

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251104

CONVERSION OF SYNTHESIS GAS IN AEROSOL OF Fe-Cu-K-CATALYST PARTICLES AT PRESSURES OF 0.1–1.0 MPa (p. 6–16)**Oleksii Domin**PJSC “Severodonetsk ORGKHM”, Severodonetsk, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2759-3315>**Iryna Glikina**Volodymyr Dahl East Ukrainian National University,
Severodonetsk, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2307-1245>**Sergey Kudryavtsev**NGO “Foundation “PROSTIR”, Severodonetsk, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2452-2220>**Yevhen Zubtsov**Volodymyr Dahl East Ukrainian National University,
Severodonetsk, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4697-1975>**Olexii Tselishchev**Volodymyr Dahl East Ukrainian National University,
Severodonetsk, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4154-7734>**Maryna Loria**Volodymyr Dahl East Ukrainian National University,
Severodonetsk, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5589-8351>

Chemical conversion of synthesis gas to hydrocarbons and other products under the condition of the method known as “aerosol nanocatalysis” has been studied.

A laboratory installation was developed and experimental studies were carried out in the range of process-dependent parameters: pressure from 0.1 to 1.0 MPa, temperature from 483 to 533 K, catalyst concentration from 5 to 25 g/m³ of reactor volume, and mechanochemical activation intensity from 4, 0 to 11.2 Hz. It was found that an increase in pressure from 0.1 to 1.0 MPa gradually increased the conversion degree from 44.1 % to 56.5. An increase in pressure of the FTS process in conditions of aerosol catalysis from 0.1 to 1.0 MPa contributed to a stable yield growth from 14 to 17 %. Selectivity reached its maximum value of 93.1 % at a pressure of 0.3 MPa. Dependence of selectivity on the catalyst MCA intensity was characterized by the constant growth of selectivity of carbon monoxide conversion to hydrocarbons with an increase in MCA frequency from 4 to 8.5 Hz while maximum selectivity reached 91 %. With a further increase in MCA frequency to 11.2 Hz, a decrease (to 83.5 %) in the value of selectivity of carbon monoxide conversion to hydrocarbon products in the FTS process was observed. Therefore, it was recommended to consider the value of the MCA frequency from 6 to 10 Hz as an acceptable range. Maximum yield (73 wt %) of hydrocarbon fraction with a chain length from 5 to 6 carbon atoms was observed for a pressure of 0.3 MPa. The minimum yield was 35 wt % for a pressure of 1.2 MPa. At other pressure values (0.1–0.2 and 0.4–1.1 MPa) of experimental studies, the yield of this fraction varied within 38–52 wt %. A block diagram of experimental-industrial FTS installation based on principles of aerosol nanocatalysis was offered.

Keywords: synthesis gas, aerosol nanocatalysis, mechanochemical activation, synthetic hydrocarbons, production of motor fuels.

References

- Mordkovich, V. Z., Sineva, L. V., Kulchakovskaya, E. V., Asalieva, E. Y. (2015). Four Generations of Technology for Production of Synthetic Liquid Fuel Based on Fischer – Tropsch Synthesis. Historical Overview. *Kataliz v Promyshlennosti*, 15 (5), 23–45. doi: <https://doi.org/10.18412/1816-0387-2015-5-23-45>
- Karimova A. R., Shiriyazdanov R. R., Davletshin A. R., Makhmutova O. N., Telyashev E. G., Rakhimov M. N. (2016). XTL Processes. Technological Aspects of Processing Fossil and Renewable Carbonaceous Feed by Fischer-Tropsch Process. 1. Resources and Catalytic Basis Fischer-Tropsch Process. *Baskirskii khimicheskii zhurnal*, 23 (2), 71–81. Available at: http://bcj.rusoil.net/files/slider/BCJ_2_2016.pdf
- Rudyka, V. I. (2017). The Analysis of the Experience in Commercialization of Indirect Coal Liquefaction Technologies in the World. *Problemy ekonomiky*, 3, 13–19. Available at: https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2017-3_0-pages-13_19.pdf
- Tarasov, V., Antoshchenko, M., Rudniev, Y., Zolotarova, O., Davidenko, N. (2021). Metamorphism Indicators for Establishing the Endogenic Fire Hazard of Coal Mining Plants in Mining. *International Journal of Environmental Science and Development*, 12 (8), 242–248. doi: <https://doi.org/10.18178/ijesd.2021.12.8.1346>
- Antoshchenko, M., Tarasov, V., Nedbailo, O., Zakharova, O., Yevhen, R. (2021). On the possibilities to apply indices of industrial coal-rank classification to determine hazardous characteristics of workable beds. *Mining of Mineral Deposits*, 15 (2), 1–8. doi: <https://doi.org/10.33271/mining15.02.001>
- Mykola, A., Vadym, T., Olga, L.-Z., Anatolii, H., Andrii, K. (2021). About Possibility to Use Industrial Coal-Rank Classification to Reveal Coal Layers Hazardous Characteristics. *Civil Engineering and Architecture*, 9 (2), 507–511. doi: <https://doi.org/10.13189/cea.2021.090223>
- Popovich, A., Soloviev, G., Suvorin, A. (2017). Research into methane oxidation on oxide catalyst of the applied type. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (6 (88)), 29–34. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.107249>
- Popovich, A., Soloviev, G., Orlyk, V., Suvorin, A. (2017). Development of mathematical model of methane oxidation on fibrous catalyst. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (6 (90)), 33–40. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.118439>
- Hunda, M. V., Yeher, D. O., Zarubin, Yu. O., Smikh, P. M., Hladun, V. V., Kasianchuk, S. V., Chepil, P. M. (2014). Rozvytok tekhnolohiy pererobky pryrodnoho hazu v ridki syntetychni palyva ta perspektyvy yikh vprovadzhennia dlia rozrobky rodovyskh vuhlevodniv. *Naftohazova haluz Ukrainy*, 1, 38–42. Available at: <http://elar.nung.edu.ua/handle/123456789/3699>
- Ojeda, M., Nabar, R., Nilekar, A. U., Ishikawa, A., Mavrikakis, M., Iglesia, E. (2010). CO activation pathways and the mechanism of Fischer–Tropsch synthesis. *Journal of Catalysis*, 272 (2), 287–297. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcat.2010.04.012>
- Gual, A., Godard, C., Castellón, S., Curulla-Ferré, D., Claver, C. (2012). Colloidal Ru, Co and Fe-nanoparticles. Synthesis and application as nanocatalysts in the Fischer–Tropsch process. *Catalysis Today*, 183 (1), 154–171. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2011.11.025>
- Tian, D., Liu, Z., Li, D., Shi, H., Pan, W., Cheng, Y. (2013). Bimetallic Ni–Fe total-methanation catalyst for the production of substitute natural gas under high pressure. *Fuel*, 104, 224–229. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2012.08.033>

13. Gavrilović, L., Jørgensen, E. A., Pandey, U., Putta, K. R., Rout, K. R., Rytter, E. et al. (2021). Fischer-Tropsch synthesis over an alumina-supported cobalt catalyst in a fixed bed reactor – Effect of process parameters. *Catalysis Today*, 369, 150–157. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2020.07.055>
14. Zhao, H., Liu, J.-X., Yang, C., Yao, S., Su, H.-Y., Gao, Z. et al. (2021). Synthesis of Iron-Carbide Nanoparticles: Identification of the Active Phase and Mechanism of Fe-Based Fischer–Tropsch Synthesis. *CCS Chemistry*, 3 (11), 2712–2724. doi: <https://doi.org/10.31635/ccschem.020.202000555>
15. Chen, Y., Wei, J., Duyar, M. S., Ordonsky, V. V., Khodakov, A. Y., Liu, J. (2021). Carbon-based catalysts for Fischer–Tropsch synthesis. *Chemical Society Reviews*, 50 (4), 2337–2366. doi: <https://doi.org/10.1039/d0cs00905a>
16. Yahyazadeh, A., Dalai, A. K., Ma, W., Zhang, L. (2021). Fischer–Tropsch Synthesis for Light Olefins from Syngas: A Review of Catalyst Development. *Reactions*, 2 (3), 227–257. doi: <https://doi.org/10.3390/reactions2030015>
17. Luhovskoi, A., Glikin, M., Kudryavtsev, S., Glikina, I. (2017). Obtaining synthesis-gas by the stone coal steam conversion using technology of aerosol nanocatalysis. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (6 (90)), 53–58. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.118396>
18. Luhovskoi, A., Glikin, M., Kudryavtsev, S., Glikina, I. (2018). Studying the influence of the intensity of mechanochemical activation on the process of steam conversion of coal. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (6 (94)), 56–62. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.136371>
19. Glikina, I. M., Domnin, A. O., Shershnev, S. A., Glikin, M. A. (2013). Poluchenie uglevodorodov S5+ po tekhnologii aerosol'nogo nanokataliza v vibroozhizhennom sloe. Vliyanie davleniya. *Visnyk NTU «KhPI»*, 56 (1029), 185–192. Available at: http://library.kpi.kharkov.ua/files/Vestniki/2013_56.pdf

DOI 10.15587/1729-4061.2022.251034

DETERMINATION OF RATIONAL CONDITIONS FOR OIL EXTRACTION FROM OIL HYDRATION WASTE (p. 17–23)

Olga Bliznjuk

National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”,
Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2595-8421>

Natalia Masalitina

National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”,
Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7347-2584>

Lilia Myronenko

National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”,
Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7345-6450>

Oksana Zhulinska

Separate Structural Subdivision “Housing and Municipal Professional College of O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv”, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0509-198X>

Tatyana Denisenko

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7755-9855>

Serhii Nekrasov

Sumy State University, Sumy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9157-2829>

Serhii Stankevych

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8300-2591>

Oleksandr Bragin

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8104-4088>

Oleksii Romanov

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8144-4911>

Tetiana Romanova

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5179-8241>

As a result of oil hydration, waste is formed – phosphatide concentrate, which is a multicomponent system. Valuable components of the concentrate are vegetable oil and phosphatides, the separation of which is an urgent task for the industry.

The process of treatment of sunflower phosphatide concentrate with citric acid (hydration) in order to more completely convert non-hydrated forms of phosphatides into hydrated ones and separate the oil from the concentrate was studied.

A feature of the work is the study of the dependence of the yield and mass fraction of moisture in the extracted oil on the hydration process parameters.

A sample of phosphatide concentrate with non-standard quality indicators according to SOU 15.4-37-212:2004 (CAS 3436-44-0) was studied: the mass fraction of moisture and volatile substances was 4.0 %, the mass fraction of phosphatides was 37.0 %.

The concentrate was treated with citric acid solution at a temperature of 45 °C (10 % solution). Rational conditions for concentrate treatment were determined: duration (25 min) and citric acid concentration in relation to the mass of phosphatide concentrate (25 %). Under these conditions, the oil yield was 76.1 %, the mass fraction of moisture in the oil was 18.6 %. The indicators characterizing the suitability of the oil for consumption and its safety for the body are within the limits (acid value 3.7 mg KOH/g, peroxide value 5.1 ½ O mmol/kg) for the first-grade unrefined unwinterized sunflower oil according to DSTU 4492. Such oil can be used for refining, fatty acids and biodiesel production, and after additional purification – for processing into food products.

The results of the study make it possible to use resources rationally and predict the yield and quality of the oil isolated from the phosphatide concentrate. The resulting oil can be an affordable raw material for various industries.

Keywords: hydration waste, phosphatide concentrate, citric acid, acid value, peroxide value.

References

1. Galstyan, A. G., Aksyonova, L. M., Lisitsyn, A. B., Oganesyants, L. A., Petrov, A. N. (2019). Modern Approaches to Storage and Effective Processing of Agricultural Products for Obtaining High Quality Food Products. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 89 (2), 211–213. doi: <https://doi.org/10.1134/s1019331619020059>
2. Rani, R., Badwaik, L. S. (2021). Functional Properties of Oilseed Cakes and Defatted Meals of Mustard, Soybean and Flaxseed. *Waste and Biomass Valorization*, 12 (10), 5639–5647. doi: <https://doi.org/10.1007/s12649-021-01407-z>
3. Casado, V., Martín, D., Torres, C., Reglero, G. (2012). Phospholipases in Food Industry: A Review. *Methods in Molecular Biology*, 495–523. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-61779-600-5_29
4. Stepycheva, N. V., Makarov, S. V., Kucherenko, P. N. (2012). Secondary material resources of oil-producing plants. *Russian Journal of General Chemistry*, 82 (5), 969–976. doi: <https://doi.org/10.1134/s1070363212050301>

5. Küllenberg, D., Taylor, L. A., Schneider, M., Massing, U. (2012). Health effects of dietary phospholipids. *Lipids in Health and Disease*, 11 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/1476-511x-11-3>
6. Ghouila, Z., Sehailia, M., Chemat, S. (2019). Vegetable Oils and Fats: Extraction, Composition and Applications. *Plant Based "Green Chemistry 2.0"*, 339–375. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-13-3810-6_12
7. Lu, F. S. H., Nielsen, N. S., Baron, C. P., Jensen, L. H. S., Jacobsen, C. (2012). Physico-chemical Properties of Marine Phospholipid Emulsions. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89 (11), 2011–2024. doi: <https://doi.org/10.1007/s11746-012-2105-z>
8. Winkler-Moser, J. K., Mehta, B. M. (2015). Chemical Composition of Fat and Oil Products. *Handbook of Food Chemistry*, 365–402. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-642-36605-5_32
9. Begić, M., Nezirević-Nizić, E., Čorbo, S., Podrug, S., Ašimović, Z., Muminović, Š. (2020). Fatty Acid Composition and Stability of Cold-Pressed Vegetable Oils. *IFMBE Proceedings*, 303–312. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-40049-1_39
10. K voprosu o fosfatidnom kontsentrata. *APK Inform*. Available at: <https://www.apk-inform.com/ru/oilprocessing/9778>
11. Demidov, I. N., Kramarenko, A. A. (2008). Sposoby polucheniya fosfolipidnykh produktov. *Voprosy khimii i khimicheskoy tekhnologii*, 2, 58–63. Available at: <https://udhtu.edu.ua/public/userfiles/file/VHHT/2008/2/Demidov.pdf>
12. Mel'nikov, K. A. (2000). Vydelenie letsitinov iz fosfatidnogo kontsentrata podsolnechnogo masla. *Maslozhirovaya promyshlennost'*, 2, 21–22.
13. Martovschuk, V. I., Martovschuk, E. V., Bagrov, A. A., Zabolotniy, A. V. (2012). Pat. No. 2487162 RU. Sposob polucheniya fosfatidnogo kontsentrata. declared: 05.03.2012; published: 10.07.2013.
14. Kaya, D., Hung, Y.-T. (2021). Advances in Treatment of Vegetable Oil Refining Wastes. *Environmental and Natural Resources Engineering*, 325–375. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-54626-7_8
15. Shestakova, E. A., Raspopov, D. S., Verboloz, E. I. (2019). Development of flow technology for the purification and production of food sunflower phospholipids. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 81 (1), 125–131. doi: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-1-125-131>
16. Cerminati, S., Paoletti, L., Aguirre, A., Peirú, S., Menzella, H. G., Castelli, M. E. (2019). Industrial uses of phospholipases: current state and future applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103 (6), 2571–2582. doi: <https://doi.org/10.1007/s00253-019-09658-6>

DOI 10.15587/1729-4061.2022.252634
INVESTIGATION OF THE CHARACTERISTICS OF
SULFURIZED ELECTROCHROMIC Ni(OH)₂-PVA
FILMS DEPOSITED ON TRANSPARENT SUBSTRATES
(p. 24–30)

Valerii Kotok

Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8879-7189>

Vadym Kovalenko

Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8012-6732>

Rovil Nafeev

State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2721-9718>

Olena Melnyk

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5763-0431>

Obtaining new types of composite coatings for various purposes is the most important direction in chemistry. The synthesis of com-

posite hydroxide-sulfide compounds can be useful in various areas of applied electrochemistry.

Using a simple two-step method, thin films composed of nickel hydroxide sulfide-polyvinyl alcohol were formed. The production of nickel hydroxide sulfide-polyvinyl alcohol composite was carried out by holding the nickel hydroxide-polyvinyl alcohol composite coating formed on the glass electrode with an electrically conductive substrate in a solution of 0.03 M Na₂S for 10 minutes. The formation of nickel sulfide on the surface of nickel hydroxide was shown indirectly. It was shown that there were no changes in morphology after the treatment of the electrode in sodium sulfide solution.

As a result of the treatment, the electrochemical and electrochromic characteristics changed. There was some deterioration in the average coloration depth from 55 % to 49 % for the electrode containing nickel sulfide. The electrochemical characteristics also deteriorated slightly after the formation of the sulfide film, namely, the specific capacitance, which went to the passage of anodic and cathodic processes. However, the capacitance efficiency increased from 83 % to 87 % for the sulfide-treated film. Despite this, this simple method is considered to be potentially promising for the formation of electrodes for use in other electrochemical devices.

In addition, due to the treatment in a sodium sulfide solution, it became possible to roughly determine the size of the nickel hydroxide clusters in the nickel hydroxide-polyvinyl alcohol composite coating. These clusters did not exceed 430 nm in size, which was almost equal to the lower limit of the wavelength of the visible spectrum.

Keywords: electrochromism, nickel hydroxide, nickel sulfide, film, composite coating, polyvinyl alcohol.

References

1. Park, J.-S., Jeong, J. K., Mo, Y.-G., Kim, S. (2009). Impact of high-k TiO_x dielectric on device performance of indium-gallium-zinc oxide transistors. *Applied Physics Letters*, 94 (4), 042105. doi: <https://doi.org/10.1063/1.3075612>
2. Sandana, V. E., Razeghi, M., McClintock, R., Rogers, D. J., Teherani, F. H., Bove, P. (2019). p-Type thin film field effect transistors based on lithium-doped nickel oxide channels grown by pulsed laser deposition. *Oxide-Based Materials and Devices X*. doi: <https://doi.org/10.1117/12.2520124>
3. Fahim, Z. M. E., Aicha, Y. A., Bouzzine, S. M., Bouachrine, M., Hamidi, M. (2018). Modulation on Dye/TiO₂ Bending Energy and Charge Transfer to High Performance Triphenylamine Based Sensitizers in Solar Cells: A DFT Study. 2018 6th International Renewable and Sustainable Energy Conference (IRSEC). doi: <https://doi.org/10.1109/irsec.2018.8702924>
4. Takeuchi, E. S., Keister, P. (1985). Effect of silver content on the performance of primary lithium/silver vanadium oxide batteries. Paper presented at the Electrochemical Society Extended Abstracts, 85-2, 195–196.
5. Umamaheswari, S., Kalaignan, G. P., Vasudevan, T. (2004). Effect of electrode additives on the electrochemical behaviour of porous cadmium hydroxide electrode for alkaline secondary battery system. *Transactions of the SAEST (Society for Advancement of Electrochemical Science and Technology)*, 39 (3), 64–73.
6. Machini, W. B. S., Martin, C. S., Martinez, M. T., Teixeira, S. R., Gomes, H. M., Teixeira, M. F. S. (2013). Development of an electrochemical sensor based on nanostructured hausmannite-type manganese oxide for detection of sodium ions. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 181, 674–680. doi: <https://doi.org/10.1016/j.snb.2013.01.030>
7. Saidi, N. N. A., Wahid, M. H. A., Poopalan, P., Ahmad Hambali, N. A. M., Shahimin, M. M., Sahbudin, U. K. et al. (2016). Effect of dopant thickness variation in zinc oxide infrared LED. 2016 3rd International Conference on Electronic Design (ICED). doi: <https://doi.org/10.1109/iced.2016.7804673>

8. Chen, B., Xu, X., Zou, S., Wang, Y., Zou, B., Zhong, H., Rogach, A. L. (2017). Single Source Precursor Chemical Vapor Decomposition Method to Fabricate Stable, Bright Emissive Aluminum Hydroxide Phosphors for UV-Pumped White Light-Emitting Devices. *Advanced Optical Materials*, 6 (3), 1701115. doi: <https://doi.org/10.1002/adom.201701115>
9. Hall, D. S., Lockwood, D. J., Bock, C., MacDougall, B. R. (2015). Nickel hydroxides and related materials: a review of their structures, synthesis and properties. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 471 (2174), 20140792. doi: <https://doi.org/10.1098/rspa.2014.0792>
10. Kotok, V., Kovalenko, V. (2018). Definition of the aging process parameters for nickel hydroxide in the alkaline medium. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (12 (92)), 54–60. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.127764>
11. Kotok, V., Kovalenko, V. (2017). Optimization of nickel hydroxide electrode of the hybrid supercapacitor. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (6 (85)), 4–9. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.90810>
12. Wu, T.-N. (2007). Electrocatalytic oxidation of methyl tert-butyl ether (MTBE) in aqueous solution at a nickel electrode. *Chemosphere*, 69 (2), 271–278. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2007.04.021>
13. Wang, D., Yan, W., Vijapur, S. H., Botte, G. G. (2012). Enhanced electrocatalytic oxidation of urea based on nickel hydroxide nanoribbons. *Journal of Power Sources*, 217, 498–502. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2012.06.029>
14. Guo, S., Zhang, C., Yang, M., Zhou, Y., Bi, C., Lv, Q., Ma, N. (2020). A facile and sensitive electrochemical sensor for non-enzymatic glucose detection based on three-dimensional flexible polyurethane sponge decorated with nickel hydroxide. *Analytica Chimica Acta*, 1109, 130–139. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2020.02.037>
15. Kotok, V., Kovalenko, V. (2017). Electrochromism of Ni(OH)₂ films obtained by cathode template method with addition of Al, Zn, Co ions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (12 (87)), 38–43. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.103010>
16. Smart Windows: Energy Efficiency with a View. Available at: <https://www.nrel.gov/news/features/2010/1555.html>
17. Eom, S., Jung, J., Kim, D.-H. (2021). The Phase and Morphology of Hydrothermally Synthesized Nanostructured Nickel/nickel Hydroxides and Their Supercapacitor Application. *New Physics: Sae Mulli*, 71 (6), 500–505. doi: <https://doi.org/10.3938/npsm.71.500>
18. Zhu, W.-H., Ke, J.-J., Yu, H.-M., Zhang, D.-J. (1995). A study of the electrochemistry of nickel hydroxide electrodes with various additives. *Journal of Power Sources*, 56 (1), 75–79. doi: [https://doi.org/10.1016/0378-7753\(95\)80011-5](https://doi.org/10.1016/0378-7753(95)80011-5)
19. Liu, C. J., Xing, C. X., Chen, S. J., Li, Y. W. (2010). Structure and Electrochemical Performance of Amorphous Nickel Hydroxide Doped with La and Al. *Materials Science Forum*, 663-665, 1217–1220. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.663-665.1217>
20. He, W.-X., Li, X.-S., Zhang, Y.-Q. et. al. (2015). Study on the preparation and electrochemical performances of nickel hydroxide/graphene composites. *Rengong Jingti Xuebao/Journal of Synthetic Crystals*, 44 (12), 3681–3686.
21. Li, L., Liu, X., Liu, C., Wan, H., Zhang, J., Liang, P. et. al. (2018). Ultra-long life nickel nanowires@nickel-cobalt hydroxide nanoarrays composite pseudocapacitive electrode: Construction and activation mechanism. *Electrochimica Acta*, 259, 303–312. doi: <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2017.10.190>
22. Nath, A. R., Sandhyarani, N. (2020). SILAR deposited nickel sulphide-nickel hydroxide nanocomposite for high performance asymmetric supercapacitor. *Electrochimica Acta*, 356, 136844. doi: <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2020.136844>
23. Shi, M., Zhao, M., Jiao, L., Su, Z., Li, M., Song, X. (2021). Novel Mo-doped nickel sulfide thin sheets decorated with Ni–Co layered double hydroxide sheets as an advanced electrode for aqueous asymmetric super-capacitor battery. *Journal of Power Sources*, 509, 230333. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2021.230333>
24. Xie, Y. P., Zheng, Y., Yang, Y., Jiang, R., Wang, G., Zhang, Y. et. al. (2018). Two-dimensional nickel hydroxide/sulfides nanosheet as an efficient cocatalyst for photocatalytic H₂ evolution over CdS nanospheres. *Journal of Colloid and Interface Science*, 514, 634–641. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2017.12.080>
25. Zou, X., Liu, Y., Li, G.-D., Wu, Y., Liu, D.-P., Li, W. et. al. (2017). Ultrafast Formation of Amorphous Bimetallic Hydroxide Films on 3D Conductive Sulfide Nanoarrays for Large-Current-Density Oxygen Evolution Electrocatalysis. *Advanced Materials*, 29 (22), 1700404. doi: <https://doi.org/10.1002/adma.201700404>
26. Cha, J., Park, E. B., Han, S. W., Kim, Y. D., Jung, D. (2019). Core-Shell Structured Cobalt Sulfide/Cobalt Aluminum Hydroxide Nanosheet Arrays for Pseudocapacitor Application. *Chemistry – An Asian Journal*, 14 (3), 446–453. doi: <https://doi.org/10.1002/asia.201801749>
27. Zhang, B., Luo, C., Deng, Y., Huang, Z., Zhou, G., Lv, W. et. al. (2020). Optimized catalytic WS₂–WO₃ heterostructure design for accelerated polysulfide conversion in Lithium–Sulfur batteries. *Advanced Energy Materials*, 10 (15), 2000091. doi: <https://doi.org/10.1002/aenm.202000091>
28. Kotok, V., Kovalenko, V. (2021). A study of the possibility of conducting selective laser processing of thin composite electrochromic Ni(OH)₂-PVA films. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (12 (109)), 6–15. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225355>
29. 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. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 14 (2), 344–353. Available at: http://www.arpnjournals.org/jeas/research_papers/rp_2019/jeas_0119_7562.pdf
30. Kotok, V., Kovalenko, V. (2019). A study of electrochromic Ni(OH)₂ films obtained in the presence of small amounts of aluminum. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (12 (99)), 39–45. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.168863>
31. Kovalenko, V., Kotok, V. (2018). Comparative investigation of electrochemically synthesized (α+β) layered nickel hydroxide with mixture of α-Ni(OH)₂ and β-Ni(OH)₂. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (6 (92)), 16–22. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.125886>
32. Mironyak, M., Volnyanska, O., Labyak, O., Kovalenko, V., Kotok, V. (2019). Development of a potentiometric sensor sensitive to polysorbate 20. *EUREKA: Physics and Engineering*, 4, 3–9. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2019.00942>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252757

MODELING THE WETTING OF TITANIUM DIOXIDE AND STEEL SUBSTRATE IN WATER-BORNE PAINT AND VARNISH MATERIALS IN THE PRESENCE OF SURFACTANTS (p. 31–42)

Antonina Dyuryagina

Manash Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9109-8159>

Aida Lutsenko

Manash Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8047-5916>

Alexandr Demyanenko

Manash Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk,
Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5698-8140>

Vitaliy Tyukanko

Manash Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk,
Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1736-0323>

Kirill Ostrovnoy

Manash Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk,
Republic of Kazakhstan, 150000
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3309-0965>

Alyona Yanevich

Manash Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk,
Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1509-9018>

This paper reports the results of studying the effect of two additives such as polyether siloxane (PS) and sodium polyacrylate (SPA) on the wetting of various substrates in water-borne paints (WB paints).

Titanium dioxide (TiO₂), paraffin (PA), steel (ST), and glass (GL) were used as solid substrates. The edge wetting angle (θ^0) and the ratio ($d\cos\theta/dC_S$) were used as the criterion for assessing the wettability of solid substrates. In aqueous solutions (without acrylic resin), both surfactants improve the wetting of the substrates. For PS, all the substrates studied, depending on θ depression, can be arranged in a row: ST>PA>GL>TiO₂.

For SPA: PA>TiO₂>GL>ST. The introduction of an acrylic film-forming agent in the composition enhances the wetting ability of SPA (in comparison with the aqueous solution of surfactants). With an increase in the concentration of SPA from 0 to 4 g/dm³ in acrylic resin solutions, the edge wetting angle of steel decreases by 6–8° (while in water by only 3°).

With respect to TiO₂, the wetting activity of SPA does not depend on the acrylic content of the water. PS in acrylic-containing compositions exhibits worse wetting activity than SPA. The introduction of surfactants in the compositions improves the quality of coatings. With optimal SPA contents in the compositions, the corrosion rate of coatings is reduced (in distilled water by 45 %, in 60 % NaCl solution by 60 %). At the same time, the gloss of coatings increases by 50 % while adhesion increases by 2 points (according to ISO 11845: 2020). This is fully correlated with the nature of the effect of surfactants on the wetting of the steel substrate and pigment (titanium dioxide). Based on probabilistic-deterministic planning, the compositions of WB paints were optimized, ensuring their maximum wetting of TiO₂ and ST. Equations for calculating $\cos\theta$ depending on the content of acrylic polymer and surfactants have been derived.

Keywords: wetting of coatings, surfactants, water-borne paints, organic coatings.

References

- Ortiz-Herrero, L., Cardaba, I., Bartolomé, L., Alonso, M. L., Maguregui, M. I. (2020). Extension study of a statistical age prediction model for acrylic paints. *Polymer Degradation and Stability*, 179, 109263. doi: <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2020.109263>
- Dao, P. H., Nguyen, T. D., Nguyen, T. C., Nguyen, A. H., Mac, V. P., Tran, H. T. et al. (2022). Assessment of some characteristics, properties of a novel waterborne acrylic coating incorporated TiO₂ nanoparticles modified with silane coupling agent and Ag/Zn zeolite. *Progress in Organic Coatings*, 163, 106641. doi: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2021.106641>
- Kozakiewicz, J., Trzaskowska, J., Domanowski, W., Kieplin, A., Ofat-Kawalec, I., Przybylski, J. et al. (2020). Studies on synthesis and characterization of aqueous hybrid silicone-acrylic and acrylic-silicone dispersions and coatings. Part II. *Progress in Organic Coatings*, 138, 105297. doi: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2019.105297>
- Ji, S., Gui, H., Guan, G., Zhou, M., Guo, Q., Tan, M. Y. J. (2021). A multi-functional coating based on acrylic copolymer modified with PDMS through copolymerization. *Progress in Organic Coatings*, 156, 106254. doi: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2021.106254>
- Ji, S., Gui, H., Guan, G., Zhou, M., Guo, Q., Tan, M. Y. J. (2021). Molecular design and copolymerization to enhance the anti-corrosion performance of waterborne acrylic coatings. *Progress in Organic Coatings*, 153, 106140. doi: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2021.106140>
- Voogt, B., Venema, P., Sagis, L., Huinink, H., Erich, B., Scheerder, J., Adan, O. (2019). Surface characterization of drying acrylic latex dispersions with variable methacrylic acid content using surface dilatational rheology. *Journal of Colloid and Interface Science*, 556, 584–591. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2019.08.074>
- Arai, K., Mizutani, T., Kimura, Y., Miyamoto, M. (2016). Unique structure and properties of inorganic-organic hybrid films prepared from acryl/silica nano-composite emulsions. *Progress in Organic Coatings*, 93, 109–117. doi: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2015.12.002>
- Zhou, G. qiang, Wang, Y. Y. (2019). Preparation and application of modified hydr oxyl acrylic dispersion without solvent by a four step synthetic approach. *Progress in Organic Coatings*, 130, 93–98. doi: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2019.01.049>
- Wong, J. C., Ngoi, K. H., Chia, C. H., Jeon, T., Kim, H., Kim, H.-J. et al. (2022). Surface hardness and abrasion resistance natures of thermoplastic polymer covers and windows and their enhancements with curable tetraacrylate coating. *Polymer*, 239, 124419. doi: <https://doi.org/10.1016/j.polymer.2021.124419>
- Silva, M. F., Doménech-Carbó, M. T., Osete-Cortina, L. (2015). Characterization of additives of PVAc and acrylic waterborne dispersions and paints by analytical pyrolysis–GC–MS and pyrolysis–silylation–GC–MS. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 113, 606–620. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2015.04.011>
- Izmitli, A., Ngunjiri, J., Lan, T., Pacholski, M. L., Smith, R., Langille, M. et al. (2019). Impact of silicone additives on slip/mar performance and surface characteristics of waterborne acrylic coatings. *Progress in Organic Coatings*, 131, 145–151. doi: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2019.02.019>
- Bamane, P. B., Jagtap, R. N. (2022). Synthesis and characterisation of a non-halogenated water-based functional additive to improve ink-adhesion on untreated polypropylene surfaces. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 113, 103077. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2021.103077>
- Ouyang, S., Lin, Z., Cao, L., Ding, Y., Shen, L. (2021). Preparation of excellent-water-resistance water-borne alkyd/acrylic hybrid coatings with varied maleic anhydride content. *Progress in Organic Coatings*, 161, 106537. doi: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2021.106537>
- Kubiak, K. J., Mathia, T. G., Wilson, M. C. T. (2009). Methodology for metrology of wettability versus roughness of engineering surfaces. *Proceeding of 14th International Congress of Metrology*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/215751897_Methodology_for_metrology_of_wettability_versus_roughness_of_engineering_surfaces
- Malyshev, V. P. (1981). Veroyatnostno-determinirovannee planirovanie eksperimenta. *Alma-Ata: Nauka AN KazSSR*, 116. Available at: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_001059848/
- Ostrovnoy, K., Dyuryagina, A., Demyanenko, A., Tyukanko, V. (2021). Optimization of titanium dioxide wetting in alkyd paint and varnish materials in the presence of surfactants. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (6 (112)), 41–50. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.237879>

17. Protod'yakonov, M. M. (1932). *Sostavlenie gornyh norm i pol'zovanie imi*. Moskva, Leningrad, Novosibirsk: Gos. Nauchno-tekhn. Gornoe izd-vo, 36. Available at: https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_rc_2676489/
18. Dyuryagina, A. N., Tyukan'ko, V. Yu., Demyanenko, A. V., Kuke-min, Ye. A. (2010). Study of polyorganosiloxanes wetting activity in the presence of surfactants. *Lakokrasochnye materialy i ih primenenie*, 10, 38–40. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23487903>
19. Dyuryagina, A. N., Kulemina, E. A., Poluykova, A. A., Degtya-reva, S. I. (2012). Issledovanie smachivayushey sposobnosti amino-soderzhaschih poverhnostno-aktivnyh veschestv. *Himicheskii zhurnal Kazahstana*, 1, 128–135. Available at: https://nauka.kz/page.php?page_id=964&lang=1&page=4586
20. Tyukanko, V. Y., Duryagina, A. N., Ostrovnoy, K. A., Demyanenko, A. V. (2017). Study of wetting of aluminum and steel substrates with polyorganosiloxanes in the presence of nitrogen-containing surfactants. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*, 328 (11), 75–82. Available at: <http://izvestiya.tpu.ru/archive/article/view/1949>
21. Dyuryagina, A. N., Ostrovnoy, K. A., Kozik, D. Yu. (2021). Modifying effect of petrochemical waste processing products on wetting and stabilization of solid-phase particles. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*, 332 (12), 164–172. doi: <https://doi.org/10.18799/24131830/2021/12/3124>

DOI: [10.15587/1729-4061.2022.253544](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253544)

TECHNOLOGY FOR OBTAINING HIGH-PURE MAGNESIUM COMPOUNDS USING THE HYDROLYTIC PROCESSES OF SEDIMENTATION (p. 43–52)

Mikhail Sichov

State University of Intelligent Technologies and Communications,
Odessa, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4283-7955>

Kostiantyn Boriak

State University of Intelligent Technologies and Communications,
Odessa, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4226-0102>

Leonid Kolomiets

State University of Intelligent Technologies and Communications,
Odessa, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2341-3345>

In nature, magnesium compounds are distributed in the form of such minerals as dolomite, magnesite, serpentinite, brucite, and in the form of such solutions as sea and ocean waters, salt lakes, bischofite. The main popular magnesium compounds are its chloride, hydroxide, and oxide. The most common technology for obtaining magnesium hydroxide is based on the action of alkaline reagents on solutions of magnesium. However, the technology has significant drawbacks. The main issue is that magnesium hydroxide cannot be obtained free of impurity metal ions, and the sediment itself has an extremely low filtration rate from the solution in which it is formed.

Magnesium hydroxide is an excellent sorbent collector for the ions of most metals, so it is possible to utilize this property of absorption of magnesium hydroxide to produce other highly pure compounds, for medicine and pharmacopeia. This paper investigates the processes of alkaline hydrolysis of magnesium chloride and the formation of magnesium hydroxide sediment, the kinetics of processes, as well as the properties of sediments. Empirical formulas for sediment production parameters with a high filtration coefficient that exceeds the known values of $1 \cdot 10^6$ have been derived. The study reported here has revealed the possibility of obtaining in a relatively simple way highly pure chloride, hydroxide, and magnesium oxide, sodium chlorides, potassium, calcium,

in which the impurity 3d metals content does not exceed the value as a percentage of $(1-4) \cdot 10^{-7}$. Due to the properties of highly pure magnesium compounds to the sorption of metal ions, it is possible to create reference samples of chemical elements for the needs of metrology. For example, to create MR phantoms to verify measurements and check the operation of magnetic resonance imaging (MRI) in medical institutions. Especially pure magnesium hydroxide can be used for instrumental methods of analytical chemistry (X-ray fluorescent, neutron-activation methods) when fabricating chemical references for testing laboratories.

Keywords: magnesium compounds, alkaline hydrolysis of magnesium chloride, magnesium hydroxide, sorption of metal ions.

References

1. Pozin, M. E. (1974). *Tehnologiya mineral'nyh soley (udobreniy, pesticidov, promyshlennyh soley, oksidov i kislot)*. Ch. 1. Leningrad: Himiya, 792.
2. Gidroksid magniya v tehnologii XXI veka. Available at: <https://polit.ru/article/2015/07/07/nikohim/>
3. Gidroksid magniya: tehnologii i proizvodstvo (2008). *Evraziyskiy himicheskii rynek*, 3 (39), 102–119. Available at: http://www.chem-market.info/files/demo_articles/demo_article_1236357268.pdf
4. Kovalenko, V., Kotok, V. (2018). Influence of ultrasound and template on the properties of nickel hydroxide as an active substance of supercapacitors. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (12 (93)), 32–39. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.133548>
5. Akchurin, T. K., Savchenko, A. V., Drobin, I. Ju. (2019). Izuchenie processa osazhdenie gidroksida magniya iz bishofita. *Sbornik statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii: aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya stroitel'nogo kompleksa. Volgo-gradskiy gosudarstvennyi tehniceskii universitet*, 253–257. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41745295>
6. PNST 65-2015. Nanostructured magnesium hydroxide. Specifications. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200130786>
7. Matsukevich, I. V., Krutko, N. P., Ovseenko, L. V., Polhovskaja, O. V., Hubitski, D. V., Vashook, V. V. (2018). Effect of preparation method on physicochemical properties of nanostructured MgO powder. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, Chemical Series*, 54 (3), 281–288. doi: <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2018-54-3-281-288>
8. Ruchec, A. N., Besarab, S. V., Macukevich, I. V. Adsorbicionnye svojstva nanostrukturirovannyh poroshkov Mg(OH)₂ i MgO. Available at: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/40450/Adsorbicionnye_svojstva_nanostrukturirovannyh_poroshkov_Mg_OH_2_I_MgO.pdf
9. Umar, A., Hahn, Y.-B. (2010). *Metal Oxide Nanostructures and Their Applications*. American Scientific Publishers. Available at: [https://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqw2orz553k1w0r45\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=788438](https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqw2orz553k1w0r45))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=788438)
10. Saoud, K. M., Saeed, S., Al-Soubaihi, R. M., Bertino, M. F. (2014). Microwave Assisted Preparation of Magnesium Hydroxide Nano-sheets. *American Journal of Nanomaterials*, 2 (2), 21–25. Available at: <http://www.sciepub.com/abstract/abstract.aspx?id=AJN&num=3109>
11. Belyaev, S. N., Pantelev, S. V., Ignatov, S. K., Razuvaev, A. G. (2016). Structural, electronic, thermodynamic and spectral properties of Mg_n (n=2–31) clusters. A DFT study. *Computational and Theoretical Chemistry*, 1079, 34–46. doi: <https://doi.org/10.1016/j.comptc.2016.01.011>
12. Au, M. (2005). Hydrogen storage properties of magnesium based nanostructured composite materials. *Materials Science and Engineering: B*, 117 (1), 37–44. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2004.10.017>
13. Snehayrov, V. P., Iakovlieva, L. V., Snehayrova, D. V., Almaceaeva, L. G. (2017). Magnesium compounds: medicines, their consumption and

- prospects of a new drug production part 1. 100 magnesium containing medicines of the ukrainian pharma-ceutical market. *Vestnik farmacii*, 4 (78). Available at: <https://vestnik-pharm.vsmu.by/rezume/vestnik-farmatsii-2017-4-78>
14. Rentheno fluorescentsentnyy analiz. Available at: <https://www.laboratuar.com/uk/testler/kimyasal-testler/x-ray-floresan-analizi/>
 15. Kolomiets, L. V., Sychev, M. I., Boriak, K. F. (2016). Method of preparation phantom for calibration of magnetic resonance equipment. *Collection of scientific works of the Odesa State Academy of Technical Regulation and Quality*, 2 (9), 45–47. doi: <https://doi.org/10.32684/2412-5288-2016-2-9-45-47>
 16. *Metody koncentrirovaniya veshhestv v analiticheskoy himii* (2005). Trudy komisii po analiticheskoy himii. Vol. 25. Moscow: Izd-vo AN RF, 394.
 17. Chursin, V. I., Panfilov, E. V. (2019). Precipitation of chromium-containing tanning solution of suspension magnesium hydroxide. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii khimiya khimicheskaya tekhnologiya*, 62 (9), 110–116. doi: <https://doi.org/10.6060/ivkkt.20196209.5918>
 18. Komarov, V. S. (2013). *Nauchnye osnovy sinteza adsorbentov*. Minsk: Belarus. navuka, 181.
 19. Khazyn, E. F., Konopchuk, T. Y., Horonovskiy, Y. F., Sheka, Y. A. (1980). *Nauchni osnovy syntezu sorbentiv*. *Ukrainskyi khimichnyi zhurnal*, 46 (7), 720.
 20. Mirzakulov, K., Bobokulova, O., Tojiev, R. (2017). Research of processes of evaporation and filtrations cleared leaches of lakes Karaumbet and Barsakelmes. *Universum: tehnichekie nauki: elektron. nauchn. zhurn.*, 8 (41). Available at: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/5059>
 21. Husnutdinov, V. A. (2000). *Fiziko-himicheskie osnovy tehnologii pererabotki netraditsionnogo magnezial'nogo syr'ya na chisty i drugie soedineniya magniya*. Kazan'. Available at: <https://www.dissertat.com/content/fiziko-khimicheskie-osnovy-tehnologii-pererabotki-netraditsionnogo-magnezialnogo-syrya-na-c>
 22. Vasserman, I. M. (1980). *Himicheskoe osazhdenie iz rastvorov*. Leningrad: Himiya, 207.
 23. Kudrjavcev, P. G. (2018). *Gomogennoe osazhdenie gidratirovannogo oksida i ego primeneniye dlya polucheniya kompozitsionnykh materialov*. *Inzhenernyi vestnik Dona*, 3. Available at: http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_267_Kudryavtsev.pdf_9b3d7015de.pdf
 24. *Gomogennoe osazhdenie*. *Spravochnik himika*. Vol. 21. Himiya i himicheskaya tekhnologiya. Available at: <https://www.chem21.info/info/9925/>
 25. Vinogradova, E. N. (1951). *Vliyanie temperatury i koncentracii soli na rN pri osazhdenii gidroksida magniya*. *Trudy komisii po analiticheskoy himii*. Vol. III (V. IO). Moscow: Izd-vo AN SSSR, 138–145.
 26. Lur'e, Ju. Ju. (1979). *Spravochnik po analiticheskoy himii*. Moscow: Himiya, 480.
 27. Enander, I., Villadsen, J. V., Sillén, L. G., Sillén, L. G., Zaar, B., Diczfalusy, E. (1958). Experiments with Methyl-fluoro-phosphorylcholine-inhibited Cholinesterase. *Acta Chemica Scandinavica*, 12, 780–781. doi: <https://doi.org/10.3891/acta.chem.scand.12-0780>
 28. Juhnevich, G. V. (1973). *Infrakrasnaya spektroskopiya vody*. Moscow: Nauka, 208.
 29. Vedenev, V. I., Gurvich, L. V., Kondrat'ev, V. N. i dr. (1962). *Energiya razryva himicheskikh svyazey*. Leningrad: Izd-vo AN SSSR, 215.
 30. Lazareva, A. I., Bulavina, M. O. (Eds.) (1980). *Kolebaniya okisnykh reshetok*. Moscow: Nauka, 365.
 31. Balicheva, T. G., Lobaneva, O. A. (1983). *Jelektronnye i kolebatel'nye spektry neorganicheskikh i koordinatsionnykh soedineniy*. Leningrad: Izd vo LGU, 117.
 32. Kolin'ko, P. A., Kozlov, D. V. (2013). *Himicheskaya kinetika v kurse fizicheskoy himii*. Novosibirsk, 99. Available at: [https://nsu.ru/xmlui/](https://nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/712/Химическая%20кинетика%20в%20курсе%20физической%20химии.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

[bitstream/handle/nsu/712/Химическая%20кинетика%20в%20курсе%20физической%20химии.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/712/Химическая%20кинетика%20в%20курсе%20физической%20химии.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251439

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL LINE FOR SOLID RECOVERED FUEL PRODUCTION AND ITS UTILIZATION IN THE CEMENT INDUSTRY: THE CASE STUDY OF LITHUANIA (p. 53–63)

Inna Pitak

Lithuanian Energy Institute, Kaunas, Lithuania
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5073-2942>

Arunas Baltusnikas

Lithuanian Energy Institute, Kaunas, Lithuania
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8652-6879>

Jurate Cesniene

Lithuanian Energy Institute, Kaunas, Lithuania
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7878-3103>

Gintaras Denafas

Lithuanian Energy Institute, Kaunas, Lithuania
Kaunas University of Technology, Kaunas, Lithuania
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5574-2410>

This experimental research was purposed to investigate the production and energy potential of solid recovered fuel (SRF), obtained by extraction of prohibited materials, shredding and drying, from refuse-derived fuel (RDF) to use as an alternative fuel in the cement industry of Lithuania. The characteristics of the obtained RDF by separating the biological fraction from the mainstream of municipal solid waste (MSW) have been determined and compared with the criteria set by developing countries. According to EN15359, currently available RDF can't be called SRF and used as an alternative fuel in a cement kiln. The SRF production line by adding six additional technological units to the existing MBT line was developed. The calculation of the SRF production line was carried out and made 1.89 t/h. At the end of the production process of SRF from RDF, the moisture content (MC) of the obtained SRF decreased by 90 %. After the drying stage, the volume of SRF decreased by 19 %. The process of preparing SRF allowed increasing the net calorific value (NCV) by 22.1 % to 28.2 MJ/kg by reducing the MC. The obtained SRF had a high NCV, low MC, permissible Cl and Hg contents. Two scenarios of waste generation in the Alytus region until 2030 have been developed. Based on the waste generation scenarios results, the proposed SRF production line will provide 12 % of the additional fuel for clinker firing during the analyzed period. A cost analysis to assess the economic and environmental savings from the use of SRF was performed. The results showed that adding 12 % of SRF as a replacement fuel, equal to 1.86 t/h, to the coal used in the cement kiln would save 860 USD/h in coal costs. At the same time, it will emit 5.96 t/h of CO₂ into the atmosphere, and the net savings will amount to 1,131 USD/h.

Keywords: SRF production, cement industry, RDF, MSW generation, RDF/SRF characteristics.

References

1. Diaz, L. F., Savage, G. M., Eggerth, L. L. (1999). Overview of Solid Waste Management in Economically Developing Countries. In *Proceedings of Organic Recovery and Biological Treatment, ORBIT 99, Part 3*. Berlin, 759–765.
2. Apergis, N., Gozgor, G., Lau, C. K. (2021). Globalization and environmental problems in developing countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28 (26), 33719–33721. doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14105-z>

3. Transparency. European Commission. Available at: https://ec.europa.eu/info/about-european-commission/service-standards-and-principles/transparency_en
4. Liu, B., Zhang, L., Wang, Q. (2021). Demand gap analysis of municipal solid waste landfill in Beijing: Based on the municipal solid waste generation. *Waste Management*, 134, 42–51. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.08.007>
5. Consonni, S., Viganj, F. (2011). Material and energy recovery in integrated waste management systems: The potential for energy recovery. *Waste Management*, 31 (9-10), 2074–2084. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.05.013>
6. Menéndez, R. P., Martín, A. P., Varela-Candamio, L., García-Álvarez, M.-T. (2020). An enhanced techno-economic analysis of lcoe: public incentives vs private investment. *Technological and Economic Development of Economy*, 27 (1), 1–23. doi: <https://doi.org/10.3846/tede.2020.11259>
7. Montejo, C., Costa, C., Ramos, P., Márquez, M. del C. (2011). Analysis and comparison of municipal solid waste and reject fraction as fuels for incineration plants. *Applied Thermal Engineering*, 31 (13), 2135–2140. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2011.03.041>
8. Al-Hamamre, Z., Saidan, M., Hararah, M., Rawajfeh, K., Alkhasneh, H. E., Al-Shannag, M. (2017). Wastes and biomass materials as sustainable-renewable energy resources for Jordan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 295–314. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.035>
9. Dianda, P., Mahidin, Munawar, E. (2018). Production and characterization refuse derived fuel (RDF) from high organic and moisture contents of municipal solid waste (MSW). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 334, 012035. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/334/1/012035>
10. Arina, D., Bendere, R. (2018). Waste as energy source in EU action plan for the circular economy. *Environmental Research, Engineering and Management*, 74 (1). doi: <https://doi.org/10.5755/j01.ere.m.74.1.19779>
11. Maria, C., Góis, J., Leitão, A. (2020). Challenges and perspectives of greenhouse gases emissions from municipal solid waste management in Angola. *Energy Reports*, 6, 364–369. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypr.2019.08.074>
12. Hashem, F. S., Razeq, T. A., Mashout, H. A. (2019). Rubber and plastic wastes as alternative refused fuel in cement industry. *Construction and Building Materials*, 212, 275–282. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.316>
13. Sakri, A., Aouabed, A., Nassour, A., Nelles, M. (2021). Refuse-derived fuel potential production for co-combustion in the cement industry in Algeria. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 39 (9), 1174–1184. doi: <https://doi.org/10.1177/0734242x20982277>
14. Gerassimidou, S., Velis, C. A., Williams, P. T., Castaldi, M. J., Black, L., Komilis, D. (2020). Chlorine in waste-derived solid recovered fuel (SRF), co-combusted in cement kilns: A systematic review of sources, reactions, fate and implications. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 51 (2), 140–186. doi: <https://doi.org/10.1080/10643389.2020.1717298>
15. Viczek, S. A., Aldrian, A., Pomberger, R., Sarc, R. (2020). Determination of the material-recyclable share of SRF during co-processing in the cement industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 156, 104696. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104696>
16. Ghinea, C., Drăgoi, E. N., Comăniță, E.-D., Gavrilescu, M., Câmporeanu, T., Curteanu, S., Gavrilescu, M. (2016). Forecasting municipal solid waste generation using prognostic tools and regression analysis. *Journal of Environmental Management*, 182, 80–93. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.07.026>
17. Hemidat, S., Saidan, M., Al-Zu'bi, S., Irshidat, M., Nassour, A., Nelles, M. (2019). Potential Utilization of RDF as an Alternative Fuel to be Used in Cement Industry in Jordan. *Sustainability*, 11 (20), 5819. doi: <https://doi.org/10.3390/su11205819>
18. Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. The role of waste-to-energy in the circular economy (2017). Brussels. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017DC0034>
19. CEN - EN 197-1. Cement Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements. Available at: <https://standards.globalspec.com/std/1399038/EN%20197-1>
20. What is Cement Clinker? Composition, Types & Uses. Available at: <https://civiltoday.com/civil-engineering-materials/cement/108-what-is-cement-clinker-clinker-definition-composition-types-uses>
21. Pan, A., Yu, L., Yang, Q. (2019). Characteristics and Forecasting of Municipal Solid Waste Generation in China. *Sustainability*, 11 (5), 1433. doi: <https://doi.org/10.3390/su11051433>
22. Sokka, L., Antikainen, R., Kauppi, P. E. (2007). Municipal solid waste production and composition in Finland—Changes in the period 1960–2002 and prospects until 2020. *Resources, Conservation and Recycling*, 50 (4), 475–488. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2007.01.011>
23. Description of cement production technology. Akmenės cementas. Available at: <https://cementas.lt/en/production/description-of-cement-production-technology/>
24. CO₂ and Energy Accounting and Reporting Standard for the Cement Industry. Version 3.0 (2011). Cement Sustainability Initiative (CSI). Available at: <http://docs.wbcsd.org/2011/05/CSI-CO2-Protocol.pdf>
25. Coal Basics. Coal marketing international. Available at: <http://www.coalmarketinginfo.com/coal-basics/>
26. Directive 2000/76/EC of the European Parliament and of the Council of 4 December 2000 on the incineration of waste. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2000/76/oj>
27. Del Zotto, L., Tallini, A., Di Simone, G., Molinari, G., Cedola, L. (2015). Energy Enhancement of Solid Recovered Fuel within Systems of Conventional Thermal Power Generation. *Energy Procedia*, 81, 319–338. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.12.102>
28. Effective carbon rates 2021. OECD. Available at: <https://www.oecd.org/tax/tax-policy/effective-carbon-rates-2021-highlights-brochure.pdf>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251004

DETERMINATION OF RATIONAL PARAMETERS FOR HEAT TREATMENT OF CONCRETE MIXTURE BASED ON A HOLLOW ALUMINOSILICATE MICROSPHERE (p. 64–72)

Alexandra Atyaksheva

S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2523-3890>

Olga Rozhkova

S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8163-7035>

Yermek Sarsikeyev

S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7209-5024>

Anastassiya Atyaksheva

Non-Profit Joint-Stock Company «International Green Technologies and Investment Projects Center», Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5599-8117>

Marat Yermekov

Joint-Stock Company «Parasat Scientific and Technological Center», Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan
Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5226-2710>

Askar Smagulov

Joint-Stock Company «Parasat Scientific and Technological Center», Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5421-6136>

Natalya Ryvkina

L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4646-3348>

The research on determining rational parameters of heat treatment of a concrete mixture based on hollow aluminosilicate microspheres has defined the features of the intensifying action on the structural concrete mixture by low-pressure steam with optimum heat and mass transfer. Optimum values of temperature, humidity and speed of the medium have been identified. The obtained heat treatment parameters are subject to general regularities of structures for the formation of hydraulic bindings and are in accordance with production conditions, thus providing possibilities for their adaptation into production. The mechanisms for determining the strength of concrete stone according to the structural and thermal effectiveness of the active medium have been defined. Thanks to the strength-building mechanisms obtained, it is possible to reduce the thermal destruction capacity of the system while reducing the process heat consumption. It is confirmed that the main direction in reducing the destructive capacity is determined by the mass flow of moisture, which has the greatest heat capacity and the least thermal conductivity at the initial stages. The invention relates to periods of temperature rise and isothermal heating without impairing the mechanical properties of concrete. It is shown that the real duration excludes high-temperature destruction processes, thereby increasing the mechanical strength of concrete and reducing the overall energy consumption. Thus, there is a reason to argue that it is possible to produce strong and light concrete products under accelerated structure formation and new technologies for heat treatment of concrete based on lightweight fillers with reduced heat consumption.

Keywords: hollow aluminosilicate microsphere, structural effectiveness, thermal effectiveness, concrete mixture, strength, energy and heat consumption.

References

- Sapelin, A. (2014). Teploisolyastionno-konstruktsionnye kompozitsii s primeneniem aluminosilikatnykh mikrosfer. Belgorod, 17.
- Inozemtcev, A. S. (2015). High-strength lightweight concrete mixtures based on hollow microspheres: technological features and industrial experience of preparation. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 71, 012028. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/71/1/012028>
- Inozemtcev, A., Korolev, E. (2013). Strength of Nanomodified High-Strength Lightweight Concretes. Nanotechnologies in Construction, 5 (1), 24–38. Available at: http://nanobuild.ru/en_EN/journal/Nanobuild-1-2013/24-38.pdf
- Steshenko, A., Kudyakov, A. (2018). Cement based foam concrete with aluminosilicate microspheres for monolithic construction. Magazine of Civil Engineering, 8 (84), 86–96. doi: <https://doi.org/10.18720/MCE.84.9>
- Atyaksheva, A., Niyazbekova, R., Sarsikeyev, Y., Konkanov, M., Atyaksheva, A. (2018). On the Issue of an Ash Microsphere Application as a Framework Forming Filler in Composite Materials. Key Engineering Materials, 781, 176–181. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.781.176>
- Atyaksheva, A., Sarsikeyev, Y., Atyaksheva, A., Galtseva, O., Rogachev, A. (2021). The Study of the Dependence of Optimal Structure of Composite Materials Containing Hollow Aluminosilicate Microspheres on Humidity. Micro and Nanosystems, 13 (4), 385–392. doi: <https://doi.org/10.2174/1876402912999201109204218>
- Kablov, V. F., Novopol'tseva, O. M., Kochetkov, V. G. (2017). Investigation of the influence of hollow aluminosilicate microspheres on properties of elastomer fire-thermal protective coatings. MATEC Web of Conferences, 129, 02003. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201712902003>
- Fomenko, E. V., Anshits, N. N., Vasil'eva, N. G., Rogovenko, E. S., Mikhaylova, O. A., Mazurova, E. V. et al. (2016). Composition and structure of the shells of aluminosilicate microspheres in fly ash formed on the combustion of Ekibastuz coal. Solid Fuel Chemistry, 50 (4), 238–247. doi: <https://doi.org/10.3103/s0361521916040030>
- Ismail, N., Soeparman, S., Widhiyanuriyawan, D., Wijayanti, W. (2019). The influence of pores size and type of aggregate on capillary heat and mass transfer in porous. Journal of Applied Engineering Science, 17 (1), 8–17. doi: <https://doi.org/10.5937/jaes17-18090>
- Romaniuk, V. N., Niyakovski, A. M. (2021). Scientific and Methodological Bases of Exergetic Analysis of the Processes of Heat Treatment of Concrete Products in Heat Technology Installations. Part 2. ENERGETIKA. Proceedings of CIS Higher Education Institutions and Power Engineering Associations, 64 (4), 328–335. doi: <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2021-64-4-328-335>
- Niyakovskii, A. M., Romaniuk, V. N., Yatskevich, Y. V., Chichko, A. N. (2019). Discrete Optimization of Software-Controlled Modes of Heat Treatment of Concrete Products in Heat-Technological Facilities. ENERGETIKA. Proceedings of CIS Higher Education Institutions and Power Engineering Associations, 62 (3), 280–292. doi: <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2019-62-3-280-292>
- Sinenko, S., Zhadanovskiy, B. (2018). Guidelines on calculation of the concrete thermal treatment modes. MATEC Web of Conferences, 193, 03010. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819303010>
- Hayri, U., Daradan, B. (2011). The effect of curing temperature and relative humidity on the strength development of Portland cement mortar. Scientific Research and Essays, 6 (12), 2504–2511. Available at: https://academicjournals.org/article/article1380713887_Hayri%20and%20Baradan.pdf
- Razak, H. A., Sajedi, F. (2011). The effect of heat treatment on the compressive strength of cement-slag mortars. Materials & Design, 32 (8-9), 4618–4628. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2011.04.038>
- Akulova, I. I., Shchukina, T. V., Sheps, R. A. (2019). Heat treatment of concrete products and structures: issues of strength and efficiencies. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 687 (2), 022020. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/687/2/022020>
- EN 196-3:2016 (MAIN). Methods of testing cement - Part 3: Determination of setting times and soundness. Available at: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/e4921eca-8101-4261-b066-25d19b9b8e8a/en-196-3-2016>
- Richardson, M. G. (2014). Fundamentals of Durable Reinforced Concrete. CRC Press, 272. doi: <https://doi.org/10.1201/9781482272109>
- Corobceanu, V., Giusca, R. (2006). Technology for Preparing and Thermal Treatment of High Strength Concretes. Journal of Applied Sciences, 6 (5), 1033–1039. doi: <https://doi.org/10.3923/jas.2006.1033.1039>
- Asatov, N., Tillayev, M., Raxmonov, N. (2019). Parameters of heat treatment increased concrete strength at its watertightness. E3S Web of Conferences, 97, 02021. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199702021>

АНОТАЦІЇ

TECHNOLOGY ORGANIC AND INORGANIC SUBSTANCES

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251104

ПЕРЕТВОРЕННЯ СИНТЕЗ-ГАЗУ В АЕРОЗОЛІ ЧАСТИНОК Fe-Cu-K-КАТАЛІЗАТОРУ ЗА ТИСКУ 0,1–1,0 МПа (с. 6–16)

О. О. Домнін, І. М. Глікіна, С. О. Кудрявцев, Є. І. Зубцов, О. Б. Целіщев, М. Г. Лорія

Досліджено хімічні перетворення синтез-газу в вуглеводні та інші продукти в умовах методу, відомого як «аерозольний нанокаталіз».

Розроблено лабораторну установку та проведені експериментальні дослідження в інтервалі технологічних параметрів: тиск – від 0,1 до 1,0 МПа, температура – від 483 до 533 К, концентрація каталізатору – від 5 до 25 г/м³ реактору, інтенсивність механохімічної активації від 4,0 до 11,2 Гц. Виявлено, що підвищення тиску від 0,1 до 1,0 МПа поступово збільшує ступень перетворення з 44,1 % до 56,5. Підвищення тиску процесу СФТ в умовах аерозольного каталізу від 0,1 до 1,0 МПа сприяє стабільному зростанню виходу від 14 до 17 %. Селективність при цьому набуває максимального значення в 93,1 % за тиску 0,3 МПа. Залежність селективності від інтенсивності МХА каталізатору характеризується постійним зростанням селективності перетворення монооксиду вуглецю в вуглеводні із підвищенням частоти МХА від 4 до 8,5 Гц, при цьому досягається максимальне значення селективності 91 %. Із подальшим підвищенням частоти МХА до 11,2 Гц спостерігається зниження значення селективності перетворення монооксиду вуглецю в вуглеводні продукти процесу СФТ до 83,5 %. Тому прийнятним, рекомендується значення частоти МХА від 6 до 10 Гц. Максимальний вихід фракції вуглеводнів з довжиною ланцюгу від 5 до 6 атомів вуглецю, спостерігається для тиску 0,3 МПа і складає 73 % мас., мінімальний вихід 35 % мас. за тиску 1,2 МПа. За інших значень тисків (0,1–0,2 та 0,4–1,1 МПа) експериментальних досліджень вихід цієї фракції змінюється в межах 38–52 % мас. Запропоновано схему дослідно-промислової установки СФТ на основі принципів аерозольного нанокаталізу.

Ключові слова: синтез-газ, аерозольний нанокаталіз, механохімічна активація, синтетичні вуглеводні, виробництво моторних палив.

DOI 10.15587/1729-4061.2022.251034

ВСТАНОВЛЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ УМОВ ВИЛУЧЕННЯ ОЛІЇ З ВІДХОДІВ ГІДРАТАЦІЇ ОЛІЙ (с. 17–23)

О. М. Близнюк, Н. Ю. Масалітіна, Л. С. Мироненко, О. В. Жулінська, Т. О. Денисенко, С. С. Некрасов, С. В. Станкевич, О. М. Брагін, О. В. Романов, Т. А. Романова

В результаті гідратації олій утворюється відхід – концентрат фосфатидний, що є багатокомпонентною системою. Цінними складовими концентрату є олія та фосфатиди, розділення яких є актуальним завданням для промисловості.

Досліджено процес обробки концентрату фосфатидного соняшникового лимонною кислотою (гідратацію) з метою більш повного перетворення негідратованих форм фосфатидів на гідратовані та відділення олії від концентрату.

Особливістю роботи є дослідження залежності виходу та масової частки вологи у вилученій олії від технологічних параметрів гідратації.

Досліджено зразок концентрату фосфатидного з нестандартними показниками якості згідно СОУ 15.4-37-212:2004 (CAS 3436-44-0): масова частка вологи та летких речовин – 4,0 %, масова частка фосфатидів – 37,0 %.

Концентрат піддавали обробці розчином лимонної кислоти за температури 45 °С (концентрація розчину 10 %). Встановлено раціональні умови обробки концентрату: тривалість (25 хв.) та концентрацію лимонної кислоти по відношенню до маси концентрату фосфатидного (25 %). За цих умов вихід олії склав 76,1 %, масова частка вологи в олії склала 18,6 %. Показники, що характеризують придатність олії до вживання в їжу та її безпечність для організму, є у межах норм (кислотне число 3,7 мг КОН/г, пероксидне число 5,1 ½ О ммоль/кг) для олії соняшникової нерафінованої невимороженої першого гатунку за ДСТУ 4492. Така олія може бути направлена на рафінацію, одержання жирних кислот та біодизелю, а після додаткового очищення – на переробку на харчові продукти.

Результати дослідження дають можливість раціонально використовувати ресурси та прогнозувати вихід та якість олії, виділеної з концентрату фосфатидного. Одержана олія може бути доступною сировиною для різних галузей промисловості.

Ключові слова: відхід гідратації, концентрат фосфатидний, лимонна кислота, кислотне число, пероксидне число.

DOI 10.15587/1729-4061.2022.252634

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СУЛЬФІДОВАНИХ ЕЛЕКТРОХРОМНИХ ПЛІВОК Ni(OH)₂-ПВС, ОСАДЖЕНИХ НА ПРОЗОРНІХ ПІДЛОЖКАХ (с. 24–30)

В. А. Коток, В. Л. Коваленко, Р. К. Нафеев, О. С. Мельник

Отримання нових типів композитних покриттів для різних цілей є важливим напрямком хімії. Синтез гідроксидно-сульфідних композитних сполук може бути корисним у різних сферах прикладної електрохімії.

За допомогою простого двоетапного методу були сформовані тонкі плівки, що складаються з гідрид-сульфіду нікелю-полівінілового спирту. Одержання композиту гідрид-сульфід нікелю-полівініловий спирт було реалізовано за допомогою витримки сформованого на електроді зі скла з електропровідним основою композитного покриття гідрид нікелю-полівініловий спирт у розчині 0,03 М Na₂S протягом 10 хвилин. Утворення нікелю сульфід на поверхні гідроксиду нікелю було показано непрямыми методами. Було показано, що змін морфології після обробки електрода в розчині натрію сульфід не відбулося.

В результаті обробки змінилися електрохімічні та електрохромні характеристики. Спостерігалось деяке погіршення середньої глибини затемнення з показника 55 % до 49 % для електрода, що містить сульфід нікелю. Електрохімічні характеристики також частково

погіршилися після формування сульфідної плівки, а саме питомі ємності, які пішли на проходження анодних та катодних процесів. Проте ефективність за питомими ємностями збільшилася з 83 до 87 % для обробленої у сульфіді плівки. Незважаючи на це, даний простий спосіб розглядається як потенційно перспективний для формування електродів із застосуванням в інших електрохімічних пристроях.

Крім того, завдяки обробці розчину сульфиду натрію стало можливим орієнтовно визначити розміри кластерів гідроксиду нікелю в композитному покритті гідроксид-нікелю-полівініловий спирт. Зазначені кластери не перевищували розміру 430 нм, що практично дорівнювало нижній межі довжини хвилі видимого спектру.

Ключові слова: електрохромізм, гідроксид нікелю, сульфід нікелю, плівка, композитне покриття, полівініловий спирт.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252757

МОДЕЛЮВАННЯ ЗМОЧУВАННЯ ДІОКСИДУ ТИТАНУ ТА СТАЛЕВОЇ ПІДКЛАДКИ У ВОДНО-АКРИЛОВИХ ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛАХ У ПРИСУТНОСТІ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН (с. 3142)

Antonina Dyuryagina, Aida Lutsenko, Alexandr Demyanenko, Vitaliy Tyukanko, Kirill Ostrovnoy, Alyona Yanevich

Наведено результати дослідження впливу двох добавок: полісілоксану (ПС) та поліакрилату натрію (ПАН) на змочування різних субстратів у водно-акрилових лакофарбових матеріалах (ВД-ЛКМ).

Як тверді субстрати використовували: діоксид титану (TiO_2), парафін (РА), сталь (ST) і скло (GL). Як критерій оцінки змочування виступає кут змочування (θ) і відношення ($d\cos\theta/dC_{\text{ПАР}}$). У водних розчинах (без акрилової смоли) обидва ПАР покращують змочування підкладок. Для ПС усі досліджені субстрати залежно від депресії θ можна розмістити у ряд: $ST > PA > GL > \text{TiO}_2$.

Для ПАН: $PA > \text{TiO}_2 > GL > ST$. Введення в композиції акрилового плівкоутворююча посилює змочуючу здатність ПАН (порівняно з водним розчином ПАР). При збільшенні концентрації ПАН від 0 до 4 г/дм³ у розчинах акрилової смоли крайовий кут змочування сталі зменшується на 6–8° (у той час як у воді лише на 3°).

По відношенню до TiO_2 змочуюча активність ПАН не залежить від вмісту у воді акрилу. ПС в акриловмісних композиціях виявляє гіршу змочуючу активність, ніж ПАН. Введення ПАР у композиції покращує якість покриттів. При оптимальних вмістах ПАН у композиціях зменшується швидкість корозії покриттів (у дистильованій воді на 45 %, у 60 % розчині NaCl на 60 %). При цьому блиск покриттів зростає на 50 %, а адгезія збільшується на 2 бали (відповідно до стандарту ISO 11845:2020). Це повністю корелює з характером впливу ПАР на змочування сталевих підкладок та пігменту (діоксиду титану). На основі ймовірно-детермінованого планування проведена оптимізація складів ВД-ЛКМ, що забезпечує їх максимальне змочування TiO_2 і ST. Виведено рівняння для розрахунку θ залежно від вмісту акрилового полімеру та ПАР.

Ключові слова: змочування покриттів, ПАР, фарби водорозчинні, органічні покриття.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.253544

ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ВИСОКОЧИСТИХ СПОЛУК МАГНІЮ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГІДРОЛІТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОСАДОУТВОРЕННЯ (с. 43–52)

М. І. Сичов, К. Ф. Боряк, Л. В. Коломієць

У природі сполуки магнію мають поширення у вигляді мінералів доломіт, магнезит, серпентиніт, брусит і у вигляді розчинів – морські і океанічні води, солоні озера, бішофіт. Основними затребуваними сполуками магнію є його хлорид, гідроксид та оксид. Найпоширеніша технологія отримання гідроксиду магнію базується надії лужних реагентів на розчини, магнію. Однак технологія має суттєві недоліки. Основна проблема полягає в тому, що гідроксид магнію не можна отримати вільним від домішкових метал-іонів, а сам осад має вкрай низьку швидкість фільтрації від розчину, в якому він утворюється.

Гідроксид магнію є відмінний сорбент-колектор для іонів більшості металів, тому застосувати цю властивість абсорбції гідроксиду магнію для отримання інших високочистих сполук, для медицини та фармакопії. В роботі досліджені процеси лужного гідролізу хлориду магнію та утворення осаду гідроксиду магнію, кінетика процесів, властивості осадів. Визначені емпіричні формули для параметрів водержання осаду з високим коефіцієнтом фільтрації, який перевищує відомі значення $1 \cdot 10^6$. Зроблені дослідження відкривають можливість отримувати відносно простим способом високочисті хлорид, гідроксид та оксид магнію, хлориди натрію, калію, кальцію, в яких вміст домішкових 3-d металів не перевищує значення у відсотках $(1-4) \cdot 10^{-7}$. Завдяки властивості високочистих сполук магнію до сорбції метал-іонів можливо створювати для потреб метрології еталонні зразки хімічних елементів. Наприклад, для створення МР-фантомів для верифікації вимірювань та перевірки роботи магнітно-резонансних томографів (МРТ) у медичних установках. Особливо чистий гідроксид магнію може знайти застосування для інструментальних методів аналітичної хімії (рентген-флуоресцентний, нейтронно-активаційний методи) при створенні хімічних еталонів для випробувальних лабораторій.

Ключові слова: сполуки магнію, лужний гідроліз хлориду магнію, гідроксид магнію, сорбція метал-іонів.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251439

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДОГО ВІДНОВЛЕНОГО ПАЛИВА ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ В ЦЕМЕНТНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ: НА ПРИКЛАДІ ЛИТВИ (с. 53–63)

Inna Pitak, Arunas Baltusnikas, Jurate Cesniene, Gintaras Denafas

Дане експериментальне дослідження спрямоване на вивчення виробничого та енергетичного потенціалу твердого відновленого палива (SRF), отриманого шляхом вилучення забронених матеріалів, подрібнення та сушіння, з палива з відходів (RDF) для використання в якості альтернативного палива в цементній промисловості Литви. Визначено характеристики отриманого RDF-палива шляхом виділення

біологічної фракції від основного потоку твердих побутових відходів (ТПВ) та зіставлено з критеріями, встановленими країнами, що розвиваються. Згідно з EN15359, наявне в даний час RDF-паливо не можна назвати SRF-паливом і використовувати в якості альтернативного палива в цементних печах. Розроблено виробничу лінію SRF-палива шляхом додавання шести додаткових технологічних установок до існуючої лінії МБО. Проведено розрахунок продуктивності виробничої лінії SRF-палива, що склала 1,89 т/год. Після закінчення процесу виробництва SRF-палива з RDF-палива вміст вологи (ВВ) в отриманому SRF-паливі знизився на 90 %. Після стадії сушіння обсяг SRF-палива зменшився на 19 %. Процес отримання SRF-палива дозволив збільшити нижчу теплотворну здатність (НСЗ) на 22,1 % до 28,2 МДж/кг за рахунок зниження ВВ. Отримане SRF-паливо мало високу НСЗ, низький ВВ, допустимий вміст СІ та Нg. Розроблено два сценарії утворення відходів в Алітуському районі до 2030 року. Виходячи з результатів сценаріїв утворення відходів, запропонована виробнична лінія SRF-палива забезпечить 12 % додаткового палива для випалу клінкеру протягом досліджуваного періоду. Проведено аналіз витрат для оцінки економічної та екологічної економії від використання SRF-палива. Результати показали, що додавання 12 % SRF-палива в якості альтернативного палива, що дорівнює 1,86 т/год, до вугілля, що використовується в цементних печах, дозволить заощадити 860 дол. США/год на витратах на вугілля. При цьому в атмосферу буде викидатися 5,96 т/год CO₂, а чиста економія складе 1131 дол. США/год.

Ключові слова: виробництво SRF-палива, цементна промисловість, паливо з відходів, утворення ТПВ, характеристики RDF/SRF-палива.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251004

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛОЇ ОБРОБКИ БЕТОННОЇ СУМІШІ НА ОСНОВІ ПОРОЖНИСТОЇ АЛЮМОСИЛКАТНОЇ МІКРОСФЕРИ (с. 64–72)

Alexandra Atyaksheva, Olga Rozhkova, Yermek Sarsikejev, Anastasiya Atyaksheva, Marat Yermekov, Askar Smagulov, Natalya Ryvkina

Проведене дослідження з визначення раціональних параметрів теплової обробки бетонної суміші на основі порожнистих алюмосилкатних мікросфер дозволило визначити особливості інтенсифікуючого впливу на суміш конструкційних бетонів паром низького тиску з оптимальним теплообміном. Визначено оптимальні значення температури, вологості та швидкості руху середовища. Отримані параметри теплової обробки підпорядковуються загальним закономірностям структур утворення гідравлічних зв'язків та відповідають виробничим умовам, що забезпечує можливість для їхньої адаптації у виробництві. Виявлено механізми визначення міцності бетонного каменю в залежності від конструктивної і теплової ефективності активного середовища. Завдяки отриманим механізмам підвищення міцності вдається знизити здатність системи до термічного руйнування при одночасному зниженні витрати технологічного тепла. Підтверджено, що основний напрямок у зниженні руйнівної здатності визначається масовою витратою вологи, що володіє на початкових стадіях найбільшою теплоємністю та найменшою теплопровідністю. Відкриття відноситься до періодів підвищення температури та ізотермічного нагріву без погіршення механічних властивостей бетону. Показано, що реальна тривалість виключає процеси високотемпературного руйнування, тим самим підвищуючи механічну міцність бетону і знижуючи загальну витрату енергії. Таким чином, є підстави стверджувати, що за прискореного структуроутворення та нових технологій термообробки бетону на основі легких наповнювачів можливе виробництво міцних та легких бетонних виробів зі зниженою витратою тепла.

Ключові слова: порожниста алюмосилкатна мікросфера, конструктивна ефективність, тепла ефективність, бетонна суміш, міцність, витрата енергії і тепла.