

ALKALIE V BŘIDLICÍCH ROZSTÁŇSKÉHO SOUVRSTVÍ TĚŽENÝCH VE VELKOLOMU MOKRÁ (MORAVSKÝ KRAS)

Alkali elements in shales of the Rozstání Formation extracted from the Mokrý Quarry (Moravian Karst)

Jindřich Štelcl^{1,2}, Jiří Zimák³, Roman Donocik⁴

¹ Ústav geologických věd PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: stelcl@sci.muni.cz

² Katedra biologie PedF MU, Poříčí 7, 603 00 Brno

³ Katedra geologie PřF UP, tř. 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc

⁴ Českomoravský cement, a. s., 664 04 Mokrý–Horákov

(24-41 Vyškov)

Key words: Moravian Karst, Rozstání Formation, alkali elements, shales, Mokrý Quarry

Abstract

Limestones of the Macocha and Líšeň Formations and silty to clayey shales of the Rozstání Formation as cement raw material are extracted from the Mokrý Quarry in the southern part of the Moravian Karst. Limestones of the both mentioned formations have only very low concentrations of potassium and sodium. The paper is focused on the study of chemical and mineralogical composition of the mentioned shales sampled in the eastern part of the Mokrý Quarry. The rocks have been investigated by using EDX analysis. In the studied shales, a pelitic fraction usually prevails over an aleuritic one. Up to 90 % of the pelitic fraction comprises phyllosilicates (mainly muscovite and illite), hereinafter identified quartz and feldspars (K-feldspar, less often plagioclase). Aleuritic component is significantly represented by quartz. The studied rocks are rich in alkali elements (2.5 wt. % K₂O and 2.6 wt. % Na₂O in average). Potassium occurs in phyllosilicates of the composition corresponding to illite (or) muscovite and to biotite, partly replaced by chlorite of the clinocllore-chamosite series. Sodium is present in feldspars. It is clear that silty to clayey shales of the Rozstání Formation may significantly affect the total alkali content in the produced cement. Data are tabled and discussed.

Úvod

Mezi cementářské suroviny dobývané ve velkolomu Mokrý patří vedle karbonátových hornin (vápenců a kalciturbiditů) macošského a líšeňského souvrství také břidlice souvrství rozstáňského. V rámci sledování distribuce alkálií v surovinách aktuálně těžených ve velkolomu Mokrý byly zmíněné břidlice podrobně studovány. V nich přítomné alkálie mohou významným způsobem ovlivnit celkový obsah alkálií v cementu, který je jedním ze sledovaných parametrů. Hlavní výsledky jsou uvedeny v tomto článku; podrobnější údaje lze najít v nepublikované zprávě (Štelcl – Zimák 2012).

Siliciklastické sedimenty rozstáňského souvrství ve východní části velkolomu Mokrý mají charakter silťových až jílových břidlic šedé až tmavošedé barvy, která se navětráním mění až na zelenavě hnědou. Jejich petrografickou charakteristikou se podrobně zabývali již Štelcl – Schmidt (1963), přičemž minerální složení uvedených hornin bylo hodnoceno jak mikroskopicky, tak zejména na základě rentgenové difrakční analýzy. Podle citovaných autorů v jimi studovaných břidlicích převažuje pelitická složka nad aleuritickou. Až 90 % objemu pelitické složky připadá na fylosilikáty (sericit, biotit, chlorit), dále byl identifikován křemen a plagioklas. Na složení aleuritické složky se podle Štelcla – Schmidta (1963) podílí hlavně křemen, fylosilikáty (sericit, muskovit, biotit, chlorit) a živce.

Vzorky a metody

Břidlice rozstáňského souvrství vystupují a jsou těženy ve východní části velkolomu Mokrý (etáže 395V a 410V), kde jsou na ně nasunuty karbonátové horniny

líšeňského souvrství (viz např. Rez 2010). Násunová zóna má charakter tektonické melanže, v níž se střídají šupiny vápenců se šupinami břidlic; horniny v jejím prostoru jsou místy silně tektonicky postižené (mylonitizované) a také grafitizované. V souboru studovaných vzorků břidlic rozstáňského souvrství z obou etáží silně drcené nebo grafitizované horniny zastoupeny nejsou.

Ke stanovení kvantitativního chemického složení vybraných reprezentativních vzorků byly využity energiové disperzní analýzy. Tyto analýzy byly provedeny na elektronovém skenovacím mikroskopu JEOL JSM-6490LV vybaveném EDX analyzátozem (Oxford Instruments) v Laboratoři elektronové mikroskopie a mikroanalýzy Ústavu geologických věd PřF MU Brno. Doba načítání spektra činila 75 sekund.

Před provedením vlastních analýz byla z každého vzorku vyříznuta destička o rozměrech cca 1 × 1 cm, a to ve směru přibližně kolmém na foliační plochy. Povrch destičky byl hrubě nabroušen a následně vakuově napáren uhlíkem. Na různých místech každého preparátu bylo analyzováno pět plošek o velikosti přibližně 1 × 0,7 mm, aby mohla být podchycena případná nehomogenita vzorku. Výsledné hodnoty uváděné v dalším textu a v tabulce 1 představují vždy průměr z těchto pěti stanovení. Rozměry minerálních zrn ve studovaných horninách jsou tak malé, že na výše uvedeném přístroji nebylo možno, až na ojedinělé výjimky, provést jejich reprezentativní bodové analýzy.

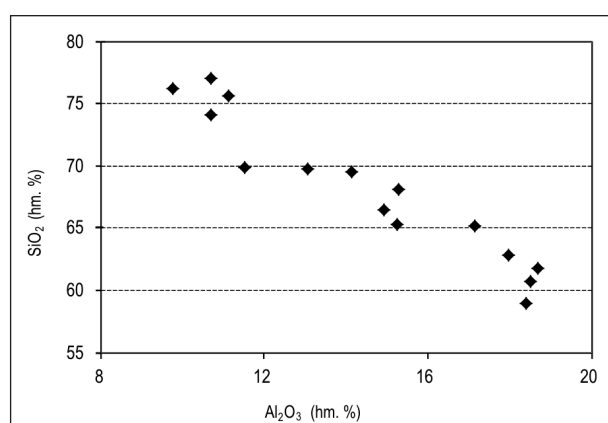
Výsledky a jejich diskuze

Výsledky reprezentativních EDX analýz osmi vzorků (z celkového souboru 15 analyzovaných vzorků) jsou

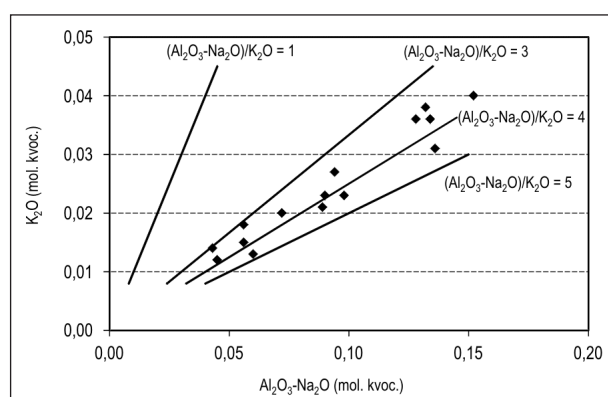
Tab. 1: Chemické složení břidlic rozstáňského souvrství z východní části velkolomu Mokrá. Plošné EDX analýzy; n. d. = pod mezí detekce.

Tab. 1: Chemistry of the shales of the Rozstání Formation from the eastern part of Mokrá Quarry. EDX analyses of the areas of about 1 mm²; n. d. = below detection limit.

	výsledky analýz osmi reprezentativních vzorků (hm. %)								parametry celého souboru vzorků			
	M1276	M1282	M1295	M1302	M1314	M1317	M1322	M1332	min	max	median	průměr
K ₂ O	2,64	4,17	3,81	3,75	1,23	1,33	1,78	1,28	1,23	4,17	2,21	2,50
Na ₂ O	1,97	1,86	1,49	2,03	2,91	3,90	3,34	2,92	1,49	3,90	2,47	2,55
SiO ₂	65,22	60,73	62,81	61,70	74,07	76,95	69,81	76,21	60,73	76,95	67,52	68,44
TiO ₂	0,95	0,98	0,88	0,76	0,62	0,50	0,63	0,70	0,50	0,98	0,73	0,75
Al ₂ O ₃	15,25	18,53	17,99	18,70	10,72	10,71	11,52	9,79	9,79	18,70	13,39	14,15
CaO	1,08	1,16	0,25	0,42	1,65	0,92	3,88	2,01	0,25	3,88	1,12	1,42
FeO	9,83	8,93	9,43	9,13	5,87	3,80	4,56	4,29	3,80	9,83	7,40	6,98
MgO	1,97	2,74	3,14	3,06	1,63	1,16	1,43	1,23	1,16	3,14	1,80	2,05
MnO	0,11	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0,00	0,11	0,00	0,01
SO ₃	n. d.	n. d.	n. d.	0,12	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0,00	0,12	0,00	0,02
P ₂ O ₅	0,13	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0,00	0,13	0,00	0,02
CO ₂	0,85	0,91	0,19	0,33	1,30	0,72	3,05	1,58	0,19	3,05	0,88	1,12



Obr. 1: Korelace Al₂O₃/SiO₂ v břidlicích rozstáňského souvrství. Fig. 1: Correlation Al₂O₃/SiO₂ in the shales of the Rozstání Formation.



Obr. 2: Korelace (Al₂O₃-Na₂O)/K₂O v břidlicích rozstáňského souvrství. Fig. 2: Correlation (Al₂O₃-Na₂O)/K₂O in the shales of the Rozstání Formation.

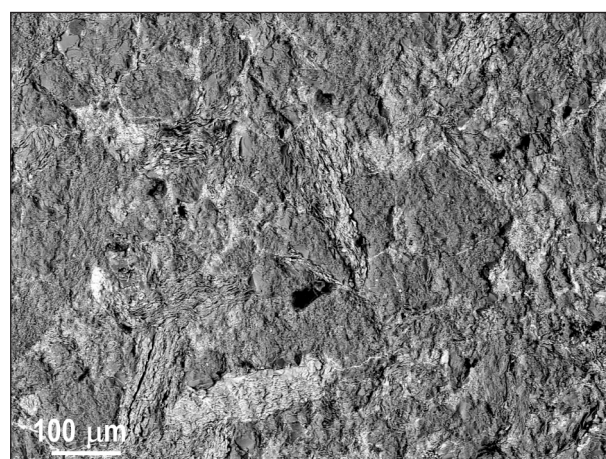
uvedeny v tabulce 1, jejíž součástí jsou i parametry charakterizující celý studovaný soubor. Při zpracování EDX analýz byl proveden dopočet CO₂, a to na základě obsahu CaO v analyzovaných ploškách, přičemž předpokládáme, že všechen stanovený oxid vápenatý je v dané plošce vázán na kalcit. Jde pouze o předpoklad, část CaO může být

vázána na jiné minerální fáze, např. živce. Výsledky analýz jsou v tabulce 1 přepočteny na sumu 100 hm. %. Data v tabulce 1 korespondují s výše uvedenými údaji o minerálním složení studovaných hornin. Vysoký podíl SiO₂ je v souladu s významným zastoupením křemene. Obsahy K₂O a Na₂O jsou zhruba stejné a pohybují se v průměru kolem 2,5 hm. %. V případě draslíku předpokládáme jeho přednostní vazbu na fylosilikáty (illit, muskovit a také biotit);

přítomnost sodíku souvisí pravděpodobně se zastoupením plagioklasu. Hliník je vázán jak na fylosilikáty, tak i na živce. Relativně vysoké koncentrace železa a hořčíku lze spojovat s biotitem a chloritem, hojnými v některých vzorcích.

Na obrázku 1 je znázorněn vztah mezi obsahy Al₂O₃ a SiO₂ v souboru studovaných břidlic. Negativní korelace je důsledkem faktu, že zvýšení podílu alumosilikátů je kompenzováno snížením obsahu křemene.

Pozitivní korelace byla nalezena mezi molárními kvocienty Al₂O₃-Na₂O/K₂O (obr. 2). Čtyřmi přímkami jsou zde vyznačeny poměry (Al₂O₃-Na₂O)/K₂O o hodnotách 1, 3, 4 a 5. Výsledky analýz spadají do relativně úzkého pole vymezeného poměry 3 a 5. Poměr mezi Al/K o hodnotě 3 odpovídá stechiometrii muskovitu. Pole reprezentující illit je ohraničeno liniemi odpovídajícími poměrům 3 a 5. Korelace tedy naznačuje, že draslík je ve studovaných horninách vázán přednostně na fylosilikát se stechiometrií odpovídající illitu až (nebo) muskovitu. Můžeme zcela vyloučit možnost, že by významným nositelem draslíku mohly být živce (v draselných živcích je poměr Al/K = 1).



Obr. 3: BSE obraz siltové břidlice (vzorek M1276) z velkolomu Mokrá.

Fig. 3: BSE image of the silty shale (sample M1276) from the Mokrá Quarry.

Opačnou situaci lze konstatovat v případě sodíku, u nějž lze předpokládat dominantní vazbu na plagioklasy; přítomnost jiných minerálních fází obsahujících v podstatném množství sodík je nepravděpodobná.

V některých vzorcích jsou fylosilikáty sporadicky zastoupeny biotitem, tvořícím šupinkovité agregáty (obr. 3), často do různého stupně přeměněné na chlorit. Jeho složení na základě EDX spektra odpovídá chloritu klinochlor-chamositové řady, patrně s převahou chamositové složky. Na obrázku 3 chloritizovanému biotitu odpovídají anizometrické průřezy relativně světlé barvy, místy s rozpoznatelnou bazální štěpností; černé objekty (např. velký ve střední části snímku) jsou tvořeny grafitickou substancí.

Závěr

V rámci sledování distribuce alkálií v cementářských surovinách ve velkolomu Mokrý byly detailně studovány siliciklastické sedimenty rozstáňského souvrství. V současnosti jsou tyto horniny těženy ve východní části velkolomu. Jde převážně o siltové až jílové břidlice s drobnými tělesy karbonátových hornin nejistého stratigrafického zařazení. Zatímco v těchto karbonátových horninách jsou obsahy alkálií relativně nízké (viz Štelcl et al. 2013), obsahují tzv. „rozstáňské břidlice“ 1,23 až 4,17 hm. % K_2O (průměr 2,53 hm. % K_2O), a 1,49 až 3,90 hm. % Na_2O (průměr 2,55 hm. % Na_2O). V případě draslíku jde o jeho přednostní vazbu na fylosilikáty o složení odpovídajícím illitu až (nebo) muskovitu, zčásti i biotitu, silně postiženému chloritizací. Sodík je v těchto horninách vázán na živce. Z provedeného studia je zřejmé, že břidlice rozstáňského souvrství mohou významným způsobem ovlivnit celkový obsah alkálií v produkovaném cementu.

Literatura

- Rez, J. (2010): Strukturně-geologický vývoj jižní části Moravského krasu. – MS, disertační práce, PřF MU Brno.
- Štelcl, J. – Schmidt, J. (1963): Příspěvek k petrografii a sestavení spodnokarbonských břidlic Drahanské vysočiny. – Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Purkynianae Brunensis, Geologia 2, IV, 3, 3–44.
- Štelcl, J. – Zimák, J. (2012): Obsahy alkálií v cementářských surovinách těžených ve východní části velkolomu Mokrý. – MS, PřF MU Brno a PřF UP Olomouc.
- Štelcl, J. – Zimák, J. – Donocik, R. (2013): Distribuce alkálií v karbonátových horninách líšeňského souvrství v prostoru mezidopne ve východní části velkolomu Mokrý (Moravský kras). – Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku, 20, 1–2, 213–216.