

## ABSTRACT AND REFERENCES

## ECOLOGY

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.296855

**IDENTIFICATION OF THE EFFECT OF ELECTRIC PULSE DISCHARGES ON THE RECYCLING OF HOUSEHOLD GLASS (p. 6–13)****Ayanbergen Khassenov**Karaganda Buketov University,  
Karaganda, Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5220-9469>**Dana Karabekova**Karaganda Buketov University,  
Karaganda, Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8776-4414>**Madina Bolatbekova**Karaganda Buketov University,  
Karaganda, Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0169-3430>**Bekbolat Nussupbekov**Karaganda Buketov University,  
Karaganda, Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2907-3900>**Arystan Kudussov**Karaganda Buketov University,  
Karaganda, Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2821-6446>**Lyubov Chirkova**Karaganda Buketov University,  
Karaganda, Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5197-3895>**Perizat Kissabekova**Karaganda Buketov University,  
Karaganda, Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9860-8473>

The work was devoted to the study of the recycling of household glass waste by the electric pulse method. Cullet and glass containers were considered as the object of research. Cullet and used glass containers are considered suitable for recycling among solid household waste.

The treatment of solid household waste was carried out with the formation of electrical discharges in an inhomogeneous environment (glass fragments and glass products in an aqueous environment). The experiments were carried out at different values of pulse discharge voltage (from 12 kV to 37 kV), capacitor bank capacity (from 0.4 to 1.2  $\mu$ F), number of pulse discharges (from 250 to 1,000) and frequency (from 0.3 Hz to 2 Hz). The dependence of the output of the finished product on the parameters of electric pulse discharges has been revealed from the research results. According to the main results of the research work, it was found that as the parameters of electric pulse discharges increase, the yield of the finished product increases. The data made it possible to assign effective parameters for processing cullet and glass products using the electric pulse method. The granulometric composition of the powder material obtained by this method has been determined. A product with a diameter of the largest fraction of 5–8 mm and a diameter of a small fraction of 0.4 mm and 0.7 mm was obtained.

The results of the experiment can be used in research on saving natural resources, energy conservation and solving environmental

problems of solid waste recycling. Powdered glass is used as a thermal insulator and decorative material in construction. In addition, crushed glass is used in the production of concrete as an additional raw material.

**Keywords:** solid waste, electric pulse device, electric discharges, output of the finished product.

**References**

- Harrison, E., Berenjian, A., Seifan, M. (2020). Recycling of waste glass as aggregate in cement-based materials. *Environmental Science and Ecotechnology*, 4, 100064. <https://doi.org/10.1016/j.ese.2020.100064>
- Shakhova, V. N., Vitkalova, I. A., Torlova, A. S., Pikalov, E. S., Selivanov, O. G. (2019). Receiving of Ceramic Veneer with the Use of Unsorted Container Glass Breakage. *Ecology and Industry of Russia*, 23 (2), 36–41. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2019-2-36-41>
- Kurzhebbaev, A. K., Beketova, G. K., Kazagachev, V. N. (2017). Analysis and assessment of the ecological state of the Republic of Kazakhstan. *Technical Sciences: problems and prospects: materials of the V International Scientific Conference*. Saint Petersburg: Its publishing house, 57–59.
- Vrijheid, M. (2000). Health Effects of Residence near Hazardous Waste Landfill Sites: A Review of Epidemiologic Literature. *Environmental Health Perspectives*, 108, 101. <https://doi.org/10.2307/3454635>
- Sun, L., Kim, M., Doh, J.-H., Zi, G. (2021). A Novel Method of Crushing Glass Aggregates to Reduce the Alkali-Silica Reaction. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 25 (12), 4763–4770. <https://doi.org/10.1007/s12205-021-2341-6>
- Shelkovichnikova, T., Baranov, E., Cherkasov, S., Pryazhenceva, E. (2019). Problems and prospects of collection and processing of battle glass and application of products on its basis. *Bulletin of Belgorod State Technological University Named after V. G. Shukhov*, 9, 14–21. [https://doi.org/10.34031/article\\_5da44ad180a513.69952350](https://doi.org/10.34031/article_5da44ad180a513.69952350)
- Lee, H., Lee, H. (2021). The Process Development of Glass Cullet and Recycled Glass Aggregate for Improving Recycling Rate. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-709571/v1>
- Lambert, H., Corn, S., Léger, R., Ienny, P., Slangen, P., Fages, M. (2022). Ceramic Bonding Interface under Shear–Compression Stress: Ultra-High-Speed Imaging Contribution. *Journal of Dental Research*, 102 (3), 295–301. <https://doi.org/10.1177/00220345221138500>
- Dinh, H. L., Liu, J., Doh, J.-H., Ong, D. E. L. (2024). Influence of Si/Al molar ratio and Ca content on the performance of fly ash-based geopolymer incorporating waste glass and GGBFS. *Construction and Building Materials*, 411, 134741. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.134741>
- Korkosz, A., Ptaszynska, A., Hanel, A., Niewiadomski, M., Hupka, J. (2011). Cullet as filter medium for swimming pool water treatment. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 48 (1), 295–301. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/286447115>
- Mazzi, A., Sciarrone, M., Bernardo, E. (2023). Environmental performance of glass foam as insulation material from waste glass with the alkali activation process. *Heliyon*, 9 (8), e19001. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19001>
- Romero, M., Padilla, I., García Calvo, J. L., Carballosa, P., Pedrosa, F., López-Delgado, A. (2023). Development of Lightweight Mortars Using Sustainable Low-Density Glass Aggregates from Secondary Raw Materials. *Materials*, 16 (18), 6281. <https://doi.org/10.3390/ma16186281>

13. Merga Tullu, A., Terfasa, T. T., Zerfe, E. A., Tadese, M., Beyene, E., Abebe, A. M., Adoshe, D. M. (2022). Effect of cullet on firing temperature and dielectric properties of porcelain insulator. *Heliyon*, 8 (2), e08922. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08922>
14. Iwaszko, J., Lubas, M., Sitarz, M., Zajemska, M., Nowak, A. (2021). Production of vitrified material from hazardous asbestos-cement waste and CRT glass cullet. *Journal of Cleaner Production*, 317, 128345. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128345>
15. Dinh, H. L., Doh, J.-H., Liu, J., Lu, L., Song, H., Park, D. (2023). Comprehensive assessment of geopolymers concrete mechanical and environmental performance with glass cullet fine aggregates. *Journal of Building Engineering*, 76, 107094. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.107094>
16. Bulkaïrova, G., Nussupbekov, B., Bolatbekova, M., Khassenov, A., Nussupbekov, U., Karabekova, D. (2023). A research of the effect of an underwater electric explosion on the selectivity of destruction of quartz raw materials. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (12 (123)), 30–37. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.279009>
17. Kurytnik, I. P., Khassenov, A. K., Nussupbekov, U. B., Karabekova, D. Z., Nussupbekov, B. R., Bolatbekova, M. (2022). Development of a grinding device for producing coal powder-raw materials of coal-water fuel. *Archive of Mechanical Engineering*, 69 (2), 259–268. <https://doi.org/10.24425/ame.2022.140414>
18. Nussupbekov, B., Khassenov, A., Nussupbekov, U., Akhmediyev, B., Karabekova, D., Kutum, B., Tanasheva, N. (2022). Development of technology for obtaining coal-water fuel. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (8 (117)), 39–46. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.259734>
19. Khassenov, A. K., Nussupbekov, B. R., Karabekova, D. Zh., Bulkaïrova, G. A., Shashubai, B. U., Bolatbekova, M. M. (2022). Electric pulse method of processing cullet. *Bulletin of the Karaganda University "Physics Series"*, 1 (105), 75–80. <https://doi.org/10.31489/2022ph1/75-80>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.301417

**DETERMINING RATIONAL PARAMETERS FOR THE TREATMENT OF CONCENTRATED WASTEWATER FROM ETCHING SITE BY USING COMBINED SYSTEMS PRODUCING SEDIMENTS OF PREDEFINED COMPOSITION (p. 14–25)**

**Mykola Yatskov**

National University of Water and Environmental Engineering,  
Rivne, Ukraine  
Separated Structural Subdivision "Rivne Technical Professional  
College of the National University of Water  
and Environmental Engineering", Rivne, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6231-6583>

**Natalia Korchyk**

National University of Water and Environmental Engineering,  
Rivne, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-4919-6510>

**Nadia Budenkova**

National University of Water and Environmental Engineering,  
Rivne, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2176-3405>

**Oksana Mysina**

National University of Water and Environmental Engineering,  
Rivne, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2556-0947>

**Svitlana Kyrylyuk**

Separated Structural Subdivision "Rivne Technical Professional  
College of the National University of Water  
and Environmental Engineering", Rivne, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1030-4548>

The object of this study is model solutions, spent sulfuric acid and chloride acid etching solutions, degreasing of metal products at enterprises.

The paper reports results of research on the possibility of obtaining sediments of predefined composition and reducing the consumption of chemical reagents in comparison with conventional cleaning schemes. The systematization of the elements of the technological scheme has been shown, which provides for the treatment of concentrated wastewater of the etching area in combined systems with obtaining sediments of predefined composition and is the basis for the implementation of resource-saving technology. Rational parameters were established for the state ( $\text{pH}=3\text{--}4$ ,  $E_h=+0.3\text{--}(+0.33)\text{ V}$ , and  $r\text{H}_2=16.3\text{--}19.38\text{ V}$ ) and technological parameters (degree of iron extraction  $\psi=0.8$ , reagent consumption from the stoichiometric norm of  $B=0.8$ ). Such parameters provide the proper conditions for the oxidation of organic compounds and their co-precipitation with insoluble iron hydroxy compounds (the maximum degree of extraction of organic impurities is 86 %). The formed precipitate corresponds to the  $\text{FeOOH}\cdot n\text{H}_2\text{O}$  composition, contains 2–3 % of organic impurities, and is subject to burial. As a result of studies on the treatment of concentrated iron-containing wastewater, the obtained sediment is ready for further utilization by processing. The composition of this sediment corresponds to the natural mineral limonite  $\text{FeOOH} (\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot n\text{H}_2\text{O})$  and is formed at pH values from 3.5 to 7.5 with  $r\text{H}_2$  values from 26 V to 21 V and at technological regeneration parameters of  $\text{pH}=4.0\text{--}4.6$ ;  $r\text{H}_2=23.34\text{--}32.25\text{ V}$ .

As a result of research into the deep purification of wastewater using a magnetic device, a suspension of sediment of ferromagnetic impurities (hydroxy compounds of iron) is obtained, which could be the basis for extraction or production of magnetically favorable dispersed material.

**Keywords:** pickling and degreasing solutions, parameters, magnetic device, sediment of predefined composition.

**References**

1. Buzan, O. V., Kovalchuk, N. V. (2022). Uzahalnenyi balans materialnykh potokiv za komponentamy stichnykh vod halvanichnoho vyrobnytstva. *Studentskyi visnyk NUVHP*, 1 (17), 132–135. Available at: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/24485>
2. Sultan, B. B. M., Thierry, D., Torrescano-Alvarez, J. M., Ogle, K. (2022). Selective dissolution during acid pickling of aluminum alloys by element-resolved electrochemistry. *Electrochimica Acta*, 404, 139737. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2021.139737>
3. Wieszczycka, K., Filipowiak, K., Wojciechowska, I., Buchwald, T. (2021). Efficient metals removal from waste pickling liquor using novel task specific ionic liquids - classical manner and encapsulation in polymer shell. *Separation and Purification Technology*, 262, 118239. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.118239>
4. Sharma, P., Chaturvedi, P., Chandu, R., Kumar, S. (2022). Identification of heavy metals tolerant *Brevundimonas* sp. from rhizospheric zone of *Saccharum munja* L. and their efficacy in in-situ phytoremediation. *Chemosphere*, 295, 133823. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.133823>
5. Movchan, S. I. (2015). A. s. No. 58412. *Khimichni rechovyny dlia ochyshchennia, obroblennia y neutralizatsiyi okremnykh vydiv stichnykh vod halvanichnoho vyrobnytstva promyslovykh pidpriemstv*. No. 58010; declared: 02.02.2015; published: 13.10.2014.
6. Plyatsuk, L., Melnik, A. (2008). Analysis of electroplating wastewater treatment in Ukraine. *Transactions of Sumy State University*, 2, 116–120.
7. Rajoria, S., Vashishtha, M., Sangal, V. K. (2022). Treatment of electroplating industry wastewater: a review on the various tech-

- niques. *Environmental Science and Pollution Research*, 29 (48), 72196–72246. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-18643-y>
8. Yatskov, M., Korchyk, N., Budenkova, N., Kyrylyuk, S., Prorok, O. (2017). Development of technology for recycling the liquid iron-containing wastes of steel surface etching. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (6 (86)), 70–77. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.97256>
  9. Merentsov, N. A., Bokhan, S. A., Lebedev, V. N., Persidskiy, A. V., Balashov, V. A. (2018). System for Centralised Collection, Recycling and Removal of Waste Pickling and Galvanic Solutions and Sludge. *Materials Science Forum*, 927, 183–189. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.927.183>
  10. Xiaoyu, W., Gang, L., Shuo, Y. (2020). Study on the Treatment and Recovery of Acid in Steel Pickling Wastewater with Diffusion Dialysis. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 510 (4), 042046. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/510/4/042046>
  11. Fylypchuk, V. L., Drevetskiy, V. V., Fylypchuk, L. V., Klepach, M. I. (2017). Avtomatyzovane keruvannia pryrodo-okhoronnymy systemamy ochyshchennia metalovmisnykh stichnykh vod. Rivne: Ovid, 288.
  12. Kochetov, G., Samchenko, D., Lastivka, O., Derecha, D. (2022). Determining the rational parameters for processing spent etching solutions by ferritization using alternating magnetic fields. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (10 (117)), 21–28. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.259791>
  13. Garashchenko, I. V., Garashchenko, V. I., Astrelin, I. M. (2019). Magnetosorption purification of liquid chemical products from ferromagnetic impurities. *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*, 1, 80–85. <https://doi.org/10.32434/0321-4095-2019-122-1-80-85>
  14. Mehta, D., Mazumdar, S., Singh, S. K. (2015). Magnetic adsorbents for the treatment of water/wastewater – A review. *Journal of Water Process Engineering*, 7, 244–265. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2015.07.001>
  15. Yatskov, M., Korchyk, N., Mysina, O., Budenkova, N. (2021). Creation of a combined system for treatment of iron-containing wastewater from etching operations. *Technology Audit and Production Reserves*, 6 (3 (62)), 21–26. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.247550>
  16. Yatskov, M. V., Korchyk, N. M., Kyryliuk, S. V. (2019). Obg-run-tuvannia rozpodilu kontsentrovanykh stichnykh vod halvanichnoho vyrobnytstva na katehoriyi. *Zbirnyk naukovykh prats: XVII naukova konferentsiya «Lvivski khimichni chytannia – 2019»*. Lviv, 118.
  17. Yatskov, M. V., Korchyk, N. M., Prorok, O. A., Besediuk, V. Yu. (2021). Pat. No. 147127 UA. Sposib vyluchennia khromu iz vysokokontsentrovanykh vidkhodiv shkirzavodiv. No. 202006909; declared: 28.10.2020; published: 14.04.2021, Bul. No. 15. Available at: <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=275514>
  18. Yatskov, M. V., Korchyk, N. M., Prorok, O. A. (2023). Research of the chemical parameters sedimentation for the highly concentrated ferrous containing liquid waste to obtain sediments with the specified composition and properties. *Visnyk NUVHP*, 2 (102), 94–107.
  19. Yatskov, M., Korchyk, N., Mysina, O., Budenkova, N. (2021). Improvement of the technological treatment scheme of iron-containing wastewater from etching operations. *EUREKA: Life Sciences*, 3, 21–28. <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2021.001883>
  20. Yatskov, M., Korchyk, N., Budenkova, N., Mysina, O. (2022). Development of a resource-saving technology for the treatment of ferrum-containing wastewater from etching operations. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (10 (120)), 16–26. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.267949>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.300909

## STUDY OF AIR DEIONIZATION FACTORS (p. 26–33)

**Oksana Tykhenko**National Aviation University,  
Kyiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6459-6497>**Valentyn Glyva**National Aviation University,  
Kyiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1257-3351>**Larysa Levchenko**National Technical University of Ukraine  
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7227-9472>**Nataliia Burdeina**Kyiv National University of Construction and Architecture,  
Kyiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2812-1387>**Yana Biruk**Kyiv National University of Construction and Architecture,  
Kyiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3669-9744>**Sergey Zozulya**National Aviation University,  
Kyiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1192-8088>**Grygorii Krasnianskyi**Kyiv National University of Construction and Architecture,  
Kyiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2421-1270>**Kyrylo Nikolaiev**Interregional Academy of Personnel Management,  
Kyiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0404-6113>**Iryna Aznaurian**Kyiv National University of Construction and Architecture,  
Kyiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7085-7291>**Larysa Zozulia**National Aviation University,  
Kyiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8180-9204>

The object of research is the dynamics in the concentration of air ions and suspended particles in atmospheric air and in supply-exhaust ventilation systems. An urgent task is to determine the factors and obtain quantitative data on the deionization of the atmospheric air that enters the environment where people live. Quantitative data on changes in the concentration of air ions depending on the time of day, temperature, and relative air humidity have been established. It was shown that even in the absence of significant man-made influence on the concentration of suspended particles, this indicator is at least 7000 cm<sup>-3</sup>. In the presence of wind, this indicator reaches 30000 cm<sup>-3</sup> and higher. Measurement of the spectrum of suspended particles in the range of 0,3–6,0 μm showed that the predominant fraction is particles with sizes of about 3 μm. Studies have been conducted on changes in the concentrations of air ions in supply-exhaust ventilation systems. It was established that in the air duct made of galvanized iron, which has a length of 16 m, the concentration of negative air ions

is reduced by 67 %, and positive by 78 %. Laboratory studies of air deionization in air ducts made of different materials were carried out. There is significant air deionization in metal and cardboard ducts while it is absent in wooden ducts. This indicates the electrical nature of deionization. A calculation method for forecasting the aero-ionic mode of premises, taking into account the factors of air deionization, is proposed. For rooms with supply-exhaust ventilation, a calculation apparatus is proposed taking into account the air exchange rate (the number of complete air changes per unit of time). The results make it possible to choose the required performance of artificial air ionization devices for normalizing the aero-ionic regimes in the premises.

**Keywords:** air ion concentration, aero-ionic mode, air deionization, concentration of suspended particles, forced ventilation.

## References

- Wallner, P., Kundi, M., Panny, M., Tappler, P., Hutter, H.-P. (2015). Exposure to Air Ions in Indoor Environments: Experimental Study with Healthy Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12 (11), 14301–14311. <https://doi.org/10.3390/ijerph121114301>
- Standard of Building Biology Testing Methods. SBM-2015. Institut für Baubiologie + Nachhaltigkeit IBN. Available at: <https://buildingbiology.com/building-biology-standard/>
- Nepolian, J. V., Siingh, D., Singh, R. P., Gautam, A. S., Gautam, S. (2021). Analysis of Positive and Negative Atmospheric Air Ions During New Particle Formation (NPF) Events over Urban City of India. *Aerosol Science and Engineering*, 5 (4), 460–477. <https://doi.org/10.1007/s41810-021-00115-4>
- Sulo, J., Lampilahti, J., Chen, X., Kontkanen, J., Nieminen, T., Kerminen, V.-M. et al. (2022). Measurement report: Increasing trend of atmospheric ion concentrations in the boreal forest. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22 (23), 15223–15242. <https://doi.org/10.5194/acp-22-15223-2022>
- Sipilä, M., Sarnela, N., Jokinen, T., Henschel, H., Junninen, H., Kontkanen, J. et al. (2016). Molecular-scale evidence of aerosol particle formation via sequential addition of HIO<sub>3</sub>. *Nature*, 537 (7621), 532–534. <https://doi.org/10.1038/nature19314>
- Kirkby, J., Amorim, A., Baltensperger, U., Carslaw, K. S., Christoudias, T., Curtius, J. et al. (2023). Atmospheric new particle formation from the CERN CLOUD experiment. *Nature Geoscience*, 16 (11), 948–957. <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01305-0>
- Biliaiev, M., Pshinko, O., Rusakova, T., Biliaieva, V., Śladkowski, A. (2022). Mathematical modeling of the aeroion mode in a car. *Transport Problems*, 17 (2), 19–32. <https://doi.org/10.20858/tp.2022.17.2.02>
- Panova, O. V., Levchenko, L. O., Teslytskyi, I. A. (2021). Doslidzhennia aeroionizatsiyi povitria u prymishchenniakh z eksploatacijs'ju kompiuternoi tekhniki. *Komunalne hospodarstvo mist. Seriya: Tekhnichni nauky ta arkhitektura*, 4 (164), 215–219.
- Bolibrukh, B., Glyva, V., Kasatkina, N., Levchenko, L., Tykhenko, O., Panova, O. et al. (2022). Monitoring and management ion concentrations in the air of industrial and public premises. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (10 (115)), 24–30. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253110>
- Glyva, V., Nazarenko, V., Burdeina, N., Leonov, Y., Kasatkina, N., Levchenko, L. et al. (2023). Determining the efficiency of using led sources of ultraviolet radiation for ionization and disinfection of room air. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (10 (123)), 23–29. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.282784>
- Levchenko, L., Burdeina, N., Glyva, V., Kasatkina, N., Biliaiev, M., Biliaieva, V. et al. (2023). Identifying regularities in the propagation of air ions in rooms with artificial air ionization. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (10 (124)), 6–14. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.285967>
- Sukach, S. V., Sydorov, O. V. (2016). Metodolohichni zasady pidvyshchennia yakosti kontroliu aeroionnoho skladu povitria vyrobnychoho seredovyscha. *Problemy okhorony pratsi v Ukraini*, 32, 127–133. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/pop\\_2016\\_32\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/pop_2016_32_16)
- Wu, C. C., Lee, G. W. M., Yang, S., Yu, K.-P., Lou, C. L. (2006). Influence of air humidity and the distance from the source on negative air ion concentration in indoor air. *Science of The Total Environment*, 370 (1), 245–253. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.07.020>
- Levchenko, L., Biliaiev, M., Biliaieva, V., Ausheva, N., Tykhenko, O. (2023). Methodology for modeling the spread of radioactive substances in case of an emergency release at a nuclear power plant. *Advanced Information Systems*, 7 (3), 13–17. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2023.3.02>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.302793

## IMPROVING THE CALCULATION MODULE FOR ESTIMATING POLLUTANT EMISSION FROM CONVENTIONAL AND HYBRID REGIONAL AIRCRAFT (p. 34–44)

**Kateryna Synylo**

National Aviation University,  
Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1333-0351>

**Vitalii Makarenko**

National Aviation University,  
Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0173-0211>

**Andrii Krupko**

National Aviation University,  
Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5387-2705>

**Vadim Tokarev**

National Aviation University,  
Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4013-6282>

For the aviation sector, it is extremely important to devise revolutionary solutions in the field of technology to restrain the potential impact of civil aviation on the environment to the level of the established strategic goals of ACARE (FlightPath2050). The introduction of innovative technologies (improvement of the combustion chamber, the introduction of electric hybrid power plants on airplanes, and the use of alternative aviation fuel) will ensure the sustainable growth of air transportation.

To assess the effectiveness of advanced technologies, it is extremely important to have a model for calculating global/local emissions that takes into account the parameters of the flight path of conventional and hybrid aircraft, operational characteristics of the aircraft engine and hybrid powerplant, and the features of sustainable fuel.

The improved module for calculating emission indices by combining the module for calculating the parameters of the flight path and the results of calculating the thermogas-dynamic calculation of the aircraft engine makes it possible to detect the influence of fuel consumption (engine thrust) on the values of the emission indices. This feature is representative for evaluating the efficiency of hybrid powerplants because the electrifi-

cation of the aircraft fleet is primarily aimed at reducing fuel consumption.

The analysis of simulation results reveals that the fuel consumption and EINO<sub>x</sub> are significantly reduced (for the climb stage – 25 %; for the descent stage – 30 %) for the hybrid AN26 compared to the conventional AN26. The specified operational measure, in the part of the low-pitch descend, significantly reduces EICO for the hybrid AN26 by an average of 50 % compared to the descend stage for the conventional trajectory.

The results of calculations for the entire flight path demonstrate that the use of a hybrid power plant for An26 contributes to an average reduction of fuel consumption by 10 %, NO<sub>x</sub> emissions by 25 %, water vapor emissions by 10 %, and CO<sub>2</sub> by 10 %.

**Keywords:** pollutant emission, flight trajectory simulation, hybrid power plant.

### References

- Zaporozhets, O., Isaienko, V., Synylo, K. (2021). PARE preliminary analysis of ACARE FlightPath 2050 environmental impact goals. *CEAS Aeronautical Journal*, 12 (3), 653–667. <https://doi.org/10.1007/s13272-021-00525-7>
- Boeing Market Outlook (2018). Seattle.
- Global Networks, Global Citizens. *Global Market Forecast 2018-2037*. Airbus. Available at: <https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2021-07/Presentation-Eric-Schulz-GMF-2018.pdf>
- Effects of Novel Coronavirus (COVID-19) on Civil Aviation: Economic Impact Analysis. ICAO. Available at: [https://www.icao.int/sustainability/Documents/COVID-19/ICAO\\_Coronavirus\\_Econ\\_Impact.pdf](https://www.icao.int/sustainability/Documents/COVID-19/ICAO_Coronavirus_Econ_Impact.pdf)
- ICAO Environmental Report 2022. ICAO. Available at: <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/envrep2022.aspx>
- Flightpath 2050. Europe's Vision for Aviation. Report of the High Level Group on Aviation Research. Available at: [https://www.arcs.aero/sites/default/files/downloads/Bericht\\_Flightpath\\_2050.pdf](https://www.arcs.aero/sites/default/files/downloads/Bericht_Flightpath_2050.pdf)
- Aviation Environmental Report 2022. Office of the European Union. <https://doi.org/10.2822/04357>
- Doc 9889. Airport Air Quality (2011). ICAO.
- Turbovintovoy dvigatel' TVZ-117VMA-SBM1. Rukovodstvo po tehniceskoy ekspluatatsii. Kniga 3.
- GRABIT. Available at: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/7173-grabit>
- Kim, B., Rachami, J. Aircraft Emissions Modeling under Low Power Conditions. Paper # 716. Available at: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=4506739f2ff5d5d38b499f7ba39d37bf176e766f>
- Aircraft and Airport-Related Hazardous Air Pollutants: Research Needs and Analysis (2008). Transportation Research Board. <https://doi.org/10.17226/14168>
- Madden, P., Park, K. (2003). Methodology for Predicting NO<sub>x</sub> Emissions at Altitude Conditions from Ground Level Engine Emissions and Performance Test Information. Technical Report DNS 90713.
- Duchêne, N., Synylo, K., Carlier-Haouzi, S. (2011). Deliverable D1 – Validation Test Report, CS-GA-2009-255674-TURBOGAS. TURBOGAS Deliverable.
- Tereshchenko, Yu. M., Kulyk, M. S., Mitrakhovych, M. M., Volianska, L. H. (2015). Teoriya teplovykh dvyhuniv. Hazodynamichnyi rozrakhunok elementiv hazoturbinnykh dvyhuniv. Kyiv: NAU, 292.
- de Vries, R., Brown, M., Vos, R. (2019). Preliminary Sizing Method for Hybrid-Electric Distributed-Propulsion Aircraft. *Journal of Aircraft*, 56 (6), 2172–2188. <https://doi.org/10.2514/1.c035388>
- Zaporozhets, O., Makarenko, V., Tokarev, V., Kazhan, K., Synylo, K. (2023). Modelling the noise characteristics of a regional turboprop hybrid-electric aircraft. *International Symposium on Electric Aviation and Autonomous Systems*. Warsaw. Available at: <https://2023.iseasci.org>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.302150

### DETERMINING THE INFLUENCE OF SYNTHESIS GAS ADDITIVES ON THE ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE (p. 45–50)

Oleksandr Mytrofanov

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3460-5369>

Arkadii Proskurin

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5225-6767>

The object of research is the environmental parameters of a reciprocating engine when using a synthesis gas additive to the main fuel. The research is aimed at solving the problem of reducing the concentration of harmful components in the exhaust gases of an internal combustion engine by adding synthesis gas to the main fuel.

Experimentally, the dependences of the effect of the addition of synthesis gas to ethanol on the change in the environmental performance of a piston engine with spark ignition were obtained.

The positive effect of the addition of synthesis gas obtained by thermochemical conversion to ethanol in an amount of up to 5 % by weight on the environmental performance of a spark-ignition piston engine was established. Provided that the engine achieves the same effective power, the use of a synthesis gas additive to the main fuel made it possible to reduce the concentration of CO by 61.5 % and CH by 51.3 % in the exhaust gases.

The addition of synthesis gas contributed to the formation of radicals that activate oxidation chain reactions, and also made it possible to increase the normal combustion rate of the fuel-air mixture by 6.25 %. This ensures normal engine operation on a leaner fuel-air mixture ( $\alpha=1.21$ ) without deterioration of environmental, energy and economic performance.

The simultaneous reduction of the concentration of harmful components in the exhaust gases and engine efficiency can be achieved by using fuels with a wide concentration limit of ignition and high combustion rate in a lean mixture.

The experimental data obtained can be used in the design or modernization of transport and stationary power plants with internal combustion engines as an approach to meet ever-increasing environmental standards.

**Keywords:** synthesis gas, fuel ethanol, thermochemical utilization, exhaust gases, air ratio.

### References

- Paykani, A., Chehrmonavari, H., Tzolakis, A., Alger, T., Northrop, W. F., Reitz, R. D. (2022). Synthesis gas as a fuel for internal combustion engines in transportation. *Progress in Energy and Combustion Science*, 90, 100995. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2022.100995>
- Hagos, F. Y., Aziz, A. R. A., Sulaiman, S. A. (2014). Trends of Syngas as a Fuel in Internal Combustion Engines. *Advances in Mechanical Engineering*, 6, 401587. <https://doi.org/10.1155/2014/401587>
- Pradhan, A., Baredar, P., Kumar, A. (2015). Syngas as An Alternative Fuel Used in Internal Combustion Engines: A Review. *Journal*

of Pure and Applied Science & Technology, 5 (2), 51–66. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/280008135\\_Syngas\\_as\\_An\\_Alternative\\_Fuel\\_Used\\_in\\_Internal\\_Combustion\\_Engines\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/280008135_Syngas_as_An_Alternative_Fuel_Used_in_Internal_Combustion_Engines_A_Review)

4. Sookramoon, K. (2018). Syngas from Updraft Gasifier Incineration for Internal Combustion Engine Power Generation in Klongluang PathumThani Thailand. MATEC Web of Conferences, 187, 03002. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201818703002>
5. Sahoo, B. B., Saha, U. K., Sahoo, N. (2011). Effect of Load Level on the Performance of a Dual Fuel Compression Ignition Engine Operating on Syngas Fuels With Varying H<sub>2</sub>/CO Content. Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, 133 (12). <https://doi.org/10.1115/1.4003956>
6. Rabello de Castro, R., Brequigny, P., Mounaim-Rousselle, C. (2022). A multiparameter investigation of syngas/diesel dual-fuel engine performance and emissions with various syngas compositions. Fuel, 318, 123736. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.123736>
7. Mahgoub, B. K. M., Hassan, S., Sulaiman, S. A., Mamat, R., Abdullah, A. A., Hagos, F. Y. (2017). Combustion and Performance of Syngas Dual Fueling in a CI Engine with Blended Biodiesel as Pilot Fuel. BioResources, 12 (3). <https://doi.org/10.15376/biores.12.3.5617-5631>
8. Azimov, U., Tomita, E., Kawahar, N. (2013). Combustion and Exhaust Emission Characteristics of Diesel Micro-Pilot Ignited Dual-Fuel Engine. Diesel Engine - Combustion, Emissions and Condition Monitoring. <https://doi.org/10.5772/54613>
9. Shudo, T. (2008). Influence of gas composition on the combustion and efficiency of a homogeneous charge compression ignition engine system fuelled with methanol reformed gases. International Journal of Engine Research, 9 (5), 399–408. <https://doi.org/10.1243/14680874jer01208>
10. Mytrofanov, O., Proskurin, A., Poznanskyi, A. (2018). Analysis of the piston engine operation on ethanol with the synthesis-gas additives. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (1 (94)), 14–19. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.136380>
11. Mytrofanov, O., Poznanskyi, A., Proskurin, A., Shabalin, Y. (2019). Research into the recovery of exhaust gases from ice using an expansion machine and fuel conversion. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (5 (100)), 32–38. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.174061>

**DOI: 10.15587/1729-4061.2024.301328**

**IMPROVING ENVIRONMENTAL INDICATORS OF THE WHEELED TRACTOR DIESEL ENGINE BY USING BIOFUELS (p. 51–58)**

**Victor Zakharchuk**

Lutsk National Technical University,  
Lutsk, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5450-391X>

**Oleh Zakharchuk**

Lutsk National Technical University,  
Lutsk, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9265-4647>

**Mykola Skalyga**

Lutsk National Technical University,  
Lutsk, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1852-078X>

**Nadiia Kuts**

Lutsk National Technical University,  
Lutsk, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1934-7189>

**Viktor Yaroschuk**

Lutsk National Technical University,  
Lutsk, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0007-1377-7635>

The object of this study is the process of operation of a diesel engine in a wheeled tractor on methyl ether of spent frying sunflower oil. The task being solved is to improve the environmental performance of a diesel engine in a wheeled tractor during the operation of its diesel on such biodiesel fuel and its mixtures with mineral diesel fuel. The characteristics of the diesel D-243 were determined by the experimental method with the measurement of the toxicity of the waste gases during its operation on the methyl ether of the spent sunflower oil, mineral fuel, and their mixtures. A decrease in the content of soot in diesel exhaust gases and a slight increase in the types of nitrogen oxides was registered. The theoretical method using a mathematical model determined the indicators of a wheeled tractor during its movement with a trailer for the accepted driving cycle and the operation of its diesel on different fuels. To that end, the characteristics of a specific diesel engine were described by polynomial models. The adequacy of the mathematical model of the movement of a tractor with a trailer over a driving cycle was tested. By means of a mathematical model, the total road emissions of harmful substances of a diesel engine were calculated when the tractor is running with a trailer over the accepted driving cycle. Calculations were performed for two types of fuel: mineral diesel fuel and biodiesel fuel. Biofuel consumption increases by almost 10 % compared to diesel fuel. The total emissions of harmful substances are 1.1 times lower in a diesel engine running on biofuel than when using mineral fuel. The results could be used in the operation of technological transport in the industry and agriculture provided there is a sufficient volume of raw materials for the production of biofuel.

**Keywords:** technological transport, biodiesel fuel, environmental indicators, waste gases, total toxicity.

**References**

1. Kiurchev, V. M., Didur, V. A., Hrachova, L. I. (2012). Alternatyvne palyvo dlia enerhetyky APK. Kyiv: Ahrarna osvita, 416.
2. Zaharchuk, V., Zaharchuk, O., Dembitskij, V., Ivanciv, V., Pankevich, S. (2019). Evaluation of Energy and Ecological Indicators of Motor Biofuels. Advances in Design, Simulation and Manufacturing II, 912–919. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-22365-6\\_91](https://doi.org/10.1007/978-3-030-22365-6_91)
3. Bhuiya, M. M. K., Rasul, M. G., Khan, M. M. K., Ashwath, N., Azad, A. K., Hazrat, M. A. (2016). Prospects of 2nd generation biodiesel as a sustainable fuel – Part 2: Properties, performance and emission characteristics. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 55, 1129–1146. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.086>
4. Hamze, H., Akia, M., Yazdani, F. (2015). Optimization of biodiesel production from the waste cooking oil using response surface methodology. Process Safety and Environmental Protection, 94, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2014.12.005>
5. Suzihaque, M. U. H., Syazwina, N., Alwi, H., Ibrahim, U. K., Abdullah, S., Haron, N. (2022). A sustainability study of the processing of kitchen waste as a potential source of biofuel: Biodiesel production from waste cooking oil (WCO). Materials Today: Proceedings, 63, S484–S489. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.526>
6. Yesilyurt, M. K. (2018). The evaluation of a direct injection diesel engine operating with waste cooking oil biodiesel in point of the environmental and enviroeconomic aspects. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 40 (6), 654–661. <https://doi.org/10.1080/15567036.2018.1454546>
7. Copec, K., Celina, K., Filipović, D., Jurisic, V., Kovacev, I. (2022). Effect of Waste Cooking Oil Blending with Diesel Fuel on Tractor

Engine Performances and Exhaust Gases Emission. Polish Journal of Environmental Studies, 32 (1), 41–48. <https://doi.org/10.15244/pjoes/153594>

8. Adhikesavan, C., Ganesh, D., Charles Augustin, V. (2022). Effect of quality of waste cooking oil on the properties of biodiesel, engine performance and emissions. Cleaner Chemical Engineering, 4, 100070. <https://doi.org/10.1016/j.clce.2022.100070>
9. Fasogbon, S. K., Ugwah, V. N., Amoo, O. M., Ajaero, P., Emma-Egoro, O. D. (2022). Combined Effect of a Catalytic Reduction Device with Waste Frying Oil-Based Biodiesel on NO<sub>x</sub> Emissions of Diesel Engines. Modern Mechanical Engineering, 12 (03), 63–73. <https://doi.org/10.4236/mme.2022.123004>
10. Cheung, C. S., Man, X. J., Fong, K. W., Tsang, O. K. (2015). Effect of Waste Cooking Oil Biodiesel on the Emissions of a Diesel Engine. Energy Procedia, 66, 93–96. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.02.050>
11. Adaileh, W. M., AlQdah, K. S. (2012). Performance of Diesel Engine Fuelled by a Biodiesel Extracted From A Waste Cooking Oil. Energy Procedia, 18, 1317–1334. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2012.05.149>
12. Mofijur, M., Rasul, M., Hassan, N. M. S., Uddin, M. N. (2019). Investigation of exhaust emissions from a stationary diesel engine fuelled with biodiesel. Energy Procedia, 160, 791–797. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.02.159>
13. Hutarevych, Yu. F., Manko, I. V., Slavin, V. V. (2013). Utochnennia matematychnykh modelei rukhu kolisnoho transportnoho zasobu za yzhdovym tsyklom pry zhyvlenni riznymi vydamy palyv. Zbirnyk naukovykh prats DonIZT, 33, 174–180.
14. Zakharchuk, V. I., Tkachuk, V. V. (2013). Technology of production and performance properties of isopropyl ester of rapeseed oil. Chemistry and Technology of Fuels and Oils, 48 (6), 421–425. <https://doi.org/10.1007/s10553-013-0390-3>

**DOI: 10.15587/1729-4061.2024.301322**

**IDENTIFYING THE REGULARITIES OF N-HEPTANE FLAME INHIBITION BY INORGANIC COMPOUNDS (p. 59–67)**

**Yuriy Tsapko**

Ukrainian State Research Institute “Resurs”,  
Kyiv, Ukraine

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

**Aleksii Tsapko**

Ukrainian State Research Institute “Resurs”,  
Kyiv, Ukraine

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

**Ruslan Likhnyovskiy**

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

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

**Maryna Sukhanevych**

Kyiv National University of Construction and Architecture,  
Kyiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9644-2852>

**Oksana Slutska**

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

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1723-8181>

**Natalia Lialina**

Kyiv National University of Construction and Architecture,  
Kyiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9364-0925>

**Olga Bondarenko**

Kyiv National University of Construction and Architecture,  
Kyiv, Ukraine

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

The task related to using inorganic compounds for extinguishing flames is to enable their inhibitory capacity during operation within wide limits. Therefore, the object of the current research was aqueous solutions of inorganic salts, on which the effectiveness of inhibitory properties during interaction with n-heptane flame was established. It has been proven that increasing the mass flow rate of water by 1.5 mg/s reduces the intensity of OH-radicals radiation from 70 % to 30 % and lowers the flame temperature by 90 °C. However, it was found that when potassium salts are given, the intensity of OH-radicals radiation decreases by more than 6 times, potassium chloride and sulfate reduce the intensity of OH-radicals radiation by more than 2.8 times. Among ammonium salts, salts of dihydrogen phosphate and ammonium hydrogen phosphate reduce the relative intensity of radiation of OH radicals by more than 1.3 times. Sodium salts include nitrates and sodium chloride, which reduce the relative radiation intensity of OH radicals by more than 1.6 times. This is manifested, first of all, in the enrichment of the combustible environment with fuel. When determining the flame temperature of flammable liquids, it was established that n-heptane has the most stable and highest flame temperature, which is 1768 °C. When adding inorganic compounds to the flame of n-heptane, nitrate salt, and potassium chloride, the flame temperature increased by less than 20 °C. However, ammonium salts increased the flame temperature to over 140 °C, despite the presence of water. The practical significance is that the results were taken into account during the design and development of extinguishing agents for extinguishing fires. Therefore, there are reasons to assert the possibility of regulating flame extinguishing processes by using inorganic compounds capable of inhibiting active flame radicals.

**Keywords:** fire extinguishing agents, n-heptane flame, flame inhibition, flame active radicals, flame temperature.

**References**

1. Hao, J., Du, Z., Zhang, T., Li, H. (2022). Influence of NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> powder on the laminar burning velocity of premixed CH<sub>4</sub>/Air flames. International Journal of Hydrogen Energy, 47 (90), 38477–38493. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.09.003>
2. Wang, Y., He, J., Yang, J., Lin, C., Ji, W. (2022). Inhibition of polyethylene dust explosion by oxalate and bicarbonate. Huagong Xuebao/CIESC Journal, 73 (9), 4207–4216. <https://doi.org/10.11949/0438-1157.20220790>
3. Wang, Z., Meng, X., Yan, K., Ma, X., Xiao, Q., Wang, J., Bai, J. (2020). Inhibition effects of Al(OH)<sub>3</sub> and Mg(OH)<sub>2</sub> on Al-Mg alloy dust explosion. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 66, 104206. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2020.104206>
4. Wang, L., Jiang, Y., Qiu, R. (2021). Experimental study of combustion inhibition by trimethyl phosphate in turbulent premixed methane/air flames using OH-PLIF. Fuel, 294, 120324. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.120324>
5. Li, W., Jiang, Y., Jin, Y., Wang, L., Xu, W. (2019). Experimental study of the influence of dimethyl methylphosphonate on methane/air coflow diffusion flames using OH-PLIF. Fuel, 235, 39–44. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.07.088>
6. Chi, K., Wang, J., Ma, L., Wang, J., Zhou, C. (2020). Synergistic Inhibitory Effect of Free Radical Scavenger/Inorganic Salt Compound Inhibitor on Spontaneous Combustion of Coal. Combustion Science and Technology, 194 (10), 2146–2162. <https://doi.org/10.1080/00102202.2020.1858290>

7. Babushok, V. (1998). Chemical limits to flame inhibition. *Combustion and Flame*, 115 (4), 551–560. [https://doi.org/10.1016/s0010-2180\(98\)00019-4](https://doi.org/10.1016/s0010-2180(98)00019-4)
8. Omar, D., Jaravel, T., Vermorel, O. (2022). On the controlling parameters of the thermal decomposition of inhibiting particles: A theoretical and numerical study. *Combustion and Flame*, 240, 111991. <https://doi.org/10.1016/j.combustflame.2022.111991>
9. Linteris, G. T., Rumminger, M. D., Babushok, V. I. (2008). Catalytic inhibition of laminar flames by transition metal compounds. *Progress in Energy and Combustion Science*, 34 (3), 288–329. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2007.08.002>
10. Feng, M.-H., Tao, J.-J., Qin, J., Fei, Q. (2015). Extinguishment of counter-flow diffusion flame by water mist derived from aqueous solutions containing chemical additives. *Journal of Fire Sciences*, 34 (1), 51–68. <https://doi.org/10.1177/0734904115618220>
11. Badhuk, P., Ravikrishna, R. V. (2022). Development and validation of skeletal/global mechanisms describing TMP-based flame inhibition. *Combustion Theory and Modelling*, 26 (5), 968–987. <https://doi.org/10.1080/13647830.2022.2090443>
12. Likhnyovskyi, R., Tsapko, Y., Kovalenko, V., Onyshchuk, A. (2023). The Possibility of Using 1301 and 2402 Mixtures of Halons for Fire Extinguishing Purposes. *Key Engineering Materials*, 954, 135–144. <https://doi.org/10.4028/p-coko1k>
13. Tsapko, Y., Sokolenko, K., Vasylyshyn, R., Melnyk, O., Tsapko, A., Bondarenko, O., Karpuk, A. (2022). Establishing patterns of nitrogen application for fire safety of sunflower grain storage facilities. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (10 (119)), 57–65. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266014>
14. Tsapko, Y., Likhnyovskyi, R., Tsapko, A., Kovalenko, V., Slutska, O., Illiuchenko, P. et al. (2023). Determining the patterns of extinguishing polar flammable liquids with a film-forming foaming agent. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (10 (123)), 48–56. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.278910>
15. Tsapko, Y., Rogovskii, I., Titova, L., Bilko, T., Tsapko, A., Bondarenko, O., Mazurchuk, S. (2020). Establishing regularities in the insulating capacity of a foaming agent for localizing flammable liquids. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (10 (107)), 51–57. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.215130>



DOI: 10.15587/1729-4061.2024.296855

**ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ІМПУЛЬСНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ РОЗРЯДІВ НА ПЕРЕРОБКУ ПОБУТОВОГО СКЛА (с. 6–13)****Ayanbergen Khassenov, Dana Karabekova, Madina Bolatbekova, Bekbolat Nussupbekov, Arystan Kudussov, Lyubov Chirkova, Perizat Kissabekova**

Робота присвячена вивченню переробки побутових скляних відходів електроімпульсним методом. У якості об'єкта дослідження розглядався склобій і скляна тара. Склобій та використана скляна тара вважаються придатними для вторинної переробки серед твердих побутових відходів.

Обробка твердих побутових відходів проводилася з утворенням електричних розрядів у неоднорідному середовищі (уламки скла та скляні вироби у водному середовищі). Експерименти проводилися за різних значень напруги імпульсного розряду (від 12 кВ до 37 кВ), ємності конденсаторної батареї (від 0,4 до 1,2 мкФ), кількості імпульсних розрядів (від 250 до 1000) та частоти (від 0,3 Гц до 2 Гц). За результатами досліджень виявлено залежність виходу готового продукту від параметрів електричних імпульсних розрядів. Згідно з основними результатами дослідницької роботи встановлено, що зі збільшенням параметрів електроімпульсних розрядів збільшується вихід готового продукту. Отримані дані дозволили задати ефективні параметри обробки склобою та скляних виробів електроімпульсним методом. Визначено гранулометричний склад порошкового матеріалу, одержаного даним методом. Отримано продукт з діаметром найбільшої фракції 5–8 мм та діаметром малої фракції 0,4 мм і 0,7 мм.

Результати експерименту можуть бути використані в дослідженнях з економії природних ресурсів, енергозбереження та вирішення екологічних проблем переробки твердих побутових відходів. Скляний порошок використовується у якості теплоізоляційного та декоративного матеріалу у будівництві. Крім того, склобій використовується при виробництві бетону в якості додаткової сировини.

**Ключові слова:** тверді відходи, електроімпульсний пристрій, електричні розряди, вихід готового продукту.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.301417

**ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ОЧИЩЕННЯ КОНЦЕНТРОВАНИХ СТИЧНИХ ВОД ДІЛЯНКИ ТРАВЛЕННЯ В КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМАХ З ОТРИМАННЯМ ОСАДІВ ЗАДАНОГО СКЛАДУ (с. 14–25)****М. В. Яцков, Н. М. Корчик, Н. М. Буденкова, О. І. Мисіна, С. В. Кирилук**

Об'єктом дослідження є модельні розчини, відпрацьовані сульфатноокислі та хлоридноокислі розчини травлення, знежирення підприємств метизних виробів.

Представлені результати досліджень щодо можливості отримання осадів заданого складу та зменшення витрат хімічних реагентів у порівнянні з традиційними схемами очищення. Показано систематизацію елементів технологічної схеми, що передбачає очищення концентрованих стічних вод ділянки травлення в комбінованих системах з отриманням осадів заданого складу і є основою для реалізації ресурсозберігаючої технології. Встановлені раціональні параметри стану ( $pH=3-4$ ,  $Eh=+0,3-(+0,33)$  В і  $\gamma H_2=16,3-19,38$  В) та технологічні параметри (ступінь вилучення феруму  $=0,8$ , витрата реагенту (від стехіометричної норми)  $V=0,8$ ). Такі параметри забезпечують належні умови окиснення органічних сполук та їх співосадження з нерозчинними гідроксосолюками феруму (максимальний ступінь вилучення органічних домішок складає 86 %). Утворений осад відповідає складу  $FeOON \cdot nH_2O$ , містить 2–3 % органічних домішок та підлягає захороненню. В результаті досліджень очищення концентрованих ферумовмісних стічних вод отриманий осад, готовий для подальшої утилізації шляхом переробки. Цей осад за складом відповідає природному мінералу лімоніту  $FeOON (Fe_2O_3 \cdot nH_2O)$  і утворюється при значеннях  $pH$  від 3,5 до 7,5 із значенням  $\gamma H_2$  від 26 В до 21 В та при технологічних параметрах регенерації  $pH=4,0-4,6$ ;  $\gamma H_2 = 23,34-32,25$  В.

В результаті дослідження глибокого доочищення стічних вод із застосуванням магнітного пристрою отримується суспензія осаду феромагнітних домішок (гідроксосолюк феруму), яка може бути основою для добування чи виробництва магнітосприятливого дисперсного матеріалу.

**Ключові слова:** розчини травлення та знежирення, параметри, магнітний пристрій, осад заданого складу.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.300909

**ВИЗНАЧЕННЯ ЧИННИКІВ ДЕІОНІЗАЦІЇ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА (с. 26–33)****О. М. Тихенко, В. А. Глива, Л. О. Левченко, Н. Б. Бурдейна, Я. І. Бірук, С. В. Зозуля, Г. Ю. Краснянський, К. Д. Ніколаєв, І. О. Азнаурян, Л. А. Зозуля**

Об'єкт дослідження – динаміка концентрації аероіонів і завислих частинок у атмосферному повітрі та у системах припливно-втяжної вентиляції. Актуальною проблемою є визначення чинників і отримання кількісних даних щодо деіонізації атмосферного повітря, яке надходить у середовище перебування людей. Встановлені кількісні дані щодо змін концентрації аероіонів у залежності від часу доби, температури і відносної вологості повітря. Показано, що навіть за відсутності суттєвого техногенного впливу на кон-

центрації завислих частинок цей показник складає не менше  $7000 \text{ см}^{-3}$ . За наявності вітру цей показник досягає  $30000 \text{ см}^{-3}$  і вище. Вимірювання спектру завислих частинок за розмірами у межах 0,3–6,0 мкм показало, що переважною фракцією є частинки розмірами близько 3 мкм. Проведені дослідження зміни концентрацій аероіонів у системах припливно-витяжної вентиляції. Встановлено, що у повітропроводі довжиною 16 м, виготовленого з оцинкованого заліза, зниження концентрації негативних аероіонів складає 67 %, позитивних – 78 %. Проведено лабораторні дослідження деіонізації повітря у повітропроводах, виготовлених з різних матеріалів. У металевому та картонному повітропроводах спостерігається значна деіонізація повітря, а у дерев'яному вона відсутня. Це свідчить про електричну природу деіонізації. Запропоновано розрахунковий метод прогнозування аероіонного режиму приміщень з урахуванням чинників деіонізації повітря. Для приміщень з припливно-витяжною вентиляцією запропонований розрахунковий апарат з урахуванням кратності повітрообміну (кількість повних змін повітря за одиницю часу). Наведені результати дозволяють обрати потрібну продуктивність пристроїв штучної іонізації повітря для нормалізації аероіонних режимів приміщень.

**Ключові слова:** концентрація аероіонів, аероіонний режим, деіонізація повітря, концентрації завислих частинок, примусова вентиляція.

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2024.302793**

### **ВДОСКОНАЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВОГО МОДУЛЯ ОЦІНКИ ЕМІСІЇ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ТРАДИЦІЙНИХ ТА ГІБРИДНИХ РЕГІОНАЛЬНИХ ЛІТАКІВ (с. 34–44)**

**К. В. Синило, В. М. Макаренко, А. І. Крупко, В. І. Токарев**

Для авіаційного сектора вкрай важлива розробка революційних рішень в області технологій для стримання потенційного впливу цивільної авіації на довкілля до рівня встановлених стратегічних цілей ACARE (FlightPath2050). Впровадження інноваційних технологій (удосконалення камери згорання, впровадження електричних гібридних силових установок на літаках та використання альтернативного авіаційного палива) забезпечить стале зростання авіаперевезень.

Для оцінки ефективності прогресивних технологій вкрай важлива наявність модель з обчислення глобальної/локальної емісії, що враховує параметри траєкторії польоту традиційного та гібридного літака, експлуатаційні характеристики авіадвигуна й гібридної установки, особливості стійкого палива.

Вдосконалений модуль з обчислення індексів емісії шляхом комбінування модулю з обрахунку параметрів траєкторії польоту та результатів обчислення термогазодинамічного розрахунку авіадвигуна дозволяє виявити вплив витрати палива (тяги двигуна) на величини індексів емісії. Ця особливість є репрезентативною для оцінки ефективності гібридних двигунів, адже електрифікація авіапарку спрямована перш за все на скорочення витрати палива.

Аналіз отриманих результатів моделювання демонструє, що витрата палива та EINO<sub>x</sub> суттєво зменшуються (для етапу набору висоти – 25 %; для етапу зниження – 30 %) для гібридного АН26 у порівнянні з традиційним АН26. Зазначений експлуатаційний захід, в частині пологого зниження, суттєво знижує EICO для гібридного АН26 в середньому на 50 % в порівнянні з етапом зниження для традиційної траєкторії.

Результати обчислень для всієї траєкторії польоту демонструють, що застосування гібридної силової установки для АН26 сприяє скороченню витрати палива в середньому на 10 %, викиду NO<sub>x</sub> – 25 %, викидів парів води – 10 %, CO<sub>2</sub> – 10 %.

**Ключові слова:** емісія забруднюючих речовин, моделювання траєкторії польоту, гібридна силова установка.

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2024.302150**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВОК СИНТЕЗ-ГАЗУ НА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ (с. 45–50)**

**О. С. Митрофанов, А. Ю. Проскурін**

Об'єктом досліджень є екологічні параметри роботи поршневого двигуна при застосуванні добавки синтез-газу до основного палива. Дослідження спрямовані на вирішення проблеми зниження концентрації шкідливих компонентів у відпрацьованих газах двигуна внутрішнього згорання за рахунок добавки синтез-газу до основного палива.

Експериментальним шляхом отримано залежності впливу добавки синтез-газу до етанолу на зміну екологічних показників роботи поршневого двигуна з іскровим запалюванням.

Встановлено позитивний вплив добавки синтез-газу, отриманого шляхом термохімічної конверсії, до етанолу в кількості до 5 % за масою на екологічні показники роботи поршневого двигуна з іскровим запалюванням. За умови досягнення однакової ефективної потужності двигуном використання добавки синтез-газу до основного палива дало змогу знизити концентрацію у відпрацьованих газах CO на 61,5 % і СН на 51,3 %.

Добавка синтез-газу сприяла утворенню радикалів, що активізують ланцюгові реакції окислення, а також дала змогу підвищити нормальну швидкість згорання паливоповітряної суміші на 6,25 %. При цьому забезпечується нормальна робота двигуна на біднішій паливоповітряній суміші ( $\alpha=1,21$ ) без погіршення екологічних, енергетичних та економічних показників роботи.

Однчасне зниження концентрації шкідливих компонентів у складі відпрацьованих газів та економічність двигуна можна забезпечити завдяки використанню палива з широкою концентраційною межею займання і високою швидкістю згорання за збідненої суміші.

Отримані експериментальні дані можуть бути використані при проектуванні або модернізації транспортних і стаціонарних енергетичних установок з двигунами внутрішнього згорання як підхід, що забезпечує досягнення постійно зростаючих екологічних норм.

**Ключові слова:** синтез-газ, паливний етанол, термохімічна утилізація, відпрацьовані гази, коефіцієнт надлишку повітря.

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2024.301328****ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА КОЛІСНОГО ТРАКТОРА ЗАСТОСУВАННЯМ БІОПАЛИВА (с. 51–58)****В. І. Захарчук, О. В. Захарчук, М. М. Скалига, Н. Г. Куць, В. В. Ярошук**

Об'єктом дослідження є процес роботи дизельного двигуна колісного трактора на метиловому ефірі відпрацьованої фритюрної соняшникової олії. Вирішувалась проблема покращення екологічних показників дизельного двигуна колісного трактора під час роботи його дизеля на такому біодизельному паливі та його сумішах з мінеральним дизельним паливом. Експериментальним методом визначені характеристики дизеля Д-243 з заміром токсичності відпрацьованих газів під час його роботи на метиловому ефірі відпрацьованої соняшникової олії, мінеральному паливі та їх сумішах. Зафіксовано зменшення вмісту сажі у відпрацьованих газах дизеля та незначне збільшення видів оксидів азоту. Теоретичним методом з використанням математичної моделі визначені показники колісного трактора під час його руху з причепом за прийнятим їздовим циклом і роботі його дизеля на різних паливах. Для цього характеристики конкретного дизеля описані поліноміальними моделями. Виконана перевірка адекватності математичної моделі руху трактора з причепом за їздовим циклом. За допомогою математичної моделі розраховані сумарні шляхові викиди шкідливих речовин дизельного двигуна при русі трактора з причепом за прийнятим їздовим циклом. Розрахунок виконаний для двох видів палива: мінеральне дизельне паливо та біодизельне паливо. Витрата біопалива збільшується майже на 10 % в порівнянні з дизельним паливом. Сумарні питомі зведені до оксиду вуглецю СО викиди шкідливих речовин є в 1,1 рази меншими в дизельного двигуна, працюючого на біопаливі, ніж при використанні мінерального палива. Отримані результати можуть бути використані в сфері експлуатації технологічного транспорту в промисловості та сільськогосподарському виробництві за умови достатньої кількості сировини для виробництва біопалива.

**Ключові слова:** технологічний транспорт, біодизельне паливо, екологічні показники, відпрацьовані гази, сумарна токсичність.

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2024.301322****ВИЯВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ІНГІБУВАННЯ ПОЛУМ'Я Н-ГЕПТАНА НЕОРГАНІЧНИМИ СПОЛУКАМИ (с. 59–67)****Ю. В. Цапко, О. Ю. Цапко, Р. В. Ліхнівський, М. В. Суханевич, О. М. Слуцька, Н. П. Ляліна, О. П. Бондаренко**

Проблема застосування неорганічних сполук для гасіння полум'я полягає у забезпеченні їх інгібувальної здатності при експлуатації в широких межах. Тому об'єктом досліджень були водні розчини неорганічних солей, на яких встановлено ефективність інгібувальних властивостей під час взаємодії з полум'ям н-гептану. Доведено, що зі збільшення масової витрати води на 1,5 мг/с зменшує інтенсивність випромінювання ОН-радикалів з 70 % до 30 % та знижує температуру полум'я на 90 °С. Проте, встановлено, що при подаванні калійних солей знижується інтенсивність випромінювання ОН-радикалів більш ніж в 6 разів, хлорид та сульфат калію знижують інтенсивність випромінювання ОН-радикалів в понад 2,8 рази. Серед амонійних солей солі дігідродифосфату та гідродифосфату амонію знижують відносну інтенсивність випромінювання ОН-радикалів в понад 1,3 рази. Серед натрієвих солей – нітрати та хлорид натрію, які знижують відносну інтенсивність випромінювання ОН-радикалів в понад 1,6 рази. Це проявляється, в першу чергу, у збагаченні горючого середовища паливом. Під час визначення температури полум'я горючих рідин встановлено, що найбільш стабільною та найвищою температурою полум'я володіє н-гептан, яка становить 1768 °С. При додаванні неорганічних сполук до полум'я н-гептану, солі нітрату та хлориду калію підвищили температуру полум'я менше ніж на 20 °С. Проте амонійні солі підвищили температуру полум'я в понад 140 °С, незважаючи на присутність води. Практичне значення полягає в тому що, отримані результати було враховано під час проектування та розроблення вогнегасних речовин для гасіння пожеж. Отже, є підстави стверджувати про можливість регулювання процесів гасіння полум'я шляхом застосування неорганічних сполук, здатних інгібувати активні радикали полум'я.

**Ключові слова:** вогнегасні засоби, полум'я н-гептану, інгібування полум'я, активні радикали полум'я, температура полум'я.