

KOROZNÍ VLASTNOSTI A SLOŽENÍ PÓROVÉ VODY BENTONITŮ

EVA HYNKOVÁ^a, ZUZANA ČECHOVÁ^a
a GALINA SÁDOVSKÁ^b

^a *Centrum experimentální geotechniky, Fakulta stavební, České vysoké učení technické, Thákurova 7, 166 29 Praha 6, ^b Katedra anorganické technologie, Fakulta chemicko-technologická, Univerzita Pardubice, nám. Legii 565, 532 10 Pardubice*
evi.bednarova@seznam.cz, galina.sadovska@upce.cz

Došlo 29.4.05, přepracováno 3.10.05, přijato 10.11.05.

Klíčová slova: bentonit, pórová voda, extrakční technika, koroze

Úvod

Bentonit je reziduální jílovitá hornina, vzniklá mechanickým a chemickým zvětráváním matečné horniny v alkalicím prostředí. Charakteristickým znakem je vrstevnatá struktura a výskyt velmi jemných částic¹. Dominantní složkou bentonitu je montmorillonit $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)_2(\text{OH})_2$ (až 60 % částic pod 0,1 μm), který má strukturu trojvrstvy a je nositelem základních charakteristických vlastností: malá propustnost, vysoká sorpční schopnost, bobtnání, plastičnost a pro tyto vlastnosti je jednou z hlavních složek inženýrských bariér pro izolování úložišť kontaminovaných odpadů.

Vysoce radioaktivní odpad se bude v ČR pravděpodobně ukládat do hlubinného úložiště, které má být vybudováno do r. 2050 a situováno do granitoidního prostředí. Prostor mezi horninovým prostředím a kontejnerem s radioaktivním odpadem bude vyplněn několikastupňovým těsněním na bázi bentonitů, které se v jednotlivých místech multibariérového systému budou vyskytovat buď ve formě stavebních prefabrikátů nebo ve formě lisovaných granulí či jako sypká hmota.

Navržená konstrukce hlubinného úložiště musí splňovat požadavky bezpečného uložení vysoce radioaktivního odpadu po dobu až 100 000 let. Na definitivní návrh celého úložného systému budou mít vliv výsledky výzkumu provedeného v mnoha oblastech vědy (např. jaderná fyzika, chemie, geologie, geotechnika, materiálové inženýrství, strojírenství atd.). Základním požadavkem na funkci hlubinného úložiště je dlouhodobé izolování radioaktivního odpadu, tj. zamezení jeho negativního působení na biosféru.

MOCK-UP.CZ je fyzikální model vertikálního způsobu ukládání kontejneru s vyhořelým radioaktivním palivem, který byl zkonstruován v Centru experimentální geotechniky (CEG), Fakulty stavební ČVUT v Praze.

Česká republika má velké zásoby bentonitů na několika lokalitách. Bentonity těžené a upravované aktivací (natrifikace) jsou hořečnato-vápenaté nebo vápenato-hořečnaté.

V ČR se nenacházejí sodné bentonity typu „wyoming“. Pro budování úložiště se předpokládá využití bentonitů z domácích zdrojů.

Teoretická část

Pórová voda

Znalost chemie pórové vody v (jílové) bentonitové bariéře je podstatná pro posouzení návrhu úložiště radioaktivního odpadu². Složení pórové vody řídí procesy zahrnující uvolnění a transport radionuklidů: koroze kontejneru, oxidace – rozpouštění odpadové matrice, sorpce na minerálním povrchu, rozpouštění radionuklidů, atd.

Problém izolace „skutečného“ zeminového výluhu, získání spolehlivých dat o chemii pórové vody při velmi nízké rozpustnosti a vlhkosti jílového systému nebyl dosud vyřešen.

Metodika kombinuje následující postupy:

- různé metody extrakce pórové vody,
- fyzikálně-chemické a mineralogické charakterizace bentonitů,
- geochemické modelování.

Korozní proces

Korozí se rozumí samovolně probíhající proces znehodnocování materiálů vlivem okolního prostředí. Děje, které jsou příčinou korozního poškození, jsou fyzikálně-chemické povahy. Nejčastější příčinou koroze jsou elektrochemické reakce.

Korozí kovů lze rozdělit do tří základních skupin:

- elektrochemická koroze,
- koroze kovů plyny,
- fyzikální rozpouštění.

Koroze se může z hlediska výsledného efektu projevat v následujících formách: rovnoměrná, důlková, šterbinová, interkrystalická, koroze při namáhání atd.

Stanovení korozních úbytků ve vodných výluzích bentonitů je prováděno podle předpisu normy ISO 8407, platné pro stanovení korozně inhibičních vlastností pigmentů (statická metoda). Výsledky těchto testů poskytují prvotní informace o korozních vlastnostech bentonitů a jejich směsí a umožňují vybrat vhodný bentonit nebo jeho směs s nízkými korozními účinky a dobrými geotechnickými vlastnostmi, popř. materiál pro kontejner s radioaktivním odpadem.

Stanovení ukazatelů plošné rovnoměrné koroze

Z naměřených hodnot hmotnosti, času a plochy lze stanovit ukazatele plošné rovnoměrné koroze definované vztahy (1)–(5). Korozní úbytek hmotnosti na jednotku plochy vypočteme podle vztahu:

$$K_m = \frac{(m - m_1) \cdot 10^4}{S} \quad (1)$$

kde K_m – korozní úbytek na jednotku plochy, m (m_1) – hmotnost plechů před (po) testu, S – povrch plechu.

Pro úbytek rozměrů platí:

$$U_R = \frac{K_m}{10^3 \cdot \rho} = \frac{10 \cdot (m - m_1)}{S \cdot \rho} \quad (2)$$

kde U_R – úbytek rozměrů, r – hustota plechu.

Hodnota hmotnostního úbytku je dána jako:

$$X = \frac{K_m}{K_{m(\text{voda})}} \cdot 100 \quad (3)$$

kde $K_{m(\text{voda})}$ – korozní úbytek na jednotku plochy v redestilované vodě, X – hmotnostní úbytek.

Korozní rychlost při hmotnostních úbytcích je vyjádřena vztahem (4) a pro korozní rychlost při rozměrových úbytcích platí vztah (5):

$$v_k = \frac{K_m}{t_1} \quad (4)$$

$$v_u = \frac{U_R \cdot 365}{t_1} \quad (5)$$

kde t_1 – doba expozice plechů; v_k – korozní rychlost hmotnostních úbytků; v_u – korozní rychlost rozměrových úbytků.

Experimentální část

Materiál a metodika pro korozní testy

Bentonit a jejich směsi (písek, grafit) užitá pro korozní testy:

RMN	průmyslově mletý bentonit z lokality Rokle
bG	průmyslově vyráběný bentonit
ČV	průmyslově mletý bentonit z lokality Černý Vrch
RoP	přírodní bentonit z lokality Rokle
HrP	přírodní bentonit z lokality Hroznětín
StP	přírodní bentonit z lokality Stránce
SkP	přírodní bentonit z lokality Skalná

Kovové plechy užívané pro testování:

Ocel tř. 11 (standard – norma ISO 8407)

Ocel 11 373 s obsahem uhlíku 0,15 % – užívaná pro konstrukci topidla a pláště ve fyzikálním modelu MOCK-UP.CZ

Měď

Velká pozornost byla věnována materiálu (MOCK-UP.CZ), protože měl být použit pro konstrukci modelu hlubinného úložiště radioaktivního odpadu.

Stanovení korozních úbytků ve vodných výluzích bentonitů

Vodný výluh bentonitů a jeho směs byl připraven jako 10 hm.% suspenze. V pravidelných časových intervalech po 1, 7, 14 a 28 dnech byla proměřována vodivost a pH této 10% suspenze a redestilované vody.

Po 28 dnech byly do suspenze vloženy kovové plíšky (o rozměrech 2 × 5 cm) očištěné lihem a acetonem. V pravidelných intervalech po 1, 7, 14 a 28 dnech byla měřena vodivost a hodnota pH suspenze s plechem. Po 28 dnech byly plíšky vyjmuty ze suspenze a odmořeny vhodným odmořovacím činidlem (např. pro plechy ocele tř. 11 bylo k odmoření použito 20% HCl s přidávkem urotropinu (5 g urotropinu na 1 l roztoku) po dobu 20 min). Pak byly plechy opláchnuty vodou, očištěny acetonem a zváženy.

Materiál a metodika pro extrakci pórové vody

Extrakce vodou byla provedena pro vzorky bentonitů z českých lokalit Rokle (RoP), Stránce (StP), Skalná (SkP).

Analytické metody

Pro přípravu vzorků a stanovení různých parametrů vodného výluhu získaného extrakcí tuhé fáze vodou byly použity tyto metody:

vodivost byla měřena elektrochemickou celou při teplotě 20 °C, koncentrace anionů SO_4^{2-} a Cl^- byly stanoveny iontovou chromatografií, výměnné kationy jílu byly stanoveny metodou AAS, zásaditost vzorků vod byla stanovena potenciometricky.

Extrakční technika pro získání pórové vody

Byly připraveny suspenze bentonitů o různých hmotnostních poměrech tuhé a kapalně fáze $s:l$ (1:2, 1:4, 1:10 a 1:16) s destilovanou vodou. Po 48 hodinách kontaktu obou fází třepáním byla kapalná fáze odfiltrována. U získaných kapalných fází bylo stanoveno chemické složení, pH a vodivost. Tyto a další geotechnické parametry jsou důležité pro geochemické modelování hlubinného úložiště radioaktivního odpadu.

Pórová voda byla extrahována za laboratorních podmínek (teplota 20 °C, tlak 101,5 kPa). Po ukončení testů byly nádoby s pórovou vodou uzavřeny a skladovány při teplotě 4 °C, dokud nebyly analyzovány.

Za nízký poměr tuhé a kapalně fáze $s:l$ jsou považovány všechny ty poměry, kde $s < l$ a $l = s + 1$. Při extrakci

Tabulka Ia
 Složení některých bentonitů^a

Složení [%]		RoP	StP	ČV
Chemické	CaCO ₃	6,34	3,29	6,31
	MgCO ₃	5,11	4,49	7,48
	FeCO ₃	0,51	0,23	0,20
Silikátové	SiO ₂	53,72	61,71	46,93
	CaO	3,42	1,79	5,83
	MgO	2,76	2,28	4,71
	Na ₂ O	0,94	0,34	0,81
	K ₂ O	1,24	0,91	1,03
	Ti ₂ O	1,35	2,51	2,89
	Al ₂ O ₃	19,48	15,95	17,16
	Fe ₂ O ₃	13,85	15,95	18,67
Mineralogické		montmorillonit nontronit	montmorillonit nontronit	montmorillonit nontronit
		křemen	křemen	křemen
		anatas	snatas	anatas
		kaolinit	kaolinit	kaolinit
		slída	illit	kalcit
				živec
Obsah org. látek		0,25	0,10	0,12
Obsah jíł. minerálů		77	80	77

^a Údaje pochází ze zdrojů Keramost a.s., Most, závod Obrnice

 Tabulka Ib
 Základní parametry českých bentonitů

Parametr	ČV	RMN	HrP	StP	RoP	SkP	bG
ρ_s , kg cm ⁻³	2880	2831	2670	2787	2803	2786	2746
ρ_d , kg cm ⁻³	839	776	1285	1338	1144	1120	934
ρ_v , kg cm ⁻³	923	865	1847	1698	1633	1218	997
S_M , m ² g ⁻¹	41,7	67,2	21,1	–	89,4	–	31,2
w_s , %	–	–	31	24	42	20	29
w_p , %	44	49	42	38	50	46	41
w_L , %	386	132	102	95	100	82	311
I_p	342	83	61	57	50	36	–
I_A	9	10	8	7	17	3	–
n	71	73	53	52	59	60	–
Q , J g ⁻¹	10,2	10,4	8,0	8,7	5,3	–	8,4
Q_d , J g ⁻¹	36,0	43,7	47,7	58,9	60,4	–	40,8
w , hm.%	9	9	10	8	15	9	8

I_A – index koloidní aktivity jíłů, I_p – index plasticity; n – porozita, Q – hydratační teplo, Q_d – hydratační teplo po vysušení, w – vlhkost, w_L – mez tekutosti, w_p – mez plasticity, w_s – mez smrštění, ρ_d – objemová hmotnost (ČSN 721010), ρ_s – zdánlivá hustota pevných částic zeminy (ČSN 721011), ρ_v – objemová hmotnost přirozeně vlhké zeminy (ČSN 721010)

pórové vody lisováním (squeezingem) při tlaku 80 MPa bylo pracováno s poměry $s:l$, kde $s > l$ (např. 4:1,5), které jsou považovány za vysoké.

Výsledky a diskuse

Základní parametry testovaných bentonitů

Složení bentonitů a základní parametry (hydratační teplo, hustota, konzistenční limity, měrný povrch, index plasticity a index koloidní aktivity) jsou uvedeny v tabulce Ia a Ib.

Výsledky korozních testů

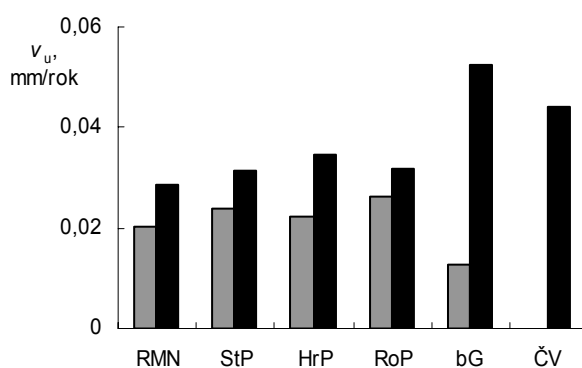
Jedním ze zvolených korozních testů pro posouzení korozních účinků bentonitů bylo stanovení korozních úbytků ocelových plechů ve vodných výluzích bentonitů. Z naměřených hodnot byly stanoveny podle vztahů (1) až (5) ukazatele plošné rovnoměrné koroze K_m , U_R , v_k , v_U , X viz. tab. II a III.

Bentonity nezátížené teplotou vykazují pro ocel, ze které je konstruován fyzikální model hlubinného úložiště MOCK-UP.CZ, nižší hodnoty hmotnostních úbytků než pro ocel tř. 11 (deklarované za standard). Tytéž experimenty byly provedeny též pro vzorky mědi. Ukazatelé plošné rovnoměrné koroze jsou výrazně nižší než pro ostatní materiály.

Vliv naleziště betonu

Bylo zjištěno, že teplotně nezátížené bentonity vykazují hodnotu hmotnostních úbytků koroze 80–95 % (vztaženo k hodnotě redestilované vody). Vyšší hodnoty X mají bentonity z lokalit Černý Vrch a bentonit G (obr. 1). Korozní úbytek rozměrů se pohybuje v intervalu 0,03–0,05 mm rok⁻¹.

Bentonity z různých lokalit, které mají obdobné složení, vykazují podobné korozní účinky. Vyšší korozní účinky u bentonitu z lokality Černý Vrch jsou pravděpodobně způsobeny vyšším obsahem sodíku v nenatřifikovaném bentonitu.



Obr. 1. Hodnoty hmotnostních úbytků teplotně nezátížených bentonitů; ■ ocel tř. 11, □ MOCK-UP.CZ

Tabulka II

Ukazatelé plošné rovnoměrné koroze – ocel tř. 11

Parametr	H ₂ O	RMN	ČV	StP	HrP	RoP	bG
K_m , g m ⁻²	43,90	29,60	45,79	32,33	35,62	32,78	54,31
U_R , mm	$5,47 \cdot 10^{-3}$	$3,84 \cdot 10^{-3}$	$5,95 \cdot 10^{-3}$	$4,20 \cdot 10^{-3}$	$4,63 \cdot 10^{-3}$	$4,26 \cdot 10^{-3}$	$7,05 \cdot 10^{-3}$
X , %	100	83	128	91	100	92	152
v_k , g m ⁻² d ⁻¹	0,896	0,604	0,934	0,660	0,727	0,669	1,108
v_U , mm rok ⁻¹	$4,073 \cdot 10^{-2}$	$2,864 \cdot 10^{-2}$	$4,430 \cdot 10^{-2}$	$3,127 \cdot 10^{-2}$	$3,446 \cdot 10^{-2}$	$3,171 \cdot 10^{-2}$	$5,254 \cdot 10^{-2}$

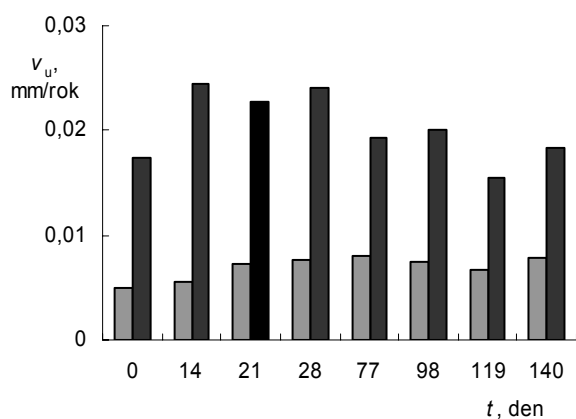
Tabulka III

Ukazatelé plošné rovnoměrné koroze – ocel MOCK-UP.CZ

Parametr	H ₂ O	RMN	StP	HrP	RoP	bG
K_m , g m ⁻²	35,68	21,95	25,77	23,96	28,08	13,52
U_R , mm	$4,63 \cdot 10^{-3}$	$2,73 \cdot 10^{-3}$	$3,21 \cdot 10^{-3}$	$2,98 \cdot 10^{-3}$	$3,50 \cdot 10^{-3}$	$1,69 \cdot 10^{-3}$
X , %	100	50	59	55	64	31
v_k , g m ⁻² d ⁻¹	0,728	0,448	0,526	0,489	0,573	0,276
v_U , mm rok ⁻¹	$3,452 \cdot 10^{-2}$	$2,035 \cdot 10^{-2}$	$2,390 \cdot 10^{-2}$	$2,223 \cdot 10^{-2}$	$2,603 \cdot 10^{-2}$	$1,256 \cdot 10^{-2}$

Doba zatěžování teplotou 200 °C

Korozní testy s teplotně zatíženým bentonitem RMN a jeho směsí s pískem a grafitem byly provedeny pro ocel tř. 11 a měď. O teplotně zatížených vzorcích RMN lze konstatovat, že hodnota hmotnostních úbytků koroze je o 40 % vyšší než pro vzorky nezatížené (obr. 2), závislost na době zatěžování nebyla zjištěna v časovém intervalu 14–42 dnů. U směsi (85 % RMN, 5 % grafitu, 10 % křemičitého písku) nebyla zjištěna závislost korozních efektů na době zatěžování v časovém intervalu 14–840 dnů.



Obr. 2. Hodnoty hmotnostních úbytků tepelně zatíženého bentonitu RMN; ■ ČSN, □ Cu

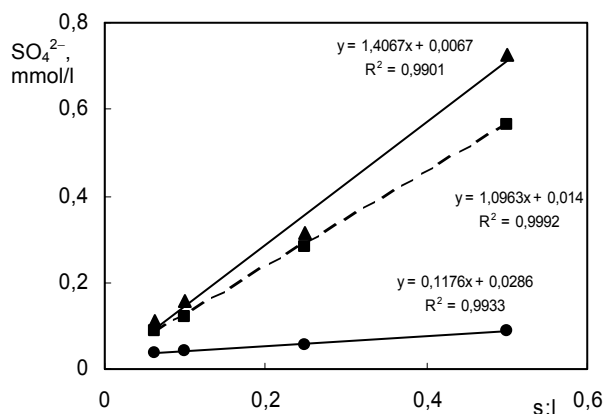
Vliv příměsí na korozní procesy

Grafit byl k bentonitu přidáván pro zvýšení tepelné vodivosti těsnícího materiálu. Ve směsích s obsahem grafitu v rozmezí 0–10 % a proměnným množstvím bentonitu v rozmezí 80–90 % doplněných konstantním množstvím písku (10 %) nebyla zjištěna závislost korozních úbytků na obsahu grafitu. Testy byly provedeny pro ocel tř. 11 a měď se shodnými výsledky v závislosti na obsahu grafitu. Ukazatelé korozních účinků jsou pro měděné plíšky výrazně nižší než pro standardní ocel tř. 11.

Složení pórové vody získané extrakcí bentonitů vodou

Výsledky analýz získaných vzorků jsou shrnuty v tabulce IV.

Sádrovec pravděpodobně reguluje koncentraci síranů v kapalně fázi. Koncentrace síranů vykazuje lineární závislost na poměru $s:l$ při nízkých poměrech tuhé a kapalně fáze (obr. 3), pouze při nízkém poměru $s:l$ je veškerý síran rozpuštěn ve vodné fázi. Získané lineární závislosti koncentrace SO_4^{2-} na poměru $s:l$ vykazují vysokou hodnotu spolehlivosti $R^2 > 0,99$.



Obr. 3. Koncentrace síranů jako funkce $s:l$; ● Rokle, ■ Stráncé, ▲ Skalná

Koncentrace hydrogenuhličitanu se při nízkých poměrech $s:l$ udržuje relativně konstantní (viz. tab. IV), je kontrolována rozpustností vápence. V případě HCO_3^- je nutné vzít v úvahu i rozpuštěný vzdušný CO_2 a zahrnout do výpočtu parciální tlak CO_2 (cit.²). Koncentrace vzdušného CO_2 rozpuštěného v destilované vodě za laboratorních podmínek je 0,5 ppm (cit.³). V porovnání se zjištěnými koncentracemi je patrné, že toto množství výrazně neovlivní stanovený obsah HCO_3^- ve vzorcích.

Všechny výsledky ukazují, že výměnné reakce kationů (rozpuštěné/srážecí reakce pro příměsi stopových minerálních fází bentonitu) musí hrát základní roli v chemii pórové vody.

Závěr

Bezpečné uložení radioaktivního odpadu předpokládá vyřešení řady nestandardních inženýrských i jiných problémů. Výrazně komplikovaným požadavkem na dlouhodobou spolehlivost je konstrukce hlubinného úložiště. Konstrukci je nutné založit na poznacích získaných s využitím všech experimentálních nástrojů a procesů.

S ohledem na vlastnosti bentonitů (jílů) by mohly být získané poznatky využitelné nejen při ukládání vysoce radioaktivních odpadů, ale též ostatních kontaminovaných odpadů.

Na základě výsledků korozních testů se jeví měď jako nejvhodnější konstrukční materiál.

Chemické složení pórové vody závisí na poměru $s:l$, je kontrolováno iontově výměnou reakcí a rozpouštěním rozpustných zbytků minerálů v bentonitu.

V chemii pórové vody českých bentonitů (jílů) jsou dominantními ionty SO_4^{2-} , Na^+ a Ca^{2+} . Koncentrace iontů v pórové vodě jsou ovlivněny rozpustností chloridů, uhličitánů, síranů a rovněž výměnnou reakcí kationtů ve smektitu.

Tabulka IV

Chemické složení bentonitů v kontaktu s destilovanou vodou při různých nízkých poměrech *s:l* (doba kontaktu 48 h, extrakce vodou)

Parametr	Jednotka	Koncentrace při různém poměru tuhé a kapalné fáze (<i>s:l</i>)				
		1:2	1:4	1:10	1:16	
RoP	Cl ⁻	mg l ⁻¹	< 5	< 5	< 5	< 5
	SO ₄ ²⁻	mg l ⁻¹	8,5	5,3	4	3,5
	HCO ₃ ⁻	mmol l ⁻¹	1,52	1,01	1,01	1,32
	Al ³⁺	mg l ⁻¹	< 0,05	1,142	0,06	< 0,05
	Ca ²⁺	mg l ⁻¹	5,387	4,011	3,583	4,751
	Mg ²⁺	mg l ⁻¹	2,521	1,931	1,903	2,299
	Na ⁺	mg l ⁻¹	6,685	4,982	3,779	3,036
	K ⁺	mg l ⁻¹	4,103	3,302	2,754	2,859
	Fe ³⁺	mg l ⁻¹	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	pH		7,4	7,65	7,61	7,31
	vodivost	mS cm ⁻¹	168	125,3	112,7	129,7
StP	Cl ⁻	mg l ⁻¹	< 5	< 5	< 5	< 5
	SO ₄ ²⁻	mg l ⁻¹	54,3	26,9	11,7	8,5
	HCO ₃ ⁻	mmol l ⁻¹	1,62	1,21	1,01	1,21
	Al ³⁺	mg l ⁻¹	< 0,05	< 0,05	0,782	1,262
	Ca ²⁺	mg l ⁻¹	18,575	3,758	1,593	4,151
	Mg ²⁺	mg l ⁻¹	2,9	4,9	2,074	0,368
	Na ⁺	mg l ⁻¹	29,75	26,85	9,55	9,5
	K ⁺	mg l ⁻¹	4,576	3,413	2,206	3,009
	Fe ³⁺	mg l ⁻¹	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	pH		6,54	6,55	6,83	6,74
	vodivost	mS cm ⁻¹	280	201	124,8	139,4
SkP	Cl ⁻	mg l ⁻¹	< 5	< 5	< 5	< 5
	SO ₄ ²⁻	mg l ⁻¹	69,8	30,4	15,1	10,5
	HCO ₃ ⁻	mmol l ⁻¹	0,31	0,31	0,31	0,31
	Al ³⁺	mg l ⁻¹	11,63	18,41	10,16	3,227
	Ca ²⁺	mg l ⁻¹	4,326	0,474	0,221	n.d.
	Mg ²⁺	mg l ⁻¹	3,41	1,47	0,533	0,569
	Na ⁺	mg l ⁻¹	10,06	4,29	2,948	3,105
	K ⁺	mg l ⁻¹	13,85	22,2	5,047	5,436
	Fe ³⁺	mg l ⁻¹	7,509	13,43	2,351	6,61
	pH		6,45	6,66	7,09	7,1
	vodivost	mS cm ⁻¹	225	117	71,3	75,6

Koncentrace nejběžnějších anionů SO₄²⁻ a HCO₃⁻ v pórové vodě jsou řízeny rozpustností sádrovce a vápence.

Koncentrace kationtů jsou především ovlivňovány výměnou reakcí ve smektitu, která je zřejmě vyvolána rozpouštěním více rozpustných příměsí (vápence a sádrovce) v bentonitu.

LITERATURA

1. Kašpar J., Připustil V., v knize: *Surovinové zdroje průmyslu*. Str. 116. SNTL, Praha 1970.
2. Cuevas J., Villar M. V., Fernandez A. M., Gomez P., Martin P. L.: *Appl. Geochem.* 12, 473 (1997).
3. Revie R. W., v knize: *Uhlig's Corrosion Handbook*. Str. 531. John Wiley & Sons, 2000.

E. Hynková^a, Z. Čechová^a, and G. Sádovská^b
(^a Centre of Experimental Geotechnics, Faculty of Civil Engineering, Czech Technical University, Prague, ^b Department of Inorganic Technology, Faculty of Chemical Technology, University of Pardubice, Pardubice):
Corrosion Properties and Composition of Pore Water From Bentonites

Isolation of high-radioactive waste is provided by a multilayer system (waste container, engineering barrier and natural barrier). The engineering barriers retard transport of a contaminant to surrounding geosphere in the case

of container corrosion. Due to its properties, bentonite is considered the main structural material for the engineering barrier. Its properties (impermeability, swelling, plasticity, sorption) must not impair, which would threaten safe functioning of the barrier. Its corrosion properties are tested to find a bentonite or its mixture possessing lower corrosion effects and properties which do not substantially change. For assessment of its performance in a nuclear waste repository, knowledge of the chemistry of the pore water in the bentonite barrier is essential. However, the problem of isolation of the soil solution has not yet been solved.

ALS Laboratory Group
 ANALYTICAL CHEMISTRY & TESTING SERVICES



Oznámení o volné pracovní pozici

V současné době hledáme vhodné kandidáty k obsazení pracovní pozice
Specialista - analytická chemie - plynová chromatografie

Náplň práce :

- Zavádění nových metod, jejich validace a akreditace
- Podpora chodu laboratoře po odborné stránce
- Měření a analytická činnost (GC a GC/MS)
- Práce s LIMS
- Spolupráce na systému kontroly kvality

Požadavky :

- VŠ chemického směru – VŠCHT, PřF
- Zkušenosti z akreditované laboratoře výhodou
- **Zkušenosti s chromatografickými metodami, zejména s GC a GC/MS alespoň 2 roky**
- Zkušenosti s vedením malého týmu výhodou
- Pečlivost, spolehlivost, samostatnost
- Flexibilita, ochota učit se novému
- Týmový hráč
- Komunikativní znalost AJ výhodou
- Práce na PC

Nabízíme :

- Zázemí mezinárodní společnosti
- Zajímavou práci na moderních přístrojích
- Platové podmínky odpovídající dané pozici
- Zaměstnanecké výhody – 5 týdnů dovolené, stravenky, penzijní připojištění apod.

V případě zájmu zašlete prosím Váš profesní životopis na HR oddělení – **Iлона Kratochvilová, HR Manager, Tel. 284 081 586, ilona.kratochvilova@alsglobal.com**