uplatniť pre rozdzružovanie jemnozrnných častíc metódy, využívajúce vplyv viacerých fyzikálnych polí a využiť niektoré originálne vlastnosti nových rozdzružovacích médií, t.j. magneticky a elektricky polarizovateľných kvapalín.

K riešeniu bolo potrebné poznať fyzikálne a fyzikálno-chemické vlastnosti použitých polarizovateľných kvapalín, mineralogické, fyzikálne a chemické vlastnosti jemnozrnných materiálov, ako aj konfiguráciu aplikovaných magnetických a elektrických polí. Výskumom boli získané pozoruhodné výsledky, ktoré možno charakterizovať nasledovne (Lovás, M. et al., 1993; Lovás, M. et al., 1994; Jakabský, Š. et al., 1995; Mockovčiaková et al., 1995; Lovás et al., 1995; Lovás et al., 1996):

- teoretické rozpracovanie a experimentálne overenie správania sa jemnozrnných materiálov dispergovaných v elektricky a magneticky polarizovateľných kvapalinách,

¹ Ing. Štefan Jakabský, CSc., RNDr. Michal Lovás, Ing. Slavomír Hredzák a RNDr. Annamária Mockovčiaková, CSc. Ústav geotechniky SAV, Watsonova 45, 043 53 Košice
(Recenzovali: Doc. Ing. Michal Leško, CSc. a Ing. Ľudmila Turčániová, CSc. Revidovaná verzia doručená 16.10.1997)

- štúdium fyzikálnych a fyzikálno-chemických vlastností heterogénnych dielektrických kvapalín a ich zmien v dôsledku interakcie s gradientným elektrickým poľom,
- objasnenie mechanizmu fázových premen povrchovej vrstvy slabomagnetických minerálnych častíc, ovplyvnenými elektrochemickými procesmi,
- rozpracovanie teoreticky nových metód rozdrúžovania jemnozrnných častíc,
- vypracovanie metód merania efektívnej hustoty, viskozity, povrchového napätia a magnetickej polarizácie ferokvapalín, za účelom ich stabilizácie v magnetických systémoch bol vyvinutý regulačno-stabilizačný systém,
- rozpracovanie metódy výpočtu a merania indukovaných magnetických polí magnetizovaných telies,
- skonštruovanie zariadenia, zabezpečujúceho prerušenie toku kvapaliny v potrubí na základe teoretických úvah o dynamike jemnozrnných častíc v magnetických poliach,
- rozpracovanie matematického modelu dynamiky tuhých častíc v magnetickej polarizovateľných kvapalinách rotujúcich v gradientnom magnetickom poli, ktorý bol veľmi dôležitý z hľadiska iskania analytického riešenia pohybu častíc, ako podklad pre vývoj rozdrúžovacieho zariadenia.

Okrem uvedeného sa uskutočnil výskum syntézy dielektrických práškov na báze Ba, testovali sa vhodné dispergačné činidlá, zabezpečujúce vysokú stabilitu týchto práškov v nosných kvapalinách. Matematický model správania sa sférických častíc v dielektrických kvapalinách lokalizovaných v gradientnom elektrickom poli a určenie ich trajektórií umožnilo stanoviť parametre rozdrúžovacieho kanálu.

Veľmi zaujímavým sa ukázalo riešenie interakcie ferokvapaliny s časovo premenlivým magnetickým poľom a analýza pohybu veľmi jemných častíc v takomto poli. Teoretické riešenie trajektórií častíc rôznej hustoty v meniacom sa tlakovom poli dalo základ pre zhotovenie pulzného magnetogravitáčného rozdrúžovača pre veľmi jemné vsádzky.

Magnetoflotácia minerálov s využitím špeciálnych vlastností ferokvapalín

V rámci riešenia tejto problematiky sa rozpracovávajú teoretické princípy flotácie minerálov pomocou adsorbovaných kvapiek ferokvapalín na ich povrchu, s využitím gradientného magnetického poľa. Pre tento účelom sa študujú medzifázové interakcie „tuhá fáza - ferokvapalina - kvapalina“ a vypracováva sa matematický model magnetogravitometrickej flotácie. Podstatou tejto metódy je selektívna adsorpcia ferokvapaliny na povrchu niektorého minerálu a následné vyflotovanie do penového produktu, za pôsobenia gradientného magnetického poľa. Zmäčanie povrchu vybraných minerálov a uhlia bolo posudzované podľa uhla zmáčania. Merali sa styčné uhly pre zrnité látky na rozhraní „minerál - ferokvapalina - vzduch“ a pre nábrusy na rozhraní „minerál - ferokvapalina - voda“. Najdôležitejšie výsledky sú nasledovné:

- ferokvapaliny na báze nepolárnych uhľovodíkov na rozhraní „minerál - vzduch“ lepšie zmáčajú povrch minerálov, ako ferokvapaliny na báze vody,
- vo vodnom prostredí je veľkosť styčného uhla funkciou fyzikálnych vlastností ferokvapaliny.

Uvedené poznatky boli aplikované pri laboratórnych skúškach flotácie zmesi uhlia a kremeňa, s použitím ferokvapaliny na báze oleja, jemne rozptýlenej vo vode. Aplikáciou magnetického poľa sa zabezpečilo urýchlenie flotačného procesu a stabilizácia uhoľného koncentráta (Lovás et al., 1997).

Návrhy nových technologických postupov úpravy vybraných primárnych a sekundárnych surovín

V rámci programu „Komplexného využitia slovenského uhlia a ekologicky čisté technológie v energetike“ sa navrhujú nové a modifikované fyzikálne postupy úpravy uhlia za účelom zníženia obsahu popola, síry a arzenu v energetickom uhlí z hornonitrianskej panvy. Boli uskutočnené skúšky rozdrúžovania v ťažkých kvapalinách a ferokvapalinách pri magnetohydrostatickom režime a pri dynamických podmienkach v hydrocyklóne, pracujúcim s ferokvapalinou v magnetickom poli. Odsírenie a odaržovanie jemnozrnného uhlia bolo realizované vysokogradientnou magnetickej separáciou (Turčániová et al., 1996). Z praktického hľadiska a to hlavne z pohľadu ekonomického sa javí ako optimálne rozdrúžovanie energetického uhlia v hydrocyklónoch špeciálnej konštrukcie, pracujúcich iba s vodou, kde zahustenie vyvolávajú jemné podiely v uhoľnej vsádzke.

Predmetom výskumu boli tiež konkrétne úlohy na objednávku praxe, ako napr. možnosti magnetickej úpravy oceliarskej trosky (Jakabský et. al., 1996), charakteristika oceliarských kalov

(Jakabský et al., 1996) a úletov (Hredzák et al., 1997), kalov po výrobe oxidu hlinitého (Hredzák a Jakabský, 1992), antimónových úletov (Jakabský et al., 1994), boli vypracované sa podklady pre zachytávanie a úpravu grafitových úletov z oceliarní (Jakabský et al., 1995), analyzovali sa možnosti úpravy eolických pieskov, za účelom ich využitia v sklárskom a naftovom priemysle (Jakabský et al., 1996).

Záver

Základnou náplňou nášho výskumu bola a je úprava jemnozrnných a ťažko upraviteľných primárnych a sekundárnych surovín fyzikálnymi a fyzikálno-chemickými metódami. Nami navrhované postupy boli modifikáciou už existujúcich, alebo boli u nás vyvinuté. Pre konkrétne prípady sa súčasne s novou technológiou vyvíjali aj rozdrúzovacie zariadenia. Nové poznatky o postupoch úpravy boli publikované v odborných časopisoch, zborníkoch konferencií a výskumných správach tak, ako to dokumentuje aj ich súpis.

Literatúra

- Hredzák, S. & Jakabský, Š.: Technologické podmienky úpravy hnedého kalu. Štúdia k VTP Vývoj a overenie komplexného využitia odpadov z výroby oxidu hlinitého, *ÚGt SAV Košice*, 1992.
- Hredzák, S., Jakabský, Š., Lovás, M., Bálintová, M., Boldižárová, E. & Čurilla, J.: Vlastnosti a možnosti magnetickej úpravy oceliarskych úletov. *Acta Metallurgica Slovaca* 3, 1997, č. 2/2, s. 506-510.
- Jakabský, Š., Hredzák, S., Leščinský, I. & Bálintová, M.: Analýza vzoriek Sb-úletov, posúdenie možností aplikácie fyzikálnych metód úpravy. *Správa ÚGt SAV Košice*, 1994.
- Jakabský, Š., Hredzák, S., Lovás, M. & Jusko, F.: Využitie úletového grafitu z DZ Oceliarne. *Správa ÚGt SAV, Košice* 1995.
- Jakabský, Š., Mockovčiaková, A., Lovás, M. & Hredzák, S.: Využitie magnetickej a elektricky polarizovateľných kvapalín pri úprave jemnozrnných materiálov. In: *Fečko, P. (red.): Životní prostředí a průmysl. Zbor. medzinár. ved. konf. VŠB-TU Ostrava 1995*, s. 59-62.
- Jakabský, Š., Hredzák, S., Lovás, M. & Bálintová, M.: Skúšky upraviteľnosti oceliarskej trosky pomocou magnetickej separácie. *Výskumná správa ÚGt SAV Košice*, 1996.
- Jakabský, Š., Hredzák, S. & Lovás, M.: Skúšky upraviteľnosti oceliarskych kalov. *Výskumná správa ÚGt SAV Košice*, 1996.
- Jakabský, Š., Hredzák, S. & Lovás, M.: Výskum možností magnetickej úpravy eolických pieskov z ložiska Šajdíkovce Humence. *Správa ÚGt SAV Košice* 1996.
- Lovás, M., Jakabský, Š. & Hredzák, S.: Ferrofluid Density Measuring and Stabilization. In: *Digests of European Magnetic Materials and Equipment, Košice 1993*, pp.405.
- Lovás, M., Hredzák, S. & Jakabský, Š.: Štúdium dynamiky minerálnych častíc v magnetickej a elektricky polarizovateľných prostrediach. In: *Zborník seminára Mineralogie, geochemie a životní prostředí, Ostrava 1994*, s.64-66.
- Lovás, M., Hredzák, S., Jakabský, Š. & Baník, P.: Control Test of Coal Dressing by using of Magnetogravimetric Method of Separation. In: *Blaschke, W. S. (ed.): New trends in Coal Preparation and Equipment, Proc. of the 12th Int. Coal Preparation Congress, Cracow 1994*, pp. 1071-1078.
- Lovás, M., Mockovčiaková, A., Jakabský, Š. & Hredzák, S.: The Dynamic Interaction of Ferrofluids with Time-Dependent Magnetic Field. In: *Proc. of the 9th Czech and Slovak Conference on Magnetism, Košice 1995*, pp. 50.
- Lovás, M., Jakabský, Š. & Hredzák, S.: The Application of Heterogeneous Polarizable Fluids in Mineral Processing. *Magnetic and Electrical Separation, Vol. 7*, pp. 65-76.
- Lovás, M., Jakabský, Š., Mockovčiaková, A. & Hredzák, S.: Možnosti využitia ferokvapalín pri flotácii minerálov. In: *Leško, M. (red.): 9. Medzinárodná banícka konferencia, Zbor. ref. Sekcie 4: „Ekotechnológia a Mineralurgia“, Fakulta BERG TU Košice 1997*, s. 31-34.
- Lovás, M., Mockovčiaková, A., Jakabský, Š. & Hredzák, S.: Termodynamika zmáčania minerálnych povrchov ferokvapalinami. In: *Fečko, P. (ed.): New Trends in Mineral Processing II. Zborník predn. medzinár. konf. VŠB-TU Ostrava 1997*, s. 121-127.
- Mockovčiaková, A., Lovás, M. & Jakabský, Š.: Theoretical Model of Separation of Fine Particles in a Rotating Ferrofluid. *Magnetic and Electrical Separation, Vol. 7*, pp. 29-36.
- Mockovčiaková, A., Lovás, M., Jakabský, Š. & Hredzák, S.: Aplikácia Laplaceovej transformácie pri riešení dynamiky častíc v magnetickej kvapalinách. *Fečko, P. (red.): Nové trendy v úpravnictví. Zbor. konf. VŠB-TU Ostrava 1995*, s.111-115.

Turčániová et al., Jakabský, Š., Hredzák, S. & Lovás, M.: Komplexné využitie slovenského hnedého uhlia a ekologicky čistých technológií v energetike. *Správa ÚGt SAV Košice, 1996.*