

TITAN V PŘÍRODNÍCH MATERIÁLECH URANOVÝCH DOLŮ VÍTKOV II A ZADNÍ CHODOV

1. Úvod.

Přítomností titanu v uranové rudě na ložiscích uranových dolů Zadní Chodov a Vítkov II v okrese Tachov se zabývali sovětští - ale i naši mineralogové - a v roce 1974 se o titanu v horninách ložiska Vítkov II zmiňuje i Ing.Doležalová Marie v práci (2).

Důvodem zájmu o titan v době provozu dolů byla m.j. i skutečnost, že jedním z hlavních uranových minerálů na západočeských ložiscích byl brannerit (uranotitanát).

Po zatopení ložisek Vítkov II Zadní Chodov – byl zájem zpočátku upřen na akumulaci kovů v biomase - (v roce 2005) - v řasách a sinicích rostoucích ve vodě nad ústím zasypaného komína PK-Ch-2b-121/123 na ložisku Zadní Chodov.Zde byly v řasách a sinicích - vyrůstajících ze dna v délce cca 1,5m - zjištěny vysoké obsahy titanu v popelu spálených řas a sinic – *Stigeoclonium* sp.div a *Phormidium* sp.div.

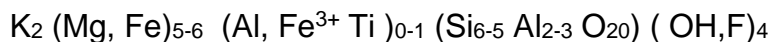
Následně byl několika násobně vyšší (4x) obsah titanu – ve srovnání s řasami a sinicemi z komína PK-Ch-2b-121/123 - zjištěn i v biocenóze (popelu) – převážně zelených řasách - žijících – plovoucích - na hladině akumulační jímky kontaminovaných důlních vod, do které je několik posledních let vypouštěna - prostřednictvím vrtu HVM-1 voda ze zatopeného ložiska Zadní Chodov.

Po těchto zjištěních se pozornost obrátila zpět na primární zdroj titanu a to nejdříve na „čerstvý“, nealterovaný biotit – převážně - hrubě porfyrické žuly „borského masivu“ - (ale i chloritovaný biotit vyseparovaný z tzv.středně zrnité porfyrické žuly).Zájem o obsah titanu v biotitu nebyl ale jediným, protože isotopické analýzy delta ¹⁸O (SMOW) a deuteria delta D (SMOW) stanovené na biotitu poskytly údaje důležité pro porovnání s isotopy kyslíku a deuteria u slaných, endogenních vod uranového ložiska Vítkov II.

Na závěr úvodní části tohoto příspěvku nutné poděkovat všem těm, kteří se - každý svou měrou - podíleli na provedených měřeních a nebo cennými radami pomáhali tak, aby tento krátký příspěvek pro HPVT 2014 mohl vzniknout.Jedná se o tyto pracovníky a instituce : Doc.Dr.Ing.Bódi Jan, GME Ostrava., Doc.Matýsek Dalibor z VŠB-TU Ostrava., Ing.Řepka Vlastimil z VŠB – TU Ostrava., Dr.Veselovský z ČGS Praha., Pumann Petr, laboratoř biologie vod SZÚ nemocnice na Kr.Vinohradech Praha., Emil Janeček z Povodí Ohře s.p. v Teplicích., Dr.Veselovský František z ČGS Praha., Ing.Jiránek Jiří z Plzně., Actlab Ltd. v Ancasteru v Kanadě ., ČGS Praha – Barrandov., SÚJChBO v.v.i Kamenná., VÚB v Karlových Varech., CHEVAK v Chebu., prof. Pačes Tomáš z ČGS Praha., prof.H.Moser z Institut fuer Radiohydrometrie Muenchen a řadě dalších.

2. Titan v biotitu.

Úvodem u biotitu - tohoto monoklinického minerálu, - zcela běžného v celé řadě hornin, na tomto místě uvádíme - pro lepší názornost - obvykle používaný obecný - sumární vzorec tohoto složení :



Vzorek vyseparovaného - zcela „čerstvého“ biotitu – použitý pro účely tohoto příspěvku, pocházel z hrubě porfyrické žuly tzv. „borského typu“ - (označovaný rovněž jako gama 4) - byl odebrán na překopu PŠ – 30 – 90 (na úrovni 9. patra dolu Vítkov II).

Na biotitu byla provedena tato stanovení :

prvků metodou ICP – MS,
radioaktivity draslíku, radia, thoria a uranu
isotopů kyslíku a deuteria

s těmito výsledky :

Mg	Rb	Ti	U	Sr
40 665	303,2	15 375	17,0	167,9

Výsledky stanovení prvků metodou ICP – MS v nealterovaném biotitu z uranového dolu Vítkov II.

Všechny hodnoty uvedeny v ppm

K ⁴⁰	Ra ²²⁶	U ²³⁸	Th ²²⁸
2,86	1,34	1,80	0,42

Výsledek stanovení draslíku, radia, thoria a uranu na přístroji Canberra 35 Plus v nealterovaném biotitu z uranového dolu Vítkov II.

Všechny hodnoty uvedeny v Bq.g⁻¹

delta ¹⁸O (SMOW) delta D (SMOW)

+ 7,30 ‰

- 0,60 ‰

Výsledek isotopického stanovení kyslíku delta ¹⁸O (SMOW) a vodíku delta D (SMOW) v nealterovaném biotitu z uranového dolu Vítkov II.

Obě hodnoty uvedeny v promile.

3. Titan v chloritu vyseparovaném z alterované hrubě porfyrické žuly, ze středně zrnité žuly a v monominerálním chloritu na dole Vítkov II.

V krátké kapitole jsou ve stručnosti ukázány výsledky stanovení titanu – ale i některých vybraných dalších prvků – v chloritu dvou typů žul, z nichž středně zrnitá porfyrická žula vytváří na dole Vítkov II zcela samostatná deskovitá tělesa.

Analýzy byly provedeny na vyseparovaném chloritu - („alterovaném biotitu“) z slabě až středně alterované žuly 15.patra a monominerálním chlorititu z „výplně“ tektonické struktury O - 9 na 17.patře.

Výsledky analýz chloritu ze alterované žuly „borského“ typu

19 060 ppm

Výsledky analýz chloritu vyseparovaného z tělesa středně zrnité porfyrické žuly č.15 na chodbě S-XV/2

15 940 ppm

Výsledky analýz monominerálního chlorititu z tektonické zóny O – 9 z úrovně 17.patra

723 ppm

K tomuto výsledku analýzy monominerálního chlorititu je nutné uvést, že :

- vzorek byl odebrán „daleko“ od rudních zón
- výsledky některých dalších analyzovaných prvků poskytly tyto údaje :

Al	59 414	ppm
Fe	132 450	ppm
Mg	91 000	ppm
Mn	3 510,5	ppm

4. Titan v popelu bakterií, sinic, řas žijící ve vodním prostředí v podzemí dolů a dále vybraných rostlin žijící na povrchu zatopených uranových dolů.

4.1. Zcela první dochovaný písemný záznam týkající se identifikace bakterií pochází z ledna roku 1979, kdy pro účely závěrečné práce (6) V.postgraduálního kursu pořádaného pro geology UD byla analyzovaná ve VÚB v Karlových Varech Ing.Švorcovou Libuší sada vzorků z uranového dolu Vítkov II - (včetně endogenních solanek vytékajících z vrtů diamec na 15.patře).Malé počty bakterií v solankách byly tehdy přičítány vysoké radioaktivitě daného typu vod, avšak jak se později ukázalo – po roce 1990), zásadním a rozhodujícím faktorem omezujícím rozvoj bakterií byla s největší pravděpodobností vysoká salinita tohoto typu vod.

Souběžně s biocenózou těchto vod byly analyzovány v roce 1979 – za účelem identifikace jednotlivých druhů - i „sedimenty“ nově se tvořící v těsné blízkosti u výtoků těchto vrtů.V sedimentech y z úrovně 7. a 15.patra dolu Vítkov II byla stanovena celá řada železitých – a manganových bakterií.Největšího – tehdy pozorovaného rozvoje – došlo na výtocích intenzivně proplyněných, cca 15 °C „teplých“ vod na – a pod výtoky vod z vrtů diamec na

tzv. „oldřichovském směru“. Zde manganové bakterie vytvářely samostatné, černě zbarvené kolonie, výrazně oddělené od červeně zbarvených kolonií železitých bakterií, tvořených převážně druhem *Leptothrix ochracea*. V této době – kolem roku 1979 - však nebyla na sušině „sedimentů“ provedena žádná analýza.

4.2. Další - kolem roku 1980 započatou - avšak doposud ne zcela dokončenou prací týkající se akumulace prvků v rostlinných tělech – bylo provedení několika analýz popela semen rostliny Vlčí bob, hojně rostoucí na žulách Borského masivu na ložisku Vítkov II.

Analýzou semen z roku 2013 byly zjištěny následující obsahy titanu (ale i dalších prvků) a to :

Ti =	120 ppm
Ca =	2600 ppm
Fe =	965,5 ppm
Mg =	3725 ppm
Mn =	79,1 ppm
Ni =	7,9 ppm
Rb =	26,3 ppm
Sr =	11,6 ppm
U =	méně 0,1 ppm

S odstupem řady let – již po zatopení dolů Vítkov II ale i Zadní Chodov po roce 1990 - se zájem o biocenózu ve vodách vytékajících na povrch rozšířil, a to v souvislosti nejenom se zvýšeným zájmem týkající se kvality vytékajících důlních vod zezatopených ložisek na povrch ale rovněž v souvislosti s ukládáním dalších prvků v biocenóze - té, která tak úspěšně osídlila tyto celoročně stále teplé – kolem 16 °C, - radioaktivní vody.

Na ložisku Vítkov II se zájem soustředil na kolonie železitých bakterií - (*Leptothrix ochracea*), rdesno obojživelné – jeho část nad vodní hladinou, ostřice říznou, a rovněž byly nově (2013) získány některé další údaje získané analýzami popela rostliny *Lupinus polyphyllus*.

Zjištěné obsahy titanu

	Ostřice řízná	Vlčí bob (semena)	<i>Leptothrix ochracea</i>
Titan	122 ppm	120 ppm	790 ppm

Na ložisku Zadní Chodov byly podobně jako na dole Vítkov II veškeré práce provedené v tomto směru v prvním období zaměřeny na identifikaci biocenózy a následně pak na analýzy popela získaného po usušení biologického materiálu. Na tomto zatopeném ložisku se podařilo získat pouze omezené údaje a to proto, že v souvislosti s přímým odpouštěním vod došlo na povrchu ke ztrátě některých, dříve zatopených míst. Vzhledem k těmto faktům jsou zde pro orientaci uvedeny údaje získané ze dvou odběrových míst.

Celou řadu cenných výsledků poskytly nadzemní části rostlin sítiny klubkaté, olše lepkavé, kopřivy žahavé, orobince širokolistého a zelených řas a sinic. Zajímavé - zvláště vysoké

hodnoty jiných prvků – železa a manganu - byly zjištěny v popelu rostlin – z oblasti „výronu“ a komína PK-Ch-2b-121/123 – a to u olše lepkavé a orobince širokolistého.

	Řasy a sinice	Olše lepkavá (dřevo s kůrou)	Orobinec širokolistý (listy)
Mangan	3 760	2 960	35 050
Železo	91 300	504	1 140
Titan	25 022	nejz.	nejz.

Hodnoty uvedeny v ug/g

5. Titan v důlních vodách vytékajících na povrch zatopených uranových dolů Vítkov II a Zadní Chodov

Zde předložené výsledky jsou omezeny pouze na obsahy titanu ve vodě na dvou nejdůležitějších výtokových profilech a to :

Vítkov II : výtok ze zóny O – 9 (ID – 301)

Ti = méně než 1,0 ug/l

Zadní Chodov : výtok ze vrtu HVM – 1 (odpouštění dolu) do akumulární jímky kontaminovaných důlních vod pod dolem č.2 v Zadním Chodově

Ti = méně než 1,0 ug/l

Rb = 4,75 Zr = 1 300

Výsledky uvedeny v ug/l

6. Závěr

Závěrem je třeba sdělit, že předložený příspěvek se snažil prostřednictvím uvedených výsledků ukázat ve stručnosti cestu, kterou se pohyboval titan - (ale i některé další prvky) - z biotitu přes vznik branneritu - a nakonec jak docházelo k jeho uložení v rostlinných tělech řas a sinic na povrchu. Zajímavým zjištěním jsou z tohoto pohledu obsahy titanu zjištěné v biomase na ústí komína PK-Ch-2b-121/123 a akumulární jímky kontaminovaných důlních vod pod š.č.2 v Zadním Chodově, kde obsahy v popelu (spálené sušiny) - zelených řas a sinic přesahovaly hodnoty 25 000 ppm.

Titan ale nebyl samozřejmě jediným prvkem, který se v biomase na povrchu - dnes zatopených uranových dolů ukládal. Významnou roli zde sehrávají radioaktivní prvky - uran a radium a z dalších je nutné uvést i mangan, hliník a železo ale i jiné.

A zcela závěrem se nabízí otázka, zda by snad stálo opětovně zvážit vhodnost - na ložisku Zadní Chodov – záchytu titanu z vod a - vzhledem ke značnému množství odpouštěných „teplých“ vod - i trvalému využití tohoto tepla důlních vod vytékajících na povrch pro vytápění pracoviště provozu chemizace DIAMO s.p., ale i obce Zadní Chodov.

6. Seznam literatury :

1. Bódi Jan., Pošta Václav., Markovič Fedor : Stabilní isotopy vodíku, kyslíku, síry a stroncia a jejich příspěvek k řešení otázky genese endogenních, solanek uranového dolu Vítkov II., Symposium hornická Příbram ve vědě a technice 2013

2. Doležalová Marie: Metalometrický výzkum na ložisku Vítkov II ,UD - ZČ Zadní Chodov., duben 1971

3. Fiala Viktor: Hydrotermální alterace hornin ložiska Vítkov II, UD – ZČ Zadní Chodov 1979

4. Holub František V.: Obecná a magmatická petrologie, vydalo Karolinum Praha v 2002

5. Kuchař Lumír., Drápala Jaromír : Metalurgie čistých kovů, vydala : Nadácia R.Kammela., Košice 2000

6. Markovič Fedor: Příspěvek k otázce genese vod U - ložiska Vítkov II., Závěrečná zpráva V.postgraduálního kursu pořádaného PŘF UK, pro geology UD, Praha 1977 – 1979

7. Markovič F., Markovič Š. : Akumulace kovů v řasách a sinicích dolu Zadní Chodov, Časopis Český les 2009

8. Meyer R.J., Pietsch Erich E.H.: Gmelins Handbuch der Anorganischen Chemie, System Nr. 41 Titan, vydal: Verlag Chemie, GMBH., Weinheim/Bergstrasse, 1951

9. Romanidis Kleantis : Uranová ložiska v granitoidech, Uranové doly Západní Čechy, koncernový podnik v Zadním, Chodově., okres Tachov, červen 1980