

Nové poznatky o vyspelých technológiách v úprave uhlia

Ludmila Turčániová¹ a Sharon Marchant²

The new knowledge on the application of the advanced clean coal technology

The results of the project ID 031 - 95 "Slovak brown coal" are presented in the paper. From the scientific knowledge point of view, the mechanic-chemical alkaline leaching, the clarification of mechanism of accompanying phenomena of MCL procedures and the influence of the radiation pre-treatment represent the priority. The study of the surface and adhesive properties will contribute to a broadening the knowledge on microbial adhesion in coal treatment. The advanced treatment procedures are not suitable for the Slovak brown coal treatment. From the physical pre-treatment procedures, the gravitation treatment in hydrocyclones without the heavy material (hydrocyclone "only" water) is perspective under condition of the innovation of coal mining aims.

Key words: advanced clean coal technology, physical chemical and biological processing.

Úvod

Aplikácia vyspelých úpravníckych technológií na Slovensku vyžaduje veľmi dôsledne prehodnotenie poznatkov svetového výskumu v oblasti "advanced clean coal technology" s testovaním ich využitia pre slovenské hnedé uhlie.

Z hľadiska významu pojmu "advanced" sa tento pojem v úpravníckej odbornej terminológii podľa práce (Couch, 1990) vzťahuje na postupy:

- fyzikálnej separácie uhlia zrnitosti pod 100 μ m, počas ktorej sú minerálne komponenty úplne alebo sčasti uvoľnené,
- chemické a biologické trendy úpravy uhlia,
- a nové vývojové trendy konvenčných uhoľných technológií.

Produkt úpravy je charakterizovaný ako superčisté uhlie s obsahom popola 3 % alebo menej a ultračisté uhlie s obsahom popola menej ako 1 %.

Práca (Couch, 1990) sumarizuje svetové poznatky (208 literárnych odkazov) o vyspelých úpravníckych uhoľných postupoch z pohľadu teoretických základov charakteristiky jednotlivých fyzikálnych, chemických a biologických postupov, vývojových trendov i aplikácii. Tieto poznatky aktualizuje prehľadná publikácia (Siwec et al., 1994), najmä z pohľadu európskych programov a svetových uhoľných kongresov. Je potrebné uviesť, že najväčší progres v tejto oblasti, vrátane inovačných úpravníckych postupov (napr. kombinovaný postup MicrocelTM kolónovej flotácie a Mozley multi - gravitačného postupu podľa (Luttrel et al., 1994)) sa realizuje v USA. Na strane druhej je však potrebné zdôrazniť, že v najaktuálnejších programoch "Clean Coal Technology, Project Fact Sheets 1997", je inovačná uhoľná technológia s prívlastkom "advanced" spojená s prípravou uhoľných produktov "Carefree CoalTM" a „Self Scrubbing CoalTM". Ako je známe z literatúry (Marchant, 1996), Custom Coal International Corp. overil túto unikátnu a nenákladnú technológiu v Central City, Pensylvania s produkciou 500 t.h⁻¹ uhlia, z troch druhov vysokosírnatých bituminózných uhlí. Prvý produkt Carefree CoalTM sa získava kombinovaným postupom drvenia a triedenia ťaženého uhlia, jeho následnou gravitačnou úpravou v ťažkosuspenznom cyklóne a odvodnením produktu, pričom sa zabezpečí 90 % redukcia pyritickej síry, so zachovaním 90 % energetickej hodnoty upravovaného uhlia. Toto vysokoenergetické uhlie spĺňa podmienku Clean Air Act s požiadavkou 0,52 kg SO₂.GJ⁻¹. V prípade vyšších ekologických požiadaviek, najmä pri spaľovaní vysokosírnatých uhlí sa dodatočnou aditíváciou prvého produktu (dolomit, vápenec alebo dolomitický vápenec) získa Self - Scrubbing CoalTM.

¹ Ing. Ludmila Turčániová, CSc, Ústave geotechniky SAV, Watsonova 45, 043 54 Košice

² Sharon Marchant, Federal Energy Technology Center of DOE, Pittsburgh, Pensylvania, USA
(Recenzovaná a revidovaná verzia doručená 30.10.1998)

- Vychádzajúc z uvedeného rozboru sa výskum orientoval v rámci medzinárodného slovensko - amerického projektu ID 031-95 na: testovanie vybraných vyspelých úpravníckych postupov, resp. inovácie konvenčných postupov úpravy energetického uhlia,
- štúdium vplyvu povrchových a adhézných procesov pri úprave uhlia,
- a netradičné využitie uhlia s cieľom získavania vzácných organických látok.

Prehľad poznatkov riešenia projektu ID 031 - 95 " Slovenské hnedé uhlie " a ich význam pre úpravnícku vedu a uhoľné baníctvo

Pri súčasnom stave veľmi pokročilého vývoja vyspelých úpravníckych uhoľných technológií vo svete je možné predpokladať len ich modifikácie v oblasti využitia pre špecifické slovenské podmienky, ktoré sú dané genézou nášho uhlia (Hredzák et al., 1997, Sobolewski et al., 1994) a požia-

Tab. 1. Prehľadná tabuľka výskumných aktivít pri riešení projektu ID 031 - 95.

Výskumná problematika	Pracovisko	Vstupná zrnitosť	Charakteristika výsledku	Literatúra
<i>Triboeletrostatická separácia</i>	FETC USA	-71 μm	testovanie vhodnosti pre slov. hnedé uhlie	Soong et al., 1998
<i>Selektívna flokulácia</i>	ÚGt SAV Košice	-63 μm	$e_{\text{od}}A^{\text{d}} = 50\text{-}60\%$, pokles $A^{\text{d}}_{\text{prod}} = 5\text{-}6\%$, $S^{\text{d}}_{\text{pyr}}$ - žiaden	bude prezentované na seminári
<i>Magnetická separácia</i>	ÚGt SAV Košice	-71 μm	vhodnejšie pre Handlovú a Cígeľ $e_{\text{od}}S^{\text{d}}_{\text{pyr}} = 21\text{-}29\%$, pokles $S^{\text{d}}_{\text{pyr}} = 0,4\%$	Hredzák et al., 1997
<i>Úprava v odstredivkách</i>	FBERG TU Košice	-90 μm	vyžaduje ďalší výskum	Leško, Búgel, 1996
<i>Hydrodynamický rozdrúžovač</i>	ÚGt SAV Košice	-100 μm	efekt úpravy minimálny	Kušnierová, 1997 Kušnierová, 1998
<i>Humpreyho rozdrúžovač</i>	ÚGt SAV Košice	-100 μm	efekt úpravy minimálny	Jakabský et al., 1997
<i>Hydrocyklón so zapľazkávadlom</i>	ÚGt SAV Košice	1-5 mm	$e_{\text{od}}A^{\text{d}} = 25\%$, $g = 50\%$	Turčániová et al., 1997
<i>Hydrocyklón "only water"</i>	ÚGt SAV Košice	-5 mm	$A^{\text{d}}_{\text{prod}} = 10\text{-}15\%$, $Q_{\text{ipr}} = 17\text{MJkg}^{-1}$ demonštračné overenie	Jakabský et al., 1998
<i>Maticový model hydrocyklónovej úpravy</i>	FBERG TU Košice	. / .	využitie pri demonštračnom pokuse	Leško, 1998 Hredzák et al., 1998
<i>Multigravitačný separátor</i>	Mozley Lim. Anglicko	-1 mm+3 mm	efekt úpravy minimálny - nevhodné	Jakabský et al., 1998
<i>Rozdrúžovanie na splave</i>	FBERG TU Košice	-0,5-1 mm 1-2,8 mm	efekt úpravy minimálny - nevhodné	Leško, Búgel, 1996
<i>Rozdrúžovanie na vysokofrekvenčnej sádzacke</i>	FBERG TU Košice	1-2,8 mm 2,8-5 mm	efekt úpravy minimálny, vyžaduje ďalší výskum	Leško, Búgel, 1996
<i>Hydrodynamický rozdrúžovač</i>	ÚGt SAV Košice	1-1,5 mm	$A^{\text{d}}_{\text{prod}} = 15,97\%$, úprava technologickej schémy zvýšiť hmotnostný výnos ($g = 60\%$)	Kušnierová, Baláž, 1998
<i>Fraktály v úprave uhlia</i>	ÚGt SAV Košice	. / .	aplikácia v procese mletia a drvenia - zásadný poznatkový prínos vo výskume uhlia	Turčániová et al, 1997, Mockovčiaková et al., 1998
<i>MCL (alkalická úprava) postup Gravimelt</i>	ÚGt SAV Košice	-3 mm	testovanie vhodnosti pre slovenské uhlie (málo vhodné)	Baláž et al., 1997, 1998, Sobolewski et al., 1994, Turčániová et al., 1998
<i>GACL (mletie a alkalická úprava)</i>	ÚGt SAV Košice	mletie simultánne	$e_{\text{od}}S^{\text{d}}_{\text{c}} = 41\%$, $e_{\text{od}}A_{\text{s}} = 95\%$, $e_{\text{od}}A^{\text{d}} = 43\%$	Baláž et al., 1998
<i>MRCL (mikrovlnná úprava uhlia v zmesi s NaOH)</i>	ÚGt SAV Košice	-3 mm	lineárna závislosť $e_{\text{od}}S^{\text{d}}_{\text{c}} = 56\%\text{-}85\%$, v závislosti od pomeru uhlie/NaOH	Múrová et al., 1998
<i>Úprava uhlia kyselinou dusičnou</i>	ÚGt SAV Košice	mleté -3 mm	vhodná úprava pre Handlovú a Cígeľ $e_{\text{od}}S^{\text{d}}_{\text{c}} = 90\%$	Machajová et al., 1998
<i>Nové metódy hodnotenia uhlia</i>	VIROLAC Ind. USA	. / .	stanovenie rôznych foriem síry - CAPTO metóda	Baláž et al., 1997, 1998
<i>Extrakcia organických látok</i>	Multirecomm	-63 μm	v štádiu modelového overenie, deriváty kys. kauránovej a iné s biologickou aktivitou	Oriňák et al., 1996, 1998
<i>Mikrobiálna adhézia v úprave uhlia</i>	ÚGt SAV FBERG TU Košice	. / .	určil sa mechanizmus tvorby modelového náboja baktérií a zmäčateľnosť bunečnej steny	Škvarla et al., 1996, 1997, 1998
<i>Biologická regenerácia $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$</i>	ÚGt SAV Košice	. / .	študuje sa vplyv sprievodných iónov (As) na kinetiku biologickej oxidácie	Kupka, 1996

* $e_{\text{od}}A^{\text{d}}$ - výťažnosť odpoľnenia, $e_{\text{od}}S^{\text{d}}$ - výťažnosť odsírenia, $e_{\text{od}}S^{\text{d}}_{\text{pyr}}$ - výťažnosť pyritickej síry, g - hmotnostný výnos, $A^{\text{d}}_{\text{prod}}$ - obsah popola v produkte

davkami uhoľného baníctva a energetiky (Čičmanec, 1996, Čunderlík et al., 1996, Dvorák et al., 1997). V práci (Turčániová, 1997) boli charakterizované jednotlivé etapy riešenia so špecifikáciou výsledkov výskumu. Nadväzne uvádzame prehľadnú tabuľku výskumných aktivít (tab. 1.) v predmetnej problematike.

Pri sumárnom zhodnotení výsledkov, rezentovaných v oblasti nového poznatkového prínosu vyspelých úpravnických postupov a nadväzného uhoľného výskumu je, možné konštatovať:

1. Fyzikálne postupy úpravy uhlia zrnitosti - 100 μm sú málo efektívne. Z dôvodu veľmi jemného prerastania uhlia znečisťujúcimi minerálmi (popolovinatovné zložky) a prevažného zastúpenia organickej síry v uhlí (na rozdiel od poznatkov prác Turčániová et al., 1996, Baláž et al., 1996, Lipka et al., 1997) sa demineralizačný a desulfurizačný efekt slabo prejaví v zvýšení kvality fyzikálne upraveného uhlia. Podľa prof. Špaldona (Jakabský et al., 1997) bežne používané rozdrúžovacie metódy nie je možné s úspechom použiť pre rozdrúženie prachovej suroviny. Vzájomne proti sebe pôsobiace sily - na jednej strane gravitačná a odstredivá a na druhej strane odporová sila vyvolaná viskozitou rozdrúžovacieho prostredia - pri veľmi jemnej zrnitosti neďávajú možnosť získať ostré rozdrúžovanie, teda kvalitný uhoľný koncentrát a bezuhoľný odpad.
2. Fyzikálne postupy úpravy uhlia zrnitosti 1 - 5 mm sú perspektívne len v prípade úspešného demonštračného overenia technologickej vhodnosti spôsobilosti postupu hydrocyklónovej úpravy bez zaťažkávadla ("only water" hydrocyklón), s využitím poznatkov maticového modelu.
3. Štúdium fraktálnej dimenzie zdobneného uhlia zavádza novú hodnotiacu charakteristiku, ktorá posluží pri odhade hustoty energie pre zdobnenie a mletie na definovanú zrnitosť. Závislosť fraktálnej dimenzie na obsahu popolovín a prchavých látok v uhlí predpokladá uplatnenie v procesoch úpravy a termického zušľachtania uhlia.
4. Chemické postupy z dôvodu degradácie uhoľnej štruktúry v agresívnom prostredí (postup MCL) sú málo vhodné. Prínosom v oblasti inovačných postupov je modifikácia alkalického tavenia cestou simultánneho mletia a lúhovania alkalickými roztokmi. Nové možnosti v oblasti stimulácie čiastkových procesov v úprave uhlia prináša radiačná úprava. Nitračné postupy kyslej úpravy uhlia s minimálnym demineralizačným efektom nemôžu byť spôsobom prípravy vysokočistého uhlia. Nové možnosti zušľachtania uhlia prinášajú poznatky o výskyte vzácnych organických látok v slovenskom uhlí.
5. Výsledky štúdia povrchových a adhézných procesov sa využijú pri verifikácii modelových predstáv adhézie mikroorganizmov na minerálne povrchy, vychádzajúce z termodynamiky hlavne acidobázických a elektrostatických medzifázových interakcií bunečnej steny a minerálnych povrchov, s cieľom ich zhodnotenia v kombinovaných postupoch úpravy.

Záver

Boli preskúmané rôzne možnosti fyzikálnych a chemických vyspelých úpravnických uhoľných postupov. Z hľadiska prípravy čistých uhlí pred spaľovacím procesom, resp. pre špeciálne účely, nemôžu byť hodnotené postupy konkurencie schopné vyspelým energetickým technológiám, alebo postupom tepelného zušľachtania pre prípravu aktívnych uhlí. Progresívna je modifikovaná technológia Gravimelt, ktorá môže znížiť negatívny vplyv degradácie uhoľnej hmoty v slovenskom hnedom uhlí, vyžaduje však demonštračné overenie v modelovej jednotke.

Riešenie slovensko - amerického projektu ID 031 - 95 umožnilo:

- transfer najnovších poznatkov USA o vyspelých uhoľných a energetických technológiách (Marchant, 1996, Schehl et al., 1997 a Jewell et al., 1998) pre slovenskú energetiku a uhoľné baníctvo,
- vybrať gravitačný postup predúpravy uhlia v hydrocyklóne bez zaťažkávadla pre alternatívne uplatnenie v uhoľnom baníctve,
- vytvoriť základňu vedecko - výskumných poznatkov o slovenskom hnedom uhlí z pohľadu vyspelých úpravnických postupov a nasmerovať uhoľný výskum do oblasti netradičného zušľachtovania.

PodĎakovanie: Autori práce si dovoľujú poďakovať Agentúre pre medzinárodnú vedecko - technickú spoluprácu, slovensko - americký projekt ID 031 - 95 a Federal Energy Technology Center of DOE, Pittsburgh, USA za podporu projektu.

Literatúra

- Baláž, P., Turčániová, L., Bastl, Z., Boroška, F., Lipka, J.: Characteristics of Slovakian Brown Coal, *Rudy, uhlí, geologický průzkum*, 10, 1996, 325-330.
- Baláž, P., Diehl, J. R., Formmel, E. A., Irdi, G. A., Kern, D. G., LaCount, R. B., Lipka, J., Martello, D. V., Turčániová, L.: Slovak Brown Coal Characterization after Molten Caustic Leaching, *In*.

- Proceeding of the Fourteenth Annual International Conference, Siaho-hung Chiang, China, 1997.*
- Baláž, P., Turčániová, L., Frommel, E. A., Martello, D. V., Kern, D. G., LaCount, R. B.: Chemical Cleaning of Slovak Brown Coal by GACL (Grinding and Aqueous Caustic Leaching), Process, *In Proc. Fifteenth Annual Int. Pittsburgh Coal Conference, Pittsburgh, 1998, (v tlači).*
- Baláž, P., LaCount, R. B., Kern, D. G., Bajger, Z., Turčániová, L.: Desulphurization of Brown Coal by Molten Caustic Leaching, *Proceedings of the 9th International Mining Conference on the Occasion of the 45th Anniversary of the Foundation of Mining Faculty of TU Košice, Session 4 "Ecotechnology and Mineralurgy", Košice, 1997, pp. 58-61.*
- Baláž, P., Turčániová, L.: Inovácia alkalického lúhovania uhlia mechanochemickou cestou, *Acta Montanistica Slovaca, 1998, (v tlači).*
- Baláž, P., LaCount, R., Kern, D., Turčániová, L.: CAPTO metóda a jej uplatnenie v procesoch hodnotenia kvality slovenského hnedého uhlia, *Acta Montanistica Slovaca, 1998, (v tlači).*
- Baláž, P., LaCount, R. B., Kern, D. G., Bajger, Z., Turčániová, L.: Desulfurizácia hnedého uhlia postupom alkalického tavenia, In: Zb. 9 Medzinárodná banícka konferencia, Ostrava, 1998, s. 58-60.
- Couch, G. R.: Advanced coal cleaning technology, IEA Coal Research, 1991, pp. 95.
- Čičmanec, P.: Príspevok Hornonitrianskych baní Prievidza, a.s., vo využívaní surovín v jej dobývacích priestoroch, *Zborník prednášok z medzinárodnej konferencie "Surovinová politika, privatizácia a podnikanie v baníctve, Bratislava, 1996, 62-66.*
- Čunderlík, V.: Zvýšenie ekonomickej efektívnosti energetiky a premien. VTP č. 95-513-III-07. EGÚ, s.r.o., Bratislava, 1995-1998.
- Dvorák, K., Špaldoň, F., Turčániová, L., Hredzák, S.: Innovation and Improvement of Environmental Properties of Slovak Power Sources by means of Advanced Power Production Technologies, *In Proceeding of the Conference "Energy for Today and Tomorrow", Košice, 1997, pp. 162-166.*
- Hredzák, S., Košúth, M., Briančin, J., Turčániová, L., Lovás, M., Jakabský, Š.: Characteristic of Mineral Phases in Brown Coal of Upper Nitra Basin., *In Proceeding of the 9th International Mining Conference on the Occasion of the 45th Anniversary of the Foundation of Mining Faculty of TU Košice, Session 4 "Ecotechnology and Mineralurgy", Košice, 1997, pp. 62-65.*
- Hredzák, S., Lovás, M., Jakabský, Š.: Possibilities of Power Coal Desulphurization from Upper Nitra Basin by means of Magnetic Separation, *Acta Montanistica Slovaca, 3, 1997, pp. 223-234.*
- Jakabský, Š., et al.: Komplexné využitie slovenského hnedého uhlia a ekologicky čistých technológií v energetike, *Výročná správa, UGt SAV Košice, 1997, 62s..*
- Jakabský, Š., Lovás, M., Hredzák, S., Turčániová, L.: Application of "Water only" Cyclone in Slovak Steam Coal Preparation, *In Proc. Fifteenth Annual Int. Pittsburgh Coal Conference "Coal - Energy and the Environment", Pittsburgh, 1998, (v tlači).*
- Jakabský, Š., Lovás, M., Mockovčiaková, A., Hredzák, S.: Modification of Mineral and Coal Surface Properties by Application on Ferrofluid, *ICMF8, Rumunsko, 1998.*
- Jakabský, Š., Lovás, M., Mockovčiaková, A., Hredzák, S., Turčániová, L.: Využitie ferokvapalín pri úprave uhlia, *Acta Montanistica Slovaca, 1998, (v tlači).*
- Jakabský, Š., Hredzák, S., Lovás, M., Turčániová, L.: Aplikácia multigravitačného energetického uhlia, *Acta Montanistica Slovaca, 1998, (v tlači).*
- Jewel, D., Gindley, T.: Successful Commercial Demonstration from the U. S. Clean Coal Technology Program, *Acta Montanistica Slovaca, 1998, (v tlači).*
- Kušnierová, M.: Effect of the Hydrodynamic Separation to the Quality of Energetic Coal, *In Proceedings of the Conference on New Trends in Mineral Processing II, Ostrava, 1997, pp. 293-295.*
- Kušnierová, M., Baláž, P.: Effect of Hydrodynamic Separation to the Quality of Slovak Brown Energetic Coal, *In Proc. Fifteenth Annual Int. Pittsburgh Coal Conference "Coal - Energy and the Environment", Pittsburgh, 1998, (v tlači).*
- Kupka, D.: Inhibition Effect of Copper, Hydrogen Ions and Increased Cell Concentration to the Kinetics of Iron (II) Oxidation by Thiobacillus ferrooxidans, *Mineralia Slovaca, 28/5, 1996, 391-394.*
- Leško, M., Búgel, M.: Fyzikálne metódy odsírenia hnedého uhlia, *Správa - Fakulta BERG TU Košice, 1996.*
- Leško, M.: Matematický model rozdužovacej charakteristiky hydrocyklónu, *Acta Montanistica Slovaca, 1998, (v tlači).*
- Lipka, J., Baláž, P., Turčániová, L., Tóth, I., Gröne, R.: Mössbauer Study of Slovak Brown Coal, *Czechoslovak Journal of Physics, 47/5, 1997, pp. 537-540.*

- Lovás, M., Jakabský, Š., Hredzák, S., Mockovčiaková, A., Turčániová, L.: Utilization of Ferrofluids in Brown Coal Preparation, *Istanbul, 1998, (v tlači)*.
- Lovás, M., Jakabský, Š., Mockovčiaková, A., Hredzák, S.: The Wettability of Minerals and Coal By Magnetizable Fluids, *In Proceedings of the 6th International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection, Ostrava, 1997*.
- Luttrell, G. H., Venkatraman, P., Yoon, R. H.: Development of a Combined Flotation Gravity Separation Circuit for Fine Coal Cleaning, *In Proc. New Trends in Coal Preparation Technologies and Equipment, Cracow, 1994, pp. 319-334*.
- Machajová, Z., Turčániová, L., Alvarez, R., Lukáč, J., Boldižárová, E.: Environmentálne aspekty úpravy slovenského hnedého uhlia HNO₃, *Acta Montanistica Slovaca, 1998, (v tlači)*.
- Marchant, S.: Department of Energy's Coal Technology Program, *In Proc. of the International Seminar on Development Trends in Mining and Power Production from the point of view of Clean Coal Technology Application, Košice, 1996, 30-52*.
- Mockovčiaková, A., Turčániová, L., Boldižárová, E., Miklušová, V.: Fraktálna charakteristika uhlia, *Acta Montanistica Slovaca, 1998, (v tlači)*.
- Múrová, I., Lovás, M., Turčániová, L., Čurillová, D., Machajová, Z., Bálintová, M.: Vplyv mikrovlnnej predúpravy na zníženie obsahu popola a síry v slovenskom hnedom uhli, *Acta Montanistica Slovaca, 1998, (v tlači)*.
- Oriňák, A., Turčániová, L., Zacharová, V., Oriňáková, R.: Winning, Separation and Characterization of Substances Extracted from Coal, *In Proc. of the International Seminar on Development Trends in Mining and Power Production from the point of view of Clean Coal Technology Application, Košice, 1996, 210-214*.
- Oriňák, A., Turčániová, L., Oriňáková, R., Čurillová, D., Machajová, Z.: Identifikácia organických látok v slovenskom hnedom uhli, *Acta Montanistica Slovaca, 1998, (v tlači)*.
- Siwiec, A., Sanak-Rytlewska, S.: Removal of Ash and Sulphur by Advanced Physical, Chemical and Biological Methods, *In Proc. New Trend in Coal Preparation Technologies and Equipment, Cracow, 1994, pp. 319-334*.
- Schehl, R. R., Marchant, S. K., Hucko, R. E.: An Overview of the U. S. Department of Energy's Federal Energy Technology Center, *Acta Montanistica Slovaca, 2/3, 1997, pp. 228-231*.
- Sobolewski, A., et al.: The Brown Coal's from Prievidza Region Processing Concept. Preliminary Study, *Institute for Chemical Processing of Coal, Zabrze, 1994*.
- Soong, Y., Link, T., Schoffstal, M., Turčániová, L., Baláž, P., Marchant, S., Shell, R.: Triboelectrostatic Separation of Mineral Matter from Slovakian Coals, *Acta Montanistica Slovaca, 1998, (v tlači)*.
- Škvarla, J., Kupka, D.: The Study of Electrokinetics of Thiobacillus ferrooxidans by Electrophoretic Light Scattering, *Mineralia Slovaca, 28/5, 1996, 395-398*.
- Škvarla, J., Kupka, D.: A Comparative Electrophoretic Light Scattering Study of Various strains of Thiobacillus ferrooxidans, *Biotechnology Techniques, 10/12, 1996, 911-916*.
- Škvarla, J., Kupka, D., Turčániová, L.: Súčasné poznatky o mikrobiálnej adhézii pri úprave uhlia, *Acta Montanistica Slovaca, 1998, (v tlači)*.
- Turčániová, L., Baláž, P., Boroška, F., Lipka, J.: Brown Coal Research in Slovakia from the point of view of Application of Advanced Cleaning Technologies, *In Proc. Thirteenth Annual International Pittsburgh Coal Conference " Coal, Energy and Environment, Edited by Shiao-Hung Chiang, 2, 1996, 911-915*.
- Turčániová, L.: Research of Brown Coal Utilized in Slovakia from the point of view of Clean Coal Technology Application, *In Proc. of the International Seminar on Development Trends in Mining and Power Production from the point of view of Clean Coal Technology Application, Košice, 1996, 206-209*.
- Turčániová, L., Dvorák, K., Hredzák, S., Jakabský, Š., Lovás, M.: Contribution of Investigation Coal and Power to the Application of Clean Coal Technologies in Slovakia, *In Proceedings of the Conference on " Tradycyjne i alternatywne źródła ciepła dla miast w aspekcie ochrony środowiska ", Cracow, 1997, pp. 39-47*.
- Turčániová, L., Mockovčiaková, A., Miklušová, V., Boldižárová, E.: Fractal Analysis of Milled Slovak Brown Coal, *In Proceedings of the 3rd International Symposium on Fractal and Dynamic System in Geoscience, High Tatras Slovakia, 1997, pp. 88-89*.
- Turčániová, L., Hredzák, S.: Selected Results of Slovak Coal Research, *Acta Montanistica Slovaca, 2/3, 1997, pp. 223-227*.