

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.242668

MODIFICATION OF GAS CONDENSATE GASOLINE BY SINGLE ATOMIC ALCOHOLS WITH THE USE OF CAVITATION (p. 6–15)**Sergey Kudriavtsev**Volodymyr Dahl East Ukrainian National University,
Severodonetsk, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2452-2220>**Oleksii Tselishchev**Volodymyr Dahl East Ukrainian National University,
Severodonetsk, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4154-7734>**Maryna Loria**Volodymyr Dahl East Ukrainian National University,
Severodonetsk, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5589-8351>**Yevgen Bura**Volodymyr Dahl East Ukrainian National University,
Severodonetsk, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3388-7253>**Maryna Tselishcheva**Volodymyr Dahl East Ukrainian National University,
Severodonetsk, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0422-5410>

The process of modification of gas condensate gasolines with monohydric alcohols with subsequent cavitation treatment of these mixtures has been investigated. The expediency of using alcohol additives in fuels and the relevance of introducing into gasoline production such chemical technologies that use cavitation processing of raw materials and selective energy supply to the reaction zone have been substantiated. The expediency of the production of high-octane gasolines on the basis of a combination of the processes of mechanical mixing of hydrocarbon gasolines with alcohols and the processes of cavitation treatment of alcohol-gasoline mixtures is also substantiated. The description of the laboratory setup and the experimental methodology is given. The influence of the intensity of cavitation treatment on the increase in the octane number is studied and it is proved that there is some optimal intensity at which a constant value of the octane number of the mixture is achieved.

With an increase in the content of bioethanol in the mixture, the number of cavitation cycles (intensity) required to achieve the steady-state value of the octane number decreases from 8 cycles of gas condensate without bioethanol to 4 cycles with a bioethanol content of 3 % and more. To achieve the octane number of the mixture corresponding to gasoline A-92 and A-95, it is necessary to add 2 % and 5 % bioethanol, respectively. It is shown that the use of cavitation can increase the octane number up to 2.6 points in comparison with simple mechanical mixing of alcohol and gasoline. A comparison is made of the efficiency of using bioethanol and isobutanol for modifying gas condensate gasoline in a cavitation field. The effect of cavitation on the octane number was studied with a change in the concentration of alcohol in the mixture.

A new way of modifying low-octane motor gasolines with bioethanol and other mixtures of alcohols of biochemical origin, which contain water impurities, is shown.

Keywords: gas condensate gasoline, cavitation, monohydric alcohols, octane number, alcohols of biochemical origin.

References

1. Kaushik, P., Kumar, A., Bhaskar, T., Sharma, Y. K., Tandon, D., Goyal, H. B. (2012). Ultrasound cavitation technique for up-gradation of vacuum residue. *Fuel Processing Technology*, 93 (1), 73–77. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2011.09.005>
2. Askarian, M., Vatani, A., Edalat, M. (2016). Heavy oil upgrading in a hydrodynamic cavitation system: CFD modelling, effect of the presence of hydrogen donor and metal nanoparticles. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 95 (4), 670–679. doi: <https://doi.org/10.1002/cjce.22709>
3. Wan, C., Wang, R., Zhou, W., Li, L. (2019). Experimental study on viscosity reduction of heavy oil by hydrogen donors using a cavitating jet. *RSC Advances*, 9 (5), 2509–2515. doi: <https://doi.org/10.1039/c8ra08087a>
4. Price, R. J., Blazina, D., Smith, G. C., Davies, T. J. (2015). Understanding the impact of cavitation on hydrocarbons in the middle distillate range. *Fuel*, 156, 30–39. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2015.04.026>
5. Cui, J., Zhang, Z., Liu, X., Liu, L., Peng, J. (2020). Analysis of the viscosity reduction of crude oil with nano-Ni catalyst by acoustic cavitation. *Fuel*, 275, 117976. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.117976>
6. Sawarkar, A. N. (2019). Cavitation induced upgrading of heavy oil and bottom-of-the-barrel: A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 58, 104690. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104690>
7. Promtov, M. A. (2017). Change in Fractional Composition of Oil in Hydro-Pulse Cavitation Processing. *Vestnik Tambovskogo Gosudarstvennogo Tehnicheskogo Universiteta*, 23 (3), 412–419. doi: <https://doi.org/10.17277/vestnik.2017.03.pp.412-419>
8. Nesterenko, A. I., Berlizov, Y. S. (2012). Modeling of the influence of cavitation on petroleum hydrocarbon cracking. *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*, 48 (1), 49–58. doi: <https://doi.org/10.1007/s10553-012-0336-1>
9. Avvaru, B., Venkateswaran, N., Uppara, P., Iyengar, S. B., Katti, S. S. (2018). Current knowledge and potential applications of cavitation technologies for the petroleum industry. *Ultrasonics Sonochemistry*, 42, 493–507. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2017.12.010>
10. Kravchenko, O., Suvorova, I., Baranov, I., Goman, V. (2017). Hydrocavitational activation in the technologies of production and combustion of composite fuels. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (5 (88)), 33–42. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.108805>
11. Tselishchev, A., Loria, M., Boychenko, S., Kudryavtsev, S., Lannekij, V. (2020). Research of change in fraction composition of vehicle gasoline in the modification of its biodethanol in the cavitation field. *EUREKA: Physics and Engineering*, 5, 12–20. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001399>

12. Kudryavtsev, S., Tselishchev, A., Leonenko, S., Boichenko, S., Loria, M. (2020). Determining the influence of cavitation treatment on the octane number of gas-condensate gasoline modified with isopropanol. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (6 (108)), 116–123. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.217000>
13. Tselishev, O. B., Kudryavtsev, S. O., Lorya, M. G., Boychenko, S. V., Lanetsky, V. G., Matveeva, I. V. et. al. (2020). Modification of motor gasoline with bioethanol in the cavitation field. *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*, 6, 171–178. doi: <https://doi.org/10.32434/0321-4095-2020-133-6-171-178>
14. Boichenko, S. V., Lanetskyi, V. H., Cherniak, L. M., Radomska, M. M., Kondakova, O. H. (2017). Research of cavitation influence on automobile gasoline octane number. *POWER ENGINEERING: Economics, Technique, Ecology*, 2 (48), 107–114. doi: <https://doi.org/10.20535/1813-5420.2.2017.111693>
15. Leonenko, S., Kudryavtsev, S., Glikina, I. (2017). Study of catalytic cracking process of fuel oil to obtain components of motor fuels using aerosol nanocatalysis technology. *Adsorption Science & Technology*, 35 (9-10), 878–883. doi: <https://doi.org/10.1177/0263617417722253>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.241942

TECHNOLOGY DEVELOPMENT OF FATTY ACIDS OBTAINING FROM SOAPSTOK USING SAPONIFICATION (p. 16–23)

Natalia Sytnik

Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3970-086X>

Ekaterina Kunitsia

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/0000-0001-5577-7026>

Viktoriia Kalyna

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3061-3313>

Olena Petukhova

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4832-1255>

Kostiantyn Ostapov

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1275-741X>

Volodymyr Ishchuk

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9297-8270>

Dmytro Saveliev

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4310-0437>

Tetiana Kovalova

Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1250-2019>

Oleg Kostyrkin

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukrainian
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2187-0510>

Olena Petrova

Mykolayiv National Agrarian University, Mykolayiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8612-3981>

The processing of oil refining waste is essential from economic and environmental points of view. An important issue is the processing of soapstock to extract fatty acids, which are raw materials for various industries.

The two-stage method of fatty acids obtaining from soapstock using saponification with sodium hydroxide solution and decomposition with sulfuric acid is investigated.

The peculiarity of the work is the study of the influence of soapstock saponification conditions on the key efficiency indicators of fatty acid extraction: yield and neutralization number.

A sample of soapstock was obtained as a result of alkaline neutralization of sunflower oil. Soapstock quality corresponds to DSTU 5033 (CAS 68952-95-4): mass fraction of total fat – 68.5 %, fatty acids – 62.6 %, neutral fat – 5.9 %.

Rational saponification conditions were determined: duration (85 min.) and concentration of sodium hydroxide solution (45 %). After saponification, the soapstock was subjected to decomposition with sulfuric acid under the following conditions: temperature 90 °C, duration 40 min. Under the rational saponification conditions, the yield of fatty acids (91.8 %) and the neutralization number (187.1 mg KOH/g) were determined. The obtained fatty acids correspond to the first-grade fatty acids according to DSTU 4860 (CAS 61788-66-7). Acid indicators: mass fraction of moisture and volatile substances – 1.5 %, mass fraction of total fat – 98.0 %, cleavage depth – 69.2 % oleic acid.

The use of the soapstock saponification stage before decomposition leads to an improvement in the quality indicators and an increase in the neutralization number of fatty acids by 4 %, yield – by 16.2 %.

The results of the study make it possible to produce fatty acids from soapstock by two-stage technology with high yield and neutralization number.

Keywords: soapstock, fatty acids, saponification reaction, decomposition with sulfuric acid, neutralization number.

References

1. Barbusiński, K., Fajkis, S., Szeląg, B. (2021). Optimization of soapstock splitting process to reduce the concentration of impurities in wastewater. *Journal of Cleaner Production*, 280, 124459. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124459>
2. Sytnik, N., Kunitsia, E., Mazaeva, V., Chernukha, A., Kovalov, P., Grigorenko, N. et. al. (2020). Rational parameters of waxes obtaining from oil winterization waste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (10 (108)), 29–35. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.219602>
3. Pospelov, B., Rybka, E., Meleshchenko, R., Gornostal, S., Shcherbak, S. (2017). Results of experimental research into correlations between hazardous factors of ignition of materials in premises. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (10 (90)), 50–56. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.117789>
4. Pospelov, B., Rybka, E., Meleshchenko, R., Borodych, P., Gornostal, S. (2019). Development of the method for rapid detection of hazardous atmospheric pollution of cities with the help of recurrence measures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (10 (97)), 29–35. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155027>

5. Otrosh, Y., Semkiv, O., Rybka, E., Kovalov, A. (2019). About need of calculations for the steel framework building in temperature influences conditions. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 708, 012065. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/708/1/012065>
6. Malins, K. (2021). Production of renewable hydrocarbons from vegetable oil refining by-product/waste soapstock over selective sulfur-free high metal loading SiO₂-Al₂O₃ supported Ni catalyst via hydrotreatment. *Journal of Cleaner Production*, 283, 125306. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125306>
7. Vambol, S., Vambol, V., Kondratenko, O., Koloskov, V., Suchikova, Y. (2018). Substantiation of expedience of application of high-temperature utilization of used tires for liquefied methane production. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 2 (87), 77–84. doi: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.2830>
8. Cruz, M., Pinho, S. C., Mota, R., Almeida, M. F., Dias, J. M. (2018). Enzymatic esterification of acid oil from soapstocks obtained in vegetable oil refining: Effect of enzyme concentration. *Renewable Energy*, 124, 165–171. doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.06.053>
9. Mashhadi, F., Habibi, A., Varmira, K. (2018). Enzymatic production of green epoxides from fatty acids present in soapstock in a micro-channel bioreactor. *Industrial Crops and Products*, 113, 324–334. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.01.052>
10. Kondratenko, O. M., Vambol, S. O., Stokov, O. P., Avramenko, A. M. (2015). Mathematical model of the efficiency of diesel particulate matter filter. *Naukovi visnyk Natsionalnoho hirnychoho universytetu*, 6, 55–61. Available at: <http://www.nvngu.in.ua/index.php/en/component/jdownloads/finish/57-06/8434-2015-06-kondratenko/0>
11. Pantoja, S., Mescouto, V., Costa, C., Zamian, J., Rocha Filho, G., Nascimento, L. (2018). High-Quality Biodiesel Production from Buriti (*Mauritia flexuosa*) Oil Soapstock. *Molecules*, 24 (1), 94. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules24010094>
12. Dunn, R. O. (2021). Correlating the cloud point of biodiesel with its fatty acid methyl ester composition: Multiple regression analyses and the weighted saturation factor (wSF). *Fuel*, 300, 120820. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.120820>
13. Ferrero, G. O., Faba, E. M. S., Eimer, G. A. (2021). Biodiesel production from alternative raw materials using a heterogeneous low ordered biosilicified enzyme as biocatalyst. *Biotechnology for Biofuels*, 14 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s13068-021-01917-x>
14. Alishahi, A., Golmakani, M., Niakousari, M. (2021). Feasibility Study of Microwave-Assisted Biodiesel Production from Vegetable Oil Refinery Waste. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 123 (9), 2000377. doi: <https://doi.org/10.1002/ejlt.202000377>
15. Demidov, I., Sytnik, N., Mazaeva, V. (2014). Sunflower and problem alternative fuel in Ukraine. *Naukovo-tehnichniy biuleten Instytutu oliynykh kultur NAAN*, 21, 137–146. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpio_k_2014_21_22
16. Sytnik, N., Kunitsia, E., Mazaeva, V., Kalyna, V., Chernukha, A., Vazhynskyi, S. et. al. (2021). Rational conditions of fatty acids obtaining by soapstock treatment with sulfuric acid. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (6 (112)), 6–13. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.236984>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.243100

DETERMINING THE INFLUENCE OF THE FILLER ON THE PROPERTIES OF STRUCTURAL THERMAL-RESISTANT POLYMERIC MATERIALS BASED ON PHENYLONE C1 (p. 24–29)

Oleh Kabat

Ukrainian State University of Chemical Technology,
Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7995-5333>

Dmytro Makarenko

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3166-6249>

Oleksii Derkach

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5537-8022>

Yevhen Muranov

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9148-217X>

This paper reports a laboratory study of the physical, mechanical, and thermal properties of designed composite materials based on Phenylone C1 filled with silica gel. Structural plastics, due to their high chemical and wear resistance, sufficient level of physical, mechanical, and thermal properties, can significantly improve the technical characteristics of machines and mechanisms. However, some structural plastics, including Phenylone C1, have a significant drawback – a narrow temperature range of their processing, which leads to a complication of technological equipment and increases the cost of production. It was established that the technical processing of the initial composite material into finished products could be improved by introducing fillers.

The regularities of influence of silica gel content on the level of thermal and physical-mechanical properties of polymer composite materials based on Phenylone C1 have been established. It was found that the introduction of silica gel into Phenylone C1 leads to an increase in stress at the yield strength and modulus of elasticity at compression by 6.3 % and 13.3 %, respectively, compared to the original material. It was established that the heat resistance of the filled composite increases by 11.6 % with a decrease in thermal linear expansion by 10–20 %, depending on the content of the filler.

It was found that with an increase in silica gel concentration in the polymer matrix, the temperature of the onset of active destruction shifts towards higher temperatures. When filled in the amount of 30 % by weight, this temperature reaches 375 °C, which increases the temperature range of processing the designed material by 25 °C.

The study results make it possible to optimize the system of tolerances and landings of parts made of polymer-composite materials, simplify the technology of their manufacture, and, as a result, reduce their cost.

Keywords: Phenylone C1, silica gel, heat resistance of composite, processing temperature, physical-mechanical properties, destruction temperature.

References

1. Key enabling technologies. Available at: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/industrial-technologies/industrial-research-strategy-key-enabling-technologies_en

2. Kostornov, A. G. (2002). *Materialovedenie dispersnyh i poristyh metallov i splavov*. Kyiv: Naukova kniga, 540.
3. Kholkhoev, B. C., Bardakova, K. N., Minaev, N. V., Kupriyanova, O. S., Gorenskaia, E. N., Zharikova, T. M. et. al. (2019). Robust thermostable polymer composition based on poly[N,N'-(1,3-phenylene)isophthalamide] and 3,3-bis(4-acrylamidophenyl)phthalide for laser 3D printing. *Mendelev Communications*, 29 (2), 223–225. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mencom.2019.03.037>
4. González-Díaz, M. O., Cetina-Mancilla, E., Sulub-Sulub, R., Montes-Luna, A., Olvera, L. I., Zolotukhin, M. G. et. al. (2020). Novel fluorinated aromatic polymers with ether-bond-free aryl backbones for pure and mixed gas separation. *Journal of Membrane Science*, 606, 118114. doi: <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2020.118114>
5. Dong, F., Hou, G., Cao, F., Yan, F., Liu, L., Wang, J. (2016). The lubricity and reinforcement of carbon fibers in polyimide at high temperatures. *Tribology International*, 101, 291–300. doi: <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2016.04.035>
6. Kobets, A. S., Derkach, O. D., Kabat, O. S., Volovyk, I. A., Kovalenko, V. L., Kotok, V. A., Verbitskiy, V. V. (2020). Investigation friction and wear of constructional plastics based on aromatic polyamide. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 15 (10), 1189–1195.
7. Nelson, U. E.; Malkina, A. Ya. (Ed.) (1979). *Tekhnologiya plastmass na osnove poliamidov*. Moscow: Himiya, 256.
8. Kurta, S. A. (2012). *Napovniuvachi – syntezy, vlastyvostry ta vykorystannia*. Ivano-Frankivsk: Vyd-vo Prykarp. nats. un-tu im. V. Stefanyka, 296.
9. Sanjay, K., Sreedhar, I., Chetan, M. (2021). Molecular dynamics simulation of polyamide-based materials – A review. *Computational Materials Science*, 200, 110853. doi: <https://doi.org/10.1016/j.comatsci.2021.110853>
10. Dhaduti, S. C., Sarganachari, S. G., Patil, A. Y., Khan, A. (2021). Tribological Behaviour of Glass Fiber Reinforced Polyamide Gears. *Vegetable Fiber Composites and Their Technological Applications*, 339–350. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-16-1854-3_15
11. Krasinskyi, V., Suberlyak, O., Sikora, J., Zemke, V. (2021). Nanocomposites based on polyamide-6 and montmorillonite intercalated with polyvinylpyrrolidone. *Polymer-Plastics Technology and Materials*, 1–15. doi: <https://doi.org/10.1080/25740881.2021.1924201>
12. Kabat, O., Sytar, V., Sukhyy, K. (2018). Antifrictional Polymer Composites Based on Aromatic Polyamide and Carbon Black. *Chemistry & Chemical Technology*, 12 (3), 326–330. doi: <https://doi.org/10.23939/chcht12.03.326>
13. Burya, A. I., Safonova, A. M., Rula, I. V. (2012). Influence of metal-containing carbon fibers on the properties of carbon-filled plastics based on aromatic polyamide. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, 85 (4), 943–949. doi: <https://doi.org/10.1007/s10891-012-0734-6>
14. Ayler, R. (1982). *Himiya kremnezema*. Moscow: Mir, 1127.
15. Tokar, A. V., Kabat, O. S. (2020). The quantum-chemical investigation of intermolecular interactions in complex systems «polyamide-silica gel». *Journal of chemistry and technologies*, 28 (2), 194–201. doi: <https://doi.org/10.15421/082021>
16. Tokar, A., Kabat, O., Chigvintseva, O., Belošević, S. (2021). Intermolecular Interactions in Complex Systems “Polyamide-Silica Gel”: The Quantum-Chemical Interpretation. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 875–882. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-75275-0_96
17. Kabat, O. S., Heti, K. V., Kovalenko, I. L., Dudka, A. M. (2019). Fillers on the silica base for polymer composites of constructional purpose. *Journal of chemistry and technologies*, 27 (2), 247–254. doi: <https://doi.org/10.15421/081925>
18. Mihaylin, Yu. A. (2006). *Termoustoychivye polimery i polimernye materialy*. Sankt-Peterburg: Professiya, 624.
19. Shabanian, M., Hajibeygi, M., Roohani, M. (2015). Synthesis of a novel CNT/polyamide composite containing phosphine oxide groups and its flame retardancy and thermal properties. *New Carbon Materials*, 30 (5), 397–403. doi: [https://doi.org/10.1016/s1872-5805\(15\)60199-8](https://doi.org/10.1016/s1872-5805(15)60199-8)

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.241763

DETERMINATION OF OPTIMAL CONDITIONS FOR PROCESSING OIL BOTTOM SEDIMENTS USING ELECTROHYDRAULIC EFFECT (p. 30–38)

Amangeldy Satybaldin

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0846-4665>

Almas Tusipkhan

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6452-4925>

Raikhan Seitghan

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2362-6383>

Sairagul Tyanakh

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5343-4695>

Gulzhan Baikenova

Karaganda Economic University of Kazpotreboysuz, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8935-4723>

Dana Karabekova

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8776-4414>

Murzabek Baikenov

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8703-0397>

Currently, there is an interest in effective technologies that cause minimal environmental harm, have low financial costs and allow you to obtain products with high added value. One of the ways to increase the yield of light and medium fractions from oil bottom sediments is to use the electrohydraulic effect. The electrohydraulic phenomenon is a new industrial method of converting electrical energy into mechanical energy, which occurs without the influence of intermediate mechanical links, with high efficiency. Statistical processing of experimental data was carried out with the identification of the optimal mode of the electrohydraulic effect on the destruction of the oil bottom sediment. The influence of various factors is shown (duration of contact, distance between electrodes, amount of added catalyst, capacitance of capacitor and value of applied voltage). The use of the generalized equation made it possible to determine the following optimal conditions for the destruction of the oil bottom sediment using electrohydraulic treatment: duration 7 min, distance 8 mm, amount of added catalyst 1.5 %, capacitance 0.3 μF, applied voltage 14 kV. In terms of the significance of the coef-

ficient (*tr*), it should be noted that the dominant factors are the distance between the electrodes and the amount of added catalyst. The individual chemical composition of the light and medium fractions of the original oil residue and the processed oil residue was determined. Comparison of the individual chemical composition of fractions up to 200 °C and 200–300 °C, obtained from the oil bottom sediment and from the hydrogenated product, allows to conclude that the electrohydraulic effect has an effective effect on the destruction of the organic mass of the oil bottom sediment. The optimal conditions for electrohydraulic treatment of the oil residue are established and it is shown that it is possible to utilize the oil bottom sediments.

Keywords: electrohydraulic phenomenon, catalyst, oil bottom sediment, viscosity, density, optimization, hydrogenation.

References

- Kovalevskiy, V. F., Skobelev, S. B. (2018). Experimental studies of electrohydraulic effect application of L. A. Yutkin for removal of flares from terminals of plastic details. *Omsk Scientific Bulletin*, 6 (162), 174–177. doi: <https://doi.org/10.25206/1813-8225-2018-162-174-177>
- Kusainov, K. (2016). Elektrogidroimpul'snaya tekhnologiya ochistki trub i puchkov trub teploobmennikov. Karaganda: Izd-vo KarGU, 240.
- Loskutova, Yu. V., Yudina, N. V., Prozorova, I. V. (2021). Fiziko-himicheskaya obrabotka neftyanyh osadkov pri utilizatsii nefleshlamov. *Himiya tverdogo topliva*, 4, 66–72. doi: <https://doi.org/10.31857/s0023117721040046>
- Gopang, I. A., Mahar, H., Jatoi, A. S., Akhtar, K. S., Omer, M., Azeem, M. S. (2016). Characterization of the sludge deposits in crude oil storage tanks. *Journal of Faculty of Engineering & Technology*, 23 (1), 57–64.
- Butov, V. G., Nikulchikov, A. V., Nikulchikov, V. K., Solonenko, V. A., Yashchuk, A. A. (2018). Simulation study of bottom sediments jet erosion in oil tank. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*, 329 (9), 93–100. Available at: http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/51016/1/bulletin_tpu-2018-v329-i9-09.pdf
- Xiao, W., Yao, X., Zhang, F. (2019). Recycling of Oily Sludge as a Roadbed Material Utilizing Phosphogypsum-Based Cementitious Materials. *Advances in Civil Engineering*, 2019, 1–10. doi: <https://doi.org/10.1155/2019/6280715>
- Mater, L., Sperb, R., Madureira, L., Rosin, A., Correa, A., Radetski, C. (2006). Proposal of a sequential treatment methodology for the safe reuse of oil sludge-contaminated soil. *Journal of Hazardous Materials*, 136 (3), 967–971. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.01.041>
- Hui, K., Tang, J., Lu, H., Xi, B., Qu, C., Li, J. (2020). Status and prospect of oil recovery from oily sludge: A review. *Arabian Journal of Chemistry*, 13 (8), 6523–6543. doi: <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.06.009>
- Monteiro, M., Svet, V., Sandilands, D., Tsysar, S. (2015). Experimental Investigations of Various Methods of Sludge Measurements in Storage Oil Tanks. *Advances in Remote Sensing*, 04 (02), 119–137. doi: <https://doi.org/10.4236/ars.2015.42011>
- Musina, U. Sh., Vasichkin, A. S. (2014). Obzor sposobov utilizatsii nefteotodov i tekhnologiy ih utilizatsii. *Vestnik KazGASA*, 2 (52), 133–141. Available at: <http://rmebrk.kz/journals/1536/90808.pdf#page=134>
- Galiullin, E. A., Fakhrutdinov, R. Z., Djimasbe, R. (2016). Obezvozhivanie nefleshlamov termomekhanicheskim metodom. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta*, 19 (4), 55–57.
- Bodykov, D. U., Abdikarimov, M. S., Seitzhanova, M. A., Elemessova, Zh. K. (2017). Recycling of oil sludge using electrohydraulic effect. *Gorenie i plazmohimiya*, 15 (2), 140–147. Available at: <http://cpc.icp.kz/index.php/cpc/article/view/74/70>
- Bodykov, D. U., Abdikarimov, M. S., Mansurov, Z. A. (2015). Recycling of oil sludge using electrohydraulic effect Yutkina. *Gorenie i plazmohimiya*, 13 (4), 303–311. Available at: <http://cpc.icp.kz/index.php/cpc/article/view/32/32>
- Bodykov, D. U., Abdikarimov, M. S., Mansurov, Z. A. (2016). Sludge processing using electrohydraulic effect. *World Conference on Carbon (Carbon 2016)*, 541.
- Malyshev, V. P., Katkeeva, G. L., Zubrina, Yu. S., Oskembekov, I. M., Gizatullina, D. R. (2017). Development of integrated probabilistic and deterministic models for grinding and flotation processes. *Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'ya*, 1, 47–53. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36930262>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.243079

SUBSTANTIATION OF PARAMETERS FOR THE INERTIAL MIXER IN A BIODIESEL PRODUCTION REACTOR (p. 39–45)

Nursultan Orynbayev

Kazakh National Agrarian Research University,
Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1819-3480>

Marat Aldabergenov

Scientific Production Center of Agricultural Engineering,
Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6421-2668>

Zhaxylyk Kemal

National University of Defense of the First President of the Republic
of Kazakhstan – Elbasy, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3520-3129>

Nurlan Abdildin

Kazakh National Agrarian Research University,
Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9500-4714>

This paper reports results of the theoretical and experimental studies into the processes of transesterification of oils with methyl alcohol, which determined the material balance and established the molecular weight of the components involved in the process of transesterification as input and output products. The theoretical and experimental studies were carried out to calculate the indicators of the process of transesterification of fat-containing wastes depending on a change in the reaction duration and diameter of the inertial mixer of the reactor to accelerate the process of transesterification of oils with methyl alcohol.

The process of transesterification is one of the basic methods for modifying the molecular composition of fat raw materials. With transesterification, the composition of fat fatty acids does not change, their statistical redistribution occurs in a mixture of triacylglycerols, which leads to a change in the physicochemical properties of fat mixtures as a result of changes in molecular composition. Transesterification of high-melting animal and vegetable fats with

methyl alcohol improves the conversion of oils for the production of biodiesel from fat-containing waste.

The results of the theoretical and experimental studies have helped determine the value of the flow rate of the reaction mixture, as well as the values of the geometric dimensions of the reactor, were determined (the diameter of the mixer, $d=100\div500$ mm; the length of the reactor is 1.5–2.0 m). Processing of the reaction mixture made it possible to obtain a high degree of homogeneity in the concentration of components with large diameters of the inertial mixer – 300...500 mm at average rotational speeds. The oil conversion has been improved, as well as productivity, by using equipment to produce biodiesel from fat-containing waste. Optimal pump performance is also ensured with minimal power consumption and reactor operation.

Keywords: transesterification processes, biodiesel production, diesel internal combustion engines, emission reduction.

References

- Atadashi, I. M., Aroua, M. K., Abdul Aziz, A. R., Sulaiman, N. M. N. (2013). The effects of catalysts in biodiesel production: A review. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 19 (1), 14–26. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jiec.2012.07.009>
- Glisic, S. B., Orlović, A. M. (2014). Review of biodiesel synthesis from waste oil under elevated pressure and temperature: Phase equilibrium, reaction kinetics, process design and techno-economic study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 708–725. doi: <http://doi.org/10.1016/j.rser.2013.12.003>
- Shelamova, S. A., Tyrsin, Iu. A. (2012). *Mekhanizmy gidroliza, sinteza i pereerifikatsii v pischevoi biotekhnologii*. Izd.-poligraf. tsentr «Nauchnaia kniga», 125.
- Orynbaev, N. M., Aldabergenov, M. K., Ramazanova, G. (2019). The calculation of the impeller of the pump. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan Series of Agricultural Sciences*, 4 (52), 19–26. doi: <http://doi.org/10.32014/2019.2224-526x.44>
- Orynbayev, N. M., Yankov Mikhov, M., Aldabergenov, M. K. (2020). Mathematical modeling of biodiesel production process. *EurAsian Journal of BioSciences Eurasia J Biosci*, 14, 337–342. Available at: <http://www.ejobios.org/download/mathematical-modeling-of-biodiesel-production-process-7497.pdf>
- Kumaran, D., Rajendran, M., Kumaravelan, R., Gandhi, V. C. S. (2013). Testing of three-fuel mixture in a four-stroke single cylinder direct injection diesel engine. *Transactions of Famena*, 37 (3), 75–86.
- Roy, M. M., Wang, W., Bujold, J. (2013). Biodiesel production and comparison of emissions of a DI diesel engine fueled by biodiesel–diesel and canola oil–diesel blends at high idling operations. *Applied Energy*, 106, 198–208. doi: <http://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.01.057>
- Palash, S. M., Kalam, M. A., Masjuki, H. H., Masum, B. M., Rizwanul Fattah, I. M., Mofijur, M. (2013). Impacts of biodiesel combustion on NOx emissions and their reduction approaches. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 23, 473–490. doi: <http://doi.org/10.1016/j.rser.2013.03.003>
- Kumaran, D., Rajendran, M., Kumaravelan, R., Gandhi, V. C. S. (2013). Testing of three-fuel mixture in a four-stroke single cylinder direct injection diesel engine. *Transactions of Famena*, 37 (3), 75–86.
- Marchenko, Iu. (2017). V Shvetsii samolet poletal na kukhonnykh zhirakh. *Platfor.ma*. Available at: <http://news.platfor.ma/pozharil-kartoshechki>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.243030

DESIGNING CAPACITIVE DEIONIZATION MODULE FOR WATER TREATMENT SYSTEMS AT CAR WASHERS (p. 46–53)

Dmytro Kudin

National Scientific Center “Kharkiv Institute of Physics and Technology”, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6704-1582>

Grigoriy Taran

National Scientific Center “Kharkiv Institute of Physics and Technology”, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2081-5584>

Olexiy Bazhynov

Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5755-8553>

Mikhail Kravtsov

Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3218-2182>

It is impossible to effectively use water with a high salt content at car washes. In many places, access to water with a high salt content is almost unlimited but its utilization requires deionization. For this purpose, several methods are used, the main of which are reverse osmosis, electrodialysis, ion exchange methods, and distillation. However, they have significant drawbacks. Recently, the technology of capacitive deionization of water has been widely used, based on the removal of salt ions from the solution during the charge/discharge of “double” electric layers of carbon materials with a significant active surface (800–2,000 m²/g). Theoretically, this process should be more energy efficient by using a low potential voltage (1–2 V). This paper considers the interrelation of physical parameters that affect the process of capacitive deionization of water. The dependences of voltage drop on serial internal resistance on different concentrations of sodium chloride and the distance between electrodes for electrodes based on the material SAUT-1S (Belarus) have been investigated. It is shown that the main contribution to the sequential internal resistance is introduced by the resistance of the electrolyte. As the distance between the electrodes increases, the voltage drop on the serial internal resistance increases linearly. A decrease in the concentration of ions leads to a decrease in the conductivity of the solution, which causes an increase in energy consumption and a decrease in the efficiency of sorption. It has been demonstrated that the voltage drop at the serial internal resistance when the voltage on the electrodes is limited, which is set in order to avoid the transition of the electrode charging mode to the electrolysis of water, causes a significant drop in the efficiency of the capacitive deionization process.

Keywords: double electric layer, electrochemical impedance, capacitive deionization, water treatment for car washes.

References

- Kastiuchik, A. S., Shaposhnik, V. A. (2009). Deionizatsiia vody elektrodializom s ionoobmennymi membranami, granulami i setkami. *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy*, 9 (1), 51–57.
- El-Ghonemy, A. M. K. (2018). Performance test of a sea water multi-stage flash distillation plant: Case study. *Alexandria Engi-*

- neering Journal, 57 (4), 2401–2413. doi: <http://doi.org/10.1016/j.aej.2017.08.019>
3. Davenport, D. M., Deshmukh, A., Werber, J. R., Elimelech, M. (2018). High-Pressure Reverse Osmosis for Energy-Efficient Hypersaline Brine Desalination: Current Status, Design Considerations, and Research Needs. *Environmental Science & Technology Letters*, 5 (8), 467–475. doi: <http://doi.org/10.1021/acs.estlett.8b00274>
 4. Wright, N. C., Winter, A. G. (2014). Justification for community-scale photovoltaic-powered electro dialysis desalination systems for inland rural villages in India. *Desalination*, 352, 82–91. doi: <http://doi.org/10.1016/j.desal.2014.07.035>
 5. Suss, M. E., Porada, S., Sun, X., Biesheuvel, P. M., Yoon, J., Presser, V. (2015). Water desalination via capacitive deionization: what is it and what can we expect from it? *Energy & Environmental Science*, 8 (8), 2296–2319. doi: <http://doi.org/10.1039/c5ee00519a>
 6. Porada, S., Zhao, R., van der Wal, A., Presser, V., Biesheuvel, P. M. (2013). Review on the science and technology of water desalination by capacitive deionization. *Progress in Materials Science*, 58 (8), 1388–1442. doi: <http://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2013.03.005>
 7. Jia, B., Zhang, W. (2016). Preparation and Application of Electrodes in Capacitive Deionization (CDI): a State-of-Art Review. *Nanoscale Research Letters*, 11 (1). doi: <http://doi.org/10.1186/s11671-016-1284-1>
 8. Biesheuvel, P. M., van Limpt, B., van der Wal, A. (2009). Dynamic Adsorption/Desorption Process Model for Capacitive Deionization. *The Journal of Physical Chemistry C*, 113(14), 5636–5640. doi: <http://doi.org/10.1021/jp809644s>
 9. Toupin, M., Bélanger, D., Hill, I. R., Quinn, D. (2005). Performance of experimental carbon blacks in aqueous supercapacitors. *Journal of Power Sources*, 140 (1), 203–210. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2004.08.014>
 10. Zhao, X., Jia, B., Sun, Q., Jiao, G., Liu, L., She, D. (2018). Removal of Cr⁶⁺ ions from water by electrosorption on modified activated carbon fibre felt. *Royal Society Open Science*, 5 (9), 180472. doi: <http://doi.org/10.1098/rsos.180472>
 11. Zhou, G., Li, W., Wang, Z., Wang, X., Li, S., Zhang, D. (2015). Electrosorption for organic pollutants removal and desalination by graphite and activated carbon fiber composite electrodes. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 12 (12), 3735–3744. doi: <http://doi.org/10.1007/s13762-015-0811-4>
 12. Boehm, H. P. (1994). Some aspects of the surface chemistry of carbon blacks and other carbons. *Carbon*, 32 (5), 759–769. doi: [http://doi.org/10.1016/0008-6223\(94\)90031-0](http://doi.org/10.1016/0008-6223(94)90031-0)
 13. Zhong, C., Deng, Y., Hu, W., Qiao, J., Zhang, L., Zhang, J. (2015). A review of electrolyte materials and compositions for electrochemical supercapacitors. *Chemical Society Reviews*, 44 (21), 7484–7539. doi: <http://doi.org/10.1039/c5cs00303b>
 14. Noked, M., Soffer, A., Aurbach, D. (2011). The electrochemistry of activated carbonaceous materials: past, present, and future. *Journal of Solid State Electrochemistry*, 15 (7-8), 1563–1578. doi: <http://doi.org/10.1007/s10008-011-1411-y>
 15. Zhang, L., Hu, X., Wang, Z., Sun, F., Dorrell, D. G. (2018). A review of supercapacitor modeling, estimation, and applications: A control/management perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 1868–1878. doi: <http://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.283>
 16. Farmer, J. C., Fix, D. V., Mack, G. V., Pekala, R. W., Poco, J. F. (1996). Capacitive Deionization of NaCl and NaNO₃ Solutions with Carbon Aerogel Electrodes. *Journal of The Electrochemical Society*, 143 (1), 159–169. doi: <http://doi.org/10.1149/1.1836402>
 17. Ma, L., Huang, L., Xu, Y., Liu, C., Wang, F., Xing, H., Ma, S. (2020). Dynamics and Model Research on the Electrosorption by Activated Carbon Fiber Electrodes. *Water*, 13 (1), 62. doi: <http://doi.org/10.3390/w13010062>
 18. Lim, J.-A., Park, N.-S., Park, J.-S., Choi, J.-H. (2009). Fabrication and characterization of a porous carbon electrode for desalination of brackish water. *Desalination*, 238 (1-3), 37–42. doi: <http://doi.org/10.1016/j.desal.2008.01.033>
 19. Chang, L. M., Duan, X. Y., Liu, W. (2011). Preparation and electrosorption desalination performance of activated carbon electrode with titania. *Desalination*, 270 (1-3), 285–290. doi: <http://doi.org/10.1016/j.desal.2011.01.008>
 20. Bilous, V. A., Voyevodin, V. M., Khoroshikh, V. M., Nosov, G. I., Marinin, V. G. (2016). Prototype Equipment and Techniques for Obtaining Cavitation-Resistant Coatings To Be Applied to Working Surfaces of Steam Turbine Blades Made of VT6 Titanium Alloy in Order to Replace Imported Counterparts. *Science and Innovation*, 12 (4), 27–35. doi: <http://doi.org/10.15407/science12.04.027>
 21. Belous, V. A., Lunyov, V. M., Kuprin, A. S., Bortnitskaya, M. A. (2018). Structure and properties of TiO_x and TiN_xO_y coatings formed in vacuum ARC plasma fluxes. *Problems of atomic science and technology*, 118 (6), 297–299.
 22. Aksenov, I. I., Belous, V. A., Goltvyanitsa, S. K., Goltvyanitsa, V. S., Zadneprovsky, Yu. A., Kuprin, A. S. et al. (2009). Transfer of the cathodic material in the course of vacuum-arc coating formation. *Problems of atomic science and technology*, 93 (2), 181–184.
 23. Golota, V. L., Zavada, L. M., Kudin, D. V., Rodionov, S. V. (2012). Development of technology for capacitive deionization water. *Journal of Kharkiv National University. Physical Series: "Nuclei, Particles, Fields"*, 4 (56), 98–101.
 24. Kudin, D. V., Golota, V. I., Rodionov, S. V., Abubekrov, I. I. (2014). Water Denitrification using Energy-Efficient Capacitive Deionization Technology. *Proceeding of Conference IAP 2014 First Capacitive Deionization Symposium*. Leeuwarden, 176.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.242814

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE COMPOSITION AND CONCENTRATION OF ACTIVATORS ON THE STRENGTH OF PHOSPHORUS SLAG BINDERS (p. 54–61)

Ultuar Mahambetova

Baishev University, Aktobe, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8098-7340>

Bulbul Nuranbayeva

Caspian University, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3426-1914>

Zatkali Estemesov

Central Laboratory of Certification Tests Building Materials" LLP –

“Tselsim”, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8119-2512>

Pernekhan Sadykov

Aktobe University S. Baisheva, Aktobe, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2269-7913>

Orken Mamyrbayev

Institute of Information and Computational Technologies, Almaty,

Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8318-3794>

Dina Oralbekova

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4975-6493>

The paper discusses various ways of activating phosphorus slags by introducing additives for the development of phosphorus slag binders (PSB), replacing cement. Considering that pseudowollastonite is the main mineral of phosphorus slags and without activating components does not possess the binding properties necessary for the production of building materials based on them, we used compositions of small amounts of sodium hydroxide with alkali metal salts, the anions of which form poorly soluble compounds with calcium. When choosing activating components, scarce alkaline additives were replaced by waste from chemical plants, which allows a passing solution of their practical use and environmental problems.

The strength at a sodium hydroxide content of 1–4 % after curing of slag samples of various batches was in the range of 50.0–70.0 MPa. Samples of binders of normal hardening at the age of 28 days with a sodium hydroxide content of 0.5; 1.0, 2 and 4 % had the strength of 20.3; 35.4; 45.6; 55.8 MPa, respectively. The effect of the combined presence of alkali and salt is especially noticeable for small amounts of sodium hydroxide. Binders containing a composition of cement with salts under normal conditions and after curing showed a slightly lower strength than in an alkaline medium. With a constant cement content (4 %), the strength indicators increase with an increase in the proportion of the salt additive, reaching at 4 % its maximum value. The effect of the nature of activators on pH was determined. The data obtained indicate the advantages of using PSB and various industrial wastes with a low content of alkaline compounds in the production.

Keywords: phosphorus slag, cement, sodium hydroxide, phosphorus slag binders, construction materials.

References

- Estemesov, Z. A., Sadykov, P. I., Barvinov, A. V., Sarsenbaev, N. B., Estemesov, M. Z., Uralkhanova, A. U., Tulaganov, A. A. (2020). Physical and chemical processes occurring in the granulated phosphorus slag dumps. *New 'of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Series chemistry and technology*, 2 (440), 47–55. doi: <http://doi.org/10.32014/2020.2518-1491.22>
- Taghvayi, H., Behfarnia, K., Khalili, M. (2018). The Effect of Alkali Concentration and Sodium Silicate Modulus on the Properties of Alkali-Activated Slag Concrete. *Journal of Advanced Concrete Technology*, 16 (7), 293–305. doi: <http://doi.org/10.3151/jact.16.293>
- Mehdizadeh, H., Kani, E. N. (2018). Modeling the influence of chemical composition on compressive strength behavior of alkali-activated phosphorus slag cement using statistical design. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 45 (12), 1073–1083. doi: <http://doi.org/10.1139/cjce-2018-0132>
- Glukhovskii, V. D., Pakhomov, V. A. (1978). *Shlakoschelochnye tsementy i betony*. Kyiv: Budivel'nik, 184.
- Aymenov, A. Z., Sarsenbayev, N. B., Khudyakova, T. M., Sarsenbayev, B. K., Batyrkhanov, A. T., Kopzhassarov, B. T. (2016). Effect of Additive of Polymetallic Ores' Tailin gs on Properties of Composite Cements. *Eurasian Chemico-Technological Journal*, 18 (2), 153–160. doi: <http://doi.org/10.18321/ectj442>
- Shintemirov, K. S., Urazova, S. S. Concrete on phosphors slag binder, activated salts of alkali and alkaline earth metals. West – Kazakhstan agrarian – technical university name of Zhangir Khan. Available at: <https://pandia.ru/text/80/594/30159.php>
- Tong, S., Yuqi, Z., Qiang, W. (2021). Recent advances in chemical admixtures for improving the workability of alkali-activated slag-based material systems. *Construction and Building Materials*, 272, 121647. doi: <http://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121647>
- Criado, M., Ke, X., Provis, J. L., Bernal, S. A. (2017). Alternative inorganic binders based on alkali-activated metallurgical slags. *Sustainable and Nonconventional Construction Materials Using Inorganic Bonded Fiber Composites*, 185–220. doi: <http://doi.org/10.1016/b978-0-08-102001-2.00008-5>
- Sarsenbayev, N. B., Sarsenbayev, B. K., Aubakirova, T. S., Aimenov, J. T., Abdiramanova, K. S. (2014). Phase Composition and Structure-Formation of the Low-Clinkered Floured Cements. *Eurasian Chemico-Technological Journal*, 16 (4), 333–338. doi: <http://doi.org/10.18321/ectj2>
- Mehdizadeh, H., Kani, E. N. (2018). Modeling the influence of chemical composition on compressive strength behavior of alkali-activated phosphorus slag cement using statistical design. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 45 (12), 1073–1083. doi: <http://doi.org/10.1139/cjce-2018-0132>
- Jiao, Z., Wang, Y., Zheng, W., Huang, W. (2018). Effect of Dosage of Alkaline Activator on the Properties of Alkali-Activated Slag Pastes. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2018, 1–12. doi: <http://doi.org/10.1155/2018/8407380>
- Maghsoodloord, H., Khalili, H., Allahverdi, A. (2018). Alkali-Activated Phosphorous Slag Performance under Different Curing Conditions: Compressive Strength, Hydration Products, and Microstructure. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 30 (1), 04017253. doi: [http://doi.org/10.1061/\(asce\)mt.1943-5533.0002101](http://doi.org/10.1061/(asce)mt.1943-5533.0002101)
- Purdon, A. O. (1940). The action of alkalis on blast furnace slag. *Journal of the Society of Chemical Industry*, 59, 35–37.
- Pang, M., Sun, Z., Chen, M., Lang, J., Dong, J., Tian, X., Sun, J. (2020). Influence of Phosphorus Slag on Physical and Mechanical Properties of Cement Mortars. *Materials*, 13 (10), 2390. doi: <http://doi.org/10.3390/ma13102390>
- Estemesov, Z. A. (2020). Effect of 3d-metal saltson the activity of ecophosphate slag blnding agents. *NEWS Of the academy of sciences of the republic of kazakhstan Satbayev University*, 3 (441), 177–181. doi: <http://doi.org/10.32014/2020.2518-170x.69>
- Makhambetova, U. K. (1989). *Aktivirovanoe tverdenie fosfornoshlakovykh viazhushchikh*. Leningrad, 243. Available at: <https://search.rsl.ru/ru/record/01008098177>
- Maghsoodloord, H., Allahverdi, A. (2017). Developing Low-Cost Activators for Alkali-Activated Phosphorus Slag-Based Binders. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 29 (6), 04017006. doi: [http://doi.org/10.1061/\(asce\)mt.1943-5533.0001806](http://doi.org/10.1061/(asce)mt.1943-5533.0001806)
- Mehdizadeh, H., Najafi Kani, E., Palomo Sanchez, A., Fernandez-Jimenez, A. (2018). Rheology of activated phosphorus slag with lime and alkaline salts. *Cement and Concrete Research*, 113, 121–129. doi: <http://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.07.010>
- Maghsoodloord, H., Allahverdi, A. (2015). Alkali-activation kinetics of phosphorus slag cement using compressive strength data. *Ceramics-Silikaty*, 59 (3), 250–260.
- Xu, Z., Yue, J., Pang, G., Li, R., Zhang, P., Xu, S. (2021). Influence of the Activator Concentration and Solid/Liquid Ratio on the Strength and Shrinkage Characteristics of Alkali-Activated Slag Geopolymer

Pastes. *Advances in Civil Engineering*, 2021, 1–11. doi: <http://doi.org/10.1155/2021/6631316>

21. Makhambetova, U. K., Ibragim, B., Abdullaev, Kh. T., Baimuratova, G. K. (2020). Razrabotka shlakoschelochного viazhushego iz granulirovannogo elektrotermofosfornogo shlaka. *Promyshlennii transport Kazakhstana*, 2 (67), 153–155.
22. Pang, M., Sun, Z., Chen, M., Lang, J., Dong, J., Tian, X., Sun, J. (2020). Influence of Phosphorus Slag on Physical and Mechanical Properties of Cement Mortars. *Materials*, 13 (10), 2390. doi: <http://doi.org/10.3390/ma13102390>
23. Zhang, Z., Wang, Q., Yang, J. (2017). Hydration mechanisms of composite binders containing phosphorus slag at different temperatures. *Construction and Building Materials*, 147, 720–732. doi: <http://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.04.202>
24. Makhambetova, U. K., Abdullaev, Kh. T., Konysbaeva, Zh. O., Shalabaeva, S. I. (2020). Issledovanie strukturoobrazovaniia v protsesse gidratatsii v shlakoschelochnom viazhuschem. *Promyshlennii transport Kazakhstana*, 3 (68), 131–135.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.242813

DEVELOPMENT OF RAPID-HARDENING ULTRA-HIGH STRENGTH CEMENTITIOUS COMPOSITES USING SUPERZEOLITE AND N-C-S-H-PCE ALKALINE NANOMODIFIER (p. 62–72)

Myroslav Sanytsky

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

Tetiana Kropyvnytska

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

Iryna Heviuk

PJSC Ivano-Frankivskcement, Yamnytsya vill., Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6509-9457>

Pawel Sikora

West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Szczecin, Poland
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1092-1359>

Serhii Braichenko

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5503-422X>

It is shown that high operational reliability of structural materials, in particular at high temperatures, is achieved through the use of ultra-high strength cement composites. Studies of various types of Portland cements with mineral additives of the CEM II/A type have established that a stone based on Portland cement with superzeolite is the most resistant to high temperatures. It has been proven that due to the “self-autoclaving” effect, the strength of a stone based on CEM II/A-P 42.5 R is 1.2–1.3 times higher than a stone based on other types of CEM II/A. To obtain fast-hardening cement composites, a nanotechnological approach based on the use of sol-gel technology has been implemented. Using the methods of IR spectroscopy, electron microscopy, the fact of obtaining, by the chemical method of synthesis, an alkaline nanomodifier N-C-S-H-PCE, which is a nano-liquid based on nano-core seeds of sodium/calcium hydrosilicates, has been proved. It has been confirmed that the introduction of the alkaline nanomodifier N-C-S-H-PCE pro-

vides a significant intensification of the early structure formation processes in the paste based on Portland cement with superzeolite (after 12 hours, 24 hours and 28 days, the strength is 16.9; 30.5 and 104.1 MPa). It has been established that the complex combination of Portland cement with superzeolite, corundum aggregate, basalt fiber and alkaline nanomodifier provides rapid-hardening ultra-high strength cement composites ($T=400\text{ }^{\circ}\text{C}$) with improved operational properties. Thus, there is reason to assert the feasibility of developing rapid-hardening ultra-high strength cementitious composites. This solves the problems associated with the need to increase their early strength and performance. As a result, it is possible to carry out repair work to protect equipment from abrasive wear at elevated temperatures.

Keywords: ultra-high strength cementitious composite, superzeolite, alkaline nanomodifier, high temperatures, operational properties.

References

1. Aitcin, P.-C., Wilson, W. (2014). Cements of today, concretes of tomorrow. *Cement Wapno Beton*, 6, 349–358. Available at: http://cementwapnobeton.pl/pdf/2014/2014_6/Aitcin_6_2014.pdf
2. Perry, V. H., Eng, P. (2018). What Really is Ultra-High Performance Concrete? - Towards a Global Definition. Conference: The 2nd Int. Conference on Ultra-High Performance Concrete Material & Structures UHPFRC 2018. Fuzhou. Available at: https://www.researchgate.net/publication/340441896_What_Really_is_Ultra-High_Performance_Concrete_-_Towards_a_Global_Definition
3. Du, J., Meng, W., Khayat, K. H., Bao, Y., Guo, P., Lyu, Z. et. al. (2021). New development of ultra-high-performance concrete (UHPC). *Composites Part B: Engineering*, 224, 109220. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2021.109220>
4. Wu, Z., Shi, C., Khayat, K. H., Wan, S. (2016). Effects of different nanomaterials on hardening and performance of ultra-high strength concrete (UHSC). *Cement and Concrete Composites*, 70, 24–34. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2016.03.003>
5. Du, S., Wu, J., AlShareedah, O., Shi, X. (2019). Nanotechnology in Cement-Based Materials: A Review of Durability, Modeling, and Advanced Characterization. *Nanomaterials*, 9 (9), 1213. doi: <https://doi.org/10.3390/nano9091213>
6. Simić, D., Marjanović, M., Vitorović-Todorović, M., Bauk, S., Lazić, D., Samolov, A., Ristović, N. (2018). Nanotechnology for military applications: A survey of recent research in Military technical institute. *Scientific Technical Review*, 68 (1), 59–72. doi: <https://doi.org/10.5937/str1801059s>
7. Yang, I.-H., Park, J. (2019). Mechanical and Thermal Properties of UHPC Exposed to High-Temperature Thermal Cycling. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2019, 1–12. doi: <https://doi.org/10.1155/2019/9723693>
8. Chen, H.-J., Yu, Y.-L., Tang, C.-W. (2020). Mechanical Properties of Ultra-High Performance Concrete before and after Exposure to High Temperatures. *Materials*, 13 (3), 770. doi: <https://doi.org/10.3390/ma13030770>
9. Fic, S., Klonica, M., Szewczak, A. (2015). Adhesive properties of low molecular weight polymer modified with nanosilica and disintegrated ultrasonically for application in waterproofing ceramics. *Polimery*, 61 (11/12), 730–734. doi: <https://doi.org/10.14314/polimery.2015.730>

10. Sikora, P., Abd Elrahman, M., Stephan, D. (2018). The Influence of Nanomaterials on the Thermal Resistance of Cement-Based Composites – A Review. *Nanomaterials*, 8 (7), 465. doi: <https://doi.org/10.3390/nano8070465>
11. Horszczaruk, E., Sikora, P., Cendrowski, K., Mijowska, E. (2017). The effect of elevated temperature on the properties of cement mortars containing nanosilica and heavyweight aggregates. *Construction and Building Materials*, 137, 420–431. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.02.003>
12. Marushchak, U., Sanytsky, M., Olevych, Y. (2017). Effects of elevated temperatures on the properties of nanomodified rapid hardening concretes. *MATEC Web of Conferences*, 116, 01008. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201711601008>
13. Chen, J. J., Li, L. G., Ng, P. L., Kwan, A. K. H. (2017). Effects of superfine zeolite on strength, flowability and cohesiveness of cementitious paste. *Cement and Concrete Composites*, 83, 101–110. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2017.06.010>
14. Sanytsky, M., Ushero-Marshak, A., Kropyvnytska, T., Heviuk, I. (2020). Performance of multicomponent Portland cements containing granulated blast furnace slag, zeolite, and limestone. *Cement Wapno Beton*, 25 (5), 416–427. doi: <https://doi.org/10.32047/CWB.2020.25.5.7>
15. Sobol, K., Blikharsky, Z., Petrovska, N., Terlyha, V. (2014). Analysis of Structure Formation Peculiarities during Hydration of Oil-Well Cement with Zeolitic Tuff and Metakaolin Additives. *Chemistry & Chemical Technology*, 8 (4), 461–465. doi: <https://doi.org/10.23939/chcht08.04.461>
16. Ivashchyshyn, H., Sanytsky, M., Kropyvnytska, T., Rusyn, B. (2019). Study of low-emission multi-component cements with a high content of supplementary cementitious materials. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (6 (100)), 39–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.175472>
17. Kropyvnytska, T., Sanytsky, M., Rucińska, 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>
18. Pushkarova, K., Kaverin, K., Kalantaevskiy, D. (2015). Research of high-strength cement compositions modified by complex organic-silica additives. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (5 (77)), 42–51. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.51836>
19. Sanchez, F., Sobolev, K. (2010). Nanotechnology in concrete – A review. *Construction and Building Materials*, 24 (11), 2060–2071. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.03.014>
20. Han, B., Ding, S., Wang, J., Ou, J. (2019). Current Progress of Nano-Engineered Cementitious Composites. *Nano-Engineered Cementitious Composites*, 97–398. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-13-7078-6_2
21. Plank, J., Schroeﬂ, C., Gruber, M., Lesti, M., Sieber, R. (2009). Effectiveness of Polycarboxylate Superplasticizers in Ultra-High Strength Concrete: The Importance of PCE Compatibility with Silica Fume. *Journal of Advanced Concrete Technology*, 7 (1), 5–12. doi: <https://doi.org/10.3151/jact.7.5>
22. Schönlein, M., Plank, J. (2018). A TEM study on the very early crystallization of C-S-H in the presence of polycarboxylate superplasticizers: Transformation from initial C-S-H globules to nanofoils. *Cement and Concrete Research*, 106, 33–39. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.01.017>
23. Sharobim, K. G., Mohammedin, H. A. (2013). The effect of Nanoliquid on the properties of hardened concrete. *HBRC Journal*, 9 (3), 210–215. doi: <https://doi.org/10.1016/j.hbrj.2013.08.002>
24. Potapov, V., Fediuk, R., Gorev, D. (2020). Obtaining sols, gels and mesoporous nanopowders of hydrothermal nanosilica. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 94 (3), 681–694. doi: <https://doi.org/10.1007/s10971-020-05216-z>
25. Kanchanason, V., Plank, J. (2017). Role of pH on the structure, composition and morphology of C-S-H–PCE nanocomposites and their effect on early strength development of Portland cement. *Cement and Concrete Research*, 102, 90–98. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2017.09.002>
26. Land, G., Stephan, D. (2018). The effect of synthesis conditions on the efficiency of C-S-H seeds to accelerate cement hydration. *Cement and Concrete Composites*, 87, 73–78. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2017.12.006>
27. Shen, H. Q., Wang, Z. M., Liu, X., Pang, X. F., Xue, L. (2017). Microstructure and Properties of C-S-H/PCE Nanocomposites. *Materials Science Forum*, 898, 2089–2094. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.898.2089>
28. Kryvenko, P., Runova, R., Rudenko, I., Skorik, V., Omelchuk, V. (2017). Analysis of plasticizer effectiveness during alkaline cement structure formation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (6 (88)), 35–41. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.106803>
29. Krivenko, P., Petropavlovskiy, O., Kovalchuk, O., Rudenko, I., Konstantynovskiy, O. (2020). Enhancement of alkali-activated slag cement concretes crack resistance for mitigation of steel reinforcement corrosion. *E3S Web of Conferences*, 166, 06001. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016606001>
30. Plugin, A. A., Borziak, O. S., Pluhin, O. A., Kostuk, T. A., Plugin, D. A. (2021). Hydration Products that Provide Water-Repellency for Portland Cement-Based Waterproofing Compositions and Their Identification by Physical and Chemical Methods. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 328–335. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-57340-9_40
31. Prince, E. (Ed.) (2006). *International Tables for Crystallography. Volume C: Mathematical, physical and chemical tables*. doi: <https://doi.org/10.1107/97809553602060000103>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.242409

OPTIMIZATION OF THE FORMATION TECHNOLOGY OF TRIPOLYPHOSPHATE COATING ON MILD STEEL (p. 73–78)

Vadym Kovalenko

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

Valerii Kotok

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

Tripolyphosphate conversion coatings are promising due to the active type of anti-corrosion protection. However, to be introduced

into production, it is necessary to optimize the technology of tripolyphosphate coating deposition. Coatings were deposited to samples of st05kp cold-rolled sheet steel (analogs G10050, G10060, 1CR, 2CR, D6-2, DG-2) from aqueous solutions of sodium tripolyphosphate (4 %, 6 %, 10 %, 12 %, 14 %) at $t=80^{\circ}\text{C}$ by dip coating and sputtering. The specific weight and morphology of the coating were determined. The corrosion-protective capability was studied in the G-4 climatic chamber at 90°C and 100 % humidity using Akimov's test.

The prospects of the dip coating and sputtering methods were shown. It was revealed that in the dip coating method, the specific weight of the coating was $1\text{--}4\text{ g/m}^2$ and increased linearly at a rate of $0.3\text{--}0.35\text{ g/m}^2$ by 1 % (wt.) $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$. For the sputtering coating method, it was revealed that at 4–8 % $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, the growth rate of the specific weight was 0.2 g/m^2 by 1 % $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ and the specific weight exceeded that of the coating obtained by the dip coating method, due to accelerated oxygen access and increased coating formation rate. At 10–14 % $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, the growth rate of the specific weight was $0.55\text{--}0.65\text{ g/m}^2$ by 1 % $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$. However, the specific weight was lower than that of the coating obtained by the dip coating method, due to the self-compaction of the iron tripolyphosphate matrix and decreased mass of the $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ filler.

Using accelerated corrosion testing methods, the optimum $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ concentration to obtain a coating with the highest corrosion-protective capability was 6 %–10 % (wt.). The correlation of the protective capability of the coating samples with the coating defects and cracks was revealed.

Keywords: sodium tripolyphosphate, conversion coating, corrosion-protective properties, phosphating, tripolyphosphate coating.

References

- Tamilselvi, M., Kamaraj, P., Arthanareeswari, M., Devikala, S., Selvi, J. A. (2015). Progress in Zinc Phosphate Conversion Coatings: A Review. *International Journal of Advanced Chemical Science and Applications (IJACSA)*, 3 (1), 25–41.
- Zeng, R. C., Lan, Z. D., Chen, J., Mo, X. H., Han, E. H. (2009). Progress of Chemical Conversion Coatings on Magnesium Alloys. *Transactions of Nonferrous Metal Society of China*, 19, 397–404.
- Lin, B., Lu, J., Kong, G., Liu, J. (2007). Growth and corrosion resistance of molybdate modified zinc phosphate conversion coatings on hot-dip galvanized steel. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 17 (4), 755–761. doi: [https://doi.org/10.1016/s1003-6326\(07\)60169-1](https://doi.org/10.1016/s1003-6326(07)60169-1)
- Weng, D., Jokiel, P., Uebles, A., Boehni, H. (1997). Corrosion and protection characteristics of zinc and manganese phosphate coatings. *Surface and Coatings Technology*, 88 (1-3), 147–156. doi: [https://doi.org/10.1016/s0257-8972\(96\)02860-5](https://doi.org/10.1016/s0257-8972(96)02860-5)
- Sankara Narayanan, T. S. N. (2005). Surface pretreatment by phosphate conversion coatings – a review. *Rev. Adv. Mater. Sci.*, 9, 130–177.
- Amini, R., Sarabi, A. A. (2011). The corrosion properties of phosphate coating on AZ31 magnesium alloy: The effect of sodium dodecyl sulfate (SDS) as an eco-friendly accelerating agent. *Applied Surface Science*, 257 (16), 7134–7139. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2011.03.072>
- Banczek, E. P., Rodrigues, P. R. P., Costa, I. (2006). Investigation on the effect of benzotriazole on the phosphating of carbon steel. *Surface and Coatings Technology*, 201 (6), 3701–3708. doi: <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2006.09.003>
- Gomelya, N. D., Radovenchik, V. M., Shut'ko, G. L. (1996). Issledovanie processov korrozii stali v vode. *Ekotekhnologii i resusoberezhenie*, 1, 36–40.
- Kuznetsov Yu. L. (2001). Corrosion inhibitors in conversion coatings. III. *Zaschita metallov*, 37 (2), 119–125. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44606100>
- Burokas, V., Martušienė, A., Bikulčius, G. (1998). The influence of hexametaphosphate on formation of zinc phosphate coatings for deep drawing of steel tubes. *Surface and Coatings Technology*, 102 (3), 233–236. doi: [https://doi.org/10.1016/s0257-8972\(98\)00359-4](https://doi.org/10.1016/s0257-8972(98)00359-4)
- Lee, S.-J., Toan, D. L. H., Chen, Y.-H., Peng, H.-C. (2016). Performance Improvement of Phosphate Coating on Carbon Steel by Cathodic Electrochemical Method. *International Journal of Electrochemical Science*, 11, 2306–2316.
- Tumbaleva, Y., Ivanova, D., Fachikov, L. (2011). Effect of the $\text{P}_2\text{O}_5\text{:NO}_3$ – ratio on the zinc phosphate coating formation. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 46 (4), 357–362.
- Ltifi, M., Guefrech, A., Mounanga, P. (2011). Effects of sodium tripolyphosphate addition on early-age physico-chemical properties of cement pastes. *Procedia Engineering*, 10, 1457–1462. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.04.242>
- Deyá, M., Di Sarli, A. R., del Amo, B., Romagnoli, R. (2008). Performance of Anticorrosive Coatings Containing Tripolyphosphates in Aggressive Environments. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 47 (18), 7038–7047. doi: <https://doi.org/10.1021/ie071544d>
- Deyá, M., Vetere, V. F., Romagnoli, R., del Amo, B. (2001). Aluminium tripolyphosphate pigments for anticorrosive paints. *Pigment & Resin Technology*, 30 (1), 13–24. doi: <https://doi.org/10.1108/03699420110364129>
- Vetere, V. F., Deyá, M. C., Romagnoli, R., Amo, B. (2001). Calcium tripolyphosphate: An anticorrosive pigment for paint. *Journal of Coatings Technology*, 73 (6), 57–63. doi: <https://doi.org/10.1007/bf02698398>
- Yang, Y. F., Scantlebury, J. D., Koroleva, E., Ogawa, O., Tanabe, H. (2019). A Novel Anti-corrosion Calcium Magnesium Polyphosphate Pigment and Its Performance in Aqueous Solutions on Mild Steel. *ECS Transactions*, 24 (1), 77–85. doi: <https://doi.org/10.1149/1.3453608>
- Yang, Y. F., Scantlebury, J. D., Koroleva, E., Ogawa, O., Tanabe, H. (2019). A Novel Anti-corrosion Calcium Magnesium Polyphosphate Pigment and Its Performance in Aqueous Solutions on Mild Steel when Coupled to Metallic Zinc. *ECS Transactions*, 24 (1), 163–183. doi: <https://doi.org/10.1149/1.3453615>
- Kovalenko, V., Kotok, V. (2019). “Smart” anticorrosion pigment based on layered double hydroxide: construction and characterization. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (12 (100)), 23–30. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.176690>
- Fahim, I., Kheireddine, A., Belaaouad, S. (2013). Sodium tripolyphosphate (STPP) as a novel corrosion inhibitor for mild steel in 1M HCL. *Journal of optoelectronics and advanced materials*, 15 (5-6), 451–456.
- Gruss, B. (2010). Iron phosphating. *Metal Finishing*, 108 (11-12), 33–37. doi: [https://doi.org/10.1016/s0026-0576\(10\)00040-1](https://doi.org/10.1016/s0026-0576(10)00040-1)
- Vlasova, E., Kovalenko, V., Kotok, V., Vlasov, S. (2016). Research of the mechanism of formation and properties of tripolyphosphate coating on the steel basis. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (5 (83)), 33–39. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.79559>

23. Vlasova, E., Kovalenko, V., Kotok, V., Vlasov, S., Sknar, I., Cheremysynova, A. (2017). Investigation of composition and structure of tripoliphosphate coating on low carbon steel. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (6 (86)), 4–10. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.96572>
24. Vlasova, E., Kovalenko, V., Kotok, V., Vlasov, S., Sukhyy, K. (2017). A study of the influence of additives on the process of formation and corrosive properties of tripolyphosphate coatings on steel. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (12 (89)), 45–51. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.111977>
25. Vlasova, E. V., Karasik, T. L. (2010). Issledovanie pokrytiy, poluchennykh iz vodnykh rastvorov fosfatov. *Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost'*, 5, 89–91.
26. Vlasova, O., Kovalenko, V., Kotok, V., Vlasov, S., Cheremysynova, A. (2017). Investigation of physical and chemical properties and structure of tripolyphosphate coatings on zinc plated steel. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (12 (87)), 4–8. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.103151>
27. Burmistr, M. V., Boiko, V. S., Lipko, E. O., Gerasimenko, K. O., Gomza, Y. P., Vesnin, R. L. et. al. (2014). Antifriction and Construction Materials Based on Modified Phenol-Formaldehyde Resins Reinforced with Mineral and Synthetic Fibrous Fillers. *Mechanics of Composite Materials*, 50 (2), 213–222. doi: <https://doi.org/10.1007/s11029-014-9408-0>
28. Kovalenko, V., Kotok, V. (2017). Selective anodic treatment of W(WC)-based superalloy scrap. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (5 (85)), 53–58. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.91205>
29. Kovalenko, V., Kotok, V. (2017). Definition of effectiveness of β -Ni(OH)₂ application in the alkaline secondary cells and hybrid supercapacitors. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (6 (89)), 17–22. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.110390>
30. 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>
31. Kotok, V., Kovalenko, V., Vlasov, S. (2018). Investigation of NiAl hydroxide with silver addition as an active substance of alkaline batteries. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (6 (93)), 6–11. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.133465>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.242668**МОДИФІКАЦІЯ ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО БЕНЗИНУ ОДНОАТОМНИМИ СПИРТАМИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КАВІТАЦІЇ (с. 6–15)****С. О. Кудрявцев, О. Б. Целіщев, М. Г. Лорія, Є. С. Бура, М. О. Целіщева**

Досліджено процес модифікації газоконденсатних бензинів одноатомними спиртами із наступною кавітаційною обробкою цих сумішей. Обґрунтовано доцільність використання добавок спиртів та актуальність впровадження в виробництво бензинів таких хімічних технологій, що використовують кавітаційну обробку сировини та селективне підведення енергії для реакційної зони. Також обґрунтовано доцільність виробництва високооктанових бензинів на основі поєднання процесів механічного змішування вуглеводневих бензинів із спиртами та процесів кавітаційної обробки спирт-бензинових сумішей. Описано лабораторну установку та методологію експерименту. Визначено вплив інтенсивності кавітаційної обробки на приріст октанового числа та доказано, що існує деяка оптимальна інтенсивність, за якої досягається стає значення октанового числа суміші.

При збільшенні вмісту біоетанолу в суміші кількість циклів кавітації (інтенсивність), необхідна для досягнення сталого значення октанового числа, зменшується від 8 циклів газового конденсату без біоетанолу, до 4 циклів при вмісті біоетанолу 3 % та вище. Для досягнення значень октанового числа суміші, відповідних бензинам марок А-92 та А-95, необхідно додавати 2 % та 5 % біоетанолу відповідно. Показано, що застосування кавітації здатне збільшити октанове число до 2,6 пунктів в порівнянні із простим механічним змішуванням спирту та бензину. Зроблено порівняння ефективності використання біо-етанолу та ізо-бутанолу для модифікації газоконденсатного бензину в кавітаційному полі. Визначено вплив кавітації на октанове число за різних концентрацій спирту в суміші.

Показано новий шлях модифікації низькооктанових автомобільних бензинів біоетанолом та іншими сумішами спиртів біохімічного походження, які містять домішки води.

Ключові слова: газоконденсатний бензин, кавітація, одноатомні спирти, октанове число, спирти біохімічного походження.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.241942**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ЖИРНИХ КИСЛОТ ІЗ СОАПСТОКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ОМИЛЕННЯ (с. 16–23)****Н. С. Ситнік, К. В. Куниця, В. С. Калина, О. А. Петухова, К. М. Остапов, В. М. Іщук, Д. І. Савельєв, Т. В. Ковальова, О. В. Костиркін, О. І. Петрова**

Переробка відходів рафінації олій має суттєве значення з економічної та екологічної точок зору. Важливим питанням є переробка соапстоку з метою вилучення жирних кислот, які є сировиною для різних галузей промисловості.

В роботі досліджено двостадійний метод одержання жирних кислот із соапстоку із застосуванням омилення розчином натрій гідроксиду та розкладання сірчаною кислотою.

Особливістю роботи є дослідження впливу умов омилення соапстоку на ключові показники ефективності вилучення жирних кислот: вихід та число нейтралізації.

Дослідний зразок соапстоку одержано в результаті лужної нейтралізації олії соняшникової. Соапсток за показниками якості відповідає ДСТУ 5033 (CAS 68952-95-4): масова частка загального жиру – 68,5 %, жирних кислот – 62,6 %, нейтрального жиру – 5,9 %.

Встановлено раціональні умови омилення: тривалість (85 хв.) та концентрацію розчину натрій гідроксиду (45 %). Після омилення соапсток піддавали розкладанню сірчаною кислотою за умов: температура 90 °С, тривалість 40 хв. За раціональних умов омилення визначено вихід жирних кислот (91,8 %) та число нейтралізації (187,1 мг КОН/г). Одержані жирні кислоти за якістю відповідають жирним кислотам першого ґатунку за ДСТУ 4860 (CAS 61788-66-7). Показники кислот: масова частка вологи та летких речовин – 1,5 %, масова частка загального жиру – 98,0 %, глибина розщеплення – 69,2 % олеїнової кислоти.

Використання стадії омилення соапстоку перед розкладанням призводить до покращення якісних показників та збільшення числа нейтралізації жирних кислот на 4 %, виходу – на 16,2 %.

Результати дослідження дають можливість виробляти жирні кислоти з соапстоку за двостадійною технологією з підвищеним виходом та числом нейтралізації.

Ключові слова: соапсток, жирні кислоти, реакція омилення, розкладання сірчаною кислотою, число нейтралізації.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.243100**ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ НАПОВНЮВАЧА НА ВЛАСТИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙНИХ ТЕРМОСТІЙКИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ФЕНІЛОНУ С1 (С. 24–29)****О. С. Кабат, Д. О. Макаренко, О. Д. Деркач, Є. С. Муранов**

Проведені лабораторні дослідження фізико-механічних та теплофізичних властивостей розроблених композитних матеріалів на основі фенілону С1 наповненого силікагелем. Конструкційні пластики завдяки високій хімічній та зносостійкості, достатньому рівню фізико-механічних та теплофізичних властивостей здатні значно покращити технічні характеристики машин і механізмів. Проте, деякі конструкційні пластики, зокрема й фенілон С1, мають вагомий недолік – вузький інтервал температур їх переробки, що призводить до ускладнення технологічного обладнання та підвищення собівартості одержаної продукції. Встановлено, що вдосконалення технологічного процесу переробки вихідного композитного матеріалу в готові вироби можна досягти шляхом введення наповнювачів.

Встановлено закономірності впливу вмісту силікагелю на рівень теплофізичних та фізико-механічних властивостей полімерно-композитних матеріалів на основі фенілону С1. Виявлено, що введення силікагелю у фенілон С1 призводить до підвищення напруження при межі текучості та модуля пружності при стисканні, у порівнянні з вихідним матеріалом, на 6,3 % і 13,3 % відповідно. Встановлено, що теплостійкість наповненого композиту збільшується на 11,6 % при зменшенні теплового лінійного розширення на 10–20 %, в залежності від вмісту наповнювача.

Виявлено, що із збільшенням концентрації силікагелю у полімерній матриці температура початку активної деструкції зміщується у сторону більших температур. При наповненні 30 мас. % ця температура досягає 375 °С, що збільшує інтервал температур переробки розробленого матеріалу на 25 °С.

Одержані результати дозволяють оптимізувати систему допусків та посадок деталей, виготовлених з полімерно-композитних матеріалів, спростити технологію їх виготовлення, і як результат, зменшити їх собівартість.

Ключові слова: фенілон С1, силікагель, теплостійкість композиту, температура переробки, фізико-механічні властивості, температура деструкції.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.241763**ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ ПЕРЕРОБКИ НАФТОВИХ ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО ЕФЕКТУ (с. 30–38)****Amangeldy Satybaldin, Almas Tusipkhan, Raikhan Seitzhan, Sairagul Tyanakh, Gulzhan Baykenova, Dana Karabekova, Murzabek Baykenov**

В даний час існує інтерес до ефективних технологій, що завдають мінімальної шкоди навколишньому середовищу, мають низькі фінансові витрати і дозволяють отримувати продукцію з високою доданою вартістю. Одним із способів збільшення виходу легких і середніх фракцій з нафтових донних відкладень є використання електрогідрравлічного ефекту. Електрогідрравлічний ефект – це новий промисловий метод перетворення електричної енергії в механічну, яке відбувається без впливу проміжних механічних ланок, з високою ефективністю. Проведено статистичну обробку експериментальних даних для виявлення оптимального режиму електрогідрравлічного ефекту на руйнування нафтових донних відкладень. Показано вплив різних факторів (тривалість контакту, відстань між електродами, кількість додається каталізатора, ємність конденсатора і величина прикладеної напруги). Використання узагальненого рівняння дозволило визначити наступні оптимальні умови руйнування нафтових донних відкладень за допомогою електрогідрравлічної обробки: тривалість 7 хв, відстань 8 мм, кількість доданого каталізатора 1,5%, ємність 0,3 мкФ, прикладена напруга 14 кВ. З точки зору значущості коефіцієнта (t_r) слід зазначити, що домінуючими факторами є відстань між електродами і кількість доданого каталізатора. Був визначений індивідуальний хімічний склад легкої і середньої фракцій вихідних нафтових відкладень і перероблених нафтових відкладень.

Порівняння індивідуального хімічного складу фракцій до 200 °С і 200–300 °С, отримані з нафтового донного відкладення і з гідрогенізату, дозволяють зробити висновок про ефективний вплив електрогідрравлічного ефекту на деструкцію органічної маси нафтового донного відкладення. Встановлено оптимальні умови проведення електрогідрравлічної обробки нафтового залишку і показано, що можливо утилізувати нафтове донне відкладення.

Ключові слова: електрогідрравлічний ефект, каталізатор, нафтові донні відкладення, в'язкість, щільність, оптимізація, гідрування.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.243079**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ІНЕРЦІЙНОГО ЗМІШУВАЧА РЕАКТОРУ ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЮ (с. 39–45)****Nursultan Orynbayev, Marat Aldabergenov, Zhaksylyk Kemal, Nurlan Abdildin**

Наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень процесів переестерифікації масел метиловим спиртом, визначено матеріальний баланс та встановлено молекулярну масу компонентів, що беруть участь у процесі переестерифікації як вхідні та вихідні продукти. Проведено теоретичні та експериментальні дослідження. Розраховано показники процесу переестерифікації

жировмісних відходів залежно від зміни тривалості реакції та діаметру інерційного змішувача реактору для прискорення процесу переетерифікації масел метиловим спиртом.

Процес переетерифікації один з основних методів модифікації молекулярного складу жирової сировини. При переетерифікації склад жирних кислот жиру не змінюється, відбувається їхній статистичний перерозподіл у суміші триацилгліцеринів, що призводить до зміни фізико-хімічних властивостей жирових сумішей внаслідок зміни молекулярного складу. Переетерифікація високоплавких тваринних та рослинних жирів з метиловим спиртом підвищить конверсію масел для виробництва біодизелю з жировмісних відходів.

Враховуючи результати теоретичних та експериментальних досліджень, встановлено величину витрати реакційної суміші, визначено значення геометричних розмірів реактору (діаметр змішувача $d=100\div 500$ мм та довжина реактору 1,5–2,0 м). Обробка реакційної суміші дозволила отримати високий ступінь однорідності концентрації компонентів при великих діаметрах інерційного змішувача – 300...500 мм при середніх швидкостях обертання. Підвищення конверсії масел і продуктивності відбувається за допомогою обладнання для виробництва біодизелю з жировмісних відходів. Також забезпечується оптимальна продуктивність насосів з мінімальним споживанням потужності та працездатності реактору.

Ключові слова: процеси переетерифікації, виробництво біодизелю, дизельні двигуни внутрішнього згорання, зниження викидів.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.243030

РОЗРОБКА МОДУЛЯ ЄМНІСНОЇ ДЕІОНІЗАЦІЇ ВОДИ ДЛЯ СИСТЕМ ВОДОПІДГОТОВКИ АВТОМІЙОК (с. 46–53)

Д. В. Кудін, Г. В. Таран, О. В. Бажинов, М. М. Кравцов

Неможливе ефективне використання води з високим вмістом солі на автомійках. У багатьох місцях є практично необмежений доступ до води з підвищеним вмістом солі, але для її використання необхідно провести деіонізацію. З цією метою використовується декілька методів, головними серед яких є зворотний осмос, електродіаліз, іонообмінні методи та дистиляція. Але вони всі мають суттєві недоліки. Значного розвитку останнім часом отримала технологія ємнісної деіонізації води, що побудовано на видаленні іонів солі із розчину при заряджанні/розряджанні «подвійних» електричних шарів на карбонових матеріалах, що мають значну активну поверхню (800–2000 м²/г). Теоретично цей процес має бути більш енергоефективним за рахунок використання низької потенційної напруги (1–2 В). Розглядається взаємозв'язок фізичних параметрів, які впливають на енергоефективність ємнісної деіонізації води. Досліджено залежності падіння напруги на послідовному внутрішньому опорі для різних концентрацій хлориду натрію та відстані між електродами для електродів на базі матеріалу САУТ-1С (Білорусь). Показано, що основний внесок в послідовне внутрішній опір вносить опір електроліту. При зростанні відстані між електродами падіння напруги на послідовному внутрішньому опорі лінійно зростає. Зниження концентрації іонів призводить до зниження провідності розчину, що викликає зростання енерговитрат і зниження ефективності сорбції. Продемонстровано, що падіння напруги на послідовному внутрішньому опорі при обмеженні напруги на електродах, що встановлюється для уникнення переходу режиму заряджання електродів у електроліз води, викликає значне падіння ефективності ємнісної деіонізації.

Ключові слова: подвійний електричний шар, електрохімічний імпеданс, ємнісна деіонізація, водопідготовка для автомійок.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.242814

РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СКЛАДУ І КОНЦЕНТРАЦІЇ АКТИВІЗАТОРІВ НА МІЦНІСТЬ ФОСФОРНОШЛАКОВИХ В'ЯЖУЧИХ (с. 54–61)

Ultuar Makhambetova, Bulbul Nuranbayeva, Zatkali Estemesov, Pernekhan Sadykov, Orken Mamyrbayev, Dina Oralbekova

У роботі розглядаються різні способи активації фосфорних шлаків шляхом введення добавок для розробки фосфорношлакових в'язучих (ФШВ), що замінюють цемент. Враховуючи, що псевдovoластоніт є основним мінералом фосфорних шлаків і без активуючих компонентів не володіє в'язучими властивостями, необхідними для виробництва будівельних матеріалів на їх основі, в даному дослідженні використовувалися композиції з невеликих кількостей гідроксиду натрію з солями лужних металів, аніони яких утворюють важкорозчинні сполуки з кальцієм. Під час вибору активуючих компонентів обмежені лужні добавки були замінені відходами хімічних виробництв, що дозволяє попутно вирішити проблеми їхнього практичного використання і захисту навколишнього середовища.

Міцність при вмісті гідроксиду натрію 1–4 % після тепловологісної обробки зразків шлаку різних партій перебувала в межах 50,0–70,0 МПа. Зразки в'язучих нормального твердіння у віці 28 діб з вмістом гідроксиду натрію 0,5; 1,0, 2 і 4 % мали міцність 20,3; 35,4; 45,6; 55,8 МПа відповідно. Ефект спільної присутності лугу і солі особливо помітний для невеликих кількостей гідроксиду натрію. В'язучі, що містять композицію цементу з солями, в нормальних умовах і після ТВО показали дещо меншу міцність, ніж в лужному середовищі. При постійному вмісті цементу (4 %) показники міцності збільшуються зі збільшенням частки сольової добавки, досягаючи при 4 % свого максимального значення. Було визначено вплив природи активаторів на рН. Отримані дані свідчать про переваги використання ФШВ і різних промислових відходів з низьким вмістом лужних сполук у виробництві.

Ключові слова: фосфорний шлак, цемент, гідроксид натрію, фосфорношлакові в'язучі, будівельні матеріали.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.242813**РОЗРОБКА ШВИДКОТВЕРДНУЧИХ НАДВИСОКОМІЦНИХ ЦЕМЕНТНИХ КОМПОЗИТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СУПЕРЦЕОЛІТУ ТА ЛУЖНОГО НАНОМОДИФІКАТОРА N-C-S-H-PCE (62–72)****М. А. Саницький, Т. П. Кропивницька, І. М. Гев'юк, П. Сікора, С. П. Брайченко**

Показано, що висока експлуатаційна надійність конструкційних матеріалів, зокрема за високих температур, досягається за рахунок застосування надвисокоміцних цементних композитів. Проведеними дослідженнями різних типів портландцементів з мінеральними добавками типу СЕМ П/А встановлено, що найбільш стійким до впливу високих температур є цементний камінь з суперцеолітом. Доведено, що за рахунок ефекту «самоавтоклавовання» міцність каменю з суперцеолітом при високих температурах підвищується в 1,2–1,3 рази. Для одержання швидкотверднучих цементних композитів реалізовано нанотехнологічний підхід, що базується на використанні золь-гель технології. Методами ІЧ-спектроскопії, електронної мікроскопії доведено факт отримання за рахунок хімічного методу синтезу лужного наномодифікатора N-C-S-H-PCE, що представляє собою нанорідину з посівними зародками змішаних гідросилікатів натрію/кальцію. Підтверджено, що введення лужного наномодифікатора N-C-S-H-PCE призводить до значної інтенсифікації процесів раннього структуроутворення каменю на основі портландцементу з суперцеолітом (через 12 год, 24 год та 28 днів міцність досягає 16,9; 30,5 та 104 МПа). Встановлено, що комплексне поєднання портландцементу з суперцеолітом, корундового заповнювача, базальтового волокна та лужного наномодифікатора забезпечує одержання швидкотверднучих надвисокоміцних цементних композитів в умовах високих температур ($T=400\text{ }^{\circ}\text{C}$) з покращеними експлуатаційними властивостями. Таким чином, є підстави стверджувати про доцільність розроблення швидкотверднучих надвисокоміцних цементних композитів. При цьому вирішуються проблеми, пов'язані з необхідністю підвищення їхньої міцності та експлуатаційних властивостей. В результаті створюється можливість проведення ремонтних робіт для захисту обладнання від абразивного зносу при підвищених температурах.

Ключові слова: надвисокоміцний цементний композит, суперцеоліт, лужний наномодифікатор, високі температури, експлуатаційні властивості.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.242409**ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ФОРМУВАННЯ ТРИПОЛІФОСФАТНОГО ПОКРИТТЯ НА НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛІ (73–78)****В. Л. Коваленко, В. А. Коток**

Триполіфосфатні конверсійні покриття є перспективними завдяки активному типу протикорозійного захисту. Однак для впровадження у виробництво необхідно оптимізувати технологію процесу нанесення триполіфосфатного покриття. В дослідженні визначено оптимальні концентрації $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ та проведено оцінювання ефективності використання методів занурення та розпилення. Покриття наносилися на зразки листової холоднокатаної сталі ст05кп із водних розчинів триполіфосфату натрію (4 %, 6 %, 10 %, 12 %, 14 %) при $t=80\text{ }^{\circ}\text{C}$ методом занурення та методом розпилення. Визначено питому масу та морфологію покриття. Корозійно-захисну здатність вивчили в кліматичній камері Г-4 при $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ і 100 % вологості та за допомогою проби Акімова.

Показано перспективність використання методів занурення і розпилення. Виявлено, що у методі занурення питома маса покриття становить $1\text{--}4\text{ г/м}^2$ і лінійно зростає зі швидкістю $0,3\text{--}0,35\text{ г/м}^2$ на 1 % (мас.) $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$. Для методу розпилення покриттів виявлено, що при 4–8 % $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ швидкість росту питомої маси $0,2\text{ г/м}^2$ на 1 % $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ і питома маса перевищує питому масу покриття, отриманого методом занурення, за рахунок прискорення доступу кисню та збільшення швидкості формування покриття. При 10–14 % $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ швидкість росту питомої маси $0,55\text{--}0,65\text{ г/м}^2$ на 1 % $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, однак питома маса нижче питомої маси покриття, отриманого методом занурення, через самоущільнення матриці триполіфосфату заліза й зниженням маси наповнювача – $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$.

Методами прискореного корозійного тестування оптимальна концентрація $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ для одержання покриття з найвищою корозійно-захисною здатністю становить 6–10 % (мас.). Виявлено кореляцію захисної здатності зразків покриття з дефектністю покриття й наявністю тріщин.

Ключові слова: триполіфосфат натрію, конверсійне покриття, корозійно-захисні властивості, фосфатування, триполіфосфатне покриття.