

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210218

**THE EFFECT OF SULFUR- AND CARBON-CODOPED
TiO₂ NANOCOMPOSITE ON THE PHOTOCATALYTIC
AND MECHANICAL PROPERTIES OF CEMENT
MORTARS (p. 6–14)**

Marko Hohol

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8665-427X>

Myroslav Sanytsky

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8609-6079>

Tetiana Kropyvnytska

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0396-852X>

Adriana Barylyak

Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7271-7252>

Yaroslav Bobitski

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7957-0502>

This study has established the impact of a nano-TiO₂ P25 modifier and a nanocomposite based on titanium dioxide, doped with sulfur and carbon dioxide (TiO₂/S, C), on the photocatalytic, mechanical properties and the structural formation of cement mortars. The paper reports the results of the particle size distribution of the Portland composite cement and the TiO₂ nano additives; a comprehensive assessment of the particle size distribution has been performed both in terms of volume and specific surface. It has been proven that the TiO₂/S, C nanocomposite is characterized by the extremely high surface activity, which determines the photocatalytic properties of the surface of cement mortars. The comparison of the mechanical properties of cement mortars modified by titanium dioxide nano additives has been carried out.

An experimental study has confirmed the improved photocatalytic properties of the cement mortar surface in the visible spectrum through the doping of the nano-sized titanium dioxide with carbon and sulfur. A combination of the TiO₂ nano additives and the superplasticizers of polycarboxylate type leads to the increased strength of the modified samples in proportion to a hardening age. Given the high surface activity of the TiO₂/S, C nanocomposite's particles, the cement paste hydration products deposit at their surface, thereby forming such conglomerates with them that seal the microstructure of the cement matrix. It has been shown that using a nanocomposite based on the modified titanium dioxide decreases the indicators of free energy while the surface of the cement mortar acquires hydrophobic properties, which contributes to the processes of self-cleaning. Thus, there is a reason to argue about the feasibility of using the TiO₂/S, C nanocomposite to improve the photocatalytic, self-cleaning, mechanical, and hydrophobic properties of cement mortars.

Keywords: nanocomposite, titanium dioxide, cement mortar, photocatalysis, hydrophobicity, free energy.

References

- Rao, N. V., Rajasekhar, M., Vijayalakshmi, K., Vamshykrishna, M. (2015). The Future of Civil Engineering with the Influence and

- Impact of Nanotechnology on Properties of Materials. *Procedia Materials Science*, 10, 111–115. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mspro.2015.06.032>
- Solano, R., Patiño-Ruiz, D., Herrera, A. (2020). Preparation of modified paints with nano-structured additives and its potential applications. *Nanomaterials and Nanotechnology*, 10, 184798042090918. doi: <https://doi.org/10.1177/1847980420909188>
- Cavazos, J. S., González, G., Kharissova, O. V., Ortega, B., Peña, L., Osorio, M., Garza-Castañón, M. (2017). Effect of Nanoparticles on Mechanical Properties of Cement-Sand Mortar Applications. *Advances in Chemical Engineering and Science*, 07 (03), 270–276. doi: <https://doi.org/10.4236/aces.2017.73020>
- Kropyvnytska, T., Sanytsky, M., Rucinska, T., Rykhlitska, O. (2019). Development of nanomodified rapid hardening clinker-efficient concretes based on composite Portland cements. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (6 (102)), 38–48. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.185111>
- Motzkus, C., Macé, T., Vaslin-Reimann, S., Ausset, P., Maillé, M. (2013). Characterization of manufactured TiO₂ nanoparticles. *Journal of Physics: Conference Series*, 429, 012012. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/429/1/012012>
- Hamidi, F., Aslani, F. (2019). TiO₂-based Photocatalytic Cementitious Composites: Materials, Properties, Influential Parameters, and Assessment Techniques. *Nanomaterials*, 9 (10), 1444. doi: <https://doi.org/10.3390/nano9101444>
- Li, Z., Ding, S., Yu, X., Han, B., Ou, J. (2018). Multifunctional cementitious composites modified with nano titanium dioxide: A review. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 111, 115–137. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2018.05.019>
- Wang, L., Zhang, H., Gao, Y. (2018). Effect of TiO₂ Nanoparticles on Physical and Mechanical Properties of Cement at Low Temperatures. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2018, 1–12. doi: <https://doi.org/10.1155/2018/8934689>
- Boonen, E., Beeldens, A. (2014). Recent Photocatalytic Applications for Air Purification in Belgium. *Coatings*, 4 (3), 553–573. doi: <https://doi.org/10.3390/coatings4030553>
- Sikora, P., Cendrowski, K., Markowska-Szczupak, A., Horszczaruk, E., Mijowska, E. (2017). The effects of silica/titania nanocomposite on the mechanical and bactericidal properties of cement mortars. *Construction and Building Materials*, 150, 738–746. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.06.054>
- Sikora, P., Augustyniak, A., Cendrowski, K., Nawrotek, P., Mijowska, E. (2018). Antimicrobial Activity of Al₂O₃, CuO, Fe₃O₄, and ZnO Nanoparticles in Scope of Their Further Application in Cement-Based Building Materials. *Nanomaterials*, 8 (4), 212. doi: <https://doi.org/10.3390/nano8040212>
- Kądziołka, D., Rokicka, P., Markowska-Szczupak, A., Morawski, A. (2017). Influence of titanium dioxide activated under visible light on survival of mold fungi. *Medycyna Pracy*, 69 (1), 59–65. doi: <https://doi.org/10.13075/mp.5893.00652>
- Sanytsky, M., Kropyvnytska, T., Kotiv, R. (2014). Modified Plasters for Restoration and Finishing Works. *Advanced Materials Research*, 923, 42–47. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.923.42>
- Krivenko, P. V., Sanytsky, M., Kropyvnytska, T., Kotiv, R. (2014). Decorative Multi-Component Alkali Activated Cements for Restoration and Finishing Works. *Advanced Materials Research*, 897, 45–48. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.897.45>

15. Senff, L., Hotza, D., Lucas, S., Ferreira, V. M., Labrincha, J. A. (2012). Effect of nano-SiO₂ and nano-TiO₂ addition on the rheological behavior and the hardened properties of cement mortars. *Materials Science and Engineering: A*, 532, 354–361. doi: <https://doi.org/10.1016/j.msea.2011.10.102>
16. Krivenko, P. V., Sanytsky, M., Kropyvnytska, T. (2019). The Effect of Nanosilica on the Early Strength of Alkali-Activated Portland Composite Cements. *Solid State Phenomena*, 296, 21–26. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/ssp.296.21>
17. Meng, T., Yu, Y., Qian, X., Zhan, S., Qian, K. (2012). Effect of nano-TiO₂ on the mechanical properties of cement mortar. *Construction and Building Materials*, 29, 241–245. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.10.047>
18. Ma, B., Li, H., Li, X., Mei, J., Lv, Y. (2016). Influence of nano-TiO₂ on physical and hydration characteristics of fly ash–cement systems. *Construction and Building Materials*, 122, 242–253. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.02.087>
19. Janus, M., Mađraszewski, S., Zajac, K., Kusiak-Nejman, E., Morawski, A. W., Stephan, D. (2019). Photocatalytic Activity and Mechanical Properties of Cements Modified with TiO₂/N. *Materials*, 12 (22), 3756. doi: <https://doi.org/10.3390/ma12223756>
20. Siah, W. R., Lintang, H. O., Shamsuddin, M., Yuliati, L. (2016). High photocatalytic activity of mixed anatase-rutile phases on commercial TiO₂nanoparticles. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 107, 012005. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/107/1/012005>
21. Szymanowski, J., Sadowski, L. (2020). The influence of the addition of tetragonal crystalline titanium oxide nanoparticles on the adhesive and functional properties of layered cementitious composites. *Composite Structures*, 233, 111636. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2019.111636>
22. Lucas, S. S., Ferreira, V. M., de Aguiar, J. L. B. (2013). Incorporation of titanium dioxide nanoparticles in mortars – Influence of microstructure in the hardened state properties and photocatalytic activity. *Cement and Concrete Research*, 43, 112–120. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2012.09.007>
23. Viana, M. M., Soares, V. E., Mohallem, N. D. S. (2010). Synthesis and characterization of TiO₂ nanoparticles. *Ceramics International*, 36 (7), 2047–2053. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2010.04.006>
24. Barylyak, A., Besaga, K., Bobitski, Y., Vakhula, Y. (2009). Nanophotocatalysts on the Basis of TiO₂: Synthesis and Properties. *Physics and chemistry of solid state*, 10 (3), 515–523.
25. Vakhula, Y., Besaga, K., Lutsyuk, I., Dobrotvorska, M. (2011). Structural Investigations of Titanium(IV) Oxide Powder Doped with Sulphur. *Chemistry & Chemical Technology*, 5 (3), 255–258. doi: <https://doi.org/10.23939/chcht05.03.255>
26. Tataryn, V., Bobitski, Y., Vlokh, R., Barylyak, A. (2012). ESR research of enhanced visible light photocatalytic activity of S-doped TiO₂. *Proc. of International Conference on Modern Problem of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science. Lviv-Slavske*.
27. Ivanov, S., Barylyak, A., Besaha, K., Bund, A., Bobitski, Y., Wojnarowska-Nowak, R. et. al. (2016). Synthesis, Characterization, and Photocatalytic Properties of Sulfur- and Carbon-Codoped TiO₂ Nanoparticles. *Nanoscale Research Letters*, 11 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s11671-016-1353-5>
28. Barnat-Hunek, D., Smarzewski, P. (2015). Surface free energy of hydrophobic coatings of hybrid-fiber-reinforced high-performance concrete. *Materiali in Tehnologije*, 49 (6), 895–902. doi: <https://doi.org/10.17222/mit.2014.174>
29. Degussa P25 Titanium dioxide nanopowder. Available at: <https://www.nanoshel.com/product/degussa-p25-titanium-dioxide/>

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.199035

AN EXPERIMENTAL STUDY OF FLUIDIZATION POST IMPINGING FLUID IN GRANULAR BED FOR BREAKING SEDIMENTATION (p. 15–23)

Eko Yudiyanto

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7675-3629>

I Nyoman Gede Wardana

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3146-9517>

Nurkholis Hamidi

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2910-2353>

Denny Widhiyanuriawan

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5729-4212>

The impinging fluid can be used as a prevention of sedimentation in the flow of the pipe and the mixing process. Sedimentation is a problem that often occurs in fluid transportation and fluidization. Granular material behavior due to impinging is a phenomenon that is rarely studied. This condition is difficult to observe due to the position of complex fluid movements in the bed. The study tries to find the behavior of fluidization at various granular sizes. The effect of impinging into the granular bed has been observed with experimental studies. Hele-Shaw cell is used as equipment for the observation process. The glass sand is used as a medium of fluidization. The high-speed fluid is injected into a granular bed in a short time. Granular material moves because of the pressure impinging as fluidization. The motion of the granular material is observed by a camera to determine the behavior of the granular material. The primary outcome of the present study is the identification of two very distinct regimes. There are two types of post-impinging fluidization. The first type is the fluid cavity and fluidization. The condition starts with a fluid cavity expansion and continues with the fluidization process. The fluid cavity occurs because the fluid shock pressure pushes the granular material upward. Granular bonds hold the particles' connection and form a cavity. Fluidization after cavity expansion is a settling motion that is influenced by gravity, buoyancy, drag, and granular bonds. The other type is a local fluidized state. The limit for the occurrence of fluid cavity and fluidization is observed with the Reynolds number of impinging. The Reynolds number of impinging is calculated by the velocity of entry of the shock fluid in the granular and multiplied size of the particles divided by the viscosity. The fluid cavity post-impinging occurs at the Reynolds number of the impinging process less than 4,000 (laminar and transition flow area). The local fluidized state has Re of impinging more than 4,000, and the fluidization follows the flow and disappears immediately. This condition causes the bonding of the granules cannot maintain the agglomeration of the granules.

Keywords: granular material, impinging, fluidization, fluid cavity, sedimentation, viscosity, drag force.

References

1. Amen'abar, I. M. F. (2009). Exploring Analogies Between Granular Materials And Fluids. University of Pittsburgh. Available at: http://d-scholarship.pitt.edu/9438/1/Figueroa_Isabel_2009_6.pdf
2. Melentiev, R., Fang, F. (2019). Theoretical study on particle velocity in micro-abrasive jet machining. *Powder Technology*, 344, 121–132. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2018.12.003>
3. Miedema, S. A. (2016). The heterogeneous to homogeneous transition for slurry flow in pipes. *Ocean Engineering*, 123, 422–431. doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2016.07.031>

4. Tomita, Y., Nagato, T., Takeuchi, Y., Takeuchi, H. (2020). Control of residence time of pharmaceutical powder in a continuous mixer with impeller and scraper. *International Journal of Pharmaceutics*, 586, 119520. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2020.119520>
5. Haas, K., Obernberger, J., Zehetner, E., Kiesslich, A., Volkert, M., Jaeger, H. (2019). Impact of powder particle structure on the oxidation stability and color of encapsulated crystalline and emulsified carotenoids in carrot concentrate powders. *Journal of Food Engineering*, 263, 398–408. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.07.025>
6. Zhao, W., Wang, K., Cheng, Y., Liu, S., Fan, L. (2020). Evolution of gas transport pattern with the variation of coal particle size: Kinetic model and experiments. *Powder Technology*, 367, 336–346. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.03.061>
7. Duarte, C. F., Nadim, N., Chandratilleke, T. T. (2019). Experimental study of granular bed erosion and sedimentation subjugated to the secondary flow structures in curved ducts. *Advances in Mechanical Engineering*, 11 (11), 168781401988525. doi: <https://doi.org/10.1177/1687814019885255>
8. Hyun, I.-H., Cheon, S., Kim, D., Seck, D., Choi, S. (2014). Improvement of Fire Hydrant Design to Enhance Water Main Flushing. *Procedia Engineering*, 70, 857–863. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.02.094>
9. Tang, Z., Wu, W., Han, X., Zhao, M. (2017). An Experimental Study of Two-Phase Pulse Flushing Technology in Water Distribution Systems. *Water*, 9 (12), 927. doi: <https://doi.org/10.3390/w9120927>
10. Lakusic, S. (2018). Physical model study for evaluation of jet impact on sediment flushing. *Journal of the Croatian Association of Civil Engineers*, 70 (09), 811–818. doi: <https://doi.org/10.14256/jce.1499.2015>
11. Fan, W., Bao, W., Cai, Y., Xiao, C., Zhang, Z., Pan, Y. et al. (2020). Experimental Study on the Effects of a Vertical Jet Impinging on Soft Bottom Sediments. *Sustainability*, 12 (9), 3775. doi: <https://doi.org/10.3390/su12093775>
12. Thaha, M. A., Triatmadja, R., Yuwono, N., Nizam, N. (2018). Minimum Jet Velocity for Unbounded Domain Fluidization as a New Dredging Methods. *Engineering Journal*, 22 (5), 1–11. doi: <https://doi.org/10.4186/ej.2018.22.5.1>
13. Philippe, P., Badiane, M. (2013). Localized fluidization in a granular medium. *Physical Review E*, 87 (4). doi: <https://doi.org/10.1103/physreve.87.042206>
14. Zoueshtiagh, F., Merlen, A. (2007). Effect of a vertically flowing water jet underneath a granular bed. *Physical Review E*, 75 (5). doi: <https://doi.org/10.1103/physreve.75.056313>
15. Alsaydalani, M. O. A., Clayton, C. R. I. (2014). Internal Fluidization in Granular Soils. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 140 (3), 04013024. doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)gt.1943-5606.0001039](https://doi.org/10.1061/(asce)gt.1943-5606.0001039)
16. Montellà, E. P., Toraldo, M., Chareyre, B., Sibille, L. (2016). Localized fluidization in granular materials: Theoretical and numerical study. *Physical Review E*, 94 (5). doi: <https://doi.org/10.1103/physreve.94.052905>
17. Liu, Y., Li, M., Su, P., Ma, B., You, Z. (2020). Porosity Prediction of Granular Materials through Discrete Element Method and Back Propagation Neural Network Algorithm. *Applied Sciences*, 10 (5), 1693. doi: <https://doi.org/10.3390/app10051693>
18. Singh, A., Magnanimo, V., Saitoh, K., Luding, S. (2014). Effect of cohesion on shear banding in quasistatic granular materials. *Physical Review E*, 90 (2). doi: <https://doi.org/10.1103/physreve.90.022202>
19. Blott, S. J., Pye, K. (2012). Particle size scales and classification of sediment types based on particle size distributions: Review and recommended procedures. *Sedimentology*, 59 (7), 2071–2096. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2012.01335.x>
20. Betancourt, F., Concha, F., Uribe, L. (2015). Settling velocities of particulate systems part 17. Settling velocities of individual spherical particles in Power-Law non-Newtonian fluids. *International Journal of Mineral Processing*, 143, 125–130. doi: <https://doi.org/10.1016/j.minpro.2015.07.005>
21. Valverde, J. M. (2013). Fluidization of Fine Powders: Cohesive versus Dynamic Aggregation. The 14th International Conference On Fluidization – From Fundamentals to Products. Available at: https://dc.engconfintl.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1006&context=fluidization_xiv
22. Kulkarni, N. J., Mathpati, C. S., Mandal, D., Dalvi, V. H. (2019). Minimum Fluidization Velocity of Intermediate Sized Particles in Conventional and Packed Fluidized Bed. *International Journal of Chemical Reactor Engineering*, 17 (10). doi: <https://doi.org/10.1515/ijcre-2018-0321>
23. Zhong, W., Ji, X., Li, C., Fang, J., Liu, F. (2018). Determination of Permeability and Inertial Coefficients of Sintered Metal Porous Media Using an Isothermal Chamber. *Applied Sciences*, 8 (9), 1670. doi: <https://doi.org/10.3390/app8091670>

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210530

A STUDY OF CERIUM EXTRACTION FROM BANGKA TIN SLAG USING HYDROCHLORIC ACID (p. 24–30)

Kurnia Trinopiawan

National Nuclear Energy Agency of Indonesia, Jakarta, Indonesia
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0984-6662>

Zaki Mubarak

Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9283-6523>

Kurnia Setiawan Widana

National Nuclear Energy Agency of Indonesia, Jakarta, Indonesia
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9105-7368>

Budi Yuli Ani

National Nuclear Energy Agency of Indonesia, Jakarta, Indonesia
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7698-8460>

Yarianto Sugeng Budi Susilo

National Nuclear Energy Agency of Indonesia, Jakarta, Indonesia
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5137-4537>

Iwan Susanto

Politeknik Negeri Jakarta, Depok, Indonesia
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7120-0374>

Sulaksana Permana

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3473-5892>

Johny Wahyuadi Soedarsono

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6051-2866>

Riesna Prassanti

National Nuclear Energy Agency of Indonesia, Jakarta, Indonesia
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1002-8619>

Bangka Tin Slag (BTS) was a tin-smelting waste containing high silica and other elements that have high economic value, including cerium, which is a rare earth element. Silica and Ce₂O₃ contents in BTS were 32.86 % and 1.35 % respectively. Other elements that have high concentrations in BTS include 15.46 % of CaO, 10.88 % of Al₂O₃, and 9.20% of Fe₂O₃. The objective of this study was to determine the optimum conditions for cerium extraction using HCl, which includes HCl concentration, temperature, particle size, stirring speed, and dissolution time. In addition, the effect of these parameters on Ce extraction was also studied. The one-factor-at-time method was used to determine the optimum conditions.

Pretreatment of BTS with the alkaline fusion method and water leaching was done to reduce both the silica content and increasing its porosity. Alkaline fusion carried out at 700 °C using NaOH converts the silica into water-soluble sodium silicate. Characterization of the slag structure before and after the pretreatment process was completely carried out by using X-ray diffraction (XRD), X-ray fluorescence (XRF), Scanning electron microscope (SEM), and optical microscope. Furthermore, measurement of Ce content in the filtrate of the dissolution process was performed with inductively coupled plasma – optical emission spectrometry (ICP-OES). The results showed that the optimum of 75.16 % Ce was extracted by using some parameter conditions, namely by 2.5 M of HCl concentration, at the temperature of 40 °C, with the particle size of –325 mesh, stirring speed of 150 rpm, and dissolution time of 180 minutes. Each parameter gives a significant effect on Ce extraction, wherein the initial stage, the increase in the value of each parameter gives an increase in Ce extraction and begins to decrease when equilibrium occurs.

Keywords: Bangka tin slag, cerium, HCl, alkaline fusion, water leaching, optimum conditions.

References

- Gergoric, M., Ekberg, C., Steenari, B.-M., Retegan, T. (2017). Separation of Heavy Rare-Earth Elements from Light Rare-Earth Elements Via Solvent Extraction from a Neodymium Magnet Leachate and the Effects of Diluents. *Journal of Sustainable Metallurgy*, 3 (3), 601–610. doi: <https://doi.org/10.1007/s40831-017-0117-5>
- Soedarsono, J., Hagge, A., Burgard, M., Asfari, Z., Vicens, J. (1996). Liquid-Liquid Extraction of Rare Earth Metals Using 25,27-Dicarboxy-26,28-Dimethoxy-5,11,17,23-Tetra-tert-Butylcalix[4]Arene. *Berichte Der Bunsengesellschaft F r Physikalische Chemie*, 100 (4), 477–481. doi: <https://doi.org/10.1002/bbpc.19961000412>
- Massari, S., Ruberti, M. (2013). Rare earth elements as critical raw materials: Focus on international markets and future strategies. *Resources Policy*, 38 (1), 36–43. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2012.07.001>
- Allain, E., Kanari, N., Diot, F., Yvon, J. (2019). Development of a process for the concentration of the strategic tantalum and niobium oxides from tin slags. *Minerals Engineering*, 134, 97–103. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2019.01.029>
- Lovik, A. N., Hagelüken, C., Wäger, P. (2018). Improving supply security of critical metals: Current developments and research in the EU. *Sustainable Materials and Technologies*, 15, 9–18. doi: <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2018.01.003>
- Zhang, S., Ding, Y., Liu, B., Chang, C. (2017). Supply and demand of some critical metals and present status of their recycling in WEEE. *Waste Management*, 65, 113–127. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.04.003>
- Kim, P., Anderko, A., Navrotsky, A., Riman, R. (2018). Trends in Structure and Thermodynamic Properties of Normal Rare Earth Carbonates and Rare Earth Hydroxycarbonates. *Minerals*, 8 (3), 106. doi: <https://doi.org/10.3390/min8030106>
- Younis, A., Chu, D., Li, S. (2016). Cerium Oxide Nanostructures and their Applications. *Functionalized Nanomaterials*. doi: <https://doi.org/10.5772/65937>
- Fachrudin, F., Susanto, I., Chen, C.-C., Setijogiarto, N. E., Zainuri, F., Permana, S., Soedarsono, J. W. (2020). Surface modification of magnetic TiO₂ core-shell with doped cerium for enhancement of photocatalytic performance. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (6 (105)), 13–20. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.203186>
- Amer, T. E., Abdella, W. M., Wahab, G. M. A., El-Sheikh, E. M. (2013). A suggested alternative procedure for processing of monazite mineral concentrate. *International Journal of Mineral Processing*, 125, 106–111. doi: <https://doi.org/10.1016/j.minpro.2013.10.004>
- Habashi, F. (2013). Extractive metallurgy of rare earths. *Canadian Metallurgical Quarterly*, 52 (3), 224–233. doi: <https://doi.org/10.1179/1879139513y.0000000081>
- Munir, B., Permana, S., Amilia, A., Maksun, A., Soedarsono, J. W. (2019). Initial Study for Cerium and Lanthanum Extraction from Bangka Tin Slag through NaOH and HClO₄ Leaching. *MATEC Web of Conferences*, 269, 07003. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201926907003>
- Szamałek, K., Konopka, G., Zglinicki, K., Marciniak-Maliszewska, B. (2013). New potential source of rare earth elements. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi - Mineral Resources Management*, 29 (4). doi: <https://doi.org/10.2478/gospo-2013-0041>
- Gaballah, I., Allain, E., Meyer-Joly, M.-C., Malau, K. (1992). A possible method for the characterization of amorphous slags: Recovery of refractory metal oxides from tin slags. *Metallurgical and Materials Transactions B*, 23 (3), 249–259. doi: <https://doi.org/10.1007/bf02656280>
- Subramanian, C., Suri, A. K. (1998). Recovery of Niobium and Tantalum from Low Grade Tin Slag – A Hydrometallurgical Approach. *Environmental & Waste Management in Non-Ferrous Metallurgical Industries*, 100–107.
- Walawalkar, M., Nichol, C. K., Azimi, G. (2016). Process investigation of the acid leaching of rare earth elements from phosphogypsum using HCl, HNO₃, and H₂SO₄. *Hydrometallurgy*, 166, 195–204. doi: <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2016.06.008>
- Sinha, S., Abhilash, Meshram, P., Pandey, B. D. (2016). Metallurgical processes for the recovery and recycling of lanthanum from various resources – A review. *Hydrometallurgy*, 160, 47–59. doi: <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2015.12.004>
- Chi, R., Li, Z., Peng, C., Gao, H., Xu, Z. (2006). Preparation of enriched cerium oxide from bastnasite with hydrochloric acid by two-step leaching. *Metallurgical and Materials Transactions B*, 37 (2), 155–160. doi: <https://doi.org/10.1007/bf02693144>
- Panda, R., Kumari, A., Jha, M. K., Hait, J., Kumar, V., Rajesh Kumar, J., Lee, J. Y. (2014). Leaching of rare earth metals (REMs) from Korean monazite concentrate. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 20 (4), 2035–2042. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2013.09.028>
- Ruan, Z., Li, M., Gao, K., Zhang, D., Huang, L., Xu, W., Liu, X. (2019). Effect of Particle Size Refinement on the Leaching Behavior of Mixed Rare-Earth Concentrate Using Hydrochloric Acid. *ACS Omega*, 4 (6), 9813–9822. doi: <https://doi.org/10.1021/acsomega.9b01141>
- Moldoveanu, G. A., Papangelakis, V. G. (2013). Recovery of rare earth elements adsorbed on clay minerals: II. Leaching with ammonium sulfate. *Hydrometallurgy*, 131-132, 158–166. doi: <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2012.10.011>
- BBorra, C. R., Pontikes, Y., Binnemans, K., Van Gerven, T. (2015). Leaching of rare earths from bauxite residue (red mud). *Minerals Engineering*, 76, 20–27. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2015.01.005>
- Soedarsono, J. W., Permana, S., Hutaaruk, J. K., Adhuputra, R., Rustandi, A., Maksun, A. et. al. (2018). Upgrading tantalum and niobium oxides content in Bangka tin slag with double leaching. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 316, 012052. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/316/1/012052>
- Frey, D. D., Engelhardt, F., Greitzer, E. M. (2003). A role for “one-factor-at-a-time” experimentation in parameter design. *Research in Engineering Design*, 14 (2), 65–74. doi: <https://doi.org/10.1007/s00163-002-0026-9>
- Kim, R., Cho, H., Han, K., Kim, K., Mun, M. (2016). Optimization of Acid Leaching of Rare-Earth Elements from Mongolian Apatite-Based Ore. *Minerals*, 6 (3), 63. doi: <https://doi.org/10.3390/min6030063>

26. Permana, S., Rustandi, A., Majid, R. A. (2017). Thermodynamic analysis with software: a case study of upgrading rare earth elements content in Bangka tin slag. *Far East Journal of Electronics and Communications*, 17 (5), 1211–1220. doi: <https://doi.org/10.17654/ec017051211>
27. Feng, X., Long, Z., Cui, D., Wang, L., Huang, X., Zhang, G. (2013). Kinetics of rare earth leaching from roasted ore of bastnaesite with sulfuric acid. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 23 (3), 849–854. doi: [https://doi.org/10.1016/s1003-6326\(13\)62538-8](https://doi.org/10.1016/s1003-6326(13)62538-8)
28. Purwani, M. V., Trinopiawan, K., Poernomo, H., Suyanti, Pusporini, N. D., Amiliana, R. A. (2019). Separation of Ce, La and Nd in rare earth hydroxide (REOH) by oxidation with potassium permanganate and precipitation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1198 (3), 032003. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1198/3/032003>

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210857

A STUDY OF THE INFLUENCE OF POLYVINYL PYRROLIDONE CONCENTRATION IN THE DEPOSITION ELECTROLYTE ON THE PROPERTIES OF ELECTROCHROMIC Ni(OH)₂ FILMS (p. 31–37)

Valerii Kotok

Ukrainian State University of Chemical Technology,
Dnipro, Ukraine
Competence center “Ecological technologies and systems”
Vyatka State University, Kirov, Russian Federation
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8879-7189>

Vadym Kovalenko

Ukrainian State University of Chemical Technology,
Dnipro, Ukraine
Competence center “Ecological technologies and systems”
Vyatka State University, Kirov, Russian Federation
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8012-6732>

Electrochromic devices are actuation elements of smart windows and allow saving the energy needed to cool the premises. Electrochemical deposition can significantly reduce the cost of electrochromic deposition.

This paper discusses an electrochemical method of deposition based on nickel hydroxide from an electrolyte containing nickel nitrate and polyvinylpyrrolidone (PVP). The electrochromic films were obtained in a galvanostatic mode at different PVP concentrations.

As a result of the studies, it has been shown that the presence of PVP in the deposition electrolyte significantly affects the properties of the resulting electrochromic films. Moreover, the properties of the resulting films strongly depend on the used PVP concentration. Thus, at low concentrations, the addition of PVP causes an improvement in electrochromic and electrochemical characteristics, including stability in the properties of films. While at high concentrations of PVP, the electrochemical and electrochromic characteristics deteriorate significantly up to their almost complete disappearance. The paper proposes a possible mechanism that explains the improvement in the characteristics of the films obtained from the solutions with low PVP concentrations. This mechanism consists in improving the wettability of the substrate, increasing the contact area of the deposit with the substrate and, as a consequence, improving the adhesion and a decrease in the contact resistance at the conductive oxide – Ni(OH)₂ film boundary.

Also, the work has found the range of optimal PVP concentrations for an electrolyte containing 0.1 M Ni(NO₃)₂, which is 0.5–2 %.

Keywords: electrochromism, electrochemical deposition, nickel hydroxide, polyvinylpyrrolidone, adsorption, surfactant, nickel nitrate, anode electrochromic material, galvanostatic mode, wettability.

References

1. Cannavale, A., Ayr, U., Fiorito, F., Martellotta, F. (2020). Smart Electrochromic Windows to Enhance Building Energy Efficiency and Visual Comfort. *Energies*, 13 (6), 1449. doi: <https://doi.org/10.3390/en13061449>
2. Sbar, N. L., Podbelski, L., Yang, H. M., Pease, B. (2012). Electrochromic dynamic windows for office buildings. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 1 (1), 125–139. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2012.09.001>
3. Kotok, V. A., Kovalenko, V. L., Kovalenko, P. V., Solovov, V. A., Deabate, S., Mehdi, A. et. al. (2017). Advanced electrochromic Ni(OH)₂/PVA films formed by electrochemical template synthesis. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12 (13), pp. 3962–3977.
4. Kotok, V. A., Kovalenko, V. L., Solovov, V. A., Kovalenko, P. V., Ananchenko, B. A. (2018). Effect of deposition time on properties of electrochromic nickel hydroxide films prepared by cathodic template synthesis. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13 (9), 3076–3086.
5. Kotok, V. A., Kovalenko, V. L., Zima, A. S., Kirillova, E. A., Burkov, A. A., Kobylinska, N. G. et. al. (2019). Optimization of electrolyte composition for the cathodic template deposition of Ni(OH)₂-based electrochromic films on FTO glass. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 14 (2), 344–353.
6. Kotok, V., Kovalenko, V. (2018). A study of multilayered electrochromic platings based on nickel and cobalt hydroxides. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (12 (91)), 29–35. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.121679>
7. Halake, K., Birajdar, M., Kim, B. S., Bae, H., Lee, C., Kim, Y. J. et. al. (2014). Recent application developments of water-soluble synthetic polymers. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 20 (6), 3913–3918. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2014.01.006>
8. Umoren, S. A., Ebenso, E. E., Okafor, P. C., Ogbobe, O. (2006). Water-soluble polymers as corrosion inhibitors. *Pigment & Resin Technology*, 35 (6), 346–352. doi: <https://doi.org/10.1108/03699420610711353>
9. Zhang, L., Feng, G. (2020). A one-step-assembled three-dimensional network of silver/polyvinylpyrrolidone (PVP) nanowires and its application in energy storage. *Nanoscale*, 12 (19), 10573–10583. doi: <https://doi.org/10.1039/d0nr00991a>
10. Sağlam, G., Borazan, I., Hoşgün, H. L., Demir, A., Bedeloğlu, A. C. (2017). Effect of molar ratio of PVP/AgNO₃ and molecular weight of PVP on the synthesis of silver nanowires. *Nonlinear Optics Quantum Optics*. 2017. 48 (2), 123–132.
11. Wang, T., Jiang, T., Meng, X. (2020). PVP-assisted synthesis of Sb₂S₃ nanowire for self-driven photodetector by using MXenes and Ag nanowires as electrodes. *Applied Nanoscience*, 10 (6), 1845–1851. doi: <https://doi.org/10.1007/s13204-019-01243-7>
12. Helal, A., El-Sheikh, S. M., Yu, J., Eid, A. I., El-Haka, S. A., Samra, S. E. (2020). Novel synthesis of BiVO₄ using homogeneous precipitation and its enhanced photocatalytic activity. *Journal of Nanoparticle Research*, 22 (6). doi: <https://doi.org/10.1007/s11051-020-04861-3>
13. Vartanyan, M., Voytovich, I., Gorbunova, I., Makarov, N. (2020). Preparation and Structural Characterization of Complex Oxide Eutectic Precursors from Polymer–Salt Xerogels Obtained by Microwave-Assisted Drying. *Materials*, 13(8), 1808. doi: <https://doi.org/10.3390/ma13081808>
14. Oestreicher, V., Huck-Iriart, C., Soler-Illia, G., Angelomé, P. C., Jobbágy, M. (2020). Mild Homogeneous Synthesis of Gold Nanoparticles through the Epoxide Route: Kinetics, Mechanisms, and Related One-Pot Composites. *Chemistry – A European Journal*, 26 (14), 3157–3165. doi: <https://doi.org/10.1002/chem.201905335>
15. Wang, F., Song, L. X., Teng, Y., Xia, J., Xu, Z. Y., Wang, W. P. (2019). Synthesis, structure, magnetism and photocatalysis of α-Fe₂O₃

- nanosnowflakes. *RSC Advances*, 9 (61), 35372–35383. doi: <https://doi.org/10.1039/c9ra07490b>
16. Kozlov, D. A., Shcherbakov, A. B., Kozlova, T. O., Angelov, B., Kopitsa, G. P., Garshev, A. V. et. al. (2019). Photochromic and Photocatalytic Properties of Ultra-Small PVP-Stabilized WO₃ Nanoparticles. *Molecules*, 25 (1), 154. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules25010154>
 17. Kim, K.-H., Bae, J.-W., Lee, T.-K., Ahn, H.-J. (2019). Crystallinity Control Effects on Vanadium Oxide Films for Enhanced Electrochromic Performances. *Korean Journal of Materials Research*, 29 (6), 385–391. doi: <https://doi.org/10.3740/mrsk.2019.29.6.385>
 18. Maeng, H. J., Kim, D.-H., Kim, N.-W., Ruh, H., Lee, D. K., Yu, H. (2018). Synthesis of spherical Prussian blue with high surface area using acid etching. *Current Applied Physics*, 18, S21–S27. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cap.2017.11.014>
 19. Rho, Y. H., Kanamura, K. (2003). Investigation of Lithium Ion Diffusion Behavior in a Li₄Ti₅O₁₂ Thin Film Electrode by In Situ UV-Visible Measurements. *Key Engineering Materials*, 248, 155–160. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.248.155>
 20. Dalavi, D. S., Suryavanshi, M. J., Mali, S. S., Patil, D. S., Patil, P. S. (2011). Efficient maximization of coloration by modification in morphology of electrodeposited NiO thin films prepared with different surfactants. *Journal of Solid State Electrochemistry*, 16 (1), 253–263. doi: <https://doi.org/10.1007/s10008-011-1314-y>
 21. Kotok, V. A., Malyshev, V. V., Solovov, V. A., Kovalenko, V. L. (2017). Soft Electrochemical Etching of FTO-Coated Glass for Use in Ni(OH)₂-Based Electrochromic Devices. *ECS Journal of Solid State Science and Technology*, 6 (12), P772–P777. doi: <https://doi.org/10.1149/2.0071712jss>
 22. Kotok, V., Kovalenko, V. (2018). A study of the effect of cycling modes on the electrochromic properties of Ni(OH)₂ films. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (5 (96)), 62–69. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.150577>
 23. Kotok, V., Kovalenko, V. (2018). A study of the effect of tungstate ions on the electrochromic properties of Ni(OH)₂ films. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (12 (95)), 18–24. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.145223>
 24. Szczotok, A. M., Carmona, M., Kjøniksen, A.-L., Rodriguez, J. F. (2017). Equilibrium adsorption of polyvinylpyrrolidone and its role on thermoregulating microcapsules synthesis process. *Colloid and Polymer Science*, 295 (5), 783–792. doi: <https://doi.org/10.1007/s00396-017-4061-5>
 25. Raudonyte-Svirbutaviciene, E., Mikoliunaite, L., Drabavicius, A., Juskenas, R., Sakirzanovas, S., Jüstel, T., Katelnikovas, A. (2016). Photochemical synthesis of CeO₂ nanoscale particles using sodium azide as a photoactive material: effects of the annealing temperature and polyvinylpyrrolidone addition. *RSC Advances*, 6 (108), 107065–107074. doi: <https://doi.org/10.1039/c6ra22037a>
 26. Rajamathi, M., Subbanna, G. N., Kamath, P. V. (1997). On the existence of a nickel hydroxide phase which is neither α nor β . *Journal of Materials Chemistry*, 7 (11), 2293–2296. doi: <https://doi.org/10.1039/a700390k>

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210312

ELECTRICAL PROPERTIES OF “WATER IN CASTOR OIL” EMULSION (p. 38–44)

Igor Nazarenko

Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University,
Melitopol, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6365-6777>

Oleksandr Didenko

Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University,
Melitopol, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9652-169x>

Oleksandr Loboda

Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University,
Melitopol, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1532-3366>

Ruslan Kushlyk

Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University,
Melitopol, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4251-0239>

Leonid Chervinsky

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7215-2474>

The results of the research into the electrical properties of the “water in castor oil” emulsion, which make it possible to substantiate the technology of castor oil purification from plant impurities and water in an electric field, were presented.

The experimental studies of the electrical properties of the “water in castor oil” emulsion revealed the dependences of specific resistance to direct and alternating currents and dielectric loss angle tangent on the temperature and water content. It was proved that the active component of specific resistance to the suspension “water in castor oil” on AC is smaller than resistance to DC. That is why, at the temperature of 80 °C and water content of 2 %, heat release on AC is 10 % higher than the heat release on DC. According to this, it is advisable to perform the process of castor oil purification from plant impurities and water residues on AC. This makes it possible to obtain additional heat release and thereby compensate for heat losses for the vaporization of flotation bubbles, which leads to the stable process of flotation purification. A comparison of the magnitudes of polarization losses and losses of end-to-end electrical conductivity for pure oil indicates their identical order. The addition of water leads to an increase in polarization losses due to the structural and dipole polarization of water as a polar fluid. Due to this, from the theoretical point of view, it can be argued about additional local heat release on finely dispersed water drops in the quantity, which can ensure the compensation for the heat needed for vaporization. According to this, vaporization does not require indirect heating of the electrode area from an external source at the expense of thermal conductivity.

The obtained results of the experimental research make it possible to substantiate the technological and structural parameters of the electro-technological complex of castor oil purification in the electric field of the cylindrical system of electrodes.

Keywords: electric field, castor oil, specific resistance, dielectric loss angle tangent.

References

1. Chinchkar, D. S., Satpute, S. T., Kumbhar, N. R. (2012). Castor Oil as Green Lubricant: A Review. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 1 (5). Available at: <https://www.ijert.org/research/castor-oil-as-green-lubricant-a-review-IJERT-V1I5236.pdf>
2. Kushlyk, R., Nazarenko, I., Kushlyk, R., Nadykto, V. (2017). Research into effect of ultrasonic, electromagnetic and mechanical treatment of blended biodiesel fuel on viscosity. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (1 (86)), 34–41. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.95985>
3. Supene, G., Koch, C. R., Bhattacharjee, S. (2008). Deformation of a droplet in an electric field: Nonlinear transient response in perfect and leaky dielectric media. *Journal of Colloid and Interface Science*, 318 (2), 463–476. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2007.10.022>
4. Thakkar, R. M. (2012). Dielectrophoresis and deformation of a liquid drop in a non-uniform, axisymmetric AC electric field. *The European Physical Journal E*, 35 (8). doi: <https://doi.org/10.1140/epje/i2012-12076-y>

5. Tarantsev, K. V. (2010). Study of electrohydrodynamic flows at a liquid–liquid phase interface. *Chemical and Petroleum Engineering*, 46 (1-2), 64–68. doi: <https://doi.org/10.1007/s10556-010-9292-y>
6. Didur, V. V., Didur, V. A., Nazarenko, I. P., Nazarova, O. P., Didenko, O. V. (2018). Modeling of the process of purification press castor oil by flotation method. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*, 9 (3), 91–96. Available at: <http://www.tsatu.edu.ua/ettp/wp-content/uploads/sites/25/statja-2.pdf>
7. Stishkov, Yu. K., Chirkov, V. A., Sitnikov, A. A. (2014). Dinamicheskie vol't-ampernye karakteristiki slaboprovodyashchih zhidkostey v sil'noneodnorodnykh elektricheskikh polyah. *Elektronnaya obrabotka materialov*, 50 (2), 35–40. Available at: <http://eom.phys.asm.md/ru/journal/shortview/1039>
8. Beril I. I., Bologa, M. K. (2010). Temperaturnaya zavisimost' elektroprovodnosti slaboprovodyashchih organicheskikh gidkostey. *Elektronnaya obrabotka materialov*, 46 (3), 43–44. Available at: <http://eom.phys.asm.md/ru/journal/shortview/543>
9. Todorov, V. G., Aprahamian, B. R., Tahrilov, H. P. (2015). Opportunities for application of electrochemical methods when processing vegetable oils. Conference: 14th International conference of electrical machines, drives and power systems ELMA 2015. Varna. Available at: https://www.researchgate.net/publication/296846046_Opportunities_for_application_of_electrotechnological_methods_when_processing_vegetable_oils
10. Tarasova, G. I., Shevaga, O. N., Tarasov, V. V., Gracheva, E. O., Haertdinova, A. A. (2015). Issledovanie reologicheskikh i elektricheskikh svoystv obratnykh emul'siy, stabilizirovannykh termoliznym defekatom TD 600. *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta*, 18 (6), 90–93. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-reologicheskikh-i-elektricheskikh-svoystv-obratnykh-emulsiy-stabilizirovannykh-termoliznym-defekatom-td-600/viewer>
11. Nazarenko, I., Didenko, O., Loboda, O., Dubinina, S. (2019). The influence of temperature and moisture on the electrophysical properties of castor oil. *Naukovyi visnyk Tavriyskoho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu imeni Dmytra Motornoho*, 1 (10). Available at: <http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/11322/1/28.%20%D0%9D%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE.pdf>
12. GOST 6581-75. Materialy elektroizolyatsionnye zhidkie. Metody elektricheskikh ispytaniy (2008). Moscow: Izd-vo standartov, 16.
13. Poplavko, Yu. M.; Yakymenko, Yu. I. (Ed.) (2015). *Fizyka dielektrykiv*. Kyiv: NTUU «KPI», 572.
14. Efendiev, O. F. (1977). *Elektroochistka zhidkosti v pishchevoy promyshlennosti*. Moscow: Pishchevaya promyshlennost', 149.
15. Kikoina, I. K. (Ed.) (1976). *Tablitsy fizicheskikh velichin*. Moscow: Atomizdat, 1008.
16. Nazarov, N. K. et. al. (1989). Osobennosti obrazovaniya struktur v emul'siyah obratnogo tipa pod deystviem peremennykh elektricheskikh poley. *Izvestiya Akademii nauk Kazahskoy SSR*, 2, 32–37.
17. Koval', A. V., Vildanov, R. R., Gaynullina, L. R., Sidorenko, A. V., Tutubalina, V. P. (2005). The influence of some factors on exploitation properties of transformer's. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Problemy energetiki*, 1-2, 100–104.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210718
TECHNOLOGY OF OBTAINING WATER-SOLUBLE SURFACE-ACTIVE SUBSTANCES BY THE METHOD OF PHENOL SULFOMETHYLATION (p. 45–53)

Nadiia Sokolenko

Institute of Chemical Technologies of the East Ukrainian National University named after V. Dal, Rubizhne, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1319-2625>

Yevgeniy Popov

Institute of Chemical Technologies of the East Ukrainian National University named after V. Dal, Rubizhne, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7941-5134>

Kateryna Fastovetska

Institute of Chemical Technologies of the East Ukrainian National University named after V. Dal, Rubizhne, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0826-9285>

The object of this study is a technology of the new surface-active substances (SAS) based on sulfomethylated phenol. The study's aim was to improve the technology by a catalytic method, implying the development of industrial schemes for the synthesis processes.

During phenol sulfomethylation, the active conversion of monomers into polymeric substances starts only at a temperature of 110–120 °C; the surface-active substances with an optimal polymeric composition were obtained only at a temperature of 130 °C. In the reaction of phenol sulfomethylation in a water environment at a temperature below 90 °C, obtaining SAS with the required properties takes more than 9 hours. The significant disadvantages of this technique are the relatively low yield of the target product and a significant amount of free phenol in the finished product (over 15 percent).

It is known that a more powerful and less risky technique to accelerate the reaction than rising the temperature is catalysis.

This study investigated the reaction of phenol sulfomethylation under conditions of interphase catalysis. This has made it possible to improve the main technological parameters: the reaction temperature was reduced from 130 °C to 90 °C, the process duration was shortened to 3 hours, to process was conducted at atmospheric pressure. The catalyst used was a cation-active SAS: cetyltrimethylammonium bromide. This makes it possible to simplify the technological scheme of obtaining SAS, that is, to use less energy-intensive and cheap reactors.

A benefit of the proposed technology is the low-waste, single-stage production, and the use of available raw materials: phenol, formaldehyde, and sodium sulfite. During the study, the products were obtained that are similar, in terms of the surface-active properties, to the NF Dispersant, which is widely used in the industry. This makes it possible to expand the range of multifunctional surface-active substances with better bio destruction than products based on naphthalene and lignin.

According to the results of studying the samples obtained, the scope of their application has been proposed. The resulting products have been tested, with positive results, as the anion-active SAS, used as dispersants in the production of organic dyes, as aligners when dyeing textiles, and as plasticizing additives for concrete mixtures.

Keywords: phenol, formaldehyde, cetyltrimethylammonium bromide, sulfomethylation, interphase catalysis, surface-active substances, dispersant.

References

1. Brycki, B. E., Kowalczyk, I. H., Szulc, A., Kaczerewska, O., Pakiet, M. (2017). Multifunctional Gemini Surfactants: Structure, Synthesis, Properties and Applications. Application and Characterization of Surfactants. doi: <https://doi.org/10.5772/intechopen.68755>
2. Surfactants Market by Type (Anionic, Non-Ionic, Cationic, and Amphoteric), Application (Home Care, Personal Care, Industrial & Institutional Cleaning, Textile, Elastomers & Plastics, Agrochemicals, and Food & Beverage), Region - Global Forecast to 2025. Available at: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/biosurfactants-market-493.html>
3. Lange, K. R.; Zaychenko, L. P. (Ed.) (2005). *Poverhnostno-aktivnyye veshchestva: sintez, svoystva, analiz, primenenie*. Sankt-Peterburg: Professiya, 240.

4. Krichevskiy, G. E. (2001). Himicheskaya tehnologiya tekstil'nyh materialov. Vol. 2. Kolorirovanie tekstil'nyh materialov. Moscow: Himiya, 540.
5. Heylen, V. (2009). Dobavki dlya pokrytiy na vodnoy osnove. Vincentz Network GmbH, 222.
6. Volkov, V. A. (2010). Poverhnostno-aktivnye veshchestva. Primenenie dlya proizvodstva i modifikatsii tekstil'nyh materialov.
7. Shishkin, A. (2016). Study of the effect of compounds of transition elements on the micellar catalysis of strength formation of reactive powder concrete. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (6 (80)), 60–65. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.63957>
8. Koval', S. V. (2004). Modifitsirovanie – magistral'noe napravlenie sovershenstvovaniya tehnologii i svoystv betona. *Budivelni materialy ta vyrobny*, 4, 20–24.
9. Marco, P., Llorens, J. (2007). Understanding of naphthalene sulfonate formaldehyde condensates as a dispersing agent to stabilise raw porcelain gres suspensions. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 299 (1-3), 180–185. doi: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2006.11.034>
10. Marco, P., Carballo, M., Llorens, J. (2009). Stabilization of raw porcelain gres suspensions with sodium naphthalene sulfonate formaldehyde condensates. *Applied Clay Science*, 42 (3-4), 473–477. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clay.2008.06.003>
11. El-Gamal, S. M. A., Al-Nowaiser, F. M., Al-Baity, A. O. (2012). Effect of superplasticizers on the hydration kinetic and mechanical properties of Portland cement pastes. *Journal of Advanced Research*, 3 (2), 119–124. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2011.05.008>
12. Qian, Y., De Schutter, G. (2018). Different Effects of NSF and PCE Superplasticizer on Adsorption, Dynamic Yield Stress and Thixotropy of Cement Pastes. *Materials*, 11 (5), 695. doi: <https://doi.org/10.3390/ma11050695>
13. Osuji, S. O., Ikogho, D. (2018). Current Effects of Naphthalene Based Superplasticizer's Addition Process on Water Reduction and Grade C20/25 Concrete's Compressive Strength. *Journal of Civil Engineering Research*, 8 (1), 9–14.
14. Aro, T., Fatehi, P. (2017). Production and Application of Lignosulfonates and Sulfonated Lignin. *ChemSusChem*, 10 (9), 1861–1877. doi: <https://doi.org/10.1002/cssc.201700082>
15. Bajwa, D. S., Pourhashem, G., Ullah, A. H., Bajwa, S. G. (2019). A concise review of current lignin production, applications, products and their environmental impact. *Industrial Crops and Products*, 139, 111526. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111526>
16. He, W., Fatehi, P. (2015). Preparation of sulfomethylated softwood kraft lignin as a dispersant for cement admixture. *RSC Advances*, 5 (58), 47031–47039. doi: <https://doi.org/10.1039/c5ra04526f>
17. Huang, C., Ma, J., Zhang, W., Huang, G., Yong, Q. (2018). Preparation of Lignosulfonates from Biorefinery Lignins by Sulfomethylation and Their Application as a Water Reducer for Concrete. *Polymers*, 10 (8), 841. doi: <https://doi.org/10.3390/polym10080841>
18. Yu, G., Li, B., Wang, H., Liu, C., Mu, X. (2013). Preparation of Concrete Superplasticizer by Oxidation-Sulfomethylation of Sodium Lignosulfonate. *BioResources*, 8 (1). doi: <https://doi.org/10.15376/biores.8.1.1055-1063>
19. Ye, X.-X., Luo, W., Lin, L., Zhang, Y., Liu, M. (2016). Quaternized lignin-based dye dispersant: Characterization and performance research. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 38 (6), 852–859. doi: <https://doi.org/10.1080/01932691.2016.1207545>
20. Qin, Y., Yang, D., Gu, F., Li, X., Xiong, W., Zhu, J. Y. (2016). Biorefinery lignosulfonates as a dispersant for coal water slurry. *Sustainable Chemical Processes*, 4 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s40508-016-0050-0>
21. Seo, J.-S., Keum, Y.-S., Li, Q. (2009). Bacterial Degradation of Aromatic Compounds. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 6 (1), 278–309. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph6010278>
22. Karimi, B., Habibi, M., Esvand, M. (2015). Biodegradation of naphthalene using *Pseudomonas aeruginosa* by up flow anoxic–aerobic continuous flow combined bioreactor. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 13 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s40201-015-0175-1>
23. Chatterjee, B., Mandal, S., Mazumder, D. (2019). Aerobic biodegradation of lignosulfonate bearing synthetic wastewater using activated sludge. *Journal of the Indian Chemical Society*, 96 (4), 461–468. Available at: http://www.indianchemicalsociety.com/portal/uploads/journal/2019_04_8_Extended_1556597293.pdf
24. Rochman, F. F., Sheremet, A., Tamas, I., Saidi-Mehrabad, A., Kim, J.-J., Dong, X. et al. (2017). Benzene and Naphthalene Degrading Bacterial Communities in an Oil Sands Tailings Pond. *Frontiers in Microbiology*, 8. doi: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01845>
25. Lee, Y., Lee, Y., Jeon, C. O. (2019). Biodegradation of naphthalene, BTEX, and aliphatic hydrocarbons by *Paraburkholderia aromaticivorans* BN5 isolated from petroleum-contaminated soil. *Scientific Reports*, 9 (1). doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36165-x>
26. Maas, H., Narbeshuber, T., Roeper, M. (2000). Pat. No. DE10039995A1. Process for the preparation of alkylarylsulfonates. declared: 11.08.2000; published: 21.02.2002. Available at: <https://patents.google.com/patent/DE10039995A1/en>
27. Demineralizatsiya metodom elektrodializa. (Ionitovye membrany) (1963). Moscow: Gosatomizdat, 351. Available at: <https://search.rsl.ru/ru/record/01006108138>
28. Wang, Q., Liu, F., Yu, S. (2008). Preparation of sulfomethylated phenol formaldehyde resin. Available at: https://www.researchgate.net/publication/291081246_Preparation_of_sulfomethylated_phenol_formaldehyde_resin
29. Pérez, J. M., Rodríguez, F., Alonso, M. V., Olieta, M., Echeverría, J. M. (2007). Characterization of a novolac resin substituting phenol by ammonium lignosulfonate as filler or extender. *BioResources*, 2 (2), 270–283. Available at: https://www.researchgate.net/publication/26460127_Characterization_of_a_novolac_resin_substituting_phenol_by_ammonium_lignosulfonate_as_filler_or_extender
30. Zhuravlev, V. A., Murashkina, T. V. (2005). Issledovanie protsessa i sostava produktov sul'fometilirovaniya fenola. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta*, 6 (51), 85–87. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-protsessa-i-sostava-produktov-sulfometilirovaniya-fenola/viewer>
31. Sokolenko, N. M., Popov, E. V. (2019). Studying the conditions of the process of phenol, formaldehyde and sodium sulfite condensation in the technology of water-soluble surfactants. *Visnik of the Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*, 8 (256), 81–85. doi: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2019-256-8-81-85>
32. Sokolenko, N., Ruban, E., Ostrovka, V., Oleksiy, M., Popov, Y., Sedych, A. (2020). Study of the toxicological characteristics of water-soluble surface-active substances obtained based on phenol, formaldehyde and sodium sulphite. *Technology Audit and Production Reserves*, 1 (3 (51)), 44–47. doi: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2020.193074>
33. Ostrovskii, V. A. (2000). Interphase transfer catalysis of organic reactions. *Sorosovskiy obrazovatel'nyy zhurnal*, 6 (11), 30–34. Available at: http://window.edu.ru/resource/478/21478/files/0011_030.pdf

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210043

**SYNTHESIS AND PROPERTIES OF UREA GREASES
BASED ON AMINOAMIDES OF PLANT OIL
PHOSPHATIDES (p. 54–60)**

Oleksii Papeikin

V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry
and Petrochemistry of the National
Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7939-0237>

Oleg Safronov

V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9793-0965>

Larysa Bodachivska

V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9575-6641>

Irina Venger

V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3424-0451>

The possibility of using the wastes of the oil and fat industry – phosphatide concentrates as components of lubricating materials was demonstrated in this paper. At the first stage, amidation of phosphatide concentrate from the purification of rapeseed oil by ethylene diamine was carried out using two procedures: without a catalyst and with the use of reagent-catalyst CaO.

The samples of urea greases were subsequently synthesized by interaction of amidated phosphatide concentrates with polyisocyanate in the oil media. Aminoamides of fatty acids with polyisocyanate form urea dispersion phase of thixotropic systems, and glycerolphosphatides and calcium glycerolphosphatides perform the function of tribological additives. The method of infrared spectroscopy proved that the full interaction between polyisocyanate and amidated phosphatide concentrate takes place at the molar ratio of 1:3.

Physicochemical properties of the developed urea greases were studied and comparative analysis of their quality indicators with the Maspol brand lubricant was performed. The synthesized urea greases are characterized by high mechanical (a change in penetrations after moving of 100,000 double cycles of 42–45 mm·10⁻¹), colloidal stability (5.2–5.6 % of extracted oil) and high-temperature properties (dropping point above 230 °C). In addition, these thixotropic systems are resistant to oxidation, do not cause corrosion of non-ferrous metals, and are able to operate in contact with water. Phosphorous residues improve the lubricating properties of synthesized compositions without any additional introduction of tribological modifiers (critical load is 980–1,039 N, welding load – 1,568–1,744 N). Due to the use of raw materials of plant origin in the composition of lubricating compositions, their biodegradation is enhanced by 6–7 %.

Keywords: phosphatide concentrate, amidation, urea grease, high-temperature properties, tribological characteristics, biodegradation.

References

- Oilseeds: World Markets and Trade (2020). United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. Available at: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>
- Deineka, I. F., Avdieieva, L. Yu. (2014). Fosfolipidy u funktsionalnomu kharchuvanni. Naukovi pratsi [Odeskoi natsionalnoi akademiyi kharchovykh tekhnolohiy], 2 (46), 134–136.
- Bodachivska, L. Y., Verba, A. Y., Safronov, O. I., Davitadze, D. Z., Papeikin, O. O., Venger, I. O. (2019). Surfactants based on lipid biomass and their use in technological systems for gas and crude oil production. *Catalysis and Petrochemistry*, 28, 1–19. doi: <https://doi.org/10.15407/kataliz2019.28.001>
- Saikia, T., Mahto, V. (2018). Evaluation of Soy Lecithin as Eco-Friendly Biosurfactant Clathrate Hydrate Antiagglomerant Additive. *Journal of Surfactants and Detergents*, 21 (1), 101–111. doi: <https://doi.org/10.1002/jsde.12018>
- Pop, H. S., Bodachivskiy, Yu. S., Donets, O. Ye. (2014). Olyvorozhnyni emulhatory-stabilizatory na bazi vyshchykh zhyrnykh kyslot oliy dlia naftohazovoi haluzi. *Naftohazova haluz Ukrainy*, 5, 32–38.
- Demydov, I. M., Kramarenko, A. O. (2009). Oderzhannia efektyvnykh PAR okysnenniam soniashnykovoho fosfatydnoho kontsentratu. *Visnyk NTU “KhPI”: Seriya “Novi rishennia u suchasnykh tekhnolohiyakh”*, 15, 102–105.
- Cabezas, D. M., Madoery, R., Diehl, B. W. K., Tom s, M. C. (2011). Emulsifying Properties of Different Modified Sunflower Lecithins. *Journal of the American Oil Chemists’ Society*, 89 (2), 355–361. doi: <https://doi.org/10.1007/s11746-011-1915-8>
- Shah, P. R., Gaitonde, U. N., Ganesh, A. (2018). Influence of soy-lecithin as bio-additive with straight vegetable oil on CI engine characteristics. *Renewable Energy*, 115, 685–696. doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.09.013>
- Pop, G. S., Bodachivska, L. Ju., Zhelezny, L. V. (2012). Transformation of triglycerides and phosphatides of oils by amines: synthesis, properties, applications. *Kataliz ta naftokhimiya*, 21, 104–109.
- Li, W., Wu, Y., Wang, X., Liu, W. (2013). Study of soybean lecithin as multifunctional lubricating additives. *Industrial Lubrication and Tribology*, 65 (6), 466–471. doi: <https://doi.org/10.1108/ilt-06-2011-0050>
- Abo-Hatab, H. F., Kandile, N. G., Salah, H. M. (2018). Eco-friendly Multifunction Petroleum Additives: Preparation, Characterization and Evaluation. *Tribology in Industry*, 40 (1), 129–138. doi: <https://doi.org/10.24874/ti.2018.40.01.12>
- Li, W., Wu, Y., Wang, X., Liu, W. (2012). Tribological Study of Boron-Containing Soybean Lecithin as Environmentally Friendly Lubricant Additive in Synthetic Base Fluids. *Tribology Letters*, 47 (3), 381–388. doi: <https://doi.org/10.1007/s11249-012-9994-8>
- Zheleznyi, L., Pop, G., Papeikin, O., Venger, I., Bodachivska, L. (2017). Development of compositions of urea greases on aminoamides of fatty acids. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (6 (87)), 9–14. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.99580>
- Coe, Ch. (2020). Grease Compatibility Charts are Dangerous! *NLGI Spokesman*, 84 (1), 6–22.
- Bodachivska, L. Ju. (2009). Transamidation of phosphatidic concentrate by high molecular primary amines fraction C16-18H33-37NH2. *Kataliz ta naftokhimiya*, 17, 52–57.
- Zheleznyi, L. V. (2016). Osoblyvosti syntezu ureatnykh tyk-sotropnykh system. *Ukrainskyi khimichnyi zhurnal*, 82 (12), 117–122.
- Prech, E., Byul'man, E., Affol'ter, K. (2006). Opreddenie stroeniya organicheskikh soedineniy: tablitsy spektral'nykh dannyh. Moscow: Mir, Binom, 439.
- Hurley, S., Cann, P. M. (2000). Starved Lubrication of EHL Contacts – Relationship to Bulk Grease Properties. *NLGI Spokesman*, 64 (2), 15–23.
- Meza, A. (2016). Guidelines for Selecting High-temperature Lubricants. *Machinery Lubrication*, 12, 28–32.
- Samman, N. (2007). High Temperature Greases. *NLGI Spokesman*, 70 (11), 14–23.
- Ishchuk, Yu. L. (1996). Sostav, struktura i svoystva plastichnykh smazok. Kyiv: Naukova dumka, 512.
- Klamann, D. (1988). Smazki i rodstvvennye produkty. Sintez. Svoystva. Primenenie. Mezhdunarodnye standarty. Moscow: Himiya, 488.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210218

THE EFFECT OF SULFUR- AND CARBON-CODOPED TiO₂ NANOCOMPOSITE ON THE PHOTOCATALYTIC AND MECHANICAL PROPERTIES OF CEMENT MORTARS (p. 6–14)

M. Hohol, M. Sanytsky, T. Kropyvnytska, A. Barylyak, Y. Bobitski

Проведеними дослідженнями встановлено вплив модифікатора нано-TiO₂ P25 та нанокompозиту на основі діоксиду титану, допованого сіркою та вуглецем (TiO₂/S, C), на фотокаталітичні, механічні властивості та структуроутворення цементних розчинів. Отримано результати гранулометричного складу композиційного портуландцементу та нанодобавок TiO₂; проведена комплексна оцінка розподілу за розмірами їх частинок як за об'ємом, так і за питомою поверхнею. Доведено, що нанокompозит TiO₂/S, C характеризується екстремально високою поверхневою активністю, що визначає фотокаталітичні властивості поверхні цементних розчинів. Проведено порівняння механічних властивостей цементних розчинів, модифікованих нанодобавками діоксиду титану.

Експериментальними дослідженнями підтверджено покращення фотокаталітичних властивостей поверхні цементного розчину у видимому спектрі за рахунок допування нанорозмірного діоксиду титану вуглецем та сіркою. Поєднання нанодобавок TiO₂ з суперпластифікаторами полікарбоксилатного типу призводить до зростання міцності модифікованих зразків з віком тверднення. Завдяки високій поверхневій активності частинок нанокompозиту TiO₂/S, C продукти гідратації цементної пасти осаджуються на їх поверхні, утворюючи з ними конгломерати, що ущільнюють мікроструктуру цементуючої матриці. Показано, що при використанні нанокompозиту на основі модифікованого діоксиду титану показники вільної енергії знижуються і поверхня цементного розчину набуває гідрофобних властивостей, що сприяє процесам самоочищення. Таким чином, є підстави стверджувати про доцільність використання нанокompозиту TiO₂/S, C для покращення фотокаталітичних, самоочисних, механічних та гідрофобних властивостей цементних розчинів.

Ключові слова: нанокompозит, діоксид титану, цементний розчин, фотокаталіз, гідрофобність, вільна енергія.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.199035

AN EXPERIMENTAL STUDY OF FLUIDIZATION POST IMPINGING FLUID IN GRANULAR BED FOR BREAKING SEDIMENTATION (p. 15–23)

E. Yudiyanto, I. N. G. Wardana, N. Hamidi, D. Widhiyanuriawan

Ударна рідина може бути використана для запобігання седиментації в потоці труби і в процесі змішування. Седиментація є проблемою, яка часто виникає при транспортуванні рідини і псевдозрідженні. Поведінка зернистого матеріалу при зіткненні – це явище, яке рідко вивчається. Даний стан важко піддається спостереженню через положення складних рухів рідини в шарі. У дослідженні робиться спроба визначити поведінку псевдозрідження при різних розмірах зерен. В ході експериментальних досліджень спостерігався ефект удару в зернистий шар. В якості інструменту для процесу спостереження використовується комірка Хелі-Шоу. Середовищем для псевдозрідження служить скляний пісок. Високошвидкісну рідину за короткий час впорскують в зернистий шар. Зернистий матеріал рухається завдяки тиску зіткнення при псевдозрідженні. Рух зернистого матеріалу спостерігають за допомогою камери для визначення поведінки зернистого матеріалу. Основним результатом дослідження є виявлення двох вельми різних режимів. Існує два типи постударного псевдозрідження. Першим типом є рідинна порожнина і псевдозрідження. Цей стан починається з розширення порожнини рідини з подальшим процесом псевдозрідження. Порожнина рідини виникає коли ударний тиск рідини штовхає зернистий матеріал вгору. Зернисті зв'язки утримують зв'язок частинок і утворюють порожнину. Псевдозрідження після розширення порожнини – це рух осідання, на який впливає сила тяжіння, плавучість, опір і зернисті зв'язки. Інший тип – це локальний псевдозріджений стан. Межа виникнення рідинної порожнини і псевдозрідження спостерігається при числі Рейнольдса зіткнення. Число Рейнольдса зіткнення розраховують за швидкістю проникнення ударної рідини в зернистий матеріал і помноженому розміру частинок, поділеному на в'язкість. Подальше зіткнення порожнини рідини відбувається при числі Рейнольдса процесу зіткнення менше 4000 (область ламінарної і перехідної течії). Локальний псевдозріджений стан має Re зіткнення більше 4000, а псевдозрідження слідує за потоком і негайно зникає. Цей стан призводить до того, що зв'язок зерен не може підтримувати агломерацію зерен.

Ключові слова: зернистий матеріал, зіткнення, псевдозрідження, порожнина рідини, седиментація, в'язкість, сила опору.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210530

A STUDY OF CERIUM EXTRACTION FROM BANGKA TIN SLAG USING HYDROCHLORIC ACID (p. 24–30)

Kurnia Trinopiawan, Zaki Mubarak, Kurnia Setiawan Widana, Budi Yuli Ani, Yarianto Sugeng Budi Susilo, Riesna Prassanti, Iwan Susanto, Sulaksana Permana, Johny W Soedarsono

Олов'яний шлак Банка (ОШБ) – це відходи плавки олова, що містять велику кількість кремнезему та інших елементів, що мають високу економічну цінність, включаючи ційлій, який є рідкоземельним елементом. Вміст кремнезему та Ce₂O₃ в ОШБ становить 32,86 % та 1,35 % відповідно. Інші елементи, що мають високі концентрації в ОШБ, включають 15,46 % CaO, 10,88 % Al₂O₃ та 9,20 % Fe₂O₃. Метою даного дослідження було визначення оптимальних умов для виділення церію з використанням HCl, які включають концентрацію HCl, температуру, розмір частинок, швидкість перемішування та час розчинення. Крім того, було вивчено вплив цих параметрів на виділення Се. Для визначення оптимальних умов використовувався метод роздільного дослідження факторів. По-

передня обробка ОШБ методом лужного плавлення і водного вилугування проводилася як для зниження вмісту кремнезему, так і збільшення його пористості. Лужне плавлення, проведене при 700 °С з використанням NaOH, перетворює кремнезем в водорозчинний силікат натрію. Характеризація структури шлаку до і після попередньої обробки була повністю проведена з використанням дифракції рентгенівських променів (ДРП), рентгенофлуоресцентного аналізу (РФА), растрового електронного мікроскопа (РЕМ) і оптичного мікроскопа. Крім того, вимірювання вмісту Се у фільтраті процесу розчинення проводилося за допомогою атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою (АЕС-ІЗП). Результати показали вилучення оптимальної кількості 75,16 % Се при наступних умовах, а саме концентрації HCl 2,5 М, температурі 40 °С, розмірі часток –325 меш, швидкості перемішування 150 об/хв і часі розчинення 180 хвилин. Кожен параметр має значний вплив на вилучення Се, причому на початковому етапі збільшення значення кожного параметра дає збільшення вилучення Се і починає зменшуватися при настанні рівноваги.

Ключові слова: олов'яний шлак Банка, церій, HCl, лужна плавка, водне вилугування, оптимальні умови.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210857

A STUDY OF THE INFLUENCE OF POLYVINYL PYRROLIDONE CONCENTRATION IN THE DEPOSITION ELECTROLYTE ON THE PROPERTIES OF ELECTROCHROMIC Ni(OH)₂ FILMS (p. 31–37)

V. Kotok, V. Kovalenko

Електрохромні пристрої є робочими елементами розумних вікон і дозволяють економити електроенергію необхідну для охолодження приміщень. Електрохімічний метод нанесення може значно зменшити вартість нанесення електрохромних покриттів.

У даній статті розглядається електрохімічний метод нанесення покриття на основі гідроксиду нікелю з електроліту, який містить нітрат нікелю і полівінілпірролідон (ПВП). Отримання електрохромних плівок здійснювалося в гальваностатичному режимі з різними концентраціями ПВП.

В результаті проведених досліджень було показано, що наявність ПВП в електроліті осадження значно впливає на властивості одержуваних електрохромних плівок. При цьому властивості одержуваних плівок сильно залежали від використовуваної концентрації ПВП. Так, при малих концентраціях добавка ПВП викликала поліпшення електрохромних і електрохімічних характеристик і в тому числі стабільність у властивостях плівок. При високих концентраціях ПВП електрохімічні і електрохромні характеристики значно погіршувалися аж до практично повного їх зникнення. В роботі запропоновано можливий механізм, який пояснює поліпшення характеристик плівок, одержуваних з розчинів з малою концентрацією ПВП. Цей механізм полягає в поліпшенні змочуваності підкладки, збільшення площі контакту осаду з підкладкою і, як наслідок, поліпшення адгезії і зменшення контактного опору на границі електропровідний оксид – плівка Ni(OH)₂.

Також в роботі встановлено інтервал оптимальних концентрацій ПВП, для електроліту, який містить 0,1 М Ni(NO₃)₂, який становив 0,5–2 %.

Ключові слова: електрохромізм, електрохімічне осадження, гідроксид нікелю, полівінілпірролідон, адсорбція, поверхнево-активна речовина, нітрат нікелю, анодний електрохромний матеріал, гальваностатичний режим, змочуваність.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210312

ELECTRICAL PROPERTIES OF “WATER IN CASTOR OIL” EMULSION (p. 38–44)

I. Nazarenko, O. Didenko, O. Loboda, R. Kushlyk, L. Chervinskiy

Представлено результати дослідження електричних властивостей емульсії «вода в рициновій олії», які дозволяють обґрунтувати технологію очищення рицинової олії від рослинних домішок та води в електричному полі.

Проведеними експериментальними дослідженнями електричних властивостей емульсії «вода в рициновій олії» встановлено залежності питомого опору постійному та змінному струмам і тангенсу кута діелектричних втрат від температури та вмісту води. Доведено що активна складова питомого опору суспензії «вода в рициновій олії» на змінному струмі менша за опір постійному струму. Тому при температурі 80 °С і вмісту води 2 % тепловиділення на змінному струмі на 10 % перевищує тепловиділення на постійному. Відповідно до цього процес очищення рицинової олії від рослинних домішок та залишків води доцільно вести на змінному струмі. Це дозволяє отримати додаткове тепловиділення і тим самим компенсувати витрати тепла на пароутворення флотажних бульбашок, що веде до сталого процесу флотажного очищення. Зіставлення величин поляризаційних втрат та втрат наскрізної електропровідності для чистої олії свідчить про їх однаковий порядок. Додавання води приводить до зростання поляризаційних втрат за рахунок структурної та дипольної поляризації води як полярної рідини. Завдяки цьому з теоретичної точки зору можна стверджувати про локальне додаткове тепловиділення на тонко дисперсних краплях води в кількості, що може забезпечити компенсацію теплоти, необхідної для пароутворення. Відповідно до цього пароутворення не потребує прямого нагрівання приелектродної області від зовнішнього джерела за рахунок теплопровідності.

Отримані результати експериментальних досліджень дозволяють обґрунтувати технологічні та конструктивні параметри електротехнологічного комплексу очищення рицинової олії в електричному полі циліндричної системи електродів.

Ключові слова: електричне поле, рицинова олія, питомий опір, тангенс кута діелектричних втрат.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210718

TECHNOLOGY OF OBTAINING WATER-SOLUBLE SURFACE-ACTIVE SUBSTANCES BY THE METHOD OF PHENOL SULFOMETHYLATION (p. 45–53)

N. Sokolenko, Ye. Popov, K. Fastovetska

Об'єктом дослідження є технологія нових поверхнево-активних речовин (ПАР) на основі сульфометильованого фенолу. Дослідження проводили по удосконаленню технології каталітичним методом з розробкою виробничих схем процесів синтезу.

При сульфометилюванні фенолу активне перетворення мономерів в полімерні речовини починається тільки при температурі 110–120 °С, а поверхнево-активні речовини з оптимальним полімерним складом вдалось отримати тільки при температурі 130 °С. При проведенні реакції сульфометилювання фенолу у водному середовищі при температурі нижче 90 °С, для отримання ПАР з необхідними властивостями, потрібно час більше 9 годин. Суттєвими недоліками цього способу є відносно низький вихід цільового продукту та значна кількість вільного фенолу у готовому продукті (понад 15 відсотків).

Відомо, що більш потужним і менш ризикованим засобом прискорення реакції, ніж підвищення температури, виявляється каталіз.

В ході дослідження вивчали реакцію сульфометилювання фенолу в умовах міжфазного каталізу. Це дозволило поліпшити основні технологічні параметри: температуру реакції знизити з 130 °С до 90 °С, тривалість процесу скоротити до 3 годин, проводити процес при атмосферному тиску. В якості каталізатору використано катіоноактивну ПАР: цетилтриметиламоній бромід. Це дозволяє спростити технологічну схему отримання ПАР, тобто використовувати менш енергоємні і дешеві реактори.

Перевагою запропонованої технології є маловідходне, одностадійне виробництво та використання доступної сировини: фенолу, формальдегіду та сульфату натрію. У ході дослідження отримано продукти аналогічні за поверхнево-активними властивостями Диспергатору НФ, який широко використовується в промисловості. Це дозволяє розширити асортимент багатофункціональних поверхнево-активних речовин з кращою біодеструкцією, ніж продукти на основі нафталіну та лігніну.

За результатами досліджень отриманих зразків, запропоновано галузі їх використання. Отримані продукти апробовано з позитивним результатом в якості аніоноактивних ПАР, що застосовуються як диспергатори при виробництві органічних барвників, як вирівнювачі при фарбуванні текстильних виробів та як пластифікуючі добавки для бетонних сумішей.

Ключові слова: фенол, формальдегід, цетилтриметиламоній бромід, сульфометилювання, міжфазний каталіз, поверхнево-активні речовини, диспергатор.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210043

SYNTHESIS AND PROPERTIES OF UREA GREASES BASED ON AMINOAMIDES OF PLANT OIL PHOSPHATIDES

(p. 54–60)

O. Papeikin, O. Safronov, L. Bodachivska, I. Venger

В роботі продемонстровано можливість застосування відходів олійно-жирової галузі – фосфатидних концентратів в якості складових компонентів мастильних матеріалів. На першому етапі проведено амідування фосфатидного концентрату від очищення ріпакової олії етилендіаміном за двома методиками: без каталізатора та зі застосуванням реагенту-каталізатора СаО.

У подальшому синтезовано зразки сечовинних мастил взаємодією амідованих фосфатидних концентратів з поліізоціанатом у оливному середовищі. Аміноаміди жирних кислот з поліізоціанатом утворюють сечовинну дисперсну фазу тиксотропних систем, а гліцеролфосфати та гліцеролфосфати кальцію виконують функцію трибологічних додатків. Методом ІЧ-спектроскопії доведено, що між поліізоціанатом та амідованим фосфатидним концентратом за мольного співвідношення 1:3 відбувається їх повна взаємодія.

Досліджено фізико-хімічні властивості розроблених сечовинних мастил та проведено порівняльний аналіз їх показників якості з товарним мастилом Маспол. Синтезовані сечовинні мастила характеризуються високою механічною (зміна пенетрації після переміщення 100 000 подвійних тактів 42–45 мм·10⁻¹), колоїдною стабільністю (5,2–5,6 % виділеної оливи) та високотемпературними властивостями (температура крапання вище 230 °С). Крім того, ці тиксотропні системи стійкі до окиснення, не викликають корозію кольорових металів та здатні працювати в контакт з водою. Фосфоровмісні залишки покращують змащувальні властивості синтезованих композицій без додаткового введення трибологічних модифікаторів (критичне навантаження – 980–1039 Н, навантаження зварювання – 1568–1744 Н). Завдяки застосуванню сировини рослинного походження у складі мастильних композицій покращується їх біорозщеплюваність на 6–7 %.

Ключові слова: фосфатидний концентрат, амідування, сечовинне мастило, високотемпературні властивості, трибологічні характеристики, біорозщеплюваність.