

Hodnotenie geochemických a mineralogických vlastností uhlia z ložiska Nováky

František Verbich¹

Geochemistry and mineralization of Novaky coal seam

The mineralization and geochemistry of the most important Slovak coal deposit in Novaky was intensively studied in the past. The favourable geological conditions create rich mineral association. There are different minerals in the deposit and they are responsible for the enhanced content of some elements in the coal. The summary of notions about geochemistry and mineralization of the coal seam with the emphasis on the main harmful elements – sulphur and arsenic – and their spacial distribution are studied in this paper.

Key words: coal, coal seam, mineralization, geochemistry, auripigment, realgar, arsenic, sulphur.

Úvod

Novácke uhoľné ložisko predstavuje jedno z najvýznamnejších hnedouhoľných ložísk v Slovenskej republike. Ložisko leží v okrese Prievidza. Regionálne geologicky sa ložisko nachádza v podoblasti 9E vnútorné kotliny, v jednotke tretieho rádu 9EE Hornonitrianska kotlina a v podoblasti 10A Stredoslovenské neovulkanity, v jednotke tretieho rádu 10AE vulkanity Vtáčnika (Vass et al., 1988).

Prvé poznatky o výskytoch uhlia v oblasti mesta Nováky pochádzajú zo začiatku nášho storočia. Od roku 1937 prebieha na ložisku prieskum a od roku 1940 i ťažba uhlia. V súčasnom období dosahuje ročná ťažba objem okolo 1,2 – 1,3 mil. ton ročne. Prevažná väčšina vyťaženého uhlia sa spotrebovávajú na výrobu elektrickej energie v Slovenských elektrárňach, a.s. Elektráreň Nováky v Zemianskych Kostolnoch.

Stručná geologická charakteristika

Najstaršie overené horniny v rámci ložiska tvoriace hlbšie podložie ložiska sú vápencovo dolomitické komplexy triasového veku a sedimenty centrálnu – karpatského paleogénu. (Brodňan, 1970). Priame podložie produktívneho nováckeho súvrstvia tvorí kamenské súvrstvie, označované ako komplex podložných tufitov. Súvrstvie je tvorené striedajúcimi sa polohami tufitických pieskovcov, zlepcov, ílovcov a ílovitých bridlíc s nepravidelným až šošovkovitým zvrstvením. Nové litogenetické typy vo vývoji súvrstvia redefinujú kamenské súvrstvie ako vulkanosedimentárne súvrstvie redponovaných a autochtónnych pyroklastických hornín s epiklastickými vulkanickými horninami a vložkami uhoľných slojov (Šimon et al., 1994). Vrchná hranica súvrstvia nie je ostrá, súvrstvie postupne prechádza do nováckeho súvrstvia, tvoreného uhlím, uhoľnými bridlicami a medzislojovými ílmi. V prevažnej časti ložiska je vyvintý jediný, tzv. hlavný uhoľný sloj, hrubý 8-10 m. Ohraničený je čiastočne tektonicky, čiastočne vyklinením. V uhoľnom sloji sa nachádzajú preplástky hlušiny, ktoré sú tvorené prevažne svetlosivými až bielymi piesčitými tufitmi. Za najcharakteristickejšiu je možno považovať „b“ preplástok, tzv. hrubý pás a preplástky „e“ a „f“ (sestričky). Z uhoľnopetrografickej stránky je hlavný uhoľný sloj tvorený uhlím, patriacim k hnedouhoľným humitom. Stupeň preuhoľnenia zodpovedá rozhraniu hnedouhoľnej hemifázy až ortofázy. Stredná odraznosť R_0 sa pohybuje od 0,275% na 7. ťažobnom úseku po 0,319% na 5. ťažobnom úseku (Petřík, Verbich, 1995). Na ložisku sa vyskytujú jednoduché typy – xylitické a detritické uhlie, ako i zložené petrografické typy – detroxylitické uhlie, semidetritické uhlie a xylo-detritické uhlie. Čiastočne v južnej, ale hlavne v severnej časti ložiska dochádza k štiepeniu hlavného sloja na viacero samostatných uhoľných lavíc (Verbich in Halmo 1994). Nadložie produktívnych vrstiev je budované košianskym súvrstvom – hrubým

¹ Ing. František Verbich, Hornonitrianske bane Prievidza, a.s., Ul. Matice slovenskej 10, 971 71 Prievidza (Recenzovaná a revidovaná verzia doručená 30.10.1998)

súvrstvím nadložných ílov. V záverečnej fáze sedimentácie súvrstvia bolo celé územie postihnuté tektonickou činnosťou, ktorá rozbila ložisko na komplikovaný systém priekopových prepادلín a hrástí. Nad nadložnými ílmi je vyvinuté lehotské súvrstvie, tvorené nepravidelne sa striedajúcimi štrkami a pieskami, piesčitými ílmi a kvartérne sedimenty.

Mineralogická charakteristika ložiska

Uhlie hlavného sloja nováčkeho uhoľného ložiska rovnako ako všetky ostatné uhliá, je v zásade zložené z horľaviny, vody a popolovín. Popoloviny predstavujú minerálnu prímies, či už primárnu alebo sekundárnu. Novácke uhoľné ložisko, spolu s handlovským uhoľným ložiskom, vďaka pestrej horninovej skladbe okolitých pohorí a intenzívnej vulkanickej činnosti pred, v priebehu i po usadení uhoľného sloja, má jednu z najbohatších paragenéz minerálov. V konkrétnych podmienkach je minerálna prímies prítomná dvomi spôsobmi, jednak v koncentrovanej podobe vo forme anorganických preplástkov v uhlí a jednak vo forme minerálnych prímiesí priamo v uhoľnej hmote. Jedným zo základných cieľov štúdia mineralizácie uhoľných slojov je overenie väzby konkrétneho prvku na konkrétny minerál. Ich väzba v uhoľnom ložisku môže mať nasledovné formy (Vrana et al. 1991):

1. primárna väzba v pôvodných rastlinách,
2. väzba na minerálnu prímies v uhlí:
 - a. minerály klastické a chemogénne z obdobia sedimentácie,
 - b. minerály vznikajúce počas diagenézy – preuhoľnatenia,
 - c. minerály vznikajúce z hydroterm prenikajúcich ložiskom,
 - d. minerály vznikajúce už v sformovanom ložisku pri cirkulácii vôd po tektonických poruchách,
 - e. minerály sekundárne, vznikajúce rozkladom niektorých minerálov vznikajúcich vyššie vymenovanými procesmi,
3. väzba na voľne viazanú vodu v uhlí, príp. sedimentoch.

Mineralogickým výskumom realizovaným v rokoch 1990-1991 pracovníkmi HBP, a.s., Baňa Nováky, o.z., a GÚDŠ Bratislava boli zistené minerály v nasledovnom rozsahu (Vrana et al. 1991):

Silikáty - živce (plagioklasy, K-živce), biotit, chlorit, muskovit, pyroxény, amfiboly, granáty, ílové

minerály (hlavne kaolinit, illit, menej halloyzit a montmorillonit), hydrosľudy.

Karbonáty - kalcit, siderit, manganokalcit.

Fosfáty - apatit, fosforit.

Oxidy - kremeň, opál, limonit, magnetit.

Sírniky - pyrit, arzenopyrit, realgár, auripigment.

Sírany - sadrovec, anhydrit, melanterit.

Silikáty:

Ílovité minerály - hlavne kaolinit a illit sú podstatnou súčasťou uhoľného ložiska ako samostatné polohy, preplástky a šmuhy v uhoľnom sloji. Menej a zriedkavejšie sú zastúpené halloyzit a montmorillonit.

Živce – plagioklas a ortoklas tvoria podstatnú časť vulkanických sedimentov, tufitov. Klastické živce sú prítomné i v samotnom uhlí. Významnú úlohu v mineralizácii uhoľného sloja zohrávajú preto, že pri ich premene, hlavne kaolinizácii plagioklasov dochádza k uvoľňovaniu značnej časti Si a vytváraniu opálu, ktorý potom zateká do puklín v uhlí.

Biotit – jeho prítomnosť je viazaná hlavne na vulkanoklastické sedimenty tvoriace vložky v uhlí. Zriedkavejšie sa nachádza v uhlí. Takmer vždy je baueritizovaný (Petrík et al., 1964)

Muskovit – vyskytuje sa v menšej miere ako biotit. Viazaný je na klastickú prímies, ktorej zdrojom boli horniny kryštalínika.

Výskyty ostatných, vyššie uvedených minerálov zo skupiny silikátov je zriedkavý a viazaný prevažne na klastickú a vulkanoklastickú zložku.

Karbonáty:

Kalcit - prítomný ako súčasť niektorých piesčitejších polôh, bežné sú i kalcifikované organické zvyšky-mikroschránky.

Siderit – nie je častý, jedná sa o sedimentárny siderit. Podľa chemickej analýzy je to manganosiderit.

Fosfáty:

Apatit – prítomný v klastickej zložke.

Fosforit – v podobe hnedých nepravidelných úlomkov s lastúrnatým lomom. Jedná sa zrejme o výplne puklín, kryštalizujúce z fosfátových koloidov, ktoré sa zrejme uvoľňovali z organických zvyškov (schránky, zuby).

Oxidy:

Magnetit – zriedkavý ako klastický vo vulkanoklastických polohách.

Limonit – zriedkavý, pravdepodobne ako produkt sedimentačného režimu bazénu.

Kremeň – predstavuje podstatnú zložku popolovín. Je prítomný hlavne ako klastický produkt. Na tektonických plochách sa vyskytuje aj ako chalcedón (Petřík, et al. 1964). Okrem kryštalickej formy sa pomerne často vyskytuje v amorfnej forme – opál. Tvorí výplne puklín a trhlín v uhlí. Pomerne časté sú prekremenelé kusy dreva – arakuarity. Lokálne sú vyvinuté prekremenelé polohy uhoľného sloja bochníkovitého tvaru s rozmermi, presahujúcim 1 m, ktoré spôsobujú značné problémy pri strojnom rozpojení uhlia pri dobývaní v stenových poruboch.

Sírniky:

Pyrit – najbežnejší a najhojnejšie zastúpený sírnik v uhlí. Markazit, na rozdiel od handlovského uhoľného ložiska, prakticky nebol pozorovaný. Pyrit vznikal takmer výlučne v sedimentačno – diagenetickom procese. Pravdepodobne prechádzal pôvodnou metakoloidnou formou (melnikovit), o čom svedčia výplne puklín, guľové konkréciovité tvary – framboidy (Dopita et al. 1985) a výplne mikrofosílií. Miestami s pyritom vystupuje aj chalkopyrit (Petřík et al., 1964)

Realgár a auripigment – tieto dva sírniky vystupujú viacmenej spolu. Vyskytujú sa ako červené, oranžové a žlté povlaky na puklinách a vrstevných plochách, resp. impregnujú preplástky a uhoľnú hmotu. Podľa všetkého predstavujú hlavný zdroj As v uhlí nováckeho uhoľného ložiska. Zdroj As sa spája s horizontami sedimentačno vulkanických produktov a exhalačno hydrotermálnou činnosťou, súvisiacou s vulkanickou aktivitou.

Arzenopyrit - pôvodne považovaný ako zdroj As v uhlí (Mecháček a Petřík, 1967), bol pozorovaný zriedkavo.

Sírany:

Sadrovec, anhydrit - boli pozorované dve formy, či generácie týchto minerálov. Staršia generácia tvorí voľné kryštály, povlaky a výplne dutín s drúzovitým vývojom. Mladšia generácia predstavuje sekundárne mikroskopické výkveti na úlomkoch uhlia.

Melanterit - takmer výlučne úzko zviazaný s výskytom pyritu, ktorý vo vhodných oxidačných podmienkach podlieha rozkladu za súčasného vzniku sekundárnych minerálov. Vytvára výkveti alebo povlaky na pyrite.

Zvláštnu skupinu minerálnej prímеси tvoria organické minerály. Hlavne je zastúpený fichtelit a dopplerit.

Geochemická charakteristika ložiska

Geochemia uhlia z handlovsko-nováckej uhoľnej panvy bola predmetom intenzívneho štúdia od začiatku 60-tych rokov, pričom boli použité rôzne analytické metódy a sledovalo sa rôzne spektrum prvkov (Petřík a Šovčík, 1998). V rámci toho viacerí autori sledovali i geochemiu uhlia nováckeho ložiska prevažne semikvantitatívne z popola. Najucelenejší súbor semikvantitatívnych analýz poskytuje Záverečná správa z úlohy Nováky SV okraj (Brodňan, 1964). Uvedený súbor uvádzam z dôvodu jeho časovej a metodickej jednotnosti. Analyzovaných bolo 143 vzoriek. Početnosť výskytu jednotlivých prvkov v jednotlivých rozsahoch koncentrácií je uvedená v nasledovnej tabuľke č. 1.

V ďalších etapách prieskumu na ložisku už neboli v takom veľkom rozsahu vykonávané semikvantitatívne spektrálne analýzy popola, väčšina prác bola venovaná zhodnocovaniu získaných poznatkov.

Napätá ekologická situácia v oblasti Hornej Nity a jej predpokladaná súvislosť s ťažbou a spaľovaním uhlia, vyťaženého z nováckeho uhoľného ložiska, vyvolali potrebu objektívneho posúdenia, akou mierou sa podieľa spaľované novácke uhlie na znečisťovaní životného prostredia. Prvým predpokladom pre takéto posúdenie je znalosť geochemických pomerov ložiska. Pre tento účel bol vykonaný rozsiahly geochemicko-ekologický výskum (Vrana et al. 1991). Hlavným cieľom výskumu bolo určiť obsahy stopových prvkov a hlavných škodlivín v uhoľnom sloji, s dôrazom na postihnutie zonality ich výskytu v laterálnom i vertikálnom smere a zároveň riešiť otázky väzby týchto prvkov na jednotlivé minerálne fázy. Výsledky mineralogického výskumu, spolu s uplatnením predchádzajúcich poznatkov, sú uvedené v predchádzajúcej časti. Výskum obsahu stopových prvkov

bol zameraný na nasledovné prvky: S, As, F, Cl, B, Hg, Cd, Pb, Se, V, Cr, Ge, Cu, Sr, Ba, Zn, Mn, Bi, Sn, Mo, Be, W.

Tab.1. Početnosť výskytu prvkov v semikvantitatívnych spektrálnych analýzach popola.

prvok	100-1%	1-0,1%	0,1-0,001%	stopy	nezistené
Al	143				
Si	143				
Mg	143				
Ca	138				5
Fe	123	19	1		
Mn	1	110	31		1
Ti	4	96	42		1
Na	3	73	9		58
As		21	90	25	7
Ba			127	4	12
V			120	22	1
Cu			116	27	
Sr			110	24	9
Zn			105	14	24
Cr			75	52	15
B			67	4	72
Pb			13	113	17
Be				67	76
Co			38	60	45
Ga			31	41	71
Ni			30	21	92
Sn			5	40	98
Ge			18	24	101
In			9	14	120
Mo			4	5	134
Zr			1	4	138
Br				1	142

Sledované prvky podľa ich obsahov možno rozdeliť do 7 skupín.

1. Síra – obsahy nad 1%,
2. Fe – obsahy 0,1-1%,
3. As, F, B, Sr, Ba, Mn, - obsahy 100-1000 ppm,
4. Cl, V, Zn – obsahy 10-100 ppm,
5. Pb, Cr, Ge, Cu, Mo, Ni, Sn – obsahy 1-10 ppm,
6. Cd, Se, Sb – obsahy 0,1-1ppm,
7. Hg – obsah pod 0,1 ppm.

Zásadným výsledkom, dosiahnutým v rámci výskumu je, že boli získané prvé reprezentatívne analytické údaje o výskyte 23 prvkov v uhlí (nie obsahy v popole ako u semikvantitatívnych spektrálnych analýz popola) a vo vulkanicko sedimentárnych preplástkoch v nováckom uhoľnom ložisku ako celku a aj v jeho jednotlivých úsekoch.

V rámci výskumu bola venovaná značná pozornosť i priestorovej distribúcii hlavných škodlivín S a As. Obsah arzénu vo vertikálnom smere bol vyhodnotený na súbore 73 vrtov s nasledovnými výsledkami:

Obsah As je najnižší vo vrchnej časti sloja a smerom k podložíu stúpa – 7 vrtov, tento trend je najmenej častý.

Obsah As je v celom profile sloja približne rovnaký – 17 vrtov.

Obsah As je najvyšší vo vrchnej časti sloja a postupne smerom k podložíu klesá – 24 vrtov.

Obsah As dosahuje maximum v určitej vzdialenosti pod nadložíom a smerom k podložíu klesá – 24 vrtov.

Posledné dve skupiny je možné navzájom zlúčiť nakoľko vzdialenosť maxima pod nadložíom je minimálna, čo znamená, že dominantným trendom je postupný pokles obsahu As od nadložia ku podložíu.

Obdobne bol hodnotený i obsah S, kde bola overená opačná závislosť, v zásade je zrejmy mierny nárast obsahu S smerom od nadložia k podložíu uhoľného sloja.

V otázke posúdenia obsahov S a As v uhlí a preplástkoch bola taktiež overená opačná závislosť, obsah S je vyšší v uhlí ako v preplástkoch a obsah As je vyšší v preplástkoch ako v uhlí.

Uvedený trend obsahov S a As potvrdzujú i ich priemerné obsahy v jednotlivých slojoch a laviciach v prípade štiepenia sloja (Verbich et al.1998):

spracovaná digitálna banská mapa, ktorá spolu s komplexnou databázou poznatkov o obsahoch škodlivín vytvára reálny predpoklad pre takýto postup.

Literatúra

- Brodňan, M. et al: Nováky SV-okraj, predbežný prieskum. *Záverečná správa a výpočet zásob k 1. 7. 1964, Manuskript, Geologický prieskum, n.p., Žilina, 1964a.*
- Brodňan, M.: Geologická stavba nováčkeho uhoľného ložiska. *Geol. práce, Spr. (Bratislava), 52, 1970, 35-58.*
- Dopita, M., Havlena, V. a Pešek, J.: Ložiska fosilných palív. *Praha SNTL, 1985, 263 s.*
- Halmo, J., Verbich, F. et al.: Záverečná správa s výpočtom zásob, výhradné ložisko Nováky, Dobývací priestor Nováky I., so stavom k 1. 1. 1994, *archív Geofondu, Bratislava, 1994.*
- Mecháček, E. a Petřík, F.: Distribúcia stopových prvkov v uhoľných slojoch handlovsko-nováčkeho ložiska. *Geol. průzkum 8, Praha, 1967, 266-268.*
- Petrík, F., Kraus, I. a Čorná, O.: Komplexný rozbor nováčkeho sloja. *Manuskript, Vedecko-výskumný ústav geolog. – geograf. PF UK Bratislava, 1964.*
- Petrík, F. a Šovčík, P.: Mineralogicko-geochemická charakteristika uhlia z nováčkeho ložiska, *Spravodaj BV, Prievidza, 6/98, 1998.*
- Petrík, F. a Verbich, F.: Uhoľno-petrologické vyhodnotenie vzoriek z Handlovsko-nováčkej uhoľnej panvy. *Spravodaj BV (Prievidza), 4/95, 1995, 208-211.*
- Šimon, L., Elečko, M., Pristaš, J., Lexa, J., Kohút, M., Gross, P., Mello, J., Miko, O., Hók, J., Macinská, M., Köhler, J. a Janová, V.: Vysvetlivky ku geologickým mapám 36-133 (Handlová), 35-244 (Prievidza-4), 36-131 (časť Ráztočno). *Čiastková záverečná správa, Manuskript – archív GS SR, Bratislava, 1994.*
- Vass, D., Began, A., Gross, P., Kahan, Š., Köhler, E., Lexa, J. a Nemčok, J.: Regionálne geologické členenie Západných Karpát a severných výbežkov Panónskej panvy na území ČSSR, M 1:500 000. *Geol. úst. D. Štúra, 1988.*
- Verbich, F., Dudžík, I. a Toma, S.: Operatívny výpočet zásob k 1. 1. 1998, Výhradné ložisko Nováky, Dobývací priestor Nováky. *Manuskript, Hornonitrianske bane Prievidza, a.s., Baňa Nováky, o.z., 1998.*
- Vrana, K., Rapant, S., Halmo, J., Határ, J., Klinčeková, M. a Verbich, F.: Geochemicko-ekologický výskum nováčkeho uhoľného ložiska. *Záverečná správa výskumu, Manuskript – archív GS SR, Bratislava, 1991.*