

ABSTRACT AND REFERENCES

TECHNOLOGY ORGANIC AND INORGANIC SUBSTANCES

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.301843

DETERMINATION OF THE CELLULOSE- AND LIPID-CONTAINING COMPONENTS INFLUENCE ON THE EXTRUDATE TECHNOLOGICAL INDICATORS (p. 6–13)**Ihor Petik**Ukrainian Scientific Research Institute of oils and fats of the National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1630-4215>**Olena Litvinenko**National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0493-1585>**Serhii Stankevych**State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8300-2591>**Inna Zabrodina**State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8122-9250>**Maryna Ponomarova**State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8463-821X>**Oleh Kotliar**State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4818-4967>**Ruslan Kliuchko**Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of the National University of Civil Defence of Ukraine, Cherkasy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9645-564X>**Oleksii Myhalenko**Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of the National University of Civil Defence of Ukraine, Cherkasy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2750-1556>**Tetiana Pidpala**Mykolayiv National Agrarian University, Mykolayiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4072-7576>**Galyna Danylychuk**Mykolayiv National Agrarian University, Mykolayiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5647-4593>

The effect of cellulose- and lipid-containing components on the technological parameters of the extruded mixture based on protein- and starch-containing raw materials on the technological parameters of the extrudate was studied. The use of components that modify such technological indicators of the extruded mixture as water resistance and swelling is substantiated. It is proposed to use sunflower husks and sunflower phosphatide concentrate as modifying additives to the mixture for extrusion. A rational ratio of the specified components in the extrudate was established to obtain indicators of water resistance in the range of 220...300 min and swelling in the range of 100...120 %. This is an important aspect of expanding the range of extruded products from the waste of oil and fat industries and obtaining high-quality competitive products.

The object of the study is the dependence of water resistance and swelling of the extruded mixture on the content of modifying additives. Their rational ratio in the extrudate is: sunflower husk – 6.0 %; sunflower phosphatide concentrate – 5.0 %. The manufactured extrudate sample corresponds to commercial fish feed in terms of chemical composition and technological parameters, and also has a 4 times lower cost. A feature of the obtained results is the possibility of regulating the water resistance, swelling and porosity of the extrudate based on protein- and starch-containing raw materials, depending on the ratio of cellulose- and lipid-containing modifying additives. This allows to change the technological parameters of the finished product depending on the chemical composition of the mixture of raw components according to the requirements of the consumer. The results of the conducted research prove that cellulose- and lipid-containing secondary products of production can be successfully transformed into new competitive products.

Keywords: vegetable extrudate, cellulose-containing components, lipid-containing components, sunflower husk, sunflower phosphatide concentrate.

References

- Draganovic, V., van der Goot, A. J., Boom, R., Jonkers, J. (2011). Assessment of the effects of fish meal, wheat gluten, soy protein concentrate and feed moisture on extruder system parameters and the technical quality of fish feed. *Animal Feed Science and Technology*, 165 (3-4), 238–250. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2011.03.004>
- Banjac, V., Vukmirović, Đ., Pezo, L., Draganovic, V., Đuragić, O., Čolović, R. (2021). Impact of variability in protein content of sunflower meal on the extrusion process and physical quality of the extruded salmonid feed. *Journal of Food Process Engineering*, 44 (3). <https://doi.org/10.1111/jfpe.13640>
- Zhang, B., Liu, G., Ying, D., Sanguansri, L., Augustin, M. A. (2017). Effect of extrusion conditions on the physico-chemical properties and in vitro protein digestibility of canola meal. *Food Research International*, 100, 658–664. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.060>
- Sytnik, N., Kunitsa, E., Mazaeva, V., Chernukha, A., Bezuglov, O., Bogatov, O. et al. (2020). Determination of the influence of natural antioxidant concentrations on the shelf life of sunflower oil. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (11 (106)), 55–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.209000>
- Papchenko, V., Matveeva, T., Bochkarev, S., Belinska, A., Kunitsia, E., Chernukha, A. et al. (2020). Development of amino acid balanced food systems based on wheat flour and oilseed meal. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (11 (105)), 66–76. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.203664>
- Vasenko, A., Rybalova, O., Kozlovskaya, O. (2016). A study of significant factors affecting the quality of water in the Oskil river (Ukraine). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (10 (81)), 48–55. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.72415>

7. Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Krainiukov, O., Maksymenko, N., Meleshchenko, R. et al. (2020). Mathematical model of determining a risk to the human health along with the detection of hazardous states of urban atmosphere pollution based on measuring the current concentrations of pollutants. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (10 (106)), 37–44. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.210059>
8. Vasyukov, A., Loboichenko, V., Bushtec, S. (2016). Identification of bottled natural waters by using direct conductometry. *Ecology, Environment and Conservation*, 22 (3), 1171–1176. Available at: <http://repositc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/1633>
9. Loboichenko, V. M., Vasyukov, A. E., Tishakova, T. S. (2017). Investigations of Mineralization of Water Bodies on the Example of River Waters of Ukraine. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, 14 (4), 37–41. <https://doi.org/10.3233/ajw-170035>
10. Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Krainiukov, O., Karpets, K., Pirohov, O. et al. (2019). Development of the correlation method for operative detection of recurrent states. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (4 (102)), 39–46. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.187252>
11. Pospelov, B., Rybka, E., Togobytska, V., Meleshchenko, R., Danchenko, Y., Butenko, T. et al. (2019). Construction of the method for semi-adaptive threshold scaling transformation when computing recurrent plots. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (10 (100)), 22–29. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.176579>
12. 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. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.219602>
13. Kovaliova, O., Tchoursinov, Y., Kalyna, V., Koshulko, V., Kunitsia, E., Chernukha, A. et al. (2020). Identification of patterns in the production of a biologically-active component for food products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (104)), 61–68. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200026>
14. Leonard, W., Zhang, P., Ying, D., Fang, Z. (2019). Application of extrusion technology in plant food processing byproducts: An overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19 (1), 218–246. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12514>
15. Bajaj, S. R., Singhal, R. S. (2019). Effect of extrusion processing and hydrocolloids on the stability of added vitamin B12 and physico-functional properties of the fortified puffed extrudates. *LWT*, 101, 32–39. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.11.011>
16. Yousf, N., Nazir, F., Salim, R. (2017). Water solubility index and water absorption index of extruded product from rice and carrot blend. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6 (6), 2165–2168. Available at: <http://surl.li/rqalu>
17. de Oliveira, F. C., Coimbra, J. S. dos R., de Oliveira, E. B., Zuñiga, A. D. G., Rojas, E. E. G. (2014). Food Protein-polysaccharide Conjugates Obtained via the Maillard Reaction: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56 (7), 1108–1125. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.755669>
18. Beck, S. M., Knoerzer, K., Arcot, J. (2017). Effect of low moisture extrusion on a pea protein isolate's expansion, solubility, molecular weight distribution and secondary structure as determined by Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). *Journal of Food Engineering*, 214, 166–174. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.06.037>
19. Rahman, M. A. U., Rehman, A., Chuanqi, X. et al. (2015). Extrusion of feed/feed ingredients and its effect on digestibility and performance of poultry: A review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4 (4), 48–61. Available at: <http://surl.li/rqamn>
20. Belinska, A., Bochkarev, S., Varankina, O., Rudniev, V., Zviahintseva, O., Rudnieva, K. et al. (2019). Research on oxidative stability of protein-fat mixture based on sesame and flax seeds for use in halva technology. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (11 (101)), 6–14. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.178908>
21. Belinska, A., Bliznjuk, O., Shcherbak, O., Masalitina, N., Myronenko, L., Varankina, O. et al. (2022). Improvement of fatty systems biotechnological interesterification with immobilized enzyme preparation usage. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (6 (120)), 6–13. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.268373>
22. Román, L., Martínez, M. M., Gómez, M. (2015). Assessing of the potential of extruded flour paste as fat replacer in O/W emulsion: A rheological and microstructural study. *Food Research International*, 74, 72–79. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.04.035>
23. Wang, P., Fu, Y., Wang, L., Saleh, A. S. M., Cao, H., Xiao, Z. (2017). Effect of enrichment with stabilized rice bran and extrusion process on gelatinization and retrogradation properties of rice starch. *Starch - Stärke*, 69 (7-8). <https://doi.org/10.1002/star.201600201>
24. Garcia-Amezquita, L. E., Tejada-Ortigoza, V., Serna-Saldivar, S. O., Welti-Chanes, J. (2018). Dietary Fiber Concentrates from Fruit and Vegetable By-products: Processing, Modification, and Application as Functional Ingredients. *Food and Bioprocess Technology*, 11 (8), 1439–1463. <https://doi.org/10.1007/s11947-018-2117-2>
25. Rashid, S., Rakha, A., Anjum, F. M., Ahmed, W., Sohail, M. (2015). Effects of extrusion cooking on the dietary fibre content and Water Solubility Index of wheat bran extrudates. *International Journal of Food Science & Technology*, 50 (7), 1533–1537. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12798>
26. Mohamad Mazlan, M., Talib, R. A., Mail, N. F., Taip, F. S., Chin, N. L., Sulaiman, R. et al. (2019). Effects of extrusion variables on corn-mango peel extrudates properties, torque and moisture loss. *International Journal of Food Properties*, 22 (1), 54–70. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1568458>
27. Abilmazhinov, Y., Bekeshova, G., Nesterenko, A., Dibrova, Z., Ermolaev, V., Ponomarev, E., Vlasova, V. (2023). A Review on The Improvement of Extruded Food Processing Equipment: Extrusion Cooking in Food Processing. *Food Science and Technology*, 43. <https://doi.org/10.5327/fst.80621>
28. Ruiz-Gutiérrez, M. G., Sánchez-Madriral, M. Á., Quintero-Ramos, A. (2018). The Extrusion Cooking Process for the Development of Functional Foods. *Extrusion of Metals, Polymers and Food Products*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.68741>
29. Babatunde, O. O., Cargo-Froom, C. L., Ai, Y., Newkirk, R. W., Marinangeli, C. P. F., Shoveller, A. K., Columbus, D. A. (2023). Extrusion effects on the starch and fibre composition of Canadian pulses. *Canadian Journal of Animal Science*, 103 (3), 289–297. <https://doi.org/10.1139/cjas-2022-0127>
30. Petik, I., Litvinenko, O., Kalyna, V., Ilinska, O., Raiko, V., Filenko, O. et al. (2023). Development of extruded animal feed based on fat and oil industry waste. *Eastern-European Journal of*

Enterprise Technologies, 2 (11 (122)), 112–120. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.275509>

31. Papchenko, V., Stepankova, G., Karatieieva, O., Balandina, I., Shapovalenko, D., Kariuk, A. et al. (2023). Determining the effect of raw materials moisture and lipid content on the technological properties of the extruded protein-fat system. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (11 (124)), 37–46. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.285132>
32. Ačkar, Đ., Jozinović, A., Babić, J., Miličević, B., Panak Balentić, J., Šubarić, D. (2018). Resolving the problem of poor expansion in corn extrudates enriched with food industry by-products. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 47, 517–524. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.05.004>
33. Makowska, A., Zielińska-Dawidziak, M., Niedzielski, P., Michalak, M. (2017). Effect of extrusion conditions on iron stability and physical and textural properties of corn snacks enriched with soybean ferritin. International Journal of Food Science & Technology, 53 (2), 296–303. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13585>
34. Korm dlia ryb ekstrudovanyi Roicher Akva Korop Finishnyi 6,5-8,5 mm. Available at: <http://surl.li/rglcp>
35. Phosphatide concentrate (sunflower, rapeseed). Available at: <http://surl.li/rhmkf>
36. Sunflower husk pellets. Available at: <http://surl.li/rhmkc>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.301418

DEVELOPMENT OF CONDITIONS FOR OBTAINING OIL FROM SUNFLOWER OIL HYDRATION WASTE (p. 14–19)

Dmytro Saveliev

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

Vasyl Rotar

Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of the National University of Civil Defence of Ukraine, Cherkasy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5801-0959>

Mikhail Kravtsov

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

Olena Petrova

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

Alla Ziuzko

Mykolayiv National Agrarian University, Mykolayiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0888-4854>

Natalia Shevchuk

Mykolayiv National Agrarian University, Mykolayiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5845-2582>

Svitlana Velma

National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1264-9643>

Anzhela Rozumenko

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4759-3320>

Viktor Demenko

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8264-2802>

Taras Samchenko

Institute of Public Administration and Research in Civil Protection, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3702-8296>

The object of the study is the process of treatment of sunflower phosphatide concentrate using sodium chloride solution.

Hydration is a stage of oil refining. The waste of the process is a phosphatide concentrate, the disposal of which is dangerous to the environment. The concentrate contains valuable components – oil and phosphatides. An important task is to separate these components for effective use in various industries.

The process of extracting oil from phosphatide concentrate by hydration in the presence of sodium chloride solution was investigated. The influence of the concentrate treatment conditions on the oil yield was determined.

A sample of concentrate according to SOU 15.4-37-212:2004 (CAS 3436-44-0) was used: mass fraction of moisture and volatile substances – 2.8 %, mass fraction of phosphatides – 41.5 %. The concentrate was treated with sodium chloride solution with a concentration of (5–20) %. The hydration time was 25 min., the temperature was 45 °C, and the mass ratio of the sodium chloride solution to the concentrate was 1:1.

Conditions for the concentrate treatment were determined: the concentration of sodium chloride solution was 15 %, settling time was 5 hours. At the same time, the yield of oil was 86.9 %.

The parameters of the extracted oil were determined: acid value 2.8 mg KOH/g, peroxide value 3.2 ½ O mmol/kg, mass fraction of moisture and volatile substances 0.12 %. According to these indicators, the extracted oil corresponds to first-grade unrefined unfrozen sunflower oil according to DSTU 4492. The mass fraction of phosphorus-containing substances in terms of steorooleocithin was 1.7 %, which slightly exceeds the standard value.

The research results make it possible to process hydration waste and obtain oil, which is a raw material for the products of many industries. This will help solve the problem of disposal of environmentally hazardous waste and improve the state of the environment.

Keywords: waste of the oil and fat industry, phosphatide concentrate, sodium chloride, rational hydration conditions.

References

1. Lamas, D. L., Constenla, D. T., Raab, D. (2016). Effect of degumming process on physicochemical properties of sunflower oil. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 6, 138–143. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2016.03.007>
2. Wang, M., Yan, W., Zhou, Y., Fan, L., Liu, Y., Li, J. (2021). Progress in the application of lecithins in water-in-oil emulsions. Trends in Food Science & Technology, 118, 388–398. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.10.019>
3. Vambol, S., Vambol, V., Sobyna, V., Koloskov, V., Poberezhna, L. (2019). Investigation of the energy efficiency of waste utilization technology, with considering the use of low-temperature separation of the resulting gas mixtures. Energetika, 64 (4). <https://doi.org/10.6001/energetika.v64i4.3893>
4. Ahmad, T., Belwal, T., Li, L., Ramola, S., Aadil, R. M., Xu, Y., Zisheng, L. (2020). Utilization of wastewater from edible oil industry, turning waste into valuable products: A review. Trends in Food Science & Technology, 99, 21–33. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.017>

5. Kovaliova, O., Tchoursinov, Y., Kalyna, V., Koshulko, V., Kunitsia, E., Chernukha, A. et al. (2020). Identification of patterns in the production of a biologically-active component for food products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (104)), 61–68. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200026>
6. Dijkstra, A. J. (2018). Enzymatic Gum Treatment. *Lipid Modification by Enzymes and Engineered Microbes*, 157–178. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-813167-1.00008-6>
7. Cai, Z., Wang, H., Li, W., Lee, W. J., Li, W., Wang, Y., Wang, Y. (2020). Preparation of l- α -glyceryl phosphorylcholine by hydrolysis of soy lecithin using phospholipase A1 in a novel solvent-free water in oil system. *LWT*, 129, 109562. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109562>
8. Qu, Y., Sun, L., Li, X., Zhou, S., Zhang, Q., Sun, L. et al. (2016). Enzymatic degumming of soybean oil with magnetic immobilized phospholipase A2. *LWT*, 73, 290–295. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.026>
9. Li, Z., Wang, W., Liu, X., Qi, S., Lan, D., Wang, Y. (2023). Effect of different degumming processes on the retention of bioactive components, acylglycerol and phospholipid composition of rapeseed oil. *Process Biochemistry*, 133, 190–199. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2023.08.019>
10. Adhami, K., Asadollahzadeh, H., Ghazizadeh, M. (2019). A novel process for simultaneous degumming and deacidification of Soybean, Canola and Sunflower oils by tetrabutylphosphonium phosphate ionic liquid. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 76, 245–250. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2019.03.048>
11. Garba, U., Singanusong, R., Jiamyangyuen, S., Thongsook, T. (2020). Extracting lecithin from water degumming by-products of rice bran oil and its physicochemical, antioxidant and emulsifying properties. *Food Bioscience*, 38, 100745. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100745>
12. Xie, M., Dunford, N. T. (2019). Fractionating of canola lecithin from acid degumming and its effect. *Food Chemistry*, 300, 125217. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125217>
13. More, N. S., Gogate, P. R. (2018). Intensified degumming of crude soybean oil using cavitation reactors. *Journal of Food Engineering*, 218, 33–43. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.08.029>
14. Zhang, L., Akhymetkan, S., Chen, J., Dong, Y., Gao, Y., Yu, X. (2022). Convenient method for the simultaneous production of high-quality fragrant rapeseed oil and recovery of phospholipids via electrolyte degumming. *LWT*, 155, 112947. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112947>
15. 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. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.219602>
16. Bliznjuk, O., Masalitina, N., Myronenko, L., Zhulinska, O., Denisenko, T., Nekrasov, S. et al. (2022). Determination of rational conditions for oil extraction from oil hydration waste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (6 (115)), 17–23. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.251034>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.299189
IDENTIFYING THE EFFECT OF POLYMER
COMPOSITION IN HOT MIX ASPHALT
MODIFICATION (p. 20–30)

Stella Junus

Hasanuddin University, amalanrea Indah, Kec. Tamalanrea,
Kota Makassar, Indonesia

Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6569-8469>

Ilyas Renreng

Hasanuddin University, amalanrea Indah, Kec. Tamalanrea,
Kota Makassar, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2224-5028>

Muhamad Syahid

Hasanuddin University, amalanrea Indah, Kec. Tamalanrea,
Kota Makassar, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8025-4542>

Azwar Hayat

Hasanuddin University, amalanrea Indah, Kec. Tamalanrea,
Kota Makassar, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9736-5628>

The effect of polymer composition on hot mix asphalt (HMA) is the primary focus of this research. The primary goal is to examine how temperature affects HMA's mechanical characteristics and performance, especially concerning polymer concentration. Polymer composition and modifications to HMA, including synthetic rubber and high-density polyethylene (HDPE), are the object of this research. Optimizing HMA polymer mix to improve durability, load-bearing capacity, and structural integrity is the study's key issue. The study also seeks to understand the intricate interaction between polymer concentration and HMA parameters, such as compressive strength, modulus, and stress. The research findings indicate that the maximum load of 68.169 kN was achieved with a mixture containing 5 % synthetic rubber at a temperature of 200 °C. The material exhibited stiffness and resistance to deformation, with an average crack size of 0.01 kN/mm² and a modulus value of 0.309 kN/mm². According to the Marshall function, the optimal blend consists of 5 % asphalt mixed at 175 °C. The results indicate that polymer mix considerably affects HMA's mechanical properties, particularly load-bearing capacity and deformation resistance. To optimize HMA performance, polymer content and temperature must be optimized. The results show that HMA with 5 % synthetic rubber under specified temperature settings has better mechanical qualities, including load-bearing capacity and stiffness. These findings help optimize polymer composition for HMA performance. These findings can be used to create more lasting and eco-friendly paving solutions. Road engineers and designers can extend asphalt pavement life and reduce environmental effects by adjusting the HMA polymer mix and temperature.

Keywords: hot mix asphalt, synthetic rubber, Marshall test, optimal asphalt content.

References

1. Caputo, P., Porto, M., Angelico, R., Loise, V., Calandra, P., Oliviero Rossi, C. (2020). Bitumen and asphalt concrete modified by nanometer-sized particles: Basic concepts, the state of the art and future perspectives of the nanoscale approach. *Advances in Colloid and Interface Science*, 285, 102283. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2020.102283>
2. Al-Gurah, E. R., Al-Humeidawi, B. H. (2023). Assessment of performance of hot mix asphalt contained various types of mineral fillers and newly polymer modified bitumen. *Materials Today: Proceedings*, 80, 3877–3886. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.07.406>
3. Menapace, I., Yiming, W., Masad, E. (2018). Effects of Environmental Factors on the Chemical Composition of Asphalt Bind-

- ers. *Energy & Fuels*, 33 (4), 2614–2624. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.8b03273>
4. Ekejiuba, A. I. B. (2021). Natural Petroleum: Chemistry and Valuable Products Fractions. *Inter- World Journal Of Science And Technology*, 4 (2), 300–337. Available at: https://www.researchgate.net/publication/350790219_Natural_Petroleum_Chemistry_and_Valuable_Products_Fractions
 5. Li, R., Xiao, F., Amirkhanian, S., You, Z., Huang, J. (2017). Developments of nano materials and technologies on asphalt materials – A review. *Construction and Building Materials*, 143, 633–648. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.03.158>
 6. Behnood, A., Modiri Gharehveran, M. (2019). Morphology, rheology, and physical properties of polymer-modified asphalt binders. *European Polymer Journal*, 112, 766–791. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2018.10.049>
 7. Sun, D., Lu, T., Xiao, F., Zhu, X., Sun, G. (2017). Formulation and aging resistance of modified bio-asphalt containing high percentage of waste cooking oil residues. *Journal of Cleaner Production*, 161, 1203–1214. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.155>
 8. Revelo, C. F., Correa, M., Aguilar, C., Colorado, H. A. (2021). Composite materials made of waste tires and polyurethane resin: A case study of flexible tiles successfully applied in industry. *Case Studies in Construction Materials*, 15, e00681. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00681>
 9. Al-Sabaeei, A., Yussof, N. I. Md., Napiah, M., Sutanto, M. (2019). A review of using natural rubber in the modification of bitumen and asphalt mixtures used for road construction. *Jurnal Teknologi*, 81 (6). <https://doi.org/10.11113/jt.v81i6.13487>
 10. Wu, X., Lu, C., Han, Y., Zhou, Z., Yuan, G., Zhang, X. (2016). Cellulose nanowhisker modulated 3D hierarchical conductive structure of carbon black/natural rubber nanocomposites for liquid and strain sensing application. *Composites Science and Technology*, 124, 44–51. <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2016.01.012>
 11. Gogoi, R., Biligiri, K. P., Das, N. C. (2015). Performance prediction analyses of styrene-butadiene rubber and crumb rubber materials in asphalt road applications. *Materials and Structures*, 49 (9), 3479–3493. <https://doi.org/10.1617/s11527-015-0733-0>
 12. Yu, H., Leng, Z., Zhou, Z., Shih, K., Xiao, F., Gao, Z. (2017). Optimization of preparation procedure of liquid warm mix additive modified asphalt rubber. *Journal of Cleaner Production*, 141, 336–345. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.043>
 13. Nciri, N., Kim, N., Cho, N. (2017). New insights into the effects of styrene-butadiene-styrene polymer modifier on the structure, properties, and performance of asphalt binder: The case of AP-5 asphalt and solvent deasphalting pitch. *Materials Chemistry and Physics*, 193, 477–495. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2017.03.014>
 14. Raza, A., Khan, I., Tufail, R., Frankovska, J., Mushtaq, M., Salmi, A. et al. (2022). Evaluation of Moisture Damage Potential in Hot Mix Asphalt Using Polymeric Aggregate Treatment. *Materials*, 15 (15), 5437. <https://doi.org/10.3390/ma15155437>
 15. Hossein Hamed, G., Ghalandari Shamami, K., Mazhari Pake-nari, M. (2020). Effect of ultra-high-molecular-weight polyethylene on the performance characteristics of hot mix asphalt. *Construction and Building Materials*, 258, 119729. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119729>
 16. Tahmoorian, F., Liyanapathirana, S., Yeaman, J., Egwurube, J. (2023). Performance of Hot-Mix Asphalt and Modified Binders Containing Polyethylene. *Journal of Transportation Engineering, Part B: Pavements*, 149 (1). <https://doi.org/10.1061/jpeodx.pveng-502>
 17. Wu, W., Cavalli, M. C., Jiang, W., Kringos, N. (2024). Differing perspectives on the use of high-content SBS polymer-modified bitumen. *Construction and Building Materials*, 411, 134433. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.134433>
 18. Masad, E., Roja, K. L., Rehman, A., Abdala, A. (2020). A review of asphalt modification using plastics: a focus on polyethylene. *Qatar*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36633.77920>
 19. Jitsangiam, P., Nusit, K., Teeratitayangkul, P., Ping Ong, G., Thienchai, C. (2023). Development of a modified Marshall mix design for Hot-mix asphalt concrete mixed with recycled plastic based on dry mixing processes. *Construction and Building Materials*, 404, 133127. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133127>
 20. Zhdaniuk, V., Volovyk, O., Kostin, D., Lisovin, S. (2021). An investigation of the effect of thermoplastic additives in asphalt concrete mixtures on the properties of different types of asphalt concrete. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (6 (110)), 61–70. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.227806>
 21. Aliha, M. R. M., Razmi, A., Mansourian, A. (2017). The influence of natural and synthetic fibers on low temperature mixed mode I + II fracture behavior of warm mix asphalt (WMA) materials. *Engineering Fracture Mechanics*, 182, 322–336. <https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2017.06.003>
 22. Kodur, V. (2014). Properties of Concrete at Elevated Temperatures. *ISRN Civil Engineering*, 2014, 1–15. <https://doi.org/10.1155/2014/468510>
 23. Wang, T., Xiao, F., Amirkhanian, S., Huang, W., Zheng, M. (2017). A review on low temperature performances of rubberized asphalt materials. *Construction and Building Materials*, 145, 483–505. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.04.031>
 24. Han, L., Zheng, M., Wang, C. (2016). Current status and development of terminal blend tyre rubber modified asphalt. *Construction and Building Materials*, 128, 399–409. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.10.080>
 25. Ruellan, B., Le Cam, J.-B., Jeanneau, I., Canévet, F., Mortier, F., Robin, E. (2019). Fatigue of natural rubber under different temperatures. *International Journal of Fatigue*, 124, 544–557. <https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2018.10.009>
 26. Fatemi, S., Zarei, M., Ziaee, S. A., Shad, R., Amir Saadatjoo, S., Tabasi, E. (2023). Low and intermediate temperatures fracture behavior of amorphous poly alpha olefin (APAO)-modified hot mix asphalt subjected to constant and variable temperatures. *Construction and Building Materials*, 364, 129840. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129840>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.302627

EVALUATION OF THE OPERATIONAL CURVE FOR HEAT STORAGE TECHNOLOGY USING N-OCTACOSANE/LOW-DENSITY AS A BINDING MATERIAL (p. 31–38)

Reza Abdu Rahman

Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8047-6716>

Sulistyo

Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3232-7871>

Mohamad Said Kartono Tony Suryo Utomo
Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6857-0857>

Robertus Dhimas Dhewangga Putra
Universitas Gadjah Mada, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8025-5916>

Heat storage technology has a critical role for a number of applications involving renewable thermal energy (such as solar water heater). The application of wax (n-octacosane/OCT) as a medium for storing heat brings many positive influences for the system. However, the operational curve is undesirable for the OCT-based energy storage, which makes it necessary to use a binding material. The present work employed LD-class polymer (LDPE) and linear-LDPE as binding materials for OCT. The mixture is prepared through mechanical hot stirring, which comes into two categories: SOCT₁ (OCT/LD) and SOCT₂ (OCT/LLD). The assessment through the calorimetry method shows an increment in transition temperature for SOCT with a value of 2.1 °C and 5.5 °C. This contributes to the variation of fusion energy for solid-liquid change for both materials, which amounted to 132.05 J/g (SOCT₁) and 113.4 J/g (SOCT₂). Another assessment related to its chemical and structural phase demonstrates that SOCT has an identical structure to OCT, indicating that SOCT is mixed physically. At the operational level, SOCT is more optimal than OCT according to the indicator related to charge and discharge duration for energy exchange. SOCT₁ demonstrates a short plateau line as the indication of a steady transition between 65.4–67.9 °C, while SOCT₂ indicates the average heating rate, which is higher than for single OCT. The heat releasing curve for SOCT₁ varies at a lower value between 1.92 °C/min and 0.77 °C/min, while SOCT₂ has the lowest variation, which is only 0.17 °C/min. Moreover, the self-insulation for SOCT₂ has the lowest rate, which is only 0.3 °C/min. The evaluation and analysis from this work show that SOCT is reliable to increase the operational curve of OCT and can be implemented for thermal systems.

Keywords: binding material, n-octacosane, operational energy, phase transition, energy storage.

References

- Mohammad Firman, L. O., Adji, R. B., Ismail, Rahman, R. A. (2023). Increasing the feasibility and storage property of cellulose-based biomass by forming shape-stabilized briquette with hydrophobic compound. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 8, 100443. <https://doi.org/10.1016/j.csee.2023.100443>
- Khademi, A., Darbandi, M., Schneider, G. E. (2020). Numerical Study to Optimize the Melting Process of Phase Change Material Coupled with Extra Fluid. *AIAA Scitech 2020 Forum*. <https://doi.org/10.2514/6.2020-1932>
- Suyitno, B. M., Rahman, R. A., Sukma, H., Rahmalina, D. (2022). The assessment of reflector material durability for concentrated solar power based on environment exposure and accelerated aging test. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (12 (120)), 22–29. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.265678>
- Favakeh, A., Khademi, A., Shafii, M. B. (2019). Experimental study of double solid phase change material in a cavity. *7th International Conference on Energy Research and Development, ICERD 2019*, 24–31.
- Abtahi Mehrjardi, S. A., Khademi, A., Fazli, M. (2024). Optimization of a thermal energy storage system enhanced with fins using generative adversarial networks method. *Thermal Science and Engineering Progress*, 49, 102471. <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2024.102471>
- Khademi, A., Mehrjardi, S. A. A., Said, Z., Chamkha, A. J. (2023). Heat Transfer Improvement in a Thermal Energy Storage System using Auxiliary Fluid Instead of Nano-PCM in an Inclined Enclosure: A Comparative Study. *Journal of Applied and Computational Mechanics*, 9 (2), 475–486. <https://doi.org/10.22055/jacm.2022.41867.3829>
- Zariatin, D. L., Suwandi, A. (2023). Advanced design of a small-scale mini gerotor pump in a high-temperature and high-viscosity fluid thermal system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (8 (121)), 30–39. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.272674>
- Khademi, A., Darbandi, M., Behshad Shafii, M., Schneider, G. (2019). Numerical Simulation of Phase Change Materials to Predict the Energy Storage Process Accurately. *AIAA Propulsion and Energy 2019 Forum*. <https://doi.org/10.2514/6.2019-4225>
- Khademi, A., Mehrjardi, S. A. A., Tiari, S., Mazaheri, K., Shafii, M. B. (2022). Thermal Efficiency Improvement of Brayton Cycle in the Presence of Phase Change Material. *Proceedings of the 9th International Conference on Fluid Flow, Heat and Mass Transfer (FFHMT'22)*. <https://doi.org/10.11159/ffhmt22.135>
- Favakeh, A., Khademi, A., Shafii, M. B. (2022). Experimental Investigation of the Melting Process of Immiscible Binary Phase Change Materials. *Heat Transfer Engineering*, 44 (2), 154–174. <https://doi.org/10.1080/01457632.2022.2034085>
- Rathore, P. K. S., Shukla, S. kumar. (2021). Improvement in thermal properties of PCM/Expanded vermiculite/expanded graphite shape stabilized composite PCM for building energy applications. *Renewable Energy*, 176, 295–304. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.05.068>
- He, M., Xie, D., Yin, L., Gong, K., Zhou, K. (2023). Influences of reduction temperature on energy storage performance of paraffin wax/graphene aerogel composite phase change materials. *Materials Today Communications*, 34, 105288. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2022.105288>
- Li, S., Wang, H., Gao, X., Niu, Z., Song, J. (2023). Design of corn straw/paraffin wax shape-stabilized phase change materials with excellent thermal buffering performance. *Journal of Energy Storage*, 57, 106217. <https://doi.org/10.1016/j.est.2022.106217>
- Zarrinjooy Alvar, M., Abdeali, G., Bahramian, A. R. (2022). Influence of graphite nano powder on ethylene propylene diene monomer/paraffin wax phase change material composite: Shape stability and thermal applications. *Journal of Energy Storage*, 52, 105065. <https://doi.org/10.1016/j.est.2022.105065>
- Rahmalina, D., Zada, A. R., Soefihandini, H., Ismail, I., Suyitno, B. M. (2023). Analysis of the thermal characteristics of the paraffin wax/high-density polyethylene (HDPE) composite as a form-stable phase change material (FSPCM) for thermal energy storage. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (6 (121)), 6–13. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.273437>
- Sciacovelli, A., Navarro, M. E., Jin, Y., Qiao, G., Zheng, L., Leng, G. et al. (2018). High density polyethylene (HDPE) – Graphite composite manufactured by extrusion: A novel way to fabricate

- phase change materials for thermal energy storage. *Particuology*, 40, 131–140. <https://doi.org/10.1016/j.partic.2017.11.011>
17. Abtahi Mehrjardi, S. A., Khademi, A., Said, Z., Ushak, S., Chamkha, A. J. (2023). Enhancing latent heat storage systems: The impact of PCM volumetric ratios on energy storage rates with auxiliary fluid assistance. *Energy Nexus*, 11, 100227. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2023.100227>
 18. Wang, H., Rao, Z., Li, L., Liao, S. (2023). A novel composite phase change material of high-density polyethylene/d-mannitol/expanded graphite for medium-temperature thermal energy storage: Characterization and thermal properties. *Journal of Energy Storage*, 60, 106603. <https://doi.org/10.1016/j.est.2022.106603>
 19. Harmen, Y., Chhiti, Y., Alaoui, F. E. M., Bentiss, F., Elkhouchi, M., Deshayes, L. et al. (2020). Storage efficiency of paraffin-LDPE-MWCNT phase change material for industrial building applications. 2020 5th International Conference on Renewable Energies for Developing Countries (REDEC). <https://doi.org/10.1109/redec49234.2020.9163856>
 20. Yu, Y., Qin, H., Ran, S., Song, J., Xia, W., Wang, S., Xiong, C. (2023). A Low-Density Polyethylene-Reinforced Ternary Phase-Change Composite with High Thermal Conductivity for Battery Thermal Management. *Energies*, 16 (9), 3838. <https://doi.org/10.3390/en16093838>
 21. Al-Gunaid, T., Sobolĭiak, P., Chriaa, I., Karkri, M., Mrlik, M., Ilĕiková, M. et al. (2023). Phase change materials designed from Tetra Pak waste and paraffin wax as unique thermal energy storage systems. *Journal of Energy Storage*, 64, 107173. <https://doi.org/10.1016/j.est.2023.107173>
 22. Zhao, J., Rui, Z., Hu, Z., Shangguan, Z., Yin, S., Peng, H. (2024). Flexible phase change materials based on hexagonal boron nitride (hBN) surface modification and styrene-butadiene-styrene (SBS)/low-density polyethylene (LDPE) crosslinking for battery thermal management applications. *Chemical Engineering Journal*, 485, 150110. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.150110>
 23. Patil, J. R., Mahanwar, P. A., Sundaramoorthy, E., Mundhe, G. S. (2023). A review of the thermal storage of phase change material, morphology, synthesis methods, characterization, and applications of microencapsulated phase change material. *Journal of Polymer Engineering*, 43 (4), 354–375. <https://doi.org/10.1515/polyeng-2022-0254>
 24. Wang, Z., Zhang, X., Xu, Y., Chen, G., Lin, F., Ding, H. (2021). Preparation and thermal properties of shape-stabilized composite phase change materials based on paraffin wax and carbon foam. *Polymer*, 237, 124361. <https://doi.org/10.1016/j.polymer.2021.124361>
 25. Firman, L. O. M., Rahmalina, D., Ismail, Rahman, R. A. (2023). Hybrid energy-temperature method (HETM): A low-cost apparatus and reliable method for estimating the thermal capacity of solid-liquid phase change material for heat storage system. *HardwareX*, 16, e00496. <https://doi.org/10.1016/j.ohx.2023.e00496>
 26. Suyitno, B. M., Anggrainy, R., Plamonia, N., Rahman, R. A. (2023). Preliminary characterization and thermal evaluation of a direct contact cascaded immiscible inorganic salt/high-density polyethylene as moderate temperature heat storage material. *Results in Materials*, 19, 100443. <https://doi.org/10.1016/j.rinma.2023.100443>
 27. Janghel, D., Karagadde, S., Saha, S. K. (2023). Measurement of shrinkage void and identification of solid-liquid phases in phase change materials: Ultrasound-based approach and simulated predictions. *Applied Thermal Engineering*, 223, 120048. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2023.120048>
 28. Wu, M. Q., Wu, S., Cai, Y. F., Wang, R. Z., Li, T. X. (2021). Form-stable phase change composites: Preparation, performance, and applications for thermal energy conversion, storage and management. *Energy Storage Materials*, 42, 380–417. <https://doi.org/10.1016/j.ensm.2021.07.019>
 29. Cui, W., Li, X., Li, X., Lu, L., Ma, T., Wang, Q. (2022). Combined effects of nanoparticles and ultrasonic field on thermal energy storage performance of phase change materials with metal foam. *Applied Energy*, 309, 118465. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.118465>
 30. Bastida, H., De la Cruz-Loredo, I., Ugalde-Loo, C. E. (2023). Effective estimation of the state-of-charge of latent heat thermal energy storage for heating and cooling systems using non-linear state observers. *Applied Energy*, 331, 120448. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.120448>
 31. Rahmalina, D., Adhitya, D. C., Rahman, R. A., Ismail, I. (2021). Improvement the performance of composite PCM paraffin-based incorporate with volcanic ash as heat storage for low-temperature application. *EUREKA: Physics and Engineering*, 1, 53–61. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2022.002055>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.299538

IDENTIFICATION OF THE LOW-RANK COALS THERMAL HEATING BEHAVIOR (p. 39–48)

Almagul Mergalimova

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University,
Astana, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5990-8182>

Alexandra Atyaksheva

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University,
Astana, Republic of Kazakhstan

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

Sultan Ybray

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University,
Astana, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5262-2149>

Nursultan Seitzhapparov

L.N. Gumilyov Eurasian National University,
Astana, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7624-1367>

In this study, the object of the research is low-rank coal during the process of thermal heating of five types: brown, high moisture brown, long-flame, coke weakly sintering and coke fusinite.

In the research, when conducting thermal and gas analysis in inert media, the problem of using low-rank coal in the thermal heating process to obtain volatile fuel gases was solved by identifying the quantitative and qualitative performance of its behavior. Quantitative indicators are determined as the mass of thermal destruction products: the mass of coal tar and gas products and semi-coke under optimal temperature conditions of their maximum release. Qualitative indicators of coal behavior are components of thermal decomposition products. It is revealed that the behavior of low-rank coals in the process of thermal heating is determined by the degree of metamorphism. In this case, long-flame and brown coals have a lower release of volatile fuel gases

than coke weakly sintering and coke fusinite coals due to a lower degree of metamorphism and greater degrees of thermal oxidation and dehydration.

Thermal decomposition component ranges consisting of polyaromatic fragments (HCN, C₆H₁₂, C₄H₅N), greenhouse gases (CH₄ and CO₂), toxic gases (H₂S and NH₃) and synthesis gases (CO and H₂) have the highest share of release. Optimal temperature conditions and ranges for the release of low molecular weight gases used as high calorific volatile fuel gases are obtained.

The results can be used in the design, optimization and construction of thermal heating equipment, correction of gasification and pyrolysis processes. Moreover, they can be applied in localized coal tar spots minimization technologies and for designing targeted gases extraction.

Keywords: coal, thermal heating, temperature, decomposition, volatile fuel gases, energy efficiency.

References

- Aisyah, L., Rulianto, D., Wibowo, C. S. (2015). Analysis of the Effect of Preheating System to Improve Efficiency in LPG-fuelled Small Industrial Burner. *Energy Procedia*, 65, 180–185. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.01.055>
- Woźniak, G., Longwic, R., Szydło, K., Kryłowicz, A., Kryłowicz, J., Juszcak, R. (2018). The efficiency of the process of coal gasification in the presence of hydrogen. *E3S Web of Conferences*, 46, 00030. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184600030>
- Hoya, R., Fushimi, C. (2017). Thermal efficiency of advanced integrated coal gasification combined cycle power generation systems with low-temperature gasifier, gas cleaning and CO₂ capturing units. *Fuel Processing Technology*, 164, 80–91. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2017.04.014>
- Global coal production slumps in 2020, yet looks to increase in 2021. International energy agency. Available at: <https://www.iea.org/reports/coal-2020/supply>
- Liu, H., Zhang, K. (2021). Mechanism Exploration and application on Improving Coal Permeability by Heat Treating. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 861 (6), 062076. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/861/6/062076>
- Zhang, L., Wang, G., Xue, Q., Zuo, H., She, X., Wang, J. (2021). Effect of preheating on coking coal and metallurgical coke properties: A review. *Fuel Processing Technology*, 221, 106942. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2021.106942>
- Guo, X., Xiao, Y., Zhao, L., Shi, L., Xue, X., Li, X., Liu, Z. (2021). Combustion behaviors of various coals and chars: From covalent bonds' and radicals' perspective. *Fuel*, 297, 120749. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.120749>
- Li, X., Zeng, Q. (2022). HRTEM analysis of the aggregate structure and ultrafine microporous characteristics of Xinjiang Zhundong coal under heat treatment. *Scientific Reports*, 12 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09113-z>
- Zhang, J., Zhu, J., Liu, J. (2023). Experimental Studies on Preheating Combustion Characteristics of Low-Rank Coal with Different Particle Sizes and Kinetic Simulation of Nitrogen Oxide. *Energies*, 16 (20), 7078. <https://doi.org/10.3390/en16207078>
- Zhu, G., Xu, L., Wang, S., Niu, F., Li, T., Hui, S., Niu, Y. (2024). Synergistic reduction on PM and NO source emissions during preheating-combustion of pulverized coal. *Fuel*, 361, 130699. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.130699>
- Baubek, A., Atyaksheva, A., Zhumagulov, M., Kartjanov, N., Plotnikova, I., Chicherina, N. (2021). Complex Studies of the Innovative Vortex Burner Device with Optimization of Design. *Studies in Systems, Decision and Control*, 139–153. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68103-6_13
- Kukharets, S., Tsyvenkova, N., Yaroslav, Y., Grabar, I., Holubenko, A. (2018). The results of study into the effect of airsteam blast on the lowgrade fuel gasification process. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (8 (96)), 86–96. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.147545>
- Mergalimova, A., Ongar, B., Georgiev, A., Kalieva, K., Abitayeva, R., Bissenbayev, P. (2021). Parameters of heat treatment of coal to obtain combustible volatile substances. *Energy*, 224, 120088. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120088>
- Atyaksheva, A. V., Atyaksheva, A. D., Ryvkina, N. V., Yermekov, M. T., Rozhkova, O. V., Smagulov, A. S. (2022). Effectiveness analysis of Maikuben brown coal combustion in the heating boiler “Kamkor-300.” *Journal of Physics: Conference Series*, 2211 (1), 012003. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2211/1/012003>
- ISO 7404-5. Methods for the petrographic analysis of coals – Part 5: Method of determining microscopically the reflectance of vitrinite. Available at: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/42832/c2926e-4841384667987b347a9257cf0f/ISO-7404-5-2009.pdf>
- ISO 11722. Solid mineral fuels – Hard coal – Determination of moisture in the general analysis test sample by drying in nitrogen. Available at: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/62610/8c78a84a373d499483d1e1881597bc80/ISO-11722-2013.pdf>
- ISO 1171. Solid mineral fuels – Determination of ash. Available at: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/55944/eea836eac-c03443982645044ee1082a4/ISO-1171-2010.pdf>
- ISO 334. Coal and coke – Determination of total sulfur – Eschka method. Available at: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/79738/c9442640ff044268a9079c42b138803e/ISO-334-2020.pdf>
- ISO 625. Solid mineral fuels – Determination of carbon and hydrogen – Liebig method. Available at: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/4746/b111e919a77f473f9d9678f3d457f8fc/ISO-625-1996.pdf>

DOI 10.15587/1729-4061.2024.303030

DETERMINATION OF THE POSSIBILITY OF THE SYNTHESIS OF ZN-AL LAYERED DOUBLE HYDROXIDES, INTERCALATED WITH PEROXYANIONS, AS A PERSPECTIVE SOLID DISINFECTANT (p. 49–55)

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>

Volodymyr Verbitskiy

Dragomanov Ukrainian State University, Kyiv, Ukraine

National Ecology and Nature Center, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7045-8293>

Volodymyr Medianyuk

Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5403-5338>

Viktoriia Stoliarenko

Kryvyi Rih State Pedagogical University, Kryvyi Rih, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4665-5710>

Yuriy Pepa

State University of Information and Communication Technologies,
 Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2073-1364>

Serhii Simchenko

State University of Information and Communication Technologies,
 Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5280-7564>

Viktor Ved

Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro,
 Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2391-6463>

Sheikh Ahmad Izaddin Sheikh Mohd Ghazali

School of Chemistry and Environment
 Universiti Teknologi MARA (UiTM), Negeri Sembilan, Malaysia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7176-6711>

Infectious diseases in the modern world pose a significant threat to humanity in the form of epidemics and pandemics. To prevent and combat them, it is necessary to carry out antiseptic and disinfectant treatments of various environments, household and industrial surfaces, as well as wounds of various origins. Double-layer hydroxides intercalated with peroxyanions as active oxygen compounds are promising materials for this.

In order to determine the possibility of obtaining Zn-Al double-layer hydroxide intercalated with peroxy-lactic acid anions, samples were synthesized by the method of chemical co-precipitation in the presence of peroxy-lactic acid at controlled pH (8, 10) and $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$. The properties of the synthesized samples were investigated. The content of active oxygen (in terms of H_2O_2) was determined by the method of iodometric titration with the calculation of the percentage of hydrogen peroxide that was intercalated in double layered hydroxides, remained in the mother solution or was lost. The crystal structure was studied by X-ray phase analysis, the yield of samples was determined gravimetrically, and sedimentation was determined by measuring and normalizing the thickness of the sediment layer.

It was found that the samples synthesized at pH=8 and 10 are biphasic and consist of an oxide phase and a double-layer hydroxide phase. The determined content of active oxygen (in terms of H_2O_2) in the samples synthesized at pH=8 (0.533 %) and at pH=10 (0.876 %) confirms the success of the synthesis of Zn-Al-peroxy-lactate double layered hydroxides. Synthesis at elevated pH is promising. A low percentage of H_2O_2 intercalation was revealed – 4.03–6.54 %, the majority of hydrogen peroxide (82.36–94.44 %) remains in the mother solution.

The yield of the synthesized samples was determined to be 61.9 % and 79.5 % at synthesis pH of 10 and 8, respectively. The sedimentation properties of the samples were studied and their improvement was shown when the pH of the synthesis was increased

Keywords: Zn–Al double-layer hydroxide, peroxy-lactic acid, solid disinfectant, intercalation, chemical coprecipitation.

References

- McDonnell, G., Russell, A. D. (1999). Antiseptics and Disinfectants: Activity, Action, and Resistance. *Clinical Microbiology Reviews*, 12 (1), 147–179. <https://doi.org/10.1128/cmr.12.1.147>
- Kitis, M. (2004). Disinfection of wastewater with peracetic acid: a review. *Environment International*, 30 (1), 47–55. [https://doi.org/10.1016/s0160-4120\(03\)00147-8](https://doi.org/10.1016/s0160-4120(03)00147-8)
- Vimont, A., Fliss, I., Jean, J. (2014). Study of the Virucidal Potential of Organic Peroxyacids Against Norovirus on Food-Contact Surfaces. *Food and Environmental Virology*, 7 (1), 49–57. <https://doi.org/10.1007/s12560-014-9174-0>
- Kovalenko, V., Kotok, V., Murashevych, B. (2023). Layered Double Hydroxides as the Unique Product of Target Ionic Construction for Energy, Chemical, Foods, Cosmetics, Medicine and Ecology Applications. *The Chemical Record*, 24 (2). <https://doi.org/10.1002/tcr.202300260>
- 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. <https://doi.org/10.1021/ie9012612>
- 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. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155738>
- Kotok, V., Kovalenko, V. (2018). A study of the effect of tungstate ions on the electrochromic properties of Ni(OH)₂ films. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (12 (95)), 18–24. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.145223>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.04.012>
- Kovalenko, V., Kotok, V., Yeroshkina, A., Zaychuk, A. (2017). Synthesis and characterisation of dyeintercalated nickelaluminium layered-double hydroxide as a cosmetic pigment. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (12 (89)), 27–33. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.109814>
- Darmograi, G., Prelot, B., Layrac, G., Tichit, D., Martin-Gassin, G., Salles, E., 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. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.5b05510>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2006.07.094>
- Nalawade, P., Aware, B., Kadam, V. J., Hirlekar, R. S. (2009). Layered double hydroxides: A review. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 68 (4), 267–272.
- Delhoyo, C. (2007). Layered double hydroxides and human health: An overvie. *Applied Clay Science*, 36 (1-3), 103–121. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2006.06.010>

14. Demkina, E. V., Ilicheva, E. A., El-Registan, G. I., Pankratov, T. A., Yushina, Y. K., Semenova, A. A., Nikolaev, Y. A. (2023). New Approach to Improving the Efficiency of Disinfectants against Biofilms. *Coatings*, 13 (3), 582. <https://doi.org/10.3390/coatings13030582>
15. Rüschen, Klaas, M., Steffens, K., Patett, N. (2002). Biocatalytic peroxy acid formation for disinfection. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, 19-20, 499–505. [https://doi.org/10.1016/s1381-1177\(02\)00204-7](https://doi.org/10.1016/s1381-1177(02)00204-7)
16. Hu, M., Lei, L. (2006). Effects of particle size on the electrochemical performances of a layered double hydroxide, [Ni₄Al(OH)₁₀]NO₃. *Journal of Solid State Electrochemistry*, 11 (6), 847–852. <https://doi.org/10.1007/s10008-006-0231-y>
17. Solovov, V. A., Nikolenko, N. V., Kovalenko, V. L., Kotok, V. A., Burkov, A. A., Kondrat'ev, D. A. et. al. (2018). Synthesis of Ni(II)-Ti(IV) Layered Double Hydroxides Using Coprecipitation At High Supersaturation Method. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13 (24), 9652–9656.
18. 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. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2006.05.026>
19. Saikia, H., Ganguli, J. N. (2012). Intercalation of Azo Dyes in Ni-Al Layered Double Hydroxides. *Asian Journal of Chemistry*, 24 (12), 5909–5913.
20. 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. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13 (9), 3076–3086.

АНОТАЦІЇ
TECHNOLOGY ORGANIC AND INORGANIC SUBSTANCES

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.301843

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЦЕЛЮЛОЗО- І ЛІПІДОВІСНИХ СКЛАДОВИХ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЕКСТРУДАТУ (с. 6–13)**І. П. Петік, О. А. Литвиненко, С. В. Станкевич, І. В. Забродіна, М. С. Пономарьова, О. В. Котляр, Р. В. Ключко, О. І. Мигаленко, Т. В. Підпала, Г. А. Данильчук**

Досліджено вплив целюлозо- і ліпідовісних складових на технологічні показники екструдованої суміші на основі білок- та крохмалевмісної сировини на технологічні показники екструдату. Обґрунтовано використання складових, що модифікують такі технологічні показники екструдованої суміші як водостійкість і набухання. Запропоновано використовувати лушпиння соняшнику та фосфатидний концентрат соняшниковий як модифікуючі добавки до суміші для екструдування. Встановлено раціональне співвідношення вказаних складових в екструдаті для отримання показників водостійкості в межах 220...300 хв. і набухаємості в межах 100...120 %. Це є важливим аспектом розширення асортименту екструдованої продукції з відходів олієжирових виробництв і отриманням високоякісної конкурентоспроможної продукції.

Об'єктом дослідження є залежності водостійкості і набухання екструдованої суміші від вмісту модифікуючих добавок. Їх раціональне співвідношення в екструдаті становить: лушпиння соняшнику – 6,0 %; фосфатидний концентрат соняшниковий – 5,0 %. Вироблений зразок екструдату за показниками хімічного складу та технологічними показниками відповідає комерційному корму для риб, а також має в 4 рази нижчу вартість. Особливістю отриманих результатів є можливість регулювання водостійкості, набухання та пористості екструдату на основі білок- та крохмалевмісної сировини в залежності від співвідношення целюлозо- та ліпідовісних модифікуючих добавок. Це дозволяє змінювати технологічні показники готового продукту в залежності від хімічного складу суміші сировинних компонентів згідно вимог споживача. Результати проведених досліджень доводять, що целюлозо- і ліпідовісні вторинні продукти виробництв можна успішно перетворити в нові конкурентоздатні товари.

Ключові слова: рослинний екструдат, целюлозовісний складовий, ліпідовісний складовий, лушпиння соняшнику, фосфатидний концентрат соняшниковий.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.301418

РОЗРОБКА УМОВ ОТРИМАННЯ ОЛІЇ З ВІДХОДІВ ГІДРАТАЦІЇ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ (с. 14–19)**Д. І. Савельєв, В. Б. Ротар, М. М. Кравцов, О. І. Петрова, А. В. Зюзько, Н. П. Шевчук, С. В. Вельма, А. О. Розуменко, В. М. Деменко, Т. В. Самченко**

Об'єктом дослідження є процес обробки концентрату фосфатидного соняшникового з використанням розчину натрій хлориду.

Гідратація є стадією рафінації олій. Відходом процесу є фосфатидний концентрат, утилізація якого становить небезпеку для навколишнього середовища. Концентрат містить цінні компоненти – олію та фосфатиди. Важливим завданням є розділення цих компонентів для ефективного використання у різних галузях промисловості.

Досліджено процес вилучення олії з концентрату фосфатидного шляхом гідратації у присутності розчину натрій хлориду. Встановлено вплив умов обробки концентрату на вихід олії.

Використано зразок концентрату за СОУ 15.4-37-212:2004 (CAS 3436-44-0): масова частка вологи та летких речовин – 2,8 %, масова частка фосфатидів – 41,5 %. Концентрат піддавали обробці розчином натрій хлориду концентрацією (5–20) %. Тривалість гідратації складала 25 хв., температура 45 °С, масове співвідношення розчину натрій хлориду до концентрату 1:1.

Встановлено умови обробки концентрату: концентрація розчину натрій хлориду 15 %, тривалість відстоювання – 5 год. При цьому вихід олії склав 86,9 %.

Визначено показники вилученої олії: кислотне число 2,8 мг КОН/г, пероксидне число 3,2 ½ О ммоль/кг, масова частка вологи та летких речовин 0,12 %. За цими показниками вилучена олія відповідає олії соняшниковій нерафінованій невимороженій першого ґатунку за ДСТУ 4492. Масова частка фосфоровмісних речовин в перерахунку на стеароолеолецитин складала 1,7 %, що дещо перевищує стандартне значення.

Результати досліджень дозволяють переробляти відходи гідратації та отримувати олію, яка є сировиною для продукції багатьох галузей промисловості. Це сприятиме вирішенню проблеми утилізації небезпечних для довкілля відходів та покращення стану навколишнього середовища.

Ключові слова: відходи олійножирової галузі, концентрат фосфатидний, натрій хлорид, раціональні умови гідратації.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.299189**ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПОЛІМЕРНОЇ КОМПОЗИЦІЇ ПРИ МОДИФІКАЦІЇ ГАРЯЧОЇ АСФАЛЬТОВОЇ СУМІШІ (с. 20–30)****Stella Junus, Ilyas Renreng, Muhamad Syahid, Azwar Hayat**

У дослідженні основна увага приділяється впливу полімерної композиції на гарячу асфальтову суміш (НМА). Основною метою є дослідження впливу температури на механічні та експлуатаційні характеристики НМА, особливо щодо концентрації полімеру. Об'єктом дослідження є полімерна композиція та модифікації НМА, включаючи синтетичний каучук та поліетилен високої щільності (HDPE). Ключовим завданням дослідження є оптимізація полімерної суміші НМА для підвищення довговічності, несучої здатності та структурної цілісності. Дослідження також спрямоване на розуміння складного взаємозв'язку між концентрацією полімеру та параметрами НМА, такими як міцність на стиск, модуль пружності та напруження. Результати досліджень показують, що максимальне навантаження в 68,169 кН було досягнуто при використанні суміші, що містить 5 % синтетичного каучуку, за температури 200 °С. Матеріал продемонстрував жорсткість та стійкість до деформації із середнім розміром тріщин 0,01 кН/мм² та значенням модуля пружності 0,309 кН/мм². Згідно з функцією Маршалла, оптимальна суміш складається з 5 % асфальту, змішаного за температури 175 °С. Результати показують, що полімерна суміш істотно впливає на механічні властивості НМА, зокрема на несучу здатність та опір деформації. Для оптимізації експлуатаційних характеристик НМА необхідна оптимізація вмісту полімеру і температури. Результати показали, що НМА, що містить 5 % синтетичного каучуку, при певних температурних режимах має кращі механічні властивості, включаючи несучу здатність і жорсткість. Ці результати дозволяють оптимізувати полімерну композицію для забезпечення експлуатаційних характеристик НМА. Дані результати можуть бути використані для створення більш довговічних та екологічних дорожніх покриттів. Дорожні інженери та проєктувальники можуть продовжити термін служби асфальтового покриття та зменшити вплив на навколишнє середовище шляхом регулювання складу полімерної суміші НМА та температури.

Ключові слова: гаряча асфальтова суміш, синтетичний каучук, випробування за Маршаллом, оптимальний вміст асфальту.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.302627**ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГІЇ АКУМУЛЮВАННЯ ТЕПЛА З ВИКОРИСТАННЯМ Н-ОКТАКОЗАНУ/ПОЛІМЕРУ НИЗЬКОЇ ЩІЛЬНОСТІ В ЯКОСТІ ЗВ'ЯЗУЮЧОГО МАТЕРІАЛУ (с. 31–38)****Reza Abdu Rahman, Sulisty, Mohamad Said Kartono Tony Suryo Utomo, Robertus Dhimas Dhewangga Putra**

Технологія акумулювання тепла відіграє важливу роль у ряді застосувань, пов'язаних з використанням поновлюваних джерел теплової енергії (такі як сонячні водонагрівачі). Застосування воску (н-октакозану/ОСТ) в якості теплоакуючого середовища має великий позитивний вплив на систему. Однак експлуатаційні характеристики накопичувачів енергії на основі ОСТ несприятливі, що робить необхідним використання зв'язуючого матеріалу. У роботі в якості зв'язуючих матеріалів для ОСТ використовувалися полімери класу LD (LDPE) і лінійні LDPE. Суміш готується шляхом механічного гарячого перемішування та поділяється на дві категорії: SOCT₁ (ОСТ/LD) та SOCT₂ (ОСТ/LLD). Оцінка методом калориметрії показує збільшення температури переходу для SOCT на 2,1 °С та 5,5 °С. Це сприяє зміні значення енергії плавлення при переході з твердого стану в рідкий для обох матеріалів, що склало 132,05 Дж/г (SOCT₁) та 113,4 Дж/г (SOCT₂). Інша оцінка, пов'язана з хімічною та структурною фазою, показує, що SOCT має ідентичну структуру з ОСТ, що вказує на фізичне змішування SOCT. На експлуатаційному рівні SOCT оптимальний в порівнянні з ОСТ за показником тривалості заряду та розряду для енергообміну. SOCT₁ демонструє коротку лінію плато, що вказує на стійкий перехід між 65,4–67,9 °С, тоді як SOCT₂ показує середню швидкість нагріву, яка є вищою, ніж для одинарного ОСТ. Крива тепловиділення для SOCT₁ змінюється з нижчим значенням від 1,92 °С/хв до 0,77 °С/хв, тоді як SOCT₂ має найменше значення зміни лише 0,17 °С/хв. Оцінка та аналіз, проведені у даній роботі, показують, що SOCT дозволяє підвищити експлуатаційні характеристики ОСТ і може бути застосований для теплових систем.

Ключові слова: зв'язуючий матеріал, н-октакозан, робоча енергія, фазовий перехід, акумулювання енергії.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.299538**ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМІЧНОГО НАГРІВУ НИЗЬКОСОРТНОГО ВУГІЛЛЯ (с. 39–48)****Almagul Mergalimova, Alexandra Atyaksheva, Sultan Ybray, Nursultan Seitzhapparov**

У роботі об'єктом дослідження є низькосортне вугілля в процесі термічного нагріву п'яти типів: буре, високовологе буре, довгополум'яне, коксове слабоспикне та коксове фіюзинітове.

У ході дослідження при проведенні термогазового аналізу в інертних середовищах було вирішено проблему використання низькосортного вугілля в процесі термічного нагріву для отримання летких паливних газів шляхом визначення кількісних та якісних показників його поведінки. Кількісні показники визначаються як маса продуктів термічної деструкції: маса продуктів з кам'яновугільної смоли, газових продуктів та напівкоксу при оптимальних температурних умовах їх максимального виділення. Якісними показника-

ми поведінки вугілля є компоненти продуктів термічного розкладання. Виявлено, що поведінка низькосортного вугілля у процесі термічного нагріву визначається ступенем метаморфізму. При цьому довгополум'яне і буре вугілля має менше виділення легких паливних газів, ніж коксове слабоспільне та коксове фізунітове вугілля, внаслідок більш низького ступеня метаморфізму і більшого ступеня термічного окислення та дегідратації.

Найбільшу частку виділення мають групи компонентів термічного розкладання, що складаються з поліароматичних фрагментів (HCN, C₆H₁₂, C₄H₅N), парникових газів (CH₄ та CO₂), токсичних газів (H₂S та NH₃) і синтез-газів (CO та H₂). Отримано оптимальні температурні умови та діапазони виділення низькомолекулярних газів, що використовуються в якості висококалорійних легких паливних газів.

Отримані результати можуть бути використані при проектуванні, оптимізації та виготовленні теплового обладнання, коригування процесів газифікації та піролізу. Крім того, вони можуть бути застосовані в технологіях мінімізації локалізованих плям кам'яновугільної смоли та для розробки вилучення цільових газів.

Ключові слова: вугілля, термічний нагрів, температура, розкладання, легкі паливні гази, енергоефективність.

DOI 10.15587/1729-4061.2024.303030

ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОСТІ СИНТЕЗУ Zn-Al ПОДВІЙНО-ШАРУВАТИХ ГІДРОКСИДІВ, ІНТЕРКАЛЬОВАНИХ ПЕРОКСОАНІОНАМИ, ЯК ПЕРСПЕКТИВНИХ ТВЕРДИХ ДЕЗІНФЕКТАНТІВ

В. Л. Коваленко, А. Ю. Борисенко, В. А. Коток, В. В. Вербицький, В. Ю. Медяник, В. Г. Столяренко, Ю. В. Пена, С. В. Сімченко, В. В. Ведь, S. A. I. S. M. Ghazali

Інфекційні захворювання в сучасному світі несуть суттєву загрозу людству у вигляді епідемій та пандемій. Для їх попередження та боротьби з ними необхідно проведення антисептичних та дезінфекційних обробок різних середовищ, побутових та промислових поверхонь, а також ран різного походження. Перспективними матеріалами для цього є подвійно-шарові гідроксиди, інтеркальовані пероксианіонами як сполуками активного кисню.

В роботі для визначення можливості отримання Zn-Al подвійно-шарового гідроксиду, інтеркальованого аніонами пероксимолочної кислоти, проведено синтез зразків методом хімічного співосадження в присутності пероксимолочної кислоти при контрольованому рН (8, 10) та t=20 °C. Досліджено властивості синтезованих зразків. Вміст активного кисню (в перерахунку на H₂O₂) визначався методом йодометричного титрування з розрахунком відсотків перекису водню, які були інтеркальовані в ПШГ, залишилися в матковому розчині або були втрачені. Кристалічна структура вивчена методом рентенофазового аналізу, вихід зразків визначено гравіметрично, седиментація – шляхом вимірюванням та нормалізації товщини шару осаду.

Виявлено, що зразки, синтезовані при рН=8 та 10 є біфазними та складаються із оксидної фази та фази подвійно-шарового гідроксиду. Визначений вміст активного кисню (в перерахунку на H₂O₂) в зразках, синтезованих при рН=8 (0,533 %) та при рН=10 (0,876 %) підтверджує успішність синтезу Zn-Al-пероксилактатних ПШГ. Перспективним є синтез при підвищеному рН. Виявлено невисокий відсоток інтеркаляції H₂O₂ – 4,03-6,54 %, переважна кількість перекису водню (82,36–94,44 %) залишається в матковому розчині.

Визначена величина виходу синтезованих зразків – 61,9 % та 79,5 % при рН синтезу 10 та 8 відповідно. Вивчені седиментаційні властивості зразків та показано їх покращення при підвищенні рН синтезу.

Ключові слова: Zn–Al подвійно-шаровий гідроксид, пероксимолочна кислота, твердий дезінфектант, інтеркаляція, хімічне співосадження.