

## ABSTRACT AND REFERENCES

## TECHNOLOGY ORGANIC AND INORGANIC SUBSTANCES

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.289932

**DEVELOPMENT AND APPLICATION OF FLUID CHARACTERIZATION ALGORITHMS TO OBTAIN AN ACCURATE DESCRIPTION OF A PVT MODEL FOR KAZAKHSTANI OIL (p. 6–20)****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 Abdukarimov**Kazakh-British Technical University, Almaty,  
Republic of Kazakhstan  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6570-2810>**Nargiz Zhumanbetova**Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7483-4241>**Adel Sarsenova**Kazakh-British Technical University, Almaty,  
Republic of Kazakhstan  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5960-5678>

Compositional reservoir modeling often requires a large number of instantaneous calculations. To reduce the dimension of the problem and the amount of computation, several components are usually grouped into pseudo-components. However, to model surface processes, it is important to have a detailed phase composition. Accurate fluid composition requires laboratory analysis, which is costly and time-consuming. This study addresses this issue by introducing an advanced delumping procedure aimed at providing an accurate fluid characterization.

The primary objective was to develop a sophisticated delumping procedure capable of precisely describing detailed fluid compositions from calculations involving mixtures. Its goal is to reduce reliance on laboratory analysis, making the process more efficient. The results obtained from this research can improve the planning and modeling of surface facilities, developed under conditions of reservoir pressure above saturation pressure.

To test the effectiveness of the proposed delumping and achieve the goals set, experiments were carried out on compositional simulation of oil production in the Caspian basin. The procedure uses reduction parameters calculated from simulation data and an analytical approach to characterize fluid compositions from the original data. Detailed fluid compositions obtained through laboratory PVT analysis were then compared with the results of simulation using PVTsim software and numerical delumping procedures. The findings showed a close agreement between the outcomes of detailed compositions obtained through the delumping procedure and of laboratory analysis, with an average deviation less than 5 %, confirming the effectiveness of delumping as an alternative method for obtaining an accurate fluid composition.

**Keywords:** delumping, lumping, fluid description, fugacity coefficients, PVTsim software, pseudo-components.

**References**

1. 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. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fluid.2012.11.025>
2. 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. doi: <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2007.03.003>
3. Schlijper, A. G., Drohm, J. K. (1988). Inverse Lumping: Estimating Compositional Data From Lumped Information. *SPE Reservoir Engineering*, 3 (03), 1083–1089. doi: <https://doi.org/10.2118/14267-pa>
4. Danesh, A., Xu, D., Todd, A. C. (1992). A Grouping Method To Optimize Oil Description for Compositional Simulation of Gas-Injection Processes. *SPE Reservoir Engineering*, 7 (03), 343–348. doi: <https://doi.org/10.2118/20745-pa>
5. Leibovici, C., Stenby, E. H., Knudsen, K. (1996). A consistent procedure for pseudo-component delumping. *Fluid Phase Equilibria*, 117 (1-2), 225–232. doi: [https://doi.org/10.1016/0378-3812\(95\)02957-5](https://doi.org/10.1016/0378-3812(95)02957-5)
6. Leibovici, C. F., Barker, J. W., Wach, D. (2000). Method for Delumping the Results of Compositional Reservoir Simulation. *SPE Journal*, 5 (02), 227–235. doi: <https://doi.org/10.2118/64001-pa>
7. Nichita, D. V., Leibovici, C. F. (2006). An analytical consistent pseudo-component delumping procedure for equations of state with non-zero binary interaction parameters. *Fluid Phase Equilibria*, 245 (1), 71–82. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fluid.2006.03.016>
8. 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. doi: <https://doi.org/10.1080/10916460903330098>
9. Stenby, E. H., Christensen, J. R., Knudsen, K., Leibovici, C. (1996). Application of a Delumping Procedure to Compositional Reservoir Simulations. *All Days*. doi: <https://doi.org/10.2118/36744-ms>
10. Barker, J. W., Leibovici, C. F. (1999). Delumping Compositional Reservoir Simulation Results: Theory and Applications. *All Days*. doi: <https://doi.org/10.2118/51896-ms>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.287326

**DEVELOPMENT OF BIOTECHNOLOGICALLY TRANSESTERIFIED THREE-COMPONENT FAT SYSTEMS STABLE TO OXIDATION (p. 21–28)****Anna Belinska**Ukrainian Scientific Research Institute of Oils and Fats of the  
National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine,  
Kharkiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5795-2799>**Olga Bliznjuk**National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”,  
Kharkiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2595-8421>**Nataliia Masalitina**National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”,  
Kharkiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7347-2584>

**Iryna Bielykh**

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute",  
Kharkiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6637-2232>

**Oksana Zviahintseva**

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute",  
Kharkiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1921-4204>

**Tatyana Gontar**

Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, Kharkiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0758-1752>

**Serhiy 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>

**Oleksandra Mandych**

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4375-2208>

**Galyna Stepankova**

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-7969-5671>

The object of the research is the period of induction of accelerated oxidation of biotechnologically transesterified fatty systems that do not contain trans isomers of fatty acids. The paper defines the rational ratio of fatty raw materials in mixtures for biotechnological transesterification. The results obtained make it possible to develop biotechnologically transesterified three-component fat systems (palm stearin, coconut and sunflower, or soybean, or corn, or sesame oil) to obtain substitutes for milk fat. The proposed calculation of melting points of transesterified fat systems of a wide range of ratios of raw components allows us to justify such rational ratios of components that allow obtaining finished products with a melting point of 33.0...33.5 °C. It is effective to use the products of the developed composition in view of the technological requirements of consumers for their oxidizing capacity. The data obtained in the work are explained by the fatty acid and antioxidant composition of low-melting components of fat systems in a different range of their ratios, which determines different technological properties, in particular, the melting point and stability to oxidation of finished products. A feature of the obtained results is the competitiveness of the obtained fat systems, which are characterized by the absence of atherogenic components and the presence of biologically valuable polyunsaturated fatty acids in the composition. The results of the research make it possible to minimize the cost of raw components while preserving the nutritional value and technological characteristics. An applied aspect of using the scientific result is the possibility of expanding the range of milk fat substitutes with high nutritional value.

**Keywords:** biotechnological transesterification, fat systems, fat peroxide value, oxidation induction period.

**References**

- Norazlina, M. R., Jahurul, M. H. A., Hasmadi, M., Mansoor, A. H., Norliza, J., Patricia, M. et al. (2021). Trends in blending vegetable fats and oils for cocoa butter alternative application: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 102–114. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.016>
- Sivakanthan, S., Madhujith, T. (2020). Current trends in applications of enzymatic interesterification of fats and oils: A review. *LWT*, 132, 109880. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109880>
- Oteng, A.-B., Kersten, S. (2020). Mechanisms of Action of trans Fatty Acids. *Advances in Nutrition*, 11 (3), 697–708. doi: <https://doi.org/10.1093/advances/nmz125>
- Lai, O. M., Ghazali, H. M., Cho, F., Chong, C. L. (2000). Enzymatic transesterification of palm stearin: anhydrous milk fat mixtures using 1,3-specific and non-specific lipases. *Food Chemistry*, 70 (2), 221–225. doi: [https://doi.org/10.1016/s0308-8146\(00\)00085-6](https://doi.org/10.1016/s0308-8146(00)00085-6)
- Esonye, C., Onukwuli, O. D., Ofoefule, A. U. (2019). Chemical kinetics of a two-step transesterification of *dyacrodes edulis* seed oil using acid-alkali catalyst. *Chemical Engineering Research and Design*, 145, 245–257. doi: <https://doi.org/10.1016/cherd.2019.03.010>
- Tang, W., Wang, X., Huang, J., Jin, Q., Wang, X. (2015). A novel method for the synthesis of symmetrical triacylglycerols by enzymatic transesterification. *Bioresource Technology*, 196, 559–565. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.08.024>
- 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. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200026>
- de Oliveira, P. D., da Silva, D. A., Pires, W. P., Bezerra, C. V., da Silva, L. H. M., da Cruz Rodrigues, A. M. (2021). Enzymatic interesterification effect on the physicochemical and technological properties of cupuassu seed fat and inaja pulp oil blends. *Food Research International*, 145, 110384. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110384>
- Zhang, Z., Ye, J., Lee, W. J., Akoh, C. C., Li, A., Wang, Y. (2021). Modification of palm-based oil blend via interesterification: Physicochemical properties, crystallization behaviors and oxidative stabilities. *Food Chemistry*, 347, 129070. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129070>
- Sytnik, N., Kunitsia, 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. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.209000>
- Gruczynska-Sekowska, E., Aladedunye, F., Anwar, F., Koczon, P., Kowalska, D., Kozłowska, M. et al. (2020). Development of zero-trans shortenings with high thermo-oxidative stability by enzymatic transesterification. *Grasas y Aceites*, 71 (4), 375. doi: <https://doi.org/10.3989/gya.0564191>
- 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. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.268373>
- Gruczyńska, E., Majewska, E., Tarnowska, K. (2018). Development of zero trans baking shortenings by enzymatic interesterification. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 592, 27–35. doi: <https://doi.org/10.22630/zppnr.2018.592.3>
- Kowalska, D., Gruczynska, E., Kowalska, M. (2014). The effect of enzymatic interesterification on the physico-chemical properties and thermo-oxidative stabilities of beef tallow stearin and rapeseed

oil blends. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 120 (1), 507–517. doi: <https://doi.org/10.1007/s10973-014-3869-1>

15. Kowalska, D., Kostecka, M., Tarnowska, K., Kowalski, B. (2013). Oxidative stabilities of enzymatically interesterified goose fat and rapeseed oil blend by rancimat and PDSC. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 115 (3), 2063–2070. doi: <https://doi.org/10.1007/s10973-013-3125-0>
16. Jeyakumar, N., Huang, Z., Balasubramanian, D., Le, A. T., Nguyen, X. P., Pandian, P. L., Hoang, A. T. (2022). Experimental evaluation over the effects of natural antioxidants on oxidation stability of binary biodiesel blend. *International Journal of Energy Research*, 46 (14), 20437–20461. doi: <https://doi.org/10.1002/er.7956>
17. Manzoor, S., Masoodi, F. A., Akhtar, G., Rashid, R. (2022). Production of trans-free shortening by lipase catalysed interesterification using mustard oil and palm stearin: optimisation and characterisation. *Biomass Conversion and Biorefinery*. doi: <https://doi.org/10.1007/s13399-022-03315-1>
18. Zaminyk molochnoho zhyru Akomiks. Available at: <https://organicoil.com.ua/zmzh-akomiks>
19. Maslo vershkove natural'ne toplene DSTU 99%. Available at: <https://prom.ua/ua/p1491578709-maslo-slivochnoe-naturalnoe.html>
20. Belinska, A., Bochkarev, S., Varankina, O., Rudniev, V., Zviakhintseva, 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. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.178908>

**DOI: 10.15587/1729-4061.2023.289988**

#### **EVALUATION OF CLEAN WATER PRODUCTIVITY IN DISTILLATION EQUIPMENT WITH ZINC-COATED STEEL BASINS (p. 29–35)**

**Nita Monintja**

Sam Ratulangi University, Manado, North Sulawesi, Indonesia

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0001-1483-4271>

**Kennie Lempoy**

Sam Ratulangi University, Manado, North Sulawesi, Indonesia

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0003-4705-8525>

**Arwanto Lakat**

Sam Ratulangi University, Manado, North Sulawesi, Indonesia

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0004-0318-8157>

Water is a very important component for humans in everyday life. The need for clean water is currently increasing, especially for people living in coastal areas, this is because the water still contains salt and smells. Solar radiation energy is an alternative energy source. However, its use has not been utilized optimally, as science develops, solar energy has become an object of research, and one discovery of the use of solar energy is distilling sea water using solar energy.

Under these conditions, research will be carried out on clean water distillation equipment, to see and analyze the productivity of water produced by clean water distillation equipment that uses zinc-coated steel tanks. The results obtained do not rule out the possibility that this distillation device with a zinc-coated steel tub can be used to reduce the problem of lack of clean water, especially as it is known in coastal areas where solar energy sources are not only abundant but also very abundant, but the availability of clean water

is limited, still very minimal. So that existing solar energy sources can be used as an energy source in distillation equipment to produce clean water.

From these results, the productivity of the water produced can be seen that solar radiation has a great influence on increasing the efficiency of the distillation equipment. Then the results of condensate water production and efficiency produced by a tool with a one-sided cover glass are greater than a tool with a double-sided cover glass.

**Keywords:** solar energy, solar radiation, sea water, productivity, efficiency, zinc coated steel, cover glass, clean water.

#### **References**

1. Bhattacharyya, A. (2013). Solar Stills for Desalination of Water in Rural Households. *International Journal of Environment and Sustainability*, 2 (1). doi: <https://doi.org/10.24102/ijes.v2i1.326>
2. Al-hassan, G. A., Algarni, S. A. (2013). Exploring of Water Distillation by Single Solar Still Basins. *American Journal of Climate Change*, 02 (01), 57–61. doi: <https://doi.org/10.4236/ajcc.2013.21006>
3. Gugulothu, R., Somanchi, N. S., Devi, R. S. R., Banoth, H. B. (2015). Experimental Investigations on Performance Evaluation of a Single Basin Solar Still Using Different Energy Absorbing Materials. *Aquatic Procedia*, 4, 1483–1491. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2015.02.192>
4. Dubey, R., Rai, A. K. (2017). Comparative performance of a double condensing chamber solar still with a conventional solar still. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*, 8 (11), 106–112. Available at: [https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal\\_uploads/IJMET/VOLUME\\_8\\_ISSUE\\_11/IJMET\\_08\\_11\\_012.pdf](https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJMET/VOLUME_8_ISSUE_11/IJMET_08_11_012.pdf)
5. Nagarajan, P. K., El-Agouz, S. A., Harris Samuel D. G., Edwin, M., Madhu, B., Sathyamurthy, R., Bharathwaj, R. (2017). Analysis of an inclined solar still with baffles for improving the yield of fresh water. *Process Safety and Environmental Protection*, 105, 326–337. doi: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2016.11.018>
6. Srivastava, P. K., Dwivedi, A., Pandey, M. K., Agrawal, A., Rana, R. S. (2017). An Experimental Study on the Inner and Outer Glass Cover Temperatures of Solar Still. *MATEC Web of Conferences*, 95, 18006. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/20179518006>
7. Ozuomba, J. O., Emmanuel, A., Ozuomba, C. U., Udoye, M. C. (2017). Design and determination of the efficiency of a slanting-type solar water distillation kit. *Nigerian Journal of Technology*, 36 (2), 643. doi: <https://doi.org/10.4314/njt.v36i2.41>
8. Farge, T. Z., Sultan, K. F., Ahmed, A. M. (2017). Experimental Study of the Performance Water Distillation Device by Using Solar Energy. *Engineering and Technology Journal*, 35 (6), 653–659. doi: <https://doi.org/10.30684/etj.35.6a.14>
9. Oyewole, J. A., Olanrewaju, A. A. (2019). Performance of a Double Slope Solar Water Distillation: A Case Study of Aiba Stream in Iwo. *Iranian Journal of Energy and Environment*, 10 (2), 111–114. doi: <https://doi.org/10.5829/ijee.2019.10.02.07>
10. Parikesit, E., Kusbandono, W., Sambada, FA. R. (2019). Microcontroller Based Simple Water Flow Rate Control System to Increase the Efficiency of Solar Energy Water Distillation. *International Journal of Applied Sciences and Smart Technologies*, 01 (02), 129–146. doi: <https://doi.org/10.24071/ijasst.v1i2.1923>
11. Farge, T. Z., Mohammed, M. J., Ali Jassim, N. (2020). Design and Implementation of Water Distillation System Using Solar Energy.

- IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 765 (1), 012029. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/765/1/012029>
12. Monintja, N. C. V. (2020). The Influence of Glass Cover Shape on Clean Water Productivity on Seawater Distillation Equipment. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 55 (4). doi: <https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.55.4.53>
  13. Ahmadzadeh, J. (1978). Solar earth-water stills. *Solar Energy*, 20 (5), 387–391. doi: [https://doi.org/10.1016/0038-092x\(78\)90154-8](https://doi.org/10.1016/0038-092x(78)90154-8)
  14. Duffie, J. A., Beckman, W. A. (2013). *Solar Engineering of Thermal Processes*. John Wiley & Sons, Inc. doi: <https://doi.org/10.1002/9781118671603>
  15. Kreith, F., Kreider, J. F. (1978). *Principles of Solar Engineering*. Hemisphere Publishing Corporation, 778.
  16. Holman, J. P. (1998). *Heat Transfer*. Jakarta: Erlangga.
  17. Agua, S. (2001). *Solar Water Purification Systems*. Texas.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2023.286391**

**IDENTIFYING THE FEATURES OF SURFACE ROUGHNESS AND H<sub>2</sub> BUBBLE PRODUCTION ON THE SUPER-HYDROPHOBIC PROPERTIES OF Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> AND Mg MEMBRANES (p. 36–48)**

**Rachmat Subagyo**

Lambung Mangkurat University, Kotak Pos 219,  
Banjarmasin, Indonesia  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6129-7395>

**I. N. G. Wardana**

Brawijaya University, Malang, Indonesia  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3146-9517>

**Agung Sugeng Widodo**

Brawijaya University, Malang, Indonesia  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5331-9950>

**Eko Siswanto**

Brawijaya University, Malang, Indonesia  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1560-8073>

**Andy Nugraha**

Lambung Mangkurat University, Banjarmasin, Indonesia  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-4989-2241>

**M. Munawar Fadilah**

Lambung Mangkurat University, Banjarmasin, Indonesia  
**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0005-1173-0759>

**Agusnaedi**

Lambung Mangkurat University, Banjarmasin, Indonesia  
**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0006-4264-1713>

**Ahmad Fadhila Ramadhani**

Lambung Mangkurat University, Banjarmasin, Indonesia  
**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0006-3936-4217>

This research investigates Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) and Magnesium nano membrane layers using hybrid technology. Hybrid is a concept of combining two or more materials/elements to achieve something better. Hybrid technology was developed because of the possibility of combining materials/elements which, if used simultaneously, has more advantages than if used independently. The problem to be solved is to find the best composition of Alumina and Magnesium hybrid membranes. Superhydrophobic properties of the membrane are achieved at a percentage of Mg:50 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:50 %. At a composition below 50 % Mg, the small surface roughness has a low surface

tension, while the H<sub>2</sub> production reaction by Mg is also low, so the surface tension carrying capacity of the gas and the roughness of the droplets is not strong, which causes the hydrophobicity to be low. In compositions above 50 % Mg, H<sub>2</sub> production by high Mg makes bubbles cover the roughness peaks so that the surface tension is lower and changes the superhydrophobic to hydrophobic properties. At a high Mg percentage, H<sub>2</sub> production is very large, while surface roughness decreases due to minimal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. As a result, the roughness grooves are unable to accommodate H<sub>2</sub> gas bubbles, the bubbles completely cover the roughness peaks which are the source of surface tension so that the hydrophobic properties become hydrophilic. The results of this best hybrid composition can be used as a guide in making superhydrophobic membranes on Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) and Magnesium alloys. This membrane application is used as a filtration membrane in the water purification process. Superhydrophobic membranes are widely applied in membrane distillation, membrane gas absorption and pervaporation.

**Keywords:** hybrid technology, superhydrophobicity, surface roughness, hybrid composition, membranes.

**References**

1. Subagyo, R., Tamjidillah, M., Irawansyah, H., Ghofur, A., Muchsin. (2021). Experimental study the effect of surface roughness of a material on its hydrophobicity. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1034 (1), 012143. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1034/1/012143>
2. Subagyo, R., Muchsin, Ferdiansyah, V., Irawansyah, H. (2023). Experimental study of leave hydrophobicity with variation of volume and surface slope. *AIP Conference Proceedings*. doi: <https://doi.org/10.1063/5.0120232>
3. Negara, K. M. T., Widhiyanuriyawan, D., Hamidi, N., Wardana, I. N. G. (2020). The Dynamic Interaction of Water Droplet with Nano-Stalagmite Functional Groups of Taro Leaf Surface. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 55 (2). doi: <https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.55.2.28>
4. Trisna Negara, K. M., Hamidi, N., Widhiyanuriyawan, D., Wardana, I. N. G. (2020). Development of energy harvesting with water droplet continuous flow over nanohollow and nanostalagmite of taro leaf surface. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (5 (107)), 14–22. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.214263>
5. Subagyo, R., Wardana, I. N. G., Widodo, A., Siswanto, E. (2020). The role of hydrogen gas bubble in hydrophobic properties in mixed micro layer (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Mg). *Archives of Materials Science and Engineering*, 1 (105), 5–16. doi: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.5119>
6. Yao, C. W., Garvin, T. P., Alvarado, J. L., Jacobi, A. M., Jones, B. G., Marsh, C. P. (2012). Droplet contact angle behavior on a hybrid surface with hydrophobic and hydrophilic properties. *Applied Physics Letters*, 101 (11), 111605. doi: <https://doi.org/10.1063/1.4752470>
7. Yao, C.-W., Alvarado, J. L., Marsh, C. P., Jones, B. G., Collins, M. K. (2014). Wetting behavior on hybrid surfaces with hydrophobic and hydrophilic properties. *Applied Surface Science*, 290, 59–65. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2013.10.188>
8. Heinen, S., Burke, D., O'Malley, M. (2016). Electricity, gas, heat integration via residential hybrid heating technologies – An investment model assessment. *Energy*, 109, 906–919. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.04.126>

9. Wahyudi, W., Subagyo, R., Gapsari, F. (2019). Physical and chemical mechanisms of hydrophobicity of nanoparticle membranes ( $Mg+Al_2O_3$ ). *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 2 (96), 57–68. doi: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.7936>
10. Subagyo, R., Isworo, H. (2020). Membrane filtration simulation study with variation in the number of filters on peat water media. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (10 (107)), 43–50. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.210462>
11. Lv, Y., Yu, X., Tu, S.-T., Yan, J., Dahlquist, E. (2010). Wetting of polypropylene hollow fiber membrane contactors. *Journal of Membrane Science*, 362 (1-2), 444–452. doi: <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2010.06.067>
12. Zhang, H.-Y., Wang, R., Liang, D. T., Tay, J. H. (2008). Theoretical and experimental studies of membrane wetting in the membrane gas–liquid contacting process for CO<sub>2</sub> absorption. *Journal of Membrane Science*, 308 (1-2), 162–170. doi: <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2007.09.050>
13. Lv, Y., Yu, X., Tu, S.-T., Yan, J., Dahlquist, E. (2012). Experimental studies on simultaneous removal of CO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> in a polypropylene hollow fiber membrane contactor. *Applied Energy*, 97, 283–288. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.01.034>
14. Hamza, A., Pham, V. A., Matsuura, T., Santerre, J. P. (1997). Development of membranes with low surface energy to reduce the fouling in ultrafiltration applications. *Journal of Membrane Science*, 131 (1-2), 217–227. doi: [https://doi.org/10.1016/s0376-7388\(97\)00050-1](https://doi.org/10.1016/s0376-7388(97)00050-1)
15. Essalhi, M., Khayet, M. (2012). Surface segregation of fluorinated modifying macromolecule for hydrophobic/hydrophilic membrane preparation and application in air gap and direct contact membrane distillation. *Journal of Membrane Science*, 417-418, 163–173. doi: <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2012.06.028>
16. Suk, D. E., Matsuura, T., Park, H. B., Lee, Y. M. (2010). Development of novel surface modified phase inversion membranes having hydrophobic surface-modifying macromolecule (nSMM) for vacuum membrane distillation. *Desalination*, 261 (3), 300–312. doi: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2010.06.058>
17. Bakeri, Gh., Ismail, A. F., Rana, D., Matsuura, T. (2012). Development of high performance surface modified polyetherimide hollow fiber membrane for gas–liquid contacting processes. *Chemical Engineering Journal*, 198-199, 327–337. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2012.05.105>
18. Bakeri, Gh., Matsuura, T., Ismail, A. F., Rana, D. (2012). A novel surface modified polyetherimide hollow fiber membrane for gas–liquid contacting processes. *Separation and Purification Technology*, 89, 160–170. doi: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2012.01.022>
19. Rahbari-Sisakht, M., Ismail, A. F., Rana, D., Matsuura, T. (2012). Effect of novel surface modifying macromolecules on morphology and performance of Polysulfone hollow fiber membrane contactor for CO<sub>2</sub> absorption. *Separation and Purification Technology*, 99, 61–68. doi: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2012.08.021>
20. Rahbari-Sisakht, M., Ismail, A. F., Rana, D., Matsuura, T. (2012). A novel surface modified polyvinylidene fluoride hollow fiber membrane contactor for CO<sub>2</sub> absorption. *Journal of Membrane Science*, 415-416, 221–228. doi: <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2012.05.002>
21. Mansourizadeh, A., Aslmahdavi, Z., Ismail, A. F., Matsuura, T. (2014). Blend polyvinylidene fluoride/surface modifying macromolecule hollow fiber membrane contactors for CO<sub>2</sub> absorption. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 26, 83–92. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2014.04.027>
22. Efome, J. E., Baghbanzadeh, M., Rana, D., Matsuura, T., Lan, C. Q. (2015). Effects of superhydrophobic SiO<sub>2</sub> nanoparticles on the performance of PVDF flat sheet membranes for vacuum membrane distillation. *Desalination*, 373, 47–57. doi: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2015.07.002>
23. Ditscherlein, L., Fritzsche, J., Peuker, U. A. (2016). Study of nanobubbles on hydrophilic and hydrophobic alumina surfaces. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 497, 242–250. doi: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2016.03.011>
24. Bhusan, B. (2009). Biomimetics: lessons from nature—an overview. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 367 (1893), 1445–1486. doi: <https://doi.org/10.1098/rsta.2009.0011>
25. Subagyo, R., Wardana, I. N. G., Widodo, A., Siswanto, E. (2017). The Mechanism of Hydrogen Bubble Formation Caused by the Super Hydrophobic Characteristic of Taro Leaves. *International Review of Mechanical Engineering (IREME)*, 11 (2), 95. doi: <https://doi.org/10.15866/ireme.v11i2.10621>

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2023.288452**

**DEVISING OF A METHOD FOR IMPROVING ANODE CAPACITY FOR AN ALL-IRON FLOW BATTERY (p. 49–57)**

**Andrii Bondar**

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0007-3188-5250>

**Olga Linyucheva**

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-4181-5946>

**Mykhaylo Byk**

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, 37, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0322-167X>

A comprehensive study of the impact of electrode design and iron deposition mechanism on the enhancement of the capacity of an all-iron redox flow battery (AIFB) has been conducted. The research is focused on revealing the complex interaction between electrode architecture, iron deposition behaviour, and battery capacity.

Using a developed experimental setup, five different electrode designs are investigated. These designs include variations in the arrangement of carbon felt (CF) and non-woven fabric (NWF) layers and critical factors affecting iron deposition. Battery charge and discharge experiments were carried out under controlled conditions, simulating practical operating regimes with a current density of 50 mA/cm<sup>2</sup> and a compression ratio of 80 %.

The results demonstrate the influence of electrode design on iron deposition and, consequently, on battery capacity. The electrode configuration with two layers of CF and two layers of NWF exhibits a specific capacity exceeding 700 mA-h/cm<sup>2</sup>.

Analysis using scanning electron microscopy (SEM) complements the capacity determination results by providing valuable information about the spatial distribution of iron on the electrode

surfaces. Furthermore, quantitative analysis using ZAF correction reveals uniform models of iron deposition on the surface of electrode E, indicating its potential for optimizing AIFB performance.

This study provides a comprehensive understanding of the relationship between electrode design, iron deposition behaviour, and AIFB capacity. The results offer insights for improving electrode configurations, ultimately contributing to the development of efficient energy storage solutions.

**Keywords:** all-iron flow battery, electrode architecture, iron deposition, battery capacity, carbon felt.

## References

- 10 Years: Progress to Action (2020). International Renewable Energy Agency (IRENA). Available at: [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jan/IRENA\\_10\\_years\\_2020.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jan/IRENA_10_years_2020.pdf)
- Renewable Power Generation Costs in 2018 (2019). International Renewable Energy Agency (IRENA). Available at: <https://www.irena.org/publications/2019/May/Renewable-power-generation-costs-in-2018>
- Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian, M. D., Wagner, N., Gorini, R. (2019). The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews*, 24, 38–50. doi: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>
- Sánchez-Díez, E., Ventosa, E., Guarnieri, M., Trovò, A., Flox, C., Marcilla, R. et al. (2021). Redox flow batteries: Status and perspective towards sustainable stationary energy storage. *Journal of Power Sources*, 481, 228804. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2020.228804>
- Zhang, C., Zhang, L., Ding, Y., Peng, S., Guo, X., Zhao, Y. et al. (2018). Progress and prospects of next-generation redox flow batteries. *Energy Storage Materials*, 15, 324–350. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ensm.2018.06.008>
- Holland-Cunz, M. V., Cording, F., Friedl, J., Stimming, U. (2018). Redox flow batteries – Concepts and chemistries for cost-effective energy storage. *Frontiers in Energy*, 12 (2), 198–224. doi: <https://doi.org/10.1007/s11708-018-0552-4>
- Ding, Y., Zhang, C., Zhang, L., Zhou, Y., Yu, G. (2018). Molecular engineering of organic electroactive materials for redox flow batteries. *Chemical Society Reviews*, 47 (1), 69–103. doi: <https://doi.org/10.1039/c7cs00569e>
- Zhao, Q., Zhu, Z., Chen, J. (2017). Molecular Engineering with Organic Carbonyl Electrode Materials for Advanced Stationary and Redox Flow Rechargeable Batteries. *Advanced Materials*, 29 (48). doi: <https://doi.org/10.1002/adma.201607007>
- Hruska, L. W., Savinell, R. F. (1981). Investigation of Factors Affecting Performance of the Iron-Redox Battery. *Journal of The Electrochemical Society*, 128 (1), 18–25. doi: <https://doi.org/10.1149/1.2127366>
- Noack, J., Wernado, M., Roznyatovskaya, N., Ortner, J., Pinkwart, K. (2020). Studies on Fe/Fe Redox Flow Batteries with Recombination Cell. *Journal of The Electrochemical Society*, 167 (16), 160527. doi: <https://doi.org/10.1149/1945-7111/abcf50>
- Hawthorne, K. L., Petek, T. J., Miller, M. A., Wainright, J. S., Savinell, R. F. (2014). An Investigation into Factors Affecting the Iron Plating Reaction for an All-Iron Flow Battery. *Journal of The Electrochemical Society*, 162 (1), A108–A113. doi: <https://doi.org/10.1149/2.0591501jes>
- Manohar, A. K., Kim, K. M., Plichta, E., Hendrickson, M., Rawlings, S., Narayanan, S. R. (2015). A High Efficiency Iron-Chloride Redox Flow Battery for Large-Scale Energy Storage. *Journal of The Electrochemical Society*, 163 (1), A5118–A5125. doi: <https://doi.org/10.1149/2.0161601jes>
- Dinesh, A., Olivera, S., Venkatesh, K., Santosh, M. S., Priya, M. G., Inamuddin, Asiri, A. M., Muralidhara, H. B. (2018). Iron-based flow batteries to store renewable energies. *Environmental Chemistry Letters*, 16 (3), 683–694. doi: <https://doi.org/10.1007/s10311-018-0709-8>
- Petek, T. J., Hoyt, N. C., Savinell, R. F., Wainright, J. S. (2015). Slurry electrodes for iron plating in an all-iron flow battery. *Journal of Power Sources*, 294, 620–626. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2015.06.050>
- Sun, C., Zhang, H., Song, K. (2023). Fe-based redox flow batteries. Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-96022-9.00020-7>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.288551

## IDENTIFYING THE INFLUENCE OF BASALT FIBER REINFORCEMENT ON THE DEFORMATION AND STRENGTH CHARACTERISTICS OF CEMENT STONE (p. 58–65)

**Arman Kابدushev**

M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Republic of Kazakhstan

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3579-9054>

**Dinara Delikesheva**

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5442-4763>

**Darkhan Korgasbekov**

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9135-4848>

**Bauyrzhan Manapbayev**

M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9140-178X>

**Marzhan Kalmakhanova**

M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8635-463X>

The object of the research is the quality of cementing oil and gas wells with increasing the strength and deformation capacity of cement stone using basalt fibers.

Cement slurry used in cementing oil and gas wells faces the problem of failure under the influence of hydraulic fracturing and perforation procedures. This failure leads to the formation of cracks and may require remedial cementing, which increases operating costs and complicates the process of oil and gas production. Moreover, this problem can lead to premature well water breakthrough and cause serious damage such as oil and gas shows and blowouts, which poses a threat to the environment and safety. To solve the problem of the destruction of cement stone under external influences, the study proposed the approach of reinforcing with basalt fiber.

During the study, a cementing material based on Portland cement, reinforced with various concentrations of basalt fibers (0.1 %,

0.5 %, 1 % and 2 %), was developed and tested. Cement strength tests at 2, 7, and 14 days, along with deformation monitoring under load, were performed.

The addition of basalt fibers to cement stone significantly improved its strength characteristics. The most successful results were achieved with the addition of 0.5 % basalt fibers, resulting in an 11 % increase in compressive and flexural strength. Basalt fibers complement the structure of cement stone, increasing its ability to deform.

One of the key features of the obtained results is the possibility of improving the strength of the cement stone without losing its fluidity as a cement slurry.

The results obtained are applicable in the development and production of cement materials based on basalt fibers. This will improve the quality of well cementing and reduce the risks of complications.

**Keywords:** oil well cement, cement composite materials, basalt fiber, strength, deformation characteristics.

### References

- Zhu, H. Y., Deng, J. G., Zhao, J., Zhao, H., Liu, H. L., Wang, T. (2014). Cementing failure of the casing-cement-rock interfaces during hydraulic fracturing. *Computers and Concrete*, 14 (1), 91–107. doi: <https://doi.org/10.12989/cac.2014.14.1.091>
- Fedorov, B., Ratov, B., Sharauova, A. (2017). Development of the model of petroleum well boreability with PDC bore bits for Uzen oilfield (the Republic of Kazakhstan). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (1 (87)), 16–22. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.99032>
- Yan, Y., Guan, Z., Yan, W., Wang, H. (2020). Analysis Method of Cement Sheath Damage Zone After Perforation. *SPE/IATMI Asia Pacific Oil & Gas Conference and Exhibition*. doi: <https://doi.org/10.2118/196556-ms>
- Purnell, P., Short, N. R., Page, C. L., Majumdar, A. J. (2000). Microstructural observations in new matrix glass fibre reinforced cement. *Cement and Concrete Research*, 30 (11), 1747–1753. doi: [https://doi.org/10.1016/s0008-8846\(00\)00407-5](https://doi.org/10.1016/s0008-8846(00)00407-5)
- Bheel, N. (2021). Basalt fibre-reinforced concrete: review of fresh and mechanical properties. *Journal of Building Pathology and Rehabilitation*, 6 (1). doi: <https://doi.org/10.1007/s41024-021-00107-4>
- Paiva, L. C. M., Ferreira, I. M., Martinelli, A. E., Freitas, J. C. de O., Bezerra, U. T. (2019). Milled basalt fiber reinforced Portland slurries for oil well applications. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 175, 184–189. doi: <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2018.11.068>
- Zheng, Y., Zhang, Y., Zhuo, J., Zhang, Y., Wan, C. (2022). A review of the mechanical properties and durability of basalt fiber-reinforced concrete. *Construction and Building Materials*, 359, 129360. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129360>
- Wang, S., Chen, F., Xue, Q., Zhang, P. (2020). Splitting Tensile Strength of Cement Soil Reinforced with Basalt Fibers. *Materials*, 13 (14), 3110. doi: <https://doi.org/10.3390/ma13143110>
- Afroz, M., Patnaikuni, I., Venkatesan, S. (2017). Chemical durability and performance of modified basalt fiber in concrete medium. *Construction and Building Materials*, 154, 191–203. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.07.153>
- Ayub, T., Shafiq, N., Nuruddin, M. F. (2014). Mechanical Properties of High-performance Concrete Reinforced with Basalt Fibers. *Procedia Engineering*, 77, 131–139. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.07.029>
- Zhang, H., Wang, B., Xie, A., Qi, Y. (2017). Experimental study on dynamic mechanical properties and constitutive model of basalt fiber reinforced concrete. *Construction and Building Materials*, 152, 154–167. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.06.177>
- Zhou, H., Jia, B., Huang, H., Mou, Y. (2020). Experimental Study on Basic Mechanical Properties of Basalt Fiber Reinforced Concrete. *Materials*, 13 (6), 1362. doi: <https://doi.org/10.3390/ma13061362>
- Yang, L., Xie, H., Fang, S., Huang, C., Yang, A., Chao, Y. J. (2021). Experimental study on mechanical properties and damage mechanism of basalt fiber reinforced concrete under uniaxial compression. *Structures*, 31, 330–340. doi: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.01.071>
- Xie, L., Sun, X., Yu, Z., Zhang, J., Li, G., Diao, M. (2023). Experimental Study and Mechanism Analysis of the Shear Dynamic Performance of Basalt Fiber-Reinforced Concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 35 (1). doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)mt.1943-5533.0004549](https://doi.org/10.1061/(asce)mt.1943-5533.0004549)
- Zhang, H., Ji, S., Wang, L., Jin, C., Liu, X., Li, X. (2022). Study on dynamic splitting tensile damage characteristics of basalt fiber reinforced concrete based on AE and DSCM. *Journal of Building Engineering*, 57, 104905. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.104905>
- Zhou, Y., Zou, S., Wen, J., Zhang, Y. (2023). Study on the damage behavior and energy dissipation characteristics of basalt fiber concrete using SHPB device. *Construction and Building Materials*, 368, 130413. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.130413>
- Kumbhar, P. V. (2014). An overview: basalt rock fibers-new construction material. *Acta Engineering International*, 2 (1), 11–18. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/302987042\\_An\\_overview\\_basalt\\_rock\\_fibres-new\\_construction\\_material](https://www.researchgate.net/publication/302987042_An_overview_basalt_rock_fibres-new_construction_material)
- Agzamov, F. A., Belousov, A. O. (2018). Substantiation of the methodology for assessing dangerous stresses in the body of cement stone during technological operations in a well. *Oil Province*, 4, 225–239.
- Gao, S. L., Mäder, E., Plonka, R. (2007). Nanostructured coatings of glass fibers: Improvement of alkali resistance and mechanical properties. *Acta Materialia*, 55 (3), 1043–1052. doi: <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2006.09.020>
- Barhum, R., Mechtcherine, V. (2012). Effect of short, dispersed glass and carbon fibres on the behaviour of textile-reinforced concrete under tensile loading. *Engineering Fracture Mechanics*, 92, 56–71. doi: <https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2012.06.001>

**DOI: 10.15587/1729-4061.2023.281708**

**IDENTIFICATION OF PATTERNS OF STRENGTH FORMATION OF CONCRETE USING CEMENT PORT LAND POZZOLAN (PPC) AND WASTE TIRE POWDER IN THE CONDITION OF SEAWATER CURING (p. 66–73)**

**Sahat Martua Sihombing**

Krisnadwipayana University, West Java, Indonesian  
**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0004-5626-546X>

**Dodi Tresna Yudiantna**

Krisnadwipayana University, West Java, Indonesian  
**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0005-4147-7168>

According to the national standard body in Indonesia, the compressive strength of 20 MPa concrete is medium quality concrete. Medium-strength concrete is usually used for floors, light construction, houses, warehouse factories, and sidewalks. The use of medium-

strength concrete is very broad, it is necessary to continuously conduct research to produce new innovations. Previous research on the utilization of waste rubber tires has been carried out. Research on the development of concrete with the use of waste tire rubber powder is very interesting to do considering the waste of used tires that continues to increase along with the increase in the number of motorized vehicles in Indonesia. Portland Cement (OPC) and Portland Pozzolan Cement (PPC) are the two types that will be used in this research to see its effect on concrete with waste rubber powder. These two cements also have different corrosion resistance. And seawater is one of the triggers of high concrete corrosion. Research on the development of concrete with the use of waste tire rubber powder is very interesting to do considering the waste of used tires that continues to increase along with the increase in the number of motorized vehicles in Indonesia. Portland Cement (OPC) and Portland Pozzolan Cement (PPC) are the two types that will be used in this research to see its effect on concrete with waste rubber powder. These two cements also have different corrosion resistance. And seawater is one of the triggers of high concrete corrosion.

This study aims to analyze how the compressive strength of PPC concrete compares with OPC and the addition of used tire powder under seawater treatment conditions. Six concrete variants were made and then tested for compressive strength. The compressive strength values of variants 1 to 6 were obtained as 20.78 MPa, 18.26 MPa, 19.56 MPa, 16.58 MPa, 13.03 MPa. The results show that tile powder is not effective in increasing construction strength, but the use of PPC cement is more effective than the use of OPC in improving construction, especially for cement use in buildings close to sea water.

**Keywords:** compressive strength, waste tile powder, portland cement, portland pozzolan.

### References

- Arifatunurrillah, A., Saputra, A., Sulisty, D. (2019). Pengaruh Air Laut Pada Masa Perawatan Terhadap Infiltrasi Ion Klorida Pada Beton Dengan Menggunakan Semen Portland Tipe V. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 3 (1), 1. doi: <https://doi.org/10.20961/jrrs.v3i1.30504>
- Fapohunda, C., Akinbile, B., Oyelade, A. (2018). A Review of the Properties, Structural Characteristics and Application Potentials of Concrete Containing Wood Waste as Partial Replacement of one of its Constituent Material. *YBL Journal of Built Environment*, 6 (1), 63–85. doi: <https://doi.org/10.2478/jbe-2018-0005>
- Sujivorakul, C., Jaturapitakkul, C., Taotip, A. (2011). Utilization of Fly Ash, Rice Husk Ash, and Palm Oil Fuel Ash in Glass Fiber-Reinforced Concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 23 (9), 1281–1288. doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)mt.1943-5533.0000299](https://doi.org/10.1061/(asce)mt.1943-5533.0000299)
- Dipohusodo, I. Struktur Beton Bertulang. Available at: [https://www.academia.edu/40382011/STRUKTUR\\_BETON\\_BERTULANG\\_ISTIMAWAN](https://www.academia.edu/40382011/STRUKTUR_BETON_BERTULANG_ISTIMAWAN)
- Moasas, A. M., Amin, M. N., Khan, K., Ahmad, W., Al-Hashem, M. N. A., Deifalla, A. F., Ahmad, A. (2022). A worldwide development in the accumulation of waste tires and its utilization in concrete as a sustainable construction material: A review. *Case Studies in Construction Materials*, 17, e01677. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01677>
- Guo, S., Dai, Q., Si, R., Sun, X., Lu, C. (2017). Evaluation of properties and performance of rubber-modified concrete for recycling of waste scrap tire. *Journal of Cleaner Production*, 148, 681–689. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.046>
- Aiello, M. A., Leuzzi, F. (2010). Waste tyre rubberized concrete: Properties at fresh and hardened state. *Waste Management*, 30 (8-9), 1696–1704. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.02.005>
- Xiao, Z., Pramanik, A., Basak, A. K., Prakash, C., Shankar, S. (2022). Material recovery and recycling of waste tyres-A review. *Cleaner Materials*, 5, 100115. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clema.2022.100115>
- Kangu, A. N., Shitote, S. M., Onchiri, R. O., Matallah, M. (2023). Effects of waste tyre steel fibres on the ultimate capacity of headed studs in normal concrete. *Case Studies in Construction Materials*, 18, e02166. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02166>
- Guru Prasad, M., Yadav Golla, S., Prabhajan, N., Siva Krishna, A., Alok, G. (2021). Mechanical properties of rubberized concrete using truck scrap rubber. *Materials Today: Proceedings*, 39, 849–854. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.358>
- Miller, N. M., Tehrani, F. M. (2017). Mechanical properties of rubberized lightweight aggregate concrete. *Construction and Building Materials*, 147, 264–271. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.04.155>
- Al-Atroush, M. E., Sebaey, T. A. (2021). Stabilization of expansive soil using hydrophobic polyurethane foam: A review. *Transportation Geotechnics*, 27, 100494. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2020.100494>
- Li, Z., An, R., Zhang, W., Fan, X., Jin, H., Liu, J. et al. (2023). Investigating the effects of seawater and sea sand aggregates and supplementary cementitious materials on the early shrinkage and crack resistance of concrete. *Construction and Building Materials*, 392, 131719. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131719>
- Mohe, N. S., Shewalul, Y. W., Agon, E. C. (2022). Experimental investigation on mechanical properties of concrete using different sources of water for mixing and curing concrete. *Case Studies in Construction Materials*, 16, e00959. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e00959>
- Hanif, A. (2023). Applicability and limitations of using seawater and sea sand in concrete. *Materials Today: Proceedings*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.05.339>
- SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Available at: <https://staffnew.uny.ac.id/upload/132256207/pendidikan/sni-03-2834-2000.pdf>
- ASTM C127-88(2001). Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate. doi: <https://doi.org/10.1520/C0127-88R01>
- SNI-1972:2008. Cara Uji Slump Beton. Available at: [https://lauwtjunji.weebly.com/uploads/1/0/1/7/10171621/sni-1972-2008\\_cara\\_uji\\_slump\\_beton.pdf](https://lauwtjunji.weebly.com/uploads/1/0/1/7/10171621/sni-1972-2008_cara_uji_slump_beton.pdf)
- Panitia Pembaharuan Peraturan Beton Bertulang Indonesia (1971). Peraturan beton bertulang indonesia 1971 (P.B.I. 1971) N. 2-1. Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.289929

FORMATION OF THE STRENGTH OF FINE-GRAINED CONCRETE BASED ON MODIFIED SLAG PORTLAND CEMENT (p. 77–81)

Oleksandra Shyshkina

Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3716-9347>



**Illia Piskun**

Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0002-3366-1924>

The object of research is fine-grained concrete on slag Portland cement. Owing to the significant content of metallurgical industry waste in its composition, slag Portland cement belongs to ecologically acceptable products. However, the insufficient rate of formation of its structure and, as a result, the main quality indicator, which is compressive strength, limits the field of use of slag Portland cement. Therefore, in the studies, the goal was to increase the speed of formation of the strength of fine-grained concrete made on slag Portland cement. The studies of the influence of modification of slag Portland cement with water, activated by the use of the hydrophobic hydration mechanism, established the factors affecting the speed of formation and the value of compressive strength of fine-grained concrete made on slag Portland cement. It has been proven that these factors include the type and amount of applied water nanomodifiers, as well as the type and amount of fine concrete aggregate. The analysis of the study results confirmed that the introduction of water activated by the mechanism of hydrophobic hydration into concrete in ultra-small doses significantly increases the rate of formation of concrete strength. Given this, the strength of the resulting modified fine-grained concrete based on slag Portland cement at the age of 2 days exceeds the strength of the similar concrete without additives by 60 %, and at the age of 210 days – by 25 %. This allows us to assert the effectiveness of the identified mechanism of modification of slag Portland cement. Thus, there are reasons to assert the possibility of targeted regulation of the processes of forming a strong structure of fine-grained concrete based on slag Portland cement by using water activated by the mechanism of hydrophobic hydration.

**Keywords:** fine-grained concrete, Portland slag cement, hydration, concrete modification, surfactants, water activation.

**References**

1. Kostyuk, T., Vinnichenko, V., Plugin, A., Borziak, O., Iefimenko, A. (2021). Physicochemical studies of the structure of energy-saving compositions based on slags. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1021 (1), 012016. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1021/1/012016>
2. Shishkina, A., Shishkin, A. (2020). Application of the easy concentration effect in concrete technology. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 907 (1), 012038. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/907/1/012038>
3. The new concrete. Available at: <https://www.encosrl.it/the-new-concrete/>
4. Schmidt, M. (2006). Von der Nanotechnologie zum Ultra - Hochfesten Beton. 16 Intern. Baustoff. Konf. Weimar, 2, 1405–1416.
5. Tevyashev, A. D., Shitikov, E. S. (2009). O vozmozhnosti upravleniya svoystvami tsementobetonov s pomosh'yu nanomodifikatorov. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (7 (40)), 35–40. Available at: <https://journals.urau.ua/eejet/article/view/22048>
6. Belichenko, O. A., Tolmachov, S. M. (2020). Research of physical and chemical properties of aqueous suspensions of microfillers with superplasticators. *Resursoekonomni materialy, konstruktzii, budivli ta sporudy*, 38, 66–77. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/rmkbs\\_2020\\_38\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/rmkbs_2020_38_7)
7. Storchai, N. S., Savin, Yu. L., Volnianska, I. P. (2020). Scientific and technical justification of use of mineral disperse systems of technogenic origin. *Resursoekonomni materialy, konstruktzii, budivli ta sporudy*, 38, 277–282. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/rmkbs\\_2020\\_38\\_31](http://nbuv.gov.ua/UJRN/rmkbs_2020_38_31)
8. Shishkina, A., Shishkin, A. (2018). Research into effect of complex nanomodifiers on the strength of fine-grained concrete. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (6 (92)), 29–33. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.127261>
9. Shishkin, A., Netesa, M., Scherba, V. (2017). Effect of the iron-containing filler on the strength of concrete. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (6 (89)), 11–16. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.109977>
10. Shishkin, A., Netesa, N., Netesa, A. (2019). Determining the rational compositions of low-strength concretes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (6 (97)), 47–52. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.156599>
11. Shyshkin, A. (2023). Increasing the Speed of Formation of the Structure of Fine-Grained Concrete and its Strength. *Key Engineering Materials*, 953, 69–74. doi: <https://doi.org/10.4028/p-itx1lu>
12. Erdođdu, Ş. (2000). Compatibility of superplasticizers with cements different in composition. *Cement and Concrete Research*, 30 (5), 767–773. doi: [https://doi.org/10.1016/s0008-8846\(00\)00229-5](https://doi.org/10.1016/s0008-8846(00)00229-5)
13. Shyshkina, A., Shyshkin, A. (2021). Fine-Grained Concrete for Repair and Restoration of Building Structures. *Materials Science Forum*, 1038, 317–322. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.1038.317>
14. Shyshkina, A., Shyshkin, A. (2022). Influence of Temperature and Humidity of the Environment where the Concrete Hardening Takes over on the Efficiency of Surface Microdosis Application. *Materials Science Forum*, 1066, 169–174. doi: <https://doi.org/10.4028/p-b74fx4>
15. Shishkina, A. (2017). Study of change in the deformation-strength properties of nanomodified fine-grained concretes over time. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (6 (87)), 50–54. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.101032>

**DOI: 10.15587/1729-4061.2023.289932****РОЗРОБКА І ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМІВ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАСТОВОГО ФЛЮЇДУ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ТОЧНОГО ОПИСУ PVT-МОДЕЛІ ДЛЯ КАЗАХСТАНСЬКОЇ НАФТИ (с. 6–20)****Jamilyam Ismailova, Dinara Delikesheva, Aibek Abdukarimov, Nargiz Utegenova, Adel Sarsenova**

Композиційне моделювання пластів часто вимагає великої кількості миттєвих обчислень. Для зменшення розмірності задачі та обсягу обчислень кілька компонентів зазвичай групують у псевдокомпоненти. Однак для моделювання поверхневих процесів важливо мати детальний фазовий склад. Точний склад пластового флюїду вимагає проведення лабораторного аналізу, який є дорогим і трудомістким. У даному дослідженні ця проблема вирішується шляхом введення удосконаленої процедури розгрупування, спрямованої на отримання точної характеристики пластового флюїду.

Основна мета полягала у розробці складної процедури розгрупування, здатної точно описати детальні склади флюїдів на основі розрахунків сумішей. Її метою було зменшення залежності від лабораторного аналізу, зробивши процес більш ефективним. Результати, отримані у даному дослідженні, дозволяють поліпшити планування та моделювання наземних споруд, що розробляються в умовах пластового тиску вище тиску насичення.

Для перевірки ефективності запропонованого методу розгрупування та досягнення поставлених цілей були проведені експерименти з композиційного моделювання видобутку нафти в Каспійському басейні. У процедурі використовуються параметри скорочення, розраховані на основі даних моделювання, та аналітичний підхід для характеристики складу флюїдів на основі вихідних даних. Детальні склади флюїдів, отримані за допомогою лабораторного PVT-аналізу, згодом порівнювали з результатами моделювання за допомогою програмного забезпечення PVTsim та чисельних процедур розгрупування. Отримані результати показали близьку відповідність між результатами детальних складів, отриманих за допомогою процедури розгрупування, та результатами лабораторного аналізу із середнім відхиленням менше 5 %, що підтверджує ефективність розгрупування в якості альтернативного методу отримання точного складу флюїдів.

**Ключові слова:** розгрупування, групування, опис флюїдів, коефіцієнти летючості, програмне забезпечення PVTsim, псевдокомпоненти.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2023.287326****РОЗРОБКА СТАБІЛЬНИХ ДО ОКИСНЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНО ПЕРЕЕТЕРИФІКОВАНИХ ТРЬОХКОМПОНЕНТНИХ ЖИРОВИХ СИСТЕМ (с. 21–28)****А. П. Белінська, О. М. Близнюк, Н. Ю. Масалітіна, І. А. Бєлих, О. В. Звягінцева, Т. Б. Гонтар, С. В. Станкевич, І. В. Забродіна, О. В. Мандич, Г. В. Степанькова**

Об'єктом дослідження є період індукції прискореного окиснення біотехнологічно переетерифікованих жирових систем, що не містять транс-ізомерів жирних кислот. В роботі визначено раціональне співвідношення жирової сировини в сумішах для біотехнологічної переетерифікації. Отримані результати дозволяють розробляти біотехнологічно переетерифіковані трьохкомпонентні жирові системи (пальмовий стеарин, кокосова і соняшникова, або соєва, або кукурудзяна, або кунжутна олії) для отримання заміників молочного жиру. Запропонований розрахунок температур плавлення переетерифікованих жирових систем широкого діапазону співвідношень сировинних компонентів дозволяє обґрунтувати такі раціональні співвідношення складових, які дозволяють отримати готові продукти з температурою плавлення 33,0...33,5 °С. Продукцію розробленого складу є ефективним застосовувати з огляду на технологічні вимоги споживачів до її окиснювальної здатності. Отримані в роботі дані пояснюються жирнокислотним та антиоксидантним складом низькоплавких складових жирових систем в різному діапазоні їхніх співвідношень, що зумовлює різні технологічні властивості, зокрема температуру плавлення та стабільність до окиснення готової продукції. Особливістю отриманих результатів є конкурентоспроможність отриманих жирових систем, які відрізняються відсутністю атерогенних компонентів і присутністю у складі біологічно цінних поліненасичених жирних кислот. Результати досліджень дозволяють мінімізувати вартість сировинних компонентів з одночасним збереженням харчової цінності і технологічних характеристик. Прикладним аспектом використання наукового результату є можливість розширення асортименту заміників молочного жиру з високою харчовою цінністю.

**Ключові слова:** біотехнологічна переетерифікація, жирові системи, перексидне число жиру, період індукції окиснення.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2023.289988****ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ ЧИСТОЇ ВОДИ В ДИСТИЛЯЦІЙНОМУ ОБЛАДНАННІ ЗІ СТАЛЕВИМИ ОЦИНКОВАНИМИ БАСЕЙНАМИ (с. 29–35)****Nita CV Monintja, Kennie A. Lempo, Arwanto MA Lakat**

Вода є дуже важливою складовою для людини в повсякденному житті. Потреба в чистій воді в даний час зростає, особливо для людей, які живуть у прибережних районах, це тому, що вода все ще містить сіль і запахи. Енергія сонячного випромінювання є альтер-

нативним джерелом енергії. Однак її використання не використовується оптимально, оскільки наука розвивається, сонячна енергія стала об'єктом дослідження, і одне відкриття використання сонячної енергії – це дистиляція морської води за допомогою сонячної енергії.

За цих умов проводилося дослідження обладнання для дистиляції чистої води, щоб побачити та проаналізувати продуктивність води, виробленої обладнанням для дистиляції чистої води, яке використовує сталеві резервуари з оцинкованим покриттям. Отримані результати не виключають можливості використання цього дистиляційного пристрою з оцинкованою сталеву ванною для зменшення проблеми нестачі чистої води, особливо, як ми знаємо в прибережних районах, де джерела сонячної енергії не тільки рясні, але й дуже багато, але доступність чистої води обмежена або мінімальна. Таким чином, існуючі джерела сонячної енергії можна використовувати як джерело енергії в дистиляційному обладнанні для отримання чистої води.

З цих результатів можна побачити продуктивність виробленої води, що сонячне випромінювання має великий вплив на підвищення ефективності дистиляційного обладнання. Тоді результати утворення конденсату та ефективності, створені інструментом з одностороннім покривним склом, будуть більшими, ніж інструментом з двостороннім покривним склом.

**Ключові слова:** сонячна енергія, сонячна радіація, морська вода, продуктивність, ефективність, оцинкована сталь, покривне скло, чиста вода.

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2023.286391**

### **ІДЕНТИФІКАЦІЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ ТА УТВОРЕННЯ ПУХИРІВ $H_2$ НА СУПЕРГІДРОФОБНИХ ВЛАСТИВОСТЯХ МЕМБРАН $Al_2O_3$ ТА $Mg$ (с. 36–48)**

**Rachmat Subagyo, I.N.G. Wardana, Agung S.W, Eko Siswanto, Andy Nugraha, M. Munawar Fadilah, Agusnaedi, Ahmad Fadhila Ramadhani**

У цьому дослідженні досліджуються наномембранні шари оксиду алюмінію ( $Al_2O_3$ ) і магнію з використанням гібридної технології. Гібрид – це концепція поєднання двох або більше матеріалів/елементів для досягнення чогось кращого. Гібридна технологія була розроблена через можливість комбінування матеріалів/елементів, які при одночасному використанні мають більше переваг, ніж якщо використовувати окремо. Проблема, яку потрібно вирішити, - знайти найкращий склад гібридних мембран з оксиду алюмінію та магнію. Супергідрофобні властивості мембрани досягаються при процентному вмісті  $Mg$ : 50 %,  $Al_2O_3$ : 50 %. У складі нижче 50 %  $Mg$  невелика шорсткість поверхні має низький поверхневий натяг, тоді як реакція утворення  $H_2$  за допомогою  $Mg$  також низька, тому несуча здатність газу до поверхневого натягу та шорсткість крапель є незначними, що спричиняє гідрофобність, яка повинна бути низькою. У композиціях із вмістом понад 50 %  $Mg$  утворення  $H_2$  за рахунок високого вмісту  $Mg$  призводить до того, що бульбашки покривають піки шорсткості, завдяки чому поверхневий натяг є нижчим і змінює супергідрофобні властивості на гідрофобні. При високому відсотковому вмісті  $Mg$  утворення  $H_2$  дуже велике, тоді як шорсткість поверхні зменшується через мінімальну кількість  $Al_2O_3$ . У результаті канавки шорсткості не можуть вмістити бульбашки газу  $H_2$ , бульбашки повністю покривають піки шорсткості, які є джерелом поверхневого натягу, так що гідрофобні властивості стають гідрофільними. Результати цієї найкращої гібридної композиції можна використовувати як орієнтир у виготовленні супергідрофобних мембран на оксиді алюмінію ( $Al_2O_3$ ) і магнієвих сплавах. Ця мембрана використовується як фільтраційна мембрана в процесі очищення води. Супергідрофобні мембрани широко застосовуються в мембранній дистиляції, мембранному поглинанні газу та первапарації.

**Ключові слова:** гібридна технологія, супергідрофобність, шорсткість поверхні, гібридна композиція, мембрани.

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2023.288452**

### **РОЗРОБКА МЕТОДУ ЗБІЛЬШЕННЯ ЄМНОСТІ АНОДУ ЗАЛІЗО-ЗАЛІЗНОГО ПРОТОЧНОГО АКУМУЛЯТОРА (с. 49–57)**

**А. С. Бондар, О. В. Ліночева, М. В. Бик**

Проведено комплексне дослідження впливу конструкції електродів і механізму осадження заліза на підвищення ємності залізо-залізних проточних акумуляторів (ЗЗПА). Дослідження зосереджене на розкритті складної взаємодії між архітектурою електродів, поведінкою осадження заліза та ємністю акумулятора.

Використовуючи розроблену експериментальну установку, у роботі вивчається п'ять різних конструкцій електродів. Ці конструкції включають варіації у розташуванні шарів вуглецевого фетру (ВФ) і непровідного фетру (НПФ), та критичні фактори, що впливають на осадження заліза. Експерименти із зарядом і розрядом акумулятора проводили у контрольованих умовах, імітуючи практичні режими з робочою густиною струму  $50 \text{ mA/cm}^2$  і ступенем стиснення 80 %.

Результати демонструють вплив конструкції електродів на осадження заліза і, як наслідок, на ємність акумулятора. Електродна конфігурація з двома шарами ВФ і двома шарами НПФ демонструє питому ємність, що перевищує  $700 \text{ mA}^*\text{год/cm}^2$ .

Аналіз за допомогою скануючої електронної мікроскопії (SEM) доповнює результати визначення ємності, надаючи цінну інформацію про просторовий розподіл заліза на поверхнях електродів. Крім того, кількісний аналіз із застосуванням корекції

ZAF виявляє рівномірні моделі осадження заліза на поверхні електрода E, що вказує на його потенціал для оптимізації продуктивності ЗЗПА.

Це дослідження забезпечує цілісне уявлення зв'язку між конструкцією електродів, поведінкою осадження заліза та ємністю ЗЗПА. Результати надають розуміння для вдосконалення конфігурацій електродів, що в кінцевому підсумку сприяє розробці ефективних рішень для збереження енергії.

**Ключові слова:** залізо-залізний проточний акумулятор, архітектура електроду, осадження заліза, ємність акумулятора, вуглецевий фетр.

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2023.288551**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ АРМУВАННЯ БАЗАЛЬТОВОЮ ФІБРОЮ НА ДЕФОРМАЦІЙНО-МІЦНІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕМЕНТНОГО КАМЕНЮ (с. 58–65)**

**Arman Kabdushev, Dinara Delikesheva, Darkhan Korgasbekov, Bauyrzhan Manapbayev, Marzhan Kalmakhanova**

Об'єктом дослідження є якість цементування нафтових і газових свердловин з підвищенням міцності та деформаційної здатності цементного каменю з використанням базальтової фібри.

Цементний шлам, що використовується при цементуванні нафтових і газових свердловин, стикається з проблемою руйнування під впливом процесів гідророзриву пласта і перфорації. Дане руйнування призводить до утворення тріщин і може потребувати повторного цементування, що збільшує експлуатаційні витрати та ускладнює процес видобутку нафти і газу. Більш того, ця проблема може призвести до передчасного прориву води в свердловині і завдати серйозної шкоди, такої як виходи та викиди нафти і газу, що становить загрозу навколишньому середовищу і безпеці. Для вирішення проблеми руйнування цементного каменю при зовнішніх впливах у дослідженні запропоновано метод армування базальтовою фіброю.

У ході дослідження було розроблено та випробувано в'язучий матеріал на основі портландцементу, армований базальтовою фіброю різної концентрації (0,1 %, 0,5 %, 1 % та 2 %). Проведені випробування цементу на міцність через 2, 7 і 14 днів з контролем деформації під навантаженням.

Додавання базальтової фібри до цементного каменю значно покращило його міцнісні характеристики. Найбільш успішні результати були досягнуті при додаванні 0,5 % базальтової фібри, що призвело до збільшення міцності на стиск і вигин на 11 %. Базальтова фібра доповнює структуру цементного каменю, підвищуючи його здатність до деформації.

Однією з ключових особливостей отриманих результатів є можливість підвищення міцності цементного каменю без втрати його плинності у вигляді цементного шламу.

Отримані результати можуть бути застосовані при розробці і виробництві цементних матеріалів на основі базальтової фібри. Це дозволить підвищити якість цементування свердловин та знизити ризики ускладнень.

**Ключові слова:** свердловинний цемент, цементні композиційні матеріали, базальтова фібра, міцність, деформаційні характеристики.

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2023.281708**

### **ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ МІЦНОСТІ БЕТОНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦЕМЕНТУ PORT LAND POZZOLAN (PPC) ТА ПОРОШКУ ЗНОШЕНИХ ШИН В УМОВАХ ОБРОБКИ МОРСЬКОЮ ВОДОЮ (с. 66–73)**

**Sahat Martua Sihombing, Dodi Tresna Yudiantna**

Згідно з національним стандартним органом в Індонезії, міцність на стиск бетону 20 МПа відповідає бетону середньої якості. Бетон середньої міцності зазвичай використовують для підлоги, легких конструкцій, будинків, складських приміщень, тротуарів. Застосування бетону середньої міцності дуже широке, необхідно постійно проводити дослідження для отримання нових інновацій. Були проведені попередні дослідження щодо утилізації відпрацьованих гумових шин. Дослідження розробки бетону з використанням гумового порошку з відпрацьованих шин є дуже цікавим, враховуючи відходи використаних шин, які продовжують збільшуватися разом із збільшенням кількості моторизованих транспортних засобів в Індонезії. Портландцемент і пуцолановий Портландцемент — це два типи, які використовувалися в цьому дослідженні, щоб побачити його вплив на бетон із відходами гумового порошку. Ці два цементи також мають різну стійкість до корозії. А морська вода є одним із чинників високої корозії бетону.

Це дослідження має на меті проаналізувати, як міцність на стиск бетону з Портландцементу порівнюється з пуцолановим Портландцементом і додаванням порошку використаних шин в умовах обробки морською водою. Було виготовлено шість варіантів бетону, які потім перевірені на міцність при стиску. Отримано значення міцності на стиск варіантів 1–6: 20,78 МПа, 18,26 МПа, 19,56 МПа, 16,58 МПа, 13,03 МПа. Результати показують, що плитковий порошок не є ефективним для підвищення міцності конструкції, але використання Портландцементу є більш ефективним, ніж використання пуцоланового Портландцементу для покращення конструкції, особливо для використання цементу в будівлях поблизу морської води.

**Ключові слова:** міцність на стиск, порошок відходів плитки, Портландцемент, пуцолановий Портландцемент.

---

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.289929

**ФОРМУВАННЯ МІЦНОСТІ ДРІБНОЗЕРНИСТОГО БЕТОНУ НА ОСНОВІ МОДИФІКОВАНОГО ШЛАКОПОРТЛАНДЦЕМЕНТУ (с. 74–81)**

**О. О. Шишкіна, І. О. Піскун**

Об'єктом виконаних досліджень є дрібнозернистий бетон на шлакопортландцементі. Завдяки значному вмісту у своєму складі відходів металургійної промисловості, шлакопортландцемент відноситься до екологічно прийнятних продуктів. Однак недостатня швидкість формування його структури і, як наслідок, основного показника якості, яким є міцність при стиску, обмежує галузь використання шлакопортландцементу. Тому в проведених дослідженнях за мету було поставлено підвищення швидкості формування міцності дрібнозернистих бетонів, виготовлених на шлакопортландцементі.

Проведеними дослідженнями впливу модифікації шлакопортландцементу водою, активованою використанням механізму гідрофобної гідратації, встановлено фактори, що впливають на швидкість формування та величину міцності при стиску дрібнозернистого бетону, виготовленого на шлакопортландцементі. Доведено, що до означених факторів відносяться вид та кількість застосованих наномодифікаторів води, а також вид та кількість дрібного заповнювача бетону. Аналізом результатів проведених досліджень підтверджено, що введення в бетон води, активованої за механізмом гідрофобної гідратації у надмалих дозах, значно підвищують швидкість формування міцності бетону. Завдяки цьому міцність отриманого модифікованого дрібнозернистого бетону на основі шлакопортландцементу у віці 2 доби на 60 % перевищує міцність аналогічного бетону без добавок, а у віці 210 діб на 25 %. Це дозволяє стверджувати про ефективність виявленого механізму модифікації шлакопортландцементу. Таким чином, є підстави стверджувати про можливість спрямованого регулювання процесів формування міцної структури дрібнозернистих бетонів на основі шлакопортландцементу шляхом використання води активованої за механізмом гідрофобної гідратації.

**Ключові слова:** дрібнозернистий бетон, шлакопортландцемент, гідратація, модифікація бетону, поверхнево-активні речовини, активація води.