

## ABSTRACT AND REFERENCES

## TECHNOLOGY ORGANIC AND INORGANIC SUBSTANCES

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254358

**IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF FATTY ACIDS OBTAINING FROM OIL AND FAT PRODUCTION WASTE (p. 6–12)****Viktoriia Kalyna**

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3061-3313>**Serhii Stankevych**

Quarantine named after B. M. Litvinova

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8300-2591>**Liliia Myronenko**

National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”,

Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7345-6450>**Andrii Hrechko**

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv

Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1254-8367>**Oleg Bogatov**

Kharkiv National Automobile and Highway University,

Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7342-7556>**Oleksandr Bragin**

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8104-4088>**Oleksii Romanov**

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8144-4911>**Yuriy Ogurtsov**

Plant Production Institute named after V. Ya. Yurjev of the National

Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4870-5654>**Evgeny Semenov**

National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”,

Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9280-947X>**Olesya Filenko**

National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”,

Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0277-6633>

Fatty acids are an important component in the pharmaceutical, food, chemical industries. The production of various types of products requires a certain purity and quality of fatty acids. To obtain these compounds, it is promising to use soapstocks, which are waste products of alkaline refining of oils.

The peculiarity of the work lies in determining the effect of the process parameters of soapstock decomposition with sulfuric acid on the saponification number, which is an important production characteristic of fatty acids.

The study used sunflower soapstock according to DSTU 5033 (CAS 68952-95-4) with a mass fraction of total fat of 69.5 %, fatty acids – 64.5 %. The soapstock was treated with a sulfuric acid solution at a temperature of 90 °C, the process duration was 40 min. Rational parameters of soapstock treatment were determined: concen-

tration of sulfuric acid in the reaction mass is 80 %, concentration of an aqueous solution of sulfuric acid – 50 %. In the experiment interval, the settling duration of the reaction mass does not affect the saponification number of fatty acids. The settling time of 1 hour is effective for the isolation of fatty acids. Under these conditions, the saponification number of fatty acids was 186.4 mg KOH/g. The acids correspond to fatty acids of the first grade according to DSTU 4860 (CAS 61788-66-7): mass fraction of moisture and volatile substances – 1.2 %, mass fraction of total fat – 97.5 %, cleavage depth – 95.0 % oleic acid.

The obtained data allow rational and most efficient use of the reagent – sulfuric acid. The results of the work make it possible to reduce the duration of fatty acids obtaining from soapstocks, since the efficiency of the process with the minimum duration of mass settling has been confirmed. The improved technology of soapstock decomposition makes it possible to obtain a valuable product – high-quality fatty acids under rational conditions.

**Keywords:** fatty acids, sunflower soapstock, sunflower oil, saponification number, alkaline neutralization.

**References**

1. Tons of waste dumped (2022). Available at: <https://www.theworld-counts.com/challenges/planet-earth/waste/global-waste-problem/story>
2. Nekrasov, S., Zhyhylii, D., Dovhopolov, A., Altin Karatas, M. (2021). Research on the manufacture and strength of the innovative joint of FRP machine parts. *Journal of Manufacturing Processes*, 72, 338–349. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2021.10.025>
3. Laoretani, D. S., Fischer, C. D., Iribarren, O. A. (2017). Selection among alternative processes for the disposal of soapstock. *Food and Bioproducts Processing*, 101, 177–183. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2016.10.015>
4. Znamenshchikov, Y., Volobuev, V., Kurbatov, D., Kolesnyk, M., Nekrasov, S., Opanasyuk, A. (2020). Photoresponse and X-ray response of Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>Te thick polycrystalline films. 2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). doi: <https://doi.org/10.1109/khpiweek51551.2020.9250105>
5. Mashhadi, E., 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>
6. 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>
7. Shnyp, I. A., Slepneva, L. M., Kraetskaya, O. F., Zyk, N. V., Luk'yanova, R. S. (2011). Sposoby utilizatsii soapstoka – tekhnogenogo otkhoda zhiropererabatyvayushey promyshlennosti. *Vestnik Belorusskogo natsional'nogo tekhnicheskogo universiteta*, 2, 68–71. Available at: <https://rep.bntu.by/handle/data/1079>
8. Abdelmoez, W., Mostafa, N. A., Mustafa, A. (2013). Utilization of oleochemical industry residues as substrates for lipase production for enzymatic sunflower oil hydrolysis. *Journal of Cleaner Production*, 59, 290–297. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.032>
9. Veljković, V. B., Banković-Ilić, I. B., Stamenković, O. S., Hung, Y.-T. (2021). Waste Vegetable Oils, Fats, and Cooking Oils in Biodiesel Production. *Handbook of Environmental Engineering*, 147–263. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-61002-9\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-61002-9_5)

10. Shah, K., Parikh, J., Dholakiya, B., Maheria, K. (2014). Fatty acid methyl ester production from acid oil using silica sulfuric acid: Process optimization and reaction kinetics. *Chemical Papers*, 68 (4). doi: <https://doi.org/10.2478/s11696-013-0488-4>
11. Molchenko, S., Demidov, I. (2015). Recovering of fatty acids from soap stock using carbon dioxide. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (6 (76)), 50–53. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.46574>
12. Vitiello, R., Li, C., Russo, V., Tesser, R., Turco, R., Di Serio, M. (2016). Catalysis for esterification reactions: a key step in the biodiesel production from waste oils. *Rendiconti Lincei*, 28 (S1), 117–123. doi: <https://doi.org/10.1007/s12210-016-0570-2>
13. Soares, D., Pinto, A. F., Gonçalves, A. G., Mitchell, D. A., Krieger, N. (2013). Biodiesel production from soybean soapstock acid oil by hydrolysis in subcritical water followed by lipase-catalyzed esterification using a fermented solid in a packed-bed reactor. *Biochemical Engineering Journal*, 81, 15–23. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bej.2013.09.017>
14. Samoylov, G. I., Sungatullina, I. Kh., Ziatdinova, F. S. et. al. (1995). Pat. No. 2064739 RU. Sposob polucheniya zhirnykh kislot iz soapstokov rastitel'nykh masel. No. 95102976/13; declared: 02.03.1995; published: 27.07.1996.
15. 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:** 10.15587/1729-4061.2022.253655

**DEVELOPMENT OF SAFE TECHNOLOGY OF OBTAINING FATTY ACID MONOGLYCERIDES USING A NEW CATALYST (p. 13–18)**

**Olga Bliznjuk**

National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”,  
Kharkiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2595-8421>

**Nataliia Masalitina**

National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”,  
Kharkiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7347-2584>

**Iryna Mezentseva**

National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”,  
Kharkiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7695-7982>

**Tetiana Novozhylova**

National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”,  
Kharkiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2551-6954>

**Mykola Korchak**

Higher Educational Institution “Podillia State University”,  
Kamianets-Podilskyi, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-8726-1881>

**Ivan Haliasnyi**

Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, Kharkiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4195-9694>

**Tatiana Gavrish**

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5461-8442>

**Iryna Fomina**

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2737-1496>

**Viktoriya Khalil**

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv,  
Kharkiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0222-7519>

**Olga Nikitchenko**

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv,  
Kharkiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8962-1070>

Fatty acid monoglycerides are a valuable component of the products of various industries. The emulsifying ability of monoglycerides is used in cosmetic, pharmaceutical, and food production.

The process of fatty acid monoglycerides obtaining by the reaction of vegetable hydrogenated fat (salomas) with glycerol (glycerolysis method) has been studied. Potassium glycerate is used as a catalyst, which is characterized by high efficiency and safety of production and use.

A feature of the work is the study of the dependence of the yield and melting point of monoglycerides on the technological parameters of glycerolysis.

As a raw material, hydrogenated refined fat according to DSTU 5040 (CAS Number 68334-28-1) was used: melting point – 48 °C, mass fraction of moisture and volatile substances – 0.08 %, acid value – 0.25 mg KOH/g, peroxide value – 2.8 ½ O mmol/kg.

In all experiments, the glycerolysis temperature was 180 °C, the catalyst concentration – 0.5 % in terms of metal.

Rational conditions for glycerolysis were determined: duration (90 min.) and glycerol concentration (50 %). Under these conditions, the monoglycerides yield was 32.9 %, melting point – 61.5 °C. The mass fraction of free glycerol in monoglycerides was 1.0 %, acid value – 2.2 mg KOH/g.

The efficiency of monoglycerides obtaining using potassium hydroxide and glycerol mixture as a catalyst under certain rational conditions has been studied. The monoglycerides yield of 30.1 %, melting point of 59 °C were obtained. Therefore, the use of potassium glycerate catalyst is more efficient.

The results of the study make it possible to improve the technology for the production of fatty acid monoglycerides using a new catalyst and use resources rationally.

**Keywords:** fatty acid monoglycerides, potassium glycerate, hydrogenated fat, glycerolysis, melting point.

## References

1. Chen, C., Zhang, C., Zhang, Q., Ju, X., Wang, Z., He, R. (2021). Study of monoglycerides enriched with unsaturated fatty acids at sn-2 position as oleogelators for oleogel preparation. *Food Chemistry*, 354, 129534. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129534>
2. Li, J., Guo, R., Bi, Y., Zhang, H., Xu, X. (2021). Comprehensive evaluation of saturated monoglycerides for the forming of oleogels. *LWT*, 151, 112061. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112061>
3. Korchak, M., Yermakov, S., Maisus, V., Oleksiyko, S., Pukas, V., Zavadskaya, I. (2020). Problems of field contamination when growing energy corn as monoculture. *E3S Web of Conferences*, 154, 01009. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015401009>
4. Korchak, M., Yermakov, S., Hutsol, T., Burko, L., Tulej, W. (2021). Features of weediness of the field by root residues of corn. *Environment. Technologies. Resources. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, 1, 122–126. doi: <https://doi.org/10.17770/etr2021vol1.6541>
5. Shakerardekani, A., Karim, R., Ghazali, H. M., Chin, N. L. (2013). The Effect of Monoglyceride Addition on the Rheological Properties of Pistachio Spread. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 90 (10), 1517–1521. doi: <https://doi.org/10.1007/s11746-013-2299-8>
6. Lee, L. Y., Chin, N. L., Christensen, E. S., Lim, C. H., Yusof, Y. A., Talib, R. A. (2018). Applications and effects of monoglycerides on frozen

dessert stability. *LWT*, 97, 508–515. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.020>

7. Prajapati, H. N., Dalrymple, D. M., Serajuddin, A. T. M. (2011). A Comparative Evaluation of Mono-, Di- and Triglyceride of Medium Chain Fatty Acids by Lipid/Surfactant/Water Phase Diagram, Solubility Determination and Dispersion Testing for Application in Pharmaceutical Dosage Form Development. *Pharmaceutical Research*, 29 (1), 285–305. doi: <https://doi.org/10.1007/s11095-011-0541-3>
8. Monié, A., David, A., Clemens, K., Malet-Martino, M., Balayssac, S., Perez, E. et. al. (2021). Enzymatic hydrolysis of rapeseed oil with a non-GMO lipase: A strategy to substitute mono- and diglycerides of fatty acids and improve the softness of sponge cakes. *LWT*, 137, 110405. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110405>
9. Fregolente, P. B. L., Pinto, G. M. F., Wolf-Maciel, M. R., Filho, R. M. (2009). Monoglyceride and Diglyceride Production Through Lipase-Catalyzed Glycerolysis and Molecular Distillation. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 160 (7), 1879–1887. doi: <https://doi.org/10.1007/s12010-009-8822-6>
10. Balsamo, N. F., Sapag, K., Oliva, M. I., Pecchi, G. A., Eimer, G. A., Crivello, M. E. (2017). Mixed oxides tuned with alkaline metals to improve glycerolysis for sustainable biodiesel production. *Catalysis Today*, 279, 209–216. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2016.06.005>
11. Naik, M. K., Naik, S. N., Mohanty, S. (2014). Enzymatic glycerolysis for conversion of sunflower oil to food based emulsifiers. *Catalysis Today*, 237, 145–149. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2013.11.005>
12. Melnyk, A. P., Malik, S. H., Kramarev, S. O., Matvieieva, T. V., Papchenko, V. Yu. (2013). Surface-active mono- and diacylglycerols obtaining by amidation of linseed oil. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (6 (62)), 21–24. Available at: <http://journals.urau.ua/eejet/article/view/12268>
13. Nevmyvaka, D., Demidov, I. (2014). Obtaining surfactants by transesterification of glyceryl esters of lactic acid with triacylglycerol. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (6 (70)), 9–13. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.26235>
14. Pradhan, S., Shen, J., Emami, S., Naik, S. N., Reaney, M. J. T. (2014). Fatty acid methyl esters production with glycerol metal alkoxide catalyst. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 116 (11), 1590–1597. doi: <https://doi.org/10.1002/ejlt.201300477>
15. Sytnik, N., Demidov, I., Kunitsa, E., Mazaeva, V., Chumak, O. (2016). A study of fat interesterification parameters' effect on the catalytic reaction activity of potassium glycerate. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (6 (81)), 33–38. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.71236>
16. Sytnik, N., Kunitsia, E., Mazaeva, V., Chernukha, A., Ostapov, K., Borodych, P. et. al. (2021). Establishing rational conditions for obtaining potassium glycerate. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (6 (111)), 12–18. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.231449>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.255666

**KINETIC STUDY OF THE THERMOLYSIS PROCESS OF OIL SLUDGE (ATASU-ALASHANKOU) WITH NICKEL, COBALT AND IRON DEPOSITED ON MICROSILICATE (p. 19–24)**

**Sairagul Tyanakh**

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

**Murzabek Baikenov**

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

**Almas Tusipkhan**

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

**Darzhan Aitbekova**

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6839-9711>

**Nazerke Balpanova**

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3089-1871>

**Ma Feng Yun**

Xinjiang University, Urumqi, China  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8836-0996>

The object of research is the process of thermal degradation of oil sludge in the presence of heterogeneous catalysts.

The creation of efficient technological processes for processing the organic part of oil sludge into motor fuels, raw materials for petrochemicals and the disposal of microsilicate is an important urgent task, the solution of which will allow to obtain a significant economic and environmental effect. The problem to be solved is to establish the general kinetic laws of the process of thermal degradation of oil sludge in the presence of microsilicate with deposited metals. The advantage of the Ozawa–Flynn–Wall method is that it is possible to determine the kinetic parameters for each value of oil sludge conversion, that is, for different stages of thermal degradation. The activation energy of oil sludge 67.1 kJ/mol, and with a catalyst 59 kJ/mol are calculated for each degree of conversion ( $\alpha$ ), respectively. The value of the correlation coefficient was ( $R^2 \geq 0.997$ ) provides good convergence with experimental results. Compared with other methods of thermal processing of oil sludge, catalytic thermal degradation has a number of advantages: relatively low process temperatures (400–650 °C), low sensitivity to the composition of raw materials and the processing process, which meets all modern requirements of chemical production.

Regularities of thermokinetic parameters of thermal decomposition of oil sludge were studied using raw materials obtained during the process of oil transportation, in the presence of catalyst with applied metal (nickel, iron, cobalt) to microsilicate. Obtained results of oil sludge decomposition kinetics can be used in creating a database for mathematical modeling of process of heavy hydrocarbon raw materials processing.

**Keywords:** thermal destruction, thermal gravimetric analysis, catalysts, microsilicate, oil sludge.

**References**

1. Bodykov, D. U., Abdikarimov, M. S., Seitzhanova, M. A., Elemessova, Zh. K. (2017). Recycling of oil sludge using electrohydraulic effect. *Combustion and Plasma Chemistry*, 15 (2), 140–147. Available at: <https://cpc-journal.kz/index.php/cpc/article/view/74/70>
2. Johnson, O. A., Affam, A. C. (2018). Petroleum sludge treatment and disposal: A review. *Environmental Engineering Research*, 24 (2), 191–201. doi: <https://doi.org/10.4491/eer.2018.134>
3. Niff, J. M. (2005). Composition, environmental fates, and biological effects of water based drilling muds and cuttings discharged to the marine environment: a synthesis and annotated bibliography. Report prepared for the Petroleum Environmental Research Forum (PERF) and American Petroleum Institute. Washington.
4. 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>
5. Fetisova, O. Y., Kuznetsov, P. N., Purevsuren, B., Avid, B. (2021). A Kinetic Study of the Stepwise Thermal Decomposition of Various Coals from Mongolia. *Solid Fuel Chemistry*, 55 (1), 1–7. doi: <https://doi.org/10.3103/s0361521921010031>
6. Shin, S., Im, S. I., Nho, N. S., Lee, K. B. (2016). Kinetic analysis using thermogravimetric analysis for nonisothermal pyrolysis of vacuum residue. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 126 (2), 933–941. doi: <https://doi.org/10.1007/s10973-016-5568-6>

7. Flynn, J. H., Wall, L. A. (1966). A quick, direct method for the determination of activation energy from thermogravimetric data. *Journal of Polymer Science Part B: Polymer Letters*, 4 (5), 323–328. doi: <https://doi.org/10.1002/pol.1966.110040504>
8. Ozawa, T. (1965). A New Method of Analyzing Thermogravimetric Data. *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 38 (11), 1881–1886. doi: <https://doi.org/10.1246/bcsj.38.1881>
9. Doyle, C. D. (1961). Kinetic analysis of thermogravimetric data. *Journal of Applied Polymer Science*, 5 (15), 285–292. doi: <https://doi.org/10.1002/app.1961.070051506>
10. Bukvareva, O. F., Bukharkina, T. V. (2001). Kinetika i termokhimiya protsessov termostrukturii ugleirodsoderzhaschikh veschestv. Moscow: [b.i.], 28.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254496

**DETERMINATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF Zn-Al LAYERED DOUBLE HYDROXIDES, AS A MATRIX FOR FUNCTIONAL ANIONS INTERCALATION, UNDER DIFFERENT SYNTHESIS CONDITIONS (p. 25–32)**

**Vadym Kovalenko**

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

**Anastasiia Borysenko**

Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2732-5660>

**Valerii Kotok**

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

**Rovil Nafeev**

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

**Volodymyr Verbitskiy**

National Pedagogical Dragomanov University, Kyiv, Ukraine  
National Ecological and Naturalistic Center for Student Youth,  
Kyiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7045-8293>

**Olena Melnyk**

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

Layered double hydroxides, especially Zn-Al, are valuable bases for intercalating various functional anions: dyes, drugs, food additives, etc. For purposeful development and optimization of the synthesis technology of functional materials based on Zn-Al layered double hydroxides, the technological parameters of Zn-Al nitrate layered double hydroxide samples (Zn:Al=4:1) synthesized at solution flow rates of 0.8 and 1.6 l/h, pH=7, 8, 9, 10 and t=10, 20, 30, 40, 50 and 60 °C were determined. The yield values of the samples were determined by the gravimetric method. The sedimentation rate was studied by measuring the normalized thickness of the precipitate layer (relative to the initial layer thickness) during 30 minutes of settling. It was found that with an increase in the synthesis pH, the yield increased from 74.68 % to 83.54 %. Increasing the flow rate of the solutions led to a decrease in yield. On the yield-synthesis temperature dependence, two sections of 10–20 °C and 30–60 °C were identified, within which an increase in temperature led to a decrease in yield. It is shown that with increasing synthesis pH, as well as the solution flow rate, the sedimentation rate increased significantly. At pH=10, almost complete sedimentation of the sample occurred within the first 5 minutes. The obtained data indicate that the pH of the zero charges of the Zn-Al-NO<sub>3</sub> layered double hydroxide par-

ticles was close to 10. It was found that increasing the temperature reduced the sedimentation rate. An abnormally low sedimentation rate at a synthesis temperature of 30 °C and an abnormally high sedimentation rate at 50 °C were detected. The obtained data confirm the previously stated hypothesis regarding the change of the mechanism or kinetics of the formation of layered double hydroxides at temperatures of 30 °C and 50 °C.

**Keywords:** Zn-Al layered double hydroxide, intercalation, nitrate, product yield, sedimentation rate.

**References**

1. Kesavan Pillai, S., Kleyi, P., de Beer, M., Mudaly, P. (2020). Layered double hydroxides: An advanced encapsulation and delivery system for cosmetic ingredients-an overview. *Applied Clay Science*, 199, 105868. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clay.2020.105868>
2. Viseras, C., Sánchez-Espejo, R., Palumbo, R., Liccardi, N., García-Villén, F., Borrego-Sánchez, A. et. al. (2021). Clays in cosmetics and personal-care products. *Clays and Clay Minerals*, 69 (5), 561–575. doi: <https://doi.org/10.1007/s42860-021-00154-5>
3. Zaichuk, A. V., Amelina, A. A. (2018). Blue-green ceramic pigments in the system Ca–MgO–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–SiO<sub>2</sub>–CoO–Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> based on granulated blast-furnace slag. *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*, 6, 120–124. doi: <https://doi.org/10.32434/0321-4095-2018-121-6-120-124>
4. Zaychuk, A. V., Belyy, Ya. I. (2012). Korichevye keramicheskie pigmenty na osnove martenovskogo shlaka. *Zhurnal prikladnoy khimii*, 85 (10), 1595–1600.
5. Zaychuk, A., Iovleva, J. (2013). The Study of Ceramic Pigments of Spinel Type with the Use of Slag of Aluminothermal Production of Ferrotitanium. *Chemistry & Chemical Technology*, 7 (2), 217–225. doi: <https://doi.org/10.23939/chcht07.02.217>
6. Zaychuk, A. V., Belyy, Ya. I. (2013). Sovershenstvovanie sostavov i svoystv serykh keramicheskikh pigmentov. *Steklo i keramika*, 6, 32–37.
7. Zaychuk, A. V., Amelina, A. A. (2017). Poluchenie uvarovitovykh keramicheskikh pigmentov s primeneniem granulirovannogo domennogo shlaka. *Steklo i keramika*, 3, 32–36.
8. Khan, A. I., Ragavan, A., Fong, B., Markland, C., O'Brien, M., Dunbar, T. G. et. al. (2009). Recent Developments in the Use of Layered Double Hydroxides as Host Materials for the Storage and Triggered Release of Functional Anions. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 48 (23), 10196–10205. doi: <https://doi.org/10.1021/ie9012612>
9. Mandal, S., Tichit, D., Lerner, D. A., Marcotte, N. (2009). Azotic Dye Hosted in Layered Double Hydroxide: Physicochemical Characterization of the Intercalated Materials. *Langmuir*, 25 (18), 10980–10986. doi: <https://doi.org/10.1021/la901201s>
10. Mandal, S., Lerner, D. A., Marcotte, N., Tichit, D. (2009). Structural characterization of azotic dye hosted layered double hydroxides. *Zeitschrift Für Kristallographie*, 224 (5-6), 282–286. doi: <https://doi.org/10.1524/zkri.2009.1150>
11. Wang, Q., Feng, Y., Feng, J., Li, D. (2011). Enhanced thermal- and photo-stability of acid yellow 17 by incorporation into layered double hydroxides. *Journal of Solid State Chemistry*, 184 (6), 1551–1555. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jssc.2011.04.020>
12. Liu, J. Q., Zhang, X. C., Hou, W. G., Dai, Y. Y., Xiao, H., Yan, S. S. (2009). Synthesis and Characterization of Methyl-Red/Layered Double Hydroxide (LDH) Nanocomposite. *Advanced Materials Research*, 79-82, 493–496. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.79-82.493>
13. Tian, Y., Wang, G., Li, F., Evans, D. G. (2007). Synthesis and thermo-optical stability of o-methyl red-intercalated Ni–Fe layered double hydroxide material. *Materials Letters*, 61 (8-9), 1662–1666. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2006.07.094>
14. Hwang, S.-H., Jung, S.-C., Yoon, S.-M., Kim, D.-K. (2008). Preparation and characterization of dye-intercalated Zn–Al-layered double hydroxide and its surface modification by silica coating. *Journal of*

- Physics and Chemistry of Solids, 69 (5-6), 1061–1065. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpics.2007.11.002>
15. Tang, P., Deng, F., Feng, Y., Li, D. (2012). Mordant Yellow 3 Anions Intercalated Layered Double Hydroxides: Preparation, Thermo- and Photostability. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 51 (32), 10542–10545. doi: <https://doi.org/10.1021/ie300645b>
  16. Tang, P., Feng, Y., Li, D. (2011). Fabrication and properties of Acid Yellow 49 dye-intercalated layered double hydroxides film on an alumina-coated aluminum substrate. *Dyes and Pigments*, 91 (2), 120–125. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2011.03.012>
  17. Tang, P., Feng, Y., Li, D. (2011). Improved thermal and photostability of an anthraquinone dye by intercalation in a zinc–aluminum layered double hydroxides host. *Dyes and Pigments*, 90 (3), 253–258. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2011.01.007>
  18. Burmistr, M. V., Boiko, V. S., Lipko, E. O., Gerasimenko, K. O., Gomza, Y. P., Vesnin, R. L. et. al. (2014). Antifriktion 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>
  19. 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>
  20. Shamim, M., Dana, K. (2017). Efficient removal of Evans blue dye by Zn–Al–NO<sub>3</sub> layered double hydroxide. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 15 (6), 1275–1284. doi: <https://doi.org/10.1007/s13762-017-1478-9>
  21. Mahjoubi, F. Z., Khalidi, A., Abdennouri, M., Barka, N. (2017). Zn–Al layered double hydroxides intercalated with carbonate, nitrate, chloride and sulphate ions: Synthesis, characterisation and dye removal properties. *Journal of Taibah University for Science*, 11 (1), 90–100. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtusc.2015.10.007>
  22. Pahalagedara, M. N., Samaraweera, M., Dharmarathna, S., Kuo, C.-H., Pahalagedara, L. R., Gascón, J. A., Suib, S. L. (2014). Removal of Azo Dyes: Intercalation into Sonochemically Synthesized NiAl Layered Double Hydroxide. *The Journal of Physical Chemistry C*, 118 (31), 17801–17809. doi: <https://doi.org/10.1021/jp505260a>
  23. Darmograi, G., PreLOT, B., Layrac, G., Tichit, D., Martin-Gassin, G., Salles, F., Zajac, J. (2015). Study of Adsorption and Intercalation of Orange-Type Dyes into Mg–Al Layered Double Hydroxide. *The Journal of Physical Chemistry C*, 119 (41), 23388–23397. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.5b05510>
  24. Marangoni, R., Bouhent, M., Taviot-Guého, C., Wypych, F., Leroux, F. (2009). Zn<sub>2</sub>Al layered double hydroxides intercalated and adsorbed with anionic blue dyes: A physico-chemical characterization. *Journal of Colloid and Interface Science*, 333 (1), 120–127. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2009.02.001>
  25. El Hassani, K., Beakou, B. H., Kalnina, D., Oukani, E., Anouar, A. (2017). Effect of morphological properties of layered double hydroxides on adsorption of azo dye Methyl Orange: A comparative study. *Applied Clay Science*, 140, 124–131. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clay.2017.02.010>
  26. Abdellaoui, K., Pavlovic, I., Bouhent, M., Benhamou, A., Barriga, C. (2017). A comparative study of the amaranth azo dye adsorption/desorption from aqueous solutions by layered double hydroxides. *Applied Clay Science*, 143, 142–150. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clay.2017.03.019>
  27. Santos, R. M. M. dos, Gonçalves, R. G. L., Constantino, V. R. L., Santilli, C. V., Borges, P. D., Tronto, J., Pinto, F. G. (2017). Adsorption of Acid Yellow 42 dye on calcined layered double hydroxide: Effect of time, concentration, pH and temperature. *Applied Clay Science*, 140, 132–139. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clay.2017.02.005>
  28. Bharali, D., Deka, R. C. (2017). Adsorptive removal of congo red from aqueous solution by sonochemically synthesized NiAl layered double hydroxide. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 5 (2), 2056–2067. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.04.012>
  29. Ahmed, M. A., brick, A. A., Mohamed, A. A. (2017). An efficient adsorption of indigo carmine dye from aqueous solution on mesoporous Mg/Fe layered double hydroxide nanoparticles prepared by controlled sol-gel route. *Chemosphere*, 174, 280–288. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.01.147>
  30. Arizaga, G. G. C., Gardolinski, J. E. F. da C., Schreiner, W. H., Wypych, F. (2009). Intercalation of an oxalatoxonobate complex into layered double hydroxide and layered zinc hydroxide nitrate. *Journal of Colloid and Interface Science*, 330 (2), 352–358. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2008.10.025>
  31. Andrade, K. N., Pérez, A. M. P., Arizaga, G. G. C. (2019). Passive and active targeting strategies in hybrid layered double hydroxides nanoparticles for tumor bioimaging and therapy. *Applied Clay Science*, 181, 105214. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clay.2019.105214>
  32. Kovalenko, V., Kotok, V., Yeroshkina, A., Zaychuk, A. (2017). Synthesis and characterisation of dyeintercalated nickelaluminium layereddouble hydroxide as a cosmetic pigment. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (12 (89)), 27–33. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.109814>
  33. Cursino, A. C. T., Rives, V., Arizaga, G. G. C., Trujillano, R., Wypych, F. (2015). Rare earth and zinc layered hydroxide salts intercalated with the 2-aminobenzoate anion as organic luminescent sensitizer. *Materials Research Bulletin*, 70, 336–342. doi: <https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2015.04.055>
  34. 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>
  35. Carbajal Arizaga, G. G., Sánchez Jiménez, C., Parra Saavedra, K. J., Macías Lamas, A. M., Puebla Pérez, A. M. (2016). Folate-intercalated layered double hydroxide as a vehicle for cyclophosphamide, a non-ionic anti-cancer drug. *Micro & Nano Letters*, 11 (7), 360–362. doi: <https://doi.org/10.1049/mnl.2016.0106>
  36. Ghotbi, M. Y., Hussein, M. Z. bin, Yahaya, A. H., Rahman, M. Z. A. (2009). LDH-intercalated d-gluconate: Generation of a new food additive-inorganic nanohybrid compound. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 70 (6), 948–954. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpics.2009.05.007>
  37. Hong, M.-M., Oh, J.-M., Choy, J.-H. (2008). Encapsulation of Flavor Molecules, 4-Hydroxy-3-Methoxy Benzoic Acid, into Layered Inorganic Nanoparticles for Controlled Release of Flavor. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 8 (10), 5018–5021. doi: <https://doi.org/10.1166/jnn.2008.1385>
  38. Rajamathi, M., Vishnu Kamath, P., Seshadri, R. (2000). Polymorphism in nickel hydroxide: role of interstratification. *Journal of Materials Chemistry*, 10 (2), 503–506. doi: <https://doi.org/10.1039/a905651c>
  39. Kovalenko, V., Kotok, V. (2018). Comparative investigation of electrochemically synthesized ( $\alpha$ + $\beta$ ) layered nickel hydroxide with mixture of  $\alpha$ -Ni(OH)<sub>2</sub> and  $\beta$ -Ni(OH)<sub>2</sub>. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (6 (92)), 16–22. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.125886>
  40. Kovalenko, V., Kotok, V. (2019). Influence of the carbonate ion on characteristics of electrochemically synthesized layered ( $\alpha$ + $\beta$ ) nickel hydroxide. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (6 (97)), 40–46. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155738>
  41. Kotok, V., Kovalenko, V. (2018). A study of the effect of tungstate ions on the electrochromic properties of Ni(OH)<sub>2</sub> films. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (12 (95)), 18–24. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.145223>

42. Kovalenko, V., Kotok, V. (2019). Anionic carbonate activation of layered ( $\alpha+\beta$ ) nickel hydroxide. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (6 (99)), 44–52. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.169461>
43. Nalawade, P., Aware, B., Kadam, V. J., Hirlekar, R. S. (2009). Layered double hydroxides: A review. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 68, 267–272. Available at: <https://www.hazemsakeek.net/wp-content/uploads/2021/06/LDH.pdf>
44. Delhoyo, C. (2007). Layered double hydroxides and human health: An overview. *Applied Clay Science*, 36 (1-3), 103–121. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clay.2006.06.010>
45. Hu, M., Lei, L. (2006). Effects of particle size on the electrochemical performances of a layered double hydroxide,  $[\text{Ni}_4\text{Al}(\text{OH})_{10}]\text{NO}_3$ . *Journal of Solid State Electrochemistry*, 11 (6), 847–852. doi: <https://doi.org/10.1007/s10008-006-0231-y>
46. Kotok, V. A., Kovalenko, V. L., Solovov, V. A., Kovalenko, P. V., Ananchenko, B. A. (2018). Effect of deposition time on properties of electrochromic nickel hydroxide films prepared by cathodic template synthesis. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13 (9), 3076–3086. Available at: [http://www.arnpjournals.org/jeas/research\\_papers/rp\\_2018/jeas\\_0518\\_7034.pdf](http://www.arnpjournals.org/jeas/research_papers/rp_2018/jeas_0518_7034.pdf)
47. 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>
48. Kovalenko, V., Kotok, V. (2019). Investigation of characteristics of double Ni–Co and ternary Ni–Co–Al layered hydroxides for supercapacitor application. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (6 (98)), 58–66. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.164792>
49. Xiao-yan, G., Jian-cheng, D. (2007). Preparation and electrochemical performance of nano-scale nickel hydroxide with different shapes. *Materials Letters*, 61 (3), 621–625. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2006.05.026>
50. Kovalenko, V. L., Kotok, V. A., Sykchin, A., Ananchenko, B. A., Chernyad'ev, A. V., Burkov, A. A. et al. (2020). Al<sup>3+</sup> Additive in the Nickel Hydroxide Obtained by High-Temperature Two-Step Synthesis: Activator or Poisoner for Chemical Power Source Application? *Journal of The Electrochemical Society*, 167 (10), 100530. doi: <https://doi.org/10.1149/1945-7111/ab9a2a>
51. Saikia, H., Ganguli, J. N. (2012). Intercalation of Azo Dyes in Ni-Al Layered Double Hydroxides. *Asian Journal of Chemistry*, 24 (12), 5909–5913. Available at: [https://asianjournalofchemistry.co.in/User/ViewFreeArticle.aspx?ArticleID=24\\_12\\_134](https://asianjournalofchemistry.co.in/User/ViewFreeArticle.aspx?ArticleID=24_12_134)
52. Kotok, V. A., Kovalenko, V. L. (2019). Non-Metallic Films Electroplating on the Low-Conductivity Substrates: The Conscious Selection of Conditions Using Ni(OH)<sub>2</sub> Deposition as an Example. *Journal of The Electrochemical Society*, 166 (10), D395–D408. doi: <https://doi.org/10.1149/2.0561910jes>
53. Kotok, V., Kovalenko, V. (2018). A study of multilayered electrochromic platings based on nickel and cobalt hydroxides. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (12 (91)), 29–35. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.121679>
54. 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>
55. Kovalenko, V., Kotok, V. (2020). Tartrazine-intercalated Zn–Al layered double hydroxide as a pigment for gel nail polish: synthesis and characterisation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (12 (105)), 29–37. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.205607>
56. Kovalenko, V., Kotok, V. (2020). Bifunctional indigocarminintercalated Ni–Al layered double hydroxide: investigation of characteristics for pigment and supercapacitor application. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (12 (104)), 30–39. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.201282>
57. Kovalenko, V., Kotok, V. (2020). Determination of the applicability of Zn–Al layered double hydroxide, intercalated by food dye Orange Yellow S, as a cosmetic pigment. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (12 (107)), 81–89. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.214847>
58. Kovalenko, V., Kotok, V. (2021). The determination of synthesis conditions and color properties of pigments based on layered double hydroxides with Co as a guest cation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (6 (114)), 32–38. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.247160>
59. Kovalenko, V., Borysenko, A., Kotok, V., Nafeev, R., Verbitskiy, V., Melnyk, O. (2022). Determination of the dependence of the structure of Zn–Al layered double hydroxides, as a matrix for functional anions intercalation, on synthesis conditions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (12 (115)), 12–20. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252738>
60. Vasserman, I. M. (1980). *Khimicheskoe osazhdenie iz rastvorov*. Leningrad: Khimiya, 208.

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254814**  
**IMPROVING THE STRENGTH OF COMPOSITE MATERIAL THROUGH THE EFFECTIVE MODIFICATION OF THE SURFACE OF THE CELLULOSE FILLER (p. 30–40)**

**Elmira Kurmanbekova**

International Educational Corporation (KazGASA), Almaty, Republic of Kazakhstan

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9175-5542>

**Aigul Sambetbayeva**

International Educational Corporation (KazGASA), Almaty, Republic of Kazakhstan

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1349-2887>

An effective technique has been devised in order to increase the strength of arbolite, based on the method of rice husk thermal treatment. Given the fading of the surface layer of the grains during thermal exposure, the accompanying elements are removed from the outer cellulose fibers of the husk structure, that is, the texture of the surface of the material changes. It is known that the strength of multicomponent materials depends on the strength of bonds between the structural elements and the strength of the elements themselves. In arbolite, the strength of the constituent elements is great but the strength of arbolite almost does not exceed 2.5–3.5 MPa. Therefore, one of the factors determining the strength of arbolite is the adhesion strength of its heterogeneous particles. Therefore, a necessary and mandatory condition for the preparation of rice husks is soaking them in water, as well as the use of chemical additives for their treatment. This study's results established that the surface of the modified rice husk is chemically more active than without treatment. The use of chemical additives made it possible to neutralize the effect of extractive aggregates on cement due to the formation of additional chemical bonds in the contact zone and reduce their toxic effect on cement when removed from this zone. As a result of thermal exposure, a new potential property is revealed in the rice husk, which is expressed in the modification of the husk by changing the texture of its surface, which, when mixed with cement, enhances the adhesive adhesion of the surfaces. The rice husk thermal treatment method was employed to increase the class of arbolite to B 2.0 in terms of compressive strength, that is, arbolite of structural purpose was obtained, used as load-bearing structures in low-rise construction.

**Keywords:** rice husk, arbolite, strength, aggregate, modification, heat treatment, binder, composite material.

## References

- Ryb'ev, I. A. (2018). *Stroitel'noe materialovedenie*. Ch. 1. Moscow: Yurayt, 276.
- Afanas'ev, A. E., Efremov, A. S. (2011). Vliyaniye strukturoobrazovaniya na plotnost' zhidkosti kolloidnykh kapillyarno-poristykh tel. *Teoreticheskie osnovy khimicheskoy tekhnologii*, 45 (1), 119–125.
- Schukin, E. D., Pertsov, A. V., Amelina, E. A. (2004). *Kolloidnaya khimiya: uchebnik dlya universitetov i khimiko-tekhnologicheskikh vuzov*. Moscow: Vysshaya shkola, 445.
- Suzuki, M. (2001). Pat. No. 2186797 RF. Kompozitsionnye sostavy s vysokoy absorbtionnoy sposobnost'yu, absorbiruyuschiy listovoy material, pokrytiy takimi sostavami, i sposob ego izgotovleniya. No. 99114787/04; declared: 15.12.1997; published: 20.07.2001.
- Barkovskiy, E. V., Tkachev, S. V., Pansevich, L. I., Latushko, T. V., Bolbas, O. P. (2009). *Osnovy biofizicheskoy i kolloidnoy khimii*. Minsk: Vysheishaya shkola, 272.
- Fedyayeva, O. A. (2007). *Promyshlennaya ekologiya*. Omsk: Izdatel'stvo OmGTU, 145.
- Feofanov, V. A., Dzyubinskiy, F. A. (2006). Gal'vanokoagulyatsiya: teoriya i praktika besstochnogo vodopol'zovaniya. *Magnitogorsk: MiniTip*, 367.
- Rusanov, A. I., Schekin, A. K. (2016). Mitselloobrazovanie v rastvorakh poverkhnostno-aktivnykh veschestv. *Sankt-Peterburg: OOO Izdatel'stvo «Lan'», 612*.
- Uderbaev, S. S., Alibekov, N. B., Onaybekov, B. K. (2017). Issledovanie sistemy «tsellyuloznyy zapolnitel' – vyazhushchee» v strukture arbolita. *Materiály XIII Mezinárodní vědecko – praktická konference, «Věda a technologie: krok do budoucnosti – 2017», 64–68*.
- Akimova, N. V., Shepelenko, T. S., Sarkisov, D. Yu. (2015). Corrosive effect of sucrose on structure formation of cement/water system. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*, 6 (53), 128–134.
- Kudiyakov, A. I., Simakova, A. S., Kondratenko, V. A., Steshenko, A. B., Latypov, A. D. (2019). Cement paste and brick properties modified by organic additives. *Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Arkhitekturno-Stroitel'nogo Universiteta. JOURNAL of Construction and Architecture*, 6, 138–147. doi: <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2018-20-6-138-147>
- Burenina, O. N., Davydova, N. N., Andreeva, A. V. (2015). Issledovanie vliyaniya kompleksnykh mineral'nykh modifitsiruyuschiikh dobavok, vkluchaya nanodobavki, na svoystva melkdispersionnogo betona. *Aktual'nye voprosy tekhnicheskikh nauk: materialy III Mezhdunar. nauch. konf. Perm': Zebra*, 101–104.
- Hueller, F., Naber, C., Neubauer, J., Goetz-Neunhoeffer, F. (2018). Impact of initial CA dissolution on the hydration mechanism of CAC. *Cement and Concrete Research*, 113, 41–54. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.06.004>
- Danner, T. A., Yustnes, G., Geyker, M. R., Lauten, R. A. (2016). Vliyaniye lignosul'fonatnykh plastifikatorov na gidratatsiyu C3A. *Tsement i ego primenenie*, 3, 76–80.
- Egbe, J. (2018). Investigation of Rice Husk Ash (RHA) as a Supplement in Cement for Building Applications. *Civil Engineering Research Journal*, 6 (2). doi: <https://doi.org/10.19080/cej.2018.06.555681>
- Khaziakhmedova, R. M., Grachev, A. N., Bashkirov, V. N., Valiulina, A. I., Slobozhanina, M. V. (2021). Interaction of adhesive with substrate surface in composite materials based on lignocellulose raw materials. *Prom. Proizvod. Ispol'z. Elastomerov*, 3, 58–62. doi: <https://doi.org/10.24412/2071-8268-2021-3-58-62>
- Kim, H. M., Sung, Y. J., Park, Y. S., Shin, J. C., Seo, Y. K. (2016). Changes in Rice Husk by Heat Treatment. *Journal of Korea Technical Association of the Pulp and Paper Industry*, 48 (6), 263. doi: <https://doi.org/10.7584/jktappi.2016.12.48.6.263>
- Ye, H. (2015). Creep Mechanisms of Calcium–Silicate–Hydrate: An Overview of Recent Advances and Challenges. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 9 (4), 453–462. doi: <https://doi.org/10.1007/s40069-015-0114-7>
- Bazhenov, Yu. M. (2015). *Tekhnologiya betona*. Moscow: Izdatel'stvo ASV, 528.
- Urhanova, L. A., Efremenko, A. S. (2011). Structural light-weight concretes on roasting-free porous aggregates. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 1 (48), 100–103.
- Adilhodzhaev, A. I., Igamberdiev, B. G. (2020). Interaction of adhesive with the substrate surface in a composite material based on modified gypsum and treated rice straw. *Problemy sovremennoy nauki i obrazovaniya*, 11–18. doi: <https://doi.org/https://doi.org/10.24411/2304-2338-2020-10606>
- Usov, B. A. (2016). *Khimiya i tekhnologiya tsementa*. Moscow: Infra-M, 158.
- Solov'ev, V. G., Korovyakov, V. F., Larsen, O. A., Gal'tseva, N. A. (2020). *Kompozitsionnyematerialy v stroitel'stve*. Moscow: Izdatel'stvo MISI – MGSU. Available at: [https://mgsu.ru/university/about/Struktura/Kafedri/TVViB/mmateriats/Kompozitsionnyye%20materialy%20v%20stroitel'stve\\_uch.pocob.pdf](https://mgsu.ru/university/about/Struktura/Kafedri/TVViB/mmateriats/Kompozitsionnyye%20materialy%20v%20stroitel'stve_uch.pocob.pdf)
- Lotov, V. A. (2018). Interaction of cement particles with water or mechanism of hydration and hardening of cement. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*, 329 (1), 99–110.
- Pshenichniy, G. N. (2019). *Stroitel'nye materialy i izdeliya: tekhnologiya aktivirovannykh betonov*. Moscow: Izdatel'stvo Yurayt, 224.
- Rudnov, V. S. et. al. (2018). *Stroitel'nye materialy i izdeliya*. Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 203.
- Azarov, V. I., Burov, A. V., Obolenskaya, A. V. (2021). *Khimiya drevesiny i sinteticheskikh polimerov*. Sankt-Peterburg: Lan', 624.
- Espayeva, A. S. (2011). *Tekhnologiya plitnykh materialov*. Almaty: TOO RPIK «Dəuir», 488.
- Izraelashvili, Dzh. (2011). *Mezhmolekulyarnye i poverkhnostnye sily*. Moscow: Nauchniy mir, 456.
- Shuldyakov, K. V., Kramar, L. Ya., Trofimov, B. Ya., Makhmudov, A. M. (2020). Structure and Properties of Hardened Cement Paste with Modifying Agents. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*, 20 (2), 54–64. doi: <https://doi.org/10.14529/build200208>
- Efremenko, A. S. (2019). Vysokoprochnye legkie betony na osnove tonkomolotnykh kompozitsionnykh vyazhushchikh s ispol'zovaniem zol terrikonikov. *Sankt-Peterburg: Naukoemkie tekhnologii*, 128.
- Abu Mahadi, M. I., Bezborodov, A. V. (2017). Application slag-alkali binder in construction. *RUDN Journal of Engineering Researches*, 18 (2), 212–218. doi: <https://doi.org/10.22363/2312-8143-2017-18-2-212-218>
- Sarsenbaev, B. K., Momyshev, T. A., Iskakov, T. U., Sarsenbaev, N. B., Aubakirova, T. S. (2012). Proizvodstvo shlakoschelochnykh vyazhushchikh i betonov na ikh osnove. *Stroitel'nye materialy*, 56–57. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/proizvodstvo-shlakoschelochnyh-vyazhushchih-i-betonov-na-ih-osnove>
- Nanazashvili, I. Kh. (1990). *Stroitel'nye materialy iz drevesnotsementnoy kompozitsii*. Leningrad, 415.
- Terent'eva, E. P., Udovenko, N. K., Pavlova, E. A. (2015). *Khimiya drevesiny, tsellyulozy i sinteticheskikh polimerov*. Ch. 2. Sankt-Peterburg, 83.
- Volynskiy, V. N. (2007). *Tekhnologiya drevesnykh plit*. Arkhangel'sk, 300.
- Tyalina, L. N. (2011). *Novye kompozitsionnye materialy*. Tambov: GOU VPO TGTU, 80.
- Nanazashvili, I. Kh. (1990). *Stroitel'nye materialy iz drevesnotsementnoy kompozitsii*. Leningrad: Stroyizdat, 415.

39. Uderbaev, S. S., Karibaev, E., Kurmanaeva, Zh. M. (2014). Issledovanie adgezii risovoy luzgi s zolotsementnymi vyazhuschimi smesyami. *Molodoy ucheniy*, 12 (71), 113–114.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.255266

**THE EFFECT OF THE USE OF RECYCLED COARSE AGGREGATE ON THE PERFORMANCE OF SELF-COMPACTING CONCRETE (SCC) AND ITS APPLICATION (p. 41–47)**

**Akhmad Suryadi**

State Polytechnic of Malang, Malang, East Java, Indonesia  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9211-8070>

**Qomariah Qomariah**

State Polytechnic of Malang, Malang, East Java, Indonesia  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1721-4596>

**Sugeng Hadi Susilo**

State Polytechnic of Malang, Malang, East Java, Indonesia  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3077-2039>

The demand for self-compacting concrete is very high because this concrete has high flowability and has resistance to segregation. Natural aggregates are of high value, while concrete demolition materials are abundant and of low value. So that the recycled coarse aggregate can be used as concrete material, this study analyzes the characteristics of Self Compacting Concrete (SCC) using recycled coarse aggregate from construction waste. Tests for aggregate wear, aggregate hardness, compressive strength of concrete and tensile strength of concrete were carried out. The wear test refers to the standard AASHTO T-96-74, ASTM C-131-55 and SNI 2417-2008. This test uses recycled coarse aggregate that has been washed so that the sludge content is clean; after that, it was baked with the used aggregate, the aggregate that passed the 12.5 mm sieve and was retained in the 9.5 mm sieve. The test object is pressurized 40 tons at a speed of 4 tons/minute. Concrete Compressive Strength Test refers to SNI 03-1974-2011, using a scale with an accuracy of 0.3 % of the weight of the concrete, a concrete press machine and a capping machine. While the split tensile strength test of concrete refers to SNI 03-2491-2014, carried out on days 7, 21 and 28 with a cylindrical test object. Variations of recycled aggregates start from 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, and 100 %. The design's compressive strength is 25 MPa. The results showed that the recycled aggregates had good gradation, high absorption and low specific gravity compared to natural aggregates. The recycled coarse aggregate reduces the compressive strength of the concrete and causes a decrease in a slump, thereby reducing the split tensile strength of the concrete.

**Keywords:** self-compacting concrete, recycled coarse aggregate, compressive strength, split tensile strength, slump.

### References

- Boudali, S., Abdulsalam, B., Rafiean, A. H., Poncet, S., Soliman, A., ElSafty, A. (2021). Influence of Fine Recycled Concrete Powder on the Compressive Strength of Self-Compacting Concrete (SCC) Using Artificial Neural Network. *Sustainability*, 13 (6), 3111. doi: <https://doi.org/10.3390/su13063111>
- Tang, W., Khavarian, M., Yousefi, A., Chan, R. W. K., Cui, H. (2019). Influence of Surface Treatment of Recycled Aggregates on Mechanical Properties and Bond Strength of Self-Compacting Concrete. *Sustainability*, 11 (15), 4182. doi: <https://doi.org/10.3390/su11154182>
- Guo, Z., Jiang, T., Zhang, J., Kong, X., Chen, C., Lehman, D. E. (2020). Mechanical and durability properties of sustainable self-compacting concrete with recycled concrete aggregate and fly ash, slag and silica fume. *Construction and Building Materials*, 231, 117115. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117115>
- Duan, Z., Singh, A., Xiao, J., Hou, S. (2020). Combined use of recycled powder and recycled coarse aggregate derived from construction and demolition waste in self-compacting concrete. *Construction and Building Materials*, 254, 119323. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119323>
- Rajhans, P., Chand, G., Kisku, N., Panda, S. K., Nayak, S. (2019). Proposed mix design method for producing sustainable self compacting heat cured recycled aggregate concrete and its microstructural investigation. *Construction and Building Materials*, 218, 568–581. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.05.149>
- Abed, M., Nemes, R., Lublóy, É. (2020). Performance of Self-Compacting High-Performance Concrete Produced with Waste Materials after Exposure to Elevated Temperature. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 32 (1), 05019004. doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)mt.1943-5533.0002989](https://doi.org/10.1061/(asce)mt.1943-5533.0002989)
- Mohammed, S. I., Najim, K. B. (2020). Mechanical strength, flexural behavior and fracture energy of Recycled Concrete Aggregate self-compacting concrete. *Structures*, 23, 34–43. doi: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2019.09.010>
- Kou, S. C., Poon, C. S. (2009). Properties of self-compacting concrete prepared with coarse and fine recycled concrete aggregates. *Cement and Concrete Composites*, 31 (9), 622–627. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2009.06.005>
- Grubor, M., Štirmer, N., Jelčić Rukavina, M., Baričević, A. (2020). Effect of Recycled Tire Polymer Fibers on Autogenous Deformation of Self-Compacting Concrete. *RILEM Technical Letters*, 5, 33–40. doi: <https://doi.org/10.21809/rilemtechlett.2020.115>
- Abed, M., Nemes, R., Tayeh, B. A. (2020). Properties of self-compacting high-strength concrete containing multiple use of recycled aggregate. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 32 (2), 108–114. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2018.12.002>
- Gao, S., Liu, Q., Han, F., Fu, Y. (2021). Mix Design of Recycled Coarse Aggregate Self-Compacting Concrete Based on Orthogonal Test and Analysis of Mercury Intrusion Porosimetry. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2021, 1–16. doi: <https://doi.org/10.1155/2021/4829673>
- Abed, M., Nemes, R. (2019). Mechanical Properties of Recycled Aggregate Self-Compacting High Strength Concrete Utilizing Waste Fly Ash, Cellular Concrete and Perlite Powders. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*. doi: <https://doi.org/10.3311/ppci.13136>
- Sasanipour, H., Aslani, F. (2019). Effect of specimen shape, silica fume, and curing age on durability properties of self-compacting concrete incorporating coarse recycled concrete aggregates. *Construction and Building Materials*, 228, 117054. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117054>
- Bahrami, N., Zohrabi, M., Mahmoudy, S. A., Akbari, M. (2020). Optimum recycled concrete aggregate and micro-silica content in self-compacting concrete: Rheological, mechanical and microstructural properties. *Journal of Building Engineering*, 31, 101361. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101361>
- Singh, R. B., Singh, B. (2018). Rheological behaviour of different grades of self-compacting concrete containing recycled aggregates. *Construction and Building Materials*, 161, 354–364. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.11.118>
- Mo, K. H., Ling, T.-C., Cheng, Q. (2020). Examining the Influence of Recycled Concrete Aggregate on the Hardened Properties of Self-compacting Concrete. *Waste and Biomass Valorization*, 12 (2), 1133–1141. doi: <https://doi.org/10.1007/s12649-020-01045-x>
- Revilla-Cuesta, V., Skaf, M., Santamaria, A., Ortega-López, V., Manso, J. M. (2021). Assessment of longitudinal and transversal plastic behavior of recycled aggregate self-compacting concrete: A two-way study. *Construction and Building Materials*, 292, 123426. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123426>



## АНОТАЦІЇ

## TECHNOLOGY ORGANIC AND INORGANIC SUBSTANCES

**DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254358****УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ЖИРНИХ КИСЛОТ З ВІДХОДІВ ОЛІЄЖИРОВОГО ВИРОБНИЦТВА (с. 6–12)****В. С. Калина, С. В. Станкевич, Л. С. Мироненко, А. Л. Гречко, О. І. Богатов, О. М. Брагін, О. В. Романов, Ю. Є. Огурцов, Є. О. Семенов, О. М. Філенко**

Жирині кислоти є важливою складовою у фармацевтичній, харчовій, хімічній галузях промисловості. Виробництво різних видів продукції вимагає певної чистоти та якості жирних кислот. Для одержання цих сполук перспективним є використання соапстоків, які є відходами лужної рафінації олій.

Особливість роботи полягає у встановленні впливу технологічних параметрів розкладання соапстоку сірчаною кислотою на число омилення, яке є важливою виробничою характеристикою жирних кислот.

У дослідженні використано соняшниковий соапсток за ДСТУ 5033 (CAS 68952-95-4) з масовою часткою загального жиру 69,5 %, жирних кислот – 64,5 %. Соапсток піддавали обробці розчином сірчаної кислоти за температури 90 °С, тривалість процесу – 40 хв. Визначено раціональні параметри обробки соапстоку: концентрація сірчаної кислоти в реакційній масі – 80 %, концентрація водного розчину сірчаної кислоти – 50 %. В дослідному інтервалі тривалість відстоювання реакційної маси не впливає на число омилення жирних кислот. Тривалість відстоювання 1 год. є ефективною для процесу вилучення жирних кислот. За цих умов число омилення жирних кислот склало 186,4 мг КОН/г. Кислоти відповідають жирним кислотам першого ґатунку згідно ДСТУ 4860 (CAS 61788-66-7): масова частка вологи та летких речовин – 1,2 %, масова частка загального жиру – 97,5 %, глибина розщеплення – 95,0 % олеїнової кислоти.

Одержані дані дозволяють раціонально та з максимальною ефективністю використовувати реактив – сірчану кислоту. Результати роботи дають можливість скоротити тривалість процесу одержання жирних кислот з соапстоків, оскільки підтверджено ефективність процесу за мінімальної тривалості відстоювання маси. Удосконалена технологія розкладання соапстоків дозволить за раціональних умов отримувати цінний продукт – жирині кислоти високої якості.

**Ключові слова:** жирині кислоти, соняшниковий соапсток, олія соняшникова, число омилення, лужна нейтралізація.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2022.253655****РОЗРОБКА БЕЗПЕЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ МОНОГЛІЦЕРИДІВ ЖИРНИХ КИСЛОТ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВОГО КАТАЛІЗАТОРУ (с. 13–18)****О. М. Близнюк, Н. Ю. Масалігіна, І. О. Мезенцева, Т. Б. Новожилова, М. М. Корчак, І. В. Галясний, Т. В. Гавриш, І. М. Фоміна, В. В. Халіль, О. Ю. Нікітченко**

Моногліцериди жирних кислот є цінним компонентом продукції різних галузей промисловості. Емульгуючу здатність моногліцеридів використовують у косметичному, фармацевтичному, харчовому виробництвах.

Досліджено процес одержання моногліцеридів жирних кислот шляхом реагування рослинного гідрогенізованого жиру (саломасу) з гліцерином (метод гліцеролізу). Як каталізатор застосовано калій гліцерат, який характеризується високою ефективністю та безпечністю виробництва і застосування.

Особливістю роботи є дослідження залежності виходу та температури плавлення моногліцеридів від технологічних параметрів гліцеролізу.

Як початкову сировину застосовано жир гідрогенізований рафінований за ДСТУ 5040 (CAS Number 68334-28-1): температура плавлення 48 °С, масова частка вологи та летких речовин 0,08 %, кислотне число 0,25 мг КОН/г, пероксидне число 2,8 ½ О ммоль/кг.

У всіх дослідах температура процесу гліцеролізу склала 180 °С, концентрація каталізатору – 0,5 % у перерахунку на метал.

Встановлено раціональні умови гліцеролізу: тривалість (90 хв.) та концентрацію гліцерину (50 %). За цих умов вихід моногліцеридів склав 32,9 %, температура плавлення 61,5 °С. Масова частка вільного гліцерину в моногліцеридіях склала 1,0 %, кислотне число 2,2 мг КОН/г.

Досліджено ефективність одержання моногліцеридів з використанням в якості каталізатору суміші калій гідроксиду та гліцерину за визначених раціональних умов. Одержано вихід моногліцеридів 30,1 %, температура плавлення 59 °С. Отже, використання каталізатору калій гліцерату є більш ефективним.

Результати дослідження дають можливість удосконалити технологію одержання моногліцеридів жирних кислот з використанням нового каталізатору та раціонально використовувати ресурси.

**Ключові слова:** моногліцериди жирних кислот, калій гліцерат, гідрогенізований жир, гліцероліз, температура плавлення.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2022.255666****КІНЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕРМОЛІЗУ НАФТОШЛАМУ (АТАСУ-АЛАШАНЬКОУ) З НІКЕЛЕМ, КОБАЛЬТОМ І ЗАЛІЗОМ, НАНЕСЕНИМИ НА МІКРОСИЛКАТ (с. 19–24)****Sairagul Tyanakh, Murzabek Baykenov, Almas Tusipkhan, Darzhan Aitbekova, Nazerke Balpanova, Ma Feng Yun**

Об'єктом дослідження є процес термічної деструкції нафтошламів у присутності гетерогенних каталізаторів.

Створення ефективних технологічних процесів переробки органічної частини нафтошламів у моторні палива, сировину для нафтохімії та утилізації мікросилікатів є важливим актуальним завданням, вирішення якого дозволить отримати значний економічний

та екологічний ефект. Завданням, що вирішується, є встановлення загальних кінетичних закономірностей процесу термічної деструкції нафтошламів у присутності мікросилікатів з обложеними металами. Перевага методу Одзава-Флінна-Уолла полягає в тому, що можна визначити кінетичні параметри для кожного значення конверсії нафтошламу, тобто для різних стадій термічної деструкції. Для кожного ступеня перетворення ( $\alpha$ ) розраховані енергія активації нафтошламу 67,1 кДж/моль, і з каталізатором 59 кДж/моль відповідно. Значення коефіцієнта кореляції ( $R^2 \geq 0,997$ ) забезпечує хорошу збіжність із експериментальними результатами. Порівняно з іншими способами термічної переробки нафтошламів каталітична термічна деструкція має низку переваг: відносно низькі температури процесу (400–650 °С), малу чутливість до складу сировини та процес переробки, що відповідає всім сучасним вимогам хімічного виробництва

Досліджено закономірності термокінетичних параметрів термічного розкладання нафтошламів на сировину, одержану в процесі транспортування нафти, у присутності каталізатора з нанесеним металом (нікель, залізо, кобальт) на мікросилікат. Отримані результати кінетики розкладання нафтошламів можуть бути використані під час створення бази даних для математичного моделювання процесу переробки важкої вуглеводневої сировини.

**Ключові слова:** термодеструкція, термогравіметричний аналіз, каталізатори, мікросилікат, нафтошлам.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254496**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ Zn-Al ПОДВІЙНО-ШАРОВИХ ГІДРОКСИДІВ, ЯК МАТРИЦІ ДЛЯ ІНТЕРКАЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ АНІОНАМИ, ПРИ РІЗНИХ УМОВАХ СИНТЕЗУ (с. 25–32)**

**В. Л. Коваленко, А. Ю. Борисенко, В. А. Коток, Р. К. Нафєєв, В. В. Вербицький, О. С. Мельник**

Подвійно-шарові гідроксиди, особливо Zn-Al, є цінними основами для інтеркалювання різних функціональних аніонів: барвниками, лікарськими засобами, харчовими добавками тощо. Для цілеспрямованої розробки та оптимізації технології синтезу функціональних матеріалів на основі Zn-Al подвійно-шарових гідроксидів були визначені технологічні параметри зразків Zn-Al-нітратного подвійно-шарового гідроксиду (Zn:Al=4:1), синтезованих при швидкостях подачі розчинів 0,8 і 1,6 л/год, рН=7, 8, 9, 10 і t=10, 20, 30, 40, 50 та 60 °С. Значення виходу зразків визначені гравіметричним методом. Швидкість седиментації вивчена шляхом вимірювання нормалізованої товщини шару осаду (відносно початкової товщини шару) протягом 30 хвилин відстоювання. Виявлено, що при збільшенні рН синтезу вихід зростає з 74,68 % до 83,54 %. Збільшення швидкості подачі розчинів призводить до зниження виходу. На залежності виходу від температури синтезу було виділено дві ділянки: 10–20 °С, 30–60 °С, в межах яких збільшення температури призводить до зниження виходу. Показано, що при збільшенні рН синтезу та швидкості додавання розчинів швидкість седиментації суттєво зростає. При рН=10 практично повне осадження зразка відбувається протягом перших 5 хвилин. Отримані дані вказують, що рН нульового заряду часток Zn-Al-NO<sub>3</sub> подвійно-шарового гідроксиду близький до 10. Виявлено, що збільшення температури знижує швидкість седиментації. При цьому виявлено аномально низьку швидкість седиментації при температурі синтезу 30 °С та аномально високу при температурі 50 °С. Отримані дані підтверджують висловлену раніше гіпотезу щодо зміни механізму або кінетики формування подвійно-шарового гідроксиду при температурах 30 °С та 50 °С.

**Ключові слова:** Zn-Al подвійно-шаровий гідроксид, інтеркалювання, нітрат, вихід продукту, швидкість седиментації.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254814**

### **ПІДВИЩЕННЯ МІЦНОСТІ КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ЗАВДЯКИ ЕФЕКТИВНІЙ МОДИФІКАЦІЇ ПОВЕРХНІ ЦЕЛЮЛОЗНОГО ЗАПОВНЮВАЧА (с. 33–40)**

**Elmira Kurmanbeková, Aigul Sambetbayeva**

Розроблено ефективний спосіб підвищення міцності арболіту, заснований на методі термічної обробки рисового лушпиння. Внаслідок вигорання поверхневого шару зерен при термічному впливі від зовнішніх целюлозних волокон структури лушпиння видаляються супутні елементи, тобто змінюється текстура поверхні матеріалу. Відомо, що міцність багатокомпонентних матеріалів залежить від міцності зв'язків між структурними елементами та міцності самих елементів. В арболіті міцність складових елементів велика, проте міцність арболіту практично не перевищує 2,5–3,5 МПа. Отже, одним із факторів, що визначають міцність арболіту, є міцність зчеплення його різномірних частинок. Тому необхідною та обов'язковою умовою підготовки рисового лушпиння є його вимочування у воді, застосування хімічних добавок для його обробки. В результаті досліджень встановлено, що поверхня модифікованого рисового лушпиння хімічно активніша, ніж без обробки. Використання хімічних добавок дозволило нейтралізувати дію екстрактивних заповнювачів на цемент за рахунок утворення додаткових хімічних зв'язків у зоні контакту та знизити їхню токсичну дію на цемент при видаленні з цієї зони. В результаті термічного впливу у рисового лушпиння розкривається нова потенційна властивість, що виражається в модифікації лушпиння шляхом зміни текстури його поверхні, що при змішуванні з цементом посилює адгезійну зчеплюваність поверхонь. Методом термічної обробки рисового лушпиння клас арболіту за міцністю на стиск підвищений до 2,0, тобто отримано арболіт конструкційного призначення, що застосовується в якості несучих конструкцій малоповерхового будівництва.

**Ключові слова:** рисове лушпиння, арболіт, міцність, заповнювач, модифікація, термообробка, в'язуче, композиційний матеріал.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2022.255266**

### **ВПЛИВ ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕРОБЛЕНОГО ГРУБОГО ЗАПОВНЮВАЧА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ САМОУЩІЛЬНЮЮЧОГО БЕТОНУ (СУБ) І ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ (с. 41–47)**

**Akhmad Suryadi, Qomariah, Sugeng Hadi Susilo**

Попит на самоущільнюючий бетон є дуже високим, тому що цей бетон має високу плинність і стійкість до розшарування. Природні заповнювачі мають високу цінність, у той час як бетонних матеріалів для зносу є в достатку і вони мають низьку цінність. Щоб пере-

роблений грубий заповнювач можна було використовувати як бетонний матеріал, в цьому дослідженні аналізуються характеристики самоущільнюючого бетону (СУБ) з використанням переробленого грубого заповнювача з будівельних відходів. Були проведені випробування на знос заповнювача, твердість заповнювача, міцність бетону на стиск і міцність бетону на розтяг. Випробування на знос відноситься до стандарту AASHTO T-96-74, ASTM C-131-55 та SNI 2417-2008. У цьому тесті використовується перероблений грубий заповнювач, промитий таким чином, щоб вміст шламу був чистим; після цього його обпалювали з використанням заповнювачем, заповнювачем, що пройшов через сито 12,5 мм і 9,5 мм, що залишився на ситі. Об'єкт, що випробовувався, знаходився під тиском 40 тонн зі швидкістю 4 тонни/хвилину. Випробування бетону на міцність при стиску відноситься до СНІ 03-1974-2011 з використанням ваг з точністю 0,3% від маси бетону, бетонопресу і закупорювальної машини. У той час як випробування бетону на відривне розтягування відноситься до СНиП 03-2491-2014, проводиться на 7, 21 та 28 добу з циліндричним випробувальним об'єктом. Варіації перероблених заповнювачів починаються з 0 %, 25 %, 50 %, 75 % та 100 %. Міцність конструкції на стиск становить 25 МПа. Результати показали, що перероблені заповнювачі мають гарну градацію, високу абсорбцію та низьку питому вагу порівняно із природними заповнювачами. Перероблений грубий заповнювач знижує міцність бетону на стиск та викликає зменшення осадження, тим самим знижуючи межу міцності бетону на розрив.

**Ключові слова:** самоущільнюючий бетон, перероблений великий заповнювач, міцність на стиск, міцність на розрив, осадження.