

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.292879

**EVALUATING THE IMPACT OF DISPERSED PARTICLES IN THE WATER OF A POWER PLANT RECIRCULATING COOLING SYSTEM ON THE DISCHARGE OF SUSPENDED SOLIDS INTO A NATURAL WATER BODY (p. 6–16)**

Pavlo Kuznietsov

National University of Water and Environmental Engineering,  
Rivne, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8263-0000>

Olha Biedunkova

National University of Water and Environmental Engineering,  
Rivne, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4356-4124>

The object of this study is the processes of formation and changes of dispersed particles in fresh, make-up, cooling, and return water in open recirculating cooling systems (RCS) with an assessment of the influence of suspended substances in discharge waters on the aquatic ecosystem. The study was carried out on the example of the Rivne Nuclear Power Plant (RNPP) and the Styr River. Dispersed particles (DPs) pose technological obstacles in the RCS of power plants, and their content in discharge waters determines the ecological quality of water bodies. This paper describes the results of studying the formation and changes of DP in raw, make-up, cooling, and return waters of RNPP RCS with an assessment of the impact of suspended substances in discharge waters on the aquatic ecosystem of the Styr River. It was found that the formed dispersed particles after water treatment by liming contain DP consisting of calcium carbonate and have a size of 10–30  $\mu\text{m}$ . As a result of agglomeration of DP in RCS, they aggregate to 120–150  $\mu\text{m}$ , and due to low sedimentation resistance (sedimentation time 0.97 h), they settle in RCS. As a result of the deposition of DP in RCS, their significant decrease in return water (min–max=7.31–16.12  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) is observed, despite the increase in their content in make-up water after water treatment (min–max=10.22–49.46  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ). According to the ecological classification, according to the content of suspended substances, the water of the Styr River in the zone of influence of RNPP discharges belongs to the II class, category 2, which characterizes the quality of the water as “very good” in terms of its state, and “clean” in terms of its degree of purity. It was concluded that the content of suspended solids does not exceed the established maximum permissible concentration (25  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ), the increase in the concentration of suspended solids does not exceed the established ecological standard of 0.25  $\text{mg}/\text{dm}^3$  and does not have a negative impact on surface water. The results of the research could be used for other power plants equipped with an open RCS.

**Keywords:** discharge return water, granulometric and chemical composition, suspended substances.

### References

- Kuznietsov, P., Tykhomyrov, A., Biedunkova, O., Zaitsev, S. (2022). Improvement of methods for controlling power oil of cooling tower recycling water supply units at Rivne nuclear power plant. *Scientific Horizons*, 25 (12). doi: [https://doi.org/10.48077/sciHor.25\(12\).2022.69-79](https://doi.org/10.48077/sciHor.25(12).2022.69-79)
- Kuznietsov, P., Biedunkova, O. (2023). Experimental Tests of Biocidal Treatment for Cooling Water of Safety Systems at Rivne NPP Units. *Nuclear and Radiation Safety*, 1 (97), 30–40. doi: [https://doi.org/10.32918/nrs.2023.1\(97\).04](https://doi.org/10.32918/nrs.2023.1(97).04)
- Rajaković-Ognjanović, V. N., Živojinović, D. Z., Grgur, B. N., Rajaković, L. V. (2011). Improvement of chemical control in the water-steam cycle of thermal power plants. *Applied Thermal Engineering*, 31 (1), 119–128. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2010.08.028>
- Liang, B., Bai, H., Bai, D., Liu, X. (2022). Emissions of non-methane hydrocarbons and typical volatile organic compounds from various grate-firing coal furnaces. *Atmospheric Pollution Research*, 13 (4), 101380. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apr.2022.101380>
- Beyene, A., Kothari, D., Subbarao, P. M. V. (2021). *Power Generation*. Springer Handbooks, 1223–1271. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-47035-7\\_27](https://doi.org/10.1007/978-3-030-47035-7_27)
- Zhang, S., Yang, Z., Ling, S., Li, L. (2022). Research and application of system monitoring technology in nuclear power plants. 2nd International Conference on Mechanical, Electronics, and Electrical and Automation Control (METMS 2022). doi: <https://doi.org/10.1117/12.2634879>
- Kuznietsov, P. N., Biedunkova, O. O., Yaroshchuk, O. V. (2023). Experimental study of transformation of carbonate system components cooling water of rivne nuclear power plant during water treatment by liming. *Problems of Atomic Science and Technology*, 69–73. doi: <https://doi.org/10.46813/2023-144-069>
- Choudhury, M. R., Siddik, Md. A. Z., Salam, Md. Z. E. I. (2015). Use of Shitalakhya River Water as makeup water in power plant cooling system. *KSCCE Journal of Civil Engineering*, 20 (2), 571–580. doi: <https://doi.org/10.1007/s12205-015-1369-x>
- Pan, S.-Y., Snyder, S. W., Packman, A. I., Lin, Y. J., Chiang, P.-C. (2018). Cooling water use in thermoelectric power generation and its associated challenges for addressing water-energy nexus. *Water-Energy Nexus*, 1 (1), 26–41. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wen.2018.04.002>
- Badruzzaman, M., Anazi, J. R., Al-Wohaih, F. A., Al-Malki, A. A., Jutail, F. (2022). Municipal reclaimed water as makeup water for cooling systems: Water efficiency, biohazards, and reliability. *Water Resources and Industry*, 28, 100188. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wri.2022.100188>
- Walker, M. E., Safari, I., Therogowda, R. B., Hsieh, M.-K., Abbasian, J., Arastoopour, H. et al. (2012). Economic impact of condenser fouling in existing thermoelectric power plants. *Energy*, 44 (1), 429–437. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.06.010>
- Zhang, S., Ding, J., Tian, D., Chang, M., Zhao, X., Lu, M. (2023). Experimental and theoretical studies of fluorescent-tagged scale inhibitors for calcium scale inhibition. *Journal of Molecular Structure*, 1272, 134157. doi: <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2022.134157>
- Ji-jiang, G., Yang, W., Gui-cai, Z., Ping, J., Mingqin, S. (2016). Investigation of Scale Inhibition Mechanisms Based on the Effect of HEDP on Surface Charge of Calcium Carbonate. *Tenside Surfactants Detergents*, 53 (1), 29–36. doi: <https://doi.org/10.3139/113.110407>
- Rodríguez, M. A. (2020). Corrosion control of nuclear steam generators under normal operation and plant-outage conditions: a review. *Corrosion Reviews*, 38 (3), 195–230. doi: <https://doi.org/10.1515/corrrev-2020-0015>
- Ding, G. K. C. (2017). Wastewater Treatment and Reuse—The Future Source of Water Supply. *Encyclopedia of Sustainable Technologies*, 43–52. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-409548-9.10170-8>
- Ahfir, N.-D., Wang, H. Q., Benamar, A., Alem, A., Massei, N., Dupont, J.-P. (2006). Transport and deposition of suspended particles in saturated porous media: hydrodynamic effect. *Hydrogeology Journal*, 15 (4), 659–668. doi: <https://doi.org/10.1007/s10040-006-0131-3>
- Ahfir, N.-D., Benamar, A., Alem, A., Wang, H. (2008). Influence of Internal Structure and Medium Length on Transport and Deposition of

- Suspended Particles: A Laboratory Study. *Transport in Porous Media*, 76 (2), 289–307. doi: <https://doi.org/10.1007/s11242-008-9247-3>
18. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32000L0060>
  19. Pro zatverdzhennia Hihienichnykh normatyviv yakosti vody vodnykh ob'ektiv dlia zadovolennia pytnykh, hospodarsko-pobutovykh ta inshykh potreb naselennia. Zareiestrovano v Ministerstvi yustytysiy Ukrainy 16 travnia 2022 r. za No. 524/37860. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-22#Text>
  20. Perelik hranychno dopustymykh kontsentratsii ta orientovnykh bezpechnykh rivniv vplyvu shkidlyvykh rehovyn dlia vody rybohospodarskykh vodoim (1990). Zatverdzheno Holovvrybvodom Minrybhospu SRSR 09.08.1990 No. 12-04-11.
  21. Soon, Z. Y., Kim, T., Jung, J.-H., Kim, M. (2023). Metals and suspended solids in the effluents from in-water hull cleaning by remotely operated vehicle (ROV): Concentrations and release rates into the marine environment. *Journal of Hazardous Materials*, 460, 132456. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.132456>
  22. Cheers, M. S., Etnensohn, C. A. (2004). Rapid Microinjection of Fertilized Eggs. *Development of Sea Urchins, Ascidians, and Other Invertebrate Deuterostomes: Experimental Approaches*, 287–310. doi: [https://doi.org/10.1016/s0091-679x\(04\)74013-3](https://doi.org/10.1016/s0091-679x(04)74013-3)
  23. von Sperling, E. (2012). Hydropower in Brazil: Overview of Positive and Negative Environmental Aspects. *Energy Procedia*, 18, 110–118. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2012.05.023>
  24. Padmalal, D., Maya, K. (2014). Impacts of River Sand Mining. *Sand Mining*, 31–56. doi: [https://doi.org/10.1007/978-94-017-9144-1\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9144-1_4)
  25. Alsadaie, S., Mujtaba, I. M. (2019). Crystallization of calcium carbonate and magnesium hydroxide in the heat exchangers of once-through Multistage Flash (MSF-OT) desalination process. *Computers & Chemical Engineering*, 122, 293–305. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2018.08.033>
  26. Muniz, G. L., Camargo, A. P., Signorelli, F., Bertran, C. A., Pereira, D. J. S., Frizzone, J. A. (2022). Influence of suspended solid particles on calcium carbonate fouling in dripper labyrinths. *Agricultural Water Management*, 273, 107890. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107890>
  27. Zuo, Z., Yang, W., Zhang, K., Chen, Y., Li, M., Zuo, Y. et al. (2020). Effect of scale inhibitors on the structure and morphology of CaCO<sub>3</sub> crystal electrochemically deposited on TA1 alloy. *Journal of Colloid and Interface Science*, 562, 558–566. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2019.11.078>
  28. Lioliou, M. G., Paraskeva, C. A., Koutsoukos, P. G., Payatakes, A. C. (2007). Heterogeneous nucleation and growth of calcium carbonate on calcite and quartz. *Journal of Colloid and Interface Science*, 308 (2), 421–428. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2006.12.045>
  29. van der Weijden, C. H., van der Weijden, R. D. (2014). Calcite growth: Rate dependence on saturation, on ratios of dissolved calcium and (bi) carbonate and on their complexes. *Journal of Crystal Growth*, 394, 137–144. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2014.02.042>
  30. Klimuk, V., Tarasova, A., Yulia, K., Laura, D. (2020). Synergistic interaction of education, science, and industry. *Leadership, Education, Personality: An Interdisciplinary Journal*, 2 (1), 53–58. doi: <https://doi.org/10.1365/s42681-020-00009-y>
  31. Varnaseri, M., Peyghambarzadeh, S. M. (2022). Interference effect of suspended particles on the crystallization fouling: A critical review. *Heat and Mass Transfer*, 59 (4), 655–680. doi: <https://doi.org/10.1007/s00231-022-03285-0>
  32. Kuznietsov, P., Biedunkova, O. (2023). Technological and Environmental Problems in the Stabilization Treatment of the Main Condenser Cooling Circuit by Sulfuric Acid. *Journal of Engineering Sciences*, 10 (2), H1–H8. doi: [https://doi.org/10.21272/jes.2023.10\(2\).h1](https://doi.org/10.21272/jes.2023.10(2).h1)
  33. Li, J., How, Z. T., Benally, C., Sun, Y., Zeng, H., Gamal El-Din, M. (2023). Removal of colloidal impurities by thermal softening-coagulation-flocculation-sedimentation in steam assisted gravity drainage (SAGD) produced water: Performance, interaction effects and mechanism study. *Separation and Purification Technology*, 313, 123484. doi: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2023.123484>
  34. Vahedi, A., Gorczyca, B. (2011). Application of fractal dimensions to study the structure of flocs formed in lime softening process. *Water Research*, 45 (2), 545–556. doi: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.09.014>
  35. Elduayen-Echave, B., Azcona, M., Grau, P., Schneider, P. A. (2020). Effect of the shear rate and supersaturation on the nucleation and growth of struvite in batch stirred tank reactors. *Journal of Water Process Engineering*, 38, 101657. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101657>
  36. Huppert, H. E., Turner, J. S., Hallworth, M. A. (1995). Sedimentation and entrainment in dense layers of suspended particles stirred by an oscillating grid. *Journal of Fluid Mechanics*, 289, 263–293. doi: <https://doi.org/10.1017/s0022112095001339>
  37. Richey, J. E., Hedges, J. I., Devol, A. H., Quay, P. D., Victoria, R., Martinelli, L., Forsberg, B. R. (1990). Biogeochemistry of carbon in the Amazon River. *Limnology and Oceanography*, 35 (2), 352–371. doi: <https://doi.org/10.4319/lo.1990.35.2.0352>
  38. Marinho, R. R., Filizola Junior, N. P., Cremon, É. H. (2020). Analysis of Suspended Sediment in the Anavilhanas Archipelago, Rio Negro, Amazon Basin. *Water*, 12 (4), 1073. doi: <https://doi.org/10.3390/w12041073>
  39. Bilotta, G. S., Brazier, R. E. (2008). Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota. *Water Research*, 42 (12), 2849–2861. doi: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2008.03.018>
  40. HKD 34.37.304-2003. Kontrol stanu osnovnoho obladnannia elektrostansiy. Vyznachennia khimichnoho skladu vidkladen. *Metodychni vkazivky*.
  41. Bychkov, S., Dolgal, A., Simanov, A. (2021). Interpretation of Gravity Monitoring Data on Geotechnical Impact on the Geological Environment. *Pure and Applied Geophysics*, 178 (1), 107–121. doi: <https://doi.org/10.1007/s00024-020-02640-8>
  42. KND 211.1.4.039-95. Metodyka hravimetrychnoho vyznachennia zavyslykh (suspendovanykh) rehovyn v pryrodnykh i stichnykh vodakh.
  43. Romanenko, V. D., Zhukynskyi, V. M., Oksiuk, O. P., Yatsyk, A. V. et al. (1998). *Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnykh katehoriyamy*. Kyiv: Symvol-T, 28.
  44. Dozvil na spetsvodokorystuvannia VP Rivnenskoj AES # 53/RV/49d-20.
  45. Kuznietsov, P. M., Biedunkova, O. O. (2023). The formation of the carbonate system of circulating cooling water of the Rivne NPP and its influence on changes in the surface waters pH levels of the Styr river. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1254 (1), 012102. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1254/1/012102>
  46. Chemical discharges from nuclear power stations: historical releases and implications for Best Available Techniques. Report – SC090012/R1. URL: <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a74cc3140f0b619c865a83f/scho0911bubz-e-e.pdf>
  47. Kuznietsov, P., Biedunkova, O., Trach, Y. (2023). Monitoring of Phosphorus Compounds in the Influence Zone Affected by Nuclear Power Plant Water Discharge in the Styr River (Western Ukraine): Case Study. *Sustainability*, 15 (23), 16316. doi: <https://doi.org/10.3390/su152316316>
  48. Kuznetsov, P. N., Tichomirov, A. U. (2017). Water-chemistry operating condition of the second circuit power units No. 1-4 Rivne NPP with ethanolamine's corrective treatment. *Problems of Atomic Science and Technology*, 2, 109–113.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2023.291383**  
**DEVISING A COMPREHENSIVE TECHNOLOGY FOR TREATING INDUSTRIAL IRON SULFATE-CONTAINING EFFLUENTS OF GALVANIC PRODUCTION (p. 17–26)**

**Serhii Dovholap**

National Technical University of Ukraine  
 “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2456-2249>

**Nikolai Gomelya**

National Technical University of Ukraine  
 “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1165-7545>

**Olena Ivanenko**

National Technical University of Ukraine  
 “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6838-5400>

**Svetlana Frolenkova**

National Technical University of Ukraine  
 “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6727-2903>

**Tatiana Shablii**

National Technical University of Ukraine  
 “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6710-9874>

The object of the research is complex electrochemical and ferritic decontamination of iron sulfate-containing waters. Processing of liquid waste is carried out by electrochemical treatment using two- and three-chamber electrolyzers. This paper investigates the processes of electro dialysis purification of simulated solutions with an  $\text{FeSO}_4$  compound concentration of  $5 \text{ g/dm}^3$  and an  $\text{H}_2\text{SO}_4$  compound concentration of  $300\text{--}2100 \text{ mg-equiv/dm}^3$ . A plate made of stainless steel was used as the cathode, and a plate made of titanium covered with ruthenium oxide and lead was used as the anode. It is shown that the highest current yield of electro dialysis products of 84.5 % was obtained when using a three-chamber electrolyzer with MA-41 anion exchange membranes. It was found that when using the specified electrolyzer, the concentration gradient, the value of which is directly proportional to the difference in the concentrations of the initial solutions filled with the electrode chambers, has a significant effect on the process of separation of impurities. It is shown that for a two-chamber electrolyzer, the current output reaches 72 %, which is explained by the harmful effect of a significant concentration gradient and is manifested in the rapid mechanical blocking of the membrane and the slowing down of the ion migration process, as well as the increase in energy consumption. In a two-chamber electrolyzer,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  with a concentration of 18.3 % was obtained, which is suitable for repeated use in etching baths. It was found that as a result of electro dialysis separation and additional oxidation, it is advisable to use concentrated iron sulfate solutions for obtaining ferrite material of a crystalline structure with particle sizes of  $2\text{--}20 \mu\text{m}$ . Within the framework of the circular economy, an ecologically safe technology for decontamination of industrial iron-containing sulfate solutions of galvanic production using a complex of electro dialysis and ferrite methods is proposed.

**Keywords:** electro dialysis, galvanic effluents, iron sulfate-containing solutions, three-chamber electrolyzer, ferrite method.

#### References

- Korchemyuk, M., Arkhipova, L., Kravchynskyi, R. L., Mykhailiuk, J. D. (2019). Anthropogenic influence from point and diffuse

sources of pollution in the Upper Prut River basin. *Naukovi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 1, 125–131. doi: <https://doi.org/10.29202/nvngu/2019-1/12>

- Monastyrov, M., Prikhna, T., Halbedel, B., Kochetov, G., Marquis, F. D. S., Mamalis, A. G., Prysiashna, O. (2019). Electroerosion dispersion, sorption and coagulation for complex water purification: Electroerosion waste recycling and manufacturing of metal, oxide and alloy nanopowders. *Nanotechnology Perceptions*, 15 (1), 48–57. doi: <https://doi.org/10.4024/n24mo18a.ntp.15.01>
- Custodio, M., Peñaloza, R. (2021). Evaluation of the Distribution of Heavy Metals and Arsenic in Inland Wetlands (Peru) Using Multivariate Statistical Methods. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 22 (3), 104–111. doi: <https://doi.org/10.12912/27197050/135522>
- Frolova, L. (2019). Using of spent etching solution to obtain yellow ferric oxide pigments. *Modern Problems of Metallurgy*, 1 (21), 82–86. doi: <https://doi.org/10.34185/1991-7848.2018.01.13>
- Environment of Ukraine 2020. Statistical Publication. State Statistics Service of Ukraine. Available at: [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2021/zb/11/Dovk\\_20.pdf](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2021/zb/11/Dovk_20.pdf)
- Natsionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho sere-dovysshcha v Ukraini u 2021 rotsi. Ministerstvo zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy. Available at: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf>
- Dvostoronnie spivrobitnytstvo u sferi upravlinnia vodnymy resursamy. Derzhavne ahentstvo vodnykh resursiv Ukrainy. Available at: <https://davr.gov.ua/transkordonne-spivrobitnictvo>
- Shablii, T., Gomelya, M., Kryzhanovska, Y., Levytska, O. (2020). Utilization of Sodium Chloride Solutions to Obtain Ferrous Chlorides. *Journal of Ecological Engineering*, 21 (8), 177–184. doi: <https://doi.org/10.12911/22998993/126966>
- Trus, I., Radovenchuk, I., Halysh, V., Chuprinov, E., Benatov, D., Hlushko, O., Sirenko, L. (2022). Innovative Method for Water Deiron Ions Using Capillary Material. *Journal of Ecological Engineering*, 23 (3), 174–182. doi: <https://doi.org/10.12911/22998993/145467>
- Ivanenko, O., Radovenchuk, V., Radovenchuk, I. (2020). Neutralization of carbon monoxide by magnetite-based catalysts. *Technology Audit and Production Reserves*, 5 (3 (55)), 24–28. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.214432>
- Khokhotva, O., Butchenko, L., Gomelya, N. (2018). The use of modified and composite ferritic sorbents for selective extraction of  $\text{Cu}^{2+}$ . *Technical Sciences and Technology*, 1 (11), 264–272. doi: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2018-1\(11\)-264-272](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2018-1(11)-264-272)
- Kochetov, G., Samchenko, D., Kolodko, A., Kovalchuk, O., Pasko, A. (2018). Development of technology of industrial wastes treatment products disposal by ferritization in the matrix of alkali-activated cements. *Technology Audit and Production Reserves*, 6 (3 (44)), 31–35. doi: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2018.152615>
- Trus, I., Radovenchuk, I., Halysh, V., Skiba, M., Vasylenko, I., Vorobyova, V. et al. (2019). Innovative Approach in Creation of Integrated Technology of Desalination of Mineralized Water. *Journal of Ecological Engineering*, 20 (8), 107–113. doi: <https://doi.org/10.12911/22998993/110767>
- Gomelya, N., Hrabitchenko, V., Trohimennko, A., Shablii, T. (2016). Research into ion exchange softening of highly mineralized waters. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (10 (82)), 4. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.75338>
- Akhter, M., Habib, G., Qamar, S. U. (2018). Application of Electro dialysis in Waste Water Treatment and Impact of Fouling on Process Performance. *Journal of Membrane Science & Technology*, 08 (02). doi: <https://doi.org/10.4172/2155-9589.1000182>
- Shablii, T., Ivanenko, O., Plashykhin, S., Pavliuk, N., Safiants, A., Sidorov, D. (2023). New Approaches to Comprehensive Electrochemical Processing of Sulfate-Chloride High-Mineralized Wastewater

- Treatment Residues. *Architecture, Civil Engineering, Environment*, 16 (3), 171–180. doi: <https://doi.org/10.2478/acee-2023-0044>
17. Radovenchuk, V. M., Ivanenko, O. I., Radovenchuk, Ya. V., Krysenko, T. V. (2020). Zastosuvannia ferytnykh materialiv v protsesakh ochyshchennia vody. Bila Tserkva: Vydavnytstvo O. V. Pshonkivskiyi, 215. Available at: [https://eco-paper.kpi.ua/CONTENT/literatya/ferity\\_mono.pdf](https://eco-paper.kpi.ua/CONTENT/literatya/ferity_mono.pdf)
  18. Samchenko, D. N., Kochetov, G. M., Vasiliev, A., Derecha, D. A., Skirta, Y. B., Lastivka, O. V. (2022). Energy-saving technology for processing of exhausted etching solutions with obtaining of ferromagnetic compounds. *Environmental Safety and Natural Resources*, 43 (3), 22–34. doi: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2022.3.22-34>
  19. Yemchura, B., Kochetov, G., Samchenko, D., Pakhomov, D., Puzanov, A. (2023). Study of the kinetics of the extraction of zinc ions from wastewater by ferritization. *Problems of Water Supply, Sewerage and Hydraulic*, 42, 13–18. doi: <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2023.42.13-18>
  20. Kochetov, G., Prikhna, T., Kovalchuk, O., Samchenko, D. (2018). Research of the treatment of depleted nickelplating electrolytes by the ferritization method. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (6 (93)), 52–60. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.133797>
  21. Gomelya, M., Shablii, T., Radovenchuk, I., Overchenko, T., Halysh, V. (2019). Estimation of the Efficiency of Ammonia Oxidation in Anolyte of Two-Chamber Electrolyzer. *Journal of Ecological Engineering*, 20 (5), 121–129. doi: <https://doi.org/10.12911/22998993/105337>
  22. Melnyk, L., Goncharuk, V. (2009). Electrodialysis of solutions containing Mn (II) ions. *Desalination*, 241 (1-3), 49–56. doi: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2007.11.082>
  23. Nabyvanets, B. Y., Osadchyi, V. I., Osadcha, N. M., Nabyvanets, Yu. B. (2007). *Analitychna khimiya poverkhnivykh vod*. Kyiv: Naukova dumka, 456. Available at: <https://www.nas.gov.ua/UA/Book/Pages/default.aspx?BookID=000002073>
  24. Mane, R. S., Jadhav, V. V. (Eds.) (2020). *Spinel Ferrite Nanostructures for Energy Storage Devices*. Elsevier. doi: <https://doi.org/10.1016/c2018-0-04420-5>
  25. Kefeni, K. K., Msagati, T. A. M., Mamba, B. B. (2017). Ferrite nanoparticles: Synthesis, characterisation and applications in electronic device. *Materials Science and Engineering: B*, 215, 37–55. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2016.11.002>
  26. Chkavro, Z., Antoniuk, N. (2014). Theory and practice of coagulant application in water treatment technology. *Naukovi zapysky NaUKMA. Khimichni nauky i tekhnolohiyi*, 157, 65–78. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/NaUKMAchem\\_2014\\_157\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/NaUKMAchem_2014_157_13)
  27. Zlobin, I. O., Zubrychev, L. S. (2009). *Perevahy novykh zalizovmisnykh koahuliantiv. Haluzeve mashynobuduvannia, budi-vnytstvo*, 2. Available at: [https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PoltNTU/8283/1/Znpgmb\\_2009\\_2\\_35.pdf](https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PoltNTU/8283/1/Znpgmb_2009_2_35.pdf)
  28. Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31996L0061>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.292524

**DEVELOPMENT OF GRANULAR COMPOSITES BASED ON LAPONITE AND Zr/Fe-ALGINATE FOR EFFECTIVE REMOVAL OF URANIUM (VI) FROM SULFATE SOLUTIONS (p. 27–34)**

**Ihor Pylypenko**

National Technical University of Ukraine  
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0236-7266>

**Iryna Kovalchuk**

Institute for Sorption and Problems of Endoecology of the National  
Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5687-5530>

**Mykola Tsyba**

Institute for Sorption and Problems of Endoecology of the National  
Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9082-5840>

The object of research is granular composites based on zirconium-iron alginates and laponite. The task of research is to determine the influence of the Zr:Fe ratio on the structure of granular composites and efficiency of uranium (VI) removal from aqueous solutions. The influence of the zirconium and iron ratio on the parameters of the material's pore structure has been established, particularly on the change in the content of micropores within the matrix. The specific surface area of the materials ranges from 86 to 112 m<sup>2</sup>/g. The sorption properties of the composites regarding uranium (VI) have been investigated. The impact of the charge of surface groups and the form of uranium (VI) presence in sulfate solutions on their sorption characteristics has been demonstrated. The maximum adsorption capacity reaches 265.1 μmol/g at pH 6. It is shown that an elevated electrolyte content positively affects the efficiency of uranium (VI) removal in neutral and alkaline medium. It has been established that structural changes in the materials occur due to the intensive interaction of iron ions and alginate molecules, resulting in the formation of a dense gel-like structure. The mechanism of uranium (VI) removal is associated with the formation of surface complexes in the presence of electrolytes. The synthesized granulated composites exhibit improved removal efficiency of uranium (VI) under conditions of high mineralization of solutions, making them attractive for potential use as sorbents. The obtained results can be utilized in the development of effective methods for purifying water environments from uranium (VI) in high mineralization conditions, which is a relevant issue in the field of nuclear energy and the removal of radioactive substances from water systems.

**Keywords:** granular composites, zirconium-iron alginates, uranium (VI) removal, sulfate solutions, laponite.

**References**

1. Deng, D., Zhang, L., Dong, M., Samuel, R. E., Ofori-Boadu, A., Lamsali, M. (2020). Radioactive waste: A review. *Water Environment Research*, 92 (10), 1818–1825. doi: <https://doi.org/10.1002/wer.1442>
2. Bachmaf, S., Planer-Friedrich, B., Merkel, B. J. (2008). Effect of sulfate, carbonate, and phosphate on the uranium(VI) sorption behavior onto bentonite. *Radiochimica Acta*, 96 (6), 359–366. doi: <https://doi.org/10.1524/ract.2008.1496>
3. Pylypenko, I., Spasonova, L., Kovalchuk, I., Veremeienko, V. (2014). Sorption of cobalt, chromium and uranium ions on Fe/Ti-pillared montmorillonite. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (6 (70)), 57–61. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.26246>
4. Liu, W., Wang, Q., Wang, H., Xin, Q., Hou, W., Hu, E., Lei, Z. (2022). Adsorption of uranium by chitosan/Chlorella pyrenoidosa composite adsorbent bearing phosphate ligand. *Chemosphere*, 287, 132193. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132193>
5. Algothmi, W. M., Bandaru, N. M., Yu, Y., Shapter, J. G., Ellis, A. V. (2013). Alginate–graphene oxide hybrid gel beads: An efficient copper adsorbent material. *Journal of Colloid and Interface Science*, 397, 32–38. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2013.01.051>
6. Gao, X., Li, M., Zhao, Y., Zhang, Y. (2019). Mechanistic study of selective adsorption of Hg<sup>2+</sup> ion by porous alginate beads. *Chemical Engineering Journal*, 378, 122096. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.122096>
7. Shawky, H. A. (2010). Improvement of water quality using alginate/montmorillonite composite beads. *Journal of Applied Polymer Science*, 119 (4), 2371–2378. doi: <https://doi.org/10.1002/app.32694>
8. da Silva Fernandes, R., de Moura, M. R., Glenn, G. M., Aouada, F. A. (2018). Thermal, microstructural, and spectroscopic analysis of Ca<sup>2+</sup> alginate/clay nanocomposite hydrogel beads. *Journal of Molecular Liquids*, 265, 327–336. doi: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2018.06.005>

9. Kumar, S., Dumpala, R. M. R., Chandane, A., Bahadur, J. (2022). Elucidation of the sorbent role in sorption thermodynamics of uranium(VI) on goethite. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 24 (4), 567–575. doi: <https://doi.org/10.1039/d1em00380a>
10. Liu, H., Wang, R., Jiang, H., Gong, H., Wu, X. (2015). Study on adsorption characteristics of uranyl ions from aqueous solutions using zirconium hydroxide. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 308 (1), 213–220. doi: <https://doi.org/10.1007/s10967-015-4315-y>
11. Gao, X., Guo, C., Hao, J., Zhao, Z., Long, H., Li, M. (2020). Adsorption of heavy metal ions by sodium alginate based adsorbent—a review and new perspectives. *International Journal of Biological Macromolecules*, 164, 4423–4434. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.09.046>
12. Wang, D., Zhang, J., Li, J. (2023). Phosphate-functionalized magnetic calcium alginate for the engineering remediation of uranium-contaminated water and soil. *Chemical Engineering Journal*, 475, 145910. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.145910>
13. Xie, S. B., Luo, J., Liu, Q., Ling, H., Duan, Y., Wang, J. (2015). Adsorption characteristics and mechanism of hydroxyethyl cellulose/sodium alginate blend films for uranium (VI). *Acta Materiae Compositae Sinica*, 32 (1), 268–275. doi: <https://doi.org/10.13801/j.cnki.fhclxb.20140519.002>
14. Yi, X., Sun, F., Han, Z., Han, F., He, J., Ou, M. et al. (2018). Graphene oxide encapsulated polyvinyl alcohol/sodium alginate hydrogel microspheres for Cu (II) and U (VI) removal. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 158, 309–318. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.04.039>
15. Wen, S., Wang, H., Xin, Q., Hu, E., Lei, Z., Hu, F., Wang, Q. (2023). Selective adsorption of uranium (VI) from wastewater using a UiO-66/calcium alginate/hydrothermal carbon composite material. *Carbohydrate Polymers*, 315, 120970. doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2023.120970>
16. Tripathi, A., Melo, J. S., D'Souza, S. F. (2013). Uranium (VI) recovery from aqueous medium using novel floating macroporous alginate-agarose-magnetite cryobeads. *Journal of Hazardous Materials*, 246–247, 87–95. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.12.002>
17. Yu, J., Wang, J., Jiang, Y. (2017). Removal of Uranium from Aqueous Solution by Alginate Beads. *Nuclear Engineering and Technology*, 49 (3), 534–540. doi: <https://doi.org/10.1016/j.net.2016.09.004>
18. Qing, Z., Wang, L., Liu, X., Song, Z., Qian, F., Song, Y. (2022). Simply synthesized sodium alginate/zirconium hydrogel as adsorbent for phosphate adsorption from aqueous solution: Performance and mechanisms. *Chemosphere*, 291, 133103. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133103>
19. Yu, L., Ma, Y., Ong, C. N., Xie, J., Liu, Y. (2015). Rapid adsorption removal of arsenate by hydrous cerium oxide–graphene composite. *RSC Advances*, 5 (80), 64983–64990. doi: <https://doi.org/10.1039/c5ra08922k>
20. Rouquerol, F., Rouquerol, J. et al. (2014). Adsorption by Powders and Porous Solids. Elsevier. doi: <https://doi.org/10.1016/c2010-0-66232-8>
21. Doroshenko, D., Pylypenko, I., Kovalchuk, I., Kornilovych, B., Spasonova, L. (2018). Investigation of the structure and sorption peculiarities of cobalt and uranium ions by nanocomposites based on montmorillonite and tetraethoxysilane. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (6 (95)), 6–11. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.144553>
22. Swain, S. K., Patnaik, T., Patnaik, P. C., Jha, U., Dey, R. K. (2013). Development of new alginate entrapped Fe(III)–Zr(IV) binary mixed oxide for removal of fluoride from water bodies. *Chemical Engineering Journal*, 215–216, 763–771. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2012.10.098>
23. Yu, S., Ma, J., Shi, Y., Du, Z., Zhao, Y., Tuo, X., Leng, Y. (2020). Uranium(VI) adsorption on montmorillonite colloid. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 324 (2), 541–549. doi: <https://doi.org/10.1007/s10967-020-07083-y>
24. Vanhorn, J., Huang, H. (2006). Uranium(VI) bio-coordination chemistry from biochemical, solution and protein structural data. *Coordination Chemistry Reviews*, 250 (7-8), 765–775. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2005.09.010>
25. Kornilovych, B. Yu., Sorokin, O. H., Pavlenko, V. M., Koshyk, Yu. Y. (2011). Pryrodokhoronni tekhnolohiyi v uranovydobuvnyi ta pererobnyi promyslovosti. Kyiv: Norma, 156.
26. Li, S., Wang, X., Huang, Z., Du, L., Tan, Z., Fu, Y., Wang, X. (2015). Sorption and desorption of uranium(VI) on GMZ bentonite: effect of pH, ionic strength, foreign ions and humic substances. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 308 (3), 877–886. doi: <https://doi.org/10.1007/s10967-015-4513-7>
27. Yu, T., Chen, Y., Zhang, Y., Tan, X., Xie, T., Shao, B., Huang, X. (2021). Novel reusable sulfate-type zirconium alginate ion-exchanger for fluoride removal. *Chinese Chemical Letters*, 32 (11), 3410–3415. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ccl.2021.04.057>
28. Yan, T., Luo, X., Zou, S., Lin, X., He, Y. (2017). Adsorption of Uranium(VI) from a Simulated Saline Solution by Alkali-Activated Leather Waste. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 56 (12), 3251–3258. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.6b04425>
29. Fox, P. M., Davis, J. A., Zachara, J. M. (2006). The effect of calcium on aqueous uranium(VI) speciation and adsorption to ferrihydrite and quartz. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 70 (6), 1379–1387. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gca.2005.11.027>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.293200

#### THE ROLE OF MICROMYCETES OF TRANSBOUNDARY RIVER WATERS IN THE DECOMPOSITION OF ORGANIC SUBSTANCES (p. 35–42)

Gulnara Hasanova

Institute of Microbiology, Baku, Azerbaijan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8551-8460>

Aynur Babashli

Azerbaijan State University of Economics (UNEC), Baku, Azerbaijan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1694-8504>

Nazilya Akhundova

Azerbaijan State University of Economics (UNEC), Baku, Azerbaijan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9769-2741>

Natavan Gadimova

Azerbaijan State University of Economics (UNEC), Baku, Azerbaijan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1939-1796>

This article provides information on the identification of micromycetes found in samples taken from areas of transboundary rivers of Azerbaijan with different levels of anthropogenic impact, and the study of their role in the removal of pollutants. Certain micromycetes were used as indicators of water quality. As a result of the studies, micromycetes belonging to 38 species from 16 genera were identified.

Directly at the sampling site, water temperature, pH, and the amount of dissolved oxygen in the water were measured, and biogenic elements were determined in laboratory conditions. The presence of nutrients in the studied river waters showed variable results. Thus, in the Astarachay River, nitrites range from 0.01–0.02 mg/l, nitrates 0.56–0.70 mg/l, ammonium 0.5–1.50 mg/l, phosphates 0.00–0.01 mg/l. In the Bolgarchay River, these indicators for nitrite range from 0.02–0.05 mg/l, for nitrates 0.20–0.50 mg/l, for ammonium 0.10–0.44 mg/l, for phosphates 0.01–0.05 mg/l. In the Arazchay River, nitrites range from 0.01–0.83 mg/l, nitrates 0.08–7.40 mg/l, ammonium 0.05–3.57 mg/l, phosphates 0.05–0.94 mg/l, and in Okhchuchay these indicators for nitrite range from 0.09 to 0.71 mg/l, nitrates 0.68–6.00 mg/l, ammonium 0.23–6.45 mg/l, phosphates 0.09–0.65 mg/l.

The results obtained showed that the identified microscopic fungi are involved in the formation of rich flora as an adaptation in river waters. The biomass and number of micromycetes significantly depend on hydrochemical conditions: parameters such as temperature, dissolved oxygen, pH, forms of nitrogen, phosphorus and organic carbon fractions. It can be recommended to use mushrooms for biological control of surface water purity and sanitary safety. It should be noted that environmental factors also influence the diversity of micromycetes.

**Keywords:** aquatic ecosystem, identification of micromycetes, transboundary rivers, biogenic elements, physical and chemical indicators, dissolved oxygen.

## References

- Kristoffersen, P., Rask, A. M., Grundy, A. C., Franzen, I., Kempenaar, C., Raisio, J. et al. (2008). A review of pesticide policies and regulations for urban amenity areas in seven European countries. *Weed Research*, 48 (3), 201–214. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2008.00619.x>
- Transboundary Water Management Cooperation Crucial for Sustainable Development, Peace, Security, Speakers Stress at Conference's Fourth Interactive Dialogue. Available at: <https://press.un.org/en/2023/envdev2056.doc.htm>
- Zarei, M. (2020). The water-energy-food nexus: A holistic approach for resource security in Iran, Iraq, and Turkey. *Water-Energy Nexus*, 3, 81–94. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wen.2020.05.004>
- Kashkay, R. M. (2015). Water problems in Azerbaijan. *Proceedings of the Azerbaijan Geographical Society: geography and natural resources*, 1, 53–57. Available at: [https://gsaz.az/ci/CORAFYA\\_V\\_TB\\_RESURSLAR/Co%C4%9Frafıya\\_v%C9%99\\_T%C9%99bii\\_Resurslar\\_N1.pdf](https://gsaz.az/ci/CORAFYA_V_TB_RESURSLAR/Co%C4%9Frafıya_v%C9%99_T%C9%99bii_Resurslar_N1.pdf)
- İsmayilov, R. (2021). Azərbaycan çaylarının ekoloji təhlükəsizliyinin qiymətləndirilməsi: (Xəzər dənizinə birbaşa axan çayların təmsalında). Baki, 272. Available at: <https://www.sukanal.az/wp-content/uploads/2021/06/Rashail-Ismaïlov.pdf>
- Raja, H. A., Shearer, C. A., Tsui, C. K.-M. (2018). Freshwater Fungi. *Encyclopedia of Life Sciences*. doi: <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0027210>
- Qi, B., Moe, W., Kinney, K. (2002). Biodegradation of volatile organic compounds by five fungal species. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 58 (5), 684–689. doi: <https://doi.org/10.1007/s00253-002-0938-3>
- Krauss, G.-J., Solé, M., Krauss, G., Schlosser, D., Wesenberg, D., Bärlocher, F. (2011). Fungi in freshwaters: ecology, physiology and biochemical potential. *FEMS Microbiology Reviews*, 35 (4), 620–651. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00266.x>
- Gökçekuş, H., Bolouri, F. (2023). Transboundary Waters and Their Status in Today's Water-Scarce World. *Sustainability*, 15 (5), 4234. doi: <https://doi.org/10.3390/su15054234>
- Hasanova, G. M. (2019). The encountered microscopic fungi in lentic and lotic ecosystem of Azerbaijan. *Eurasian V International Multidisciplinary Studies Congress*, 121–123.
- Veliev, M. G., Salmanov, M. A., Babashly, A. A., Alieva, S. R., Bektashi, N. R. (2013). Biodegradation of aromatic hydrocarbons and phenols by bacteria isolated from Caspian waters and soils. *Petroleum Chemistry*, 53 (6), 426–430. doi: <https://doi.org/10.1134/s0965544113050101>
- Hasanova, G. (2023). Yeast fungi found in transboundary river waters. 1st international conference: Conservation of Eurasian biodiversity: contemporary problems, solutions and perspectives. Part II. Andijan, 154–157.
- Babashly, A., Akhundova, N., Gadimova, N. (2023). Degradation of oil and oil products by microorganisms isolated from the Azerbaijani coast of the Caspian Sea at low temperatures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (10 (125)), 17–24. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.287467>
- Babič, M., Gunde-Cimerman, N., Vargha, M., Tischner, Z., Magyar, D., Verissimo, C. et al. (2017). Fungal Contaminants in Drinking Water Regulation? A Tale of Ecology, Exposure, Purification and Clinical Relevance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14 (6), 636. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph14060636>
- Savluk, O. S., Saprykina, M. N., Lupeko, V. S., Rudenko, A. V., Lavrenchuk, I. N., Goncharuk, V. V. (2013). Monitoring of micromycetes in tap water of the city of Kiev. *Journal of Water Chemistry and Technology*, 35 (5), 233–237. doi: <https://doi.org/10.3103/s1063455x13050068>
- Siqueira, V., Oliveira, H., Santos, C., Paterson, R. R., Gusmão, N., Lima, N. (2011). Filamentous Fungi in Drinking Water, Particularly in Relation to Biofilm Formation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8 (2), 456–469. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph8020456>
- Samson, R. A., Visagie, C. M., Houbraken, J., Hong, S.-B., Hubka, V., Klaassen, C. H. W. et al. (2014). Phylogeny, identification and nomenclature of the genus *Aspergillus*. *Studies in Mycology*, 78 (1), 141–173. doi: <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.07.004>
- Sediment and Suspended Sediment. USGS. Available at: <https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/sediment-and-suspended-sediment>
- Dissolved Oxygen and Biochemical Oxygen Demand. EPA. Available at: <https://archive.epa.gov/water/archive/web/html/vms52.html>
- Important Water Quality Factors. H2O. Available at: <https://h2ou.com/h2wtrqual/#Oxygen>
- Channel Processes: Bedload Transport (2012). EPA.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.289250

## EVALUATING THE IMPACT OF STRUCTURE PARAMETERS ON THE ACOUSTIC PERFORMANCE OF AN EXHAUST MUFFLER WITH SHELLS (p. 43–49)

Ali I. Mosa

University of Baghdad, Baghdad, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7075-1297>

Azma Putra

Universiti Teknikal Malaysia Melaka, Melaka, Malaysia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6023-2493>

Hussein A. Mahmood

University of Baghdad, Baghdad, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5895-1576>

Recently, environmental noise has arisen from various sources, such as those from exhaust mufflers of combustion engines found in cars, trucks, or power generators, which produce significant noise during their operation. Controlling the radiated noise from these mufflers is a major factor in improving acoustic comfort and minimizing the impact on the surrounding communities. Numerous research has been presented for this reason by modification of the internal structure of the exhaust muffler. The main objective of this work is to reduce the noise level emitted from exhaust mufflers. This can be achieved by adjusting structure parameters to attenuate the surrounding environment's radiated noise. Analysis of pressure-wave propagation has been done by building 3D models using COMSOL Multiphysics software. Different entities were conducted to investigate the influence of muffler shells and plate thicknesses on acoustic performance through the frequency domain to obtain better attenuation. SPL over a frequency band is presented, describing how the sound intensity varies at different frequencies within a given bandwidth. The results showed that increasing the muffler shell

thickness improved the TL; this particularly causes a double value at a range above 1.2 kHz, where there are two distinct peaks at 1.3 kHz and 2.8 kHz. Additionally, it was found that increasing the muffler plate thickness reduces the TL whole range and moves the curve peak to higher frequencies.

This is because the pressure pulses that stimulate the shell plates would exert a more distinct influence on plates characterized by a reduced thickness, and the muffler structure thickness is correlated with its increased stiffness, resulting in an elevation of the frequency for this eigenmode.

**Keywords:** exhaust mufflers, acoustics, noise control, combustion engines, sound transmission loss, SPL.

## References

- Zhong, W., Pachiannan, T., Li, Z., Qian, Y., Zhang, Y., Wang, Q. et al. (2019). Combustion and emission characteristics of gasoline/hydrogenated catalytic biodiesel blends in gasoline compression ignition engines under different loads of double injection strategies. *Applied Energy*, 251, 113296. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.05.099>
- Xia, Q., Wang, K., Han, Z., Tian, W. (2019). A comparative study of combustion and emission characteristics of butanol isomers on a diesel engine with dual fuel butanol isomers/diesel compound combustion. *Fuel*, 254, 115581. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.05.164>
- Ashok Reddy, K. (2017). A Critical Review on Acoustic Methods & Materials of a Muffler. *Materials Today: Proceedings*, 4 (8), 7313–7334. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.07.061>
- Yasuda, T., Wu, C., Nakagawa, N., Nagamura, K. (2010). Predictions and experimental studies of the tail pipe noise of an automotive muffler using a one dimensional CFD model. *Applied Acoustics*, 71 (8), 701–707. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2010.03.001>
- Mimani, A., Munjal, M. L. (2012). 3-D acoustic analysis of elliptical chamber mufflers having an end-inlet and a side-outlet: An impedance matrix approach. *Wave Motion*, 49 (2), 271–295. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wavemoti.2011.11.001>
- Mimani, A., Munjal, M. L. (2011). Transverse plane wave analysis of short elliptical chamber mufflers: An analytical approach. *Journal of Sound and Vibration*, 330 (7), 1472–1489. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2010.09.035>
- Jena, D. P., Panigrahi, S. N. (2017). Numerically estimating acoustic transmission loss of a reactive muffler with and without mean flow. *Measurement*, 109, 168–186. doi: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2017.05.065>
- Antebas, A. G., Denia, F. D., Pedrosa, A. M., Fuenmayor, F. J. (2013). A finite element approach for the acoustic modeling of perforated dissipative mufflers with non-homogeneous properties. *Mathematical and Computer Modelling*, 57 (7-8), 1970–1978. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2012.01.021>
- Hacham, W. S., Hiji, F. S. (2020). Impact of using Double Layers Perforated Liners on the Acoustic Treatments of the Combustor Systems. *Al-Khwarizmi Engineering Journal*, 16 (4), 19–26. doi: <https://doi.org/10.22153/kej.2020.10.002>
- Ouédraogo, B., Maréchal, R., Ville, J.-M., Perrey-Debain, E. (2016). Broadband noise reduction by circular multi-cavity mufflers operating in multimodal propagation conditions. *Applied Acoustics*, 107, 19–26. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2016.02.001>
- Kashikar, A., Suryawanshi, R., Sonone, N., Thorat, R., Savant, S. (2021). Development of muffler design and its validation. *Applied Acoustics*, 180, 108132. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.108132>
- Fu, J., Xu, M., Zheng, W., Zhang, Z., He, Y. (2021). Effects of structural parameters on transmission loss of diesel engine muffler and analysis of prominent structural parameters. *Applied Acoustics*, 173, 107686. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107686>
- Rafique, F., Hui Wu, J., Rui Liu, C., Ma, F. (2022). Transmission Loss analysis of a simple expansion chamber muffler with extended inlet and outlet combined with inhomogeneous micro-perforated panel (iMPP). *Applied Acoustics*, 194, 108808. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2022.108808>
- Kalita, U., Singh, M. (2023). Acoustic performance analysis of muffler by varying sound absorption materials. *Materials Today: Proceedings*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.02.272>
- Fu, J., Zheng, W., Xu, M., Wang, W., Huang, Y. (2021). Study on the influence of structure factors of diesel engine exhaust purification muffler on transmission loss in different frequency bands. *Applied Acoustics*, 180, 108147. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.108147>
- COMSOL Multiphysics Reference Manual. Available at: [https://doc.comsol.com/5.5/doc/com.comsol.help.comsol/COMSOL\\_ReferenceManual.pdf](https://doc.comsol.com/5.5/doc/com.comsol.help.comsol/COMSOL_ReferenceManual.pdf)
- Prasad, A., Thiagarajan, R. C. (2015). Acoustic Performance Design of Automotive Muffler. Excerpt from the Proceedings of the 2015 COMSOL Conference in Pune. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/350063080\\_Acoustic\\_Performance\\_Design\\_of\\_Automotive\\_Muffler](https://www.researchgate.net/publication/350063080_Acoustic_Performance_Design_of_Automotive_Muffler)
- Kalita, U., Singh, M. (2023). Optimization of reactive muffler through pressure acoustic analysis and Taguchi approach. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 45 (2). doi: <https://doi.org/10.1007/s40430-023-04023-1>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.292767

## DETERMINING THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF A CLASS B FIRE IN THE CASE OF EXTINGUISHING BY WATER SPRAY (p. 50–57)

Valerii Kolomiets

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4058-4026>

Yuriy Abramov

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
Chernyshevska str., 94, Kharkiv, Ukraine, 61023  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7901-3768>

Oleksii Basmanov

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6434-6575>

Vitaliy Sobyna

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6908-8037>

Dmitry Sokolov

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7996-689X>

The object of this study is a class B fire, which is extinguished with sprayed water. The subject of the study is the characteristics of class B fires when they are extinguished with sprayed water. Diffusion burning of a flammable liquid is considered as such a fire, and its extinguishing is carried out by cooling the flame. Heat and oxygen balance equations are used to build a mathematical model describing the fire extinguishing process. The components of the heat balance equation are the power of heat during heat release due to the chemical reaction of liquid combustion and the power of heat dissipated to the environment. The second component takes into account heat removal due to radiation, convection, and evaporation. The component of removed heat due to evaporation takes into account the Sreznevsky constant. The mathematical model that describes the process of extinguishing a class B fire is built in the class of models belonging to differential equations with constant coefficients. Analytical expressions were obtained for these static and dynamic coefficients, which include thermophysical, kinematic, and geometric

parameters of the flame and fire extinguishing agent. To determine these characteristics, the constructed mathematical fire model was transformed using the integral Laplace transform. The dynamic characteristics of the fire were obtained in the time domain – the transient function of the fire, and in the frequency domain – the amplitude-frequency and phase-frequency characteristics of the fire. It is shown that the parameters of these dynamic characteristics should be determined experimentally. Experimental methods for determining parameters of dynamic fire characteristics have been devised. The presence of dynamic characteristics of class B fire makes it possible to spread the proven methods of the theory of control systems to design effective fire extinguishing systems.

**Keywords:** class B fire, sprayed water, dynamic characteristics, characteristics parameters.

## References

- Wang, X., Tan, Q., Wang, Z., Kong, X., Cong, H. (2018). Preliminary study on fire protection of window glass by water mist curtain. *International Journal of Thermal Sciences*, 125, 44–51. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2017.11.013>
- Abramov, Yu. O., Basmanov, O. Ye., Krivtsova, V. I., Salamov, J. (2019). Modeling of spilling and extinguishing of burning fuel on horizontal surface. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 4, 86–90. doi: <https://doi.org/10.29202/nvngu/2019-4/16>
- Paris Firefighters Used This Remote-Controlled Robot to Extinguish the Notre Dame Blaze. Available at: <https://spectrum.ieee.org/colossus-the-firefighting-robot-that-helped-save-notre-dame>
- Firefighter Drones – How Drones are Being Used for Helping Fire Departments. Available at: <https://dronenodes.com/firefighter-drones/>
- Villani, V., Czerniak, J. N., Sabattini, L., Mertens, A., Fantuzzi, C. (2019). Measurement and classification of human characteristics and capabilities during interaction tasks. *Paladyn, Journal of Behavioral Robotics*, 10 (1), 182–192. doi: <https://doi.org/10.1515/pjbr-2019-0016>
- Shrigondekar, H., Chowdhury, A., Prabhu, S. V. (2021). Performance by Various Water Mist Nozzles in Extinguishing Liquid Pool Fires. *Fire Technology*, 57 (5), 2553–2581. doi: <https://doi.org/10.1007/s10694-021-01130-0>
- Shrigondekar, H., Chowdhury, A., Prabhu, S. V. (2020). Characterization of solid-cone simplex mist nozzles. *Fire Safety Journal*, 111, 102936. doi: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2019.102936>
- Jeong, C. S., Lee, C. Y. (2021). Experimental investigation on spray characteristics of twin-fluid nozzle for water mist and its heptane pool fire extinguishing performance. *Process Safety and Environmental Protection*, 148, 724–736. doi: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2021.01.037>
- Liu, T., Yin, X.-Y., Liu, Y.-C., Tang, Y., Huang, A.-C., Dong, X.-L., Liu, Y.-J. (2022). Influence of Water Mist Temperature Approach on Fire Extinguishing Effect of Different Pool Fires. *Processes*, 10 (8), 1549. doi: <https://doi.org/10.3390/pr10081549>
- Wang, J., He, Y., Tao, B. (2021). Inhibition effect of water mist with single and double nozzles on n-heptane pool fire. *Fire Science and Technology*, 40 (5), 696–700. Available at: <https://www.xfkj.com.cn/EN/Y2021/V40/I5/696>
- Liu, Y., Fu, Z., Zheng, G., Chen, P. (2022). Study on the effect of mist flux on water mist fire extinguishing. *Fire Safety Journal*, 130, 103601. doi: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2022.103601>
- Liu, Y., Chen, P., Fu, Z., Li, J., Sun, R., Zhai, X. (2023). The investigation of the water mist suppression pool fire process's flame expansion characteristics. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 81, 104927. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2022.104927>
- Ly, D., Tan, W., Zhu, G., Liu, L. (2019). Gasoline fire extinguishing by 0.7 MPa water mist with multicomponent additives driven by CO<sub>2</sub>. *Process Safety and Environmental Protection*, 129, 168–175. doi: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2019.07.002>
- Sun, X., Huang, H., Zhao, J., Song, G. (2022). Experimental Study of the Effect of Slope on the Spread and Burning Characteristics of a Continuous Oil Spill Fire. *Fire*, 5 (4), 112. doi: <https://doi.org/10.3390/fire5040112>
- Ditch, B. D., de Ris, J. L., Blanchat, T. K., Chaos, M., Bill, R. G., Dorofeev, S. B. (2013). Pool fires – An empirical correlation. *Combustion and Flame*, 160 (12), 2964–2974. doi: <https://doi.org/10.1016/j.combustflame.2013.06.020>
- Dasgotra, A., Rangarajan, G., Tauseef, S. M. (2021). CFD-based study and analysis on the effectiveness of water mist in interacting pool fire suppression. *Process Safety and Environmental Protection*, 152, 614–629. doi: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2021.06.033>
- Yao, Y., Li, Y. Z., Ingason, H., Cheng, X., Zhang, H. (2021). Theoretical and numerical study on influence of wind on mass loss rates of heptane pool fires at different scales. *Fire Safety Journal*, 120, 103048. doi: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2020.103048>
- Dombrovsky, L. A., Dembele, S., Wen, J. X. (2018). An infrared scattering by evaporating droplets at the initial stage of a pool fire suppression by water sprays. *Infrared Physics & Technology*, 91, 55–62. doi: <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2018.03.027>
- Abramov, Y., Kolomiets, V., Sobyna, V. (2023). Models of fire extinguishing when flammable liquid combustion. *Series: Engineering Science and Architecture*, 4 (178), 194–198. doi: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-4-178-194-198>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.293279

## FEATURES OF THE COEFFICIENT OF VARIATION OF PARAMETERS OF THE GAS ENVIRONMENT IN FIRE IN THE PREMISES (p. 58–64)

**Boris Pospelov**

Scientific-Methodical Center of Educational Institutions in the Sphere of Civil Defence, Kyiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0957-3839>

**Yuliia Bezuhla**

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4022-2807>

**Yurii Kozar**

Luhansk State Medical University, Rivne, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6424-6419>

**Olekci Krainiukov**

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5264-3118>

**Larysa Chubko**

National Aviation University, Kyiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4647-3156>

**Oleksandr Yashchenko**

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7129-389X>

**Olena Liashevskia**

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1469-4141>

**Sergey Shcherbak**

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1133-0120>

**Pavlo Cherevko**

Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5311-324X>

**Viacheslav Kurepin**

Mykolaiiv National Agrarian University, Mykolaiiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4383-6177>



The object of the study is the selective coefficient of variation of dangerous parameters of the gas environment during the ignition of materials. The measure of the sample coefficient of variation of an arbitrary hazardous parameter of the gas environment observed at an arbitrary time interval is substantiated. The representativeness error of the measure of the sampling coefficient of variation, which depends on the value of the measure and the sample size, was determined. The measure allows you to numerically determine its value for an arbitrary observation interval. The difference in the measure at the intervals corresponding to the reliable absence and occurrence of ignition allows to detect the occurrence of ignition of the material. According to the results of laboratory studies, the measures of the sample coefficient of variation for carbon monoxide concentration, smoke density, and temperature of the gas medium in the laboratory chamber at intervals of absence and appearance of ignition of alcohol, paper, wood, and textiles were determined. It was established that the dangerous parameters of the gas environment at the intervals of absence and presence of ignition are characterized by different values of the increase in the measure of the sample coefficient of variation. For example, it is determined that the ignition of alcohol causes the maximum increase in the measure for carbon monoxide concentration from 0.135 to 0.441, for smoke density from 0.629 to 0.805, and for temperature from 0.001 to 0.115. When paper catches fire, the measure for carbon monoxide concentration and temperature increases from 0.0026 to 0.140 and from 0.0019 to 0.05, respectively. When burning wood, the measure for carbon monoxide concentration and temperature increases from 0.0072 to 0.177 and from 0.0067 to 0.016, respectively. The obtained results, provided that the hazardous parameters of the gas environment in the premises are measured and the sample coefficient of variation is calculated in practice, make it possible to use them in the creation of early fire detection systems.

**Keywords:** ignition of material, gas environment, dangerous parameters, measure of sample coefficient of variation.

## References

- Iatsyshyn, A. V., Ivaschenko, T. G., Matvieieva, I. V., Zakharchenko, J. V., Lahoiko, A. M. (2023). Development of recommendations for improving the radiation monitoring system of Ukraine. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1254 (1), 012109. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1254/1/012109>
- Barannik, V., Babenko, Y., Kulitsa, O., Barannik, V., Khimenko, A., Matviichuk-Yudina, O. (2020). Significant Microsegment Transformants Encoding Method to Increase the Availability of Video Information Resource. 2020 IEEE 2nd International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT). doi: <https://doi.org/10.1109/atit50783.2020.9349256>
- Sadkovyi, V., Andronov, V., Semkiv, O., Kovalov, A., Rybka, E., Otrosh, Yu. et al.; Sadkovyi, V., Rybka, E., Otrosh, Yu. (Eds.) (2021). Fire resistance of reinforced concrete and steel structures. Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER, 180. doi: <https://doi.org/10.15587/978-617-7319-43-5>
- Otrosh, Y., Rybka, Y., Danilin, O., Zhuravskiy, M. (2019). Assessment of the technical state and the possibility of its control for the further safe operation of building structures of mining facilities. E3S Web of Conferences, 123, 01012. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912301012>
- Pospelov, B., Kovrehin, V., Rybka, E., Krainiukov, O., Petukhova, O., Butenko, T. et al. (2020). Development of a method for detecting dangerous states of polluted atmospheric air based on the current recurrence of the combined risk. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (9 (107)), 49–56. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.213892>
- Center of Fire Statistics (2022). World Fire Statistics of CTIF, 27.
- Chernukha, A., Teslenko, A., Kovalov, P., Bezuglov, O. (2020). Mathematical Modeling of Fire-Proof Efficiency of Coatings Based on Silicate Composition. Materials Science Forum, 1006, 70–75. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.1006.70>
- Pospelov, B., Rybka, E., Meleshchenko, R., Krainiukov, O., Biryukov, I., Butenko, T. et al. (2021). Short-term fire forecast based on air state gain recurrence and zero-order brown model. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (10 (111)), 27–33. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.233606>
- Pospelov, B., Rybka, E., Krainiukov, O., Yashchenko, O., Bezuhla, Y., Bielai, S. et al. (2021). Short-term forecast of fire in the premises based on modification of the Brown's zero-order model. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (10 (112)), 52–58. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.238555>
- Cheng, C., Sun, F., Zhou, X. (2011). One fire detection method using neural networks. Tsinghua Science and Technology, 16 (1), 31–35. doi: [https://doi.org/10.1016/s1007-0214\(11\)70005-0](https://doi.org/10.1016/s1007-0214(11)70005-0)
- Ding, Q., Peng, Z., Liu, T., Tong, Q. (2014). Multi-Sensor Building Fire Alarm System with Information Fusion Technology Based on D-S Evidence Theory. Algorithms, 7 (4), 523–537. doi: <https://doi.org/10.3390/a7040523>
- Wu, Y., Harada, T. (2004). Study on the Burning Behaviour of Plantation Wood. Scientia Silvae Sinicae, 40 (2), 131–136. doi: <https://doi.org/10.11707/j.1001-7488.20040223>
- Ji, J., Yang, L., Fan, W. (2003). Experimental Study on Effects of Burning Behaviours of Materials Caused by External Heat Radiation. Journal of Combustion Science and Technology, 9, 139.
- Peng, X., Liu, S., Lu, G. (2005). Experimental Analysis on Heat Release Rate of Materials. Journal of Chongqing University, 28, 122.
- Heskestad, G., Newman, J. S. (1992). Fire detection using cross-correlations of sensor signals. Fire Safety Journal, 18 (4), 355–374. doi: [https://doi.org/10.1016/0379-7112\(92\)90024-7](https://doi.org/10.1016/0379-7112(92)90024-7)
- Gottuk, D. T., Wright, M. T., Wong, J. T., Pham, H. V., Rose-Pehrsson, S. L., Hart, S. et al. (2002). Prototype Early Warning Fire Detection Systems: Test Series 4 Results. NRL/MR/6180-02-8602. Naval Research Laboratory.
- Pospelov, B., Rybka, E., Togobytska, V., Meleshchenko, R., Danchenko, Y., Butenko, T. et al. (2019). Construction of the method for semi-adaptive threshold scaling transformation when computing recurrent plots. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (10 (100)), 22–29. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.176579>
- Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Krainiukov, O., Karpets, K., Pirohov, O. et al. (2019). Development of the correlation method for operative detection of recurrent states. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (4 (102)), 39–46. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.187252>
- Sadkovyi, V., Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Krainiukov, O., Rud, A. et al. (2020). Construction of a method for detecting arbitrary hazard pollutants in the atmospheric air based on the structural function of the current pollutant concentrations. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (10 (108)), 14–22. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.218714>
- Pospelov, B., Rybka, E., Meleshchenko, R., Krainiukov, O., Harbuz, S., Bezuhla, Y. et al. (2020). Use of uncertainty function for identification of hazardous states of atmospheric pollution vector. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (10 (104)), 6–12. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200140>
- Pospelov, B., Rybka, E., Savchenko, A., Dashkovska, O., Harbuz, S., Naden, E. et al. (2022). Peculiarities of amplitude spectra of the third order for the early detection of indoor fires. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (10 (119)), 49–56. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.265781>

22. Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Chubko, L., Bezuhla, Y., Gordichuk, S. et al. (2023). Revealing the peculiarities of average bicoherence of frequencies in the spectra of dangerous parameters of the gas environment during fire. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (10 (121)), 46–54. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.272949>
23. Du, L., Liu, H., Bao, Z. (2005). Radar HRRP target recognition based on higher order spectra. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 53 (7), 2359–2368. doi: <https://doi.org/10.1109/tsp.2005.849161>
24. Hayashi, K., Mukai, N., Sawa, T. (2014). Simultaneous bicoherence analysis of occipital and frontal electroencephalograms in awake and anesthetized subjects. *Clinical Neurophysiology*, 125 (1), 194–201. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2013.06.024>
25. Pospelov, B., Rybka, E., Polkovnychenko, D., Myskovets, I., Bezuhla, Y., Butenko, T. et al. (2023). Comparison of bicoherence on the ensemble of realizations and a selective evaluation of the bispectrum of the dynamics of dangerous parameters of the gas medium during fire. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (10 (122)), 14–21. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.276779>
26. Forkman, J. (2006). Statistical inference for the coefficient of variation in normally distributed data. Centre of biostatistics. Report 2.
27. Curto, J. D., Pinto, J. C. (2008). The coefficient of variation asymptotic distribution in the case of non-iid random variables. *Journal of Applied Statistics*, 36 (1), 21–32. doi: <https://doi.org/10.1080/02664760802382491>
28. Abdi, H., Edelman, B., Valentin, D., Dowling, W. J. (2009). Experimental design and analysis for psychology. Oxford University Press. Available at: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=e340ab80345010a0c6e458ebb3e1458345b0b489>
29. Ye, L., Gu, X., Wang, D., Vogel, R. M. (2021). An unbiased estimator of coefficient of variation of streamflow. *Journal of Hydrology*, 594, 125954. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.125954>
30. Yousef, A. (2020). Performance of Three-Stage Sequential Estimation of the Normal Inverse Coefficient of Variation Under Type II Error Probability: A Monte Carlo Simulation Study. *Frontiers in Physics*, 8. doi: <https://doi.org/10.3389/fphy.2020.00071>
31. Polstiankin, R. M., Pospelov, B. B. (2015). Stochastic models of hazardous factors and parameters of a fire in the premises. *Problemy pozharnoy bezopasnosti*, 38, 130–135. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppb\\_2015\\_38\\_24](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppb_2015_38_24)
32. Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Skliarov, S. (2017). Research into dynamics of setting the threshold and a probability of ignition detection by selfadjusting fire detectors. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (9 (89)), 43–48. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.110092>
33. Dubinin, D., Cherkashyn, O., Maksymov, A., Beliuchenko, D., Hovalenkov, S., Shevchenko, S., Avetisyan, V. (2020). Investigation of the effect of carbon monoxide on people in case of fire in a building. *Sigurnost*, 62 (4), 347–357. doi: <https://doi.org/10.31306/s.62.4.2>
34. Pasport. Spovishchuvach pozhezhnyi teplovyi tochkovyi. TPT-4. Arton. Available at: [https://ua.arton.com.ua/files/passports/%D0%A2%D0%9F%D0%A2-4\\_UA.pdf](https://ua.arton.com.ua/files/passports/%D0%A2%D0%9F%D0%A2-4_UA.pdf)
35. Pasport. Spovishchuvach pozhezhnyi dymovi tochkovyi optychnyi. SPD-3.2. Arton. Available at: [https://ua.arton.com.ua/files/passports/spd-32\\_new\\_pas\\_ua.pdf](https://ua.arton.com.ua/files/passports/spd-32_new_pas_ua.pdf)
36. Optical/Heat Multisensor Detector. Discovery. Available at: <https://www.nsc-hellas.gr/pdf/APOLLO/discovery/B02704-00%20Discovery%20Multisensor%20Heat-%20Optical.pdf>
37. McGrattan K., Hostikka S., McDermott R., Floyd J., Weinschenk C., Overholt K. (2016). Fire dynamics simulator technical reference guide. Volume 3: Validation. National Institute of Standards and Technology. Available at: [https://www.fse-italia.eu/PDF/Manuali-FDS/FDS\\_Validation\\_Guide.pdf](https://www.fse-italia.eu/PDF/Manuali-FDS/FDS_Validation_Guide.pdf)
38. McGrattan, K., Hostikka, S., McDermott, R., Floyd, J., Weinschenk, C., Overholt, K. (2013). Fire Dynamics Simulator User's Guide. National Institute of Standard and Technology. Available at: [https://tsapps.nist.gov/publication/get\\_pdf.cfm?pub\\_id=913619](https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=913619)
39. Levin, B. R. (1989). Teoreticheskie osnovy statisticheskoy radiotekhniki. Moscow: Radio i svyaz', 656.
40. Gorban', I. I. (2011). Osobennosti zakona bol'shih chisel pri narusheniyah statisticheskoy ustoychivosti. *Visti vyshchyykh uchbovykh zakladiv. Radioelektronika*, 54 (7), 31–42.
41. Orlov, Yu. N., Osminin, K. P. (2008). Postroenie vyborochnoy funktsii raspredeleniya dlya prognozirovaniya nestatsionarnogo vremennogo ryada. *Matematicheskoe modelirovanie*, 20 (9), 23–33.
42. Dragotti, P. L., Vetterli, M., Blu, T. (2007). Sampling Moments and Reconstructing Signals of Finite Rate of Innovation: Shannon Meets Strang-Fix. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 55 (5), 1741–1757. doi: <https://doi.org/10.1109/tsp.2006.890907>
43. Forkman, J. (2009). Estimator and Tests for Common Coefficients of Variation in Normal Distributions. *Communications in Statistics - Theory and Methods*, 38 (2), 233–251. doi: <https://doi.org/10.1080/03610920802187448>
44. Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Samoilo, M., Krainiukov, O., Biryukov, I. et al. (2021). Development of the method of operational forecasting of fire in the premises of objects under real conditions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (10 (110)), 43–50. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.226692>
45. Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Popov, V., Semkiv, O. (2018). Development of the method of frequencytemporal representation of fluctuations of gaseous medium parameters at fire. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (10 (92)), 44–49. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.125926>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.293685

**DETERMINING PATTERNS IN THE FORMATION OF AN INSULATION LAYER OF FOAM COKE WHEN PROTECTING CONCRETE AGAINST FIRE BY REACTIVE COATING (p. 65–72)**

**Yuriy Tsapko**

Open Joint-Stock Company «Radykal», Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0625-0783>

**Ruslan Likhnyovskiy**

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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9187-9780>

**Aleksii Tsapko**

Ukrainian State Research Institute «Resurs», Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2298-068X>

**Kseniia Bielikova**

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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7475-2115>

**Serhii Poteriaiko**

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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3787-0929>

**Pavlo Illiuchenko**

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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6687-6388>

**Olga Bondarenko**

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8164-6473>

An issue related to using concrete for building structures is to ensure their stability and durability during operation within wide limits. Therefore, the object of research was the change in the properties of concrete in case of fire and its protection when applied with a reactive coating capable of forming a foam coke layer under the influence of high temperature on the coating. It has been proven that in the process of thermal action on the fire-resistant coating, the process of heat insulation of concrete involves the formation of soot-like products on the surface of the material. Thus, under the influence of the flame of the burner, a temperature arose on the surface of the sample, which led to the swelling of the coating by more than 18 mm. The measured temperature on the surface of the concrete sample under the layer of foam coke was no more than 140 °C, which indicates the formation of a fire barrier. In this regard, modeling of the process of heat transfer through the formed layer of foam coke in the process of its protection with a reactive coating was carried out and dependence was established, which makes it possible to estimate the coefficients of temperature conductivity and thermal conductivity during high-temperature action. According to the experimental data and the established dependences, the coefficient of temperature conductivity and heat conductivity of foam coke was calculated, which is  $9.17 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$  and  $0.17 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ . The assessment of the maximum possible penetration of fire through the layer of foam coke was carried out. A temperature was formed on the surface of the sample, which significantly exceeded the temperature of the destruction of concrete, and on the surface of concrete under the coating it did not reach 250 °C. So, there are reasons to assert the possibility of targeted regulation of concrete fire protection processes by using reactive coatings capable of forming a protective layer on the surface of the material that inhibits the rate of heat transfer.

**Keywords:** protective means, structural concrete, thermal destruction of the surface, fire protection of concrete, swelling of the coating.

## References

- Moosaei, H. R., Zareei, A. R., Salemi, N. (2022). Elevated Temperature Performance of Concrete Reinforced with Steel, Glass, and Polypropylene Fibers and Fire-proofed with Coating. *International Journal of Engineering*, 35 (5), 917–930. doi: <https://doi.org/10.5829/ije.2022.35.05b.08>
- Shen, L., Wang, J., Xu, S., Amoako-Atta, G. (2019). Fire Resistance Behavior of Full-scale Self-thermal Insulation Sandwich Walls Made of Textilereinforced Concrete. *International Journal of Heat and Technology*, 37 (1), 239–248. doi: <https://doi.org/10.18280/ijht.370129>
- Ghiji, M., Joseph, P., Guerrieri, M. (2023). Some recent developments and testing strategies relating to the passive fire protection of concrete using intumescent coatings: a review. *Journal of Structural Fire Engineering*, 14 (1). doi: <https://doi.org/10.1108/jsfe-11-2021-0069>
- Wang, J., Song, Q.-Y., Han, L.-H. (2023). Temperature field of intumescent coating protected concrete-filled steel tubular columns under fire. *Journal of Constructional Steel Research*, 201, 107695. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2022.107695>
- Zhang, L., Hu, Y., Li, M. (2022). Research on Thermal Response Behavior of the Intumescent Coating at High Temperature: An Experimental and Numerical Study. *Buildings*, 12 (7), 1014. doi: <https://doi.org/10.3390/buildings12071014>
- Hou, W., Zhang, G., He, S. (2021). Fire Resistance Tests on Prestressed Concrete Box Girder with Intumescent Fire-Retardant Coatings. *Fire Technology*, 58 (1), 107–131. doi: <https://doi.org/10.1007/s10694-021-01145-7>
- Tian, Q., Wang, S., Sui, Y., Lv, Z. (2021). Alkali-activated materials as coatings deposited on various substrates: A review. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 110, 102934. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2021.102934>
- Tsapko, Y., Bondarenko, O., Tsapko, A., Sarapin, Y. (2022). Application of Coating for Fire Protection of Textile Structures. *Key Engineering Materials*, 927, 115–121. doi: <https://doi.org/10.4028/p-vd6w4b>
- Tsapko, Y., Tsapko, A., Bondarenko, O., Chudovska, V. (2021). Thermophysical characteristics of the formed layer of foam coke when protecting fabric from fire by a formulation based on modified phosphorus-ammonium compounds. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (10 (111)), 34–41. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.233479>
- Janna, W. S. (2009). *Engineering Heat Transfer*. CRC Press, 692.
- Potter, M. C. (2018). *Engineering analysis*. Springer, 434. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-91683-5>
- Cengel, Y. A. (2009). *Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer*. McGraw-Hill, 960.
- Tsapko, Y., Likhnyovskiy, R., Tsapko, A., Kovalenko, V., Slutska, O., Illiuchenko, P. et al. (2023). Determining the thermal-physical characteristics of a coke foam layer in the fire protection of cable articles with foaming coating. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (10 (122)), 22–30. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.275550>
- Yanke, E., Emde, F., Lesh, F. (1964). *Spetsial'nye funktsii (formuly, grafiki, tablitsy)*. Moscow: Nauka, 344.
- DSTU B V.2.6-189:2013. *Metody vyboru teploizolatsiynoho materialu dlia uteplyennia budivel*. Kyiv.
- Kryzhanovskiy, Yu. V., Kryzhanovskiy, V. N. (2012). *Struktura i raschet gazovogo fakela*. Kyiv: «Osvita Ukrainy», 96. Available at: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/2264/1/Kryzhanovskie\\_gazovyi\\_fakel.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/2264/1/Kryzhanovskie_gazovyi_fakel.pdf)
- Kalafat, K., Taran, N., Plavan, V., Bessarabov, V., Zagoriy, G., Vakhitova, L. (2020). Comparison of fire resistance of polymers in intumescent coatings for steel structures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (10 (106)), 45–54. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.209841>
- Tsapko, Y., Horbachova, O., Mazurchuk, S., Tsapko, A., Sokolenko, K., Matviichuk, A. (2022). Establishing regularities of wood protection against water absorption using a polymer shell. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (10 (115)), 48–54. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252176>
- Tsapko, Y., Lomaha, V., Vasylyshyn, R., Melnyk, O., Balanyuk, V., Tsapko, A. et al. (2022). Establishing regularities in the reduction of flammable properties of wood protected with two-component intumescent varnish. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (10 (117)), 63–71. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.259582>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.292879

**ОЦІНКА ВПЛИВУ ДИСПЕРСІЙНИХ ЧАСТИНОК У ВОДІ ОБОРОТНОЇ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ НА СКИД ЗАВИСЛИХ РЕЧОВИН У ПРИРОДНУ ВОДОЙМУ (с. 6–16)**

П. М. Кузнецов, О. О. Бедункова

Об'єктом дослідження є процеси формування та змін дисперсних частинок в свіжій, додатковій, охолоджуючій та зворотній воді відкритих оборотних систем охолодження (ОСО) з оцінкою впливу завислих речовин у скидних водах на водну екосистему. Дослідження проведені на прикладі Рівненської атомної електростанції (РАЕС) та річки Стир. Дисперсійні частинки (ДЧ) чинять технологічні перешкоди в ОСО електростанцій, а їх вміст у скидних водах визначає екологічну якість водних об'єктів. Стаття описує результати дослідження формування та змін ДЧ в сирій, додатковій, охолоджуючій та зворотній водах ОСО РАЕС з оцінкою впливу завислих речовин у скидних водах на водну екосистему річки Стир. З'ясовано, що утворені дисперсійні частинки після водопідготовки вапнуванням містять ДЧ, що складається з карбонату кальцію та мають розмір 10–30 мкм. Внаслідок агломерації ДЧ в ОСО укріплюються до 120–150 мкм, та через низьку седиментаційну стійкість (час осадження 0,97 год.), осаджуються в ОСО. Внаслідок осадження ДЧ в ОСО спостерігається їх істотне зниження в зворотній воді ( $\text{min-max}=7,31-16,12 \text{ мг/дм}^3$ ), не дивлячись на збільшення їх вмісту в додатковій воді після водопідготовки ( $\text{min-max}=10,22-49,46 \text{ мг/дм}^3$ ). Відповідно до екологічної класифікації, за вмістом завислих речовин вода р. Стир у зоні впливу скидів РАЕС відноситься до II класу, 2 категорії, що характеризує якість води за станом як «дуже добра», за ступенем чистоти «чиста». Зроблено висновок, що вміст завислих речовин не перевищує встановлені гранично-допустимі концентрації ( $25 \text{ мг/дм}^3$ ), приріст концентрації завислих речовин не перевищує встановлений екологічний норматив  $0,25 \text{ мг/дм}^3$  та не чинить негативний вплив на поверхневі води. Результати дослідження можуть бути використані для інших електростанцій, що мають відкриту ОСО.

**Ключові слова:** скидні зворотні води, гранулометричний та хімічний склад, завислі речовини.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.291383

**РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ЗАЛІЗОСУЛЬФАТВМІСНИХ СТОКІВ ГАЛЬВАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА (с. 17–26)**

С. Д. Довголап, М. Д. Гомеля, О. І. Іваненко, С. В. Фроленкова, Т. О. Шаблій

Об'єктом дослідження є комплексне електрохімічне та феритне знешкодження заліzosульфатвмісних вод. Переробка рідких відходів здійснюється шляхом електрохімічної обробки із застосуванням дво- та трикамерних електролізерів. В роботі досліджено процеси електродіалізного очищення імітаційних розчинів з концентраціями сполук  $\text{FeSO}_4$   $5 \text{ г/дм}^3$  та  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $300-2100 \text{ мг-екв/дм}^3$ . В якості катода використано пластину із нержавіючої сталі, в якості аноду – пластини з титану, вкритого оксидом рутенію, та свинцю. Показано, що найвищий вихід за струмом продуктів електродіалізу  $84,5 \%$  отриманий при застосуванні трикамерного електролізера з аніонообмінними мембранами МА-41. Встановлено, що при застосуванні вказаного електролізера суттєвий вплив на процес розділення домішок чинить градієнт концентрації, величина якого прямо пропорційна різниці концентрацій вихідних розчинів, якими заповнені приелектродні камери. Показано, що для двокамерного електролізера вихід за струмом сягає  $72 \%$ , що пояснюється шкідливим впливом значного градієнту концентрацій та проявляється в швидкому механічному блокуванні мембрани і сповільненні процесу міграції іонів, а також зростанні енерговитрат. В двокамерному електролізері отримано  $\text{H}_2\text{SO}_4$  з концентрацією  $18,3 \%$ , яка придатна для повторного використання в ваннах травлення. З'ясовано, що в результаті електродіалізного розділення і додаткового окиснення концентровані заліzosульфатні розчини доцільно застосовувати для одержання феритного матеріалу кристалічної структури з розмірами частинок  $2-20 \text{ мкм}$ . В рамках циркуляційної економіки запропоновано екологічно безпечну технологію знешкодження промислових заліzosвмісних сульфатних розчинів гальванічного виробництва з використанням комплексу електродіалізного та феритного методів.

**Ключові слова:** електродіаліз, гальванічні стоки, заліzosульфатвмісні розчини, трикамерний електролізер, феритний метод.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.292524

**РОЗРОБКА ГРАНУЛЬОВАНИХ КОМПЗИТИВ НА ОСНОВІ ЛАПОНІТУ ТА Zr/Fe-АЛЬГІНАТУ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ВИДАЛЕННЯ УРАНУ (VI) З СУЛЬФАТНИХ РОЗЧИНІВ (с. 27–34)**

І. В. Пилипенко, І. А. Ковальчук, М. М. Циба

Об'єктом дослідження є гранульовані композити на основі альгінатів цирконію-заліза та лапоніту. Проблемаю дослідження є встановлення впливу співвідношення цирконію та заліза на структуру гранульованих композитів та ефективність видалення урану (VI) з водних розчинів. Встановлено вплив вмісту співвідношення цирконію та заліза на параметри структури пор матеріалів, зокрема на зміну вмісту мікропор у матриці. Величини питомої поверхні матеріалів знаходяться в межах  $86-112 \text{ м}^2/\text{г}$ . Досліджено сорбційні властивості синтезованих композитів щодо видалення сполук урану (VI). Показано вплив заряду поверхневих груп та форм знаходження урану (VI) у сульфатних розчинах на сорбційні характеристики синтезованих матеріалів. Максимальна адсорбційна ємність сягає  $265,1 \text{ мкмоль/г}$  при рН 6. Показано, що підвищений вміст електролітів позитивно впливає на ефективність видалення урану (VI) у нейтральному та лужному середовищах за рахунок утворення поверхневих поліядерних комплексів за участю катіонів

та аніонів. Встановлено, що зміни в структурі матеріалів відбуваються через інтенсивну взаємодію іонів заліза та молекул альгінату з формуванням щільної гелевої структури. Механізм видалення урану (VI) пов'язаний з утворенням поверхневих комплексів у присутності електролітів. Виявлено, що синтезовані гранульовані композити показують покращену ефективність видалення урану (VI) в умовах високої мінералізації розчинів, що робить їх привабливими для потенційного використання в якості сорбентів. Отримані результати можуть бути використані для розробки ефективних методів очищення водних середовищ від урану (VI) в умовах високої мінералізації, що є актуальною проблемою в галузі ядерної енергетики та видалення радіоактивних речовин з водних систем.

**Ключові слова:** гранульовані композити, альгінати цирконію-заліза, видалення урану (VI), сульфатні розчини, лапоніт.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.293200

## THE ROLE OF MICROMYCETES OF TRANSBOUNDARY RIVER WATERS IN THE DECOMPOSITION OF ORGANIC SUBSTANCES (с. 35–42)

Gulnara Hasanova, Aynur Babashli, Nazilya Akhundova, Natavan Gadimova

У цій статті наведено інформацію про ідентифікацію мікроміцетів, знайдених у пробах, взятих із ділянок транскордонних річок Азербайджану з різним рівнем антропогенного впливу, та вивчення їх ролі у видаленні забруднюючих речовин. Як індикатори якості води використовували певні мікроміцети. У результаті досліджень виявлено мікроміцети 38 видів із 16 родів.

Безпосередньо на місці відбору проб вимірювали температуру води, рН, кількість розчиненого у воді кисню, в лабораторних умовах визначали біогенні елементи. Наявність біогенних речовин у досліджуваних річкових водах показала різні результати. Так, у р. Астарчай нітрити коливаються в межах 0,01–0,02 мг/л, нітрати 0,56–0,70 мг/л, амоній 0,5–1,50 мг/л, фосфати 0,00–0,01 мг/л. У р. Болгарчай ці показники для нітритів коливаються в межах 0,02–0,05 мг/л, нітратів 0,20–0,50 мг/л, амонію 0,10–0,44 мг/л, фосфатів 0,01–0,05 мг/л. У р. Аразчай нітрити коливаються в межах 0,01–0,83 мг/л, нітрати 0,08–7,40 мг/л, амоній 0,05–3,57 мг/л, фосфати 0,05–0,94 мг/л, а в р. Охчучай ці показники для нітритів коливаються від 0,09 до 0,71 мг/л, нітратів 0,68–6,00 мг/л, амонію 0,23–6,45 мг/л, фосфатів 0,09–0,65 мг/л.

Отримані результати показали, що ідентифіковані мікроскопічні гриби беруть участь у формуванні багатогірної флори як адаптації в річкових водах. Біомаса та чисельність мікроміцетів істотно залежать від гідрохімічних умов: таких параметрів, як температура, розчинений кисень, рН, форми азоту, фосфору та органічних фракцій вуглецю. Можна рекомендувати використовувати гриби для біологічного контролю чистоти поверхневих вод і санітарної безпеки. Слід зазначити, що на різноманітність мікроміцетів впливають і фактори середовища.

**Ключові слова:** водна екосистема, ідентифікація мікроміцетів, транскордонні річки, біогенні елементи, фізико-хімічні показники, розчинений кисень.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.289250

## ОЦІНКА ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ НА АКУСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЛУШНИКА ВИХЛОПУ З КОЖУХАМИ (с. 43–49)

Ali I. Mosa, Azma Putra, Hussein A. Mahmood

Останнім часом шум навколишнього середовища виникає з різних джерел, таких як глушники вихлопу двигунів внутрішнього згоряння в легкових, вантажних автомобілях або електрогенераторах, що виробляють значний шум під час роботи. Придушення випромінюваного шуму від цих глушників є основним фактором підвищення акустичного комфорту та мінімізації впливу на навколишнє середовище. З цієї причини проведено численні дослідження з модифікації внутрішньої конструкції глушника вихлопу. Основною метою даної роботи є зниження рівня шуму, що видається глушниками вихлопу. Це може бути досягнуто шляхом регулювання конструктивних параметрів для ослаблення випромінюваного шуму навколишнього середовища. Аналіз поширення хвиль тиску проводився шляхом побудови 3D-моделей із використанням програмного забезпечення COMSOL Multiphysics. Проведено різні дослідження впливу кожухів глушника і товщини пластин на акустичні характеристики в частотній області для досягнення кращого згасання. Представлений SPL (рівень звукового тиску) в смузі частот, що описує, як змінюється інтенсивність звуку на різних частотах в межах заданої смуги пропускання. Результати показали, що збільшення товщини кожуха глушника дозволяє поліпшити TL (втрати при передачі); це, зокрема, призводить до подвоєння значення в діапазоні вище 1,2 кГц, де є два чіткі піки при 1,3 кГц і 2,8 кГц. Крім того, було виявлено, що збільшення товщини пластини глушника зменшує весь діапазон TL і зміщує пік кривої в бік більш високих частот.

Це пов'язано з тим, що імпульси тиску, що діють на пластини кожуха, матимуть більш виражений вплив на пластини зі зменшеною товщиною, а товщина конструкції глушника корелює з її підвищеною жорсткістю, що призводить до підвищення частоти для цього власного режиму.

**Ключові слова:** глушники вихлопу, акустика, шумозаглушення, двигуни внутрішнього згоряння, втрати при передачі звуку, SPL.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.292767

## ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЖЕЖІ КЛАСУ В ПРИ ІІІ ГАСІННІ РОЗПИЛЕНОЮ ВОДОЮ (с. 50–57)

В. С. Коломісць, Ю. О. Абрамов, О. Є. Басманов, В. О. Собина, Д. Л. Соколов

Об'єктом дослідження є пожежа класу В, гасіння якої здійснюється розпиленою водою. Предметом дослідження є характеристики пожежі класу В при їх гасінні розпиленою водою. В якості такої пожежі розглядається дифузійне горіння легкозаймистої рідини,

а її гасіння здійснюється за рахунок охолодження полум'я. Для побудови математичної моделі, що описує процес гасіння пожежі, використовуються рівняння теплового та кисневого балансів. Складовими рівняння теплового балансу є потужності тепла при тепловиділенні за рахунок хімічної реакції горіння рідини та потужності тепла, що відводиться до навколишнього середовища. Друга складова враховує відведення тепла за рахунок випромінювання, конвекції та випаровування. Складова відведеного тепла за рахунок випаровування враховує сталу Срезневського. Математична модель, яка описує процес гасіння пожежі класу В, побудована в класі моделей, що належать диференціальним рівнянням із постійними коефіцієнтами. Для цих коефіцієнтів – статичного та динамічного одержані аналітичні вирази, до яких входять теплофізичні, кінематичні та геометричні параметри полум'я та вогнегасної речовини. Для визначення цих характеристик виконується трансформація побудованої математичної моделі пожежі за допомогою інтегрального перетворення Лапласа. Динамічні характеристики пожежі одержані в часовій області – перехідна функція пожежі та в частотній області – амплітудно-частотна і фазово-частотна характеристики пожежі. Показано, що параметри цих динамічних характеристик доцільно визначати експериментальним шляхом. Розроблено експериментальні методи визначення параметрів динамічних характеристик пожежі. Наявність динамічних характеристик пожежі класу В дозволяє розповсюдити апробовані методи теорії систем управління для створення ефективних систем пожежогасіння.

**Ключові слова:** пожежа класу В, розпилена вода, динамічні характеристики, параметри характеристик.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.293279

### ОСОБЛИВОСТІ КОЕФІЦІЄНТА ВАРІАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАГОРЯННЯХ У ПРИМІЩЕННЯХ (с. 58–64)

Б. Б. Поспєлов, Ю. С. Безугла, Ю. Ю. Козар, О. М. Крайнюков, Л. С. Чубко, О. А. Яценко, О. І. Ляшевська, С. М. Щербак, П. П. Черевко, В. М. Курепін

Об'єктом дослідження є вибірковий коефіцієнт варіації небезпечних параметрів газового середовища при загоряннях матеріалів. Обґрунтовано міру вибіркового коефіцієнту варіації довільного небезпечного параметра газового середовища, що спостерігається на довільному інтервалі часу. Визначено помилку репрезентативності міри вибіркового коефіцієнта варіації, що залежить від величини міри та розміру вибірки. Міра дозволяє чисельно визначити її значення для довільного інтервалу спостереження. Відмінність міри на інтервалах, що відповідають достовірній відсутності та появи загоряння, дозволяє виявляти появу загоряння матеріалу. За результатами лабораторних досліджень визначені міри вибіркового коефіцієнту варіації для концентрації чадного газу, щільності диму та температури газового середовища у лабораторній камері на інтервалах відсутності та появи загоряння спирту, паперу, деревини та текстилю. Встановлено, що небезпечні параметри газового середовища на інтервалах відсутності та наявності загоряння характеризуються різними значеннями збільшення міри вибіркового коефіцієнта варіації. Наприклад, визначено, що загоряння спирту викликає максимальне збільшення міри для концентрації чадного газу з 0,135 до 0,441, для щільності диму з 0,629 до 0,805 та температури з 0,001 до 0,115. У разі загоряння паперу міра для концентрації чадного газу та температури зростає з 0,0026 до 0,140 та з 0,0019 до 0,05 відповідно. При загорянні деревини міра для концентрації чадного газу та температури зростає відповідно з 0,0072 до 0,177 та з 0,0067 до 0,016. Одержані результати за умови вимірювання небезпечних параметрів газового середовища у приміщеннях та обчислення вибіркового коефіцієнту варіації на практиці дозволяють використовувати їх при створенні систем раннього виявлення пожеж.

**Ключові слова:** загоряння матеріалу, газове середовище, небезпечні параметри, міра вибіркового коефіцієнту варіації.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.293685

### ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ УТВОРЕННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОГО ШАРУ ПІНОКОКСУ ПРИ ВОГНЕЗАХИСТІ БЕТОНУ РЕАКТИВНИМ ПОКРИТТЯМ (с. 65–72)

Ю. В. Цапко, Р. В. Ліхнівський, О. Ю. Цапко, К. Г. Белікова, С. П. Потеряйко, П. О. Іллюченко, О. П. Бондаренко

Проблема застосування бетону для будівельних конструкцій полягає в забезпеченні їх стійкості і довговічності при експлуатації в широких межах. Тому об'єктом досліджень була зміна властивостей бетону при пожежі та захисті його при застосуванні реактивним покриттям, що здатне до утворення шару пінококсу під впливом високої температури на покриття. Доведено, що в процесі термічної дії на вогнезахисне покриття процес теплоізолювання бетону полягає в утворенні сажоподібних продуктів на поверхні матеріалу. Так саме під дією полум'я пальника на поверхні зразка виникла температура, що призвела до спучення покриття понад 18 мм. Виміряна температура на поверхні зразка бетону під шаром пінококсу склала не більше 140 °С, що свідчить про утворення заслону вогневого впливу. У зв'язку з цим проведено моделювання процесу передавання тепла крізь утворений шар пінококсу в процесі його захисту реактивним покриттям та отриманні залежності, що дозволяє оцінити коефіцієнти температуропровідності та теплопровідності під час високотемпературної дії. За експериментальними даними і отриманими залежностями розраховано коефіцієнт температуропровідності та теплопровідності пінококсу, який становить  $9,17 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$  та 0,17 Вт/(м·К). Проведено оцінку максимально можливого проникнення вогневого впливу крізь шар пінококсу. На поверхні зразка було утворено температуру, що значно перевищила температуру руйнування бетону, а на поверхні бетону під покриттям не досягла 250 °С. Отже, є підстави стверджувати про можливість спрямованого регулювання процесів вогнезахисту бетону шляхом застосування реактивних покриттів, здатних утворювати на поверхні матеріалу захисний шар, який гальмує швидкість передавання тепла.

**Ключові слова:** захисні засоби, конструкційний бетон, термічне руйнування поверхні, вогнезахист бетону, спучення покриття.