

Technogénne minerálne odpady - zdroj surovín

Františka Michalíková¹

Technogeneous mineral wastes – source of raw materials

The electron microanalysis is used for the evaluation of properties of the technogeneous mineral wastes - the Jelšava waste sands. In the contribution flotation results of the given waste are presented prognosticating a high-quality magnesite concentrate from it.

The acquired knowledge, can be rationally used also as a factographic material for explaining the unsuitable wet treatment and, at the same time, it can serve for the proper formulation and construction of other possible technological solutions.

Key words: Jelšava magnesite waste sands, microanalysis methods, flotation of magnesite wastes.

Úvod

Prehľad, zostavený Slovenským banským úradom, sumarizuje údaje o minerálnych odpadoch, produkovaných na Slovensku do r. 1989. V haldách a odkaliskách slovenských bansko-úpravárenských podnikoch bolo evidovaných 160 mil. ton kusových až jemnozrnných minerálnych odpadov (ďalej MO). Ročný prírastok - asi 6 mil. ton - bol využívaný priemerne len na 20 - 21 %.

Na odkaliskách vtedajších štátnych podnikov Rudné bane Banská Bystrica, Železoručné bane Spišská Nová Ves, Slovenské magnezitové závody Košice a Uhoľné bane Prievidza, bolo k 31.12. 1989 evidovaných spolu 33,55 mil. ton jemnozrnných minerálnych odpadov s priemerným ročným prírastkom 1,44 mil. ton. Okrem týchto odpadov produkuje ďalšie minerálne odpady energetika, hutníctvo, zlievarenstvo, chemický a iný priemysel. Ročná produkcia minerálnych odpadov z energetiky predstavovala za r. 1990 1,2 mil. ton popola (popolček, škvára, troska, úlet). Nízky podiel využívania minerálnych odpadov má za následok nárast ich deponovaných objemov aj po útlme domácej ťažby. Po r. 1990 zanikli mnohé ťažobné a spracovateľské podniky, ale zostali po nich neobhospodarované skládky a odkaliská. Skládkované minerálne odpady vďaka svojmu objemu, zrnitostnému zloženiu, reaktivite minerálnych fáz, fungujú ako chemické a biochemické reaktory. Pôsobením oxidačných a biooxidačných procesov sú chemické prvky z primárnych minerálnych väzieb vynášané pôsobením poveternostných podmienok - vetra do okolitého prostredia a zrážkovou vodou vyluhované do pôdy.

Rastúci tlak na ochranu životného prostredia vyvoláva vzrast nákladov na nakladanie s odpadom. V súčasnosti už táto časť výdavkov zaťažuje celkové výrobné náklady producentov odpadov takmer 40 %-ami, čím sa stáva limitujúcou zložkou ekonomiky podnikania. Komplexné využívanie nerastných surovín je motiváciou výskumu a výrobnej praxe. Minerálne tuhé odpady sú súčasťou tejto praxe. Vznikajú vo výrobných procesoch (ťažobných, úpravnických, hutníckych, energetických, atď.) ako doteraz nevyužiteľné produkty, tvorené nielen primárnymi minerálmi, ale tiež minerálnymi novotvarmi, najmä v energetike a hutníctve. Ak minerálne odpady chápeme ako **technogénne minerálne suroviny (TMS)**, tak v porovnaní s primárnymi nerastnými surovinami majú niektoré zjavné prednosti :

- sú k dispozícii na zemskom povrchu, nie je potrebné ich ťažiť baníckym spôsobom,
- sú väčšinou dezintegrované, často sú tvorené gravitačne segregovanými zmesami kovonosných a nekovonosných minerálnych fáz,
- doba, potrebná na naštartovanie recyklačných alebo iných procesov, v ktorých by sa z nich získavali skoncentrované úžitkové zložky, môže byť výrazne kratšia, ako v prípade primárnych nerastných surovín.

Z tohto pohľadu môže byť ekonomická efektívnosť produkcie z TMS vyššia ako z primárnych surovín.

¹ Katedra mineralurgie a environmentálnych technológií F BERG Technickej univerzity, Park Komenského 19, 042 00 Košice (Recenzovaná a revidovaná verzia doručená 30.10.1998)

Predmetom nášho výskumu boli také TMS, ako sú odpady po flotácii magnezitovej suroviny v Košiciach, odpady z ťažkosuspensnej úpravne bývalých SMZ v Jelšave, odpady z energetiky - popoly zo spaľovania čierneho a hnedého uhlia v elektrárňach a teplárňach na Slovensku i v Čechách.

Na príklade výskumu zužitkovania magnezitového **odpadu** - pieskov z ťažkosuspensného rozdrúžovania magnezitovej suroviny v Jelšave, bude demonštrovaný postup, ktorý viedol k získavaniu úžitkovej zložky - magnezitu. Vstupnou surovinou boli **odpadové** piesky zrnitosti 0 - 2 mm. V osemdesiatych rokoch tvorili skládku, na ktorej bolo 2 - 2,5 mil. ton. Počas riešenia úlohy vystúpili do popredia nasledujúce problémy :

⇒ aký je stupeň prerastania jednotlivých minerálov v magnezitovej surovine,

⇒ aká je optimálna liberalizácia zrn minerálu magnezitu z hľadiska požadovanej kvality magnezitového koncentráту, získaného z tejto suroviny.

Liberalizácia súvisí s „čistotou“ testovaných minerálov. Je potrebné zdôrazniť, že na objektívne posúdenie výsledkov je okrem chemického zloženia potrebná aj znalosť mineralogického a petrografického zloženia suroviny (skládky). Výsledky mikroskopického výskumu sú často podnetom na usmernenie následných úpravnícko-technologických postupov.

Rozbor problému

Liberalizácia (uvoľnenie, otvorenie) zrn je faktor, ktorý najväčšmi vplyva na výťažnosť v úpravňických procesoch (Malvik, 1982).

Autori (Cambel, Jarkovský, Krištín, 1983) poukazujú na veľké možnosti stanovenia homogenity a inhomogenity minerálov a foriem vystupovania mikroprvkov v nich vďaka širokým možnostiam prístroja III. generácie - elektrónového mikroanalyzátoru fy Jeol Supperprobe 733. Na základe odrazených elektrónov je možné získať informácie o minerálnom zložení vzorky, z fotografie, kde sa zdôrazňuje reliéf, je možné získať informácie o pomernej tvrdosti, o kohéznych a iných vlastnostiach vzorky. Plošná, líniová a bodová analýza poskytuje údaje o distribúcii prvkov v mineráloch na ľubovoľnom mieste, rozmerovo sa pohybujúcich od 2x2 mikrónov až po 330x330 mikrónov.

Autori uvádzajú, že pojem homogenity minerálu je relatívny, závisí od metód výskumu a dokonalosti prístrojov.

Mineralogický rozbor magnezitových surovín bol vykonaný v roku 1957 v ÚVR Praha (Mineralogie slovenských magnezitů I. a II.). Neskôr autori (Zástěra, Čejchan a Baková, 1982) publikovali poznatky o mineralógii magnezitu z Košíc a dúbravského masívu. Vzorky, ktoré spracovávali, boli z obdobia rokov 1960-1970. S postupom ťažby sa mineralógia týchto ložísk menila smerom k jemnozrnejšiemu prerastaniu zrn a vzrastu izomorfie. Úpravnícka technická prax túto skutočnosť akceptovala a výsledkom bolo vybudovanie poloprevádzkovej flotačnej úpravne magnezitu v Košiciach. V tomto období vystúpil problém **maximálnej čistoty minerálu magnezitu**, ktorú je možné dosiahnuť flotačnou úpravou. Bolo potrebné :

- zistiť, prečo časť minerálu magnezitu nevyflotuje,
- nájsť spôsob, ktorý umožní dosiahnuť vysokú výťažnosť minerálu magnezitu do flotačného koncentráту.

Mineralógia magnezitovej suroviny jelšavských odpadových pieskov z hľadiska úpravy

Magnezitová surovina z košickej, jelšavskej a lubeníckej ťažby obsahuje okrem úžitkového minerálu magnezitu aj ďalšie minerály, ktoré predstavujú škodlivú zložku, vzhľadom na následné použitie pri výrobe žiaruvzdorných hmôt.

Je to hlavne minerál dolomit, kalcit, kremičitany, reprezentované hlavne minerálmi klinochlórom a chloritom a kremeň.

Vznikla potreba objasnenia, aký „čistý“ magnezit je možné získať flotačným rozdrúžovaním magnezitovej suroviny, kde je hranica čistoty flotačného koncentráту v porovnaní s teoreticky čistým magnezitom, ktorý obsahuje 47,6 % MgO a 52,4 % CO₂.

Pre podrobnejšie štúdium chemického a mineralogického zloženia magnezitovej suroviny a jej flotačných produktov bola používaná aparátúra elektrónovej mikroskopie. Merania sa uskutočňovali vďaka ochote vedenia GUDŠ v Bratislave, na pracovisku elektrónovej mikroanalýzy, na zariadení Jeol Supperprobe 733.

V prvom rade bolo potrebné zistiť, akými prvkami je znečistený minerál magnezit. Bodové analýzy na jednotlivých vzorkách ukázali, že magnezit z Jelšavy obsahuje :

38 - 45 % MgO, s najväčšou frekvenciou výskytu 42,7 % MgO,

2,3 - 6,4 % FeO, s najväčšou frekvenciou výskytu 3,8 - 4,2 % FeO,
 0,02 - 0,7 % CaO, s najväčšou frekvenciou výskytu 0,3 - 0,4 % CaO,
 0,1 - 1,3 % MnO, s najväčšou frekvenciou výskytu 0,3 - 0,4 % MnO,
 0 - 0,1 % Cr₂O₃, s najväčšou frekvenciou výskytu 0,05 - 0,07 % Cr₂O₃,
 0 - 0,08 % TiO₂, s najväčšou frekvenciou výskytu 0 - 0,01 % TiO₂.

Okrem uvedených prvkov sú v magnezitoch prítomné ešte Na, K, Cu a iné prvky v bezvýznamných zanedbateľných množstvách. Minerál magnezit vždy obsahuje prímеси iných prvkov. Snímky kompozícií magnezitových zŕn sú dôkazom, že značné percento z nich je prerastených.

Kvôli oddeleniu jednotlivých minerálnych zložiek magnezitovej suroviny bola použitá metóda rozplavovania v ľažkej kvapaline - v bromoforme. Východiskom pre voľbu deliacej hustoty pre rozplavovanie a delenie jednotlivých zložiek magnezitovej suroviny boli namerané hodnoty mernej hmotnosti karbonátov (Michalíková, 1978).

Magnezit z Košíc má mernú hmotnosť 3,01 - 3,03 g.cm⁻³, magnezit z Jelšavy 3,01-3,06 g.cm⁻³, dolomit z Košíc 2,78 - 2,82 g.cm⁻³, dolomit z Jelšavy 2,78 - 2,82 g.cm⁻³. Základnou myšlienkou pre výber deliacej hustoty pri rozplavovaní bolo: **čo najpresnejšie oddeliť minerál magnezit od ostatných sprievodných minerálov**. Deliacia hustota 2,889 - čo je hustota bromoformu - bola zvolená preto, že i silikáty, ktorých merná hmotnosť osciluje okolo hodnôt 2,65 - 2,8 sa v procese rozplavovania získajú ako ľahký produkt. U dolomitu bola stanovená merná hmotnosť 2,78 - 2,82 g.cm⁻³, teda pri rozplavovaní v bromoforme s hustotou 2,889 je zrejmé, že dolomit bude ako ľahší produkt plávať na povrchu. Rozdiel v hustotách magnezitu a dolomitu je len 0,19 - 0,25 g.cm⁻³, resp. u jelšavskej suroviny 0,28 g.cm⁻³. Realizované rozplavovacie skúšky a chemické analýzy produktov tohto rozplavovania preukázali, že tento rozdiel je postačujúci. Súčasne bolo zistené, že magnezit sa prakticky nevyskytuje v ľahších produktoch rozplavovania. Stechiometrické výpočty potvrdili, že horčík, identifikovaný chemickými analýzami, je možné priradiť k silikátom a ku dolomitu. V ťažkom produkte z rozplavovania magnezitovej suroviny v bromoforme sa obsah CaO pohybuje okolo 1 %, teda ostrosť rozdrúžovania v rozplavovacích skúškach bola vyhovujúca. Obsah vápnika bol súčasne informáciou o tom, že výskyt dolomitu alebo kalcitu je minimálny. Po rozplavovaní magnezitovej suroviny a získaní **ťažkého produktu**, ktorý obsahoval minerál magnezit, bolo možné začať úvahy o tom, **aké sú príčiny, ktoré viedli k tomu, že minerál magnezit nevyflotoval do koncentráту, ale zostal v odpade magnezitovej flotácie**. Na vyhodnocovanie boli použité matematické metódy publikované Leškom (1988).

Hodnotenie magnezitovej suroviny a produktov jej rozdrúžovania s využitím elektrónovej mikroanalýzy

Magnezitová surovina z Jelšavy

Pre podrobnejší rozbor boli vybrané tieto vzorky :

1. Jelšavské odpadové piesky rozplavované v bromoforme.
2. Magnezitový flotačný koncentrát, získaný flotáciou z jelšavských odpadových pieskov.

Jelšavské odpadové piesky (zrinitosť 0 - 1,5 príp. 2,0 mm) sa získavajú počas triedenia a premývania magnezitovej suroviny, pripravovanej ako podanie do rozdrúžovania v ťažkých suspenziách. Surovina zrinitosti 10 - 60 mm a 1,5 - 10 mm je rozdrúžovaná v ťažkých suspenziách, zrinitostná trieda 0 - 1,5 mm, spolu so silikátovými podielmi z oplachovania suroviny sa odvádza na haldu a zatiaľ sa neupravuje.

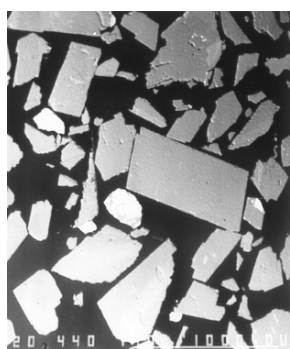
Pre tento výskum jelšavské odpadové piesky boli premývané, zbavené silikátových častíc, vysušené, zomleté na zrinitosť 0-0,3 mm. Po roztriedení bola na podrobnejší výskum vybratá zrinitostná trieda 0,1 - 0,3 mm, ktorá bola rozplavovaná v bromoforme na ľahký a ťažký podiel.

Jelšavské odpadové piesky - ťažký podiel z rozplavovania v bromoforme

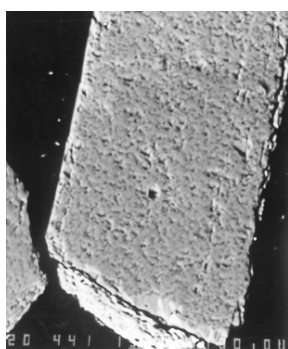
Kompozícia na obr.1 zobrazuje zrná, ktoré majú hustotu vyššiu ako 2,889. Je evidentné, že vo vzorke sa vyskytuje značný počet prerastených zŕn, je obtiažne nájsť zrno, ktoré nie je prerastené. Z tejto a iných kompozícií boli vybrané zrná k podrobnejšiemu rozboru. Zrno na obr.2 (440x zväčšené) bolo jedno z tých, ktoré sa javilo ako menej prerastené. Mapy distribúcie Mg (obr.3), Ca (obr.4), Fe (obr.5) potvrdili prítomnosť substitučne viazaného Fe a Ca a jemné prerastanie zrna - rozmer dolomitovej časti zrna je 0,1 x 0,01 mm. Na obrázku č.6 je 860x zväčšenie zrna, v ktorom je pozorovaná nerovnosť povrchu zrna a rozdielnosť fáz; zložku obsahujúcu viac Ca - (zrejme dolomitická vtrúsenina), ktorú môžeme pozorovať ako svetlú, resp. bielu. Vtrúseniny majú rozmer rádu 10⁻⁴ mm. Na obrázku č.7 je kompozícia zŕn (zväčšenie 720x), z ktorej vidno zonárny charakter centrálného

zrna. Mapy distribúcie Mg (obr.8), Ca (obr.9), Fe (obr.10) informujú o zonárnosti v zrne, pričom je možné pozorovať, že ak je prítomné vyššie zastúpenie Fe, klesá podiel Ca.

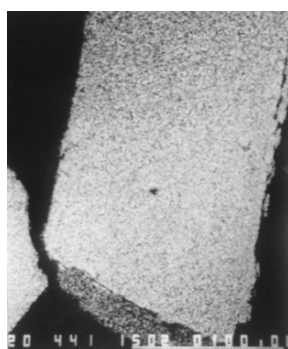
Na obr. 1-10 sú jeľšavské piesky, ktoré tvoria podanie do flotácie. Je to ťažký produkt z rozplavovania v bromoforme (hustota 2,89). Na obrázkoch 11-16 je ľahký produkt z rozplavovania.



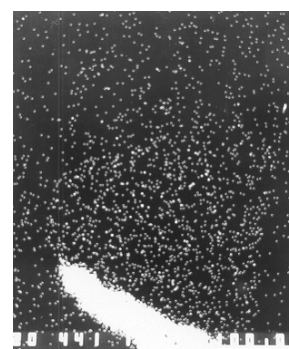
Obr.1. Kompozícia zrn.



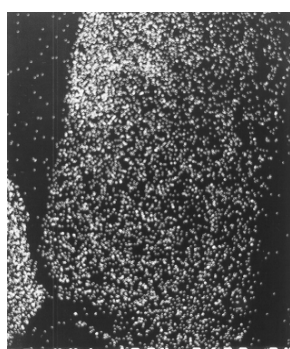
Obr.2. Detail zrna.



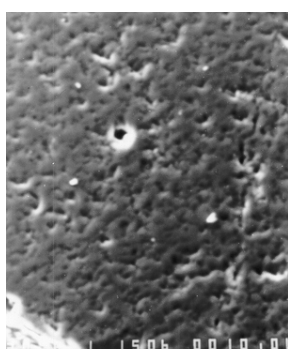
Obr.3. Distribúcia Mg.



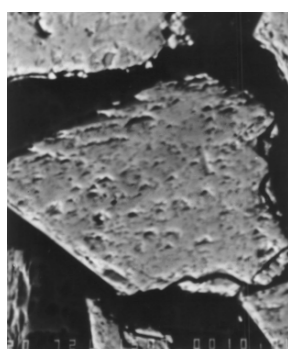
Obr.4. Distribúcia Ca.



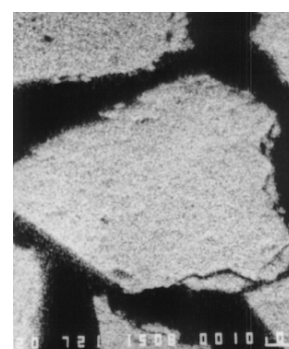
Obr.5. Distribúcia Fe.



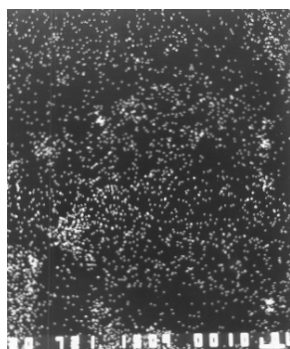
Obr.6. Povrch zrna.



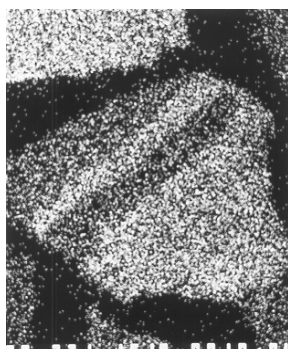
Obr.7. Kompozícia zrn.



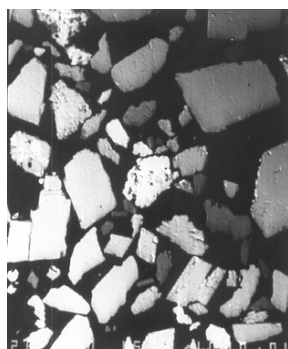
Obr.8. Distribúcia Mg.



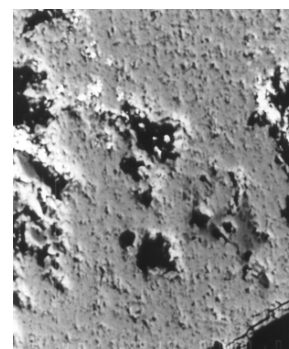
Obr.9. Distribúcia Ca.



Obr.10. Distribúcia Fe.



Obr.11. Kompozícia zrn.



Obr.12. Detail zrna.

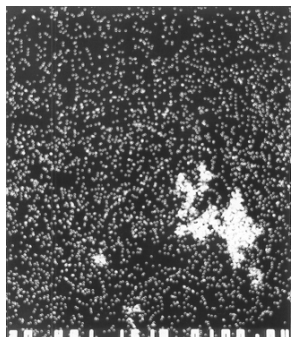
Bodové analýzy z jednotlivých zrn ťažkého produktu sú v tabuľke č. 1. Pre túto vzorku je charakteristický vyšší obsah Fe a intímne prerastanie minerálov v jednotlivých zrnách.

Tab.1. Bodové analýzy jeľšavských odpadových pieskov, ťažký podiel z rozplavovania v bromoforme.

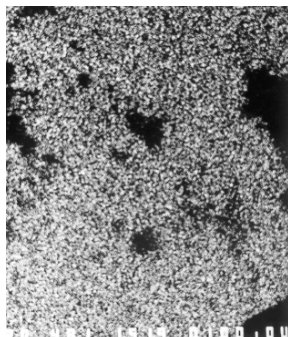
Elements	Analysis position - conc. [%]					
	1.	2.	3.	4.	5.	6
Na ₂ O	0,000	0,025	0,000	0,002	0,004	0,003
SiO ₂	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Al ₂ O ₃	0,040	0,025	0,013	0,113	0,000	0,008
FeO	4,815	2,248	2,637	2,266	2,362	6,584
Cr ₂ O ₃	0,076	0,058	0,000	0,110	0,090	0,005
K ₂ O	0,000	0,000	0,000	0,015	0,004	0,014
CaO	0,023	0,417	0,439	28,735	0,555	0,020
MgO	38,418	38,471	40,371	18,546	40,605	39,848
TiO ₂	0,008	0,005	0,000	0,000	0,006	0,005
MnO	0,436	0,406	0,267	1,497	0,349	0,345
Total	43,816	41,656	43,727	51,285	43,975	46,449

Jelšavské odpadové piesky - ľahký produkt z rozdrúžovania v bromoforme

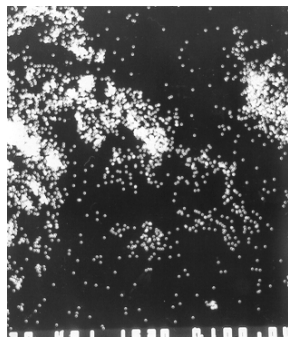
Na obrázku č.11 je kompozícia zŕn (48x zväčš.) a na obr.č.12 - 480x, je detail zrna. Z mapy distribúcie prvkov vybraného zrna (obr.13 - Mg, obr.14 - Ca, obr.15 - Fe, obr.16 - Mn) je možné usudzovať na prítomnosť Ca - Mg - Fe karbonátov s bezvýznamnou prítomnosťou Mn. Mapa distribúcie Si ukázala minimálny obsah Si.



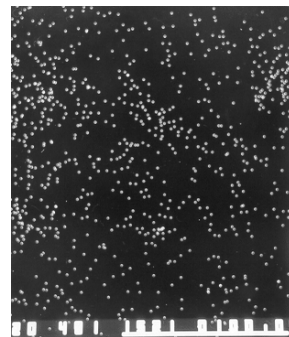
Obr.13. Distribúcia Mg.



Obr.14. Distribúcia Ca.



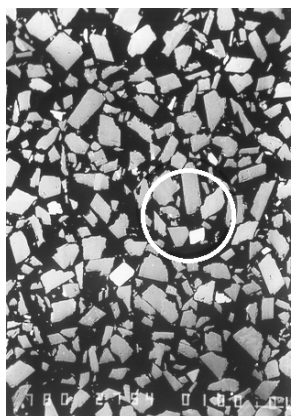
Obr.15. Distribúcia Fe.



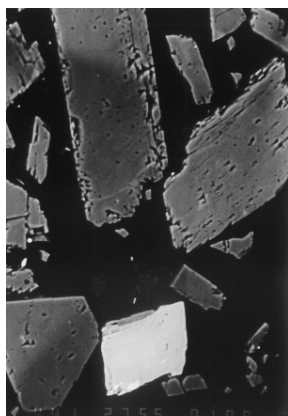
Obr.16. Distribúcia Mn.

Flotačný koncentrát získaný z jelšavských odpadových pieskov

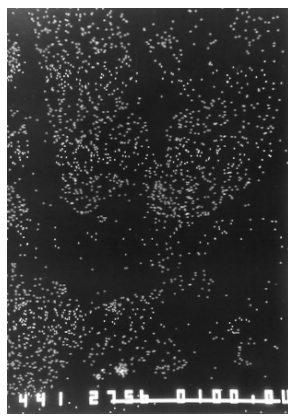
Flotačný koncentrát bol získaný flotáciou jelšavských odpadových pieskov, ktoré sú doteraz odpadom z triedenia vstupnej suroviny pre rozdrúžovanie v ťažkých suspenziách. V laboratórnych podmienkach boli získané koncentráty s obsahom 0,11 - 0,18 % SiO_2 ; 0,85 - 1 % CaO ; 3,8 - 3,9 % Fe_2O_3 . Z kompozície na obr.17 a 18 vidieť komplex zŕn, v ktorých sú pozorovateľné obsahy substitučne viazaného Fe a Ca – obr. 19 = Fe a obr.20 =Ca, obr.21 = Mg.



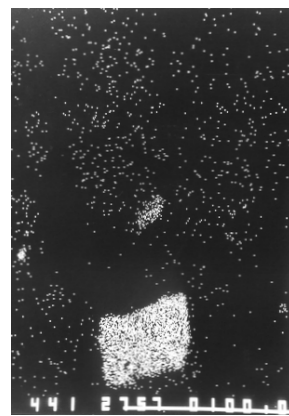
Obr.17. Kompozícia zŕn.



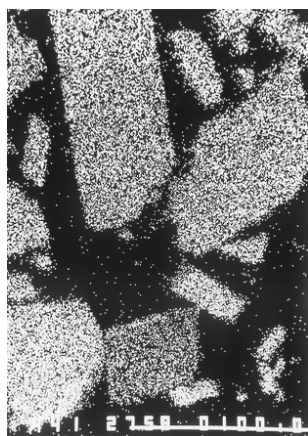
Obr.18. Detail z kompozície.



Obr.19. Distribúcia Fe.



Obr.20. Distribúcia Ca.



Obr.21. Distribúcia Mg.

V tabuľke č. 2 sú výsledky bodových analýz magnezitového flotačného koncentráту (MFK) z Jelšavy. Magnezitový flotačný koncentrát (MFK) mal vyšší obsah Fe, substitučne viazaného v štruktúre magnezitu, neobsahoval prímеси Si, ktoré by registrovala bodová analýza alebo mapy distribúcie prvkov.

Bodové a distribučné analýzy prvku Ca signalizovali jeho prítomnosť vo forme substitučne viazaného Ca v štruktúre magnezitu.

Prítomnosť škodlivín Ca a Si má za následok vytváranie nízkoteplotných eutektík - kalciumsilikátu a dikalciumsilikátu v tepelne spracovaných žiaruvzdorných materiáloch. **Vytváranie magnoferitu v procesoch slinovania má za následok zvyšovanie žiaruvzdorných vlastností finálnych výrobkov.**

Tab.2. Bodové analýzy, merané na vzorke MFK Jelšava.

Prvky	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Na ₂ O	0,004	0,015	0,000	0,000	0,004	0,003
SiO ₂	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Al ₂ O ₃	0,014	0,054	0,103	0,073	0,000	0,007
FeO	2,199	5,931	2,248	2,130	2,612	6,374
Cr ₂ O ₃	0,065	0,000	0,038	0,049	0,096	0,001
K ₂ O	0,005	0,002	0,005	0,011	0,002	0,011
CaO	0,457	0,673	0,358	28,219	0,335	0,020
MgO	41,102	39,131	40,792	19,430	40,693	39,718
TiO ₂	0,011	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
MnO	0,307	0,548	0,174	0,358	0,317	0,315
Total	44,163	46,365	43,818	50,358	44,054	46,450

Diskusia výsledkov

Praktický úžitok z meraní vykonaných na pracovisku elektrónovej mikroanalýzy je ten, že poskytli dostatočnú informáciu pre prognózu dosiahnuteľnej kvality magnezitového flotačného koncentráту.

Z primárnej magnezitovej suroviny je možné získať flotačný koncentrát, ktorý bude mať obsah Ca a Fe minimálne rovný obsahu substitučne viazaného Ca a Fe v štruktúre magnezitu. Obsah Ca v surovine bude však vždy vyšší ako obsah substitučne viazaného Ca, nakoľko Ca je prítomný i v sprievodných jalovinových mineráloch - dolomite, vzácne kalcite.

Záver

Nové poznatky o mineralógii magnezitovej suroviny sú prínosom pre úpravnícku prax. Z kompozície zrn, zobrazených na snímke z elektrónového mikroskopu, je možné získať informáciu o vzájomnom prerastaní niekoľkých karbonátových minerálov. Snímky, doplnené mapami distribúcie sledovaných prvkov a bodovými analýzami, sú významným podkladom pre výber technológie získavania úžitkového minerálu.

Predložené výsledky zároveň informujú o tom, akú maximálnu čistotu flotačného magnezitového koncentráту je možné očakávať vzhľadom na izomorfiu a na frekvenciu prerastania zrn magnezitu inými minerálmi.

Z meraní elektrónovým mikroskopom a mikroanalyzátorom a z výsledkov chemických analýz flotačného magnezitového koncentráту z odpadových jelšavských pieskov sa zistilo, že :

- liberalizácia zrn rozdrúzovanej suroviny je dostatočná, ak sú zrná „otvorené“ na flotačnú jemnosť,
- flotačný koncentrát spĺňa limitné podmienky kvality a podľa predchádzajúcich výsledkov výskumu (Špaldon, Michalíková, Handera, Zeleňák a Nagy, 1987) jeho hmotnostný výnos je vyšší ako doteraz dosahovaný v priemyselných podmienkach bývalých SMZ,
- hospodárnosť procesu je preukázateľne priaznivejšia ako z porovnateľného postupu, uplatneného na zužitkovanie ťaženej suroviny: odpadne potreba ťažby a rozpojovania na potrebnú zrnitosť, stačí aplikovať mletie vstupnej suroviny.

Z tohto pohľadu je možné o odpade - jelšavských magnezitových pieskoch - uvažovať ako o novej surovine, kvalitatívnymi parametrami rovnocennej, resp. vhodnejšej na úpravnicke spracovanie, ako ťažená surovina. Problémom zostáva výstavba nového priemyselného objektu - flotačnej úpravne. Napriek tomu je nádej, že po zosúladení ekologických a ekonomických hľadísk, bude producent tohto odpadu zvažovať projekty na jeho priemyselné spracovanie.

Použitie techniky elektrónových zobrazovacích metód pri sledovaní testovaných TMO a produktov ich úpravy dovoľuje získať také údaje o ich chemických a mineralogických vlastnostiach, ktoré umožňujú exaktne posúdiť a usmerniť proces rozdrúzovania. Týmto spôsobom sa dá docieľiť, aby sa pri dodržaní optimálnych podmienok rozdrúzovacieho procesu - flotácie - získal vysokokvalitný koncentrát s maximálnou výťažnosťou. Na druhej strane, výsledky, získané použitím elektrónového mikroskopu a mikroanalyzátoru, môžu slúžiť ako **faktografický materiál** pre vysvetlenie nevyhovujúcich, resp. málo úspešných výsledkov používaného procesu úpravy a súčasne sú podkladom pre správnu formuláciu a konštrukciu iných technologických riešení.

Literatúra

- Cambel, B., Jarkovský, J., Krištín, J.: Geochemický výskum hlavných sulfidických minerálov železa pomocou elektrónovej mikrosondy. *Alfa Bratislava*, 1983.
- Leško, M.: Úpravnícka technologická analýza. *Edičné stredisko VŠT Košice*, 1985.
- Michalíková, F.: Flotácia Mg- karbonátov. *Kandidátska dizertačná práca. BF VŠT Košice*, 1978.
- Michalíková, F., Floreková, L., Špaldon, F., Zámorová, I. a Nováková, M.: Možnosti replotácie magnezitového flotačného odpadu. *Rudy č. 11, 34 1986, str. 334 – 338*.
- Preprints - XIV. International Mineral Processing Congress Worldwide Industrial Application of Mineral, October 17 - 23 1982. *Malvik T.: An Empirical Model to Establish The Liberation Properties of Minerals*.
- Špaldon, F., Michalíková, F. and Koreňová, M.: The role of electron microanalysis in Benefication of magnesite raw material. *XVI. International Mineral Processing Congress. Stockholm Sweden June 5 - 10. 1988*.
- Špaldon, F., Michalíková, F. a Koreňová, M.: Úloha elektrónovej mikroanalýzy v úprave magnezitovej suroviny. *Rudy č. 5 47 1989, str. 119 – 125*.
- Špaldon, F., Michalíková, F., Handera, I., Zeleňák, F. a Nagy, P.: Rozbor možností komplexného využitia magnezitovej suroviny z Jelšavy. *Zborník referátov XVI. Celoštátnej úpravníckej konferencie - časť „Úprava rúd a nerudných surovín“, 1987, str. 204 – 210*.
- Zastéra, C., Baková a Čejchan, O.: Mineralogie dúbravského magnezitu a hypotéza predpovídaní výsledkú flotace. *Rudy č. 10, 32 1984, str. 291 – 298*.