

ABSTRACT AND REFERENCES

ECOLOGY

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.219556

GIS-ASSISTED REVEALING OF SPATIO-TEMPORAL DYNAMICS IN PHYCOLOGICAL INDICES OF THE DANUBE RIVER DELTA (p. 6–13)

Aleksander Vasenko

Research Institution “Ukrainian Research Institute of Environmental Problems”, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2958-4818>

Vladimir Brook

Research Institution “Ukrainian Research Institute of Environmental Problems”, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8795-2869>

Yurii Svyrydov

Research Institution “Ukrainian Research Institute of Environmental Problems”, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3965-3004>

Hanna Milanich

Research Institution “Ukrainian Research Institute of Environmental Problems”, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1900-1444>

With the aim to predict shifts in water quality in the Danube river delta, a geographic information system (GIS) for environmental monitoring with additional functions for analyzing time-dependent series of observation results was developed. Using the developed GIS, the main trends of shifts in phycological indices of water quality for the period starting from 2005 were revealed. The topicality of these studies is dictated by the need to determine the impact of shifts in aquatic chemistry on the biotic component of the ecosystem.

According to data on the Pantle-Buck saprobity index, there was a trend to improving water quality during the study period. A downward trend in species diversity was found using the Shannon diversity index calculated from the abundance of phytoplankton. The revealed trends in phycological indices were observed already in the inlet section of the Danube river delta (above Reni), i.e. they are due to factors operating outside the Danube delta.

The obtained results on the trends of phycological parameters correlate with the previously obtained data of the analysis of the results of monitoring of aquatic chemistry parameters. The revealed downward trend in the saprobity index stems from a trend of improving water quality in terms of: BOD₅ (correlation coefficient, $R=0.68$; significance level, $\alpha=6\%$), phosphate phosphorus ($R=0.70$; $\alpha=5\%$), suspended solids ($R=0.80$; $\alpha=2\%$). The downward trend in the Shannon diversity index calculated from the abundance of phytoplankton is explained by an upward trend in manganese concentration ($R=-0.75$; $\alpha=3\%$).

The decrease in phytoplankton diversity according to the Shannon diversity index calculated from the phytoplankton abundance is explained by a sharp increase in the abundance of cyanophytes.

The results obtained are of significant interest for predicting shifts in the ecological condition of the Danube river delta.

Keywords: phycological indices, phytoplankton biomass, Shannon diversity index, saprobity index, time-dependent trend.

References

- Dyrektyva 2000/60/Yes Yevropeiskoho Parlamentu i Rady «Pro vstanovlennia ramok diyalnosti Spivtovarystva v haluzi vodnoi polityky» vid 23 zhovtnia 2000 roku. Available at: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_962/
- Liška, I. (Ed.) (2006). Water Quality in the Danube River Basin – 2006. ICPDR / International Commission for the Protection of the Danube River. TNMN Yearbook, 40.
- Brunnthaler, J. (1900). Plankton Studien. I. Das Phytoplankton des Donaustromes bei Wien. Verhandlungen Zoologisch Botanische Gesellschaft Wien, 50, 308–311.
- Steuer, A. (1900). Das Zoo-Plankton der „alten Donau“ bei Wien. Biologisches Zentralblatt, 20, 25–32.
- Hala'sz, M. (1936). Adatok a soroksa'ri Dunaa'g algavegeta'cioja'nak ismerete'hez. Bot Ko'zleme'nyek, 33, 139–181.
- Schallgruber, F. (1943). Das Plankton des Donaustromes bei Wien in qualitativer und quantitativer Hinsicht. Archiv Hydrobiologie, 39, 665–689.
- Stundl, K. (1951). Zur Hydrographie und Biologie der o'sterreichischen Donau. Schweizerische Zeitschrift Hydrologie, 13, 36–53.
- Joint Danube Survey 2. ICPDR. Available at: <http://www.icpdr.org/main/activities-projects/joint-danube-survey-2>
- Dokulil, M. T. (2014). Phytoplankton of the River Danube: Composition, Seasonality and Long-Term Dynamics. The Danube River Basin, 411–428. doi: https://doi.org/10.1007/698_2014_293
- Vasenko, A., Vernichenko, A., Vernichenko-Tsvetkov, D., Lungu, M., Milanich, A., Pristinska, A. (2015). Analysis of changeability of the structural and functional phytoplankton characteristic in the lower and delta of Danube River within the Ukraine borders. Visnyk Cherkaskoho universytetu. Seriya: Biolohichni nauky, 19, 35–48. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VchuB_2015_19_7
- Romanenko, V. D., Afanas'ev, S. A., Lyashenko, A. V., Vasenko, A. G. (2012). Kontseptual'nye osnovy monitoringa bioraznoobraziya i bioresursov vodnyh obektov nizhnego Dunaya. Hidrobiologicheskii zhurnal, 48 (1), 3–15.
- Timofti, M., Iticescu, C., Arseni, M., Calmuc, M., Calmuc, V.-A., Georgescu, L. P. (2019). Preliminary Analysis on the River Danube Water Quality by Using Different Kinds of Methods. International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics, 9 (1), 65–72. doi: <https://doi.org/10.17706/ijbbb.2019.9.1.65-72>
- Iticescu, C., Georgescu, L. P., Murariu, G., Topa, C., Timofti, M., Pintilie, V., Arseni, M. (2019). Lower Danube Water Quality Quantified through WQI and Multivariate Analysis. Water, 11 (6), 1305. doi: <https://doi.org/10.3390/w11061305>
- Murariu, G., Popa, P., Timofti, M., Georgescu, L. P. (2018). Multivariate Statistical Analyses of Danube River Water Quality at Galati, Romania. Environmental Engineering and Management Journal, 17 (5), 1249–1266. doi: <https://doi.org/10.30638/eemj.2018.124>
- Nassar, M. Z., Mohamed, H. R., Khiray, H. M., Rashedy, S. H. (2014). Seasonal fluctuations of phytoplankton community and physico-chemical parameters of the north western part of the Red Sea, Egypt. The Egyptian Journal of Aquatic Research, 40 (4), 395–403. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2014.11.002>
- George, B., Nirmal Kumar, J. I., Kumar, R. N. (2012). Study on the influence of hydro-chemical parameters on phytoplankton distribution along Tapi estuarine area of Gulf of Khambhat, India. The Egyptian Journal of Aquatic Research, 38 (3), 157–170. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2012.12.010>
- Vasenko, A. G., Bruk, V. V., Sviridov, Yu. V. (2019). Geoinformatsionnaya sistema dlya analiza dannyh ekologicheskogo monitoringa

- ukrainskoy chasti del'ty Dunaya. *Science Review*, 4 (21), 20–24. doi: https://doi.org/10.31435/rsglobal_sr/31052019/6489
18. Arsan, O. M., Davydov, O. A., Diachenko, T. M. et al.; Romanenko, V. D. (Ed.) (2006). *Metody hidroekologichnykh doslidzhen poverkhnevnykh vod*. Kyiv: LOHOS, 408.
 19. Danube River Basin Geographic Information System. Available at: <https://www.danubegis.org/>
 20. Interaktyvna karta zabrudnenosti richok v Ukraini na osnovi danykh Derzhavnogo ahentstva vodnykh resursiv «Chysta voda». Available at: <https://texty.org.ua/water/>
 21. Romanenko, V. D., Zhukynskiy, V. M., Oksiuk, O. P. et al. (1998). *Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevnykh vod za vidpovidnyy katehoriyamy*. Kyiv: SYMVOL-T, 28.
 22. Bumbu, Ya. V. (1976). *Mikroelementy v zhizni fitoplanktona*. Kishinev: Shtiintsa, 115.
 23. Kamenets, A. F. (2017). Vliyanie ionov margantsa (II) na scenedemus quadricauda. *Vestnik VGU. Seriya: Himiya. Biologiya. Farmatsiya*, 1, 67–70.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.218714

CONSTRUCTION OF A METHOD FOR DETECTING ARBITRARY HAZARD POLLUTANTS IN THE ATMOSPHERIC AIR BASED ON THE STRUCTURAL FUNCTION OF THE CURRENT POLLUTANT CONCENTRATIONS (p. 14–22)

Volodymyr Sadkovyi

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7054-671X>

Boris Pospelov

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

Vladimir Andronov

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7486-482X>

Evgeniy Rybka

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5396-5151>

Olekii Krainiukov

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

Anatoliy Rud

State Agrarian and Engineering University in Podilia, Kamianets-Podilsky, Ukraine

Kostiantyn Karpets

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6388-7647>

Yuliia Bezuhla

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

This paper reports the construction of a method for calculating the structural function within a moving window of the fixed size, based on measuring the vector of current concentrations of arbitrary air pollutants. The use of a moving window makes it possible to reveal the current moments of the emergence of inhomogeneities in the polluted atmosphere. In this case, the time shift of the structural function reveals the corresponding time scale of this heterogeneity. It has been shown that, in contrast

to the known method, the proposed method makes it possible to reveal the dynamics of the levels and scales of local inhomogeneities of the polluted air using only the current measurements of concentration for an arbitrary number of pollutants. It is noted that the method does not use information about the current meteorological conditions of the atmosphere and the features of urban infrastructure near a pollution control point. Therefore, the method is universal; it could be applied to arbitrary control points of atmospheric pollution across various territories of states. The efficiency of the proposed method was tested using the example of actual measurements of the concentrations of urban air pollutants involving formaldehyde, ammonia, and nitrogen dioxide. The reported results generally indicate the applicability of the proposed method. It has been experimentally established that the method makes it possible to identify, in real time, the areas of local inhomogeneities characteristic of hazardous air pollution associated with the absence of dispersion and accumulation of pollutants in the air. In addition, the method makes it possible to detect in real time both the levels and the scale of inhomogeneities in the polluted atmosphere. It has been experimentally established that before the occurrence of the tested reliable emergency in a polluted atmosphere, the level of local heterogeneity was 0.015 units at its time scale corresponding to 8 counts. Next, by the time of the emergency, the level of heterogeneity decreased to 0.0025 units at the time scale corresponding to 2 counts. It has been experimentally established that for this case the forecast time of the occurrence of an emergency was 4 counts or 24 hours.

Keywords: air pollution, structural function, detection of hazardous pollution, pollution inhomogeneity scale.

References

1. Egondi, T., Kyobutungi, C., Ng, N., Muindi, K., Oti, S., Vijver, S. et al. (2013). Community Perceptions of Air Pollution and Related Health Risks in Nairobi Slums. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(10), 4851–4868. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph10104851>
2. Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Krainiukov, O., Maksymenko, N., Meleshchenko, R. et al. (2020). Mathematical model of determining a risk to the human health along with the detection of hazardous states of urban atmosphere pollution based on measuring the current concentrations of pollutants. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (10 (106)), 37–44. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.210059>
3. McCarron, G. (2018). Air Pollution and human health hazards: a compilation of air toxins acknowledged by the gas industry in Queensland's Darling Downs. *International Journal of Environmental Studies*, 75 (1), 171–185. doi: <https://doi.org/10.1080/00207233.2017.1413221>
4. Ten threats to global health in 2019. World Health Organization.
5. Social Costs of Morbidity Impacts of Air Pollution (2016). OECD Environment Working Papers. doi: <https://doi.org/10.1787/5jm55j7cq0lv-en>
6. Burnett, R., Chen, H., Szyszkowicz, M., Fann, N., Hubbell, B., Pope, C. A. et al. (2018). Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor fine particulate matter. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115 (38), 9592–9597. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.1803222115>
7. Kemp, A. C., Horton, B. P., Donnelly, J. P., Mann, M. E., Vermeer, M., Rahmstorf, S. (2011). Climate related sea-level variations over the past two millennia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (27), 11017–11022. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.1015619108>

8. Pope, C. A., Cropper, M., Coggins, J., Cohen, A. (2014). Health benefits of air pollution abatement policy: Role of the shape of the concentration–response function. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 65 (5), 516–522. doi: <https://doi.org/10.1080/10962247.2014.993004>
9. Xie, Y., Bowe, B., Yan, Y., Xian, H., Li, T., Al-Aly, Z. (2019). Estimates of all cause mortality and cause specific mortality associated with proton pump inhibitors among US veterans: cohort study. *BMJ*, 11580. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.l1580>
10. Bowe, B., Xie, Y., Xian, H., Balasubramanian, S., Zayed, M. A., Al-Aly, Z. (2016). High Density Lipoprotein Cholesterol and the Risk of All-Cause Mortality among U.S. Veterans. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 11 (10), 1784–1793. doi: <https://doi.org/10.2215/cjn.00730116>
11. About Underlying Cause of Death, 1999–2018. Available at: <https://wonder.cdc.gov/ucd-icd10.html>
12. Vitolo, C., Scutari, M., Ghalaieny, M., Tucker, A., Russell, A. (2018). Modeling Air Pollution, Climate, and Health Data Using Bayesian Networks: A Case Study of the English Regions. *Earth and Space Science*, 5 (4), 76–88. doi: <https://doi.org/10.1002/2017ea000326>
13. Bai, L., Wang, J., Ma, X., Lu, H. (2018). Air Pollution Forecasts: An Overview. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15 (4), 780. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph15040780>
14. Tong, Y., Wan, B. (2001). Methods of forecasting air pollution and their development at home and abroad. *Proceedings of the Sixth National Academic Conference on Environmental Monitoring*.
15. Rahman, N. H. A., Lee, M. H., Suhartono, Latif, M. T. (2014). Artificial neural networks and fuzzy time series forecasting: an application to air quality. *Quality & Quantity*, 49 (6), 2633–2647. doi: <https://doi.org/10.1007/s11135-014-0132-6>
16. Luo, X., Cao, H. (2012). Evaluation of air quality using the CMAQ modeling system. *Procedia Environmental Sciences*, 12, 159–165. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.01.261>
17. Sharma, N., Agarwal, A. K., Eastwood, P., Gupta, T., Singh, A. P. (2017). Introduction to Air Pollution and Its Control. *Air Pollution and Control*, 3–7. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-10-7185-0_1
18. Marwan, N. (2011). How to avoid potential pitfalls in recurrence plot based data analysis. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 21 (04), 1003–1017. doi: <https://doi.org/10.1142/s0218127411029008>
19. Marwan, N., Webber, C. L., Macau, E. E. N., Viana, R. L. (2018). Introduction to focus issue: Recurrence quantification analysis for understanding complex systems. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, 28 (8), 085601. doi: <https://doi.org/10.1063/1.5050929>
20. Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Meleshchenko, R., Gornostal, S. (2018). Analysis of correlation dimensionality of the state of a gas medium at early ignition of materials. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (10 (95)), 25–30. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.142995>
21. Pospelov, B., Rybka, E., Meleshchenko, R., Borodych, P., Gornostal, S. (2019). Development of the method for rapid detection of hazardous atmospheric pollution of cities with the help of recurrence measures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (10 (97)), 29–35. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155027>
22. Adeniji, A. E., Olusola, O. I., Njah, A. N. (2018). Comparative study of chaotic features in hourly wind speed using recurrence quantification analysis. *AIP Advances*, 8 (2), 025102. doi: <https://doi.org/10.1063/1.4998674>
23. Wendi, D., Marwan, N., Merz, B. (2018). In Search of Determinism-Sensitive Region to Avoid Artefacts in Recurrence Plots. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 28 (01), 1850007. doi: <https://doi.org/10.1142/s0218127418500074>
24. Donner, R. V., Balasis, G., Stolbova, V., Georgiou, M., Wiedermann, M., Kurths, J. (2019). Recurrence-Based Quantification of Dynamical Complexity in the Earth’s Magnetosphere at Geospace Storm Timescales. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124 (1), 90–108. doi: <https://doi.org/10.1029/2018ja025318>
25. Garcia-Ceja, E., Uddin, M. Z., Torresen, J. (2018). Classification of Recurrence Plots’ Distance Matrices with a Convolutional Neural Network for Activity Recognition. *Procedia Computer Science*, 130, 157–163. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.025>
26. Neves, F. M., Viana, R. L., Pie, M. R. (2017). Recurrence analysis of ant activity patterns. *PLOS ONE*, 12 (10), e0185968. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185968>
27. Ozken, I., Eroglu, D., Breitenbach, S. F. M., Marwan, N., Tan, L., Tirnakli, U., Kurths, J. (2018). Recurrence plot analysis of irregularly sampled data. *Physical Review E*, 98 (5). doi: <https://doi.org/10.1103/physreve.98.052215>
28. Thiel, M., Romano, M. C., Kurths, J., Meucci, R., Allaria, E., Arecchi, F. T. (2002). Influence of observational noise on the recurrence quantification analysis. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 171 (3), 138–152. doi: [https://doi.org/10.1016/s0167-2789\(02\)00586-9](https://doi.org/10.1016/s0167-2789(02)00586-9)
29. Schinkel, S., Dimigen, O., Marwan, N. (2008). Selection of recurrence threshold for signal detection. *The European Physical Journal Special Topics*, 164 (1), 45–53. doi: <https://doi.org/10.1140/epjst/e2008-00833-5>
30. Eroglu, D., Marwan, N., Stebich, M., Kurths, J. (2018). Multiplex recurrence networks. *Physical Review E*, 97 (1). doi: <https://doi.org/10.1103/physreve.97.012312>
31. Webber, C. L., Ioana, C., Marwan, N. (Eds.) (2016). *Recurrence Plots and Their Quantifications: Expanding Horizons*. Springer Proceedings in Physics. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29922-8>
32. Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Meleshchenko, R., Borodych, P. (2018). Studying the recurrent diagrams of carbon monoxide concentration at early ignitions in premises. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (9 (93)), 34–40. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.133127>
33. Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Skliarov, S. (2017). Design of fire detectors capable of self-adjusting by ignition. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (9 (88)), 53–59. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.108448>
34. Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Skliarov, S. (2017). Research into dynamics of setting the threshold and a probability of ignition detection by selfadjusting fire detectors. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (9 (89)), 43–48. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.110092>
35. Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Krainiukov, O., Karpets, K., Pirohov, O. et al. (2019). Development of the correlation method for operative detection of recurrent states. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (4 (102)), 39–46. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.187252>
36. Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Popov, V., Romin, A. (2018). Experimental study of the fluctuations of gas medium parameters as early signs of fire. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (10 (91)), 50–55. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.122419>

37. Stankovic, L., Dakovic, M., Thayaparan, T. (2014). Time-frequency signal analysis. Kindle edition, 655.
38. Avargel, Y., Cohen, I. (2010). Modeling and Identification of Nonlinear Systems in the Short-Time Fourier Transform Domain. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 58 (1), 291–304. doi: <https://doi.org/10.1109/tsp.2009.2028978>
39. Giv, H. H. (2013). Directional short-time Fourier transform. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 399 (1), 100–107. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmaa.2012.09.053>
40. Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Popov, V., Semkiv, O. (2018). Development of the method of frequencytemporal representation of fluctuations of gaseous medium parameters at fire. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (10 (92)), 44–49. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.125926>
41. Pospelov, B., Rybka, E., Meleshchenko, R., Krainiukov, O., Harbuz, S., Bezuhla, Y. et. al. (2020). Use of uncertainty function for identification of hazardous states of atmospheric pollution vector. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (10 (104)), 6–12. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200140>
42. Pospelov, B., Kovrehin, V., Rybka, E., Krainiukov, O., Petukhova, O., Butenko, T. et. al. (2020). Development of a method for detecting dangerous states of polluted atmospheric air based on the current recurrence of the combined risk. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (9 (107)), 49–56. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.213892>
43. Kaladze, V. A. (2012). Mathematical models of casual processes with stationary increments and the non-uniform information dynamic processing. *Lorman*, 136.
44. Tatarskiy, V. I. (1967). *Rasprostranenie voln v turbulentnoy atmosfere*. Moscow: Nauka.
45. Prohorov, S. A., Grafkin, V. V. (2010). *Strukturno-spektral'niy analiz sluchaynyh protsessov*. Samara: SNTS RAN, 128.
46. Kondratenko, O. M., Vambol, S. O., Stokov, O. P., Avramenko, A. M. (2015). Mathematical model of the efficiency of diesel particulate matter filter. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 6, 55–61.
47. Otrosh, Y., Semkiv, O., Rybka, E., Kovalov, A. (2019). About need of calculations for the steel framework building in temperature influences conditions. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 708, 012065. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/708/1/012065>
48. Semko, A. N., Beskrovnaya, M. V., Yagudina, N. I., Vinogradov, S. A., Hritsina, I. N. (2014). The usage of high speed impulse liquid jets for putting out gas blowouts. *Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, 52 (3), 655–664.
49. Kustov, M. V., Kalugin, V. D., Tutunik, V. V., Tarakhno, E. V. (2019). Physicochemical principles of the technology of modified pyrotechnic compositions to reduce the chemical pollution of the atmosphere. *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*, 1, 92–99. doi: <https://doi.org/10.32434/0321-4095-2019-122-1-92-99>
50. Loboichenko, V. M., Vasyukov, A. E., Tishakova, T. S. (2017). Investigations of Mineralization of Water Bodies on the Example of River Waters of Ukraine. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, 14 (4), 37–41. doi: <https://doi.org/10.3233/ajw-170035>
51. Pospelov, B., Rybka, E., Togobytska, V., Meleshchenko, R., Danchenko, Y., Butenko, T. et. al. (2019). Construction of the method for semi-adaptive threshold scaling transformation when computing recurrent plots. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (10 (100)), 22–29. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.176579>

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.216366

IMPROVING THE CALCULATION OF COLLECTING PERFORATED PIPELINES FOR WATER TREATMENT STRUCTURES (p. 23–28)

Andriy Kravchuk

Kyiv National University of Construction and Architecture,
Kyiv, UkraineORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8732-9244>

Gennadii Kochetov

Kyiv National University of Construction and Architecture,
Kyiv, UkraineORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0041-7335>

Oleksandr Kravchuk

Kyiv National University of Construction and Architecture,
Kyiv, UkraineORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6578-8896>

This paper reports the results of the experimental and theoretical studies of the characteristics of perforated pipelines, which are used to collect and dispose water from capacitive treatment structures of water supply and sewerage systems. The value and nature of the change in the flow rate through the perforation holes μ_{col} lengthwise a pipeline have been examined depending on the design characteristics of the perforated pipes and parameters of a fluid flow in the pipeline. Measurements were carried out at a specially assembled experimental bench. The experiments determined the nature of changes in the flow rate value, as well as in the piezometric line along the collector. The obtained data showed that the flow rate factor μ_{col} varies along the length of the collecting channel. Its value depends on the ratio of the velocity of the fluid jets that enter the pipe to the average velocity in the examined cross-section (U_j/V). In this case, this ratio also changes along the path; it has a maximum value at the beginning of the pipe and a minimum value at its end. The variable flow rate factor of perforation holes, on the contrary, had a minimum at the beginning and a maximum at the end of the collector. The result of the analysis of initial equations and the findings based on experimental data has shown that calculations may assume, without a significant error, the flow rate factor value of perforation holes μ_{col} to be constant lengthwise the collector. The impact of the transit flow rate on the value of this coefficient has also been estimated. It is shown that the increase in transit leads to a certain increase in the flow rate factor, which is averaged for the entire collector. The paper proposes empirical dependences that are convenient to use in order to calculate the flow rate factor, both variable and constant, for the case of the presence and absence of transit in the head drainage channel.

Keywords: variable flow rate, collecting perforated pipeline, perforation hole flow rate factor, pipe duty factor.

Reference

1. Egorov, A. I. (1984). *Gidravlika napornyh trubchatykh sistem v vodoprovodnykh ochestnykh sooruzheniyah*. Moscow: Stroyizdat, 95. Available at: <http://books.totalarch.com/node/6916>
2. Saitov, V., Kotyukov, A. (2019). Water filter with central perforated pipe for livestock complexes. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 403, 012159. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/403/1/012159>
3. Polyakov, V., Kravchuk, A., Kochetov, G., Kravchuk, O. (2019). Clarification of aqueous suspensions with a high content of suspended solids in rapid sand filters. *EUREKA: Physics and Engineering*, 1, 28–45. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2019.00827>

4. Gorkin, N. A. (1964). Koeffitsient rashoda pri sbore vody shchelevymi trubami. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tehnik*, 10, 34–37.
5. Clemo, T. (2006). Flow in Perforated Pipes: A Comparison of Models and Experiments. *SPE Production & Operations*, 21 (02), 302–311. doi: <https://doi.org/10.2118/89036-pa>
6. Murphy, P., Kaye, N. B., Khan, A. A. (2014). Hydraulic Performance of Aggregate Beds with Perforated Pipe Underdrains Flowing Full. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 140 (8), 04014023. doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)ir.1943-4774.0000740](https://doi.org/10.1061/(asce)ir.1943-4774.0000740)
7. Yuan, H., Sarica, C., Miska, S., Brill, J. P. (1997). An Experimental and Analytical Study of Single-Phase Liquid Flow in a Horizontal Well. *Journal of Energy Resources Technology*, 119 (1), 20–25. doi: <https://doi.org/10.1115/1.2794217>
8. Al'tshul', A. D. (1970). *Gidravlicheskie soprotivleniya*. Moscow: Nedra, 216. Available at: <https://www.libex.ru/detail/book809719.html>
9. Krogstad, P.-A., Kourakine, A. (1999). The response of a turbulent boundary layer to injection through a porous strip. *Turbulence and Shear Flow. First Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena. California*, 1, 429–434. Available at: <http://www.dl.begellhouse.com/references/3ce1b491115b5c16,17cc020a1e8f98da,50d9cfba30f65c40.html>
10. Shima, N., Saito, N., Okamoto, M. (1999). Prediction of Wall-Bounded Turbulent Flows with Blowing and Suction. Testing of a Second-Moment Closure without Wall-Reflection Redistribution Terms. *JSM International Journal Series B*, 42 (4), 626–633. doi: <https://doi.org/10.1299/jsmeb.42.626>
11. Chehunov, V. I., Chehunov, P. V. (1990). Koeffitsient rashoda otverstiya perforatsii stenki truby pri pritoke vody. *Sovershenstvovanie metodov gidravlicheskih raschetov vodopropusknyh i ochistnyh sooruzheniy*. Saratov, 86–90.
12. Na, T. Y. (1972). Analysis of Turbulent Pipe Flow With Mass Transfer. *Journal of Basic Engineering*, 94 (3), 700–703. doi: <https://doi.org/10.1115/1.3425529>
13. Taliev, V. N. (1979). *Aerodinamika ventilyatsii*. Moscow: Stroyizdat, 295. Available at: http://books.totalarch.com/aerodynamics_of_ventilation
14. Naumenko, I. I., Voloshchuk, V. A. (2001). Matematychni modeli dlia hidravlichnykh rozrakhunkiv truboprovodiv z dyskretno zrostaiuchymy vytratamy. *Visnyk Rivnenskoho derzhavnogo tekhnichnogo universytetu*, 1 (8), 88–99.
15. Eliahou, S., Tumin, A., Wygnanski, I. (1998). Laminar–turbulent transition in Poiseuille pipe flow subjected to periodic perturbation emanating from the wall. *Journal of Fluid Mechanics*, 361, 333–349. doi: <https://doi.org/10.1017/s002211209800888x>
16. Kravchuk, A., Kravchuk, O. (2018). The examples of hydraulic calculations of pressure collecting and distributing perforated pipelines. *Problems of water supply, sewerage and hydraulic*, 30, 31–35. Available at: <http://wateruse.org.ua/article/view/204850/204766>
17. Claudio, D. (1961–1962). Icondotti emungenti da in serbatoio. *Confronto fra risultati teorici sperimentali atti e men. Accad. patav. scilittere ed arti*, 74 (2), 188–197.
18. Vasilenko, A. A., Kravchuk, A. M. (1991). *Gidravlicheskiy raschet sbornykh truboprovodov v sooruzheniyah vodosnabzheniya i vodootvedeniya*. *Gidravlika i gidrotehnika*, 52, 57–61.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.219602

RATIONAL PARAMETERS OF WAXES OBTAINING FROM OIL WINTERIZATION WASTE (p. 29–35)

Natalia Sytnik

Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
 ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3970-086X>

Ekaterina Kunitsia

Kharkiv Institute of Trade and Economics of Kyiv National University of Trade and Economics, Kharkiv, Ukraine
 ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5577-7026>

Viktorija Mazaeva

Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
 ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5560-9126>

Anton Chernukha

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
 ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0365-3205>

Pavlo Kovalov

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
 ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2817-5393>

Natalia Grigorenko

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
 ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4972-4515>

Stella Gornostal

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
 ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0789-7669>

Olena Yermakova

Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine
 ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3786-9001>

Mykola Pavlunko

National Defense University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine,
 ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8255-6245>

Mikhail Kravtsov

Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine
 ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3218-2182>

Production of waxes from spent perlite, which is a waste of sunflower oil winterization, is studied.

Winterization is characterized by significant losses of oil with filter powders, and waste utilization is an environmental and economic problem. At the same time, winterization waste contains valuable components – wax and oil, which can be used in different ways.

The content of waxes in spent perlite using hexane (18 %), as well as the quality indicators of the obtained wax: melting point 70 °C, saponification number 115 mg KOH/g, acid number 2.6 mg KOH/g, mass fraction of moisture 0.82 % are determined.

Spent perlite was treated with a solution of sodium chloride during boiling, settling of the obtained mass, washing and drying of wax. The dependence of the yield and melting point of the extracted waxes on the processing parameters: the concentration of sodium chloride solution, temperature and duration of settling is found.

Rational conditions for spent perlite processing are determined: the concentration of sodium chloride solution – 7.5 %, settling temperature – 20 °C, settling duration 10 hours. The experimentally determined wax yield at this point is 14.3 %.

Quality indicators of the wax sample obtained under rational conditions are studied: melting point 68 °C, saponification number 110 mg KOH/g, acid number 2.8 mg KOH/g, mass fraction of moisture 0.85 %. These values correlate with the data for wax extracted using hexane, as well as with reference data on the quality of beeswax and sunflower wax.

The data obtained allow recycling spent perlite without organic solvents, which makes the process more environmentally

friendly and cost-effective, as well as solves environmental problems associated with the utilization of winterization waste.

Keywords: waste of oil and fat industry, winterization, spent filter powder, perlite, sunflower wax.

References

- Pal, U. S., Patra, R. K., Sahoo, N. R., Bakhara, C. K., Panda, M. K. (2014). Effect of refining on quality and composition of sunflower oil. *Journal of Food Science and Technology*, 52 (7), 4613–4618. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1461-0>
- Kachlishvili, I. N., Filippova, T. F. (2003). Experience in manufacture of hard waxes. Combined dewaxing and deoiling unit. *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*, 39, 233–239. doi: <http://doi.org/10.1023/A:1026334207220>
- Raß, M., Schein, C., Matthäus, B. (2008). Virgin sunflower oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110 (7), 618–624. doi: <https://doi.org/10.1002/ejlt.200800049>
- Sytnik, N., Kunitsa, E., Mazaeva, V., Chernukha, A., Bezuglov, O., Bogatov, O. et. al. (2020). Determination of the influence of natural antioxidant concentrations on the shelf life of sunflower oil. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (11 (106)), 55–62. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.209000>
- Kovari, K., Denise, J., Hollo, J. (2006). Seed crushing, oil refining and environmental problem. *Olaj. Szap.*, 45 (2), 45–52.
- Refaat, A. A. (2010). Different techniques for the production of biodiesel from waste vegetable oil. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 7 (1), 183–213. Available at: <http://www.bioline.org.br/pdf?st10020>
- Robertson, D., van Reenen, A., Duveskog, H. (2020). A comprehensive investigation into the structure-property relationship of wax and how it influences the properties of hot melt adhesives. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 99, 102559. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2020.102559>
- Judycki, J. (2014). Influence of low-temperature physical hardening on stiffness and tensile strength of asphalt concrete and stone mastic asphalt. *Construction and Building Materials*, 61, 191–199. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.03.011>
- Redondas, C. E., Bäuml, E. R., Carelli, A. A. (2019). Sunflower wax recovered from oil tank settlings: Reevaluation of a waste product from the oilseed industry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100 (1), 201–211. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.10017>
- Hwang, H., Winkler-Moser, J. K. (2020). Properties of margarines prepared from soybean oil oleogels with mixtures of candelilla wax and beeswax. *Journal of Food Science*, 85 (10), 3293–3302. doi: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15444>
- Krasavtsev, B. E., Alexandrov, B. L. (2017). Development of composition of paraffin - wax protective coatings for presowing processing of winter wheat seeds. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*, 126 (02). doi: <https://doi.org/10.21515/1990-4665-126-058>
- Yarullin, R. N., Yarullin, R. R., Supyrev, A. V., Mustafin, M. T., Sultanov, I. Yu. (2013). Pat. No. 2488425 RF. Sposob regeneratsii otrabotannogo fil'truyushchego materiala. No. 2011100770/05; declared: 12.01.2011; published: 27.07.2013. Available at: <http://www.freepatent.ru/patents/2488425>
- Gish, A. A., Lopatin, S. N. (1998) Tehnologiya polucheniya rastitel'nyh voskov. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedeniy. Pishchevaya tehnologiya*, 2-3, 84. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-polucheniya-rastitelnyh-voskov/viewer>
- Dotsenko, S. P., Ivko, M. V., Ilin, P. P., Shvedov, I. V. (2016). Pat. No. 2581526 RF. Method of degreasing of spent filter powder resulted from vegetable oil refining. No. 2014146168/13; declared: 17.11.2014; published: 20.04.2016. Available at: <https://patents.google.com/patent/RU2581526C1/ru>
- Chalapud, M. C., Bäuml, E. R., Carelli, A. A. (2016). Characterization of waxes and residual oil recovered from sunflower oil winterization waste. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 119 (2), 1500608. doi: <https://doi.org/10.1002/ejlt.201500608>
- Omelchenko, J. E., Demidov, I. N. (2016). Removing the waxes substances from waste freezing sunflower oil using alcoholysis reaction. *Bulletin of National Technical University «KhPI»*. Series: Innovation researches in students' scientific work, 29 (1201), 85–89. Available at: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/25485/1/vestnik_KhPI_2016_29_Omelchenko_Izvyechenie.pdf
- Teslenko, A., Chernukha, A., Bezuglov, O., Bogatov, O., Kunitsa, E., Kalyna, V. et. al. (2019). Construction of an algorithm for building regions of questionable decisions for devices containing gases in a linear multidimensional space of hazardous factors. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (10 (101)), 42–49. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.181668>
- Jana, S., Martini, S. (2016). Phase Behavior of Binary Blends of Four Different Waxes. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 93 (4), 543–554. doi: <https://doi.org/10.1007/s11746-016-2789-6>

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.220349

IMPROVING THE EFFICIENCY OF EQUIPMENT AND TECHNOLOGY OF WASTE BRIQUETTING (p. 36–52)

Ivan Bondarenko

Ukrainian Research Institute of Environmental Problems,
Kharkiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5076-7793>

Oleksii Kutniashenko

Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0095-6048>

Andrii Toporov

Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6365-9932>

Lyudmila Anishchenko

Ukrainian Research Institute of Environmental Problems,
Kharkiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2993-7828>

Olha Ziuz

Kharkiv Regional Institute of Public Administration of the
National Academy for Public Administration
under the President of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6208-5383>

Igor Dunayev

Kharkiv Regional Institute of Public Administration of the
National Academy for Public Administration
under the President of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0790-0496>

Alexandr Krakhmal'ov

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

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3338-9724>

Olha Yavorovska

Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5304-1389>

Olena Kostina

Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7680-9533>

Olha Aleksieieva

Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2768-6220>

The present-day problem of the accumulation of carbon waste was considered in connection with the aggravating urgency. General tendencies and approximate rational compositions of unprepared polydisperse fractions of mixtures of potential raw materials during their compaction and subsequent thermolysis have been experimentally determined. It was found that with an increase in moisture or binder content, solid carbon waste becomes more plastic and viscous (from 0.6 to 0.4), the coefficient of internal friction decreases. The effect of moisture on the coefficient of external friction is less noticeable (up to a 25 % reduction). It has been determined that preheating of the charge to 80 °C contributes to a decrease in density of the resulting briquettes (on average by 5–6 %) and leads to an increase in the coefficient of elastic expansion. Briquettes, all other things being equal, are 5–10 % stronger but a 1 % increase in strength accounts for a 2 % increase in energy costs. Upon re-compaction, a noticeable change in compression properties occurs. The briquette density increases by an average of 7 %. With a lower binder content, a 14 % increase in density was obtained. In this case, the increase in strength is directly proportional to energy consumption. An increase in binder content in briquets and their re-compaction were recommended. It has been found that with the optimized operation of the boiler plants that incinerate the briquetted waste, the coefficient of expenditure per year is 32.9 % less than the value of this index when using the equipment for recovery of unprepared waste. At the same time, the coefficient of influence on the environment over a 15-year period was 28.89 % less than the value of this index when operating similar equipment. The results obtained reasonably indicate that the optimized technology of waste briquetting and subsequent incineration is characterized by a significant increase in the environmental and economic efficiency of the waste recovery process.

Keywords: carbon waste, briquetting technology, mathematical modeling, Index-E program, environmental and economic efficiency.

References

- Sidorenko, S. N., Shetinina, N. A., Luriy, V. G. (2005). Complex of “know-how” of processing of high-quality fuel from waste products of a municipal services and the industry. *Vestnik Rossiyskogo universiteta družby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*, 1 (11), 42–46.
- Sagdeeva, G. S., Patrakova, G. R. (2014). Pererabotka othodov proizvodstva i potrebleniya s ispol'zovaniem ih resursnogo potentsiala. *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta*, 17 (6), 194–198.
- Pashkevich, M. A., Barkan, M. Sh., Sharikov, Yu. V., Dashko, R. E., Movchan, I. B., Cheremisina, O. V. et. al. (2010). *Ekologicheskie problemy megapolisov i promyshlennykh aglomeratsiy*. Sankt-Peterburg, 202.
- Burlakovs, J., Jani, Y., Kriipsalu, M., Vincevica-Gaile, Z., Kaczala, F., Celma, G. et. al. (2018). On the way to “zero waste” management: Recovery potential of elements, including rare earth elements, from fine fraction of waste. *Journal of Cleaner Production*, 186, 81–90. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.102>
- Zaini, I. N., García López, C., Pretz, T., Yang, W., Jönsson, P. G. (2019). Characterization of pyrolysis products of high-ash excavated-waste and its char gasification reactivity and kinetics under a steam atmosphere. *Waste Management*, 97, 149–163. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.08.001>
- Shuvalov, J. V., Nikulin, A. N. (2009). Use of the firm combustible waste in heat and power engineering. *Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tehnicheskiy zhurnal)*, 8, 374–389.
- Abramkin, N. I., Miroshnichenko, K. S., Dorodniy, A. V. (2018). Justification of efficient recycling and neutralization methods for municipal solid waste using promising geotechnologies. *Mining Information and Analytical Bulletin*, 1, 83–91. doi: <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2018-1-0-83-91>
- Zentsov, V. N., Fattakhov, M. M., Dimov, K. V. (2015). Historical features of the processing and recycling of waste products abroad. *Istoriya i pedagogika estestvoznaniya*, 4, 48–51. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/istoricheskie-osobennosti-organizatsii-meropriyatiy-po-pererabotke-i-utilizatsii-otodov-za-rubezhom>
- Poryadin, A. F. (1997). Problema bytovykh othodov i puti ee resheniya. *Izvestiya Akademii promyshlennoy ekologii*, 1, 3–6.
- Vnukova, N. V., Goroh, N. P., Suhorukov, I. E., Gorbik, Yu. Yu. (2006). Problemy i perspektivy kompleksnoy utilizatsii munitsipal'nykh othodov g. Har'kova. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho avtomobilno-dorozhnoho universytetu*.
- Gritsenko, A. V., Goroh, N. P., Vnukova, N. V., Korin'ko, I. V., Turenko, A. N., Shubov, L. Ya. (2005). *Tehnologicheskie osnovy promyshlennoy pererabotki othodov megapolis*. Kharkiv: HNADU, 340.
- Mirniy, A. N., Abramov, N. F., Ben'yamovskiy, D. N., Voytko, A. M.; Mirniy, A. N. (Ed.) (1990). *Sanitarnaya oчитка i uborka naseleennykh mest*. Moscow: Stroyizdat, 413.
- Popov, S. M., Popov, M. V. (2003). Ekologo-ekonomicheskaya otsenka primeneniya do-utilizatsionnoy pererabotki gorodskikh tverdykh bytovykh othodov. *Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tehnicheskiy zhurnal)*.
- Slorach, P. C., Jeswani, H. K., Cuéllar-Franca, R., Azapagic, A. (2020). Assessing the economic and environmental sustainability of household food waste management in the UK: Current situation and future scenarios. *Science of The Total Environment*, 710, 135580. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135580>
- Azimov, R. A., Benin, A. A., Shuvalov, Yu. V., Nifontov, Yu. A., Nikulin, A. N. (2005). Poluchenie toplivnykh briketov iz tverdykh goryuchih materialov. *Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*, 2, 128–131. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-toplivnykh-briketov-iz-tverdykh-goryuchih-materialov>
- Shuvalov, Yu. V., Tarasov, Yu. D., Nikulin, A. N. (2011). Obosnovanie ratsional'nykh tehnologiy polucheniya toplivno-energeticheskogo syr'ya na osnove tverdykh goryuchih uglerodsoderzhashchih othodov. *Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tehnicheskiy zhurnal)*, 8, 243–247.
- Kandlbauer, L., Khodier, K., Ninevski, D., Sarc, R. (2020). Sensor-based Particle Size Determination of Shredded Mixed Commercial Waste based on two-dimensional Images. *Waste Management*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.11.003>
- Vladimirov, S., Ermakova, L., Patrikeev, I. (2016). Binding substance at technology of briquetting of municipal solid waste. *Bulletin of Science and Practice*, 5, 145–148.
- Ermakova, L. S., Gonopol'skiy, A. M. (2010). Bezobvyazochnaya tehnologiya kompaktirovaniya tverdykh bytovykh othodov v krupnogatarnitnye bloki. *Himicheskoe i neftegazovoe mashinostroenie*, 11, 18.
- Afra, E., Abyaz, A., Saraeyan, A. (2021). The production of bagasse biofuel briquettes and the evaluation of natural binders (LNFC, NFC, and lignin) effects on their technical parameters. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123543. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123543>
- Gonopol'skiy, A. M., Ermakova, L. S. (2012). Issledovanie fiziko-mekhanicheskikh harakteristik TBO pri ih kompaktirovanii bezob-

- vyazochnym metodom v krupnogabaritnye bloki. Himicheskoe i neftegazovoe mashinostroenie, 2, 34–36.
22. Gonopol'sky, A. M., Yermakova, L. S. (2012). Investigation of Technological Parameters of the Process of No-Binding Compacting of Solid-Household-Waste Blocks. *Ecology and Industry of Russia*, 4, 40–41.
 23. Bondarenko, I. V., Usenko, A. V. (2018). Svidotstvo pro reiestratsiu avtorskoho prava na tvir No. 75876. Kompiuterna prohrama dlia prohnozuvannia pidboru skladu tekhnichnoho zabezpechennia system povodzhennia z vidkhodamy «Indeks–E». declared: 10.01.2018.
 24. Bondarenko, I. V., Anischenko, L. Y., Rudyk, Yu. I. (2017). Substantiation for enhancement of environmental safety of waste management systems through forecasting efficiency of specialized equipment. *Visnyk Lvivskoho derzhavnogo universytetu bezpeky zhyttiediyalnosti*, 16, 119–128.
 25. Bondarenko, I. V., Kutnyashenko, O. I., Rudyk, Y. I., Solyonyj, S. V. (2019). Modeling the efficiency of waste management. *NEWS of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, 2 (434), 120–130. doi: <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170x.45>
 26. Bondarenko, I., Kutnyashenko, O. (2018). Assessment of waste management system facilities efficiency in the conditions of small settlements. *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohrad-skyi National University*, 6, 103–114. doi: <https://doi.org/10.30929/1995-0519.2018.6.103-114>
 27. Metodicheskie ukazaniya k vypolneniyu laboratornyh rabot po opredeleniyu fiziko-mekhanicheskikh harakteristik diskretnoy sredy (dlya studentov spetsial'nosti 0516) (1987). Donetsk: DPI, 48.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.217543

REQUIREMENTS FOR A UNIFIED SYSTEM OF ROAD VEHICLES ENVIRONMENTAL LABELLING AND LOW EMISSION ZONES (p. 53–64)

Oleksiy Klymenko

State Enterprise «State Road Transport Research Institute»,
Kyiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2323-6839>

Viktor Gorytski

State Enterprise «State Road Transport Research Institute»,
Kyiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5903-1368>

Yurii Gutarevych

National Transport University, Kyiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4939-4384>

Anton Shchelkunov

Ministry of Infrastructure of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4197-080X>

Ruslan Kyrychenko

Ministry of Infrastructure of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0703-5922>

A concise analysis of global experience in the field of environmental labelling of road vehicles with an emphasis on differentiating access to low-emission zones is given. The main principles of the introduction and application of a unified system of environmental labelling of road vehicles are highlighted with an emphasis on tools to stimulate the maintenance of the environmental properties inherent in the design. On the basis of simulation, forecasts of a decrease in the average specific reduced emissions of harmful substances by a fleet of vehicles of different categories are given in accordance with different control scenarios. Through the introduc-

tion of the proposed environment zones of various levels, the fundamental possibilities are shown to achieve a decrease in the level of total specific reduced emissions approximately: up to 40–65 % of the current level within dense urban development covering large territories (“red” environment zones of level V with the maximum permissible level of reduced emissions of 251 g/km (g/tkm) and, accordingly, limiting the active operation of at least vehicles that meet the requirements of “Euro-0” and below); 4–5 times in very polluted and densely populated areas (“yellow” environment zones of level IV, with restrictions for cars with engines with positive ignition of the level “Euro-2” and below, and cars with diesel engines “Euro-4” and below); by an order of magnitude in especially sensitive designated areas (“green” environment zones of level III with the maximum permissible level of reduced emissions of 63 g/km (g/tkm) with unlimited access for cars with engines with positive ignition of the “Euro-4” level and above, passenger cars with diesel engines of “Euro-6d” level up to 8 years, trucks and buses of “Euro-6” level up to 15 years old).

Keywords: emissions of pollutants, environmental labelling of vehicles, environment zones, environmental management.

References

1. Ricci, A., Gaggi, S., Enei, R., Tomassini, M., Fioretto, M. et. al. (2017). Study on urban vehicle access regulations. Final report. European Commission. Available at: https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/uvar_final_report_august_28.pdf
2. The central portal for all European environmental zones. Available at: <https://www.greenzones.eu/en/>
3. Amundsen, A. H., Sundvor, I. (2018). Low Emission Zones in Europe Requirements, enforcement and air quality. TØI report 1666/2018. Available at: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=49204>
4. Ekologicheskie zony i drugie ogranicheniya dvizheniya v Evrope. Available at: https://krass56.ru/ecological_zones_in_the_cities_of_europe_restrictions_for_cars.html
5. Environmental zones in Europe (2020). European Consumer Centre France. Available at: <https://www.europe-consommateurs.eu/en/consumer-topics/on-the-road/travelling-by-car/car-traffic-rules-in-europe/environmental-zones-in-europe/>
6. Impact of Low Emission Zones. Urban Access Regulations in Europe. Available at: <https://urbanaccessregulations.eu/low-emission-zones-main/impact-of-low-emission-zones>
7. Overview of website. Urban Access Regulations in Europe. Available at: <https://www.urbanaccessregulations.eu/userhome/general-overview>
8. Bernard, Y., Miller, J., Wappelhorst, S., Braun, C. (2020). Impacts of the Paris low-emission zone and implications for other cities. FIA Foundation. Available at: <https://theicct.org/sites/default/files/publications/Paris-LEV-implications-03.12.2020.pdf>
9. ACEA Tax Guide (2019). ACEA. Available at: https://www.acea.be/uploads/news_documents/ACEA_Tax_Guide_2019.pdf
10. Low Emission Zones. Urban Access Regulations in Europe. Available at: <https://www.urbanaccessregulations.eu/low-emission-zones-main>
11. Crit`air (2018). Different types of environmental badges in France generates confusion – commercial transport and tourism are threatened by fees. Homepage on Crit`Air.
12. How to design and implement a clean air or low emission zone (2019). Available at: https://www.c40knowledgehub.org/s/article/How-to-design-and-implement-a-clean-air-or-low-emission-zone?language=en_US
13. London's air quality schemes and Congestion Charge. Available at: <http://lruc.content.tfl.gov.uk/ulez-lez-comparison-table.pdf>

14. Changes to Low Emission Zone and Expansion of the Ultra Low Emission Zone. Supporting information document (2017). Mayor of London. Available at: https://www.london.gov.uk/sites/default/files/appendix_c1_supporting_information_document_-_copy.pdf
15. Expected effects from the low emissions zone on car fleet and air quality in the Brussels region (2019). Available at: <https://lez.brussels/medias/lez-note-en-vdef.pdf?context=bWFzdGVyfGRvY3VtZW50c3w4NzEwNjI3fGFwcGxpY2F0aW9uL3BkZnxb2N1bWVudHMvaGFjL2gzYy84ODAxNjI2Njg1NDcwLnBkZnxlNGNhYmZmYThmYjQ0MTczODE3MmU3MzYyYzc2ODdiOGZjYW-FkOGYyNzNjZWM4OTA4MmJiYmU2NTgwMGVhOGFl>
16. Low-Emission Zones are a success - but they must now move to zero-emission mobility (2019). Transport & Environment. Available at: https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2019_09_Briefing_LEZ-ZEZ_final.pdf
17. Malina, C., Scheffler, F. (2015). The impact of Low Emission Zones on particulate matter concentration and public health. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 372–385. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.04.029>
18. Gehrsitz, M. (2017). The effect of low emission zones on air pollution and infant health. *Journal of Environmental Economics and Management*, 83, 121–144. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2017.02.003>
19. Panteliadis, P., Strak, M., Hoek, G., Weijers, E., van der Zee, S., Dijkema, M. (2014). Implementation of a low emission zone and evaluation of effects on air quality by long-term monitoring. *Atmospheric Environment*, 86, 113–119. doi: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.12.035>
20. Morfeld, P., Groneberg, D. A., Spallek, M. F. (2014). Effectiveness of Low Emission Zones: Large Scale Analysis of Changes in Environmental NO₂, NO and NO_x Concentrations in 17 German Cities. *PLoS ONE*, 9 (8), e102999. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102999>
21. Holman, C., Harrison, R., Querol, X. (2015). Review of the efficacy of low emission zones to improve urban air quality in European cities. *Atmospheric Environment*, 111, 161–169. doi: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.04.009>
22. Janssen, N. A. H., Gerlofs-Nijland, M. E., Lanki, T., Salonen, R. O., Cassee, F., Hoek, G. et al. (2012). Health Effects of Black Carbon. WHO. Available at: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/162535/e96541.pdf?ua=1
23. Low Emission Zones: Detailed description of the initial objectives of the measure. Available at: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjPjvOu-7PrAhUEt4sKHdZFDwQFjARegQIChAB&url=https%3A%2F%2Fuk-air.defra.gov.uk%2Fassets%2Fdocuments%2Freports%2Fcat09%2F0505171128_London_Low_Emission_Zone_Detailed_Assessment.doc&usq=AOvVaw157pB1QS24p4sp6L3W8NQ_
24. Hooftman, N., Oliveira, L., Messagie, M., Coosemans, T., Van Mierlo, J. (2016). Environmental Analysis of Petrol, Diesel and Electric Passenger Cars in a Belgian Urban Setting. *Energies*, 9 (2), 84. doi: <https://doi.org/10.3390/en9020084>
25. Klymenko, O., Ustymenko, V., Kolobov, K., Rychok, S., Hora, M., Naumenko, N. (2019). Analysis of Emissions in the European Driving Cycle of Used Light-Duty Vehicles Imported to Europe from North America. *SAE International Journal of Sustainable Transportation, Energy, Environment, & Policy*, 1 (1). doi: <https://doi.org/10.4271/13-01-01-0001>
26. Low Emission Zones. ACEA Position Paper (2015). ACEA. Available at: https://www.acea.be/uploads/publications/ACEA_LEZ_Position_May_2015.pdf
27. Roadmap to a Single European Transport Area - Towards a competitive and resource efficient transport system (2011). European Commission. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0144&from=EN>
28. Gargani, F., Stefano, A. D., Gaspari, E. (2017). National legal frameworks for Urban Vehicle Access Regulations (UVARs) schemes. Technical Report. European Commission. Available at: https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/uvar_nbgd_4_tr_july_20.pdf
29. Feasibility Study: European City Pass for Low Emission Zones. Annex A: Standards and Guidance Document (2014). ECORYS. Available at: https://urbanaccessregulations.eu/images/Reports/EU_draft_guidance_LEZ_Final_Report_Standards_and_Guidance_submitted.pdf
30. Gibson, G., Tsamis, A., Cesbron, S., Biedka, M., Escher, G. (2016). Evaluation of Directive 1999/94/EC («the car labelling Directive»). Final report. doi: <http://doi.org/10.2834/541874>
31. A Review and Evaluation of Vehicle Fuel Efficiency Labeling and Consumer Information Programs (2015). International Council on Clean Transportation. APEC Project: EWG 05/2014A. Available at: https://theicct.org/sites/default/files/publications/VFEL%20paper%20ICCT_%20for%20APEC%20-%202012%20Nov%202015%20FINAL.pdf
32. Mock, P. (2013). Fuel economy labels: Focus on non-EU countries. IEA Paris. Available at: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/imports/events/184/02.ICCT.130430ICCTCO2labelingooutsideEU.pdf>
33. Environmental labels 2020. Explanation of fields used. VCA. Available at: <https://www.vehicle-certification-agency.gov.uk/wp-content/uploads/2020/05/Environmental-labels-2020-guidance-for-industry-ver-1.1-WEB.pdf>
34. Haq, G., Weiss, M. (2016). CO₂ labelling of passenger cars in Europe: Status, challenges, and future prospects. *Energy Policy*, 95, 324–335. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.04.043>
35. Codagnone, C., Veltri, G. A., Bogliacino, F., Lupiáñez-Villanueva, F., Gaskell, G., Ivchenko, A. et al. (2016). Labels as nudges? An experimental study of car eco-labels. *Economia Politica*, 33 (3), 403–432. doi: <https://doi.org/10.1007/s40888-016-0042-2>
36. FirkI, S., Raimond, W. Fuel economy labelling of cars and its impacts on buying behaviour, fuel efficiency and CO₂ reduction. Available at: <https://p2infohouse.org/ref/17/16366.pdf>
37. Empower EU consumers through visible and clear labelling information on CO₂ emissions from new passenger cars (2014). ANEC. Available at: https://www.beuc.eu/publications/beuc-x-2014-053_cca_cars_co2_labelling-2014_anec-beuc_position_paper_long_version.pdf
38. Folkvord, F., Veltri, G. A., Lupiáñez-Villanueva, F., Tornese, P., Codagnone, C., Gaskell, G. (2019). The effects of ecolabels on environmentally- and health-friendly cars: an online survey and two experimental studies. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 25 (5), 883–899. doi: <https://doi.org/10.1007/s11367-019-01644-4>
39. Brazil, W., Caulfield, B. (2017). Current Status and Potential Role of Eco-labels in Informing Environmentally Friendly Purchases and Behaviours. Report No. 235. EPA. Available at: http://www.epa.ie/pubs/reports/research/econ/Research_235_report.pdf
40. Chowdhury, M., Salam, K., Tay, R. (2016). Consumer preferences and policy implications for the green car market. *Marketing Intelligence & Planning*, 34 (6), 810–827. doi: <https://doi.org/10.1108/mip-08-2015-0167>
41. Yusof, J. M., Singh, G. K. B., Razak, R. A. (2013). Purchase Intention of Environment-Friendly Automobile. *Procedia - Social and*

- Behavioral Sciences, 85, 400–410. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.369>
42. Russo, A., Morrone, D., Calace, D. (2015). The Green Side of the Automotive Industry: A Consumer-Based Analysis. *Journal of Marketing Development and Competitiveness*, 9 (2), 59–71. Available at: http://t.www.na-businesspress.com/JMDC/RussoA_Web9_2_.pdf
 43. Siriwardena, S., Hunt, G., Teisl, M. F., Noblet, C. L. (2012). Effective environmental marketing of green cars: A nested-logit approach. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 17 (3), 237–242. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2011.11.004>
 44. Morrone, D., Russo, A., Calace, D. (2015). The effectiveness of green marketing strategies in the automotive industry: a consumer-based analysis. *Centrum Strategii i Rozwoju Impact*. Available at: http://www.csrtrends.eu/wp-content/uploads/2016/04/02.CSR_D.Morrone_A.Russo_D.Calace.pdf
 45. Belli, H. C., Pizzinatto, N. K., Pizzinatto, A. K., Giuliani, A. C. (2018). Green marketing in the automotive sector: a comparative study in national and international research. Presentation to the Gerpisa colloquium. Available at: <http://gerpisa.org/en/node/4463>
 46. Jaderná, E., Boleslav, M., Prikrylová, J. (2018). Green solutions in automotive industry. *MARKETING SCIENCE & INSPIRATIONS. CONTRIBUTIONS, MSI37*. Available at: <https://www.mins.sk/green-solutions-in-automotive-industry/>
 47. Mahamuni, A., Tambe, M. (2014). Green marketing in automobile industry: understanding practices and implications in Indian context through literature review. *GE-International Journal of Management Research*, 2 (7). Available at: https://www.academia.edu/40209525/GREEN_MARKETING_IN_AUTOMOBILE_INDUSTRY_UNDERSTANDING_PRACTICES_AND_IMPLICATIONS_IN_INDIAN_CONTEXT_THROUGH_LITERATURE_REVIEW
 48. Salemi, M. R., Namamian, F. (2016). Applying green market in the automotive industry. *International Business Management*, 10 (20), 4767–4770. Available at: <http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/ibm/2016/4767-4770.pdf>
 49. Križanová, A., Majerová, J., Zvaríková, K. (2013). Green Marketing as a Tool of Achieving Competitive Advantage in Automotive. *Transport. Proceedings of 17th International Conference. Transport Means*, 45–48. Available at: https://www.researchgate.net/publication/260390860_Green_marketing_as_a_tool_of_achieving_competitive_advantage_in_automotive_transport
 50. Everything about the German emissions sticker. Available at: <https://www.germanemissionssticker.com>
 51. Environmental zones, entry bans and speed limits in Austria. Available at: <https://www.umwelt-picklerl.at/en/environmental-zones-in-austria.html>
 52. Emissions stickers for driving in France. ETA. Available at: <https://www.eta.co.uk/2017/09/13/emissions-stickers-for-driving-in-french-cities/>
 53. New Car Environmental Label. United Kingdom Petroleum Industry Association. Available at: <https://www.ukpia.com/policy-focus/climate-change-and-environment/new-car-environmental-label/>
 54. Emissions stickers: the rules for each country (2019). Eurocampings. Available at: <https://www.eurocampings.co.uk/blog/listing/emissions-stickers-rules-for-each-country-2019/>
 55. Motorway toll in European countries. Tolls.eu. Available at: <https://www.tolls.eu/european-countries>
 56. Toll Sticker and Digital Vignette. ASFINAG. Available at: <https://www.asfinag.at/toll/vignette/>
 57. ACEA Position Paper Road Charging and the Eurovignette Directive (2019). ACEA. Available at: https://www.acea.be/uploads/publications/ACEA_Position_Paper-Road_Charging_Eurovignette_November_2019.pdf
 58. Poulidakos, L., Heutschi, K., Soltic, P., Cerny, I., Lees, A., Loo, H., Mayer, R. (2018). Defining road and rail vehicles with a low environmental footprint. E! 7219. *Ecovehicle final report*. Available at: <https://www.empa.ch/documents/55947/78785/Abschlussbericht+ecovehicle/2df10dce-7c7c-48bc-a794-ad3e689cad3e>
 59. Hagman, R., Selvig, E. (2007). Environmentally Friendly Vehicles: Experiences and Definitions. Nordic Council of Ministers. Available at: <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:701856/FULLTEXT01.pdf>
 60. Litman, T. (2019). Well Measured: Developing Indicators for Sustainable and Livable Transport Planning. Victoria Transport Policy Institute. Available at: <https://www.vtpi.org/wellmeas.pdf>
 61. Vaidyanathan, S., Slowik, P., Junga, E. (2016). Rating the Environmental Impacts of Motor Vehicles: ACEEE's greencars.org Methodology. Report T1601. Available at: <https://www.aceee.org/sites/default/files/publications/researchreports/t1601.pdf>
 62. Brennan, J. W., Barder, T. E. (2017). Battery Electric Vehicles vs. Internal Combustion Engine Vehicles: A United States-Based Comprehensive Assessment. Available at: <https://www.adlittle.com/en/insights/viewpoints/battery-electric-vehicles-vs-internal-combustion-engine-vehicles>
 63. McKone, T. E., Hertwich, E. G. (2001). The human toxicity potential and a Strategy for Evaluating Model Performance in Life Cycle Impact Assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 6 (2), 106–109. doi: <https://doi.org/10.1007/bf02977846>
 64. Risk-Screening Environmental Indicators (RSEI) EPA. Available at: <https://www.epa.gov/rsei/rsei-toxicity-weights>
 65. 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>
 66. Letcher, T., Vallerio, D. (Eds.) (2011). *Waste: A Handbook for Management*. Elsevier. doi: <https://doi.org/10.1016/c2009-0-60930-2>
 67. Marques, S., Batista, T., Silva, C. (2014). Eco-rating Methodologies for Private Cars: Driving Cycle Influence. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 111, 682–691. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.102>
 68. Vremennaya tipovaya metodika. opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti osushchestvleniya prirodohrannykh meropriyatiy i otsenki ekonomicheskogo ushcherba, prichinyaemogo narodnomu hozyaystvu zagryazneniem okruzhayushchey sredy (1986). Moscow: Ekonomika. Available at: <http://www.gostrf.com/normadata/1/4293854/4293854046.htm>
 69. Hutarevych, Yu. F., Zerkalov, D. V., Hovorun, A. H., Korpach, A. O., Merzhyievska, L. P. (2006). *Ekolohiya ta avtomobilnyi transport*. Kyiv: Aristei, 292. Available at: https://library.kre.dp.ua/Books/2-4%20kurs/Osnovi%20ekologii/Gutarevich_Yu._F._Ekologiya_avtomobilnogo_transportu_2002%20.pdf
 70. Klymenko, O. (2020). Results of research of the reduced emissions of pollutants by road vehicles of various environmental classes “Euro” as the basis of environmental hazard labeling. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (10 (103)), 43–52. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.196985>
 71. Klimenko, O., Sotsky, V., Shchelkunov, A., Kyrychenko, R., Ageev, V., Ustylenko, V., Gutarevych, Y. (2020). About the implementation of the national system of labeling of road vehicles regarding level of environmental hazard. *Avtoshliakhovyk Ukrayiny*, 1 (261), 2–13. doi: <https://doi.org/10.33868/0365-8392-2020-1-261-2-13>
 72. Klymenko, O. (2020). The concept for an implementation of state policy in the field of labeling and regulation of essential environmen-

tal properties of wheeled vehicles. *Technology Audit and Production Reserves*, 5 (2 (55)), 33–37. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.214187>

73. *Worldwide Emission Standards and Related Regulations: Passenger Cars / Light and Medium Duty Vehicles* (2019). CPT Group GmbH. Available at: <https://www.continental-automotive.com/getattachment/8f2dedad-b510-4672-a005-3156f77d1f85/EMISIONBOOKLET2019.pdf>
74. Nesbit, M., Fergusson, M., Colsa, A., Ohlendorf, J., Haves, C., Paquel, K., Schweitzer, J.-P. (2016). Comparative Study on the Differences between the EU and US Legislation on Emissions in the Automotive Sector. European Parliament. Available at: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/587331/IPOLE_STU\(2016\)587331_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/587331/IPOLE_STU(2016)587331_EN.pdf)

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.217970

ESTABLISHING PATTERNS OF HEAT TRANSFER TO TIMBER THROUGH A PROTECTIVE STRUCTURE (p. 65–71)

Yuriy Tsapko

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine
Kyiv National University of Construction and Architecture,
Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0625-0783>

Ivan Rogovskii

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6957-1616>

Liudmyla Titova

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7313-1253>

Ruslan Shatrov

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3596-0146>

Aleksii Tsapko

Kyiv National University of Construction and Architecture,
Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2298-068X>

Olga Bondarenko

Kyiv National University of Construction and Architecture,
Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8164-6473>

Serhii Mazurchuk

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6008-9591>

The conducted studies of the impact of thermal action of a high-temperature magnesium flame on construction materials for timber protection from atmospheric factors revealed a pattern of temperature transfer to timber. It was proved that depending on the thermophysical properties of the material, this can lead to its ignition or slowing down the thermal conductivity process. That is why there arises the need to study the conditions for thermal conductivity and establish the mechanism for inhibition of heat transfer to timber. In this regard, a mathematical model of the process of transferring heat flow on the surface of timber when protected by

coatings was developed. According to the experimental data and obtained dependences, it was established that the density of heat flow through a steel plate increases to a value of more than 200 kW/m², which is sufficient for ignition of timber. Instead, the density of heat flow through a vermiculite plate did not exceed 5.2 kW/m², which is not enough for its ignition. It was established that the main regulator of the heat transfer process is the heat-insulating properties of a construction product, its resistance to high temperature, because certain construction products, such as an asbestos-cement product, are destroyed under the influence of magnesium flame. That is why a significant impact on the process of protection of natural combustible material when applying the protective coating is made in the direction of heat insulation of the timber surface. This makes it possible to argue about the relevance of the detected mechanism of the formation of heat-insulating properties when it comes to the protection of storage sites of explosive products and the practical attractiveness of the proposed technological solutions. Thus, the features of inhibiting the process of transferring heat to timber during the action of the magnesium flame include heat insulation of timber surfaces by thermally resistant material. Thus, the temperature of a magnesium flame was created on the vermiculate surface, and it did not exceed 100 °C on the surface of the timber.

Keywords: metal combustion, fire protection of timber, coating, thermal conductivity, surface treatment, thermophysical properties.

References

1. Tsapko, Y., Lomaha, V., Bondarenko, O. P., Sukhaneych, M. (2020). Research of Mechanism of Fire Protection with Wood Lacquer. *Materials Science Forum*, 1006, 32–40. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.1006.32>
2. Tsapko, Y., Lomaha, V., Tsapko, A., Mazurchuk, S., Horbachova, O., Zaviyalov, D. (2020). Determination of regularities of heat resistance under flame action on wood wall with fire-retardant varnish. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (10 (106)), 55–60. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.210009>
3. Gots, V. I., Berdnyk, O. Y., Rogozina, N. O., Maystrenko, A. A. (2019). Production of modified basalt fibre for heat-insulating products manufacturing. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 708, 012082. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/708/1/012082>
4. Berdnyk, O. Y., Lastivka, O. V., Maystrenko, A. A., Amelina, N. O. (2020). Processes of structure formation and neof ormation of basalt fiber in an alkaline environment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 907, 012036. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/907/1/012036>
5. Dibrova, O., Kyrychenko, O., Motrichuk, R., Tomenko, M., Melnyk, V. (2020). Fire safety improvement of pyrotechnic nitrate-metal mixtures under external thermal conditions. *Technology Audit and Production Reserves*, 1 (1 (51)), 44–49. doi: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2020.199252>
6. Krivenko, P., Guzii, S., Al-Musaedi, H. A. J. (2015). Atmospheric Corrosion Protection of Metallic Structures Using Geocements-Based Coatings. *Solid State Phenomena*, 227, 239–242. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/ssp.227.239>
7. Krüger, S., Gluth, G. J. G., Watolla, M.-B., Morys, M., Häbler, D., Schartel, B. (2016). Neue Wege: Reaktive Brandschutzbeschichtungen für Extrembedingungen. *Bautechnik*, 93 (8), 531–542. doi: <https://doi.org/10.1002/bate.201600032>
8. Gaff, M., Kačík, F., Gašparík, M., Todaro, L., Jones, D., Corleto, R. et. al. (2019). The effect of synthetic and natural fire-retardants

- on burning and chemical characteristics of thermally modified teak (*Tectona grandis* L. f.) wood. *Construction and Building Materials*, 200, 551–558. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.12.106>
9. Zhao, P., Guo, C., Li, L. (2018). Flame retardancy and thermal degradation properties of polypropylene/wood flour composite modified with aluminum hypophosphite/melamine cyanurate. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 135 (6), 3085–3093. doi: <https://doi.org/10.1007/s10973-018-7544-9>
 10. Nine, M. J., Tran, D. N. H., Tung, T. T., Kabiri, S., Losic, D. (2017). Graphene-Borate as an Efficient Fire Retardant for Cellulosic Materials with Multiple and Synergetic Modes of Action. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 9 (11), 10160–10168. doi: <https://doi.org/10.1021/acsami.7b00572>
 11. Shi, X.-H., Chen, L., Zhao, Q., Long, J.-W., Li, Y.-M., Wang, Y.-Z. (2020). Epoxy resin composites reinforced and fire-retarded by superficially-treated carbon fibers via a tunable and facile process. *Composites Science and Technology*, 187, 107945. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2019.107945>
 12. Md Nasir, K., Ramli Sulong, N. H., Johan, M. R., Afifi, A. M. (2018). An investigation into waterborne intumescent coating with different fillers for steel application. *Pigment & Resin Technology*, 47 (2), 142–153. doi: <https://doi.org/10.1108/prt-09-2016-0089>
 13. Erdoğan, Y. (2016). Production of an insulation material from carpet and boron wastes. *Bulletin Of The Mineral Research and Exploration*, 152, 197–202. doi: <https://doi.org/10.19111/bmre.74700>
 14. Ramli Sulong, N. H., Mustapa, S. A. S., Abdul Rashid, M. K. (2019). Application of expanded polystyrene (EPS) in buildings and constructions: A review. *Journal of Applied Polymer Science*, 136 (20), 47529. doi: <https://doi.org/10.1002/app.47529>
 15. Mastalska-Popławska, J., Kadac, K., Izak, P., Gieraj, M., Stempkowska, A., Góral, Z. (2020). The influence of ceramic additives on intumescence and thermal activity of epoxy coatings for steel. *Journal of Applied Polymer Science*, 138 (9), 49914. doi: <https://doi.org/10.1002/app.49914>
 16. Tsapko, Y., Tsapko, A. (2017). Influence of dry mixtures in a coating on the effectiveness of wood protection from the action of a magnesium flame. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (10 (89)), 55–60. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.1111106>
 17. Janna, W. S. (2018). *Engineering Heat Transfer*. CRC Press, 692. doi: <https://doi.org/10.1201/9781439883143>
 18. Potter, M. C. (2019). *Engineering Analysis*. Springer. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-91683-5>
 19. Tsapko, Y. V., Tsapko, A. Y., Bondarenko, O. P. (2020). Modeling of thermal conductivity of reed products. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 907, 012057. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/907/1/012057>
 20. Jannot, Y., Degiovanni, A., Schick, V., Meulemans, J. (2020). Thermal diffusivity measurement of insulating materials at high temperature with a four-layer (4L) method. *International Journal of Thermal Sciences*, 150, 106230. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2019.106230>
 21. Bartlett, A. I., Hadden, R. M., Bisby, L. A. (2019). A Review of Factors Affecting the Burning Behaviour of Wood for Application to Tall Timber Construction. *Fire Technology*, 55 (1), 1–49. doi: <https://doi.org/10.1007/s10694-018-0787-y>

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.219556

ВИЯВЛЕННЯ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОЇ ДИНАМІКИ АЛЬГОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЕЛЬТИ ДУНАЮ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ (с. 6–13)

О. Г. Васенко, В. В. Брук, Ю. В. Свиридов, Г. Ю. Міланіч

Для прогнозування зміни якості води в дельті р. Дунай створена геоінформаційна система (ГІС) екологічного моніторингу з додатковими функціями аналізу часових рядів результатів спостережень. За допомогою створеної ГІС виявлені основні тенденції зміни альгологічних показників якості води за період, починаючи з 2005 р. Актуальність проведення даних досліджень обумовлена необхідністю визначення впливу змін гідрохімічних показників на біотичну складову екосистеми.

Згідно з показником індекс сапробності (за Пантле-Букком) спостерігалася тенденція до поліпшення якості води за досліджуваній період. Тенденція до зменшення видової різноманітності була виявлена за показником індекс Шеннона, розрахованим за чисельністю фітопланктону. Виявлені тенденції зміни альгологічних показників спостерігалися вже у вхідному створі дельти р. Дунай (вище м. Рені), тобто обумовлені факторами, що діють за межами дельти Дунаю.

Отримані результати щодо тенденцій зміни альгологічних показників корелюють із отриманими раніше даними аналізу результатів моніторингу гідрохімічних показників. Виявлена тенденція до зменшення показника індекс сапробності обумовлена тенденцією до поліпшення якості води за показниками: БСК-5 (коефіцієнт кореляції $R=0,68$; рівень значущості $\alpha=6\%$), фосфор фосфатів ($R=0,70$; $\alpha=5\%$), завислі речовини ($R=0,80$; $\alpha=2\%$). Тенденція до зменшення індексу Шеннона, розрахованого за чисельністю фітопланктону, обумовлена тенденцією до збільшення концентрації марганцю ($R=-0,75$; $\alpha=3\%$).

Зменшення різноманітності фітопланктону згідно з індексом Шеннона, розрахованим за чисельністю фітопланктону, обумовлено різким збільшенням чисельності синьо-зелених водоростей.

Отримані результати мають значний інтерес для прогнозування змін екологічного стану дельти р. Дунай.

Ключові слова: альгологічні показники, біомаса фітопланктону, індекс Шеннона, індекс сапробності, часова тенденція.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.218714

РОЗРОБКА МЕТОДУ ВИЯВЛЕННЯ ДОВІЛЬНИХ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЗАБРУДНЕНЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ОСНОВІ СТРУКТУРНОЇ ФУНКЦІЇ ПОТОЧНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ЗАБРУДНЮВАЧІВ (с. 14–22)

В. П. Садковий, Б. Б. Поспелов, В. А. Андронов, Є. О. Рибка, О. М. Крайнюков, А. В. Рудь, К. М. Карпець, Ю. С. Безугла

Розроблено метод обчислення структурної функції в рухомому вікні фіксованого розміру, заснований на вимірах вектора поточних концентрацій довірливих забруднювачів атмосферного повітря. Використання рухомого вікна дозволяє виявляти поточні моменти появи неоднорідностей забрудненої атмосфери. При цьому часовий зсув структурної функції виявляє відповідний тимчасовий масштаб цієї неоднорідності. Показано, що, на відміну від відомого методу, запропонований метод дозволяє виявляти динаміку рівнів та масштабів локальних неоднорідностей забрудненого атмосферного повітря, використовуючи тільки поточні вимірювання концентрації для довірливого числа забруднювачів. Відзначається, що метод не використовує інформацію про поточні метеорологічні стани атмосфери і особливості забудови поблизу точки контролю забруднень. Тому метод є універсальним і може застосовуватися для довірливих точок контролю атмосферних забруднень на різних територіях держав. Працездатність запропонованого методу перевірялася на прикладі реальних вимірів концентрацій забруднювачів міського атмосфери формальдегідом, аміаком і двоокисом азоту. Отримані результати в цілому свідчать про працездатність запропонованого методу. Експериментально встановлено, що метод дозволяє виявляти в реальному часі області локальних неоднорідностей, характерних для небезпечних забруднень атмосферного повітря, пов'язаних з відсутністю розсіювання і накопиченням забруднювачів в повітрі. Крім цього, метод дозволяє виявляти в реальному часі як рівні, так і масштаби неоднорідностей забрудненої атмосфери. Експериментально встановлено, що перед появою тестованої достовірної надзвичайної події в забрудненій атмосфері рівень локальної неоднорідності становив 0,015 од. при її тимчасовому масштабі, відповідному 8 відлікам. Потім до моменту надзвичайної події рівень неоднорідності знизився і склав 0,0025 од. при тимчасовому масштабі, відповідному 2 відлікам. Експериментально встановлено, що для цього випадку час прогнозу появи надзвичайної події склав 4 відліки або одну добу.

Ключові слова: забруднення атмосферного повітря, структурна функція, виявлення забруднень, масштаб неоднорідності забруднень.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.216366

ВДОСКОНАЛЕННЯ РОЗРАХУНКУ ЗБІРНИХ ПЕРФОРОВАНИХ ТРУБОПРОВОДІВ ДЛЯ ОЧИСНИХ СПОРУД (с. 23–28)

А. М. Кравчук, Г. М. Кочетов, О. А. Кравчук

Представлені результати експериментальних і теоретичних досліджень характеристик перфорованих трубопроводів, які застосовуються при зборі і відводі води з емісійних очисних споруд систем водопостачання та водовідведення. Досліджувалась величина і характер зміни коефіцієнта витрати отворів перфорації μ_{36} за довжиною трубопроводу в залежності від конструктивних характеристик перфорованих труб і параметрів потоку рідини в трубопроводі. Вимірювання проводились на спеціально

змонтованому експериментальному стенді. В дослідях визначався характер зміни величини витрати і п'єзометричної лінії вздовж збірника. Отримані дані показали, що коефіцієнт витрати $\mu_{зб}$ є змінним за довжиною збірного каналу. Його величина залежить від співвідношення швидкості струминок рідини, які втікають в трубу, до середньої швидкості потоку в перерізі, що розглядається (U_0/V). При цьому дане співвідношення також змінюється вздовж шляху, воно має максимальне значення на початку труби і мінімальне в її кінці. Змінний за величиною коефіцієнт витрати отворів перфорації навпаки, мав мінімум на початку і максимум в кінці збірника. В результаті аналізу вихідних рівнянь і результатів експериментальних даних показано, що в розрахунках без суттєвої похибки можна приймати значення коефіцієнта витрати отворів перфорації $\mu_{зб}$ постійним за довжиною збірника. Також оцінено вплив транзитної витрати на величину цього коефіцієнта. Показано, що збільшення транзиту призводить до певного збільшення середнього для всього збірника коефіцієнта витрати. Запропоновані зручні для використання емпіричні залежності для розрахунку змінного і постійного за величиною коефіцієнта витрати для випадку наявності і відсутності транзиту в напірному водовідвідному каналі.

Ключові слова: змінна витрата, збірний перфорований трубопровід, коефіцієнт витрати отворів перфорації, скважність.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.219602

РАЦІОНАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ ОДЕРЖАННЯ ВОСКІВ З ВІДХОДІВ ВІНТЕРИЗАЦІЇ ОЛІЙ (с. 29–35)

Н. С. Ситнік, К. В. Куниця, В. С. Мазаєва, А. А. Чернуха, П. А. Ковальов, Н. В. Григоренко, С. А. Горносталь, О. А. Єрмакова, М. Я. Павлушко, М. М. Кравцов

Досліджено одержання восків з відпрацьованого перліту, який є відходом вінтеризації соняшникової олії.

Вінтеризація характеризується значними втратами олії з фільтрувальними порошками, а утилізація відходів становить екологічну та економічну проблему. При цьому відходи вінтеризації містять цінні складові – віск та олію, які можуть бути використані за різними напрямками.

Визначено вміст восків у відпрацьованому перліті з використанням гексану (18 %), а також якісні показники одержаного воску: температура плавлення 70 °С, число омилення 115 мг КОН/г, кислотне число 2,6 мг КОН/г, масова частка води 0,82 %.

Застосовано обробку відпрацьованого перліту розчином хлориду натрію під час кип'ятіння, відстоювання одержаної маси, промивку та висушування воску. Встановлено залежність виходу та температури плавлення вилучених восків від параметрів обробки: концентрації розчину хлориду натрію, температури та тривалості відстоювання.

Визначено раціональні умови обробки відпрацьованого перліту: концентрація розчину хлориду натрію – 7,5 %, температура відстоювання – 20 °С, тривалість відстоювання – 10 год. Експериментально встановлений вихід воску в цій точці 14,3 %.

Досліджено показники якості зразку воску, одержаного за раціональних умов: температура плавлення 68 °С, число омилення 110 мг КОН/г, кислотне число 2,8 мг КОН/г, масова частка води 0,85 %. Ці показники корелюються з відповідними даними для воску, вилученого з використанням гексану, а також з довідковими даними щодо якості бджолиного та соняшникового восків.

Одержані дані дозволяють переробляти відпрацьований перліт без використання органічних розчинників, що робить процес більш екологічним та економічно вигідним, а також вирішує екологічні проблеми, пов'язані з утилізацією відходів вінтеризації.

Ключові слова: відходи олієжирової галузі, вінтеризація, відпрацьований фільтрувальний порошок, перліт, соняшниковий віск.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.220349

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБЛАДНАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ БРИКЕТУВАННЯ ВІДХОДІВ (с. 36–52)

І. В. Бондаренко, О. І. Кутяшенко, А. А. Топоров, Л. Я. Аніщенко, О. С. Зюзь, І. В. Дунаєв, О. В. Крахмальов, О. В. Яворовська, О. Д. Костіна, О.Є. Алексєєва

У зв'язку зі зростанням актуальності розглянута сучасна проблема накопичення вуглецевих відходів. Експериментально визначені загальні тенденції та орієнтовних раціональних складів невідготовлених різнодисперсних фракцій сумішей потенційної сировини при його пресуванні і подальшому термолізом. Встановлено, що при збільшенні вологості, або вмісту зв'язуючого, тверді вуглецеві відходи стають більш пластичними і в'язкими – з 0,6 до 0,4 – знижується коефіцієнт внутрішнього тертя. Вплив вологості на коефіцієнт зовнішнього тертя менш помітний (зниження до 25 %). Визначено, що рідкісний нагрів шихти до 80 °С сприяє зниженню щільності отримуваних брикетів (в середньому на 5–6 %) і веде до зростання коефіцієнта пружного розширення. Брикети, за інших рівних умов, на 5–10 % міцніші, однак на 1 % збільшення міцності припадає 2 % зростання витрат енергії. При повторному ущільненні відбувається помітна зміна компресійних властивостей. Щільність брикетів збільшується в середньому на 7 %. При меншому вмісті зв'язуючого отримано збільшення щільності на 14 %. При цьому збільшення міцності прямо пропорційно залежить від енерговитрат. Рекомендовано збільшення утримання в них зв'язуючого та їх повторне ущільнення. Встановлено, що при оптимізованій експлуатації котелень утилізаційних установок по спалюванню брикетованих відходів коефіцієнт витрат коштів на рік на 32,9 % менше значення цього показника при роботі обладнання для утилізації невідготовлених відходів. При цьому коефіцієнт впливу на навколишнє середовище за період 15 років на 28,89 % менше значення цього показника при роботі аналогічного обладнання. Отримані результати обґрунтовано вказують на те, що оптимізована технологія брикетування відходів з подальшим їх спалюванням, характеризується значним підвищенням еколого-економічної ефективності процесу утилізації відходів.

Ключові слова: вуглецеві відходи, технологія брикетування, математичне моделювання, програма «Індекс-Е», еколого-економічна ефективність.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.217543**ВИМОГИ ДО УНІФІКОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МАРКУВАННЯ ДОРОЖНІХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ЗОН (с. 53–64)****О. А. Клименко, В. М. Горицький, Ю. Ф. Гутаревич, А. В. Щелкунов, Р. М. Кириченко**

Надано стислий аналіз світового досвіду в сфері екологічного маркування дорожніх транспортних засобів з акцентом на диференціації доступу до зон з низьким рівнем викидів. Виокремлено основні принципи впровадження та застосування уніфікованої системи екологічного маркування дорожніх транспортних засобів з акцентом на інструменти стимулювання збереження в експлуатації екологічних властивостей, закладених в конструкцію. На основі імітаційного моделювання надано прогнози зменшення усереднених питомих зведених викидів шкідливих речовин парком транспортних засобів різних категорій відповідно до різних сценаріїв регулювання. За рахунок впровадження запропонованих екологічних зон різного рівня показано принципові можливості досягти зменшення рівня сумарних питомих зведених викидів орієнтовно: до 40–65 % від поточного рівня в межах щільної забудови міст, що охоплюють значні території («червоні» екологічні зони рівня V із максимально допустимим рівнем зведених викидів у 251 г/км (г/ткм) та, відповідно, обмеженням активної експлуатації принаймні автомобілів, що відповідають вимогам «Євро-0» і нижче); у 4–5 разів у дуже забруднених та густонаселених районах («жовті» екологічні зони рівня IV, з обмеженнями для легкових автомобілів із двигунами з примусовим запалюванням рівня «Євро-2» і нижче, та автомобілів з дизелями «Євро-4» і нижче); на порядок в особливо чутливих виокремлених зонах («зелені» екологічні зони рівня III із максимально допустимим рівнем зведених викидів у 63 г/км (г/ткм) з необмеженим доступом для легкових автомобілів з двигунами з примусовим запалюванням рівня «Євро-4» і вище, легкових автомобілів з дизелями рівня «Євро-6d» віком до 8 років, вантажного транспорту та автобусів рівня «Євро-6» віком до 15 років включно).

Ключові слова: викиди забруднювальних речовин, екологічне маркування транспорту, екологічні зони, екологічне управління.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.217970**ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ПЕРЕДАЧІ ТЕПЛА ЧЕРЕЗ ЗАХИСНУ КОНСТРУКЦІЮ ДО ДЕРЕВИНИ (с. 65–71)****Ю. В. Цапко, І. Л. Роговський, Л. Л. Тігова, Р. В. Шатров, О. Ю. Цапко, О. П. Бондаренко, С. М. Маурчук**

Проведеними дослідженнями впливу термічної дії високотемпературного полум'я магнію на будівельні матеріали для захисту деревини від атмосферних чинників встановлено закономірним процес передавання температури до деревини. Доведено, що залежно від теплофізичних властивостей матеріалу, це може призвести до її займання, або уповільнення процесу теплопровідності. Тому постає необхідність дослідження умов для теплопровідності та встановлення механізму гальмування передачі тепла до деревини. У зв'язку з цим розроблена математична модель процесу передавання теплового потоку на поверхні деревини при захисті покриттями. За експериментальними даними і отриманими залежностями встановлено, що густина теплового потоку через сталю пластину збільшується до значення понад 200 кВт/м², що достатнє для займання деревини. Натомість, густина теплового потоку через пластину з вермикуліту не перевищила 5,2 кВт/м², що недостатнє для її займання. Встановлено, що основним регулятором процесу передавання тепла є тепло ізолювальні властивості будівельного виробу, його стійкість дії високої температури, оскільки окремі будівельні вироби руйнуються під впливом дії полум'я магнію, наприклад, азбоцементовий виріб. Тому суттєвий вплив на процес захисту природного горючого матеріалу при застосуванні захисного покриття здійснюється у напрямку тепло ізолювання поверхні деревини. Це дозволяє стверджувати про відповідність виявленого механізму формування тепло ізолювальних властивостей щодо захисту об'єктів зберігання вибухонебезпечних виробів та практичну привабливість запропонованих технологічних рішень. Таким чином, особливості гальмування процесу передавання тепла до деревини при дії полум'я магнію, полягають в тепло ізолюванні поверхні деревини термічно стійким матеріалом. Так, на поверхні вермикуліту була створена температура полум'я магнію, а на поверхні деревини не перевищила 100 °С.

Ключові слова: горіння металу, вогнезахист деревини, покриття, теплопровідність, оброблення поверхні, теплофізичні властивості.