



## CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.286318

## DEVELOPMENT OF IMPROVED TECHNOLOGY FOR PRODUCING GRAPHENE-LIKE COATING BY LPCVD METHOD

pages 6–9

*Artem Iatsenko*, PhD, Associate Professor, Department of Chemical Technology of Ceramics and Glass, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: a.yatsenko@kpi.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5292-1934>

The object of research in this work was the coating of oxygraphene on a silicon single crystal substrate. In the work, the LPCVD (Low Pressure Chemical Vapor Deposition) method of deposition from the gas phase at low pressure is used to obtain graphene-like coatings on heat-resistant materials. A feature of the proposed LPCVD method in comparison with the classical method of deposition from the gas phase CVD (Chemical Vapor Deposition) by the method of catalytic decomposition of carbon-containing gas followed by the deposition of a graphene-like coating on a copper template is the use of a higher partial gas pressure, which leads to the deposition of graphene-like waste not only on the surface of the copper template-catalyst, but also in the entire volume of the reaction chamber and the materials introduced into it. A monocrystalline silicon template was used as a model for coating. The resulting coatings of different thicknesses were examined by scanning electron microscopy, Raman spectroscopy, and density was assessed by helium pycnometry. Based on the analysis of the results obtained using the method of scanning electron microscopy, the possibility of varying the thickness of the oxygraphene coating was shown. In addition, the formation of oxygraphene on a silicon single crystal substrate was confirmed by the Raman spectroscopy method, namely the presence of characteristic peaks in the spectra of the studied materials. Using the helium pycnometry method, a decrease in the density of the coated material from 2.25 g/cm<sup>3</sup> to 2.08 g/cm<sup>3</sup> was found. It was established that the greater the coating thickness, the lower the density. The general analysis showed that the developed LPCVD technology allows obtaining an oxygraphene coating on materials of any shape, porosity, size and resistant to temperatures above 600 °C in order to functionalize their surface and improve and improve their properties.

**Keywords:** graphene, oxygraphene, coating, LPCVD method, CVD method, microstructure, Raman spectroscopy, density.

## References

- Zhang, F., Yang, K., Liu, G., Chen, Y., Wang, M., Li, S., Li, R. (2022). Recent advances on graphene: Synthesis, properties and applications. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 160, 107051. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2022.107051>
- Zeng, H., Qu, S., Tian, Y., Hu, Y., Li, Y. (2023). Recent progress on graphene oxide for next-generation concrete: Characterizations, applications and challenges. *Journal of Building Engineering*, 69, 106192. doi: <https://doi.org/10.1016/j.job.2023.106192>
- Janavika, K. M., Prakash Thangaraj, R. (2023). Graphene and its application: A review. *Materials Today: Proceedings*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.05.446>
- Singh, J., Jindal, N., Kumar, V., Singh, K. (2023). Role of green chemistry in synthesis and modification of graphene oxide and its application: A review study. *Chemical Physics Impact*, 6, 100185. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chphi.2023.100185>
- Liu, J., Chen, S., Liu, Y., Zhao, B. (2022). Progress in preparation, characterization, surface functional modification of graphene oxide: A review. *Journal of Saudi Chemical Society*, 26 (6), 101560. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2022.101560>
- Kartel, M. T. (2019). *Formuvannia struktury ta vlastyvoستي sp2-vuh-letseykh nanomaterialiv i funktsionalnykh kompozytiv za yikh uchasti*. Kyiv: Instytut khimii poverkhni im. O. O. Chuika NAN Ukrainy; TOV «NVP Interservis», 364.
- Wick, P., Louw-Gaume, A. E., Kucki, M., Krug, H. F., Kostarelos, K., Fadeel, B. et al. (2014). Classification Framework for Graphene-Based Materials. *Angewandte Chemie International Edition*, 53 (30), 7714–7718. doi: <https://doi.org/10.1002/anie.201403335>
- Iatsenko, A., Sych, O., Synytsia, A., Zaremba, P., Zahorodnia, S., Nikolenko, A., Tomila, T., Bykov, O. (2023). Structure and properties of biogenic hydroxyapatite bioceramics modified by graphene-like structures. *Applied Nanoscience*. doi: <https://doi.org/10.1007/s13204-023-02927-x>
- Slobodian, O. M., Lytvyn, P. M., Nikolenko, A. S., Naseka, V. M., Khyzhun, O. Yu., Vasin, A. V. et al. (2018). Low-Temperature Reduction of Graphene Oxide: Electrical Conductance and Scanning Kelvin Probe Force Microscopy. *Nanoscale Research Letters*, 13 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s11671-018-2536-z>
- Kaniyoor, A., Ramaprabhu, S. (2012). A Raman spectroscopic investigation of graphite oxide derived graphene. *AIP Advances*, 2 (3). doi: <https://doi.org/10.1063/1.4756995>

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.286693

## STUDY OF TEMPERATURE CHANGES IN MINERAL FERTILISER GRANULES AFTER CONTACT WITH AIR IN A GRANULATION TOWER

pages 10–14

*Al-Khyatt Muhamad Nadhem*, PhD, Senior Engineer, The General Directorate Education of Iraq, Baghdad, Iraq, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4284-8125>

*Vsevolod Sklabinskyi*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Chemical Engineering, Sumy State University, Sumy, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9388-5861>

*Ruslan Ostroha*, PhD, Associate Professor, Department of Chemical Engineering, Sumy State University, Sumy, Ukraine, e-mail: r.ostroga@pohnp.sumdu.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0045-3416>

*Maksym Skydanenko*, PhD, Associate Professor, Department of Chemical Engineering, Sumy State University, Sumy, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3811-8154>

*Mykola Yukhymenko*, PhD, Associate Professor, Department of Chemical Engineering, Sumy State University, Sumy, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1405-1269>

*Jozef Bocko*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Applied Mechanics and Mechanical Engineering, Technical University of Kosice, Kosice, Slovakia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3158-3507>

*Denys Ostroha*, Postgraduate Student, Department of Chemical Engineering, Sumy State University, Sumy, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7552-6860>

*Dmitry Zabitsky*, Cyclic Commission of Specialty «Industrial Machinery Engineering», Professional Machine Building College of Sumy State University, Sumy, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4761-0765>

-----  
**Oleksii Moskalchuk**, Department of Chemical Engineering, Sumy State University, Sumy, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5773-5775>  
 -----

**Andrii Serhiienko**, Department of Chemical Engineering, Sumy State University, Sumy, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2085-820X>

The object of research is the process of granulation of nitrogen mineral fertilizers by the method of sprinkling. One of the most problematic areas is the lack of certainty regarding the dynamics of the temperature change of the granule when it is cooled by air in the granulation tower. The paper considers the process of urea granulation using a rotating vibrating granulator. The scheme of the rotating vibrating granulator as part of the experimental stand for granulating liquid urea is presented, the method of conducting experimental studies and the design parameters of the granulator are described. It is indicated that in the process of experimental research, the temperatures of the melt, granules and cooling air were recorded. It is emphasized that the contact of the cooling air with the flow of hot granules leads to a constant increase in air temperature due to the heat transferred from the granules, which makes it necessary to determine the final temperature of the air leaving the granulation tower. For this purpose, a mathematical model was developed and calculation equations were obtained to determine the temperature of the air in contact with the surface of the pellet and the temperature profile inside the pellet. Numerical calculations of the calculation equations made it possible to obtain temperature profiles of the granule along its radius. It is emphasized that the theoretically obtained temperature profile cannot be an accurate indicator of the real temperature of the pellet when it falls in the granulation tower. Analysis of the calculated results shows that the temperature of the granules in the lower part of the granulation tower is 60–62 °C. This temperature corresponds to the practically confirmed final temperature of the granule, which was measured on the experimental stand.

**Keywords:** granule, urea, pouring, rotating vibrating granulator, convective cooling, heat exchange, thermal conductivity, temperature profile.

#### References

- Jarchow, M. E., Liebman, M. (2012). Nitrogen fertilization increases diversity and productivity of prairie communities used for bioenergy. *GCB Bioenergy*, 5 (3), 281–289. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2012.01186.x>
- DSTU 7312:2013. *Sechovyna (karbamid). Tekhnichni umovy* (2013). Kyiv: Minekonomrozvytku Ukrainy, 22.
- Baboo, P. (2021). Prilling tower and granulator heat and mass transfer. *Journal of Global Optimization*, 9 (1).
- Skydanenko, M., Sklabinskyi, V., Nadhem, A.-K. M., Nichvolodin, K. (2021). Determination of granule (prill) movement modes in the prilling tower for mineral fertilizer production. *Technology Audit and Production Reserves*, 5 (3 (61)), 6–9. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.241142>
- Method for transforming a prilling section including a prilling tower, in particular in a plant for the synthesis of urea (2016). European patent specification. No. Publication: 28.09.2016 Bul. No. 2016/39.
- Gezerman, A. O. (2020). Mathematical modeling for prilling processes in ammonium nitrate production. *Engineering Reports*, 2 (6). doi: <https://doi.org/10.1002/eng2.12173>
- Yurchenko, O., Ostroha, R., Sklabinskyi, V., Gusak, O., Bocko, J. (2023). Formation of Liquid Droplets at the Prilling Bucket Outlet Under Free Oscillations of the Liquid Jet. *Advances in Design, Simulation and Manufacturing VI*, 177–185. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-32774-2\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-031-32774-2_18)
- Alamdari, A., Jahanmiri, A., Rahmaniyan, N. (2000). Mathematical modelling of urea prilling process. *Chemical Engineering Communications*, 178 (1), 185–198. doi: <https://doi.org/10.1080/00986440008912182>
- Rahmanian, N., Homayoonfard, M., Alamdari, A. (2013). Simulation of urea prilling process: an industrial case study. *Chemical Engineering Communications*, 200 (6), 764–782. doi: <https://doi.org/10.1080/00986445.2012.722147>
- Gurney, C. J., Simmons, M. J. H., Hawkins, V. L., Decent, S. P. (2010). The impact of multi-frequency and forced disturbances upon drop size distributions in prilling. *Chemical Engineering Science*, 65 (11), 3474–3484. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ces.2010.02.030>
- Abbasfard, H., Rafsanjani, H. H., Ghader, S., Ghanbari, M. (2013). Mathematical modeling and simulation of an industrial rotary dryer: A case study of ammonium nitrate plant. *Powder Technology*, 239, 499–505. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2013.02.037>
- Mehrez, A., Ali, A. H. H., Zahra, W. K., Ookawara, S., Suzuki, M. (2012). Study on Heat and Mass Transfer During Urea Prilling Process. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 3 (5), 347–353. doi: <https://doi.org/10.7763/ijcea.2012.v3.216>
- Saleh, S. N., Ahmed, S. M., Al-mosuli, D., Barghi, S. (2015). Basic design methodology for a prilling tower. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 93 (8), 1403–1409. doi: <https://doi.org/10.1002/cjce.22230>
- Saleh, S. N., Barghi, S. (2016). Reduction of fine particle emission from a prilling tower using CFD simulation. *Chemical Engineering Research and Design*, 109, 171–179. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2016.01.017>
- Sharma, S. P., Garg, H. (2011). Behavioural analysis of urea decomposition system in a fertiliser plant. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 8 (3), 271–297. doi: <https://doi.org/10.1504/ijise.2011.041539>
- Luikov, A. (1968). *Analytical heat diffusion theory*. New York: Academic. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-459756-3.x5001-9>

## FOOD PRODUCTION TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.286488

### DEVELOPING A STRATEGY FOR IMPROVING MAYONNAISE WITH DIFFERENT PROPORTIONS OF VEGETABLE OILS

pages 15–18

-----  
**Larysa Kryskova**, Assistant, Department of Food Biotechnology and Chemistry, Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine, e-mail: [lora.deret@gmail.com](mailto:lora.deret@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1808-4615>  
 -----

**Serhii Spivak**, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Head of Department of Accounting and Auditing, Ternopil Ivan

*Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7160-2151>*

The object of research is the process of forming a strategy for the improvement of mayonnaise. Based on the SWOT analysis, a strategy for improving mayonnaise with a different ratio of sunflower, linseed and hemp oils was formed in order to increase the content of polyunsaturated fatty acids, in particular the Omega-3 family, reduce its calorie content, and develop a strategy for bringing the product to the market.

During the research, the following methods were used: economic-statistical, SWOT analysis method, expert method, analytical,

program-targeted, as well as statistical methods of experimental data processing.

The work solves the task of forming a strategy for improving the recipe composition of industrially produced mayonnaise and bringing it to the market. Today, the market offers a huge number of mayonnaises with different compositions and different quality, with low, medium and high fat content, with the addition of various additives that are undesirable for the human body. Based on the broad possibilities of using mayonnaise as an additional food product, the task arose to make changes in its composition, improving the biological and nutritional value of mayonnaise with an increased content of polyunsaturated fatty acids, in particular of the Omega-3 family. Such a modified food product can be considered functional because, on the one hand, polyunsaturated fatty acids (PUFAs) of the Omega-3 family are in short supply in the diet of the average Ukrainian, and on the other hand, they play an important role in the prevention of diseases of the cardiovascular, nervous, and immune systems of the body. The conducted analysis of economic, social and technological factors characterizing the products offered on the mayonnaise market made it possible to formulate a strategy for improving mayonnaise with different proportions of sunflower, linseed and hemp oils, as well as bringing it to the market using marketing tools.

The practical implementation of these proposals will make it possible to bring mayonnaise with reduced calorie content to the market, which will contain a significantly higher content of PUFAs of the Omega-3, Omega-6 and Omega-9 family, which are useful for the human body. Therefore, the use of linseed and hemp oils is recommended for supporters of healthy food, which makes it popular among the main groups of consumers.

**Keywords:** mayonnaise, polyunsaturated fatty acids, linseed oil, hemp oil, SWOT analysis, product launch strategy.

#### References

- Helikh, A., Prymenko, V., Vasylenko, O., Prikhodko, I. (2021). The Study of Quality and Safety Indicators of Mayonnaise on the Basis of Hemp Oil. *Restaurant and Hotel Consulting, Innovations*, 4 (2), 345–360. doi: <https://doi.org/10.31866/2616-7468.4.2.2021.249104>
- DSTU 4487:2005. *Maionezy*. (2006). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 16.
- Sova, N., Lutsenko, M., Lobanova, A., Hrekova, N. (2019). Use of hemp oil in mayonnaise technology. *Bulletin of the National Technical University «KhPI» Series: New Solutions in Modern Technologies*, 5 (1330), 152–159. doi: <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2019.05.20>
- Gogus, U., Smith, C. (2010). n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge. *International Journal of Food Science & Technology*, 45 (3), 417–436. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02151.x>
- Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., Sihag, M. (2014). Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *Journal of Food Science and Technology*, 51 (9), 1633–1653. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1247-9>
- Smoliar, V. I. (2006). Kontsepsiia idealnoho zhyrovoho kharchuvannya. *Problemy kharchuvannya*, 4, 14–24.
- Chen, D. K., Metherel, A. H., Rezaei, K., Parzanini, C., Chen, C. T., Ramsden, C. E. et al. (2023). Analysis of omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acid metabolism by compound-specific isotope analysis in humans. *Journal of Lipid Research*, 100424. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jlr.2023.100424>
- Shubravska, O. V., Sokolska, T. V. (2013). Rozvytok rynku maionezu: svitovi tendentsii i vitchyzniani perspektyvy. *Ekonomika i prohozuvannya*, 2, 80–93.
- Lewinska, A., Zebrowski, J., Duda, M., Gorka, A., Wnuk, M. (2015). Fatty Acid Profile and Biological Activities of Linseed and Rapeseed Oils. *Molecules*, 20 (12), 22872–22880. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules201219887>
- Kryskova, L. P., Pokotylo, O. S. (2023). Fatty acid composition of mayonnaise based on sunflower, flax and hemp oil. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 25 (99), 99–103. doi: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-19917>
- Blanco-Gutiérrez, I., Varela-Ortega, C., Manners, R. (2020). Evaluating Animal-Based Foods and Plant-Based Alternatives Using Multi-Criteria and SWOT Analyses. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17 (21), 7969. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph17217969>

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.286687

### COMPARATIVE STUDY OF THE ANTIOXIDANT PROPERTIES OF ORGANIC AND INORGANIC MELISSA

pages 19–23

**Alina Tkachenko**, PhD, Associate Professor, Department of Commodity Research, Biotechnology, Examination and Customs, Poltava University of Economics and Trade, Poltava, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5521-3327>, e-mail: [alina\\_biaf@ukr.net](mailto:alina_biaf@ukr.net)

The object of research is organic and inorganic lemon balm. The subject of research is the antioxidant properties of these plants. One of the most problematic areas is that organic products have a slightly different chemical composition, which is due to the lack of fertilizers during their cultivation. The research hypothesis is that organic plants naturally release more phenols and polyphenols, which are needed to fight pests. At the same time, polyphenol compounds have antioxidant properties.

The work investigated the total content of polyphenols in organic and inorganic lemon balm. The content of polyphenols in terms of gallic acid was determined by the spectrophotometric method by reaction with the Folin-Chocalteu reagent. In order to determine the antioxidant properties, the content of the peroxide number and the acid number of the fatty base during storage were determined. As a fat base, a mixture of organic butter and organic rye oil was chosen in a ratio of 75:25. Dried lemon balm was added in the amount of 4 % to the mass of fat. Changes in the fat base were determined in three samples: without the addition of lemon balm, with the addition of dried inorganic and organic lemon balm. The samples were stored in a thermostat at a temperature of 50 °C for 10 days. Studies were conducted every 2 days. The amount of peroxides was determined by the iodometric method. The acid number content was determined every 5 days by the titration method. It has been established that organic lemon balm has better antioxidant properties. This is due to the content of polyphenolic substances. So, the content of polyphenols in ordinary lemon balm is 14.1 mg/g, and in inorganic – 26.5 mg/g. Research has established that the value of the peroxide number after 10 days of storage was 17 ½O for the sample with the addition of organic lemon balm and 22 ½O for the sample with the addition of ordinary lemon balm. The sample without the addition of lemon balm had a value of 25 ½O. The value of acid number of fat on the tenth day of storage was 1.4 for the sample with the addition of inorganic lemon balm and 1.1 for the sample with the addition of organic lemon balm. Further research is planned to be devoted to the effect of plant organic antioxidants on the lipid fraction of food products.

**Keywords:** organic lemon balm, peroxide value, acid value, polyphenol content, antioxidant properties.

#### References

- Oproshanska, T. V., Khvorost, O. P. (2021). Determination of the quantitative content of some groups of phenolic compounds in tinctures from the raw material of plant families Polygonaceae, Ro-

- saceae, Asteraceae. *Journal of Organic and Pharmaceutical Chemistry*, 19 (4 (76)), 54–59. doi: <https://doi.org/10.24959/ophcj.21.244365>
2. Tanase, C., Bujor, O.-C., Popa, V. I. (2019). Phenolic Natural Compounds and Their Influence on Physiological Processes in Plants. *Polyphenols in Plants*, 45–58. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-813768-0.00003-7>
  3. Tkachenko, A., Birta, G., Burgu, Y., Floka, L., Kalashnik, O. (2018). Substantiation of the development of formulations for organic cupcakes with an elevated protein content. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (11 (93)), 51–58. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.133705>
  4. Willer, H., Travnicek, J., Schlatter, B. (2020). Current status of organic oilseeds worldwide – Statistical update. *OCL*, 27, 62. doi: <https://doi.org/10.1051/ocl/2020048>
  5. Zehiroglu, C., Ozturk Sarikaya, S. B. (2019). The importance of antioxidants and place in today's scientific and technological studies. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (11), 4757–4774. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03952-x>
  6. Marchyshyn, S., Basaraba, R., Berdey, T. (2017). Investigation of phenolic compounds of *Antennaria dioica* (L.) Gaertn. *Herb. The Pharma Innovation Journal*, 6 (8), 9–11.
  7. Miraj, S., Rafieian-Kopaei, Kiani, S. (2016). *Melissa officinalis* L: A Review Study With an Antioxidant Prospective. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*, 22 (3), 385–394. doi: <https://doi.org/10.1177/2156587216663433>
  8. Pereira, R. P., Boligon, A. A., Appel, A. S., Fachineto, R., Ceron, C. S., Tanus-Santos, J. E., Athayde, M. L., Rocha, J. B. T. (2014). Chemical composition, antioxidant and anticholinesterase activity of *Melissa officinalis*. *Industrial Crops and Products*, 53, 34–45. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.12.007>
  9. Soucek, M. D., Khattab, T., Wu, J. (2012). Review of autoxidation and driers. *Progress in Organic Coatings*, 73 (4), 435–454. doi: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2011.08.021>
  10. Draginic, N., Andjic, M., Jeremic, J., Zivkovic, V., Kocovic, A., Tomovic, M. et al. (2022). Anti-inflammatory and Antioxidant Effects of *Melissa officinalis* Extracts: A Comparative Study. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 21 (1). doi: <https://doi.org/10.5812/ijpr-126561>
  11. Ibrage, S., Salihovic, M., Tahirovic, I., Toromanovic, J. (2014). Quantification of some phenolic acids in the leaves of *Melissa officinalis* L. from Turkey and Bosnia. *Bull Chem Tech Bosnia Herzegovina*, 42, 47–50.
  12. Ivashchenko, O., Nikoziat, Yu., Kopantseva, L. (2018). Vyznachennia zahalnoho vmistu polifenoliv i antyoksydantnoi aktyvnosti mashlianykh ekstraktiv petrushky i m'iaty pertsevo. *Aktualni problemy teorii i praktyky ekspertyzy tocariv*. Poltava: PUET, 20–23.
  13. Scortichini, S., Boarelli, M. C., Castello, M., Chiavarini, F., Gabrielli, S., Marcantoni, E., Fiorini, D. (2020). Development and application of a solid-phase microextraction gas chromatography mass spectrometry method for analysing volatile organic compounds produced during cooking. *Journal of Mass Spectrometry*, e4534. doi: <https://doi.org/10.1002/jms.4534>
  14. Belyukova, S. V., Stepanova, A. A., Liventsova, E. O. (2015). Antioxidants in food products and methods of their determination. *Odesa National University Herald. Chemistry*, 19 (4 (52)), 16–31. doi: [https://doi.org/10.18524/2304-0947.2014.4\(52\).43814](https://doi.org/10.18524/2304-0947.2014.4(52).43814)

## ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.284841

### ASSESSMENT OF AIR QUALITY INDEX IN ANNABA

pages 24–32

**Salem Badjoudj**, PhD, Lecturer, Department of Mining, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5060-6578>

**Aissa Benselhoub**, Associate Researcher, Environment, Modeling and Climate Change Division, Environmental Research Center (C.R.E), Annaba, Algeria, e-mail: [aissabenselhoub@cre.dz](mailto:aissabenselhoub@cre.dz), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5891-2860>

**Souad Narsis**, PhD, Researcher, Environmental Research Center (C.R.E), Annaba, Algeria, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7079-0488>

**Nadiia Dovbash**, PhD, Researcher, National Scientific Centre «Institute of Agriculture of the National Academy of Agricultural Sciences», Chabany, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4741-2657>

**Abdelaziz Idres**, Professor, Laboratory of Valorisation of Mining Resources and Environment, Department of Mining, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8029-0930>

**Khadouja Marame Benghadab**, Postgraduate Student, Laboratory of Metallurgy and Material Sciences, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3423-4273>

**Fares Boutarfa**, Postgraduate Student, Laboratory of Valorisation of Mining Resources and Environment, Department of Mining, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5182-7559>

**Mohamed Bounouala**, Professor, Head of Laboratory of Valorisation of Mining Resources and Environment, Department of Mining, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5612-2152>

**Stefano Bellucci**, Senior Researcher, INFN-Laboratori Nazionali di Frascati, Frascati, Italy, e-mail: [bellucci@lnf.infn.it](mailto:bellucci@lnf.infn.it), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0326-6368>

In recent years, the world has been witnessing serious ecological imbalances due to the catastrophic situation and the damage caused to the environment. Human activities as waste disposal, cement units, smelting, chemical industries etc., are the main causes of pollution. Air pollution directly affects the human living standards, pollutants requires regular control in view of their direct impact on health, such as nitrogen oxide, sulfur dioxide, ozone, and particulate matter. Algeria adopts international standards to monitor the levels of pollution recorded in Algerian cities and compare them with global levels. Thus, the object of this study was the air quality index (AQI) in Annaba (Northeastern of Algeria). In this context, quantitative estimates of polluted waste resulting from some industrial activities have been conducted in order to determine the degree of its danger and the extent of its contribution to the deterioration of the air quality. The monitoring of pollutants allowed to identify the benefits of comprehensive environmental assessment. The air quality index was determined using various pollutants parameters (dust, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide). A ten-point scale ranking of the overall air quality index of pollution accepted in Algeria allows making the differentiated assessment of negative impacts of existing industrial agglomerations on the environment. However, the analysis performed on samples DC1 and DC2 with SEM (TESCAN model VEGA II) and BSE detector (Backscattered Electrons) shows that the particles sizes are estimated to range from hundreds of microns

to a few microns, a different morphology and irregular shape. Our results will enable policy makers to appropriate measures to be taken, and which are based mainly on sensitizing economic operators to environmental issues in order to adopt an environmentally friendly industrial system.

**Keywords:** particulate matter, atmospheric pollution, air quality, thresholds, Northeastern of Algeria.

#### References

- Benselhou, A., Kharytonov, M., Bouabdallah, S., Bounouala, M., Idres, A., Boukelloul, M. L. (2015). Bioecological Assessment of Soil Pollution with Heavy Metals in Annaba (Algeria). *Studia Universitatis «Vasile Goldiș», Seria Științele Vieții*, 25 (1), 17–22.
- Benselhou, A., Kharytonov, M., Bounouala, M., Chaabia, R., Idres, A. (2015). Airborne soils pollution evaluation with heavy metals in Annaba region (Algeria). *Metallurgical and Mining Industry*, 7, 32–35.
- Kumar, B. A., Sagar, B. V., Kunmar, B. P. (2015). Assessment of air quality index of Visakhapatnam Urban area of Andhrapadesh. *International Journal of Innovative Research and creative Technology*, 1 (4), 434–436.
- Louhi, A., Hammadi, A., Achouri, M. (2012). Determination of Some Heavy Metal Pollutants in Sediments of the Seybouse River in Annaba, Algeria. *Air, Soil and Water Research*, 5. doi: <https://doi.org/10.4137/aswr.s10081>
- Hassan, R., Rahman, M., Hamdan, A. (2022). Assessment of air quality index (AQI) in Riyadh, Saudi Arabia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1026 (1), 012003. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1026/1/012003>
- Benselhou, A., Kanli, A. I. (2020). Environmental Impacts of Air Pollution on Human Health in Annaba Region (Northeast of Algeria). *Toxic Chemical and Biological Agents*. Dordrecht: Springer, 209–216. doi: [https://doi.org/10.1007/978-94-024-2041-8\\_12](https://doi.org/10.1007/978-94-024-2041-8_12)
- Kanchan, Gorai, A. K., Goyal, P. (2015). A Review on Air Quality Indexing System. *Asian Journal of Atmospheric Environment*, 9 (2), 101–113. doi: <https://doi.org/10.5572/ajae.2015.9.2.101>
- D'Amato, G., Cecchi, L., D'amato, M., Liccardi, G. (2010). Urban air pollution and climate change as environmental risk factors of respiratory allergy: An update. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, 20 (2), 95–102.
- Bishoi, B., Prakash, A., Jain, V. K. (2009). A Comparative Study of Air Quality Index Based on Factor Analysis and US-EPA Methods for an Urban Environment. *Aerosol and Air Quality Research*, 9 (1), 1–17. doi: <https://doi.org/10.4209/aaqr.2008.02.0007>
- Murena, F. (2004). Measuring air quality over large urban areas: development and application of an air pollution index at the urban area of Naples. *Atmospheric Environment*, 38 (36), 6195–6202. doi: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2004.07.023>
- Li, Y., Tang, Y., Fan, Z., Zhou, H., Yang, Z. (2017). Assessment and comparison of three different air quality indices in China. *Environmental Engineering Research*, 23 (1), 21–27. doi: <https://doi.org/10.4491/eer.2017.006>
- Mekti, Z., Boutemedjet, A., Sekiou, O., Berdoudi, S., Chaib, A., Kouider, F., Rahmani, A., Benselhou, A. (2021). Intrusive-magmatic complexes of wilhelm archipelago, West Antarctica (Part 1 – intrusions of gabbroids, diorites and granitoids). *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*, 4 (95), 90–96. doi: <https://doi.org/10.17721/1728-2713.95.11>
- Sulejmanović, J., Muhić-Šarac, T., Memić, M., Gambaro, A., Selović, A. (2014). Trace metal concentrations in size-fractionated urban atmospheric particles of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. *International Journal of Environmental Research*, 8 (3), 711–718.
- Akinfolarin, O. M., Boisa, N., Obunwo, C. C. (2017). Assessment of Particulate Matter-Based Air Quality Index in Port Harcourt, Nigeria. *Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 4 (4). doi: <https://doi.org/10.4172/2380-2391.1000224>
- Chaudhuri, S., Chowdhury, A. R. (2018). Air quality index assessment prelude to mitigate environmental hazards. *Natural Hazards*, 91 (1), 1–17. doi: <https://doi.org/10.1007/s11069-017-3080-3>
- Fedoniuk, R. H., Fedoniuk, T. P., Zimarioieva, A. A., Pazyk, V. M., Zubova, O. V. (2020). Impact of air born technogenic pollution on agricultural soils depending on prevailing winds in Polissya region (NW Ukraine). *Ecological Questions*, 31 (1), 69–85. doi: <https://doi.org/10.12775/eq.2020.007>
- Naila, M., Alioua, A. M. E. L., Tahar, A. L. İ. (2013). Impact of road traffic near the roads on the cypress in the region of Annaba Algeria. *TOJSAT*, 3 (1), 109–118. Available at: <https://dergipark.org.tr/en/pub/tojsat/issue/22706/242351>
- Monforte, P., Ragusa, M. A. (2018). Evaluation of the air pollution in a Mediterranean region by the air quality index. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190 (11). doi: <https://doi.org/10.1007/s10661-018-7006-7>
- Kampa, M., Castanas, E. (2008). Human health effects of air pollution. *Environmental Pollution*, 151 (2), 362–367. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.06.012>
- Tadjine, A., Courtois, A., Djebra, H. (2008). Toxicity of dust of dismissed complex of steel Annaba on some hematologic parameters of rabbit (Europeus). *Environmental research journal*, 2 (2), 76–79. Available at: <https://medwelljournals.com/abstract/?doi=erj.2008.76.79>
- Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease* (2016). World Health Organization, 121. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/250141>
- Rahal, F., Hadjou, Z., Blond, N., Aguejidad, R. (2018). Croissance urbaine, mobilité et émissions de polluants atmosphériques dans la région d'Oran, Algérie. *Cybergeo*. doi: <https://doi.org/10.4000/cybergeo.29111>
- Abederahmane, N., Khochemane, L., Gadri, L., Rais, K., Bennis, O. (2018). Impact of air pollution with dust in the Ouenza iron mine–NE Algeria. *Mining Science*, 25. doi: <https://doi.org/10.5277/msc182503>
- Kumar, G., Kumar, S., Suman (2022). Air quality index – A comparative study for assessing the status of air quality before and after lockdown for Meerut. *Materials Today*, 49, 3497–3500. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.575>
- Benselhou, A., Kharytonov, M. (2017). A comparison of approaches to the estimation of total airborne environment pollution in Algeria and Ukraine. *Taurida Scientific Herald*, 98. Available at: <https://www.europub.co.uk/articles/a-comparison-of-approaches-to-the-estimation-of-total-airborn-environment-pollution-in-algeria-and-ukraine-A-440640>

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.286039

#### ANALYSIS OF METHODS OF MANAGING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF THE NAVIGATION PASSAGE OF SHIPS OF MARITIME TRANSPORT

pages 33–42

*Sergii V. Sagin*, Doctor of Technical Sciences, Head of Department of Ship Power Plant, National University «Odessa Maritime Academy», Odessa, Ukraine, e-mail: [saginsergii@gmail.com](mailto:saginsergii@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8742-2836>

*Sergii S. Sagin*, Postgraduate Student, Department of Navigation, National University «Odessa Maritime Academy», Odessa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4147-5172>

*Volodymyr Madey*, Postgraduate Student, Department of Ship Power Plants, National University «Odessa Maritime Academy», Odessa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8692-9077>

The requirements of the MARPOL international convention on ensuring the environmental performance of marine diesel engines in relation to the emission of sulfur oxides, as well as marine fuels during navigation passages of sea transport vessels in special ecological areas, are given. The use of scrubber cleaning of exhaust gases and the use of fuel mixtures, which include biodiesel fuel, are considered as methods that meet these requirements. The research was carried out on ships of the Bulker Carrier class with deadweight of 63,246 tons during the navigation transition between the ports of Northern Europe. One of the vessels used scrubber cleaning of exhaust gases as a method of environmental safety management. The other is the use of fuel mixtures, which include biodiesel fuel. Both vessels are equipped with a 5S60ME-C8.2 MAN-Diesel&Turbo marine diesel engine as the main engine, and three 6EY18ALW Yanmar diesel engines as auxiliary engines. The ratio of sulfur oxides to carbon oxides –  $\text{SO}_2/\text{CO}_2$  – was chosen as an indicator for evaluating the effectiveness of environmental safety management methods. This value was monitored and regulated by an automatic monitoring system. It was found that both methods meet the requirements of the MARPOL convention, namely, they will support the  $\text{SO}_2/\text{CO}_2$  ratio in the range of 2.29–4.17 (when in special environmental control zones) and in the range of 6.46–20.83 (when in outside the zone of special environmental control). The use of environmental safety management methods increases energy costs for ensuring this process. When using exhaust gas scrubbing, additional power losses reach 237–278 kW. In the case of using a fuel mixture that includes biodiesel fuel, power losses amount to 18–20 kW. It has been experimentally confirmed that the use of a fuel mixture that includes biodiesel fuel is characterized by a lower level of environmental sustainability. At the same time, compared to the use of scrubber cleaning of exhaust gases, this method requires less energy consumption and is also characterized by simpler additional equipment. In this regard (and also taking into account that all the requirements of Annex VI MARPOL are provided), it is recommended as the main one to ensure the environmental safety of navigation passages of sea transport vessels.

**Keywords:** biodiesel fuel, environmental safety, emission of sulfur oxides, sea transport, navigation passage, exhaust gas scrubbing.

#### References

- Madey, V. (2022). Assessment of the efficiency of biofuel use in the operation of marine diesel engines. *Technology Audit and Production Reserves*, 2 (1 (64)), 34–41. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.255959>
- Gorb, S., Levinskyi, M., Budurov, M. (2022). Sensitivity Optimisation of a Main Marine Diesel Engine Electronic Speed Governor. *Scientific Horizons*, 24 (11), 9–19. doi: [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(11\).2021.9-19](https://doi.org/10.48077/scihor.24(11).2021.9-19)
- Fomin, O., Lovska, A., Skok, P., Rogovskii, I. (2021). Determination of the dynamic load of the carrying structure of the hopper wagon with the actual dimensions of structural elements. *Technology Audit and Production Reserves*, 1 (1 (57)), 6–11. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.225458>
- Fomin, O., Lovska, A., Kučera, P., Pištěk, V. (2021). Substantiation of Improvements for the Bearing Structure of an Open Car to Provide a Higher Security during Rail/Sea Transportation. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9 (8), 873. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse9080873>
- Maryanov, D. (2021). Development of a method for maintaining the performance of drilling fluids during transportation by Platform Supply Vessel. *Technology Audit and Production Reserves*, 5 (2 (61)), 15–20. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.239437>
- Sagin, S., Madey, V., Stoliaryk, T. (2021). Analysis of mechanical energy losses in marine diesels. *Technology Audit and Production Reserves*, 5 (2 (61)), 26–32. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.239698>
- Stoliaryk, T. (2022). Analysis of the operation of marine diesel engines when using engine oils with different structural characteristics. *Technology Audit and Production Reserves*, 5 (1 (67)), 22–32. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.265868>
- Sagin, S. V., Kuropyatnyk, O. A. (2021). Using exhaust gas bypass for achieving the environmental performance of marine diesel engines. *The Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, 7–8, 36–43. doi: <https://doi.org/10.29013/ajt-21-7-8-36-43>
- Melyk, O., Onyshchenko, S., Onishchenko, O. (2023). Development measures to enhance the ecological safety of ships and reduce operational pollution to the environment. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*, 118, 195–206. doi: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2023.118.13>
- Pušár, M., Tarbajovský, P., Lavčák, M., Šoltéssová, M. (2022). Marine Ancillary Diesel Engine Emissions Reduction Using Advanced Fuels. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10 (12), 1895. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse10121895>
- Sagin, S., Kuropyatnyk, O. (2018). The Use of Exhaust Gas Recirculation for Ensuring the Environmental Performance of Marine Diesel Engines. *Naše More*, 65 (2), 78–86. doi: <https://doi.org/10.17818/nm/2018/2.3>
- Öztürk, E., Can, Ö. (2022). Effects of EGR, injection retardation and ethanol addition on combustion, performance and emissions of a DI diesel engine fueled with canola biodiesel/diesel fuel blend. *Energy*, 244, 123129. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123129>
- Gallo, M., Marinelli, M. (2023). The Use of Hydrogen for Traction in Freight Transport: Estimating the Reduction in Fuel Consumption and Emissions in a Regional Context. *Energies*, 16 (1), 508. doi: <https://doi.org/10.3390/en16010508>
- Victorovych Sagin, S., Andriiovych Kuropyatnyk, O., Victorovych Zablotskyi, Y., Victorovich Gaichenia, O. (2022). Supplying of Marine Diesel Engine Ecological Parameters. *Naše More*, 69 (1), 53–61. doi: <https://doi.org/10.17818/nm/2022/1.7>
- Sagin, S., Kuropyatnyk, O., Sagin, A., Tkachenko, I., Fomin, O., Pištěk, V., Kučera, P. (2022). Ensuring the Environmental Friendliness of Drillships during Their Operation in Special Ecological Regions of Northern Europe. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10 (9), 1331. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse10091331>
- Rymar, T., Tatarchenko, H., Fomin, O., Pištěk, V., Kučera, P., Beran, M., Burlutskyy, O. (2022). The Study of Manufacturing Thermal Insulation Materials Based on Inorganic Polymers under Microwave Exposure. *Polymers*, 14 (15), 3202. doi: <https://doi.org/10.3390/polym14153202>
- Sagin, S., Madey, V., Sagin, A., Stoliaryk, T., Fomin, O., Kučera, P. (2022). Ensuring Reliable and Safe Operation of Trunk Diesel Engines of Marine Transport Vessels. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10 (10), 1373. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse10101373>
- Chu Van, T., Ramirez, J., Rainey, T., Ristovski, Z., Brown, R. J. (2019). Global impacts of recent IMO regulations on marine fuel oil refining processes and ship emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 70, 123–134. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.04.001>
- Ershov, M. A., Grigorieva, E. V., Abdellatif, T. M. M., Kapustin, V. M., Abdelkareem, M. A., Kamil, M., Olabi, A. G. (2021). Hybrid low-carbon high-octane oxygenated gasoline based on low-octane hydrocarbon fractions. *Science of The Total Environment*, 756, 142715. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142715>
- Bogdevicius, M., Semaskaite, V., Paulauskiene, T., Uebe, J., Danilevicius, A. (2022). Modelling and Simulation Hydrodynamics Processes in Liquefied Natural Gas Transportation Systems. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10 (12), 1960. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse10121960>
- Kuropyatnyk, O. A. (2020). Reducing the emission of nitrogen oxides from marine diesel engines. *Scientific research of the SCO countries: synergy and integration*, 154–160. doi: <https://doi.org/10.34660/INF.2020.24.53689>

22. Sagin, S. V. (2019). Decrease in mechanical losses in high-pressure fuel equipment of marine diesel engines. *Scientific research of the SCO countries: synergy and integration*, 1, 139–145. doi: <https://doi.org/10.34660/INF.2019.15.36258>
23. Sagin, S., Karianskyi, S., Madey, V., Sagin, A., Stoliaryk, T., Tkachenko, I. (2023). Impact of Biofuel on the Environmental and Economic Performance of Marine Diesel Engines. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11 (1), 120. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse11010120>
24. Vorokhobin, I., Burmaka, I., Fusar, I., Burmaka, O. (2022). Simulation Modeling for Evaluation of Efficiency of Observed Ship Coordinates. *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 16 (1), 137–141. doi: <https://doi.org/10.12716/1001.16.01.15>
25. Sagin, S. V. (2020) Determination of the optimal recovery time of the rheological characteristics of marine diesel engine lubricating oils. *Process Management and Scientific Developments*, 4, 195–202. doi: <https://doi.org/10.34660/INF.2020.4.52991>
26. Burmaka, I., Vorokhobin, M., Vorokhobin, I., Zhuravska, I. (2022). Forming the area of unacceptable values of the parameters of vessels' movement for the vessels' divergence at remote control process. *Acta Innovations*, 44, 5–17. doi: <https://doi.org/10.32933/actainnovations.44.1>
27. Ershov, M. A., Savelenko, V. D., Makhmudova, A. E., Rekhletskaia, E. S., Makhova, U. A., Kapustin, V. M. et al. (2022). Technological Potential Analysis and Vacant Technology Forecasting in Properties and Composition of Low-Sulfur Marine Fuel Oil (VLSFO and ULSFO) Bunkered in Key World Ports. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10 (12), 1828. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse10121828>
28. Likhonov, V., Lopatin, O., Mikheev, G., Belova, N., Maksimov, A. (2022). Mathematical Problem of the Stability Theory of the Gas Diesel Transport Control System. *Transportation Research Procedia*, 61, 219–223. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.01.036>
29. Ershov, M. A., Grigorieva, E. V., Abdellatif, T. M. M., Chernysheva, E. A., Makhin, D. Y., Kapustin, V. M. (2021). A new approach for producing mid-ethanol fuels E30 based on low-octane hydrocarbon surrogate blends. *Fuel Processing Technology*, 213, 106688. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2020.106688>
30. Huang, J., Fan, H., Xu, X., Liu, Z. (2022). Life Cycle Greenhouse Gas Emission Assessment for Using Alternative Marine Fuels: A Very Large Crude Carrier (VLCC) Case Study. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10 (12), 1969. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse10121969>
31. Lovska, A., Gerlici, J., Fomin, O., Ščastniak, P., Fomina, Y., Kravchenko, K. (2023). Investigation of the Strength of a Chain Binder for Securing a Wagon on the Railway Ferry Deck. *Communications – Scientific Letters of the University of Zilina*, 25 (2), B130–B139. doi: <https://doi.org/10.26552/com.c.2023.037>
32. Salova, T., Lekomtsev, P., Likhonov, V., Lopatin, O., Belov, E. (2023). Development of calculation methods and optimization of working processes of heat engines. *AIP Conference Proceedings*. doi: <https://doi.org/10.1063/5.0137793>
33. Ruiz Zardoya, A., Oregui Bengoetxea, I., Lopez Martinez, A., Loroño Lucena, I., Orosa, J. A. (2023). Methodological Design Optimization of a Marine LNG Internal Combustion Gas Engine to Burn Alternative Fuels. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11 (6), 1194. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse11061194>
34. Sagin, S. V., Stoliaryk, T. O. (2021). Comparative assessment of marine diesel engine oils. *The Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, 7–8, 29–35. doi: <https://doi.org/10.29013/ajt-21-7.8-29-35>
35. Wang, Y., Wang, Y., Sun, Y., Zhang, K., Zhang, C., Liu, J., Fu, C., Wang, J. (2022). Selective NO<sub>2</sub> Detection by Black Phosphorus Gas Sensor Prepared via Aqueous Route for Ship Pollutant Monitoring. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10 (12), 1892. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse10121892>
36. Vedachalam, S., Baquerizo, N., Dalai, A. K. (2022). Review on impacts of low sulfur regulations on marine fuels and compliance options. *Fuel*, 310, 122243. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.122243>
37. Zhu, J., Zhou, D., Yang, W., Qian, Y., Mao, Y., Lu, X. (2023). Investigation on the potential of using carbon-free ammonia in large two-stroke marine engines by dual-fuel combustion strategy. *Energy*, 263, 125748. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.125748>
38. Borge-Diez, D., Rosales-Asensio, E., Açıkcalp, E., Alonso-Martínez, D. (2023). Analysis of Power to Gas Technologies for Energy Intensive Industries in European Union. *Energies*, 16 (1), 538. doi: <https://doi.org/10.3390/en16010538>
39. Wang, X., Zhu, J., Han, M. (2023). Industrial Development Status and Prospects of the Marine Fuel Cell: A Review. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11 (2), 238. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse11020238>
40. Cherniak, L., Varshavets, P., Dorogan, N. (2017). Development of a mineral binding material with elevated content of red mud. *Technology Audit and Production Reserves*, 3 (3 (35)), 22–28. doi: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2017.105609>
41. Puškár, M., Kopas, M., Sabadka, D., Kliment, M., Šoltésová, M. (2020). Reduction of the Gaseous Emissions in the Marine Diesel Engine Using Biodiesel Mixtures. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8 (5), 330. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse8050330>
42. Smyshlyayeva, K. I., Rudko, V. A., Povarov, V. G., Shaidulina, A. A., Efimov, I., Gabdulkhakov, R. R., Pyagay, I. N., Speight, J. G. (2021). Influence of Asphaltene on the Low-Sulphur Residual Marine Fuels' Stability. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9 (11), 1235. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse9111235>
43. Winnes, H., Fridell, E., Moldanová, J. (2020). Effects of Marine Exhaust Gas Scrubbers on Gas and Particle Emissions. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8 (4), 299. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse8040299>
44. Paulauskiene, T., Bucas, M., Laukainaitė, A. (2019). Alternative fuels for marine applications: Biomethanol-biodiesel-diesel blends. *Fuel*, 248, 161–167. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.03.082>
45. Manimaran, R., Mohanraj, T., Prabakaran, S. (2023). Biodegradable waste-derived biodiesel as a potential green fuel: Optimization of production process and its application in diesel engine. *Industrial Crops and Products*, 192, 116078. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.116078>
46. Shu, Z., Gan, H., Ji, Z., Liu, B. (2022). Modeling and Optimization of Fuel-Mode Switching and Control Systems for Marine Dual-Fuel Engine. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10 (12), 2004. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse10122004>
47. Sultanbekov, R., Denisov, K., Zhurkevich, A., Islamov, S. (2022). Reduction of Sulphur in Marine Residual Fuels by Deasphalting to Produce VLSFO. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10 (11), 1765. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse10111765>
48. Chountalas, T. D., Founti, M., Hountalas, D. T. (2023). Review of Biofuel Effect on Emissions of Various Types of Marine Propulsion and Auxiliary Engines. *Energies*, 16 (12), 4647. doi: <https://doi.org/10.3390/en16124647>
49. Varbanets, R., Fomin, O., Pištěk, V., Klymenko, V., Minchev, D., Khrulev, A., Zalozh, V., Kučera, P. (2021). Acoustic Method for Estimation of Marine Low-Speed Engine Turbocharger Parameters. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9 (3), 321. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse9030321>
50. Gorb, S., Budurov, M. (2021). Increasing the Accuracy of a Marine Diesel Engine Operation Limit by Thermal Factor. *International Review of Mechanical Engineering (IREME)*, 15 (3), 115. doi: <https://doi.org/10.15866/ireme.v15i3.20865>
51. Maryanov, D. (2022). Control and regulation of the density of technical fluids during their transportation by sea specialized vessels. *Technology Audit and Production Reserves*, 1 (2 (63)), 19–25. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.252336>

52. Melnyk, O., Onyshchenko, S., Onishchenko, O., Lohinov, O., Ocheretna, V. (2023). Integral Approach to Vulnerability Assessment of Ship's Critical Equipment and Systems. *Transactions on Maritime Science*, 12 (1). doi: <https://doi.org/10.7225/toms.v12.n01.002>

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.286709

### ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF ABSORPTION REFRIGERATION APPLIANCES THROUGH THE USE OF REFRIGERATING ACCUMULATORS

pages 43–49

*Liudmyla Berezovska*, Postgraduate Student, Department of Oil and Gas Technologies, Engineering and Heat Power Engineering, Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2896-9839>

*Oleksandr Titlov*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of Oil and Gas Technologies, Engineering and Heat Power Engineering, Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine, e-mail: [titlov1959@gmail.com](mailto:titlov1959@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1908-5713>

One of the most important tasks of modern society is the solution of environmental and energy problems in power engineering and, in particular, refrigeration technology. At the same time, in the field of artificial cooling systems, it is necessary to solve the problems of reducing the impact on both the ozone layer and the greenhouse effect. An effective approach here can be absorption refrigeration systems with a natural working fluid (water-ammonia solution), which does not adversely affect the environment. For the effective use of absorption refrigeration systems, it is necessary to solve the problems of increasing their energy efficiency, in particular, through the use of cold accumulators. Thus, the object of research is absorption-type cooling systems with cold accumulators.

The paper analyzes cold accumulators with different physical nature. It is shown that melting substances can be the most effective for solving problems of low-temperature cooling. An analysis of the thermal scheme of an absorption freezer of the «chest» type, which is the most problematic in terms of providing cooling modes at a level of  $(-18)$ – $(-24)$  °C, was carried out. Optimization thermal calculations for typical absorption freezers up to 200 dm<sup>3</sup> have been performed. It is shown that when the chamber is initially loaded with a product at an ambient temperature, the cooling capacity of the installed absorption refrigeration units is not enough – no more than 50 % of the required one. For an absorption freezer of the «chest» type, the most suitable cold-storage materials are a eutectic aqueous solution of sodium chloride or propylene glycol, since these solutions have the desired melting point of the order of  $-18$  °C and a fairly high melting heat. The result of optimizing the weight and size characteristics of the internal volume of the absorption freezer is the following recommendations:

- the optimal size of wire baskets for placing products is 315×370×240 mm;
- the gaps between the basket and the cabinet wall, as well as between the baskets themselves, should be 10 mm to ensure normal convection conditions;
- it is not advisable to place fans inside the volume of the freezer at this stage, since the freezing time is reduced by a maximum of 30 %, but this results in additional heat generation, energy consumption and increases the shrinkage of the products stored in the chamber.

**Keywords:** environment, absorption refrigeration, ozone reduction, absorption freezer, cold accumulator, energy efficiency.

### References

1. Commission of the European DGXVII. *The European renewable energy study*. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg, 1, 38.
2. Consoli, F. (1993). Guidelines for life cycle assessment: A code of practice. Society of Environmental Toxicology and Chemistry workshop report. Sesimbra.
3. *Montreal Protocol on Substances That Deplete the Ozone Layer* (1987). Final Act. UNEP, 6.
4. McMullan, J. T. (2002). Refrigeration and the environment – issues and strategies for the future. *International Journal of Refrigeration*, 25 (1), 89–99. doi: [https://doi.org/10.1016/s0140-7007\(01\)00007-x](https://doi.org/10.1016/s0140-7007(01)00007-x)
5. Bolina, B., Deesa, B. R., Iagera, Dzh., Uorrika, R. (1989). *Parnikovyj efekt, izmenenie klimata i ekosistemy*. Leningrad: Gidrometeoizdat, 558.
6. DSTU 2295-93 (HOST 16317-95 ISO 5155-83, ISO 7371-85, IEC 335-2-24-84). *Prylady kholodylni elektrychni pobutovi. Zahalni tekhnichni umovy* (1996). Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 35.
7. Zheleznyi, V. P., Khlieva, O. Ia., Bykovets, N. P. (2001). Uchet emissii parnikovykh gazov pri formirovanii indikatorov dlia ekologo-energeticheskogo audita v kholodilnoi promyshlennosti. *Ekotekhnologii i resursoberezhennie*, 4, 51–58.
8. Dincer, I., Ratlamwala, T. A. (2016). Developments in Absorption Refrigeration Systems. *Integrated Absorption Refrigeration Systems Green Energy and Technology*, 241–257. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-33658-9\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-33658-9_8)
9. Titlov, A. S. (1997). Sravnenie kharakteristik absorbtcionnoi i kompressionnoi bytovoii kholodilnoi tekhniki. *Kholodilnaia tekhnika i tekhnologija*, 57, 39–41.
10. Titlov, O. S., Vasylyv, O. B. (1998). Vartisni ta ekolohichni ekspluatatsiini kharakterystyky aparativ pobutovoii kholodylnoi tekhniki v Ukraini i krainakh YeES. *Rynok instalatsiinyi*, 9, 18–20.
11. Zolfagharkhani, S., Zamen, M., Shahmardan, M. M. (2018). Thermodynamic analysis and evaluation of a gas compression refrigeration cycle for fresh water production from atmospheric air. *Energy Conversion and Management*, 170, 97–107. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.05.016>
12. Babakyn, B. S., Vyhodyn, V. A. (1998). *Bytovyie kholodylnyky y morozylnyky*. Moscow: Kolos, 631.
13. Titlov, A. S., Zakharov, N. D. (2007). Sovremennyyi uroven proizvodstva bytovykh absorbtcionnykh kholodilnykh priborov. *Naukovi praci ONAKhT*, 2 (31), 62–67.
14. Titlov, A. S. (2008). Povyshenie energeticheskoi effektivnosti absorbtcionnykh kholodilnykh priborov. *Naukovi praci ONAKhT*, 1 (34), 295–303.
15. Alekseev, V. A. (1975). *Okhlazhdenie radioelektronnoi apparatury s ispolzovaniem plaviashchikhsia veshchestv*. Moscow: Energiia, 88.
16. Danilin, V. N. (1981). *Fizicheskaia khimiia teplovykh akkumulatorov*. Krasnodar: Izd-vo Krasnodar. politekh. in-ta, 90.
17. DSTU 3023-95 (HOST 30204-95, ISO 5155-83, ISO 7371-85, ISO 8187-91). *Prylady kholodylni pobutovi. Ekspluatatsiini kharakterystyky ta metody vyprobuvan* (1996). Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 22.
18. Isachenko, V. P., Osipova, V. A., Sukomel, A. S. (1981). *Teploperedacha*. Moscow: Energiia, 416.
19. Dulnev, G. N. (1984). *Teplo- i massoobmen v radioelektronnoi apparature*. Moscow: Vysshiaia shkola, 247.
20. Chumak, I. G., Nikulshina, D. G. (1988). *Kholodilnye ustanovki. Proektirovanie*. Kyiv: Vysshiaia shkola, 280.
21. Rodríguez-Muñoz, J. L., Belman-Flores, J. M. (2014). Review of diffusion-absorption refrigeration technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30, 145–153. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.09.019>



**CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS**

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.286318

**РОЗРОБКА ВДСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ГРАФЕНОПОДІБНОГО ПОКРИТТЯ МЕТОДОМ LPCVD** сторінки 6–9

Яценко А. П.

Об'єктом дослідження в даній роботі було покриття оксиграфену на підкладці монокристалу кремнію. В роботі застосовано метод осадження з газової фази при низькому тиску LPCVD (Low Pressure Chemical Vapour Deposition) для отримання графеноподібних покриттів на термостійких матеріалах. Особливістю запропонованого LPCVD методу в порівнянні з класичним методом осадження з газової фази CVD (Chemical Vapour Deposition) методом каталітичного розкладу карбонвмісного газу з наступним осадженням графеноподібного покриття на мідному темплаті є застосування більшого парціального тиску газу, що призводить до осадження графеноподібного покриття не лише на поверхні мідного темплату-каталізатора, а й у всьому об'ємі реакційної камери та внесених до неї матеріалів. Як модель для нанесення покриття було використано темплат з монокристалічного кремнію. Отримані покриття різної товщини було досліджено методами скануючої електронної мікроскопії, Раманівської спектроскопії та проведено оцінку густини методом гелієвої пікнометрії. На основі аналізу результатів, отриманих з застосуванням методу скануючої електронної мікроскопії було показано можливість варіювання товщини покриття оксиграфену. Крім того, формування оксиграфену на підкладці монокристалу кремнію підтверджено методом Раманівської спектроскопії, а саме присутністю характерних піків в спектрах досліджуваних матеріалів. З використанням методу гелієвої пікнометрії виявлено зниження густини матеріалу з покриттям з 2,25 г/см<sup>3</sup> до 2,08 г/см<sup>3</sup>. Встановлено, що чим більша товщина покриття, тим нижча густина. Узагальнюючий аналіз показав, що розроблена LPCVD технологія дозволяє отримувати покриття оксиграфену на матеріалах будь-якої форми, пористості, розмірів та стійких за температур понад 600 °C з метою функціоналізації їх поверхні та вдосконалення і покращення властивостей.

**Ключові слова:** графен, оксиграфен, покриття, LPCVD метод, CVD метод, мікроструктура, Раманівська спектроскопія, густина.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.286693

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРИ ГРАНУЛ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПІСЛЯ КОНТАКТУ З ПОВІТРЯМ У ГРАНУЛЯЦІЙНІЙ БАШТІ** сторінки 10–14

Al-Khyatt Muhammad Nadhem, Складінський В. І., Острога Р. О., Скиданенко М. С., Юхименко М. П., Jozef Vosko, Острога Д. В., Забіцький Д. В., Москальчук О. М., Сергієнко А. Р.

Об'єктом дослідження є процес гранулювання азотних мінеральних добрив методом прилювання. Одним із найбільш проблемних місць є недостатня визначеність щодо динаміки зміни температури гранули при її охолодженні повітрям у грануляційній башті. У роботі розглядається процес гранулювання карбаміду за допомогою обертового вібраційного гранулятора. Представлена схема обертового вібраційного гранулятора у складі дослідного стенду для гранулювання плаву карбаміду, описана методика проведення експериментальних досліджень та конструктивні параметри гранулятора. Вказано, що у процесі експериментальних досліджень фіксувались температури плаву, гранул та охолоджуючого повітря. Підкреслено, що контакт охолоджуючого повітря з потоком гарячих гранул приводить до постійного підвищення температури повітря за рахунок тепла, яке передається від гранул, що зумовлює необхідність визначення кінцевої температури повітря, яке виходить із грануляційної башти. З цією метою розроблена математична модель та отримані розрахункові рівняння для визначення температури повітря, яке контактує з поверхнею гранули та температурного профілю всередині гранули. Чисельні розрахунки розрахункових рівнянь дозволили отримати температурні профілі гранули вздовж її радіусу. Наголошується, що теоретично отриманий температурний профіль не може бути точним показником реальних температур гранули при її падінні у грануляційній башті. Аналіз розрахункових результатів показує, що температура гранул у нижній частині грануляційної башти дорівнює 62–60 °C. Дана температура відповідає практично підтвердженій кінцевій температурі гранули, яка вимірювалась на експериментальному стенді.

**Ключові слова:** гранула, карбамід, прилювання, обертовий вібраційний гранулятор, конвективне охолодження, теплообмін, теплопровідність температурний профіль.

**FOOD PRODUCTION TECHNOLOGY**

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.286488

**ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ УДОСКОНАЛЕННЯ МАЙОНЕЗУ З РІЗНИМ СПІВВІДНОШЕННЯМ РОСЛИННИХ ОЛІЙ** сторінки 15–18

Криськова Л. П., Слівак С. М.

Об'єктом дослідження є процес формування стратегії удосконалення майонезу. На основі SWOT-аналізу сформовано стратегію удосконалення майонезу з різним співвідношенням соняшникової, лляної та конопляної олій з метою підвищення вмісту поліненасичених жирних кислот, зокрема родини Омега-3, зниження його калорійності та вироблення стратегії виведення продукту на ринок.

Під час проведення досліджень використовувалися такі методи: економіко-статистичний, метод SWOT-аналізу, експертний метод, аналітичний, програмно-цільовий, а також статистичні методи оброблення експериментальних даних.

У роботі вирішено поставлене завдання з формування стратегії удосконалення рецептурного складу майонезу промислового виробництва та виводу його на ринок. На сьогодні на ринку представлена величезна кількість майонезів з різним складом та різних за якістю, з низькою, середньою та підвищеною жирністю, із додаванням різноманітних добавок, які є небажаними для організму людини. Виходячи із широких можливостей використання майонезу в якості додаткового харчового продукту, постало завдання внести зміни у його склад, покращивши біологічну та харчову цінність майонезу з підвищеним вмістом поліненасичених жирних кислот, зокрема родини Омега-3. Такий змінений харчовий продукт можна вважати функціональним, оскільки з одного боку поліненасичені

жирні кислоти (ПНЖК) родини Омега-3 є в дефіциті у раціоні пересічного українця, а з іншого – відіграють важливу роль у профілактиці захворювань серцево-судинної, нервової, імунної систем організму. Проведений аналіз економічних, соціальних та технологічних факторів, що характеризують пропонувані продукти на ринку майонезів, дозволив сформуванню стратегію удосконалення майонезу з різним співвідношенням соняшникової, лляної та конопляної олій, а також виведення його на ринок, використовуючи маркетингові інструменти.

Практична реалізація даних пропозицій дозволить вивести на ринок майонез зі зниженою калорійністю, який міститиме істотно вищий вміст ПНЖК родини Омега-3, Омега-6 та Омега-9, що є корисними для організму людини. Отже, використання лляної та конопляної олій рекомендується для прихильників здорового харчування, що робить його затребуваним серед основних груп споживачів.

**Ключові слова:** майонез, поліненасичені жирні кислоти, лляна олія, конопляна олія, SWOT-аналіз, стратегія виведення продукту на ринок.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.286687

**ПОРІВНЯЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ АНТИОКСИДАНТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОРГАНІЧНОЇ ТА НЕОРГАНІЧНОЇ МЕЛІСИ** сторінки 19–23

**Ткаченко А. С.**

Об'єктом дослідження є органічна та неорганічна меліса. Предметом дослідження є антиоксидантні властивості даних рослин. Одним з найбільш проблемних місць є те, що органічна продукція має дещо відмінний хімічний склад, що пов'язано з відсутністю добрив при її вирощуванні. Гіпотеза дослідження полягає у тому, що органічні рослини виділяють природно більше фенолів та поліфенолів, необхідних для боротьби із шкідниками. У той же час, поліфенольні сполуки мають антиоксидантні властивості.

У роботі досліджено загальний вміст поліфенолів у мелісі органічній та неорганічній. Вміст поліфенолів у перерахунку на галову кислоту визначали спектрофотометричним методом за реакцією з реактивом Фоліна-Чокалтеу. З метою визначення антиоксидантних властивостей визначено вміст пероксидного числа та вміст кислотного числа жирової основи протягом зберігання. У якості жирової основи обрано суміш масла вершкового органічного та олії рижієвої органічної у співвідношенні 75:25. Сушена меліса вносила у кількості 4 % до маси жиру. Зміни жирової основи визначалися у трьох зразках: без додавання меліси, з додаванням сушеної меліси неорганічної та органічної. Зразки зберігалися у термостаті за температури 50 °C протягом 10 днів. Кожні 2 дні здійснювалися дослідження. Кількість пероксидів визначали йодометричним методом. Вміст кислотного числа визначався кожні 5 днів методом титрування. Встановлено, що органічна меліса має кращі антиоксидантні властивості. Це пов'язано із вмістом поліфенольних речовин. Так, вміст поліфенолів у звичайній мелісі становить 14,1 мг/г, а в органічній – 26,5 мг/г. Дослідженнями встановлено, що значення пероксидного числа після 10 днів зберігання становило 17 ½O для зразку з додаванням органічної меліси та 22 ½O для зразку з додаванням звичайної меліси. Зразок без додавання меліси мав значення 25 ½O. Значення кислотного числа жиру на десятій день зберігання становило 1,4 для зразку з додаванням неорганічної меліси та 1,1 для зразку з додаванням органічної меліси. Подальші дослідження планується присвятити впливу рослинних органічних антиоксидантів на ліпідну фракцію харчових продуктів.

**Ключові слова:** меліса органічна, пероксидне число, кислотне число, вміст поліфенолів, антиоксидантні властивості.

## ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.284841

**ОЦІНКА ІНДЕКСУ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ В АННАБІ** сторінки 24–32

**Salem Badjoudj, Aissa Benselhoub, Souad Narsis, Довбаш Н. І., Abdelaziz Idres, Khadouja Marame Benghadab, Fares Boutarfa, Mohamed Bounouala, Stefano Bellucci**

Останніми роками у світі спостерігається серйозний екологічний дисбаланс через катастрофічну ситуацію та шкоду, завдану навколишньому середовищу. Діяльність людини, як-от утилізація відходів, цементні заводи, металургія, хімічна промисловість тощо, є основними причинами забруднення. Забруднення повітря безпосередньо впливає на рівень життя людини, забруднювачі вимагають регулярного контролю з огляду на їх прямиий вплив на здоров'я у вигляді оксиду азоту, діоксиду сірки, озону та твердих речовин. Алжир дотримується міжнародних стандартів для моніторингу рівнів забруднення, зафіксованого в алжирських містах, і порівнює їх із світовими рівнями. Отже, об'єктом цього дослідження був індекс якості повітря (AQI) в Аннабі (північний схід Алжиру). У цій роботі були проведені кількісні оцінки забруднених відходів у результаті деяких промислових видів діяльності, щоб визначити ступінь їх небезпеки та ступінь їхнього внеску в погіршення якості повітря. Моніторинг забруднюючих речовин дозволив виявити переваги комплексної екологічної експертизи. Визначено індекс якості повітря, використовуючи різні параметри забруднюючих речовин (пил, озон, діоксид азоту та діоксид сірки). Прийнята в Алжирі десятибальна шкала ранжирування загального індексу якості повітря забруднення дозволяє проводити диференційовану оцінку негативного впливу існуючих промислових агломерацій на навколишнє середовище. Однак аналіз, проведений на зразках DC1 і DC2 за допомогою SEM (модель TESCAN VEGA II) і детектора BSE (Backscattered Electrons), показує, що розміри частинок варіюються від сотень мікрон до кількох мікрон, мають іншу морфологію та неправильну форму. Проведені результати дозволять політикам вжити відповідних заходів, які в основному ґрунтуються на підвищенні обізнаності економічних операторів про екологічні проблеми з метою впровадження екологічно чистої промислової системи.

**Ключові слова:** тверді речовини, атмосферне забруднення, якість повітря, порогові значення, північний схід Алжиру.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.286039

**АНАЛІЗ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ СУДЕН МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ** сторінки 33–42

**Sagin C. B., Sagin C. C., Мадей В. В.**

Наведені вимоги міжнародної конвенції MARPOL щодо забезпечення екологічних показників роботи суднових дизелів стосовно емісії оксидів сірки, а також до морських палив під час навігаційних переходів суден морського транспорту в спеціальних екологічних

районах. Як методи, що забезпечують ці вимоги, розглянуто використання скрубєрного очищення випускних газів та використання паливних сумішей, до складу яких входить біодизельне паливо. Дослідження виконувались на суднах класу Bulker Carrier дедвейтом 63246 тонн під час навігаційного переходу між портами Північної Європи. Як метод управління екологічної безпекою на одному з суден використовувалось скрубєрне очищення випускних газів. На іншому – використання паливних сумішей, до складу яких входить біодизельне паливо. На обох суднах як головний двигун встановлено судновий дизель 5S60ME-C8.2 MAN-Diesel&Turbo, як допоміжні – три дизеля 6EY18ALW Yanmar. Як показник, за яким виконувалась оцінка ефективності методів управління екологічною безпекою, обиралось відношення оксидів сірки до оксидів вуглецю –  $SO_2/CO_2$ . Це значення контролювалось та регулювалось системою автоматичного моніторингу. Встановлено, що обидва методи забезпечують вимоги конвенції MARPOL, а саме підтримають відношення  $SO_2/CO_2$  в діапазоні 2,29–4,17 (під час знаходження в зонах спеціального екологічного контролю) та в діапазоні 6,46–20,83 (під час знаходження поза зоною спеціального екологічного контролю). Використання методів управління екологічною безпекою підвищує витрати енергії на забезпечення цього процесу. Під час використання скрубєрного очищення випускних газів додаткові втрати потужності досягають 237–278 кВт. У разі використання паливної суміші, до складу якої входить біодизельне паливо, втрати потужності становлять 18–20 кВт. Експериментально підтверджено, що використання паливної суміші, до складу якої входить біодизельне паливо, характеризується меншим рівнем екологічної стійкості. При цьому, порівняно до використання скрубєрного очищення випускних газів, цей метод вимагає менше витрат енергії, а також характеризується більш простим додатковим обладнанням. У зв'язку з цим (а також враховуючи, що при цьому забезпечуються всі вимоги Annex VI MARPOL), саме він рекомендується як основний для забезпечення екологічної безпеки навігаційних переходів суден морського транспорту.

**Ключові слова:** біодизельне паливо, екологічна безпека, емісія оксидів сірки, морський транспорт, навігаційний перехід, скрубєрне очищення випускних газів.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.286709

### **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ХОЛОДОАКУМУЛЯТОРІВ** сторінки 43–49

**Березовська Л. В., Тітлов О. С.**

Одним із найважливіших завдань сучасного суспільства є вирішення еколого-енергетичних проблем в енергомашинобудуванні та, зокрема, холодильній техніці. При цьому в галузі систем штучного охолодження необхідно вирішувати проблеми зниження впливу і на озоновий шар, і на ефект парнику. Ефективним підходом тут можуть бути абсорбційні холодильні системи з природним робочим тілом (водоаміачним розчином), яке не надає несприятливого впливу на навколишнє середовище. Для ефективного використання абсорбційних холодильних систем необхідно вирішувати завдання підвищення їхньої енергетичної ефективності, зокрема, за рахунок застосування холодоакумуляторів. Таким чином, об'єктом дослідження є системи охолодження абсорбційного типу із холодоакумуляторами.

У роботі проведено аналіз холодоакумуляторів із різною фізичною природою. Показано, що найбільш ефективними для вирішення задач низькотемпературного охолодження можуть бути речовини, що плавляться. Проведено аналіз теплової схеми абсорбційного морозильника типу «скриня», який є найбільш проблемним щодо забезпечення режимів охолодження на рівні  $(-18)$ – $(-24)$  °C. Виконано оптимізаційні теплові розрахунки для типових абсорбційних морозильних камер об'ємом до 200 дм<sup>3</sup>. Показано, що при початковому завантаженні камери продуктом із температурою навколишнього середовища холодопродуктивності встановлених абсорбційних холодильних агрегатів недостатньо – не більше 50 % необхідної. Для абсорбційного морозильника типу «скриня» найбільш підходящими холодоакумуляуючими матеріалами є евтектичний водний розчин хлориду натрію або пропіленгліколю, тому що ці розчини мають необхідну температуру плавлення порядку  $-18$  °C і досить високу теплоту плавлення. Результатом оптимізації масогабаритних характеристик внутрішнього об'єму морозильної абсорбційної камери є наступні рекомендації:

- оптимальний розмір дротяних кошиків для розміщення продуктів становить 315×370×240 мм;
- зазори між кошиком та стінкою шафи, а також між самими кошиками має становити 10 мм для забезпечення нормальних умов конвекції;
- поміщати вентилятори всередині об'єму морозильної камери на даному етапі недоцільно, оскільки час заморожування знижується максимум на 30 %, але при цьому відбувається додаткові тепловиділення, витрати електроенергії та збільшується усушка продуктів, що зберігаються в камері.

**Ключові слова:** навколишнє середовище, абсорбційний холодильний прилад, зниження дії на озоновий шар, абсорбційний морозильник, холодоакумулятор, енергетична ефективність.