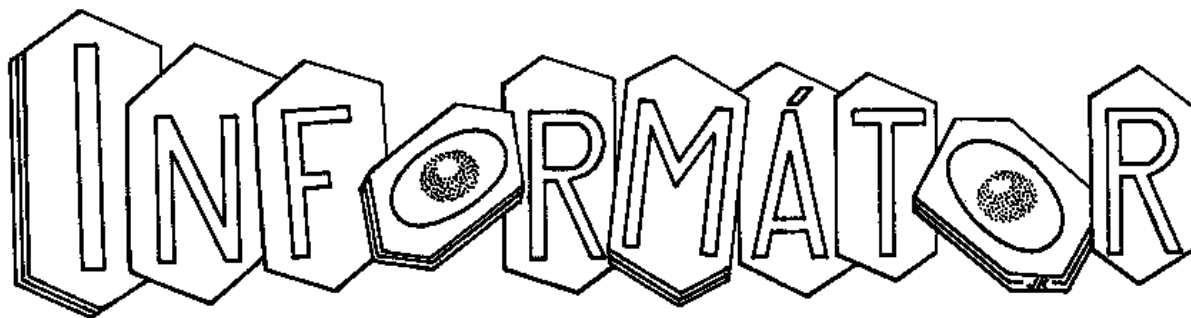




ČESKÁ SPOLEČNOST PRO VÝZKUM A VYUŽITÍ JÍLŮ

Česká společnost pro výzkum a využití jílu (ČSVVJ), ustavená v roce 1998, sdružuje zájemce a stimuluje teoretický i aplikovaný výzkum, vzdělávání a mezinárodní styky v oblasti argilologie. ČSVVJ je pokračováním "Československé národní jílové skupiny", která byla založena v Československu v roce 1963.

Číslo 72

Květen 2023

SLOVO EDITORA

Vážení přátelé,

letos si můžeme připomenout 60 let od založení společné Československé národní jílové skupiny, jejíž historie však začala už před 65 lety uspořádáním 1. jílové konference v Československu v roce 1958. Je to i 25 let od ustanovení České společnosti pro výzkum a využití jílu, Význam Společnosti postupně narůstal. Vrcholu v činnosti dosáhla Společnost v 80. letech 20. století, kdy dostala tu čest organizovat EUROCLAY konferenci v tehdejší Paláci kultury v Praze. V současné době těžko hledáme návaznost na tuto úspěšnou etapu. Z více než 140-ti členů Společnosti zbývá cca 30 členů. Pokles úspěšnosti je dán poklesem zájmu o jílovou petrologii u nás, ale i ukončením výuky tohoto oboru na vysokých školách.

V současné době dává výbor dohromady i oficiální byrokratické požadavky. Rejstříkový soud nás vyzval k doplnění údajů, což jsme splnili, ale soud nezapsal žádné změny a nyní po nás chce aktualizaci. Proto jste v posledních dnech dostali e-mailem návrh na nové stanovy, které po úpravě podle Vašich připomínek, doufám, schválíte. Také je třeba zvolit nový výbor. Volby plánujeme uskutečnit korespondenčně po Vašem schválení stanov. Po této konsolidaci nás čeká náročný úkol uspořádat v Plzni Středoevropskou konferenci v září 2024.

Uzávěrka podzimního čísla je 16. 10. 2023.

Všechna dosud vyšla čísla a další informace jsou na webových stránkách Společnosti na adrese: www.czechclaygroup.cz

Závěrem přeji všem čtenářům hezké a klidné léto s mnoha krásnými zážitky a tolik potřebnou relaxaci pro načerpání nových sil.

Martin Štastný, editor
Rozvojevá 269, 165 00 Praha 6
e-mail: stastny@gli.cas.cz, stastny.cm@seznam.cz

JARNÍ SEMINÁŘ

Česká společnost pro výzkum a využití jílu pořádá opět ve spolupráci s katedrou chemické fyziky a optiky Matematicko-fyzikální fakulty UK jarní seminář, který se uskuteční ve čtvrtek dne 22.6.2023 v 10,00 hod. na MFF UK, Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2 v posluchárně KCHFO, 1. suterén.

Program semináře:

1) Martin Štastný (Geologický ústav AV ČR, v.v.i.)

Geologicko-geochemická charakteristika povodí Říčanky

2) Milan Pšenička (KCHFO, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova)

Advances in atomistic simulation approach to halloysite structure

LETMÝ POHLED DO SOUČASNÉHO VÝZKUMU SILIKÁTŮ A SILIKÁTOVÉ KERAMIKY NA ÚSTAVU SKLA A KERAMIKY VYSOKÉ ŠKOLY CHEMICKO- TECHNOLOGICKÉ V PRAZE (VŠCHT PRAHA)

Willi Pabst, Eva Gregorová

Ústav skla a keramiky VŠCHT Praha
Technická 5, 166 28 Praha 6 – Dejvice

Ústav skla a keramiky (ÚSK) (bývalá Katedra silikátů) na VŠCHT Praha dnes nabízí širokospektrální výuku pro studenty bakalářského, magisterského a doktorského studia v oblasti chemie a technologie anorganických nekovových materiálů (včetně biomateriálů a oboru restaurátorsko-konzervátorského zaměření). Přidružený výzkum zahrnuje kromě skla a keramiky

také anorganická pojiva (která nejsou ani sklem ani keramikou, ale ve většině případů jsou založena na silikátových surovinách). Ačkoliv bylo na ÚSK VŠCHT Praha v posledních třech desetiletích těžiště výzkumu a publikační činnosti v oblasti keramiky na straně oxidové nesilikátové keramiky, měly i silikáty a silikátová keramika své nezastupitelné místo, jak ve výuce, tak ve výzkumu. Na začátku tohoto století byla pozornost zaměřena především na kaolin, jakožto surovinu, a to jak z hlediska historického [1, 2], tak z hlediska granulometrické charakterizace (rozdělení velikosti částic) kaolinu metodou laserové difrakce a získání tvarové informace (tvarového faktoru) [4-10], která je přímo použitelná k predikci reologických vlastností keramických suspenzí [11-12]. Reologie kaolinových suspenzí byla také uplatněna v nových keramických tvarovacích procesech jako např. tzv. „škrobové lití“ [13-14]. Výzkum na ÚSK VŠCHT Praha byl v posledních deseti letech nejvíce zaměřen na experimentální výzkum elastických vlastností a jejich srovnání s teoretickými (analytickými a numerickými) předpověďmi. Tato etapa začala v r. 2013 dodnes více než 15krát ročně citovaným přehledným článkem o elastických vlastnostech modifikací oxidu křemičitého [15] (což ukazuje, že i časopisy vydané v ČR mohou být hojně citované, přestože jejich impakt faktor nemůže konkurovat jiným, lépe financovaným časopisům v oboru). Podobné práce zaměřené na mullit [16] a živce [17] rozšířily v letech 2013-2015 teoretickou základnu v této oblasti. Na to navázal detailní experimentální výzkum elastických vlastností žárovzdorných materiálů, především dinasů, a jejich teplotních závislostí, pomocí metody impulzní excitace v letech 2014-2018, který vedl k objasnění příčin elastických anomálií těchto materiálů [18-21]. Současně, přibližně od r. 2013, se zájem keramické skupiny na ÚSK VŠCHT Praha, rozšířil na silikátovou keramiku tradičního i méně tradičního složení, a to od keramiky na bázi kaolinu a mullitu [22-29] a tzv. porcelánové kameniny ve spolupráci s italskými kolegy [30] až ke složitějším keramickým materiálům ze soustavy $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ (MAS), tj. na bázi kaolinu a mastku (od tradiční kordieritové keramiky, která byla prozkoumána mj. v rámci česko-argentinského projektu [31-35], až ke zcela neobvyklé safírinové keramice [36-38]) a k soustavě $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ (CAS), tj. na bázi kaolinu a kalcitu nebo wollastonitu [39, 40]. Jak bylo zmíněno, těžištěm tohoto výzkumu v oblasti silikátové keramiky jsou elastické vlastnosti, jak při pokojové teplotě, tak při zvýšené teplotě (až do 1500 °C). Klíčovým přístrojem tohoto výzkumu je komerční zařízení pro vysokoteplotní impulzní excitaci. Zcela nedávno, v letech 2019-2021, byla tato metoda poprvé použita pro monitorování slinovacích procesů nesilikátové oxidové keramiky (tj. slinování v pevné fázi) v reálném čase, a to pro Al_2O_3 [41], ZrO_2 [42], kompozitní keramiky $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ [43], dokonce pro zcela neobvyklý případ slinování bez smrštění v případě keramiky SnO_2 [44]. Na základě těchto nových zkušeností a poznatků je v současnosti řešen grantový projekt GAČR s názvem „Impulzní excitace jako nekonvenční metoda k monitorování fázových přeměn a mikrostrukturních změn během tepelného

zatížení materiálů“ (2022-2024), ve kterém se tato metoda aplikuje nejen na laboratorně připravenou oxidovou a silikátovou keramiku, např. ze soustav MAS a CAS, ale i na komerční směsi a výrobky a na přírodní horniny (pískovec, čedič, žula atd.). Záměrně jsme se v tomto letmém pohledu zaměřili na aktivity v oblasti silikátů a silikátové keramiky, o kterých předpokládáme, že jsou pro čtenáře Informátora nejzajímavější. Výzkumné aktivity v oblasti keramiky na ÚSK VŠCHT Praha tím samozřejmě nejsou vyčerpány. Vedle silného zastoupení výzkumu archeologické a historické keramiky (pod vedením A. Kloužkové) [45], dlouholetého zaměření na přípravu, charakterizaci a analytické modelování efektivních vlastností porézní keramiky [46], bohatých zkušeností v oblasti mikroskopické obrazové analýzy [47] a nedávného speciálního zaměření na rentgenografické určení velikosti krystalitů na základě rozšíření difrakčních linií [48], jsou hlavními směry aktuálního výzkumu transparentní keramika (jak z hlediska teorie rozptylu světla a predikce optické transmitance [49], tak z hlediska její přípravy metodou „spark plasma sintering“ / SPS [50]), piezoelektrická keramika (teorie, modelování, příprava a charakterizace) [51, 52], závislost rychlosti zvukových, resp. seismických vln na složení a pórovitosti materiálů [53] a především numerické počítačové modelování souvislosti mezi mikrostrukturou a vlastnostmi, zejména elastických vlastností a tepelné vodivosti keramických materiálů a tzv. metamateriálů, které lze připravit aditivními metodami, resp. 3D tiskem [54-56]. Zájemce o bližší nebo další informace se mohou obrátit na autory tohoto článku (pabstw@vscht.cz, eva.gregorova@vscht.cz).

Literatura

1. Pabst W. (2000): Mineralogy of clays in Goethe's scientific writings. *Acta Universitatis Carolinae – Geologica*, **44** (2-4), 131-135.
2. Pabst W., Kořánová R. (2009): Prehistory of clay mineralogy – from ancient times to Agricola. *Acta Geodyn. Geomater.*, **6**, 87-100.
3. Pabst W., Kuneš K., Havrda J., Gregorová E. (2000): A note on particle size analyses of kaolins and clays. *J. Eur. Ceram. Soc.*, **20**, 1429-1437.
4. Pabst W., Kuneš K., Gregorová E., Havrda J. (2001): Extraction of shape information from particle size measurements. *Brit. Ceram. Trans.*, **100** (3), 106-109.
5. Pabst W., Kuneš K., Gregorová E., Havrda J. (2002): New developments in size and shape determination methods for anisometric particles. *Key Eng. Mater.*, **206-213**, 743-746.
6. Pabst W., Berthold C., Gregorová E. (2007): Size and shape characterization of oblate and prolate particles. *J. Eur. Ceram. Soc.*, **27**, 1759-1762.
7. Pabst W., Berthold C. (2007): A simple approximate formula for the aspect ratio of oblate particles. *Part. Part. Syst. Charact.*, **24** (6), 453-457.

8. Berthold C., Pabst W., Nickel K. G. (2006): Influence of detector geometries of common laser diffractometers on the apparent particle size distribution of strongly anisometric particles, 6 pp. on CD in Klinzing G. E., Dodapkar S., Nelson R. (eds.): *Proceedings of the Fifth World Congress on Particle Technology (WCPT-5)*, Orlando (Florida, USA), 23-27 April 2006.
9. Pabst W., Berthold C., Gregorová E., Nováková M., Gottwik L. (2008): Size and shape characterization of oblate ceramic raw materials, pp. 124-131 (on CD) in Heinrich J. G., Aneziris C. (eds.): *Proceedings of the 10th International Conference and Exhibition of the European Ceramic Society (ECERS-10)*, Berlin (Germany), 17-21 June 2007. Göller Verlag, Baden-Baden 2008.
10. Kořánová R. (2010): Kaoliny – vlastnosti a charakterizace. Diplomová práce (vedoucí W. Pabst). VŠCHT Praha.
11. Gregorová E., Pabst W., Bouchet J.-B. (2009): Influence of particle shape on the viscosity of kaolin suspensions. *Acta Geodyn. Geomater.*, **6**, 101-109.
12. Pabst W., Gregorová E. (2003): Rheology of platelet and fiber suspensions. pp. 609-616 in: Vincenzini P. (ed.), *Advances in Science and Technology Vol.30*. Techna Srl, Faenza 2003.
13. Gregorová E., Pabst W., Berthold C., Malangré D. (2011): Porous kaolin-based ceramics prepared with potato starch as a pore former. Paper No. 2108 (4 pages) in: *Proceedings of ECERS-XII* (12th Conference of the European Ceramic Society), Stockholm (Sweden), 19-23 June 2011.
14. Lambertini A., Sandoval M. L., Talou M. H., Camerucci M. A., Hostaša J., Gregorová E., Pabst W. (2013): Procesamiento de cuerpos cerámicos en verde por gelificación térmica de precursores de cordierita y almidones nativos (Processing of green ceramic bodies by thermal gelation of cordierite precursors and natives starches, in Spanish), 8 pp. in: *Memorias del 13er SAM-CONAMET Congreso Internacional en Ciencia y Tecnología de Metalurgia y Materiales / Simposio Internacional sobre Materiales Lignocelulósicos*, Puerto Iguazú (Misiones, Argentina), 20-23 August 2013 (proceedings CD). Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de Misiones (EdUNaM), Puerto Iguazú, Argentina 2013.
15. Pabst W., Gregorová E. (2013): Elastic properties of silica polymorphs – a review. *Ceram. Silik.*, **57** (3), 167-184.
16. Pabst W., Gregorová E., Uhlířová T., Musilová A. (2013): Elastic properties of mullite and mullite-containing ceramics – Part I: Theoretical aspects and review of monocrystal data. *Ceram. Silik.*, **57** (4), 265-274.
17. Pabst W., Gregorová E., Rambaldi E., Bignozzi M. C. (2015): Effective elastic constants of plagioclase feldspar aggregates in dependence of the anorthite content – a concise review. *Ceram. Silik.* **59** (4), 326-330.
18. Pabst W., Gregorová E., Kutzendörfer J. (2014): Elastic anomalies in tridymite- and cristobalite-based silica materials. *Ceram. Intern.*, **40** (3), 4207-4211.
19. Gregorová E., Černý M., Pabst W., Esposito L., Zanelli C., Hamáček J., Kutzendörfer J. (2015): Temperature dependence of Young's modulus of silica refractories. *Ceram. Intern.*, **41** (1), 1129-1138.
20. Pabst W., Gregorová E., Kloužek J., Kloužková A., Zemenová P., Kohoutková M., Sedlářová I., Lang K., Kotouček M., Nevřivová L., Všianský D. (2016): High-temperature Young's moduli and dilatation behavior of silica refractories. *J. Eur. Ceram. Soc.*, **36** (1), 209-220.
21. Gregorová E., Pabst W., Diblíková P., Nečina V. (2018): Temperature dependence of damping in silica refractories measured via the impulse excitation technique. *Ceram. Int.*, **44** (7), 8363-8373.
22. Andelová Z. (2013): Příprava a charakterizace výlisků z farmaceutických a keramických prášků. Diplomová práce (vedoucí W. Pabst), VŠCHT Praha.
23. Musilová A. (2013): Použití škrobu jako pomocné látky pro výrobu porézní vysocehlinité keramiky. Diplomová práce (vedoucí E. Gregorová), VŠCHT Praha.
24. Musilová A., Gregorová E., Pabst W. (2013): Characterization of alumina-mullite-starch composites made by starch consolidation casting, pp. 166-170 in Řápková R., Čopíková J., Šárka E. (eds.): *Proceedings of the 9th International Conference on Polysaccharides – Glycoscience*, Prague (Czech Republic), 6-8 November 2013. Czech Chemical Society, Prague 2013.
25. Gregorová E., Pabst W., Uhlířová T. (2016): Microstructure and elastic properties of highly porous mullite ceramics prepared with wheat flour, pp. 83-94 (= Ch.9) in H.-T. Lin, Hemrick J. (eds.): *Advanced and Refractory Ceramics for Energy Conservation and Efficiency* (Ceramic Transactions, Volume 256 – A Collection of Papers Presented at CMCEE-11 – 11th International Conference on Ceramic Materials & Components for Energy & Environmental Applications, Vancouver / BC, Canada, 14-19 June 2015, vol. eds. Singh M., Ohji T., Michaelis A.). John Wiley & Sons, Inc., Hoboken / NJ, USA 2016.
26. Gregorová E., Pabst W., Uhlířová T., Nečina V., Veselý M., Sedlářová I. (2016): Processing, microstructure and elastic properties of mullite-based ceramic foams prepared by direct foaming with wheat flour. *J. Eur. Ceram. Soc.*, **36** (1), 109-120.
27. Gregorová E., Uhlířová T., Pabst W., Diblíková P., Sedlářová I. (2018): Microstructure characterization of mullite foam by image analysis, mercury porosimetry and X-ray computed microtomography. *Ceram. Int.*, **44** (11), 12315-12328.

28. Holíková K. (2019): Vysocehlinitá keramika ze soustavy $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ – vliv teploty výpalu na elastické vlastnosti. Bakalářská práce (vedoucí E. Gregorová), VŠCHT Praha.
29. Kopecká A. (2021): Příprava, charakterizace a vlastností parciálně slinuté keramiky na bázi mullitu. Diplomová práce (vedoucí W. Pabst), VŠCHT Praha.
30. Rambaldi E., Pabst W., Gregorová E., Prete F., Bignozzi M. C. (2017): Elastic properties of porous porcelain stoneware tiles, *Ceram. Int.* **43** (9), 6919-6924 (2017).
31. Gregorová E., Pabst W., Musilová A., Camerucci M. A., Sandoval M. L., Talou M. H. (2014): High-temperature elastic properties of ceramics in the system $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ measured by impulse excitation, *Key Eng. Mater.* **592-593**, 696-699.
32. Lambertini A., Sandoval M. L., Talou M. H., Tomba-Martinez A. G., Camerucci M. A., Gregorová E., Pabst W. (2014): Caracterización de cuerpos en verde precursores de materiales porosos de cordierita conformados por consolidación térmica de almidones nativos (Characterization of precursor green bodies for porous cordierite materials shaped by thermal consolidation of native starches, in Spanish), 10 pp. in: *SAM – Asociación Argentina de Materiales*. Vol. 1, No. 2, Argentina, November 2014.
33. Gass S. E., Sandoval M. L., Talou M. H., Tomba Martinez A. G., Camerucci M. A., Gregorová E., Pabst W. (2014): Comportamiento mecánico a alta temperatura de materiales cerámicos porosos a base de cordierita evaluado en flexión en tres puntos (High-temperature mechanical behavior of porous cordierite-based ceramic materials evaluated in three-point flexure, in Spanish), 5 pp. in: *Memorias del Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales SAM-CONAMET / IBEROMAT / MATERIA 2014*, Santa Fé (Argentina), 21–24 October 2013 (proceedings CD). Editorial CONICET, Santa Fé, Argentina 2014.
34. Gass S. E., Sandoval M. L., Talou M. H., Tomba Martinez A. G., Camerucci M. A., Gregorová E., Pabst W. (2015): High-temperature mechanical behavior of porous cordierite-based ceramic materials evaluated using 3-point bending. *Procedia Materials Science*, **9C**, 254-261.
35. Sandoval M. L., Talou M. H., Tomba Martinez A. G., Camerucci M. A., Gregorová E., Pabst W. (2015): Starch consolidation casting of cordierite precursor mixtures – Rheological behavior and green body properties. *J. Am. Ceram. Soc.*, **98** (10), 3014-3021.
36. Smolíková T. (2016): Silikátová keramika na bázi kaolinu a mastku. Bakalářská práce (vedoucí E. Gregorová), VŠCHT Praha 2016.
37. Gregorová E., Smolíková T., Pabst W. (2018): Temperature dependence of Young's modulus of silicate ceramics from the magnesia-alumina-silica system, pp. 99–110 in Singh D., Fukushima M., Kim Y.-W., Shimamura K., Imanaka N., Ohji T., Amoroso J., Lanagan M. (eds.): *Proceedings of the 12th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology* (Ceramic Transactions, Volume 264 – A Collection of Papers Presented at the 12th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology, Waikoloa / Hawaii, USA, 21-26 May 2017). The American Ceramic Society / John Wiley & Sons, Inc., Hoboken / NJ, USA 2018.
38. Smolíková T. (2018): Příprava a charakterizace keramiky obsahující safír. Diplomová práce (vedoucí E. Gregorová), VŠCHT Praha 2018.
39. Šimonová P. (2019): Keramika ze soustavy $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ – vývoj fázového složení během slinování a jeho vliv na elastické vlastnosti. Bakalářská práce (vedoucí E. Gregorová), VŠCHT Praha 2019.
40. Holíková K. (2021): Keramika na bázi kaolinu a wollastonitu. Diplomová práce (vedoucí E. Gregorová), VŠCHT Praha 2021.
41. Gregorová E., Pabst W., Nečina V., Uhlířová T., Diblíková P. (2019): Young's modulus evolution during heating, re-sintering and cooling of partially sintered alumina ceramics. *J. Eur. Ceram. Soc.*, **39** (5), 1893-1899.
42. Gregorová E., Nečina V., Hříbalová S., Pabst W. (2020): Temperature dependence of Young's modulus and damping of partially sintered and dense zirconia ceramics. *J. Eur. Ceram. Soc.*, **40** (5), 2063-2071.
43. Gregorová E., Semrádová L., Sedlářová I., Nečina V., Hříbalová S., Pabst W. (2021): Microstructure and Young's modulus evolution during re-sintering of partially sintered alumina-zirconia composites (ATZ ceramics). *J. Eur. Ceram. Soc.*, **41** (6), 3559-3569.
44. Šimonová P., Gregorová E., Pabst W. (2021): Young's modulus evolution during sintering and thermal cycling of pure tin oxide ceramics. *J. Eur. Ceram. Soc.*, **41** (15), 7816-7827.
45. Kloužková A. (2022): *Příběh keramiky hradčanských paláců*. VŠCHT Praha.
46. Pabst W., Gregorová E. (2015): Elastic and thermal properties of porous materials – rigorous bounds and cross-property relations (Critical assessment 18). *Mater. Sci. Technol.*, **31** (15), 1801-1808.
47. Pabst W., Gregorová E., Uhlířová T. (2015): Microstructure characterization via stereological relations – a shortcut for beginners. *Mater. Charact.*, **105** (1), 1-12.
48. Šimonová P., Pabst W., Cibulková J. (2021): Crystallite size of tin oxide ceramics and its growth during sintering determined from XRD line broadening – A methodological study and a practitioners' guide. *Ceram. Int.*, **47** (24), 35333-35347.
49. Pabst W., Hříbalová S. (2021): Light scattering models for describing the transmittance of transparent and translucent alumina and zirconia ceramics. *J. Eur. Ceram. Soc.*, **41** (3), 2058-2075.

50. Nečina V., Pabst W. (2020): Influence of the heating rate on grain size of alumina ceramics prepared via spark plasma sintering (SPS). *J. Eur. Ceram. Soc.*, **40** (10), 3656-3662.
51. Pabst W., Hřibálová S., Uhlířová T. (2022): Quasi-laminate and quasi-columnate modeling of dielectric and piezoelectric properties of cubic-cell metamaterials. *J. Eur. Ceram. Soc.*, **42** (4), 1396-1406.
52. Pabst W., Gregorová E., Šimonová P., Uhlířová T. (2023): Monitoring the ferroelectric phase transition of barium titanate ceramics via impulse excitation, *Ferroelectrics* **xx** (xx), xxx-xxx.
53. Šimonová P., Pabst W. (2023): The porosity dependence of sound velocities in ceramic materials. *J. Eur. Ceram. Soc.*, **43** (4), 1597-1604.
54. Hřibálová S., Uhlířová T., Pabst W. (2021): Computer modeling of systematic processing defects on the thermal and elastic properties of open Kelvin-cell metamaterials. *J. Eur. Ceram. Soc.*, **41** (14), 7130-7140.
55. Uhlířová T., Pabst W. (2019): Thermal conductivity and Young's modulus of cubic-cell metamaterials. *Ceram. Int.*, **45** (1), 954-962.
56. Uhlířová T., Pabst W. (2019): Conductivity and Young's modulus of porous metamaterials based on Gibson-Ashby cells. *Scripta Mater.*, **159** (1), 1-4.

MONTMORILLONIT A GHASSOUL JAKO MATRICE POLYPYRROLU PRO PŘÍPRAVU NANOKOMPOZITŮ SE SILNĚ ANIZOTROPNÍ ELEKTRICKOU VODIVOSTÍ

Jonáš Tokarský^{1,2)}, Kateřina Mamulová
Kutláková¹⁾, Pavlína Peikertová¹⁾, Lenka
Řeháčková²⁾, Martin Kormunda³⁾, Petra
Matějková²⁾, Soňa Študentová²⁾, Lenka
Kulhánková²⁾

¹⁾ CEET, VŠB-TUO, 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava

²⁾ FMT, VŠB-TUO, 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava

³⁾ PíF, UJEP, České mládeže 8, 400 96 Ústí nad Labem

Klíčová slova

montmorillonit, ghassoul, polypyrrol, grafit, grafen, nanokompozit, kalcinace, vodivost, anizotropie

Příprava vodivých nanokompozitů obsahujících grafen či grafenové nanomateriály (GNM) obvykle zahrnuje použití těchto struktur již hotových a komerčně dostupných (Tokarský et al., 2021). Příprava zahrnující syntézu grafenu či GNM *in-situ* je mnohem méně běžná (Tokarský et al., 2021), přičemž zcela okrajovou oblastí je tato syntéza *in-situ* z organických látek v přítomnosti jílů (Čapková et al., 2014; Ruiz-Hitzky et al., 2011; Tokarský et al., 2017). Již několikrát byla prokázána zvýšená elektrická vodivost vodivých polymerů polyanilinu

(PANI) a polypyrrolu (PPy) v nanokompozitní formě s jílovými minerály, včetně anizotropie vodivosti u těchto nanokompozitů (Ramôa et al., 2015; Tokarský et al., 2021; Vilímová et al. 2019).

S ohledem na úspěšnou přípravu GNM z PANI (Čapková et al., 2014; Tokarský et al., 2017) a na skutečnost, že PPy byl až dosud využíván k přípravě uhlíkatých nanostruktur v čisté formě (Ariharan et al., 2018; Xin et al., 2017), s jednou výjimkou, jejímž výsledkem byl amorfni uhlík (Liu et al., 2013), jsme se rozhodli otestovat možnost syntézy grafenu či GNM z PPy *in-situ* v přítomnosti montmorillonitu (MMT) či marockého jílu ghassoulu (GHA) obsahujícího převážně stevensit (Tokarský, 2018). Stejně jako v dřívějších studiích, i nyní byl použit Na-MMT Portacley ($\text{Al}_{2.85}\text{Mg}_{0.71}\text{Ti}_{0.02}\text{Fe}^{3+}_{0.42}$) ($\text{Si}_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4$) zakoupený u nizozemské Ankerpoort NV a GHA ($\text{Mg}_{5.04}\text{Al}_{0.37}\text{Fe}_{0.20}\text{O}_{21}$) ($\text{Si}_{7.76}\text{Al}_{0.24}\text{O}_{20}(\text{OH})_4$) zakoupený u marocké *Séfioui Sté du Ghassoul*.

V naší studii (Tokarský et al., 2021) byly nejprve připraveny a charakterizovány vstupní materiály, tj. nanokompozity složené z MMT či GHA interkalovaného vodivým polymerem PPy (PPy/MMT a PPy/GHA) a dále pro srovnání rovněž i čisté materiály MMT, GHA a PPy. Vzorky byly studovány v práškové formě i ve formě lisovaných tablet ($p = 400 \text{ MPa}$), načež byly lisované tablety kalcinovány v inertní Ar atmosféře při teplotě dosahující 1300°C .

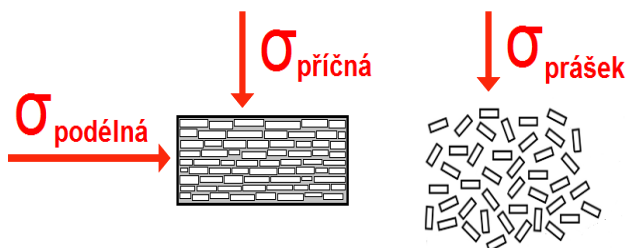
Dle elementární analýzy byl obsah PPy v tabletách PPy/MMT a PPy/GHA před kalcinací ~45 hm.% (analýzy XRFs a TGA vedly k podobným výsledkům), po kalcinaci obsahovaly tablety PPy/MMT-k a PPy/GHA-k ~35 a ~39 hm.% uhlíku. Množství $C_{\text{sp}2}$ vůči množství $C_{\text{sp}3}$ byl dle analýzy XPS ~3,8:1 (PPy/MMT-k) a ~2,6:1 (PPy/MMT-k). S využitím RTG difrakční analýzy byly u nekalcinovaných i kalcinovaných vzorků stanoveny jejich hlavní i vedlejší složky, v případě PPy posloužilo k vyjasnění orientace řetězců také molekulární modelování. Především však RTG difrakční analýza potvrdila, že strukturní rozdíly mezi MMT a GHA nemají vliv na tvorbu grafitické fáze během kalcinace a že grafit je přítomen v PPy/MMT-k i v PPy/GHA-k (doplňková analýza SEM spolu EDS ukázala přítomnost uhlíku mezi zrný silikátu). Náznaky grafitu vykazoval také difraktogram vzorku PPy-k připraveného kalcinací čistého PPy. Přítomnost grafitu byla u všech tří vzorků PPy/GHA-k, PPy/MMT-k a PPy-k prokázána přesněji pomocí map Ramanových spekter, které navíc u vzorku PPy/GHA-k odhalily přítomnost GNM. Analýza TEM následně ukázala, že tyto GNM vzniklé z PPy jsou grafitové nanodestičky i vícevrstvy grafen. Výsledky měření vzdálenosti mezi vrstvami v GNM na snímcích TEM byly ve velmi dobré shodě s mezivrstvou vzdáleností stanovenou pro grafitickou fázi pomocí RTG difrakce.

Měření elektrické vodivosti prokázalo anizotropii již u nekalcinovaných nanokompozitních vzorků PPy/MMT a PPy/GHA (příčná i podélná vodivost se v obou případech lišily o dva řády). Přestože byl obsah PPy v nanokompozitech cca poloviční oproti čistému polymeru, podélná vodivost byla o řád vyšší (168 S/m, 174 S/m a 25 S/m pro PPy/MMT, PPy/GHA a PPy), což lze přisoudit výraznější

orientaci řetězců PPy podél vrstev MMT či GHA, orientovaných v tabletách kolmo na působení tlaku při lisování tablety (viz **Obr. 1**). O řád nižší příčná elektrická vodivost nanokompozitů ve srovnání s čistým polymerem (4 S/m, 5 S/m a 18 S/m pro PPy/MMT, PPy/GHA a PPy) je důsledkem téže orientace, kdy v daném směru vrstvy MMT či GHA vytvářejí bariéru bránící průchodu proudu (**Obr. 1**).

Kalcinované nanokompozitní tablety (PPy/MMT-k, PPy/GHA-k) obsahovaly cca třetinu uhlíku oproti kalcinované tabletě PPy-k a jejich průměrné podélné vodivosti (2476 S/m pro PPy/MMT-k a 2289 S/m pro PPy/GHA-k) byly přesto vyšší, než průměrná podélná vodivost 1837 S/m pro PPy-k. U kalcinovaných nanokompozitních tablet byla zjištěna zvýšená anizotropie elektrické vodivosti; podélná a příčná vodivost se lišily až o tři řády (příčné vodivosti byly 1 S/m pro PPy/MMT-k a 1,6 S/m pro PPy/GHA-k).

Představu uspořádání silikátových vrstev jakožto příčiny anizotropie podporují výsledky měření elektrické vodivosti práškových vzorků nanokompozitů (v případě kalcinovaných vzorků šlo o prášky vzniklé rozdrčením kalcinovaných tablet): hodnoty elektrické vodivosti prášků leží mezi hodnotami podélných a příčných elektrických vodivostí tablet (**Obr. 1**), tj. byla-li příčná vodivost v řádu jednotek S/m a podélná v řádu tisíců S/m, byla vodivost prášků v řádu stovek S/m, byla-li příčná vodivost v řádu jednotek S/m a podélná v řádu stovek S/m, byla vodivost prášků v řádu desítek S/m.



Obr. 1. Schéma vysvětlující posloupnost elektrických vodivostí $\sigma_{\text{příčná}} < \sigma_{\text{prášek}} < \sigma_{\text{podélná}}$.

Hg-porozimetrie a měření tvrdosti Vickersovou metodou prokázaly shodnou hustotu, porozitu i Vickersovu tvrdost tablet PPy/MMT-k a PPy/GHA-k (2,1 g/cm³; ~13,5 %; ~25). Jen v případě velikosti pórů ukázala Hg-porozimetrie poněkud vyšší hodnotu u PPy/MMT-k (~37 nm) ve srovnání s PPy/GHA-k (~27 nm).

Závěrem lze konstatovat, že PPy lze použít jako prekurzor grafitu i GNM, k jejichž tvorbě významně přispívá přítomnost vrstevnatých silikátů MMT či GHA. Tyto vrstevnaté silikáty napomáhají lepšímu uspořádání řetězců PPy na povrchu svých zrn a svou orientací při zvýšeném tlaku během lisování hrají důležitou úlohu při formování struktury výsledného nanokompozitu. Vzhledem k podobným vlastnostem jsou jak MMT, tak i GHA vhodnými materiály v kombinaci s PPy pro přípravu nanokompozitů se silně anizotropní elektrickou vodivostí.

Literatura

- Ariharan, A., Viswanathan, B., Nandhakumar, V. (2018): Nitrogen-incorporated carbon nanotube derived from polystyrene and polypyrrole as hydrogen storage material. *International Journal of Hydrogen Energy*, **43**(10), 5077-5088.
- Čapková, P., Matějka, V., Tokarský, J., Peikertová, P., Neuwirthová, L., Kulhánková, L., Beňo, J., Stýskala, V. (2014): Electrically conductive aluminosilicate/graphene nanocomposite. *Journal of the European Ceramic Society*, **34**, 3111-3117.
- Liu, Y., Cai, Q., Li, H., Zhang, J. (2013): Fabrication and characterization of mesoporous carbon nanosheets using halloysite nanotubes and polypyrrole via a template-like method. *Journal of Applied Polymer Science*, **128**(1), 517-522.
- Ruiz-Hitzky, E., Darder, M., Fernandes, F. M., Zatile, E., Palomares, F. J., Aranda P. (2011): Supported graphene from natural resources: Easy preparation and applications. *Advanced Materials*, **23**, 5250-5255.
- Ramôa, S. D. A. S., Barra, G. M. O., Merlini, C., Schreiner, W. H., Livi, S., Soares, B. G. (2015): Production of montmorillonite/polypyrrole nanocomposites through in situ oxidative polymerization of pyrrole: Effect of anionic and cationic surfactants on structure and properties. *Applied Clay Science*, **104**, 160-167.
- Tokarský, J., Stýskala, V., Kulhánková, L., Mamulová Kutláková, K., Neuwirthová, L., Matějka, V., Čapková, P. (2013): High electrical anisotropy in hydrochloric acid doped polyaniline/phylllosilicate nanocomposites; Effect of phyllosilicate matrix, synthesis pathway and pressure. *Applied Clay Science*, **80-81**, 126-132.
- Tokarský, J., Kulhánková, L., Peikertová, P., Vilímová, P., Beňo J. (2017): Graphene-containing thin films prepared by calcination of polyaniline/montmorillonite nanocomposite. *Thin Solid Films*, **625**, 148-154.
- Tokarský, J. (2018): Ghassoul – Moroccan clay with excellent adsorption properties. *Materials Today: Proceedings*, **5**(1), S78-S87.
- Tokarský, J., Mamulová Kutláková, K., Peikertová, P., Řeháčková, L., Kormunda, M., Matějková, P., Študentová, S., Kulhánková, L. (2021): Polypyrrole/montmorillonite and polypyrrole/ghassoul intercalates as a source of graphite and multi-layer graphene: preparation of nanocomposites exhibiting strongly anisotropic electrical conductivity. *Materials Research Bulletin*, **142**, 111429.
- Vilímová, P., Kulhánková, L., Peikertová, P., Mamulová Kutláková, K., Koníčková, H., Vallová, S., Plaček, T., Tokarský, J. (2019): Effect of montmorillonite/polypyrrole ratio and oxidizing agent on structure and electrical conductivity of intercalated nanocomposites. *Applied Clay Science*, **168**, 459-468.
- Xin, S. C., Yang, N., Gao, F., Zhao, J., Li, L., Teng, C. (2017): Three-dimensional polypyrrole-

derived carbon nanotube framework for dye adsorption and electrochemical supercapacitor. *Applied Surface Science*, **414**, 218-223.

ZA LIPTOVSKÝMI KULTURNÍMI PAMÁTKAMI ANEB Z ČEHO JSOU A NA ČEM STOJÍ

Pavel Hájek¹⁾, Martin Šťastný²⁾

¹⁾ Na Konečné 33, 720 00 Ostrava-Hrabová

²⁾ Geologický ústav AV ČR v.v.i., Rozvojová 269,
165 00 Praha 6

Abstrakt:

Na území dnešního Liptova stojí mnoho vzácných zajímavých kulturně historických památek. Liptovská kotlina, jako zahrada uprostřed hor a prořatá řekou Váh, lákala první praobyvatelstvo už velice dávno. Na Liptově se tak zachovalo mnoho památek pravěkých kultur i historicky cenných stavebních historických památek z pozdějších historických dob. Tento populárně odborný příspěvek nemá za cíl vyjmenovávat všechny liptovské památky, ale představuje jen výběr některých z nich.

Klíčová slova:

Liptov, Liptovská kotlina, Nízké Tatry, Západné Tatry, Chočské vrchy, hrad, kaštel, kostel, granitoid, karbonáty, pískovec, subtatranské příkrovy.

Úvod

Území dnešního Liptova bylo osídleno již v pravěku. Lépe řečeno od mladší doby kamenné. Pravěká opevněná hradiště se nacházela jak v podhůří vysokých hor (Liptovské Matiašovce, Dlhá Lúka), tak blízko řeky Váh (Hrádek, Liptovský Trnovec, Havránok, Liptovské Sliače). Hradiště také vyrůstala na horách (Predný Choč, Mních u Ružomberka, Nízké Tatry) aj. Pozdější hrady vznikly v Liptovském Hrádku jako středisko dolního Liptova, další Liptovský hrad vznikl na vrchu Sestrč v Chočském pohorí a známý hrad Likava u Ružomberka přímo na úpatí vrchu Veľký Choč. Mnoho světských a křesťanských církevních staveb vzniklo postupně ve městech i dědinách celého území. Kostelíky v Martinčeku, Ludrové, Lipt. Michalovi, Lipt. Teplé, Partizánské Lupči, Lipt. Matiašovciach, Prosieku, Smrečanoch, Paludzké, Lipt. Mikuláši, Lipt. Jáne atd. To se týká také kaštelů. Vzpomeňme např. Ružomberok, Lipt. Teplá, Bešeňová, Vlachy, Parížovce, Lipt. Ján a další.

Všude využili stavitelé místní zdroje kamene. Takže můžeme na stavbách sledovat různé typy štěrku a balvanů teras řeky Váh, dále pískovců až jílovců jako představitelů sedimentů vnitrohorské pánve. Nesmíme samozřejmě zapomenout na dolomity a dolomitické vápence subtatranských příkrovů a žul, pararul, migmatitů a vulkanitů jádrových pohorí. Představme si nyní některé z těchto významných kulturně historických památek. Pro lepší pochopení celkové situace si musíme v krátkosti něco říci o geomorfologii a geologii území Liptova.

Geomorfologie a geologie Liptova

V této části si velmi stručně připomeňme celkovou charakteristiku regionu. Liptov tvoří vnitrohorská kotlina dlouhá cca 80 km, kterou protéká řeka Váh. Přirozeně se rozděluje na tři podoblasti, a to dolní, střední a horní Liptov. Každá oblast má své přirozené centrum. Město Ružomberok je centrem dolního Liptova, Liptovský Mikuláš je centrem středního Liptova a Liptovský Hrádok je centrem horního Liptova. Kolem kotliny se rozprostírají výrazné horské masivy, které oddělují Liptov od ostatních oblastí. Na jihu je to horské pásmo Nízkých Tater, které odděluje Liptov od Horehroní. Na západě je to Velká Fatra, která odděluje Liptov od Turce a Oravy. Chočské pohorí, Západní Tatry a Vysokotatranský Kriváň od Oravy, Polska a Spiše. Na východě je oddělena od Podtatranské kotliny Štrbským hřbetem, který má charakter nevysoké pahorkatiny.

Geologicky je kotlina s pahorkatinami tvořena vnitrohorskými sedimenty (vnitrokarpatský flyš) a sedimenty říčních teras řeky Váh a jejich bočních přítoků. Vnitrokarpatský flyš je tvořen slepenci, brekciemi, mělkovodními vápenci, jílovcy, pískovci a břidlicemi. Zajímavý je výskyt kvartérních sladkovodních travertinů a ledovcových sedimentů. Horstva tvoří jaderné ostrovy z granodioritů, žul, migmatitů a krystalinických břidlic. Na ně nasedá obalová série a subtatranské příkrovy. Ty tvoří mladé paleozoické horniny a především mezozoické karbonátové horniny triasového stáří.

Charakter a historie vybraných objektů

Jako první památky si představme pravěká hradiště. Liptov se souvisle osídloval až od mladší doby kamenné, na rozdíl od úrodných oblastí na jihu Slovenska.

Začněme pěkně od začátku, tedy od staveb pravěkých a prehistorických – hradišť.

Hradiště Havránok (**Obr. 1**) se dnes nachází přímo nad přehradní zdí přehrady Liptovská Mara. Je zde areál s náznakovými rekonstrukcemi obranných, kulturních objektů a dílen z doby železné a starší doby římské. Je to jedna z nejdůležitějších lokalit keltské púchovské kultury na Slovensku. Dnes je tu archeologický skanzen. Hradiště je situované na pahorcích tvořených flyšovými a karbonátovými sedimenty vnitrohorské Liptovské kotliny. Jsou tu i zbytky goticko-renesančního Svatomarského kostela. Při stavbách bylo použito hlavně pískovců, jílovců a vápenců. Vedle toho bylo využito i množství balvanů různého materiálu z teras řeky Váhu (granodiority, migmatity, paleobazalty aj.).

Dalším významným hradištěm jsou hradiště Mních (**Obr. 2**) a Martinček u Ružomberka. Lépe řečeno je to soustava až čtyř hradišť na vrchu Mních a jeho úpatí. Vrch je tvořen karbonátovými horninami subtatranských příkrovů Chočských vrchů. Horninová výplň je zastoupena vápenci, dolomitickými vápenci až dolomity triasového stáří (**Obr. 3 a 4**). Nachází se tu i významná Liskovská jaskyňa s kosterními pozůstatky zvířat i pravěkých lidí.

Nad touto soustavou hradišť se nachází vrcholové hradiště na Předním Choči, které je

tvorono rovněž horninami subtatranských příkrovů. Lokality pochází z doby bronzové, železné až po dobu římskou.

Jako poslední příklad si představme strážné hradištní opevnění na lokalitě Hrádok u Liptovského Trnavce. Ke stavbě bylo využito balvanitých sedimentů z teras řeky Váh. Nalezneme tu celou škálu granodioritů, pískovců, jílovců, glaukonitických pískovců (**Obr. 5**), paleobazaltů (**Obr. 6**) atd. Stářím se lokalita podobá předchozím lokalitám. Hradiště pravděpodobně bylo použito i v ranném historickém období, kdy Hrádek sloužil jako předemurávané opevnění a pozorovatelná.

Nyní si představme někdejší správní sídla Liptova, a to hrady. Na území Liptova jsou tři objekty.

Nejstarší z nich je Liptovský hrad (Sielnický) (**Obr. 7**). Je to jeden z nejvýše položených hradů v nadmořské výšce 999 m.n.m. Nachází se na vrchu Sestrč nad Sestrčskou dolinou. Chránil cestu z jihu na Oravu a dále do Polska. Hrad představuje orlí hnízdo. Dal ho postavit král Béla IV. na místě zaniklého hradiště. Od roku 1341 byl sídlem Liptovské župy. V letech 1431-1434 byl obsazen husity. V roce 1454 přešel do vlastnictví liptovských županů Pongráců ze Svatého Mikuláše. Ti o hrad dlouho bojovali s Petrem Komorovským (oravským županem). Přítrž tomu udělal až král Matyáš Korvín, který hrad v roce 1471 dobyl a zničil. Stavební materiál na hrad byl použit z okolních hornin, tedy hlavně vápence a dolomity triasového stáří (**Obr. 8**). Hrad je částečně konzervován.

Dalším typem je hrad Likava (**Obr. 9**), jehož zříceniny se nacházejí na jednom ze skalnatých výběžků Velkého Choče, severně od města Ružomberok. Střežil cestu kolem Váhu a z jihu na sever na Oravu. Hrad vznikl v letech 1335 až 1341. V roce 1431 se ho zmocnili husité a vydrželi tu až do roku 1434. Následně připadl rodu Hunyadyů. Během 15. století doznal přestavby. To, co dnes vidíme, to není zřícenina hradu, ale spíše zámku. Po zániku Liptovského hradu se stal župním hradem. Byl zničen roku 1707 za stavovského povstání mezi povstanci Františka Rákocziho a císařskými vojáky. Na hradě se osvědčil materiál ze subtatranských příkrovů Velkého Choče. Jsou to opět triasové vápence a dolomity. Vedle nich tu najdeme i pískovce z flyšové sedimentace Liptovské kotliny (**Obr. 10**). Dnes je hrad ve správě Liptovského muzea v Ružomberku a postupně se opravuje.

Posledním typem hradu je rovinný hrad v Liptovském Hrádku. Nachází se na nevelké vápencové skále u řeky Belá. Gotický hrad v horním Liptově nechal postavit zvolenský župan magistr Donč po roce 1314. Skála, na které hrad stojí, byla obklopena vodním příkopem a bažinami. Královský hrad střežil křižovatku cest Spišské a Jantarové cesty. V roce 1433 hrad obsadili husité a po nich Jiskrova vojska. Po té přešel hrad do rukou bratrů Balašů. Ti ho celý přestavěli a přistavěli hospodářské budovy. V roce 1600 získala hrad šlechtična Magdaléna Zaiová, která ho opět přestavěla a nechala k němu přistavět zámek (kaštel). Poslední majitelé Lichtenšteinové hrad i zámek upravili a prodali královské komoře. Hrad byl následně víceúčelově využíván v podstatě až do

současnosti. Dnes je v soukromých rukou a je zde hotel s vyhlídkovou trasou. Na stavbu byly použity již zmíněné vápence a horniny karpatského, vnitrohorského flyše i kamenný materiál z náplavových balvanitých štěrků řek Belá a Váh (granity, granodiority, dolomity, vápence, krystalinické břidlice).

Co se týká zámků (kaštelů), je jich na Liptově celá řada. Stavěla si je pro své pohodlí a hospodaření místní vyšší i nižší šlechta. Představme si zase jen některé významné typy. Jeden typ jsme si v předchozí části již představili na lokalitě Liptovský Hrádok.

Dalším typem je kaštel Svaté Žofie v Ružomberku. Je přechodným typem mezi městským hrádkem a zámkem. Je jedním z nejstarších na Slovensku. Na malé vápencové skále s křemenci u ústí říčky Révca do Váhu byl vybudován koncem 14. století jako komplex masivních budov. Postupně byl přebudován v 16. a 17. století. Po likvidaci hradu Likava v roce 1707 se stal sídlem panství. Poté byl víceúčelově využíván. V současnosti se část stala součástí obchodního centra Hyperalbert a část je v havarijním stavu. Na stavbě kaštela se podílejí vápence, křemence, pískovce, jílovce a dolomity.

Další významný typ je kaštel v Parížovcích (**Obr. 11**). Je to přechodný typ mezi loveckým hrádkem a zámkem. Byl vystavěn a upravován rodinou Parisů od 14. po 15. století. Poslední významná přestavba proběhla v 16. století v renesančním slohu. Hrádek byl kamenný a na jeho stavbě byly využity veškeré horniny obsahující balvanité sedimenty řeky Váhu a sedimentární horniny nacházející se v Liptovské kotlině. Je to celá řada již zmíněných hornin (krystalinické horniny, vápence, dolomitické vápence, dolomity, pískovce, jílovce, křemence atd.). Významný byl přistavěný portikus z pískovcovými klenbami a sloupy. Zajímavostí je, že obec Parížovce podlela zkáze, protože se nacházela v území, kde se dnes rozprostírá přehrada Liptovská Mara. Proto se tento významný objekt rozebral a znovu postavil v Liptovském muzeu v přírodě v Pribylině. Tady je přístupný veřejnosti. Nesmíme opomenout ani to, že rodina Parížovských tu založila rybníkářství. Rybníky se táhly od Parížovců až po horní konec Beňušovec. Kamenná zdíva rybníků byla v terénu dlouho vidět, pokud se nestaly zdrojem stavebního materiálu. Můžeme předpokládat, že materiál byl obdobný jako u stavby kaštela.

Posledním typem kaštelů jsou barokní stavby a přestavěné (barokizované) starší renesanční objekty. Charakteristickými znaky jsou obranné nárožní věžičky a mansardové střechy. V Liptově se jich nachází celá řada. Vzpomeňme např. Lešeňová, Liptovské Vlchy, Liptovská Teplá, Liptovská Štiavnica, Podtureň, Liptovský Mikuláš, Liptovský Ján aj. Jelikož se tyto objekty tak jako v předchozím případě nalézaly v obcích, podílely se na jejich stavbě hlavně horniny vnitrohorského flyše a naplavených balvanitých sedimentů řeky Váh a jeho přítoků. Bylo použito i stavebního materiálu starších objektů ze 17. až 19. století.

Církevní architektura Liptova představuje ucelenou kolekci křesťanského umění od nejstarších dob po současnost. V Liptově je

kostelíků a kostelů celá řada, takže si opět představíme jen některé.

Kostelík Svatého Martina v Martinčeku (**Obr. 12**) souvisí s jeho pravěkým předchůdcem v území již zmíněných hradišť na vrchu Mních a jeho okolí. Byla zde nalezena část Liptovského bronzového pokladu s šesti bronzovými meči. Kostel je raně gotická stavba se znaky románského charakteru. Nástěnné malby jsou od neznámého malíře a datují se kolem roku 1300. Stavební kámen, který byl zde použit je hlavně vápenec a pískovec.

Další kostel, který si představíme, je kostel Svatého Mikuláše (**Obr. 13**) a kostel Svatého Petra s klášterem v Okolíčném v Liptovském Mikuláši. Kostel Svatého Mikuláše je největší raně gotická stavba na Liptově. Nejzachovalejší části jsou z poslední třetiny 13. století. Kostel byl sice barokně upraven, nicméně raně gotická podoba mu byla vrácena po čas rozsáhlé rekonstrukce v letech 1941-1943. Významné je využití především pískovců a granitoidů, které tvoří části ostění, překladů, kleneb, portálů a oken. Podobně významnou stavbou je kostel Svatého Petra z Alkantary s františkánským klášterem v Okolíčném. Objekty jsou pozdně gotické z 15. století a představují vrchol středověké architektury.

Dalším zajímavým církevním objektem je kostel Svatého Ladislava v Liptovských Matiašovcích (**Obr. 14**). Byl postaven v 17. století a jeho zvláštností je výstavba ochranné zdi se vstupní bránou a čtyřmi nárožními ochrannými věžicemi se střilnami. Opevnění sloužilo k ochraně obyvatelstva před zbojníky, cizími vojsky apod. Objekt je jedinečný v rámci celého Slovenska. Ke stavbě bylo využito většinou pískovců, glaukonitických pískovců, dále žul, migmatitů, paleobazaltů, karbonátových hornin a jílovců. Zdejší přehlídka hornin je jedinečná a je zde vidět výjimečné využití stavebního materiálu z celého okolí.

V poslední řadě je to dřevěný artikulační kostel ve Svatém Kříži. Kostel je z roku 1729. Byl rozebrán a přemístěn z obce Paludza, kterou pohltily vody přehrady Liptovská Mara. Kostel křížového typu je jednou z největších dřevěných staveb v Evropě a pojme až 5.000 lidí. Při stavbě nebylo použito žádného kovového spojovacího materiálu. Původní stavba měla kamennou podezdívku z balvanitých sedimentů Váhu, pískovců a žul. Dnešní stavba v

podhůří Nízkých Tater stojí především na vápencích a dolomitech subtatranských příkrovů Tater.

Závěr

Počtem památek patří Liptov mezi jedinečné území s vysokým počtem kulturních památek na relativně nevelkém území (80 km).

Kulturní památky v rámci Liptovského regionu představují ucelenou sbírku umění na Slovensku a to jak z hlediska architektury jednotlivých historických dob a slohů, tak i z hlediska využití přírodních materiálů v rámci daných staveb.

Jednotlivé využití stavebního materiálu v daném prostředí poukazuje na úžasnou znalost přírodních zdrojů a jejich využití v praxi.

Poděkování

Autoři děkují za podporu výzkumným záměrům RVO 67985831 a RVO 67985891. Za zhotovení výbrusů patří dík pí J. Jabůrkové z Geologického ústavu AV ČR v.v.i.

Literatura

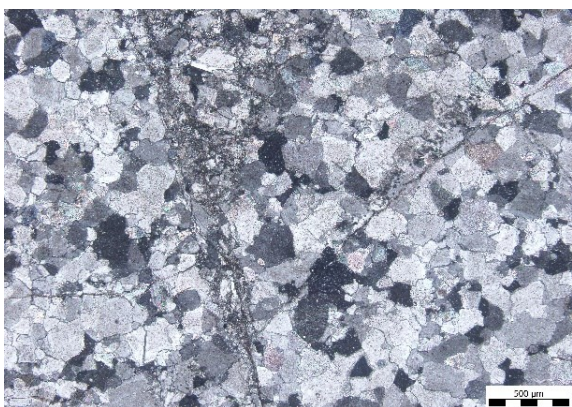
- Hájek P. (2018): Podzemné krásy Liptova. Informátor, časopis ČSVVJ, 63, 17-22.
- Hrady, zámky a kaštiele, průvodce a mapa 1: 500 000, (2002): VKÚ a.s.Harmanec, 75 s. Stredné Slovensko, průvodce a mapa 1: 250 000. (2005): BB KART s.r.o., Banská Bystrica, 63 s.
- Hochmuth Z. (1984): Liptov, Šport, Bratislava, 197 s.
- Mahel M. (1986): Geologická stavba československých Karpát 1. - Paleoalpínské jednotky, Veda, Bratislava, 503 s.
- Město Lipt. Mikuláš (2008): Liptovský Mikuláš a okolie, Štúdio HARMONY, s.r.o., Banská Bystrica, 120 s.
- Okál J. (2011): Slovenský pamiatkový ústav 1951-1958. Informátor Archívu Pamiatkového úradu SR Bratislava, 45, 1-7.
- Puškárová B., Križanová E. (1990): Hrady, zámky a kaštiele na Slovensku, Šport, Bratislava, 240 s.
- Šášky L. (1988): Umenie Slovenska, Tatran, Bratislava, 632 s.



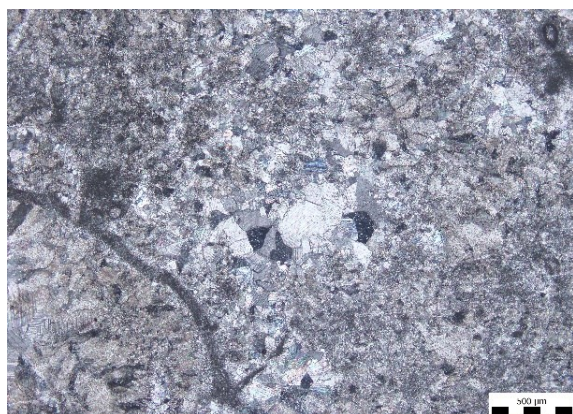
Obr. 1. Pohled z hradiště Hrádok na hradiště Havránok, foto P. Hájek.



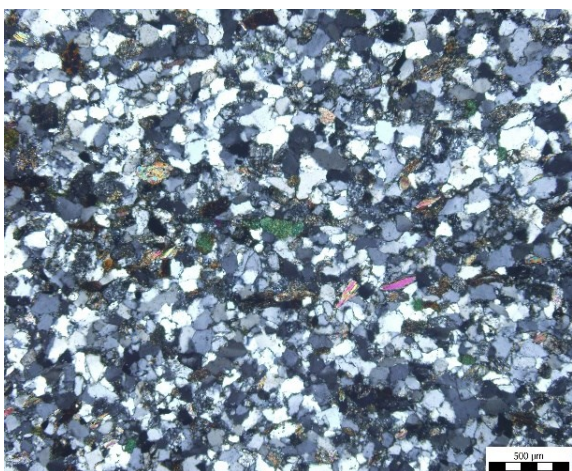
Obr. 2. Hradiště Mnich z hradiště Choč, foto P. Hájek.



Obr. 3. Vápenec triasového stáří, mikrofoto M. Šťastný.



Obr. 4. Dolomit triasového stáří, mikrofoto M. Šťastný.



Obr. 5. Glaukonitický pískovec terciárního stáří, mikrofoto M. Šťastný.



Obr. 6. Paleobazalt paleozoického stáří, mikrofoto M. Šťastný.



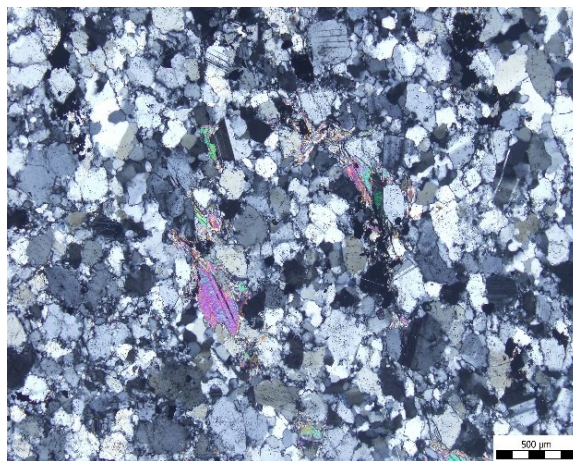
Obr. 7. Hrad Liptov, foto P. Hájek.



Obr. 8. Dolomit detail, foto P. Hájek.



Obr. 9. Hrad Likava, foto P. Hájek.



Obr. 10. Pískovec, mikrofoto M. Šťastný.



Obr. 11. Kaštel Parížovce, foto P. Hájek.



Obr. 12. Kostel Sv. Martina, Martinček, foto P. Hájek.



Obr. 13. Kostel Sv. Mikuláše, Lipt. Mikuláš, foto P. Hájek.

TRANSMISE ODBORNÉ LITERATURY (XXVII)

Manning D. A. C. (2022): Mineral stabilities in soils: how minerals can feed the world and mitigate climate change. *Clay Minerals*, **57**, 31–40.

Minerální reakce v půdách prokazatelně probíhají v časovém měřítku života člověka. Zvětráváním silikátových „horninotvorných“ minerálů se uvolňují živiny, které jsou nezbytné pro růst rostlin, včetně oxidu křemičitého. Tento proces spotřebovává CO_2 , který pochází z atmosféry, díky zvýšenému zvětrávání hornin. Z pohledu člověka má proces zvětrávání dvě prospěšné funkce – (1) výživu plodin a (2) zmírňování klimatu – odstraněním atmosférického CO_2 . Obě funkce považujeme za spojený proces. Během zvětrávání dochází k uvolňování oxidu křemičitého, což současně může odpovídat tomu, co z půdy odebírá plodina (např. pšenice). Jednoduchá analýza ukazuje, že množství oxidu křemičitého který se hromadí v pšenici během 4-měsíčního vegetačního období, se snadno uvolňuje zvětráváním pyroxenů a plagioklasů, minerálů, které se běžně vyskytují v čedičových vyvřelinách. Na rozdíl od toho je rychlost rozpouštění křemene tak nízká, že nemůže dodávat odebraný oxid křemičitý do plodiny a je inertní. Podobně rozpouštění jílových minerálů uvolňuje dostatečné množství oxidu křemičitého pro příjem rostlinami. Rychlé zvětrávání silikátových minerálů v půdách je patrné ze snímků povrchů zrn exponovaných v půdách po dobu 10–100 let. Důkaz pro silikátové zvětrávání hornin jako součásti půdního systému, který udržuje lidstvo, je zajištěno vegetací, kterou vidíme kolem sebe.

KNIHY A ČASOPISY

Dne 13.8.2022 vyšla v edici Developments in Clay Science již desátá monografie s názvem „Clay Minerals and Synthetic Analogues as Emulsifiers of Pickering Emulsions“, jejímiž editory jsou Fernando Wypych, Rilton Alves de Freitas. eBook ISBN:



Obr. 14. Kostel Sv. Ladislava, Lipt. Matiašovce, foto P. Hájek

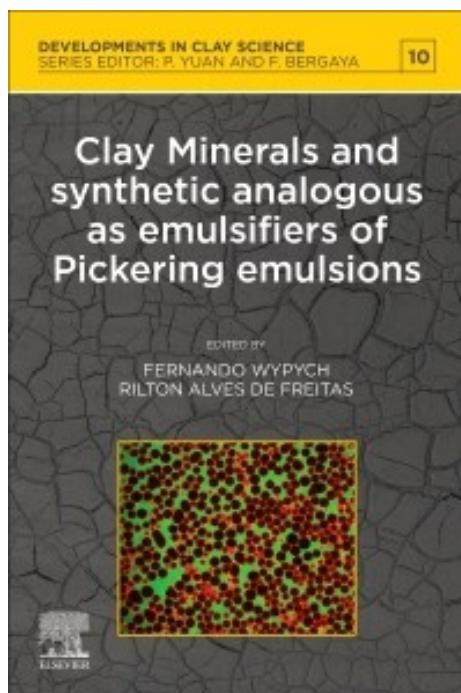
9780323918596, Paperback ISBN: 9780323918589.

Publikace „Clay Minerals and Synthetic Analogues as Emulgators of Pickering Emulsions“ vyplňuje mezeru v literatuře, stimuluje agregaci hodnoty jílových minerálů a ukazuje čtenářům způsoby přípravy, charakterizace a aplikace Pickeringových emulzí stabilizovaných vrstevnatými materiály.

Pickeringovy emulze patří mezi atraktivní disperzní systémy, poněvadž jsou jednoduché a jsou podobné emulzím na bázi surfaktantů. Pickeringovy emulze byly od svého vzniku (roku 1907) dlouhou dobu ignorovány a předmětem intenzivního zájmu se staly teprve nedávno.

Součástí emulzí Pickeringova typu nejsou povrchově aktivní látky. Mezifázové rozhraní těchto emulzí je stabilizováno pomocí pevných částic anorganického, nebo organického charakteru. Tyto částice, obvykle o průměru menším než 200 nm, mohou být tvořeny jílovými minerály.

Kniha začíná základními pojmem Pickeringových emulzí, popisuje termodynamickou, kinetickou a gravitační stabilitu, způsoby přípravy a nejběžnější charakterizační techniky. Dále kniha představuje podrobnou strukturu, vlastnosti a fyzikálně-chemické modifikace přírodních a syntetických vrstevnatých minerálů za účelem optimalizace jejich vlastností. Obrázky a schémata jsou připravena pro odborníky v této oblasti, jakož i pro vysokoškolské a postgraduální studenty z mnoha různých oblastí výzkumu, kde mají jílové minerály, syntetické vrstevnaté materiály a Pickeringova emulze potenciální uplatnění. Knížka vyplňuje mezeru v literatuře, stimuluje agregaci hodnoty jílových minerálů a ukazuje čtenářům aplikace Pickeringových emulzí stabilizovaných vrstevnatými materiály, přičemž věnuje zvláštní pozornost jílovým minerálům.



Na závěr uvádíme konkrétní obsah knihy pro podrobnější představu.

Table of contents:

- Contributors
- **Part 1: Introduction**
- **Chapter 1: Clay minerals: Classification, structure, and properties**
 - Abstract
 - 1.1: Basic concepts, classification, and nomenclature
 - 1.2: Clay minerals with neutral structures
 - 1.3: Clay minerals with negatively charged layers
 - 1.4: Physical and chemical modifications of clay minerals
 - 1.5: Concluding remarks
 - Acknowledgments
 - References
- **Chapter 2: Fundamentals of emulsion formation and stability**
 - Abstract
 - 2.1: Definitions
 - 2.2: Thermodynamics of emulsification
 - 2.3: Kinetic stability (metastability) of emulsions
 - 2.4: Instability phenomena in emulsions
 - 2.5: Preparation and stabilization of emulsions
 - References
- **Chapter 3: Pickering emulsions: History and fundamentals**
 - Abstract
 - 3.1: A brief history of Pickering emulsions
 - 3.2: Formation and main characteristics of Pickering emulsions
 - 3.3: Conclusion
- References
- **Chapter 4: Experimental multiscale approach and instrumental techniques for the characterization of Pickering emulsions**
 - Abstract
 - 4.1: Introduction
 - 4.2: Emulsion characterization at the macroscopic and mesoscopic and microscopic levels
 - 4.3: Particles at the interface
 - 4.4: Conclusion
 - References
- **Part 2: Pickering emulsion based on clay minerals**
- **Chapter 5: Physical and chemical properties of layered clay mineral particle surfaces**
 - Abstract
 - 5.1: Introduction
 - 5.2: Surface-active clay minerals
 - 5.3: Surface wettability of clay minerals
 - 5.4: Surface modification
 - 5.5: Particle-particle interactions
 - 5.6: Conclusions
 - References
- **Chapter 6: Pickering emulsions and foams stabilization based on clay minerals**
 - Abstract
 - 6.1: Introduction
 - 6.2: Pickering emulsion or foam stabilized with clay mineral
 - 6.3: Stabilization manner of clay mineral in pickering emulsions or foams
 - 6.4: Effect factors of Pickering emulsion or foams stabilized with clay mineral
 - 6.5: Application of the clay mineral stabilized pickering emulsion or foam
 - 6.6: Conclusion and outlook
 - References
- **Chapter 7: Pickering emulsions based on layered clay minerals with neutral structures, scrolls, and nanotubes morphologies**
 - Abstract
 - 7.1: Clay minerals with neutral structures
 - 7.2: Clay minerals with neutral structures applied in emulsions
 - 7.3: Emulsions containing nonionic clay minerals applied in biomedical and pharmaceutical areas
 - 7.4: Dermatology and cosmetics applications
 - 7.5: Environmental applications
 - 7.6: Conclusion
 - References
- **Chapter 8: Pickering emulsions based on cation-exchanged layered clay minerals**
 - Abstract

- 8.1: Introduction
- 8.2: Smectite group of minerals
- 8.3: Conclusions
- References
- **Chapter 9: Role of surfactants and polymers for clay minerals as stabilizer of Pickering emulsion**
- Abstract
- 9.1: Introduction
- 9.2: Interactions between clay minerals and surfactant or polymers for Pickering emulsification
- 9.3: A nonexhaustive overview of Pickering emulsions stabilized by clay minerals with surfactants and polymers
- 9.4: New materials derived from clay minerals Pickering emulsions
- 9.5: Conclusion
- References
- **Part 3: Pickering emulsion based on synthetic layered hydroxides**
- **Chapter 10: Layered double hydroxides and hydroxide salts: Structure and properties**
- Abstract
- 10.1: Layered compounds: Basic concepts and nomenclature
- 10.2: Layered double hydroxides
- 10.3: Layered hydroxide salts
- 10.4: Methods of synthesis
- 10.5: Some applications and future perspectives
- Acknowledgments
- References
- **Chapter 11: Pickering emulsions based on layered double hydroxides and metal hydroxides**
- Abstract
- 11.1: Introduction
- 11.2: Oil-in-water emulsions
- 11.3: Applications of Pickering emulsion stabilized by LDH/LSH particles
- 11.4: Conclusions
- References
- Index

AKTUALITY

2023

5. světová konference WAWAC

19.-23. června 2023

Univerzita Palackého, Olomouc, Česká republika
<https://waswac.upol.cz>

Workshop Archeologická půdní mikromorfologie 2023

27.-30. června 2023
 Utrecht, Holandsko

XXIII. mezinárodní multidisciplinární vědecká konference SGEM (průzkum, geologie ekologie a management)

1.-10. července 2023

Albena, Bulharsko

EUROCLAY 2023

International Conference of European Clay Groups Association

24.-27. července 2023

Bari, Itálie

International Conference on Clay Mineralogy and Minerals ICCMM

23.-24. srpna 2023

Budapešť, Maďarsko

<https://waset.org/clay-mineralogy-and-minerals-conference-in-august-2023-in-budapest>

8. WMEES World Multidisciplinary Earth Science Symposium

28. srpna – 1. září 2023

Praha, Česká republika

<https://mess-earth.org>

4. ročník Světového kongresu o geologii a vědě o Zemi (GeoEarth-2023)

4.-6. září 2023

Řím, Itálie

<https://geology-earthscience.com>

ICACS 2023: 17. International Conference on Applied Clay Science

8.-9. listopadu 2023

Istanbul, Turecko

2024

Oslava stého výročí a kongres IUSS (100 let minulých úspěchů pedologie a budoucích výzev)

9.-21. května 2024

Florence, Itálie

ICCMIC 2024: 18. International Conference on Clay Mineralogy and Industrial Clays

19.-20. srpna 2024

Londýn Velká Británie

37. mezinárodní geologický kongres

25.-31. srpna 2024

Pusan, Jižní Korea

www.igc2024korea.org

12. Středoevropská konference (MECC 2024)

15.-20. září 2024

Plzeň, Česká republika

ISMOM 2024 – 9. mezinárodní symposium interakcí půdních minerálů s organickými složkami a mikroorganismy

10.-14. října 2024

Tsukuba, Japonsko

2025

18. mezinárodní jílová konference

13.-18. července 2025

Dublin, Irsko



XVIII ICC
Dublin, Ireland
13-18 JULY 2025

Vydává:

Česká společnost pro výzkum a využití jílu
Geologický ústav AV ČR v.v.i.

Rozvojová 269

165 00 Praha 6 - Lysolaje

tel.: 233 087 233

Registrační číslo: MK ČR E 17129

Editor:

RNDr. Martin Šťastný, CSc. (Geologický ústav
AV ČR, v.v.i.)

e-mail: stastny@gli.cas.cz, stastny.cm@seznam.cz

Členové redakční rady:

doc. RNDr. Miroslav Pospíšil, Ph.D. (Matematicko-
fyzikální fakulta UK)

Mgr. Jana Schweigstillová, Ph.D. (Ústav struktury
a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i.)

prof. Ing. Petr Praus, Ph.D. (Technická univerzita –
VŠB Ostrava)

Technický redaktor:

RNDr. Martin Šťastný, CSc.

Vychází: 31.5.2023

Tištěná verze: ISSN 1802-2480

Internetová .pdf verze: ISSN: 1802-249