

ABSTRACT AND REFERENCES

TECHNOLOGY ORGANIC AND INORGANIC SUBSTANCES

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.308907

IDENTIFICATION OF THE OXIDATION AND HYDROLYSIS PRODUCTS CONTENT INFLUENCE ON THE RAPESEED OIL OXIDATION INDUCTION PERIOD (p. 6–13)

Serhii StankevychState Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8300-2591>**Kostiantyn Gorbunov**National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”,
Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0078-6520>**Inna Zabrodina**State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8122-9250>**Mykola Popov**Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University,
Kremenchuk, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0925-5224>**Viktoriiia Kalyna**Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3061-3313>**Tetiana Novozhylova**National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”,
Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2551-6954>**Tetiana Falalicieva**National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”,
Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0021-4917>**Tetiana Ovsianikova**National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”,
Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4916-7189>**Maryna Ponomarova**State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8463-821X>**Andrii Zolotarov**Institute of Animal Husbandry NAAS, Kharkiv, Ukraine,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5532-3988>

The object of the study is the dependence of the induction period of rapeseed oil on the content of oxidation and hydrolysis products. A feature of the work is determining the approximation dependence of the induction period of accelerated oxidation of refined rapeseed oil on the content of primary oxidation products and free fatty acids. This is useful when predicting the shelf life of refined rapeseed oil. It was determined that both factors negatively affect the oxidation stability of refined rapeseed oil. An increase in the peroxide value decreases the induction period of model oil samples by 32.8512 units for each additional mmol $\frac{1}{2}$ O/kg. In turn, increasing the acid value of oil samples reduces the induction period by 19.8424 units for each additional mg KOH/g. Different oxidation dynamics of model samples of refined rapeseed oil

with tocopherol were revealed, depending on the concentration of primary oxidation and hydrolysis products. The obtained data are explained by the fact that the primary lipid oxidation products are unstable and quickly decompose to form free radicals. These radicals initiate further lipid oxidation, resulting in reduced oil quality. In addition, free fatty acids are more reactive than triglycerides and are more easily oxidized. A feature of the obtained results is the possibility of modeling processes that affect the oxidation stability of refined rapeseed oil. From a practical point of view, the research results allow initiating measures to maintain the safety of oil-containing food products based on refined rapeseed oil. An applied aspect of using the scientific results is the possibility of rationalizing the storage conditions of refined rapeseed oil to maximize its shelf life and increase competitiveness.

Keywords: refined rapeseed oil, primary oxidation products, free fatty acids, accelerated oxidation.

References

- Boldyryev, S., Khussanov, A., Gorbunov, K., Gorbunova, O. (2019). Sustainability improvement of Kazakh chemical industry via process integration: A case study of calcium chloride production. *Chemical Engineering Transactions*, 76, 1231–1236. <https://doi.org/10.3303/CET1976206>
- Ved, V., Ponomarenko, H., Ponomarenko, Y., Gorbunov, K. (2021). A Modified Scheffe's Simplex Lattice Design Method in Development of Ceramic Carriers for Catalytic Neutralizers of Gas Emissions. *Chemistry Journal of Moldova*, 16 (1), 79–87. <https://doi.org/10.19261/cjm.2021.779>
- Abad, A., Shahidi, F. (2021). Fatty acid, triacylglycerol and minor component profiles affect oxidative stability of camelina and sophia seed oils. *Food Bioscience*, 40, 100849. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100849>
- Ali, M. A., Nargis, A., Othman, N. H., Noor, A. F., Sadik, G., Hossein, J. (2017). Oxidation stability and compositional characteristics of oils from microwave roasted pumpkin seeds during thermal oxidation. *International Journal of Food Properties*, 20 (11), 2569–2580. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1244544>
- Belinska, A., Bliznjuk, O., Masalitina, N., Bielykh, I., Zviahintseva, O., Gontar, T. et al. (2023). Development of biotechnologically transesterified three-component fat systems stable to oxidation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (6 (125)), 21–28. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.287326>
- Wang, D., Xiao, H., Lyu, X., Chen, H., Wei, F. (2023). Lipid oxidation in food science and nutritional health: A comprehensive review. *Oil Crop Science*, 8 (1), 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.oesci.2023.02.002>
- Yuan, L., Xu, Z., Tan, C.-P., Liu, Y., Xu, Y.-J. (2021). Biohazard and dynamic features of different polar compounds in vegetable oil during thermal oxidation. *LWT*, 146, 111450. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111450>
- Ma, G., Wang, Y., Li, Y., Zhang, L., Gao, Y., Li, Q., Yu, X. (2023). Antioxidant properties of lipid concomitants in edible oils: A review. *Food Chemistry*, 422, 136219. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136219>

9. Maszewska, M., Florowska, A., Dłużewska, E., Wroniak, M., Marciniak-Lukasiak, K., Żbikowska, A. (2018). Oxidative Stability of Selected Edible Oils. *Molecules*, 23 (7), 1746. <https://doi.org/10.3390/molecules23071746>
10. Jiang, L., Wu, W., Wu, S., Wu, J., Zhang, Y., Liao, L. (2024). Effect of different pretreatment techniques on quality characteristics, chemical composition, antioxidant capacity and flavor of cold-pressed rapeseed oil. *LWT*, 201, 116157. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116157>
11. 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>
12. Arabsorkhi, B., Pourabdollah, E., Mashadi, M. (2023). Investigating the effect of replacing the antioxidants Ascorbyl palmitate and tocopherol instead of TBHQ on the shelf life of sunflower oil using temperature accelerated method. *Food Chemistry Advances*, 2, 100246. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100246>
13. Ayu, D. F., Andarwulan, N., Hariyadi, P., Purnomo, E. H. (2016). Effect of tocopherols, tocotrienols, β -carotene, and chlorophyll on the photo-oxidative stability of red palm oil. *Food Science and Biotechnology*, 25 (2), 401–407. <https://doi.org/10.1007/s10068-016-0055-1>
14. Gulsen, K., Cakmak-Arslan, G. (2023). Evaluation of the antioxidant effect of propolis on thermal oxidation of sunflower oil using ATR-MIR spectroscopy. *Chemical Papers*, 77 (10), 5733–5750. <https://doi.org/10.1007/s11696-023-02893-2>
15. Lehnert, S., Dubinina, A., Deynichenko, G., Khomenko, O., Haponceva, O., Antonyuk, I. et al. (2018). The study of influence of natural antioxidants on quality of peanut and linseed oil blends during their storage. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (11 (93)), 44–50. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.133433>
16. Petik, P., Stankevych, S., Zabrodina, I., Zhulinska, O., Mezentseva, I., Haliasnyi, I. et al. (2023). Determination of fat-soluble dyes influence on the oxidation induction period of their oil solutions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (6 (123)), 13–21. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.279619>
17. Almeida, E. S., Carmona, P. O., Mendonça, S., Dias, A. C. B., Castellón, E. R., Cecilia, J. A. et al. (2024). The role of carotenes in preventing oxidation during palm oil processing: Adsorption studies. *Industrial Crops and Products*, 216, 118691. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.118691>
18. Safarzadeh Markhali, F., Teixeira, J. A. (2024). Stability of target polyphenols of leaf-added virgin olive oil under different storage conditions over time. *Sustainable Food Technology*, 2 (3), 780–789. <https://doi.org/10.1039/d4fb00068d>
19. Ali, M. A., Chew, S. C., Majid, F. A. A. (2022). Contribution of endogenous minor components in the oxidative stability of rice bran oil. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17 (1), 187–210. <https://doi.org/10.1007/s11694-022-01602-z>
20. Maghsoudlou, E., Raftani Amiri, Z., Esmaeilzadeh kenari, R. (2023). Determination and correlation analysis of phytochemical compounds, antioxidant activity, and oxidative stability of different edible oils. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 18 (1), 714–726. <https://doi.org/10.1007/s11694-023-02241-8>
21. de Carvalho, A. G. A., Silva, L. de O., Monteiro, M., Perrone, D., Castelo-Branco, V. N., Torres, A. G. (2024). Jussara palm tree (*Euterpe edulis* M.) açai-berry oil performance on auto- and photo-oxidation: Minor components' stability and evolution of volatile compounds. *Food Chemistry Advances*, 4, 100618. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100618>
22. Oliya ripakova Kujawski. Available at: <https://oleina.ua/kujawski/product/ripakova-kujawski>
23. Setting Up a DSC Oxygen Induction Time Procedure. Available at: https://folk.ntnu.no/deng/fra_nt/other%20stuff/DSC_manuals/QD-SC/Setting_Up_a_DSC_Oxygen_Induction_Time_Procedure.htm

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.309079

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR INACTIVATING LIPOXYGENASES IN LINSEED USING CHEMICAL REAGENTS (p. 14–21)

Anna Belinska

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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5795-2799>

Igor Ryshchenko

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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9859-4510>

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>

Kostiantyn Siedykh

A Separate Structural Unit «Kharkiv Trade and Economic
Vocational College State University of Trade and Economics»,
Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5720-8430>

Svitlana Zolotarova

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7275-5603>

Natalia Fedak

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7460-3213>

Olena Petrova

Mykolayiv National Agrarian University, Mykolayiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8612-3981>

Natalia Shevchuk

Mykolayiv National Agrarian University, Mykolayiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5845-2582>

Galyna Danylchuk

Mykolayiv National Agrarian University, Mykolayiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5647-4593>

The object of the study is the oxidative stability of the lipid component of linseed treated with a citric acid and sodium chloride solution. The rational composition of chemical reagents for inactivating linseed lipoxygenases was determined in the work. The obtained results make it possible to develop an effective linseed treatment method for increasing stability to oxidative spoilage. The proposed composition of the linseed treatment solution (citric acid –

1.0...1.3 %; sodium chloride – 0.6...0.8 %) significantly reduces the peroxide and anisidine numbers of the lipid component. This helps reduce oxidative spoilage during accelerated oxidation and storage under normal conditions. Rational treatment conditions were determined based on the approximate dependency of these indicators on the concentrations of chemical reagents. The data obtained in the work are explained by chemical interactions between the solution components and the enzyme complex of linseed, leading to enzyme denaturation and, accordingly, increased oxidative stability of the lipid component. A feature of the obtained results is the competitiveness of treated linseed, characterized by increased nutritional value due to improved technological properties. The results of the study allow minimizing the loss of nutritional value and increasing the shelf life of linseed products. The results are important for developing new oilseed processing technologies. This makes it possible not only to increase the stability of products against oxidative spoilage, but also to preserve their high nutritional value. Further research in this area will contribute to improving oilseed processing technologies, in particular linseed, which is an important contribution to the development of the food industry.

Keywords: oxidative stability, endogenous lipoxygenase, lipid component, linseed, chemical reagents.

References

- Rashid, F., Ahmed, Z., Hussain, S., Huang, J.-Y., Ahmad, A. (2019). *Linum usitatissimum* L. seeds: Flax gum extraction, physico-chemical and functional characterization. *Carbohydrate Polymers*, 215, 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.03.054>
- 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>
- Kajla, P., Sharma, A., Sood, D. R. (2014). Flaxseed – a potential functional food source. *Journal of Food Science and Technology*, 52 (4), 1857–1871. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1293-y>
- Dunford, N. T. (2022). Enzyme-aided oil and oilseed processing: opportunities and challenges. *Current Opinion in Food Science*, 48, 100943. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100943>
- Rozhmina, T., Bankin, M., Samsonova, A., Kanapin, A., Samsonova, M. (2021). A comprehensive dataset of flax (*Linum usitatissimum* L.) phenotypes. *Data in Brief*, 37, 107224. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2021.107224>
- Jandali, R., Agha, M. I. H. (2022). Lipoxygenase Inhibitory Activity of Some Extracts Prepared from Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). *Current Bioactive Compounds*, 18 (3). <https://doi.org/10.2174/1574893616666211012091140>
- Belinska, A., Bliznjuk, O., Masalitina, N., Bielykh, I., Zviahintseva, O., Gontar, T. et al. (2023). Development of biotechnologically transesterified three-component fat systems stable to oxidation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (6 (125)), 21–28. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.287326>
- Chakraborty, S., Pulivarthi, M. K., Raj, A. S., Prakash, S. D., Bommina, H., Siliveru, K. (2024). Inactivation of lipase and lipoxygenase in whole wheat flour using atmospheric cold plasma and steam treatments: Kinetics, mechanism, and impact on its compositional properties. *Journal of Cereal Science*, 117, 103889. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2024.103889>
- Farag, M. A., Elimam, D. M., Afifi, S. M. (2021). Outgoing and potential trends of the omega-3 rich linseed oil quality characteristics and rancidity management: A comprehensive review for maximizing its food and nutraceutical applications. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 292–309. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.041>
- Pointner, T., Rauh, K., Auñón-Lopez, A., Kostadinović Veličkowska, S., Mitrev, S., Arsov, E., Pignitter, M. (2024). Comprehensive analysis of oxidative stability and nutritional values of germinated linseed and sunflower seed oil. *Food Chemistry*, 454, 139790. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139790>
- Sytnik, N., Korchak, M., Nekrasov, S., Herasymenko, V., Mylostyvyi, R., Ovsianikova, T. et al. (2023). Increasing the oxidative stability of linseed oil. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (6 (124)), 35–44. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.284314>
- Dun, Q., Yao, L., Deng, Z., Li, H., Li, J., Fan, Y., Zhang, B. (2019). Effects of hot and cold-pressed processes on volatile compounds of peanut oil and corresponding analysis of characteristic flavor components. *LWT*, 112, 107648. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.11.084>
- Al-Haidari, A. M. Dh., Alsaadawi, I. S., Khudhair, S. H. (2021). Determination the Optimum Conditions of the Activity and Stability of Lipase Extracted from Sunflower Germinated Seeds. *Iraqi Journal of Science*, 62 (2), 431–440. <https://doi.org/10.24996/ij.s.2021.62.2.8>
- Zhang, Y., Zhang, Y. (2020). Effect of lipoxygenase-3 on storage characteristics of peanut seeds. *Journal of Stored Products Research*, 87, 101589. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101589>
- Machado, S. A., Da Rós, P. C. M., de Castro, H. F., Giordani, D. S. (2021). Hydrolysis of vegetable and microbial oils catalyzed by a solid preparation of castor bean lipase. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 37, 102188. <https://doi.org/10.1016/j.cbab.2021.102188>
- Zhang, Y., Li, X., Lu, X., Sun, H., Wang, F. (2021). Effect of oilseed roasting on the quality, flavor and safety of oil: A comprehensive review. *Food Research International*, 150, 110791. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110791>
- Szydłowska-Czerniak, A., Tymczewska, A., Momot, M., Włodarczyk, K. (2020). Optimization of the microwave treatment of linseed for cold-pressing linseed oil - Changes in its chemical and sensory qualities. *LWT*, 126, 109317. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109317>
- Bochkarev, S., Krichkovska, L., Petrova, I., Petrov, S., Varankina, O., Belinska, A. (2017). Research of influence of technological processing parameters of protein-fat base for supply of sportsmen on activity of protease inhibitors. *Technology Audit and Production Reserves*, 4 (3 (36)), 27–30. <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2017.108376>
- Belinska, A., Petik, I., Bliznjuk, O., Bochkarev, S., Khareba, O. (2022). Bioengineering studies of inactivation of sesame proteolytic enzyme inhibitors in sports nutrition. *Food Resources*, 10 (19), 38–46. <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-04>
- Stankevych, S., Zabrodina, I., Lutsenko, M., Derevianko, I., Zhukova, L., Filenko, O. et al. (2023). Use of thistle seeds of modified composition in chocolate mass technology. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (11 (126)), 83–91. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.291042>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.310565

IDENTIFYING THE INFLUENCE OF INLET VELOCITY CHANGES TO PRESSURE DROP AND COLLECTING EFFICIENCY IN STAIRMAND AND LAPPLE TYPE CYCLONE SEPARATORS (p. 22–28)

Adi Syuriadi

Politeknik Negeri Jakarta, Depok, West Java, Indonesia
Universitas Indonesia, West Java, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5982-5857>

Ahmad Indra Siswantara

Universitas Indonesia, West Java, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1590-2061>

Ridho Irwansyah

Universitas Indonesia, West Java, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7511-6564>

Supriyadi

Politeknik Negeri Jakarta, West Java, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6708-0647>

Candra Damis Widiawaty

Politeknik Negeri Jakarta, West Java, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7452-1074>

Muhammad Hilman Gumelar Syaafi

Universitas Negeri Semarang, Central Java, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1462-7931>

Illa Rizianiza

Institut Teknologi Kalimantan, Karang Joang, Balikpapan, East Kalimantan, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1640-0087>

Sulaksana Permana

Gunadarma University, Depok, West Java, Indonesia
Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3473-5892>

Iwan Susanto

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

The object of this research is to compare the performance of Stairmand and Lapple type cyclone separators. The main problem to be solved in this research is determining which Stairmand or Lapple type cyclone separator is more suitable for integration into the pyrolysis system. The comparison is based on key performance indicators: pressure drop and collecting efficiency. The research findings indicate that both Stairmand and Lapple cyclone separators exhibit similar trends in pressure drop and collecting efficiency. As inlet velocity increases, the pressure drop also increases for both types. However, the collecting efficiency initially rises but then declines when inlet velocities exceed 13 m/s. The Lapple variant achieved a peak collecting efficiency of 98.94 % and pressure drop 16.26 mbar at an inlet velocity of 13 m/s, whereas the Stairmand design reached 97.33 % and pressure drop 12.16 mbar at 13 m/s inlet velocity. The Lapple type cyclone separator outperformed the Stairmand type in terms of both of pressure drop and collecting efficiency. This superiority is attributed to the specific design features and characteristics of the Lapple type. The superior performance of the Lapple type cyclone separator can be explained by its unique design elements that contribute to improved particulate matter separation and pressure drop. These elements may include differences in cylinder height and particulate matter outlet diameter. Based on the findings of this research, the Lapple type cyclone separator is recom-

mended for integration into pyrolysis systems. However, it is important to consider the specific operating conditions of the pyrolysis process, such as temperature, the particulate matter size distribution, flow rate, and desired separation efficiency.

Keywords: cyclone separator, pressure drop, collecting efficiency, Stairmand and Lapple type.

References

1. Kaur, M., Kumar, M., Sachdeva, S., Puri, S. K. (2018). Aquatic weeds as the next generation feedstock for sustainable bioenergy production. *Bioresource Technology*, 251, 390–402. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.11.082>
2. Syuriadi, A., Siswantara, A. I., Nurhakim, F. R., Irbah, Y. N., Al Rizky, B., Zulfa, F. A. et al. (2022). Analysis of the effect of biomass variants (fish waste, tamanu waste and duckweed) on the characteristics of syngas, bio oil, and carbon charcoal produced in the pyrolysis process. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(6(117)), 41–46. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253750>
3. Yan, W.-H., Duan, P.-G., Wang, F., Xu, Y.-P. (2016). Composition of the bio-oil from the hydrothermal liquefaction of duckweed and the influence of the extraction solvents. *Fuel*, 185, 229–235. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.07.117>
4. Baliban, R. C., Elia, J. A., Floudas, C. A., Xiao, X., Zhang, Z., Li, J. et al. (2013). Thermochemical Conversion of Duckweed Biomass to Gasoline, Diesel, and Jet Fuel: Process Synthesis and Global Optimization. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 52(33), 11436–11450. <https://doi.org/10.1021/ie3034703>
5. Madadi, M., Abbas, A. (2017). Lignin Degradation by Fungal Pretreatment: A Review. *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, 08(02). <https://doi.org/10.4172/2157-7471.1000398>
6. Zhao, X., Zhou, H., Sikarwar, V. S., Zhao, M., Park, A.-H. A., Fennell, P. S. et al. (2017). Biomass-based chemical looping technologies: the good, the bad and the future. *Energy & Environmental Science*, 10(9), 1885–1910. <https://doi.org/10.1039/c6ee03718f>
7. Mohan, D., Pittman, C. U., Steele, P. H. (2006). Pyrolysis of Wood/Biomass for Bio-oil: A Critical Review. *Energy & Fuels*, 20(3), 848–889. <https://doi.org/10.1021/ef0502397>
8. Zhang, H., Gao, Z., Ao, W., Li, J., Liu, G., Fu, J. et al. (2017). Microwave-assisted pyrolysis of textile dyeing sludge using different additives. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 127, 140–149. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2017.08.014>
9. Czajczyńska, D., Nannou, T., Anguilano, L., Krzyżyńska, R., Ghazal, H., Spencer, N., Jouhara, H. (2017). Potentials of pyrolysis processes in the waste management sector. *Energy Procedia*, 123, 387–394. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.275>
10. Cooper, C. D., Alley, F. C. (2011). Air Pollution Control A Design Approach. Available at: https://www.academia.edu/34689148/Air_Pollution_Control_A_Design_Approach
11. Syamsudin, F. F., Maridjo, M., Yuliyani, I. (2023). Pengaruh Penggunaan Rasio Geometri High Efficiency Stairmand terhadap Efisiensi Pengumpulan Top Cyclone Separator. *Jurnal Teknik Energi*, 12(1), 19–23. <https://doi.org/10.35313/energi.v12i1.5001>
12. Demir, S. (2014). A practical model for estimating pressure drop in cyclone separators: An experimental study. *Powder Technology*, 268, 329–338. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2014.08.024>
13. Saputro, H., Firdani, T., Muslim, R., Estriyanto, Y., Wijayanto, D. S., Lasmini, S., Khaniffudin. (2018). The CFD Simulation of Cyclone Separator without and with the Counter-cone in the Gasification

- Process. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 288, 012142. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/288/1/012142>
14. Morin, M., Raynal, L., Karri, S. B. R., Cocco, R. (2021). Effect of solid loading and inlet aspect ratio on cyclone efficiency and pressure drop: Experimental study and CFD simulations. *Powder Technology*, 377, 174–185. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.08.052>
 15. Chen, J., Shi, M. (2007). A universal model to calculate cyclone pressure drop. *Powder Technology*, 171 (3), 184–191. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2006.09.014>
 16. Syuriadi, A., Siswantara, A. I., Widiawaty, C. D. (2023). Cyclone separator performance analysis applicable at FCC with variable nozzle function. *International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics ICNAAM 2021*. <https://doi.org/10.1063/5.0150486>
 17. Husairy, A., Leonanda, B. D. (2014). Simulasi Pengaruh Variasi Kecepatan Inlet Terhadap Persentase Pemisahan Partikel Pada Cyclone Separator Dengan Menggunakan CFD. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 10 (1), 12. <https://doi.org/10.25077/jrs.10.1.12-21.2014>
 18. Maheshwari, E., Parmar, A. (2018). A Review Study on Gas-Solid Cyclone Separator using Lapple Model. *Journal for Research*, 04 (01). Available at: https://www.academia.edu/36435367/A_Review_Study_on_Gas_Solid_Cyclone_Separator_using_Lapple_Model
 19. Bhargava, A. (2016). Design of Cyclone by Stairmad method for the Control of Particulate Matter. *International Journal of Engineering Science and Computing*, 6 (3). Available at: https://www.researchgate.net/publication/305441378_Design_of_Cyclone_by_Stairmad_method_for_the_Control_of_Part particulate_Matter
 20. Zulkarnain, A., Hammada, A., Fauzan, F. (2022). Optimization of the cyclone separator performance using taguchi method and multi-response pcr-topsis. *International Journal of Industrial Optimization*, 3 (1), 33–46. <https://doi.org/10.12928/ijio.v3i1.4272>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.310558

IMPROVEMENT OF THE DELUMPING METHOD IN ORDER TO OBTAIN DETAILED CHARACTERISTICS OF THE FLUID (p. 29–37)

Ayaulym Baibekova

Kazakh-British Technical University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3091-970X>

Jamilyam Ismailova

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7680-7084>

Dinara Delikesheva

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5442-4763>

Aibek Abdulkarimov

Kazakh-British Technical University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6570-2810>

Aigerim Kaidar

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7273-536X>

In compositional modeling, the phase characteristics and behavior of reservoir fluids are calculated using the equation of state. To simplify the calculations and speed them up, the components of the heptane plus fraction (C₇₊) are grouped into pseudo-components. However, after this procedure, the results of compositional modeling of the reservoir containing the pseudo-components need to be delumped so that they can be used in surface models. It follows from

this that the problem lies in the fact that the grouped composition cannot be applied to the modeling of ground structures. The object of the study is Kazakhstani oil, on the example of which a detailed component composition was obtained by analytical delumping based on reduction parameters. In laboratory conditions, the component composition of oil, and other fluid properties were determined. The study presents the results that prove the importance of applying the delumping algorithm in the context of compositional modeling. The results obtained analytically correspond quite accurately to the numerical calculations of the PVTsim software and laboratory experiments. A comparison of existing methods showed a difference of 5 %, which suggests that delumping is an excellent method for describing and obtaining a detailed composition of the hydrocarbon mixture. In practice, the results of the detailed composition of hydrocarbons can be used for the design of refineries. Also, the findings from this research can enhance the planning and design of surface facilities, particularly when developed under reservoir conditions where the pressure exceeds the saturation pressure.

Keywords: delumping, lumping, pseudo-component, plus fraction, binary interaction parameters, K-value, equation of state, flash, compositional modeling, Kazakhstani oil.

References

1. Yushchenko, T. S., Brusilovsky, A. I. (2022). A step-by-step approach to creating and tuning PVT-models of reservoir hydrocarbon systems based on the state equation. *Geosursy*, 24 (2), 164–181. <https://doi.org/10.18599/grs.2022.3.14>
2. Leibovici, C. F., Barker, J. W., Waché, D. (2000). Method for Delumping the Results of Compositional Reservoir Simulation. *SPE Journal*, 5 (02), 227–235. <https://doi.org/10.2118/64001-pa>
3. Assareh, M., Ghotbi, C., Pishvaie, M. R., Mittermeir, G. M. (2013). An analytical delumping methodology for PC-SAFT with application to reservoir fluids. *Fluid Phase Equilibria*, 339, 40–51. <https://doi.org/10.1016/j.fluid.2012.11.025>
4. Whitson, C. H., Brulé, M. R. (2000). *Phase Behavior*. Society of Petroleum Engineers. <https://doi.org/10.2118/9781555630874>
5. Barker, J. W., Leibovici, C. F. (1999). *Delumping Compositional Reservoir Simulation Results: Theory and Applications*. All Days. <https://doi.org/10.2118/51896-ms>
6. Al-Meshari, A. A., McCain, W. D. (2005). *New Strategic Method to Tune Equation-of-State for Compositional Simulation*. All Days. <https://doi.org/10.2118/106332-ms>
7. Al-Marhoun, M. (2023). Estimation of Missing Molecular Weight and Specific Gravity of Heptane Plus Fraction in PVT Laboratory Report. *Middle East Oil, Gas and Geosciences Show*. <https://doi.org/10.2118/213430-ms>
8. Schlijper, A. G., Drohm, J. K. (1988). Inverse Lumping: Estimating Compositional Data From Lumped Information. *SPE Reservoir Engineering*, 3 (03), 1083–1089. <https://doi.org/10.2118/14267-pa>
9. Leibovici, C., Stenby, E. H., Knudsen, K. (1996). A consistent procedure for pseudo-component delumping. *Fluid Phase Equilibria*, 117 (1-2), 225–232. [https://doi.org/10.1016/0378-3812\(95\)02957-5](https://doi.org/10.1016/0378-3812(95)02957-5)
10. Nichita, D. V., Broseta, D., Leibovici, C. F. (2007). Reservoir fluid applications of a pseudo-component delumping new analytical procedure. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 59 (1-2), 59–72. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2007.03.003>
11. De Castro, D. T., Nichita, D. V., Broseta, D., Herriou, M., Barker, J. W. (2011). Improved Delumping of Compositional Simulation Results. *Petroleum Science and Technology*, 29 (1), 1–12. <https://doi.org/10.1080/10916460903330098>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.310371
INFLUENCE OF MODIFIED ADDITIVES ON THE
PROPERTIES OF COMPRESSED AIR FOAM (p. 38–48)

Stanislav Shakhov

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9161-1696>

Stanislav Vynohradov

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2569-5489>

Anatoly Kodryk

Institute of Public Administration and Research in Civil
 Protection, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3787-5674>

Oleksandr Titenko

Institute of Public Administration and Research in Civil
 Protection, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4950-8580>

Andrii Melnychenko

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7229-6926>

Dmytry Hryshchenko

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7241-737X>

Evgen Grinchenko

Kharkiv National University of Internal Affairs, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3973-9078>

Liudmyla Knaub

Odesa Military Academy, Odesa, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0969-4702>

The object of this study is the properties of compressed air foam with the use of modified additives: its drainage time and expansion ratio.

The main properties of compressed air foam that affect the effectiveness of fire extinguishing are its drainage time and expansion ratio. At the same time, a number of authors have confirmed that the introduction of chemically modified additives into the composition of water fire extinguishing substances makes it possible to increase the effectiveness of fire extinguishing.

The problem to be solved was to determine the influence of five modified additives $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, K_2CO_3 and KCl in the concentration range of 1–5 % by mass on the expansion ratio and drainage time of the compressed air foam. The results showed that the content of additives $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ and $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ in the aqueous solution of the foaming agent does not affect its expansion ratio within the given limits. On the other hand, with K_2CO_3 and KCl additives, it was not possible to obtain compressed air foam with a expansion ratio of 5–20, that is, their inefficiency in compressed air foam was noted.

The characteristic dependence of the effect of $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ and $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ additives on drainage time has been determined. The greatest drainage time is characteristic of the $K \approx 20$ generation mode. The highest recorded drainage time index was established for $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, namely 5.45 min; for $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ the drainage time was lower by 8%; for $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ the drainage time was lower by 20%. At the same time, with the use of $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ and $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, it is characteristic to obtain a foam with lower drainage time compared to foam of a conventional composition. Thus, for foam with a expansion ratio of $K \approx 20$, the drainage time of foam with

$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ is lower by 17%, with $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ by 23%, and with $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ by 33%.

The effect of reducing the drainage time of the foam can have a decisive role in reducing its effectiveness when used for extinguishing flammable liquids due to the extinguishing mechanism but is not decisive for extinguishing solid substances. Therefore, the fire-extinguishing effectiveness of compressed air foam with modified additives during the extinguishing of solid combustible materials in comparison with the conventional CAF composition requires further study.

Keywords: compressed air foam, modified additives, drainage time, expansion ratio, properties, compressed air foam systems.

References

- Dubinina, D., Korytchenko, K., Lisnyak, A., Hrytsyna, I., Trigub, V. (2018). Improving the installation for fire extinguishing with finely-dispersed water. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (10 (92)), 38–43. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.127865>
- Ostapov, K., Kirichenko, I., Senchykhin, Y., Syrovyi, V., Vorontsova, D., Belikov, A. et al. (2019). Improvement of the installation with an extended barrel of cranked type used for fire extinguishing by gel-forming compositions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (10 (100)), 30–36. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.174592>
- Li, Z., Zhu, H., Zhao, J., Zhang, Y., Hu, L. (2022). Experimental Research on the Effectiveness of Different Types of Foam of Extinguishing Methanol / Diesel Pool Fires. *Combustion Science and Technology*, 196 (12), 1791–1809. <https://doi.org/10.1080/00102202.2022.2125306>
- Fu, X. C., Xia, J. J., Chen, Y., Jing, L. S., Bao, Z. M., Chen, T. et al. (2017). Comparison of two analysis methods on bubble size distribution. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 231, 012181. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/231/1/012181>
- Cheng, J., Xu, M. (2014). Experimental Research of Integrated Compressed Air Foam System of Fixed (ICAF) for Liquid Fuel. *Procedia Engineering*, 71, 44–56. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.04.007>
- Rie, D.-H., Lee, J.-W., Kim, S. (2016). Class B Fire-Extinguishing Performance Evaluation of a Compressed Air Foam System at Different Air-to-Aqueous Foam Solution Mixing Ratios. *Applied Sciences*, 6 (7), 191. <https://doi.org/10.3390/app6070191>
- Lee, Y.-K., Kim, Y.-S., Rie, D.-H. (2017). A Evaluation for Foaming Performance of Compressed Air Foam Using Synthetic Surfactant Fire Extinguishing Agent. *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, 17 (4), 189–196. <https://doi.org/10.9798/kosham.2017.17.4.189>
- Xu, Z., Guo, X., Yan, L., Kang, W. (2020). Fire-extinguishing performance and mechanism of aqueous film-forming foam in diesel pool fire. *Case Studies in Thermal Engineering*, 17, 100578. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2019.100578>
- Sheng, Y., Jiang, N., Sun, X., Lu, S., Li, C. (2017). Experimental Study on Effect of Foam Stabilizers on Aqueous Film-Forming Foam. *Fire Technology*, 54 (1), 211–228. <https://doi.org/10.1007/s10694-017-0681-z>
- Sheng, Y., Lu, S., Xu, M., Wu, X., Li, C. (2015). Effect of Xanthan Gum on the Performance of Aqueous Film-Forming Foam. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 37 (11), 1664–1670. <https://doi.org/10.1080/01932691.2015.1124341>
- Farida, F. M., Kusumohadi, C. S., Fikri, M. F. (2023). Nozzle diameter and expansion ratio of compressed air foam system. *Journal of Physics: Conference Series*, 2596 (1), 012004. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2596/1/012004>
- Chen, T., Fu, X., Bao, Z., Xia, J., Wang, R. (2018). Experimental Study on the Extinguishing Efficiency of Compressed Air Foam

- Sprinkler System on Oil Pool Fire. *Procedia Engineering*, 211, 94–103. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.12.142>
13. Li, H., Yu, X., Song, Y., Li, Q., Lu, S. (2023). Experimental and numerical investigation on optimization of foaming performance of the kenics static mixer in compressed air foam system. *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics*, 17 (1). <https://doi.org/10.1080/19942060.2023.2183260>
 14. Shakhov, S., Vinogradov, S., Grishenko, D. (2023). Analysis of ways to increase the efficiency of compressed air foam for extinguishing solid materials. *Series: Engineering Science and Architecture*, 1 (175), 151–159. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-1-175-151-159>
 15. Kodrik, A., Titenko, O., Vinogradov, S., Shakhov, S. (2023). Improvement of the Prototype of the Compressed Air Foam System and its Testing. *Applied Mechanics and Materials*, 917, 59–68. <https://doi.org/10.4028/p-sj8kwy>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.309128

DEVELOPMENT OF BINDERS BASED ON THE CaO–Fe₂O₃ SYSTEM (p. 49–58)

Viktor Derevianko

Ukrainian State University of Science and Technologies,
Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9733-9558>

Hanna Hryshko

Ukrainian State University of Science and Technologies,
Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3872-6555>

Denis Smolin

Ukrainian State University of Science and Technologies,
Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0586-1861>

Ivan Zhurba

Ukrainian State University of Science and Technologies,
Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4752-6384>

Taras Dubov

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1740-9251>

The object of research is the processes of structure formation and modeling of the properties of a specialized binder. The development of new binding materials based on production waste with high early strength indicators could make it possible to speed up construction period and is one of the urgent tasks at present. This study focused on the creation of binders based on the CaO–Fe₂O₃ system. The developed binder of the CaO–Fe₂O₃ system has the following composition: limestone – 26 %; red slime – 74 %, which has a dense fine-porous structure and high early strength indicators – 22.5 MPa with a density of 1960 kg/m³. There is also an increase in the average density of samples annealed at a temperature of 1200 °C for 60 minutes, ground and mixed with water, in comparison with samples fired at 1100 °C for 60 minutes, by 500 kg/m³, due to new formations. The prospect of using modified composite binders with special functional properties has been substantiated. The use of production waste based on the CaO–Fe₂O₃ system could make it possible to obtain materials with high physical and mechanical properties, which makes them promising for application in various areas of the construction industry. The development of such binders will help reduce the environmental impact of the construction industry, owing to the use

of affordable and effective components. This approach will not only contribute to the improvement of the quality of building materials but also help reduce the ecological burden on the environment by using alternative resources and industrial waste. The developed binder could be used for the development of solutions for 3d printing, as well as repair of concrete coatings.

Keywords: composite binder, specialized binder, alternative resources, 3d printing, aluminate cements.

References

1. Krivenko, P. V., Kovalchuk, O., Zozulynets, V. (2023). Alternative binders – high volume bauxite red mud alkali activated cements and concretes. *Recycled Concrete*, 283–308. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-85210-4.00001-1>
2. Krivenko, P., Rudenko, I., Konstantynovskiy, O., Vaičiukynienė, D. (2022). Mitigation of Corrosion Initiated by Cl⁻ and SO₄²⁻ ions in Blast Furnace Cement Concrete Mixed with Sea Water. *Materials*, 15 (9), 3003. <https://doi.org/10.3390/ma15093003>
3. Occhicone, A., Vukčević, M., Bosković, I., Mingione, S., Ferone, C. (2022). Alkali-Activated Red Mud and Construction and Demolition Waste-Based Components: Characterization and Environmental Assessment. *Materials*, 15 (4), 1617. <https://doi.org/10.3390/ma15041617>
4. Occhicone, A., Vukčević, M., Bosković, I., Ferone, C. (2021). Red Mud-Blast Furnace Slag-Based Alkali-Activated Materials. *Sustainability*, 13 (20), 11298. <https://doi.org/10.3390/su132011298>
5. Ministero Dello Sviluppo Economico. Available at: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/10/05/20A05394/g>
6. Vavouraki, A. I. (2020). Utilization of Industrial Waste Slags to Enhance Ground Waste Concrete-Based Inorganic Polymers. *Journal of Sustainable Metallurgy*, 6 (3), 383–399. <https://doi.org/10.1007/s40831-020-00281-8>
7. Khankhaje, E., Kim, T., Jang, H., Kim, C.-S., Kim, J., Rafieizonooz, M. (2024). A review of utilization of industrial waste materials as cement replacement in pervious concrete: An alternative approach to sustainable pervious concrete production. *Heliyon*, 10 (4), e26188. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26188>
8. Alias, C., Zerbini, I., Abbà, A., Benassi, L., Gelatti, U., Sorlini, S. et al. (2023). Ecotoxicity Evaluation of Industrial Waste and Construction Materials: Comparison Between Leachates from Granular Steel Slags and Steel Slags-Containing Concrete Through a Plant-Based Approach. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 111 (1). <https://doi.org/10.1007/s00128-023-03764-y>
9. Qureshi, H. J., Ahmad, J., Majdi, A., Saleem, M. U., Al Fuhaid, A. F., Arifuzzaman, M. (2022). A Study on Sustainable Concrete with Partial Substitution of Cement with Red Mud: A Review. *Materials*, 15 (21), 7761. <https://doi.org/10.3390/ma15217761>
10. Derevianko, V. M., Hryshko, H. M., Vatazhishin, O. V. (2023). Evaluation of the effectiveness of influence caused by ultra and nano-disperse additives for modification of sulfate phases and sulfoaluminate phases. *Ukrainian Journal of Civil Engineering and Architecture*, 4 (016), 71–76. <https://doi.org/10.30838/j.bpsace.2312.290823.71.972>
11. Azad, N. M., Samarakoon, S. M. S. M. K. (2021). Utilization of Industrial By-Products/Waste to Manufacture Geopolymer Cement/Concrete. *Sustainability*, 13 (2), 873. <https://doi.org/10.3390/su13020873>
12. Akishev, K., Aryngazin, K., Tulegulov, A., Bayzharikova, M., Dulati Taraz, M. H., Nurtai, Zh. (2024). Evaluation of the efficiency of the technological process for the production of building products with

fillers from metallurgical slag. *Metalurgija*, 63 (2), 267–270. Available at: <https://hrcak.srce.hr/clanak/451094>

13. Derevianko, V. N., Moroz, L. V., Hryshko, H. M., Vatazhshyn, O. V. (2023). Dyspersno-zalizobetony ta sumishi z mineralnymy ta orhanichnymy voloknamy. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 52 (1), 181–195.
14. Sanytsky, M., Kropyvnytska, T., Vakhula, O., Bobetsky, Y. (2023). Nanomodified Ultra High-Performance Fiber Reinforced Cementitious Composites with Enhanced Operational Characteristics. *Proceedings of CEE 2023*, 362–371. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44955-0_36

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.309733

IDENTIFYING THE EFFECT OF ADDING COCONUT COIR ON THE CHARACTERISTICS OF THE TOP LAYER OF PURE NATURAL BUTON ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC) (p. 59–68)

Muhammad Zainul Arifin

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7611-8134>

Achmad Wicaksono

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2275-7202>

Hendi Bowoputro

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5695-6899>

Raden Rayhan Ghufro

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4470-1900>

Muhammad Yusuf Abdurrahman

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7242-0290>

Buton Asphalt is natural asphalt originating from Buton Island (Indonesia), with the potential deposit amount reaching up to 662 million tons. This substantial domestic mining potential must be utilized for domestic road needs and to boost the country's economy. However, Buton asphalt's utilization is minimal compared with imported oil asphalt, which reached a usage rate of up to 94 % in 2022. Therefore, as a form of a solution-oriented policy, Buton asphalt is included as one of the 21 commodities in the Strategic Roadmap for Downstream Investment in Indonesia, followed by various supportive regulations for developing this Buton asphalt product. One of the leading products the government targets is natural pure Buton asphalt. This product consists of >99 % bitumen content after extraction, also called Pure Buton Asphalt. The idea was to modify pure Buton asphalt with coconut coir to increase the Marshall Stability and Dynamic Stability values to make the asphalt mixture more resistant to vehicle loads and rutting. The tests were conducted to determine the optimum asphalt content (OAC) of the mixtures, Marshall's Stability comparison, and the dynamic stability test using a Wheel Tracking Machine to identify the comparison of permanent deformation. This study analyzed the Marshall characteristics and dynamic stability characteristics with variations in coconut coir content of 0.5 %, 0.75 %, and 1 % by weight of asphalt and variations in coconut coir length of 0.5 cm, 1 cm, and 1.5 cm. Based on the results of this study, the optimum asphalt content in this study is 6.76 %, where pure Buton Asphalt modified with coconut coir has an increase in Marshall's stability value and dynamic stability value compared to pure Buton asphalt without additional coconut coir.

Keywords: pure Buton asphalt, rutting, dynamic stability, coconut coir, Marshall stability, wheel tracking machine.

References

1. Research Report 318 Clay mineralogy of modified marginal aggregates (2007). Available at: <https://www.nzta.govt.nz/resources/research/reports/318/>
2. Hermadi, M., Ronny, Y. P., Firdaus, Y. (2022). Comparison of Characteristics Between Pure Asbuton Hot Asphalt Mixtures, Asbuton Grain B 50/30 And Pen 60 Oil Asphalt. *Proceeding KRTJ*.
3. Lumintang, R. C. A., Soenoko, R., Wahyudi, S. (2012). Komposit Hibrid Polyester Berpenguat Serbuk Batang dan Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 2 (2), 145–153. Available at: <https://rekayasamesin.ub.ac.id/index.php/rm/article/view/137>
4. Hadiwardoyo, S. P. (2013). Evaluation of the addition of short coconut fibers on the characteristics of asphalt mixtures. *Civil and Environmental Research*, 3 (4), 63–73. Available at: <https://iiste.org/Journals/index.php/CER/article/view/5049/5148>
5. Syaviq, M. F., Arifin, M. Z., Bowoputro, H., Djakfar, L., Ambarwati, L. (2018). Studi Pengaruh Penambahan Serabut Kelapa Terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Porus. *Rekayasa Sipil*, 12 (2), 92–98. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2018.012.02.3>
6. Kusuma, T. A., Rahman, A. H. (2022). The Effect of Variations in Content and Length of Coir as a Modifying Material for the Top Layer of Asphalt Concrete Mixed Asbuton Layer (AC-WC) on the Performance of Marshall and Catanbro. *Universitas Brawijaya*.
7. Khasawneh, M. A., Alyaseen, S. K. (2020). Analytic methods to evaluate bituminous mixtures enhanced with coir/coconut fiber for highway materials. *Materials Today: Proceedings*, 33, 1752–1757. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.870>
8. Abiola, O. S., Kupolati, W. K., Sadiku, E. R., Ndambuki, J. M. (2014). Utilisation of natural fibre as modifier in bituminous mixes: A review. *Construction and Building Materials*, 54, 305–312. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.12.037>
9. Panda, M., Suchismita, A., Giri, J. (2013). Utilization of Ripe Coconut Fiber in Stone Matrix Asphalt Mixes. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 2 (4), 289–302. <https://doi.org/10.1260/2046-0430.2.4.289>
10. Ma, J., Cui, Y., Xing, Y., Chen, X., Wu, J. (2024). Optimization and pavement performance of buton-rock-asphalt modified asphalt mixture with basalt-fibre. *Case Studies in Construction Materials*, 21, e03429. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.e03429>
11. Jeffry, S. N. A., Jaya, R. P., Abdul Hassan, N., Yaacob, H., Satar, M.K.I.M. (2018). Mechanical performance of asphalt mixture containing nano-charcoal coconut shell ash. *Construction and Building Materials*, 173, 40–48. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.04.024>
12. Guo, Y., Tataranni, P., Sangiorgi, C. (2023). The use of fibres in asphalt mixtures: A state of the art review. *Construction and Building Materials*, 390, 131754. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131754>
13. 2018 General Specifications for Road and Bridge Work (2018). Highway Department, Ministry of Public Work Indonesia.
14. Anwar, K., Istiqamah, F., Hadi, S. (2021). Optimasi Suhu Dan Waktu Ekstraksi Akar Pasak Bumi (*Eurycoma Longifolia* Jack.) Menggunakan Metode RSM (Response Surface Methodology) Dengan Pelarut Etanol 70%. *Jurnal Pharmascience*, 8 (1), 53. <https://doi.org/10.20527/jps.v8i1.9085>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.310265
DEVELOPING THE COMPOSITION OF FINE-GRAINED CONCRETE FROM THE WASTE OF THE MINING AND PROCESSING ENTERPRISE (p. 69–79)

Andrii Plugin

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6941-2076>

Vitalii Chaika

Ukrtransgaz JSC, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9949-4371>

Sergii Musyenko

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5418-6886>

Ping Wu

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4167-2157>

Zhenhua Ye

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8418-5038>

The object of this study is fine-grained concrete from the waste of mining and processing plants. These wastes are fine-grained dusty sands of polymineral composition. Their use as an aggregate for concrete is restrained by high water consumption, which does not make it possible to obtain sufficient strength for concrete. Therefore, the problem to be solved was the substantiation of the composition of fine-grained concrete from these wastes with mineral and chemical additives, which would ensure obtaining physical-mechanical and hydrophysical properties reasonable for the production of construction articles. The composition of fine-grained concrete from the waste at the Poltava Mining and Processing Plant and slag Portland cement in a ratio of 3:1 and additives of micro silica (15 % of the cement mass) and polycarboxylate superplasticizer (2 % of the cement mass) with $W/C=0.5$ was obtained. The compressive strength of this concrete reaches 40 MPa, which exceeds the strength of fine-grained concrete of a similar composition on natural fine-grained sand by 3 times. This is due to a greater degree of cement hydration, a greater number of formed hydration products, the presence of silica and quartz particles, a more uniform alternation of gel, silica particles, and crystal hydrates in the structure of cement stone. As a result, the structure contains a larger number of electro heterogeneous contacts between particles and grains that have negative (quartz, calcium hydro silicates) and positive (crystal hydrates of portlandite, hydro aluminates and calcium hydrosulfoaluminate) surface charges. This is what determines the achieved strength and water resistance of fine-grained concrete. The resulting composition of fine-grained concrete is recommended for the production of construction articles.

Keywords: fine-grained concrete, waste from mining and processing plants, hydration products, compressive strength, water resistance.

References

1. Matyskova, K., Bilek, V., Prochazka, L., Hedlova, R., Hornakova, M. (2024). Replacement of Fine Aggregates in Fine-Grained Concrete by Waste Material from Cetrus Boards Production. *Defect and Diffusion Forum*, 432, 31–38. <https://doi.org/10.4028/p-smci67>
2. Anatolii, V., Ivan, B., Liubov, K., Zeljko, K., Iryna, G. (2021). Fine-grained Fiber Concrete on Mechanoactivated Portlandcement. *Croatian Regional Development Journal*, 2 (1), 41–49. <https://doi.org/10.2478/crdj-2021-0007>
3. Shishkina, A., Piskun, I. (2023). Formation of the strength of fine-grained concrete based on modified slag Portland cement. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (6 (125)), 74–81. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.289929>
4. Sudhakar, A. J., Muthusubramanian, B. (2023). Influence of Basalt Fiber and Slag on the Moduli of Elasticity of Fine-Grained Concrete. *Sustainable Innovations in Construction Management*, 469–479. https://doi.org/10.1007/978-981-99-6233-4_43
5. Nurbayeva, M. N., Aruova, L. B., Kalym, S. S., Toleubayeva, Sh. B., Urkinbayeva, Zh. I., Aukazhieva, Zh. M. et al. (2022). Influence of Fiber on the Strength Characteristics of Fine-Grained Concrete. *Proceedings of 2021 4th International Conference on Civil Engineering and Architecture*, 151–161. https://doi.org/10.1007/978-981-16-6932-3_13
6. Betz, P., Curosu, V., Loehnert, S., Marx, S., Curbach, M. (2023). Classification of Multiaxial Behaviour of Fine-Grained Concrete for the Calibration of a Microplane Plasticity Model. *Buildings*, 13 (11), 2704. <https://doi.org/10.3390/buildings13112704>
7. Diveiev, B. M., Konyk, C. I. (2016). *Dynamichni vlastyivosti plastyn z funktsionalno hradientnykh materialiv pry zghyni. Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika»*. *Dynamika, mitsnist ta proektuvannia mashyn i prykladiv*, 838, 29–36. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPDM_2016_838_7
8. Plugin, A., Chaika, V., Musienko, S., Najafov, E. (2024). Extra fine-grained concrete from waste of mining concentration plant for construction products. *Collection of Scientific Works of the Ukrainian State University of Railway Transport*, 208, 79–91. <https://doi.org/10.18664/1994-7852.208.2024.308196>
9. Babushkin, V. I., Plugin, A. A., Kostyuk, T. A., Matvienko, V. A. (1999). *Vliyanie aktivnyh poverhnostnyh tsemtrov na prochnost' svezheotformovannyh melkozernistykh betonov. Naukovyi visnyk budivnytstva*, 5, 85–88.
10. Vandalovskyi, A. H., Kazimahomedov, I. E., Chaika, V. M. (2011). *Optimizatsiya struktury mikrobetonu. Naukovyi visnyk budivnytstva*, 65, 153–160.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.308907**ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВУ ВМІСТУ ПРОДУКТІВ ОКИСНЕННЯ ТА ГІДРОЛІЗУ НА ПЕРІОД ІНДУКЦІЇ ОКИСНЕННЯ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ (с. 6–13)****С. В. Станкевич, К. О. Горбунов, І. В. Забродіна, М. О. Попов, В. С. Калина, Т. Б. Новожилова, Т. В. Фалалєєва, Т. О. Овсяннікова, М. С. Пономарьова, А. П. Золотарьов**

Об'єктом дослідження є залежність періоду індукції ріпакової олії від вмісту продуктів окиснення та гідролізу. Особливість роботи полягає у визначенні апроксимаційної залежності величини періоду індукції прискореного окиснення рафінованої ріпакової олії від вмісту первинних продуктів окиснення і вільних жирних кислот. Це є доцільним під час прогнозування термінів придатності рафінованої ріпакової олії. Визначено, що обидва фактори негативно впливають на стабільність до окиснення рафінованої ріпакової олії. Збільшення пероксидного числа знижує період індукції модельних зразків олії на 32,8512 одиниць за кожен додатковий ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг. В свою чергу, збільшення кислотного числа зразків олії знижує період індукції на 19,8424 одиниць за кожен додатковий мг КОН/г. Виявлено різну динаміку окиснення модельних зразків рафінованої ріпакової олії з токоферолом залежно від концентрації первинних продуктів окиснення та гідролізу. Отримані дані пояснюються тим, що первинні продукти окиснення ліпідів є нестабільними і швидко розкладаються з утворенням вільних радикалів. Ці радикали ініціюють подальше окиснення ліпідів, що призводить до зниження якості олії. Крім того, вільні жирні кислоти є більш реактивними, ніж тригліцерини, та легше окиснюються. Особливістю отриманих результатів є можливість моделювання процесів, що впливають на стабільність до окиснення рафінованої ріпакової олії. З практичної точки зору результати досліджень дозволяють започаткувати заходи у підтримці безпеки олієвмісних харчових продуктів на базі рафінованої ріпакової олії. Прикладним аспектом використання наукового результату є можливість раціоналізації умов зберігання рафінованої ріпакової олії для максимального збільшення її терміну придатності і підвищення конкурентоспроможності.

Ключові слова: рафінована ріпакова олія, первинні продукти окиснення, вільні жирні кислоти, прискорене окиснення.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.309079**РОЗРОБКА СПОСОБУ ІНАКТИВАЦІЇ ЛІПОКСИГЕНАЗ НАСІННЯ ЛЬОНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ХІМІЧНИХ РЕАГЕНТІВ (с. 14–21)****А. П. Белінська, І. М. Рищенко, О. М. Близнюк, Н. Ю. Масалігіна, К. В. Сєдих, С. А. Золотарьова, Н. В. Федак, О. І. Петрова, Н. П. Шевчук, Г. А. Данильчук**

Об'єктом дослідження є окисна стабільність ліпідної складової насіння льону, обробленого розчином лимонної кислоти та хлориду натрію. В роботі визначено раціональний склад хімічних реагентів для інактивації ліпоксигеназ насіння льону. Отримані результати дозволяють розробити ефективний метод обробки насіння льону для підвищення стабільності до окисного псування. Запропонований склад розчину для обробки насіння льону (лимонна кислота – 1,0...1,3 %; хлорид натрію – 0,6...0,8 %) значно знижує показники пероксидного та анідидинового чисел ліпідної складової. Це сприяє зменшенню окисного псування під час прискореного окиснення та зберігання за нормальних умов. Раціональні умови обробки визначено на основі апроксимаційних залежностей цих показників від концентрацій хімічних реагентів. Отримані в роботі дані пояснюються хімічними взаємодіями між компонентами розчину та ферментним комплексом насіння льону, що зумовлює денатурацію ферментів і, відповідно, підвищення стабільності до окиснення ліпідної складової. Особливістю отриманих результатів є конкурентоспроможність обробленого насіння льону, яке відрізняється підвищеною харчовою цінністю через покращені технологічні властивості. Результати досліджень дозволяють мінімізувати втрати харчової цінності та підвищити терміни зберігання продуктів на основі насіння льону. Результати дослідження мають важливе значення для розробки нових технологій обробки олійних культур. Це дозволяє не тільки підвищити стабільність продуктів до окисного псування, але й забезпечити збереження їхньої високої харчової цінності. Подальші дослідження в окресленому напрямку мають сприяти вдосконаленню технологій переробки насіння олійних культур, зокрема льону, що є важливим внеском у розвиток харчової промисловості.

Ключові слова: окисна стабільність, ендогенна ліпоксигеназа, ліпідна складова, насіння льону, хімічні реагенти.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.310565**ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЗМІНИ ВХІДНОЇ ШВИДКОСТІ НА ПАДІННЯ ТИСКУ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗБОРУ В ЦИКЛОННИХ СЕПАРАТОРАХ STAIRMAND ТА LAPPLE (с. 22–28)****Adi Syuriadi, Ahmad Indra Siswantara, Ridho Irwansyah, Supriyadi, Candra Damis Widiawaty, Muhammad Hilman Gumelar Syafei, Illa Rizianiza, Sulaksana Permana, Iwan Susanto**

Метою даного дослідження є порівняння продуктивності циклонних сепараторів типу Stairmand і Lapple. Основна проблема, яку необхідно вирішити в цьому дослідженні, полягає в тому, щоб визначити, який циклонний сепаратор типу Stairmand або Lapple

більше підходить для інтеграції в систему піролізу. Порівняння базується на ключових показниках ефективності: падінні тиску та ефективності збору. Результати дослідження показують, що циклонні сепаратори Stairmand і Lapple демонструють подібні тенденції падіння тиску та ефективності збирання. Зі збільшенням швидкості на вході перепад тиску також збільшується для обох типів. Однак ефективність збирання спочатку підвищується, але потім знижується, коли швидкість на вході перевищує 13 м/с. Варіант Lapple досяг пікової ефективності збирання 98,94 % і падіння тиску 16,26 мбар при швидкості на вході 13 м/с, тоді як конструкція Stairmand досягла 97,33 % і падіння тиску 12,16 мбар при швидкості на вході 13 м/с. Циклонний сепаратор типу Lapple перевершив тип Stairmand як за падінням тиску, так і за ефективністю збирання. Ця перевага пов'язана з особливостями конструкції та характеристиками типу Lapple. Вищу продуктивність циклонного сепаратора типу Lapple можна пояснити його унікальними конструктивними елементами, які сприяють покращенню відділення твердих часток і перепаду тиску. Ці елементи можуть включати відмінності у висоті циліндра та вихідному діаметрі твердих часток. Виходячи з результатів цього дослідження, циклонний сепаратор типу Lapple рекомендований для інтеграції в піролізні системи. Однак важливо враховувати конкретні робочі умови процесу піролізу, такі як температура, розподіл частинок за розміром, швидкість потоку та бажана ефективність розділення.

Ключові слова: циклонний сепаратор, перепад тиску, ефективність збирання, Stairmand та Lapple.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.310558

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ РОЗ'ЄДНАННЯ З МЕТОЮ ОТРИМАННЯ ДЕТАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РІДИНИ (с. 29–37)

Ayaulym Baibekova, Jamilyam Ismailova, Dinara Delikesheva, Aibek Abdukarimov and Aigerim Kaidar

У композиційному моделюванні фазові характеристики та поведінка пластових рідин розраховуються за допомогою рівняння стану. Для спрощення та прискорення розрахунків компоненти гептанової плюс фракції У композиційному моделюванні фазові характеристики та поведінка пластових рідин розраховуються за допомогою рівняння стану. Для спрощення та прискорення розрахунків компоненти гептанової плюс фракції (C_{7+}) згруповані в псевдокомпоненти. Однак після цієї процедури результати композиційного моделювання резервуара, що містить псевдокомпоненти, необхідно розділити, щоб їх можна було використовувати в поверхневих моделях. Звідси випливає, що проблема полягає в тому, що групову композицію неможливо застосувати для моделювання наземних споруд. Об'єктом дослідження є казахстанська нафта, на прикладі якої методом аналітичного роз'єднання отримано детальний компонентний склад за параметрами відновлення. У лабораторних умовах визначено компонентний склад нафти та інші властивості рідини. У дослідженні представлені результати, які доводять важливість застосування алгоритму роз'єднання в контексті композиційного моделювання. Отримані результати аналітично досить точно відповідають чисельним розрахункам програмного забезпечення PVTsim та лабораторним експериментам. Порівняння існуючих методів показало різницю в 5 %, що свідчить про те, що роз'єднання є чудовим методом для опису та отримання детального складу вуглеводневої суміші. На практиці результати детального визначення складу вуглеводнів можуть бути використані для проектування нафтопереробних заводів. Крім того, результати цього дослідження можуть покращити планування та проектування наземних об'єктів, особливо при розробці в пластових умовах, де тиск перевищує тиск насичення.

Ключові слова: роз'єднання, об'єднання, псевдокомпонент, плюсова частка, параметри бінарної взаємодії, К-значення, рівняння стану, спалах, композиційне моделювання, казахстанська нафта.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.310371

ВПЛИВ МОДИФІКОВАНИХ ДОБАВОК НА ВЛАСТИВОСТІ КОМПРЕСІЙНОЇ ПІНИ (с. 38–48)

С. М. Шахов, С. А. Виноградов, А. І. Кодрик, О. М. Тігенко, Д. В. Грищенко, А. С. Мельниченко, Є. М. Грінченко, Л. В. Кнауб

Об'єктом дослідження є властивості компресійної піни із застосуванням модифікованих добавок: стійкість та кратність.

Основними властивостями компресійної піни, що впливають на ефективність пожежогасіння, є її стійкість та кратність. Разом з тим, рядом авторів підтверджено, що введення в склад водних вогнегасних речовин хімічних модифікованих добавок дозволяє підвищити ефективність гасіння пожежі.

Проблема, що вирішувалась, – визначити вплив п'яти модифікованих добавок $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, K_2CO_3 та KCl у діапазоні концентрацій 1–5 % по масі на кратність та стійкість компресійної піни. Результати показали, що вміст добавок $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ та $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ у складі водного розчину піноутворювача не впливає на її кратність в заданих межах. Натомість з добавками K_2CO_3 та KCl не вдалося отримати компресійну піну кратністю 5–20, тобто відмічена їх неефективність у компресійній піні.

Визначено характерну залежність впливу добавок $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ та $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ на стійкість. Найбільша стійкість характерна для режиму генерування $K \approx 20$. Найвищий зафіксований показник стійкості встановлено для $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, а саме 5,45 хв, для $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ стійкість нижча на 8 %, для $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ стійкість нижча на 20 %. При цьому з використанням $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ та $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ характерне отримання піни із меншою стійкістю відносно до піни традиційного складу. Так, для піни кратністю $K \approx 20$ стійкість піни із $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ нижче на 17 %, із $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ на 23 %, та з $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ на 33 %.

Ефект зменшення стійкості піни може мати визначальну роль на зменшення її ефективності при застосуванні для гасіння горючих рідин через механізм гасіння, проте не є визначальним для гасіння твердих речовин. Тому потребує подальшого вивчення

вогнегасна ефективність компресійної піни з модифікованими добавками під час гасіння твердих горючих матеріалів у порівнянні з традиційним складом КП.

Ключові слова: компресійна піна, модифіковані добавки, стійкість, кратність, властивості, системи компресійної піни.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.309128

РОЗРОБКА В'ЯЖУЧИХ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ CaO–Fe₂O₃ (с. 49–58)

В. М. Дерев'яно, Г. М. Гришко, Д. О. Смолін, І. А. Журба, Т. М. Дубов

Об'єктом дослідження є процеси структуроутворення та моделювання властивостей спеціального в'язучого. Розробка нових в'язучих матеріалів на основі відходів виробництва з високими показниками ранньої міцності дозволить прискорити терміни будівництва та є однією з актуальних задач сьогодення. У цьому дослідженні зосередилися на створенні в'язучих на основі системи CaO–Fe₂O₃. Розроблене в'язуче системи CaO–Fe₂O₃ наступного складу: вапняк – 26%; червоний шлам – 74%, яке має щільну дрібнопористу структуру та високі показники міцності в ранні терміни – 22,5 МПа із щільністю 1960 кг/м³. Також відбувається збільшення середньої щільності зразків, випалених при температурі 1200 °C протягом 60 хвилин, розмелених та затворених водою в порівнянні зі зразками, випаленими при 1100 °C протягом 60 хвилин, на 500 кг/м³ за рахунок новоутворень. Обґрунтуванні перспективи використання модифікованих композиційних в'язучих речовин зі спеціальними функціональними властивостями. Використання відходів виробництва на основі системи CaO–Fe₂O₃ дозволить отримати матеріали з високими фізико-механічними властивостями, що робить їх перспективними для застосування в різних сферах будівельної індустрії. Розробка таких в'язучих сприятиме зменшенню екологічного впливу будівельної галузі, завдяки використанню доступних та ефективних компонентів. Цей підхід не лише сприятиме поліпшенню якості будівельних матеріалів, але й допоможе знизити екологічне навантаження на довкілля, використовуючи альтернативні ресурси та відходи промисловості. Розроблене в'язуче може бути використане для розробки розчинів для 3d-друку, ремонту бетонних покриттів.

Ключові слова: композиційне в'язуче, спеціальне в'язуче, альтернативні ресурси, 3d друк, алюмініатні цементи.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.309733

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ДОДАВАННЯ КОКОСОВОЇ КОЙРИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕРХНЬОГО ШАРУ ЗНОСУ ЧИСТОГО ПРИРОДНОГО БУТУНГСЬКОГО АСФАЛЬТОБЕТОНУ (AC-WC) (с. 59–68)

Muhammad Zainul Arifin, Achmad Wicaksono, Hendi Bowoputro, Raden Rayhan Ghufuran, Muhammad Yusuf Abdurrahman

Бутунгський асфальт є природним асфальтом, що видобувається на острові Бутунг (Індонезія), з потенційним обсягом родовища до 662 мільйонів тонн. Цей значний потенціал внутрішнього видобутку має бути використаний для внутрішніх потреб дорожнього будівництва та стимулювання економіки країни. Однак використання бутунгського асфальту знаходиться на мінімальному рівні порівняно з імпортом нафтовим асфальтом, використання якого у 2022 році сягнуло 94%. Таким чином, у рамках політики пошуку рішень, бутунгський асфальт включений як один із 21 найменування товарів у стратегічну дорожню карту для інвестицій у переробку промисловості Індонезії, за якою слідують різні нормативні акти для розробки цього продукту. Одним із провідних пріоритетних продуктів для уряду є природний чистий бутунгський асфальт. Цей продукт після виділення містить більше 99% бітуму, який також називається чистим бутунгським асфальтом. Ідея полягала в модифікації чистого бутунгського асфальту за допомогою кокосової койри для підвищення показників стійкості за Маршаллом та динамічної стійкості з метою надання асфальтовій суміші більшої стійкості до транспортних навантажень та колієутворення. Проведено випробування з визначення оптимального вмісту асфальту (ОАС) у сумішах, порівняння стійкості за Маршаллом та випробування динамічної стійкості за допомогою установки для випробування на колієутворення з метою виявлення залишкової деформації. У роботі проаналізовані характеристики Маршалла та характеристики динамічної стійкості з урахуванням відмінностей у вмісті кокосової койри 0,5%, 0,75% і 1% за масою асфальту, а також відмінностей у довжині кокосової койри 0,5 см, 1 см і 1,5 см. Виходячи з результатів дослідження, оптимальний вміст асфальту в даній роботі становить 6,76%, при цьому чистий бутунгський асфальт, модифікований кокосовою койрою, має підвищені значення стійкості за Маршаллом і динамічної стійкості в порівнянні з чистим бутунгським асфальтом без додавання кокосової койри.

Ключові слова: чистий бутунгський асфальт, колієутворення, динамічна стійкість, кокосова койра, стійкість за Маршаллом, установка для випробування на колієутворення.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.310265

РОЗРОБКА СКЛАДУ ДРІБНОЗЕРНИСТОГО БЕТОНУ ІЗ ВІДХОДІВ ГІРНИЧОЗБАГАЧУВАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА (с. 69–79)

А. А. Плугін, В. М. Чайка, С. М. Мусієнко, Wu Ping, Ye Zhenhua

Об'єкт дослідження – дрібнозернистий бетон із відходів гірничо-збагачувальних комбінатів. Ці відходи є дрібнозернистими пилюватими пісками полімінерального складу. Їх використання як заповнювача для бетонів стримується високою водопотребою, яка не дозволяє отримати достатню для бетону міцність. Тому проблемою, яка вирішувалася, було обґрунтування складу дрібнозернистого бетону із цих відходів з мінеральними та хімічними добавками, який забезпечить отримання фізико-механічних та гідрофізичних

властивостей, достатніх для виробництва будівельних виробів. Отримано склад дрібнозернистого бетону із відходу Полтавського гірничо-збагачувального комбінату і шлакопортландцементу у співвідношенні 3:1 і добавок мікрокремнезему (15 % від маси цементу) та суперпластифікатора полікарбоксилату (2 % від маси цементу) з В/Ц=0,5. Міцність цього бетону на стиск досягає 40 МПа, що перевищує міцність дрібнозернистого бетону аналогічного складу на природному дрібнозернистому піску у 3 рази. Це обумовлене більшим ступенем гідратації цементу, більшою кількістю утворених продуктів гідратації, наявністю частинок кремнезему та кварцу, більш рівномірним чергуванням гелю, частинок кремнезему та кристалогідратів в структурі цементного каменю. Внаслідок цього в структурі міститься більша кількість електрогетерогенних контактів між частинками і зернами, що мають негативний (кварц, гідросилікати кальцію) та позитивний (кристалогідрати портландиту, гідроалюмінатів і гідросульфолоалюмінатів кальцію) поверхневі заряди. Саме це й обумовлює досягнуті міцність та водостійкість дрібнозернистого бетону. Отриманий склад дрібнозернистого бетону рекомендований для виробництва будівельних виробів.

Ключові слова: дрібнозернистий бетон, відходи гірничо-збагачувальних комбінатів, продукти гідратації, міцність на стиск, водостійкість.