ISSN 1211-8796

Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
LXXXXI (2006): 97–104, 2006

SEKUNDÁRNÍ MINERALIZACE NA HALDĚ UHELNÉHO DOLU KUKLA V OSLAVANECH

SECONDARY MINERALIZATION ON THE MINE WASTE
OF THE KUKLA COAL MINE IN OSLAVANY

PAVLA DOKOUPILOVÁ, ZDENĚK LOSOS, VÁCLAV VÁVRA

Abstract

Dokoupilová, P., Losos, Z., Vávra, V. 2006: Sekundární mineralizace na haldě dolu Kukla v Oslavanech. Acta Mus. Moraviae, Sci. geol., XXII: 97–104.

Secondary mineralization on the mine waste of the Kukla coal mine in Oslavany

Secondary minerals on the waste tip of the Kukla coal mine in Oslavany are described. In the 2005, sulphur, gypsum and hexahydrite were collected and verified. New phases for the locality are secondary anhydrite, aragonite, hematite, calcite, konyaite and spinels. Massive hematite and spinels formed at high temperature during the burning of the mine waste. Other secondary minerals are younger and according to climatic condition repetualy recrystallize on the surface of the coal dump.

Key words: burning coal mine waste, secondary minerals, hematite, sulphates

Pavla Dokoupilová, Institute of Geological Sciences, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic; e-mail: PavlaDokoupil@seznam.cz

Zdeněk Losos, Institute of Geological Sciences, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic; e-mail: losos@sci.muni.cz

Václav Vávra, Institute of Geological Sciences, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic; e-mail: vavra@sci.muni.cz

Úvod

Hořící haldy uhelných dolů, i po jejich vyhasnutí, jsou objektem zvýšeného zájmu různých skupin lidské společnosti. Jako ekologická zátěž jsou sledovány mnoha organizacemi od ekologických až po ty, které nesou odpovědnost za jejich bezpečnost a rekultivaci. Současně na zmíněných haldách probíhá celá řada zajímavých procesů, doprovázených vznikem specifické mineralizace, poutající pozornost mineralogů, geochemiků a sběratelů minerálů.

Uhelná halda dolu Kukla (původně KUKLA (1863–1947), v letech 1947–1990 V. NOSEK) se nachází na severním okraji obce Oslavany (25 km JZ od Brna), nad levým břehem řeky Oslavy, západně od dolu Kukla. Halda poskytovala zajímavé fytopaleontologické a mineralogické vzorky. Přes hojné nálezy novotvořených minerálů v důsledku prohořívání haldy dolu Kukla (již v roce 1935 odtud popisuje Sekanina síru, v 90. letech 20. století byl odval stále ještě aktivní, ale časový interval hoření není přesně doložen) byla zmíněná lokalita z hlediska zájmu badatelů zastíněna jinými hořícími odvaly v regionu – především haldou v Zastávce u Brna. Proto je o ní poměrně málo publikovaných informací. Ucelenou představu o oslavanském hořícím odvalu podali až HOUZAR a SEJKORA (1999) v práci,

ve které popisují mineralizaci na haldách v Zastávce u Brna a Oslavanech. I z jejich přehledu vyplývá, že se haldě dolu Kukla věnovalo dosud málo pozornosti. Z Oslavan uvádějí pouze síru, sádrovec a hexahydrit (poslední minerál však bez analytického potvrzení).

Náš příspěvek sumarizuje výsledky půlročního mineralogického výzkumu haldy dolu Kukla v roce 2005. Potvrzuje i vyvrací některé poznatky předchozích výzkumů.

Stručná historie těžby uhlí v Oslavanech

Výchozy uhelných slojí rosicko-oslavanské pánve lemují západní okraj boskovické brázdy. V roce 1760 bylo nalezeno uhlí v Oslavanech a od roku 1783 zde bylo dolováno jako na jediném místě na Moravě. Z jižní části se těžba postupně přesunula do celého rosicko-oslavanského revíru. Největší rozvoj nastal v 19. století, kdy se uhlí vyváželo např. až do Pešti (419 km). Rozmach nastal po postavení tepelné elektrárny v Oslavanech v roce 1913. Těžba kulminovala v 60. letech 20. století, 1964 se těžba centralizovala na důl Jindřich II ve Zbýšově (nejhlubší důl na černé uhlí v Evropě – 1488 m). Uhlí je zařazováno do skupiny s náchylností k samovznícení. V roce 1973 se ukončila těžba na dole Kukla (tehdy V. Nosek) v Oslavanech. V celém rosicko-oslavanském revíru skončila těžba v roce 1992. Za léta 1760–1992 bylo vydobyto 53 mil. t uhlí. Od října 1991 probíhá likvidace důlních děl a povrchového technologického zařízení (MALÝ a UHROVÁ 1985, PEŠEK *et al.* 2001, MALÝ *et al.* 2004). V současné době je halda dolu Kukla spravována státním podnikem DIAMO.

Současný stav výzkumu odvalu

Halda dolu Kukla v Oslavanech je na obnažených místech výrazně hnědočerveně zbarvená, v důsledků vyhoření černých uhelných substancí a následnou oxidací Fe v přepálených sedimentárních horninách (místy až struskového charakteru). Svahy haldy jsou většinou nepravidelně porostlé náletovou vegetací. Procesy hoření haldy již pravděpodobně ustaly, není však kompletně prohořelá, jak se domnívali HOUZAR a SEJKORA (1999). V jarních měsících 2005 byl vrchol haldy firmou DIAMO odtěžen, snížen o cca 9 m a povrch zarovnán. Materiálem byla zavážena těžební šachta. Během skrývky bylo možné pozorovat červený, několik desítek m mocný prohořelý plášť haldy a centrální černě zbarvenou neprohořelou část s dosud neoxidovanou uhelnou hmotou. Tato zóna má dnes průměr cca 20 m na výškové úrovni zarovnané plošiny při vrcholu haldy.

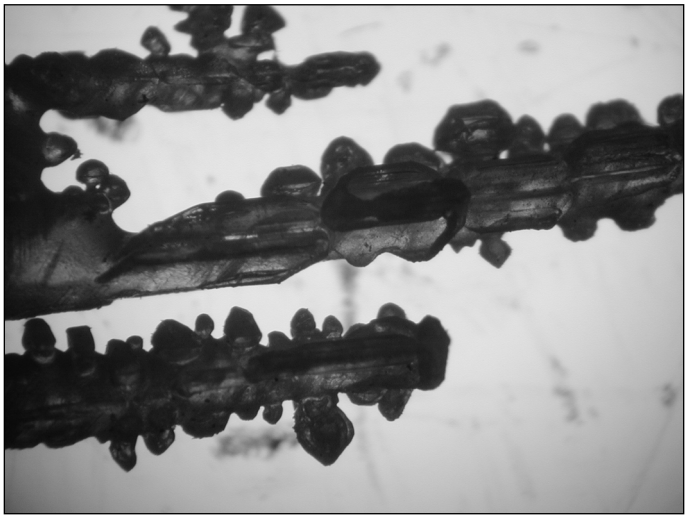
Od května 2005 jsme přibližně v měsíčních intervalech sledovali vývoj sekundárních mineralizací jak na vrchní plošině, tak na obnažených severovýchodních a západních svazích haldy, při jejím úpatí. Nálezy byly fotograficky zdokumentovány a odebírány mineralogické vzorky pro následný makroskopický i mikroskopický popis a identifikaci pomocí práškové RTG – difrakční analýzy na difraktometru STADI-P fy Stoe. Mřížkové parametry byly vypočítány pomocí programu WinX^{pow}, vypřesnění provedl V. Vávra. Konyait byl identifikován též mikrosondou Cameca SX-100, analyzoval P. Sulovský.

Výskyt již dříve popisovaných minerálů

Síra

O síře v Oslavanech se zmiňuje již SEKANINA (1935). HOUZAR a SEJKORA (1999) uvádějí, že „zde byly hojné světle žluté až celistvé povlaky síry s mastným až skelným leskem, v dnešní době už jen v reliktech a nově se netvoří“.

Na haldě dolu Kukla se již tyto masivní povlaky opravdu nevyskytují, ale k recentní tvorbě síry stále lokálně dochází. Přesvědčil nás o tom opakovaný nález z července a srpna 2005, kdy jsme v „dolním odkryvu“ při severovýchodním úpatí haldy (je vidět ze silnice Zbýšov – Oslavany), našli novotvořené kostrovité krystaly síry, které tam bezpečně



Obr. 1. Kostrovitý krystal síry, velikost krystalu 0,5 cm, srůst jednotlivých skeletů pod úhlem 90°.
Fig. 1. Skeletal crystal of sulphur, size of the crystal is 0,5 cm, the skeletons grow together under 90°.

v květnu 2005 nebyly. Pod převisy relativně pevného, hrubě klastického, spečeného červeného materiálu na stěně s bohatými výkvěty bílých rozpustných sulfátů (dominantní hexahydrit), byla na trhlinách nalezena síra (několik g). V místě výskytu síry však nebyla naměřena vyšší teplota vzhledem k okolí, ani zjištěn charakteristický zápach sirných plynů.

Krystaly síry jsou žluté s nádechem do světle zelené, většinou kostrovité, rýhované, s mastným leskem, velikosti 0,X mm až 1 cm. Jednotlivé skelety srůstají pod úhlem 90° (obr. 1), což dokumentuje předpokládanou krystalizaci síry v modifikaci α za teplot nižších než 95 °C. Vypočítané hodnoty mřížkových parametrů také odpovídají modifikaci síry α: a = 10,472 ± 0,003 Å, b = 12,880 ± 0,003 Å, c = 24,502 ± 0,005 Å ve srovnání s tabelovanými hodnotami (STRUNZ a NICKEL 2001: a = 10,44 Å, b = 12,84 Å, c = 24,37 Å). Ojediněle se vyskytují zaoblené kulovité tvary se sklovitým povrchem a také čtvercové formy krystalů. Je zajímavé, že posledně jmenovanou morfologii krystalů síry uváděl SEKANINA (1935) jako paramorfózu po monoklinické β-síře (při zkřížených nikolech pozoroval rozpadání krystalu na více partií, různě opticky orientovaných a undulózně zhášejících). Morfologii krystalu β-síry potvrdil i měřením na goniometru.

Sádrovec $CaSO_4 . 2H_2O$

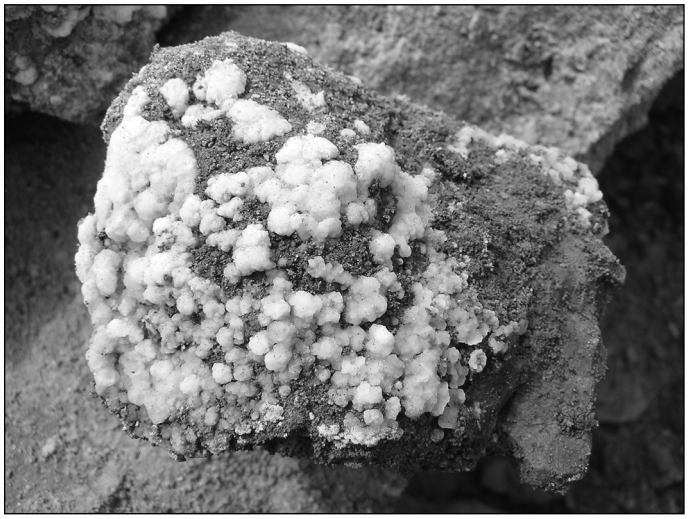
V literatuře je popisován jako drobně jehličkovitý, šedě až černě zbarvený mourovitým materiálem. Většinou představuje produkt běžného zvětrávání pyritu bez vztahu k hoření hald (HOUZAR a SEJKORA 1999).

V současnosti je to velmi rozšířený druhotný minerál na haldě, typický ve vyšších partiích odvalu, kde tvoří X cm mocné krusty a kumulace. Jeho vzhled téměř odpovídá výše uvedenému popisu. Je jemně krystalický (netvoří makroskopicky patrné jehličky), zbarvený šedě až černě, bez příměsí je bílý. Byl nalezen i růžový sádrovec s uzavřeninami pigmentu oxidů a hydroxidů Fe. Někdy tvoří směsi s jinými sulfáty, rentgenometricky zjištěn ve směsi s anhydritem nebo hexahydritem.

Nově zjištěné sekundární minerály

Konyait $Na_2Mg(SO_4)_2 . 5H_2O$

Byl objeven v povrchových částech haldy. Na vrcholové odtěžené plošině haldy vytvořil čiré až bílé kuličkovité agregáty, zčásti ve směsi s hexahydritem. Krásné bohaté ukáz-



Obr. 2. Kulovité agregáty konyaitu o velikosti 0.5 až 2 cm z vrcholové plošiny haldy.
Fig. 2. Spherical aggregates of konyaite from the plateau of the dump, size of aggregates is 0,5–2 cm.

ky takových agregátů o velikosti i přes 1 cm byly nalezeny v květnu 2005 (obr. 2). Na svazích haldy je častou mikroskopickou příměsí ve výkvětech hexahydritu. Byl identifikován RTG difrakční analýzou (tab. 1). Podle STRUNZE a NICKELA (2001) je řazen mezi vodnaté sulfáty s cizími aniony, do skupiny picromeritu. Konyait je monoklinický a je rozpustný. Z ČR není dosud popsán.

Konyait je znám od roku 1982 z Great Konya Basin v Turecku (DOESBURG *et al.* 1982). V této oblasti se nacházel na prosolených půdách ve výkvětech v asociaci s blöditem, hexahydritem, sádrovcem, starkeyitem, halitem a loweitem.

DOESBURG *et al.* (1982) popisují jeho nestabilitu a přeměnu (během několika dnů) na méně hydratovaný sulfát blödit $Na_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$. Konyait z haldy dolu Kukla také podléhá přeměně, po dvou měsících uložení v laboratorních podmínkách došlo k rozpadu části konyaitu a vzniku hexahydritu (určeno RTG – práškovou difrakcí). Tato přeměna je indikována mírně zvýšenými obsahy Mg v analyzovaných vzorcích konyaitu oproti ideálnímu složení tohoto minerálu. Průměrné chemické složení konyaitu z Oslavan je $Na_{1,96}K_{0,03}Mg_{1,14}(SO_4)_2 \cdot 4,7H_2O$. Přepočet analýz byl proveden na S = 2, obsah krystalové vody byl dopočten na sumu oxidů = 100%. Snížený obsah vody je ovlivněn náchylností konyaitu k dehydrataci (přeměna na blödit) a zahřátím při analýze na mikrosondě.

Mřížkové parametry konyaitu z Oslavan a = 5,796 Å, b = 24,075 Å, c = 8,073 Å, β = 95,405° jsou velice blízké tabelovaným hodnotám a, b, c = 5,784; 24,026; 8,066 Å, β = 95,37° (DOESBURG *et al.* 1982).

Hexahydrit $MgSO_4 \cdot 6H_2O$

V Oslavanech jej jako pravděpodobný, podle analogie s výskytem hexahydritu na hořících haldách v Zastávce u Brna, ale bez analytického ověření, uvádějí HOUZAR a SEJKORA (1999).

Na haldě dolu Kukla tvoří hexahydrit velmi hojné bílé povlaky, kůry a krápníky, většinou na příkrých stěnách a pod převisy, tedy na relativně suchých místech. Na nechráněných plochách vytváří hexahydrit pouze výkvěty za suchého počasí. Za deště se rozpouští a objevuje se opakovaně po vysušení povrchu haldy. d-hodnoty a relativní intenzity RTG difrakčních píků velmi dobře korespondují s publikovanými údaji pro tento minerál (tab. 2). Stejně tak se i mřížkové parametry (parciální Rietveld, vypřesnění: J. CEMPÍREK) a = 10,118 ± 0,003 Å, b = 7,215 ± 0,002 Å, c = 24,447 ± 0,006 Å, β = 98,278 ± 0,002°, V =

Tabulka 1. RTG difrakční analýza konyaitu z haldy dolu Kukla ve srovnání s databází PDF-1, 2 set 46.

Table 1. X-ray powder diffraction pattern of the konyaite from dump of mine Kukla, correlation with PDF-1, 2 set 46 database.

konyait pdf number 35-649					konyait vzorek 5	Kukla
d (Å)	I_{rel} (%)	h	k	l	d (Å)	I_{rel} (%)
12,010	100	0	2	0	11,960	61
7,610	6	0	1	1	7,590	9
5,670	5	0	3	1	5,680	7
4,807	24	0	4	1	4,807	19
4,546	55	-1	2	1	4,538	100
4,410	10	1	1	1	4,405	34
4,203	20	1	2	1	4,201	29
4,184	20	-1	3	1	4,181	28
4,002	70	0	0	2	4,001	56
3,961	14	0	1	2	3,958	37
3,799	6	-1	4	1	3,795	5
3,589	20	1	4	1	3,594	17
3,450	5	-1	0	2	3,452	6
3,431	9	-1	5	1	3,432	9
3,416	10	-1	1	2	3,415	17
3,338	7	0	4	2	3,339	13
3,284	16	1	6	0	3,281	12
3,156	12	1	0	2	3,159	8
3,131	6	1	1	2	3,132	6
3,101	8	-1	6	1	3,104	6
3,082	7	0	5	2	3,082	8
2,989	24	-1	4	2	2,990	19
2,833	7	0	6	2	2,835	9
2,811	28	0	8	1	2,814	14
2,802	24	-1	5	2	2,803	18
2,779	7	-2	1	1	2,118	11
2,725	28	1	7	1	2,727	22
2,661	24	1	8	0	2,662	18
2,639	28	-2	3	1	2,641	25
2,598	16	2	4	0	2,599	31
2,433	7	-1	7	2	2,434	10
2,419	14	1	9	0	2,419	7
2,403	20	0	8	2	2,404	19
2,336	20	0	5	3	2,340	18
2,323	12	-1	4	3	2,326	9

Tabulka 2. RTG difrakční analýza hexahydritu, srovnání d-hodnot hexahydritu z databáze PDF-1, 2 set 46 a hexahydritu z haldy dolu Kukla.

Table 2. X-ray powder diffraction pattern of the hexahydrite from dump of mine Kukla, correlation with PDF-1, 2 set 46 database.

hexahydrit pdf number 24-0719					hexahydrit vzorek 11	Kukla
d (Å)	I_{rel} (%)	h	k	l	d (Å)	I_{rel} (%)
5,800	8	-1	1	1	5,792	10
5,450	50	-2	1	1	5,445	40
5,100	45	2	1	1	5,098	41
4,880	30	-2	0	2	4,876	32
4,390	100	-4	1	1	4,391	100
4,160	35	-4	0	2	4,159	14
4,040	45	4	1	1	4,037	45
3,893	10	-5	1	1	3,891	10
3,610	20	4	0	2	3,607	21
3,459	14	-6	1	1	3,459	17
3,387	12	-6	0	2	3,386	12
3,197	16	6	1	1	3,198	17
3,034	8	-2	1	3	3,033	11
2,941	30	6	0	2	2,940	35
2,901	30	-2	2	2	2,902	39
2,793	8	2	2	2	2,792	14
2,773	12	-8	0	2	2,769	18
2,691	8	-6	2	0	2,689	14
2,576	6	4	1	3	2,578	8
2,524	12	-9	1	1	2,526	18
2,280	8	6	2	2	2,283	12
2,012	8	8	1	3	2,014	9
1,8790	8	-10	0	4	1,8816	9
1,8650	6	-5	3	3	1,8661	7

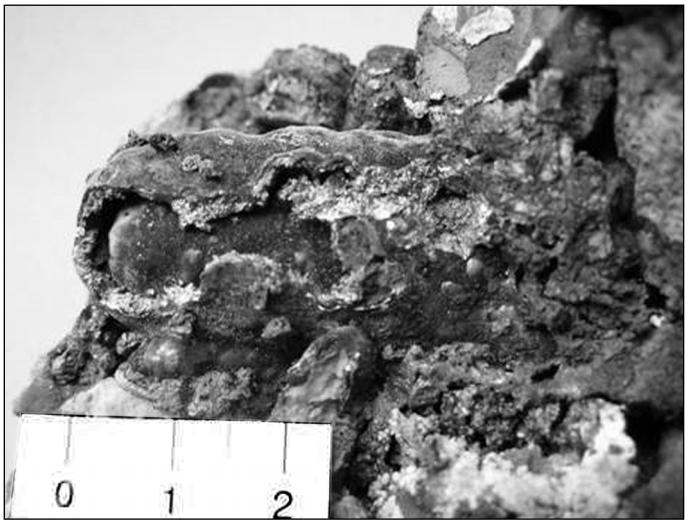
1765,991 ± 1,318 A^3 shodují s uváděnými daty (STRUNZ a NICKEL 2001) a = 10,11 Å, b = 7,21 Å, c = 24,41 Å, β = 98,3°.

Krystaly hexahydritu jsou za čerstva bezbarvé, postupně bělají. Podobný jev při uchování hexahydritu z Radvanic v laboratoři popisuje SEJKORA (2002). Na některých výchozech je hexahydrit zbarven do žluta. Většinou se krystaly sdružují do kulovitých agregátů, popř. hexahydrit tvoří jemně práškové povlaky, ojediněle se vyskytuje ve formě velmi tenkých jehlic cca 1 cm velkých. STRUNZEM a NICKELEM (2001) je řazen mezi vodnaté sulfáty s cizími aniony, skupina hexahydritu.

Hematit Fe_2O_3

Velmi rozšířeným, ale často přehlíženým minerálem haldy dolu Kukla je hematit. Z hořících hald jej popisuje ŽÁČEK (1997) v rámci charakteristiky haldového materiálu kladenských hald.

Hematit se v Oslavanech vyskytuje ve dvou morfologických formách. Velmi rozšířený je červený práškový pigment. Druhou relativně vzácnější formou, omezenou na místa vysokého žáru při hoření (přítomnost natavených hornin), je makroskopicky masivní hematit. Je ocelově šedé až černé barvy s pestrými náběhy. Tento mikroskopicky krystalický



Obr. 3. Krápník hematitu (původně ve vertikální pozici).
Fig. 3. Stalactite of hematite (originally in vertical position).

hematit vyplňuje dutiny mezi natavenými klasty v haldovém materiálu, často má charakter náteků či utuhlé tekoucí taveniny, stmelující horniny. Ojediněle vytváří do volných dutin vertikálně orientované krápníky až několik cm dlouhé a 2 cm široké – obr. 3. Povrch krápníků hematitu je jemně sametový, matný.

Obě morfologické formy hematitu byly identifikovány RTG-difrakční analýzou (tab. 3). Vypřesněné mřížkové parametry a = 5,0348 ± 0,0007 Å, c = 13,759 ± 0,003 Å jsou velice blízké publikovaným údajům pro tento minerál (a = 5,03 Å, c = 13,75 Å – STRUNZ a NICKEL 2001).

Kalcit a aragonit $CaCO_3$

Na haldě se běžně vyskytují jak ve formě povlaků tak v kumulacích („peckách") o velikosti 10–20 cm (směs aragonitu a kalcitu). Barva je bílá až světle hnědá.

Je nezbytné rozlišovat primární povlaky kalcitu, které se vyskytují v tepelně málo postižených částech haldy a sekundární povlaky, které jsou tvořené směsí aragonitu s kalcitem a nacházejí se převážně v tepelně vysoce postižené části haldy (na místech s „metalickým" hematitem). Tyto sekundární karbonáty vytváří kuličkovité agregáty o velikosti do 3 mm.

Kumulace („pecky") jsou rozmístěny v tepelně různě postižených částech haldy. Nejsou kompaktní a lehce se rozpadají na velice jemný prášek.

Oba typy karbonátů vznikly pravděpodobně mezi prvními sekundárními fázemi, vysrážením z roztoků.

Anhydrit $CaSO_4$

Byl prokázán ve směsi se sádrovcem. Je jemně krystalický, čirý. Byl určen práškovou RTG-difrakční analýzou. Pravděpodobně vznikl přímým vysrážením z roztoků. Krystalizace anhydritu nebo sádrovce byla podmíněna řadou faktorů, např. koncentrací příslušných iontů v roztocích.

Spinelidy

Minerály ze skupiny spinelidů byly nalezeny jako mikroskopické uzavřeniny v mladší mineralizaci – aragonit – kalcit, anhydrit – sádrovec.

RTG difrakční analýzy ukazují na magnezioferit, případně magnetit. Z předběžných mikrosondových analýz vyplývá, že se jedná o člen blízký magnezioferitu, ale chemické

Tabulka 3. RTG difrakční analýza hematitu s kovovým leskem z haldy dolu Kukla ve srovnání s tabelovanými hodnotami hematitu (databáze PDF-1, 2 set 46).

Table 3. X-ray powder diffraction pattern of the hematite with metal luster from dump of mine Kukla, correlation with PDF-1, 2 set 46 database.

hematit pdf number 33-664					hematit Kukla vzorek 7	
d (Å)	I_{rel} (%)	h	k	l	d (Å)	I_{rel} (%)
3,684	30	0	1	2	3,681	37
2,700	100	1	0	4	2,700	100
2,519	70	1	1	0	2,519	65
2,207	20	1	1	3	2,208	28
1,8406	40	0	2	4	1,8422	35
1,6941	45	1	1	6	1,6959	41
1,6033	5	1	2	2	1,6041	2
1,5992	10	0	1	8	1,5999	7
1,4859	30	2	1	4	1,4873	22

složení analyzovaných spinelidů značně kolísá.

Diskuse a závěry

V příspěvku jsou shrnuty výsledky mineralogického monitorování haldy dolu Kukla v Oslavanech v roce 2005. Procesy hoření, dříve typické pro tuto lokalitu, již pravděpodobně ustaly, celý objem haldového materiálu však není kompletně prohořelý.

Existují určité indicie, že se uvnitř haldy ještě mohou vyskytovat menší ohniska hoření (teplejší místa na vrcholu haldy, zjištěná v zimním období roku 2004 – ústní sdělení ing. Kříže z firmy DIAMO, nález nově krystalizované síry na severovýchodním svahu haldy v létě 2005). Nález síry je možné spojovat s odvozem materiálu ze svrchní partie odvalu, následným prokysličením a lokálním oživením hoření uvnitř haldy. Další možností je kondenzace síry z relativně studených výduchů z nitra haldy.

Dlouhodobě vychladlý a vymývaný povrch haldy je v souladu s výskytem jednoduché asociace druhotných „antropogenních“ minerálů, na rozdíl od pestřejších asociací na dosud hořících odvalech.

Byl potvrzen výskyt dříve uváděných druhotných fází (síra, sádrovec, příp. hexahydrit), nově byly nalezeny a identifikovány anhydrit, aragonit, hematit, hexahydrit, kalcit, konyait a spinelidy. Zatímco zejména hematit a inkluze spinelidů vznikaly při vysokoteplotních procesech hoření, ostatní nalezené fáze jsou mladší a často opakovaně mobilizované. Nejasná je prozatím geneze kumulací kalcitu s aragonitem. Z uvedených minerálů má dnes na povrchu haldy největší zastoupení hematit, hexahydrit a sádrovec.

Po odvozu materiálu ze svrchní partie odvalu na jaře roku 2005 byly obnaženy dosud neprohořelé partie haldy. Je zde proto určitá i když spíše jen teoretická možnost, že dojde k okysličení neprohořelé části a k oživení procesů hoření. Proto budeme tuto haldu nadále sledovat.

Autoři děkují státnímu podniku DIAMO (jmenovitě Ing. Břetislavu Sedláčkovi a Ing. Petru Křížovi) za umožnění mineralogického sledovaní haldy a poskytnutou dokumentaci. Studie byla financiována výzkumným záměrem MSM 002 162 2412.

LITERATURA

DOESBURG, J. D. J., VERGOUWEN, L., PLAS, L., 1982: Konyaite, $Na_2Mg(SO_4)_2 \cdot 5H_2O$, a new mineral from the Great Konya Basin, Turkey. – *Amer. Mineralogist*, 67, 1035–1038.

HOUZAR, S., SEJKORA, J. 1999: Minerály z hořících hald v Zastávce u Brna a Oslavanech – přehled současného stavu výzkumu. – *Minerál* 7, 5, 410-414,.

MALÝ, L., UHROVÁ, J., 1985: K paleogeografii permokarbonu jižní části boskovické brázdy. – *Čas. Morav. Muz., Vědy přír.*, 70, 55–59.

MALÝ, L., GROSS, J., PLCHOVÁ, J. 2004: k historii těžby uhlí v rosicko-oslavanském revíru. – In.: *Uhlí-rudy-geol. průz.*, 46, 5, 30–35.

PEŠEK, J., DRÁBKOVÁ, J., HOLUB, V., PROUZA, V., ŠIMŮNEK, Z., TÁSLER, R. 2001: Geologie a ložiska svrchnopaleozoických limnických pánví České republiky. – Český geolog. Ústav, 1–243, Praha.

SEJKORA, J., 2002: Minerální asociace hořícího odvalu dolu Kateřina v Radvanicích u Trutnova a procesy jejího vzniku. – *MS*, doktorská disertační práce, PřF MU Brno.

SEKANINA, J., 1935: Moravská síra, její původ a nerosty s ní sdružené. – *Zpr. kom. přírodověd. Výzk. Mor. Slez., Odd. mineral.* 6, 1–29.

STRUNZ, H., NICKEL, H. E., 2001: Strunz mineralogical tables. – 9th Edition, Stuttgart.

ŽÁČEK, V., 1997: Makroskopické silikáty jako produkt kaustické přeměny haldového materiálu na dole Kladno (Schoeller). – *Bull. Min.-petr. Odd. Nár. muz. v Praze*. 4–5, 214–218.