

**Műszaki Kémiai Tudományos Bizottság Anyagtudományi- és Szilikátkémiai  
Munkabizottság**

**PhD hallgatók anyagtudományi napja**

2020. november 16.

**Előadás összefoglalók**

Az összefoglalók sorrendje az előadások időrendjét követi.

A hallgatók által beküldött összefoglalókat a szervezők minden további korrektúra nélkül teszik közzé.

Utolsó módosítás: 2020 november 9.

## Ipari hulladékanyagok felhasználási lehetőségeinek vizsgálata AAC-bázisú kompozitok előállítására

Boros Adrienn\*, Dr. Korim Tamás, Prajda Roland

<sup>1</sup>Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Műszaki Tudományok Kutató-Fejlesztő Központ, Anyagmérnöki Intézeti Tanszék, (PE MK MTKFK AMIT) Veszprém

\*[boros.adrienn@mk.uni-pannon.hu](mailto:boros.adrienn@mk.uni-pannon.hu)

Az alkáli aktivált cementek (AAC) tanulmányozása során számos kérdés merül fel főként a gazdasági szempontok elemzésekor, ezért a kutatások jelentős része a speciális kiindulási anyagok felhasználási lehetőségeinek irányába mozdul el. Természetesen cél a minél olcsóbb, lehetőleg hulladéknak tekinthető anyagok, mint például gumi-, téglá-, üvegőrlemény, Ytong-por alkalmazása. Az egyes iparágak hatalmas léptékű fejlődésével ezen hulladékok mennyisége évről évre nő, amelyek hasznosítása még ma is megoldatlan kérdés. Elsődleges probléma, hogy kevés a gazdaságos felhasználási megoldások száma. Egyre több értekezés számol be olyan alkáli aktivált kötőanyagrendszerekről, amelyeknél a szilárd frakciót főként ipari hulladékok képezik. Ezen anyagok alkalmasak lehetnek speciális ipari eljárásokban történő felhasználásra, például a gumiőrleménnyel adagolt AAC-ek a nagyobb berendezések (szivattyúk, elektromos berendezések és motorok, ipari és mezőgazdasági gépek) működése közben fellépő rezgések csillapítására. Nyilvánvaló, hogy a kiindulási anyagok minősége meghatározza a késztermékek tulajdonságait, egyes esetekben a „klasszikus” kötőanyagokhoz képest jóval kisebb szilárdsági értékekkel rendelkeznek. A szilárdság különböző szálas szerkezetű anyagok AAC mátrixban történő elosztatásával javítható. A szálerősített AAC kompozitok mechanikai tulajdonságai eltérnek a betonokétól, nyomó- és hajlítószilárdságuk versenyezhet azokéval, sőt kémiai ellenállóképességük és kopásállóságuk is nagyon jó, így ígéretes alternatívaként szolgálhatnak.

Kutatásaim során kohósalak alapú AAC-eket állítottam elő, első kísérletsorozatomban gumiadalékolással, a másodikban szálerősítéssel, a harmadikban pedig a kettő keverékével. Elsődleges célom volt a kompozitok szilárdsági értékeinek maximálása, továbbá a szilárdság és az anyagszerkezeti jellemzők közötti kapcsolat felderítése. A mátrixhoz a jobb bedolgozhatóság érdekében szuperplasztifikátort, a gumi jobb nedvesíthetősége érdekében pedig a műanyagiparban gyakran alkalmazott hidrofizáló szereket adagoltam. A kísérleti paraméterek, valamint a gumiőrlemény és a szál mennyiségének megfelelő megválasztásával maximálható a minták szilárdsága. Az optimális összetételű AAC kompozit dinamikus igénybevétellel szembeni ellenállása Charpy féle ütővizsgálattal meghatározható, amelyet CEM I 42,5 N portland- és CEM III/B 32,5 N kohósalak-cementből készült beton próbatestek fajlagos ütőmunka értékeivel hasonlítottam össze.

Köszönet az EFOP-3.6.1-16-2016-00015 és a GINOP-2.3.2-15-2016-00016 projektek anyagi támogatásáért.

## Gyógyszerhordozó nanorészecskék toxikológiai vizsgálata

Babos György\*, Feczko Tivadar

*Természettudományi Kutatóközpont Anyag- és Környezetkémiai Intézet, Budapest  
Pannon Egyetem, Bio-nanotechnológiai és Műszaki Kémiai Kutatóintézet, Veszprém*

\*[babos@mukki.richem.hu](mailto:babos@mukki.richem.hu)

A rosszindulatú daganatok kemoterápiás kezelését súlyos mellékhatások kísérhetik, illetve a használt rákellenes hatóanyag ellen rezisztencia alakulhat ki a tumorsejtekben. Kutatócsoportunk ezek kiküszöbölésére az alkalmazott kemoterapeutikumokat nanorészecskékbe kapszulázva, gyógyszerhordozó rendszerként kívánja célzott módon a tumoros szövetbe juttatni. A hatóanyag-leadás szabályozható, tervezhető, segítségével a kioldódás a célszövetben valósítható meg. A szisztémás adagoláshoz képest jelentős dóziscsökkenés érhető el ily módon, így nagymértékben visszaszoríthatók a nemkívánatos mellékhatások. Több, eltérő hatásmechanizmusú szer együttes alkalmazásával a rezisztencia kialakulásának elmaradását reméljük.

Már a hagyományos, kismolekulás hatóanyagok preklinikai vizsgálata is meglehetősen összetett folyamat. Nanoméretű gyógyszerhordozó rendszerek vizsgálata további kihívások elé állítja a szakembereket. Méretük és nagy fajlagos felületük miatt toxikológiai szempontból további paraméterek ellenőrzése szükséges, illetve egyes vizsgálatok kivitelezése eltérő módszereket igényel, melyekkel az ún. nanotoxikológia foglalkozik. A nanorészecskék az élő szervezetben is sajátos módon viselkednek. A felületi kölcsönhatások eredményeképpen biológiai közegekben felületükön fehérje bevonat (ún. protein korona) alakul ki, és ez a komplex anyagrendszer vesz részt a további folyamatokban.

A doxorubicin és a sorafenib citotoxikus illetve citosztatikus szerek, melyeket kemoterápiában - pl. primer májrák kezelésére - használnak. A hatóanyagokat nanokompozitba ágyazva vizsgálni kell a létrehozott nanorészecske fizikai-kémiai paramétereit (méret, polidiszperzitás, hatóanyagtartalom, stb.) és biológiai hatásait. A hordozó polimer biokompatibilitása és a kapszulázott hatóanyagok az eredeti molekulákkal megegyező (citotoxikus) hatása alapkövetelmény.

Az előadás témája a „hagyományos” toxikológia eszköztárának kibővítése, alkalmassá tétele nanoméretű gyógyszerhordozó rendszerek vizsgálatához. Az előadás felhívja a figyelmet az eltérésekre, várható nehézségekre valamint megoldást kínál ezekre.

A továbbiakban szeretnénk folytatni a kutatásokat, mely során a gyógyszerhordozó rendszer célba juttatását kívánjuk fejleszteni (aktív célzás), valamint a hordozó polimerek optimalizálásával a gyógyszer leadásának szabályozhatóságát pontosítani.

*A munka pénzügyi háttérét a GINOP-2.3.2-15-2016-00017 pályázat (Bionanotechnológiai kutatások betegségek hatékony kimutatása, újfajta hatóanyagok kifejlesztése és bioinspirált intelligens nanoanyagok előállítására érdekében) biztosította.*

## **Modification of Corn Starch for Improving the Physical and Mechanical Properties for Packaging Purpose**

G. Alula Gebresas<sup>\*1</sup>, Tamas Szabo<sup>2</sup>, Kinga Tamasi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*University of Miskolc, Institute of Ceramic and Polymer Engineering, Miskolc*

\*[gebresas@gmail.com](mailto:gebresas@gmail.com)

### **Abstract**

Starch is a widely available renewable biodegradable polymer with properties very poor to replace the conventional plastics for packaging purposes. Modifying starch to improve its properties has become a timely issue in response to the environmental pollution restrictions all around the globe. In this research, modification of corn starch was done under plasticization and cross-linking agents; glycerol and citric acid respectively. The modification was made under different pH, the heat of reaction, curing temperature and time; and a slightly different ratio of glycerol and citric acid. Two different techniques of cross-linking were also used. Water absorption, fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), dynamic mechanical analysis (DMA), differential scanning calorimetry (DSC), and scanning electron microscope (SEM) tests were performed to characterize the thin film samples. Results showed that the availability of glycerin is a critical factor for the cross-linking and plasticity property of the film for the cross-linked sample without glycerol was found brittle and has easily disintegrated in water as crystals. Generally, citric acid has increased the water-resistance of starch cross-linking the chains of starch molecules and reducing the amount of hydroxyl group. The thermal property of the cross-linked starch film samples indicated that the inclusion of citric acid as a cross-linking and/or as impurity has affected the increase in the melting point of starch films.

### *Acknowledgement*

I acknowledge BorsodChem chemical company for providing me technical support for the DMA tests done in this report. I also want to appreciate Mr. Konya Csaba and other technical staffs of the company for their welcoming approach and support.

## Thermal and mechanical properties of zeolite-alumina composite materials

Jamal Eldin F. M. Ibrahim<sup>1</sup>, Kurovics Emese<sup>2</sup>, M. Tihitih<sup>3</sup>, A. László Gömze<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> *Department of Materials Sciences and Engineering, University of Miskolc, Hungary*

[\\*jamalfadoul@gmail.com](mailto:*jamalfadoul@gmail.com)

Large effort has lately been devoted to produce ceramic composite materials with enhanced properties using available and cost-effective materials. Natural zeolites are interesting candidates that can be used in the synthesis of many ceramic composites due to their fascinating properties such as large surface area, high ions exchange capacity, high sorption capacity and their porous structure that can host secondary materials.

In this work, Zeolite-alumina ceramic composite was prepared through reactive sintering method, using natural occurred zeolite powder from Tokaj deposit in Hungary and MOTIM Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> powder, the structure, morphology and thermal characteristics of the complex composite structures were investigated, using different characterization techniques including, scanning electron microscopy (SEM), X-ray diffraction (XRD) and Thermanalytical Analyzer. The X-ray investigation of the natural zeolite reveals the existence of many phases with different contents of minerals: Montmorillonite, quartz, cristobalite, clinoptilolite, and calcite. The sintered samples showed good thermal insulating properties most probably due to the micropores structure in the composite materials. The authors have found that the properties of the final product are highly affected by sintering temperatures. A remarkable change is observed in density, porosity, shrinkage and colour of the produced specimens.

**Acknowledgements:** The described work was carried out as part of the EFOP-3.6.1-16-00011 “Younger and Renewing University – Innovative Knowledge City – institutional development of the University of Miskolc aiming at intelligent specialisation” project implemented in the framework of the Széchenyi 2020 program. The realization of this project is supported by the European Union, co-financed by the European Social Fund.

## Modified Barium titanate Cobalt Substituted : Sol gel Synthesis and structural characterization

Mohammed Tihthi<sup>1</sup>, Jamal F. M. Ibrahim<sup>1</sup>, Emese Kurovics<sup>1</sup> and László A. Gömze<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Ceramics and Polymer Engineering, University of Miskolc, Miskolc, Hungary

<sup>2</sup>IGREX Engineering Service Ltd, Igrici, Hungary

[medtihtih@gmail.com](mailto:medtihtih@gmail.com), [fememese@uni-miskolc.hu](mailto:fememese@uni-miskolc.hu)

Perovskite structured materials with (A<sup>2+</sup>B<sup>4+</sup>O<sup>3</sup>) type viz. BaTiO<sub>3</sub> structure have been extensively studied due to the simplicity of its crystal structure, which can accommodate different types of dopant. This leads to the possibility of tailoring the properties of doped BaTiO<sub>3</sub> for technological applications. Multiferroic materials possessing ferroelectric and ferromagnetic properties have been attracted considerable interest due to their attractive multifunctional and physical properties for potential applications in information technologies, radioelectronics, optoelectronics, micro-electronics and spintronics devices. BaTiO<sub>3</sub> is one of the materials being explored for multi-ferroicity due to its excellent ferroelectric properties, high dielectric constant at room temperature, high permittivity, wide band gap, etc. To avoid the drawbacks of the conventional ceramic method such as poor dispersion of the constituents, high porosity and large particle size, a sol-gel technique was employed. A sol-gel method has certain advantages as it has an accurate control over the composition, purity and homogeneity at a microscopic level.

In the present work, we studied structural properties of pure and Cobalt (Co) doped Barium titanate successfully prepared by sol-gel method. The effect of Co doping on the structural properties of BaTiO<sub>3</sub> nanoceramics was investigated. Results revealed that doping has an influence on the crystallite size, lattice parameters and strain of BaTiO<sub>3</sub>, X-ray diffraction shows that pure BaTiO<sub>3</sub> powders crystallize in a tetragonal phase with a transition to pseudo-cubic phase after Co doping.

## Synthesis, Characterization and Properties about Ammine Silver Complexes

Lara Alexandra Fogaca<sup>1,2\*</sup>, Boglárka Mészáros<sup>1</sup>, Imre Miklós Szilágyi<sup>1</sup>, László Kótai<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Inorganic and Analytical Chemistry, Budapest University of Technology and Economics, Muegyetem rakpart 3, Budapest 1111, Hungary*

<sup>2</sup>*Institute of Materials and Environmental Chemistry, Research Centre for Natural Sciences, ELKH, Budapest 1117, Hungary*

\* [fogaca.laraalexandre@edu.bme.hu](mailto:fogaca.laraalexandre@edu.bme.hu)

Transition metal complexes having reducing ligands and oxidizing anions are very interesting materials due to its mild and selective oxidation properties in organic application [1] and also, as precursors in preparation of various nanosized metal oxides [2]. Only some permanganate complexes with ammonia ligands were tested in preparation of nanosized oxide catalyst materials [3], therefore in this work three complexes, namely diamminesilver(I) permanganate, perchlorate and sulphate were prepared and characterized.

Diamminesilver(I) permanganate and perchlorate were prepared in the reaction of NaXO<sub>4</sub> (X=Cl or Mn) compounds with cold ammoniacal solution of silver nitrate and after decomposed into nanosize products in solid phase. Diamminesilver(I) sulphate was obtained by cooling an ammonia solution of silver sulphate. The synthesized complexes and decomposition products obtained through different heat-treatments were characterized using IR, far-IR, Raman and XRD analysis. The complexes formed were characterized with vibrational spectroscopy and XRD methods, then their solid phase decomposition products were compared and analyzed under inert atmosphere and in the presence of air. The polymorphism of a permanganate and sulphate complexes were also studied. The existence of a High-temperature tetragonal polymorph of diamminesilver(I) sulphate have been detected by PXRD and DSC.

Keywords: Metal complexes, Perchlorate, permanganate, sulphate, thermal decomposition, phase transition.

### References

[1] Kótai, L.; Gács, I.; Sajó, I. E.; Sharma, P. K.; Banerji, K. K. Trends in Inorg. Chem., 2009, 11, 25-104.

[2] Sajó, I. E.; Bakos, L. P.; Szilágyi I. M.; Lendvay, G.; Magyar, J.; Mohai, M.; Szegedi, Á.; Farkas, A.; Jánosity, A.; Klébert, S.; Kótai, L. Inorg. Chem., 2018, 57(21),13679-13692.

[3] Klobb, T. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1886, 103, 384–385.

## Ikait (kalcium-karbonát-hexahidrát)-ACC (amorf-kalcium-karbonát) átalakulásának vizsgálata

Lázár Anett<sup>\*1</sup>, Molnár Zsombor<sup>1</sup>, Aradi László Előd<sup>2</sup>, Kótai László<sup>3</sup>, Klébert Szilvia<sup>3</sup>, Trif László<sup>3</sup>, Bódis Eszter<sup>3</sup>, Németh Péter<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Környezeti Ásványtan Kutatócsoport Bio-nanotechnológiai és Műszaki Kémiai Kutatóintézet Pannon Egyetem

<sup>2</sup> Litoszféra Fluidum Kutatólaboratórium, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem

<sup>3</sup> MTA Természettudományi Kutatóközpont Anyag- és Környezetkémiai Intézet, (MTA TTK AKI) Budapest

\*[lazaranett9631@gmail.com](mailto:lazaranett9631@gmail.com)

Az ikait (kalcium-karbonát-hexahidrát) a kalcium-karbonát egyik metastabil fázisa, mely a természetben hideg környezetben (4 °C alatt), magas pH (>9) mellett képződik ortofoszfát jelenlétében (Brooks et al. 1950 Hu et al. 2014). Mivel megjelenése fagyponthoz közeli (kriogén) környezeti feltételekhez kötött, ezért ez az ásvány egy nagyon fontos paleoklimatológiai indikátor. Az ikait metastabil, szobahőmérsékleten rendszerint -a természetben kizárólag - kalcitá alakul át. Azokat a kalcit kristályokat, amelyek őrzik az ikait morfológiáját, glendonitnak hívjuk és megjelenését a múltbéli hideg környezet jelzéséhez használhatjuk. Irodalmi adatok szerint (Zou 2018) az ikait képződése egy amorf metastabil karbonát fázison keresztül történik. Ez a módosulata az ACC (amorf kalcium-karbonát), amely gyorsan átalakul a stabil kalciumkarbonátok egyikévé, ezért az ACC-t a kristályos karbonátok prekursor fázisának is tekinthetjük. Képződése kulcsszerepet játszik a kristályos karbonátok keletkezésében, a karbonát módosulatok (kalcit, vaterit, aragonit) kialakulásában, a biológiai ásványosodásban és az élő szervezetek Ca felvételében.

Az előadás témája a kristályos ikait amorf karbonáttá, valamint ennek az amorf anyagnak, stabil, kristályos kalcitá történő átalakulásának vizsgálata. A kiindulási ikaitot laboratóriumi körülmények között, korábbi irodalom alapján szintetizáltam (Mellor et al. 1924), majd az átalakulását különböző kémiai közegekben vizsgáltam, először vákuumban, majd szerves oldószerekben. A keletkezett kristályos és amorf anyagokat röntgendiffrakciós módszerrel, Raman és infravörös spektroszkópiával, termogravimetriával, pásztázó és transzmissziós elektronmikroszkópiával vizsgáltuk. A prezentációban a vizsgálatok során gyűjtött tapasztalataimat, megfigyeléseimet és a kapott eredményeket foglalom össze. Bemutatom a kristályos-amorf-kristályos karbonátszerkezetek átalakulásával kapcsolatos következtetéseimet és rámutatok eredményeim jelentőségére.

## Synthesis, structure and properties of some oxidising anion-containing iron(III)-urea complexes

Kende Attila Béres<sup>1,2\*</sup>; Zoltán Homonnay<sup>2</sup> László Kótai<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Materials and Environmental Chemistry, Research Centre for Natural Sciences, ELKH, Budapest 1117, Hungary*

<sup>2</sup>*Laboratory of Nuclear Chemistry, Department of Analytical Chemistry, Institute of Chemistry, Eötvös Lorand University, Budapest, 1117, Hungary*

\*[beres.kende@gmail.com](mailto:beres.kende@gmail.com)

The aim of this work was preparation and structural characterization of various hexakis(urea)iron(III) complexes having oxidizing anions like nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ), permanganate ( $\text{MnO}_4^-$ ) and dichromate ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ). Structural characterization has been performed by single crystal X-ray diffraction and various spectroscopic (Mössbauer, IR and Raman) methods. All three complexes have extended hydrogen bond networks made by N-H and X-O (X=N, Mn or Cr) functionalities, which was approved by single crystal X-ray diffraction and spectroscopic methods as well.

Studies on thermal treatment of the complex salts have also been performed by X-ray diffraction, Mössbauer-spectroscopy and scanning electron microscope. Amorphous, micro and nanosized, mixed iron-chromium and iron-manganese oxides formation could be observed even at low temperature due to a solid phase quasi-intramolecular redox reaction between the oxidizing anions and reducing urea ligands.

# Synthesis of TiO<sub>2</sub>/WO<sub>3</sub> Composite Nanofibers by a Water-Based Electrospinning Process and Their Application in Photocatalysis

Vincent Otieno Odhiambo<sup>1, \*</sup>, Aizat Ongarbayeva<sup>1</sup>, Chra Rasool<sup>1</sup>, Orsolya Kéri<sup>1</sup>, László Simon<sup>2</sup> and Imre Miklós Szilágyi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Inorganic and Analytical Chemistry, Budapest University of Technology and Economics, H-1111 Budapest, Szent Gellért tér 4., Hungary

<sup>2</sup> Department of Organic Chemistry and Technology, Budapest University of Technology and Economics, H-1111 Budapest, Budafoki út 8., Hungary

\* Corresponding author: [vincent.odhiambo@mail.bme.hu](mailto:vincent.odhiambo@mail.bme.hu)

Coupling TiO<sub>2</sub> with other semiconductor oxides like WO<sub>3</sub> is one of the methods of enhancing the efficiency of its photocatalytic activity. It increases the light-absorbing range of TiO<sub>2</sub> to higher wavelength and decreases the recombination speed of the charge carriers<sup>[1,2,3]</sup>. The challenge of synthesizing composite TiO<sub>2</sub>/WO<sub>3</sub> nanofibers using a single technique has been that while most TiO<sub>2</sub> precursors hydrolyze in water, WO<sub>3</sub> precursors are water-soluble. In this study TiO<sub>2</sub>/WO<sub>3</sub> nanofiber were prepared in a one-step process by electrospinning using water soluble precursors. Further, to that the as-spun fibers were annealed in oxidizing and inert atmospheres to investigate the effect of annealing conditions on the fiber composition and characteristics. Titanium (IV) bis(ammonium lactato)dihydroxide (TiBALDH) and ammonium metatungstate (AMT) were used as water-soluble Ti and W precursors, respectively. Polyvinylpyrrolidone (PVP) and varying ratios of TiBALDH and AMT were dissolved in a mixture of H<sub>2</sub>O, EtOH and CH<sub>3</sub>COOH. The as-spun fibers were then heated in air and argon at 1 °C min<sup>-1</sup> until 600 °C to form TiO<sub>2</sub>/WO<sub>3</sub> composite nanofibers. Fiber characterization was done using TG/DTA, SEM–EDX, FTIR, XRD, UV-Vis diffuse reflectance spectroscopy and Raman. Fibers annealed in air had smallest diameter compared to the fibers annealed in argon. The 100% TiBALDH nanofibers annealed in air had a diameter range of 130–170 nm, while those annealed in argon had a diameter range of 320–3420 nm. The results showed an increase in the fiber diameter with an increasing amount of WO<sub>3</sub>. Pure TiO<sub>2</sub> had a band gap of 3.06 eV, the band gaps of the composite fibers decreased as the amount of WO<sub>3</sub> increased. The photocatalytic property of the fibers was also checked for methyl orange bleaching in visible and UV light. In visible light, the photocatalytic activity increased with an increase in the ratio of AMT, while 50% TiBALDH composite fibers showed the highest activity among the as-prepared fibers in UV light

[1] Etacheri, V.; Di Valentin, C.; Schneider, J.; Bahnemann, D.; Pillai, S.C. Visible-light activation of TiO<sub>2</sub> photocatalysts: Advances in theory and experiments. *J. Photochem. Photobiol. C Photochem. Rev.* **2015**, *25*, 1–29.

[2] Chen, Z.; Zhao, J.; Yang, X.; Ye, Q.; Huang, K.; Hou, C.; Zhao, Z.; You, J.; Li, Y. Fabrication of TiO<sub>2</sub>/WO<sub>3</sub> Composite Nanofibers by Electrospinning and Photocatalytic Performance of the Resultant Fabrics. *Ind. Eng. Chem. Res.* **2016**, *55*, 80–85.

[3] Nagy, D.; Firkala, T.; Drotár, E.; Szegedi, Á.; László, K.; Szilágyi, I.M. Photocatalytic WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> nanowires: WO<sub>3</sub> polymorphs influencing the atomic layer deposition of TiO<sub>2</sub>. *RSC Adv.* **2016**, *6*, 95369–95377.

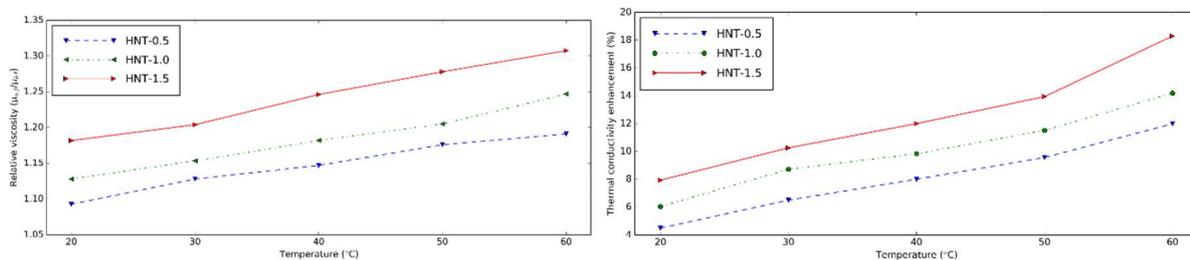
## Investigation of thermal conductivity and viscosity of nanofluids containing halloysite

Thong Le Ba\*, Ahmed Qani Alkurdi, Imre Miklós Szilágyi

Budapest University of Technology and Economics, Department of Inorganic and Analytical Chemistry, 1111 Budapest, Muegyetem rakpart 3., Hungary

\*[kenty9@gmail.com](mailto:kenty9@gmail.com)

In literature, the nanofluids based on halloysite and water with changing pH were investigated in only one research. [1] In this study, the halloysite nanofluids were prepared by using surfactants and changing pH for comparison. The halloysite nanotube (HNT) nanofluids were studied for several volume fractions (0.5, 1.0, and 1.5 vol%) and temperatures (20, 30, 40, 50, and 60 °C). The properties of HNT were studied with a scanning electron microscope (SEM), energy dispersive X-ray analysis, Fourier-transform infrared spectroscopy, X-ray powder diffraction, Raman spectroscopy and thermogravimetry/differential thermal analysis. The stability of the nanofluids was proven by zeta potentials measurements and visual observation. [2] With surfactants, the HNT nanofluids have the highest thermal conductivity increment of 18.30 % for 1.5 vol% concentration in comparison with the base fluid. The thermal conductivity enhancement of nanofluids containing surfactant is slightly higher than nanofluids with pH=12. The prepared nanofluids were Newtonian. The viscosity enhancements of the nanofluid were 11 % and 12.8 % at 30 °C for 0.5 % volume concentration with surfactants and pH=12, respectively. The novel equations of viscosity and thermal conductivity for these nanofluid were proposed. The thermophysical properties showed the halloysite nanofluids were potential for being used as heat transfer fluid.



**Figure 1.** Relative viscosity and thermal conductivity enhancement of halloysite nanofluids with surfactants

[1] J.A. Alberola, R. Mondragón, J.E. Juliá, L. Hernández, L. Cabedo, Characterization of halloysite-water nanofluid for heat transfer applications, *Appl. Clay Sci.* 99 (2014) 54–61. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2014.06.012>.

[2] T. Le Ba, O. Mahian, S. Wongwises, I.M. Szilágyi, Review on the recent progress in the preparation and stability of graphene-based nanofluids, *J. Therm. Anal. Calorim.* (2020) 1–28. <https://doi.org/10.1007/s10973-020-09365-9>.

## Characteristic mechanical properties of reinforced mullite ceramics (CMC)

Emese Kurovics\*<sup>1</sup>, László A. Gömze<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Miskolc, Institute of Ceramics and Polymer Engineering, Miskolc

<sup>2</sup>IGREX Engineering Service Ltd., Igrici

\*[fememese@uni-miskolc.hu](mailto:fememese@uni-miskolc.hu)

Mullite ceramics are widely researched and applied ceramic industry products, as the production of mullite ceramics is relatively inexpensive, so the mullite phase can be found in many products (e.g., wear parts, cutting tools, special refractories) in both the traditional and technical ceramic industries. During the production of ceramic products, the applied heat treatment method (heat curve, atmosphere) has a significant effect on the composition, physical, mechanical, and functional properties of the product.

In this research, the authors prepared mullite-containing ceramics by mixing Sedlecky ml kaolin, Nabalox 315 alumina and Monostori corn grits as a bio-original (vegetable) additive. Powder mixtures were made with different compositions, than cylindrical specimens with a diameter of 25 mm were prepared by uniaxial powder compression process. The pressed samples were pre-sintered at 1250 °C using oxidation and reduction atmosphere and then sintered at a temperature above 1400 °C using nitrogen gas. In this way, the typical carbothermal reduction and nitridation processes of clay minerals was performed, silicon nitride and SiAlON-reinforced mullite-based ceramic samples were prepared. After the composition analysis of the sintered ceramics, their mechanical properties such as micro Vickers hardness, abrasion resistance, strength were investigated. Based on the results, sintering in nitrogen gas resulted in the formation of mullite ceramics with higher hardness and a more resistant surface layer.

**Acknowledgements:** The described article was carried out as part of the EFOP-3.6.1-16-00011 “Younger and Renewing University –Innovative Knowledge City – institutional development of the University of Miskolc aiming at intelligent specialisation” project implemented in the framework of the Széchenyi 2020 program. The realization of this project is supported by the European Union, co-financed by the European Social Fund.