

ABSTRACT AND REFERENCES

ECOLOGY

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.317203

DESIGN AND APPLICATION OF CNN FOR EMISSION DETECTION THROUGH THERMAL IMAGERY (p. 6–18)**Doddi Yuniardi**

Gunadarma University, Depok, West Java, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8050-3707>**Sarifuddin Madenda**

Gunadarma University, Depok, West Java, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5876-065X>**Ridwan**

Gunadarma University, Depok, West Java, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3392-2709>**Prihandoko**

Gunadarma University, Depok, West Java, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4087-221X>**Abdul Azis Abdillah**

University of Birmingham, Birmingham, United Kingdom

Politeknik Negeri Jakarta, Kota Depok, Jawa Barat, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0775-5129>**Sulaksana Permana**

Gunadarma University, Depok, West Java, Indonesia

Universitas Indonesia, Kota Depok, Jawa Barat, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3473-5892>

Motorcycle exhaust emissions (EE) that do not meet regulatory standards present a significant environmental and public health issue, particularly given the rising number of motorcycles in densely populated areas. These emissions release pollutants such as carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC), and nitrogen oxides (NO_x), which contribute to poor air quality and have adverse effects on human health. Traditional emission testing methods using gas analyzers, while commonly used, face limitations such as sensitivity to environmental fluctuations, the necessity for frequent recalibration, and an intensive testing process requiring specialized expertise. This study addresses these issues by developing an innovative method for emission detection using Convolutional Neural Networks (CNN) applied to thermal images of motorcycle exhausts. The research method involves five key stages: data acquisition, dataset formation, CNN model design and training, model testing, and validation. Thermal images were gathered from 27 motorcycles, representing various brands and engine configurations common in Indonesia, and each image set included 100 samples for both emission-compliant and non-compliant categories. By analyzing thermal patterns, the CNN model was trained to accurately detect combustion patterns indicative of emission status based on the lambda value. This approach enables the model to generalize across different motorcycle models, offering practical adaptability for widespread implementation. The results demonstrate that the CNN model delivers high predictive accuracy, precision, recall, and F1-score, making it a robust tool for assessing motorcycle emission compliance. This CNN-based approach provides a practical solution for real-time, large-scale emission monitoring and regulatory enforcement, reducing dependency on conventional methods. Its scalability and adaptability position it as a valuable advancement in emission monitoring technology, with significant potential for supporting environmental standards and improving air quality management.

Keywords: exhaust emissions, CNN, thermal imagery, motorcycle emissions, air quality, regulatory standards, lambda value.

References

- Jailaubekov, Y. A., Amirgaliyeva, S. N., Baubekov, E. E., Yakovleva, N. A., Askarov, S. A., Tazabekov, A. J. (2024). Analysis of the amount and structure of solid particles PM released into the city's atmospheric air by motor transport. *Vibroengineering Procedia*, 54, 244–251. <https://doi.org/10.21595/vp.2024.24011>
- Angelo, D. C., Valentina, A., Nuranissa, S. (2021). Creative Strategy for Reducing Air Pollution from Motorcycle Exhaust by Urging Urban Motorcyclists to Implement Eco-Riding Techniques. *Proceedings of the International Conference on Economics, Business, Social, and Humanities (ICEBSH 2021)*. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210805.033>
- Sówka, I., Cichowicz, R., Dobrzański, M., Bezyk, Y. (2023). Analysis of Air Pollutants for a Small Paintshop by Means of a Mobile Platform and Geostatistical Methods. *Energies*, 16 (23), 7716. <https://doi.org/10.3390/en16237716>
- Munian, Y., Martinez-Molina, A., Miserlis, D., Hernandez, H., Alamaniotis, M. (2022). Intelligent System Utilizing HOG and CNN for Thermal Image-Based Detection of Wild Animals in Nocturnal Periods for Vehicle Safety. *Applied Artificial Intelligence*, 36 (1). <https://doi.org/10.1080/08839514.2022.2031825>
- Samudra, A. A., Hertasning, B., Amiro, L. (2024). Policy for handling air pollution in Jakarta: Study using System Dynamics Simulation Models. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 8 (2). <https://doi.org/10.24294/jipd.v8i2.2969>
- Anggraini, A. N., Ummah, N. K., Fatmasari, Y., Hayati Holle, K. F. (2022). Air Quality Forecasting in DKI Jakarta Using Artificial Neural Network. *MATICS*, 14 (1), 1–5. <https://doi.org/10.18860/mat.v14i1.13863>
- Liang, C. (2019). Air pollution by motorcycles in big cities: the case of Bangkok. <https://doi.org/10.58837/chula.is.2019.87>
- Tsai, J.-H., Chen, J.-Y., Chiang, H.-L. (2023). Airborne Air Pollutant Emission Characteristics of Mobile Vehicles in Taiwan. *Atmosphere*, 14 (6), 916. <https://doi.org/10.3390/atmos14060916>
- Pandithurai, O., Jawahar, M., Arockiaraj, S., Bhavani, R. (2023). IoT technology-based vehicle pollution monitoring and control. *Global Nest Journal*, 25 (10), 25–32. Available at: https://journal.gnest.org/sites/default/files/Submissions/gnest_05086/gnest_05086_published.pdf
- Özdemir, O. B., Koz, A. (2023). 3D-CNN and Autoencoder-Based Gas Detection in Hyperspectral Images. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 16, 1474–1482. <https://doi.org/10.1109/jstars.2023.3235781>
- Ismail, Budiman, D., Asri, E., Aidha, Z. R. (2022). The Smart Agriculture based on Reconstructed Thermal Image. *2022 2nd International Conference on Intelligent Technologies (CONIT)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/conit55038.2022.9848229>
- Alkalah, C. (2016). 済無 No Title No Title No Title, 19 (5), 1–23.
- Szostak, R., Zimnoch, M., Wachniew, P., Jasek-Kamińska, A. (2023). Self-Calibration of UAV Thermal Imagery Using Gradient Descent Algorithm. *Drones*, 7 (11), 683. <https://doi.org/10.3390/drones7110683>
- Murphy, R. D., Hagan, J. A., Harris, B. P., Sethi, S. A., Smeltz, T. S., Restrepo, F. (2021). Can Landsat Thermal Imagery and Environmental Data Accurately Estimate Water Temperatures in Small Streams? *Journal of Fish and Wildlife Management*, 12 (1), 12–26. <https://doi.org/10.3996/jfw-20-048>
- Senthilraj, S., Shanker, N. R. (2023). Thermal Image-Based Battery Cells Fault Detection in Electric Vehicles Using Cnn Model. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 18 (18), 2101–2111. <https://doi.org/10.59018/0923258>
- Talbott-Swain, G., David, J. et al. (2023). Farming the future: An approach to precision agriculture through UAS-based thermal

- scanners. NASA Technical Reports. Available at: https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20230013010/downloads/20230013010_NASA_Team4_FinalReport_final.pdf
17. Shichao, J. (2019). Study on Testing Environment Simulation Method for Thermal Flux Density of Aerothermal. *Journal of Physics: Conference Series*, 1267 (1), 012065. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1267/1/012065>
 18. Xie, Y., Liu, L., Han, Z., Zhang, J. (2024). MSCL-Attention: A Multi-Scale Convolutional Long Short-Term Memory (LSTM) Attention Network for Predicting CO₂ Emissions from Vehicles. *Sustainability*, 16 (19), 8547. <https://doi.org/10.3390/su16198547>
 19. Naidu, N. B., Kavyasree, T., Teja, T. R., Sarayu, P. S., Sai, S. (2024). Image Forgery Detection using ResNet50. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 12 (3), 2222–2229. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.59317>
 20. Smit, R., Kingston, P. (2019). Measuring On-Road Vehicle Emissions with Multiple Instruments Including Remote Sensing. *Atmosphere*, 10 (9), 516. <https://doi.org/10.3390/atmos10090516>
 21. Wadsworth, F., Muknahallipatna, S. S., Ksaibati, K. (2024). Real Time Thermal Image Based Machine Learning Approach for Early Collision Avoidance System of Snowplows. *Journal of Intelligent Learning Systems and Applications*, 16 (02), 107–142. <https://doi.org/10.4236/jilsa.2024.162008>
 22. Zhao, X., Wang, L., Zhang, Y., Han, X., Deveci, M., Parmar, M. (2024). A review of convolutional neural networks in computer vision. *Artificial Intelligence Review*, 57 (4). <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10721-6>
 23. Prima, A., Santoso, D. B., Nurpulaela, L. (2022). Deteksi otomatis nominal uang kertas rupiah untuk tunanetra menggunakan algoritma arsitektur SSD Mobilenetv3. *Teknokom*, 6 (2), 151–159. <https://doi.org/10.31943/teknokom.v6i2.166>
 24. Mandala, R., Safari, M. D. (2023). Penerapan Convolutional Neural Network (CNN) dan Euclidean Distance Matrices (EDM) untuk Mengurangi False Positive pada Pengenalan Aktifitas Finger Point Call. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 9 (1), 105. <https://doi.org/10.26418/jp.v9i1.61716>
 25. Wang, Y., Wang, H., Zhang, B., Liu, P., Wang, X., Si, S. et al. (2024). High-resolution mapping of on-road vehicle emissions with real-time traffic datasets based on big data. <https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-2791>
 26. Hanif, M. Z., Saputra, W. A., Choo, Y. H., Yunus, A. P. (2024). Rupiah Banknotes Detection Comparison of The Faster R-CNN Algorithm and YOLOv5. *Jurnal Infotel*, 16 (3). <https://doi.org/10.20895/infotel.v16i3.1189>
 27. Shobayo, O., Saatchi, R., Ramlakhan, S. (2024). Convolutional Neural Network to Classify Infrared Thermal Images of Fractured Wrists in Pediatrics. *Healthcare*, 12 (10), 994. <https://doi.org/10.3390/healthcare12100994>
 28. Rivadeneira, R. E., Sappa, A. D., Vintimilla, B. X., Nathan, S., Kansal, P., Mehri, A. et al. (2021). Thermal Image Super-Resolution Challenge - PBVS 2021. 2021 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), 4354–4362. <https://doi.org/10.1109/cvprw53098.2021.00492>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.318593

POWER AND EMISSION ESTIMATION OF PLASTIC WASTE PYROLYSIS-DERIVED FUEL BLENDS IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES (p. 19–25)

Sugeng Hadi Susilo

State Polytechnic of Malang, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3077-2039>

Imam Mashudi

State Polytechnic of Malang, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9221-6638>

Santoso Santoso

State Polytechnic of Malang, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4461-5432>

Agus Hardjito

State Polytechnic of Malang, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3529-4665>

Dwi Pebrianti

International Islamic University Malaysia, Selangor, Malaysia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9938-5219>

Energy, especially from fossil fuels, is essential for everyday life, while plastic waste is an increasing environmental threat. Plastic waste disposal methods such as landfilling and burning cause pollution. Therefore, a process is needed that converts plastic waste into fuel. The object of the study is the engine performance. The problem to be solved is the relationship between the use of a mixture of fossil fuels and pyrolysis fuel on the performance of internal combustion engines.

This research uses a systematic data collection process to obtain accurate and reliable results. The necessary equipment, including a dynamometer and gas analyzer, was prepared, and the engine was warmed up to a stable operating temperature of 80 °C. The motorbike is then positioned on the dynamometer with the rear tires aligned and the front tires secured to prevent movement. Data collection was carried out at engine speeds of 2000, 3000, 4000, 5000, and 6000 rpm, using three fuel mixtures: 10 % plastic pyrolysis fuel with 90 % RON 90, 20 % plastic pyrolysis fuel with 80 % 90 RON, and 30 % plastic pyrolysis fuel with 70 % RON 90. Each test was repeated three times, with the output power measured using a dynamometer and exhaust emissions (CO and HC levels) recorded using a gas analyzer. The test results show that the optimal fuel mixture to produce maximum engine power is a PE-RON 90 mixture with a ratio of 20:80, providing the best performance at medium to high engine speeds (3000–6000 rpm) with low CO emissions. The highest power output (1.05) occurs at 4000 rpm, while the PE-RON 90 30:70 alloy produces the best power performance at 6000 rpm (0.78 % CO). Additionally, the pyrolysis fuel blend significantly reduces CO and HC emissions, with the PE-RON 90 30:70 blend showing the lowest CO (0.78 % at 6000 rpm) and consistently reducing HC emissions across the rpm range.

Keywords: plastic waste, pyrolysis, fuel mixture, power, exhaust gas, types of plastic.

References

1. Miandad, R., Rehan, M., Barakat, M. A., Aburiazza, A. S., Khan, H., Ismail, I. M. I. et al. (2019). Catalytic Pyrolysis of Plastic Waste: Moving Toward Pyrolysis Based Biorefineries. *Frontiers in Energy Research*, 7. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2019.00027>
2. Budsareechai, S., Hunt, A. J., Ngernyen, Y. (2019). Catalytic pyrolysis of plastic waste for the production of liquid fuels for engines. *RSC Advances*, 9 (10), 5844–5857. <https://doi.org/10.1039/c8ra10058f>
3. Aziz, A. N., Al-Dadah, R., Kuznetsova, I., Mahmoud, S., Dhisi, S., Efi-fiong, C., Kanu, E. (2021). Conversion of Mixed Waste of Wood and Plastic to Clean Fuels Using Pyrolysis in Nigeria – Numerical Study. *Proceedings of the 7th World Congress on Mechanical, Chemical, and Material Engineering*. <https://doi.org/10.11159/htff21.135>
4. Olalo, J. (2021). Characterization of Pyrolytic Oil Produced from Waste Plastic in Quezon City, Philippines Using Non-catalytic Pyrolysis Method. *Chemical Engineering Transactions*, 86, 1495–1500. <https://doi.org/10.3303/CET2186250>
5. Nafii, A., Irawan, B. (2024). Effect of ethanol and water fuel mixture in direct injection diesel engine on power and specific fuel consumption. *Evrinata: Journal of Mechanical Engineering*, 1 (2), 44–50. <https://doi.org/10.70822/evrinata.vi.36>
6. Suhartono, S., Romli, A., Harsanti, M., Suharto, S., Achmad, F. (2022). Characteristics study of liquid fuel from pyrolysis of poly-

- ethylene plastic waste. *Jurnal Teknologi*, 84 (4), 57–64. <https://doi.org/10.11113/jurnalteknologi.v84.17517>
7. Santoso, S., Yulianto, F. A., Yudiyanto, E., Aditya, C., Sabarudin, S. (2024). The Effect of Fuel Pump Pressure and Number of Injector Holes on 150cc Matic Motorcycle Performance. *Asian Journal Science and Engineering*, 2 (2), 117. <https://doi.org/10.51278/ajse.v2i2.1020>
 8. Aragaw, T. A., Mekonnen, B. A. (2021). Current plastics pollution threats due to COVID-19 and its possible mitigation techniques: a waste-to-energy conversion via Pyrolysis. *Environmental Systems Research*, 10 (1). <https://doi.org/10.1186/s40068-020-00217-x>
 9. Selvaranjan, K., Navaratnam, S., Rajeev, P., Ravintherakumar, N. (2021). Environmental challenges induced by extensive use of face masks during COVID-19: A review and potential solutions. *Environmental Challenges*, 3, 100039. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100039>
 10. Al Aiti, M., Jehnichen, D., Fischer, D., Br nig, H., Heinrich, G. (2018). On the morphology and structure formation of carbon fibers from polymer precursor systems. *Progress in Materials Science*, 98, 477–551. <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2018.07.004>
 11. Naufal Hana Rizqullah, Monasari, R., Utami Handayani, S., Aditya, C. (2024). Effect of mixing plastic pyrolysis oil with pertamax and variation of ignition timing on performance and emissions. *Evrinata: Journal of Mechanical Engineering*, 1 (1), 21–24. <https://doi.org/10.70822/evrinata.vi.18>
 12. Desnia, E., Rosie, E., Hartono, S. B., Simanullang, W. F., Anggorowati, A. A., Lourentius, S. (2024). Optimization of pyrolysis of polypropylene and polyethylene based plastic waste become an alternative oil fuel using bentonite catalyst. *E3S Web of Conferences*, 475, 05006. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447505006>
 13. Mustapa, M. S. B., Setiawan, A., Gumono, G. (2023). The Effect of Active Carbon from Coconut Shell as an Adsorbent on Motorcycle Exhaust Gas Emissions and Engine Performance. *Asian Journal Science and Engineering*, 2 (1), 13–21. <https://doi.org/10.51278/ajse.v2i1.675>
 14. Kurniawan, S., Pebrianti, D. (2023). Optimization Study of the Ratio of Bioethanol Bioacetone Ron 90 on the Power and Emissions of a 110cc Gasoline Motor. *Asian Journal Science and Engineering*, 2 (1), 22. <https://doi.org/10.51278/ajse.v2i1.759>
 15. Al-Fatesh, A. S., AL-Garadi, N. Y. A., Osman, A. I., Al-Mubaddel, F. S., Ibrahim, A. A., Khan, W. U. et al. (2023). From plastic waste pyrolysis to Fuel: Impact of process parameters and material selection on hydrogen production. *Fuel*, 344, 128107. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.128107>
 16. Motta, I. L., Marchesan, A. N., Guimaraes, H. R., Chagasc, M. F., Bonomic, A., Maciel, M. R. W., Filho, R. M. (2024). Co-Pyrolysis of Lignocellulosic Residues and Plastics: a Simulation Approach to Predict Product Yields. *Chemical Engineering Transactions*, 109, 139–144. <https://doi.org/10.3303/CET24109024>
 17. Rizqiani, F., Irawan, B. (2024). Effect of a Mixture of Gasoline and Ethanol in a Direct Injection System Engine on Power and Specific Fuel Consumption. *Evrinata: Journal of Mechanical Engineering*, 1 (3), 63–68. <https://doi.org/10.70822/evrinata.v1i03.34>
 18. Stallkamp, C., Hennig, M., Volk, R., Stapf, D., Schultmann, F. (2024). Pyrolysis of mixed engineering plastics: Economic challenges for automotive plastic waste. *Waste Management*, 176, 105–116. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2024.01.035>
 19. Sánchez-Borrego, F. J., Álvarez-Mateos, P., García-Martín, J. F. (2021). Biodiesel and Other Value-Added Products from Bio-Oil Obtained from Agrifood Waste. *Processes*, 9 (5), 797. <https://doi.org/10.3390/pr9050797>
 20. Putra Gitama, N., Hidayat, N., Pebrianti, D. (2024). Effect of Coconut Shell-Based Active Carbon Adsorbent on Motorcycle Exhaust Gas Emissions. *Evrinata: Journal of Mechanical Engineering*, 1 (3), 88–96. <https://doi.org/10.70822/evrinata.v1i03.57>
 21. Majzoub, W. N., Al-Rawashdeh, M., Al-Mohannadi, D. M. (2024). Toward Building Circularity in Sustainable Plastic Waste Conversion. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 12 (23), 8642–8661. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.4c00383>
 22. Hossain, S. T., Mahmud, M. A. P. (2024). Optimizing process parameters and materials for the conversion of plastic waste into hydrogen. *Engineering Research Express*, 6 (4), 045319. <https://doi.org/10.1088/2631-8695/ad829f>
 23. Yaqoob, H., Ali, H. M., Sajjad, U., Hamid, K. (2024). Investigating the potential of plastic pyrolysis oil-diesel blends in diesel engine: Performance, emissions, thermodynamics and sustainability analysis. *Results in Engineering*, 24, 103336. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.103336>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.319053

DETERMINATION OF THE PATTERNS OF HYPOCHLOROUS ACID RELEASE FROM FOAMED SODIUM HYPOCHLORITE SOLUTIONS INTO THE AIR IN AN EVAPORATOR OF SPECIAL DESIGN (p. 26–36)

Bohdan Murashevych

Dnipro State Medical University, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8517-2810>

Dmitry Girenko

Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9658-5645>

Oleg Lebed

Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4541-8972>

Hanna Maslak

Dnipro State Medical University, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3573-8606>

Emil Bilenkyi

Dnipro State Medical University, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7115-5260>

The disinfection of air in premises, especially in the presence of people, is an important element of the system for the prevention of infectious diseases. A promising solution for this is to fill the premises with an antimicrobial chemical agent that would quickly neutralize pathogens directly at the moment they enter the air. It is advisable to use hypochlorous acid HOCl as such an agent. But traditional methods of administering HOCl into the air by aerosolizing its solutions may be accompanied by a number of risks that can be prevented by using gaseous HOCl. Therefore, it is relevant to develop evaporation devices that would take into account the specifics of chlorine-active compounds and determine the influence of various factors on the release of gaseous HOCl from them into the air being treated. During the study, a design of a device was developed in which the transfer of HOCl into the air is carried out by contact of the latter with a foamed working solution of sodium hypochlorite NaOCl. The HOCl concentration in the treated air mainly depends on its concentration in the working solution, which, in turn, is determined by the pH of the solution and the total content of free chlorine in it. Additionally, the influence of the air and working solution temperatures, the volume of the working solution, the power of air flows and other technological factors on the air HOCl concentration was studied. When using an electrochemically generated approx. 1000 mg/l NaOCl solution with pH 8.50–8.60 at 20 °C, it is possible to maintain the total chlorine concentration in the air flow with a capacity of 50 m³/h at a level of about 0.30 mg/m³ for a long time. Simple design, multifunctionality and the fundamental possibility of combining the processes of electrochemical synthesis of HOCl and its immediate administer-

ing into the air open up broad prospects for using the developed installations for continuous disinfection of premises.

Keywords: hypochlorous acid, sodium hypochlorite, active chlorine, antimicrobial agents, air disinfection, gas emission, evaporation devices, infection prevention.

References

- Islam, M. S., Rahman, K. M., Sun, Y., Qureshi, M. O., Abdi, I., Chughtai, A. A., Seale, H. (2020). Current knowledge of COVID-19 and infection prevention and control strategies in healthcare settings: A global analysis. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 41 (10), 1196–1206. <https://doi.org/10.1017/ice.2020.237>
- Viana Martins, C. P., Xavier, C. S. F., Cobrado, L. (2022). Disinfection methods against SARS-CoV-2: a systematic review. *Journal of Hospital Infection*, 119, 84–117. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2021.07.014>
- Querido, M. M., Aguiar, L., Neves, P., Pereira, C. C., Teixeira, J. P. (2019). Self-disinfecting surfaces and infection control. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 178, 8–21. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2019.02.009>
- Chen, X., Kumari, D., Achal, V. (2020). A Review on Airborne Microbes: The Characteristics of Sources, Pathogenicity and Geography. *Atmosphere*, 11 (9), 919. <https://doi.org/10.3390/atmos11090919>
- Liu, G., Xiao, M., Zhang, X., Gal, C., Chen, X., Liu, L. et al. (2017). A review of air filtration technologies for sustainable and healthy building ventilation. *Sustainable Cities and Society*, 32, 375–396. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.04.011>
- Watson, R., Oldfield, M., Bryant, J. A., Riordan, L., Hill, H. J., Watts, J. A. et al. (2022). Efficacy of antimicrobial and anti-viral coated air filters to prevent the spread of airborne pathogens. *Scientific Reports*, 12 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06579-9>
- Murashevych, B., Stepanskyi, D., Toropin, V., Koshova, I., Maslak, G., Prigozhayeva, L. et al. (2020). Synthesis and antimicrobial properties of new polymeric materials with immobilized peroxyacid groups. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 15 (24), 3090–3099. Available at: https://repo.dma.dp.ua/7209/1/Murashevich_Maslak_2020-2-11.pdf
- Murashevych, B., Koshova, I., Surmasheva, E., Girenko, D., Chuiko, V., Stepanskyi, D. (2022). Broad-purpose antimicrobial chlorine-active polymers: suppression of multidrug-resistant microorganisms and microbial penetration resistance. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*, 5 (39), 64–73. <https://doi.org/10.15587/2519-4852.2022.266171>
- Nardell, E. A. (2021). Air Disinfection for Airborne Infection Control with a Focus on COVID-19: Why Germicidal UV is Essential†. *Photochemistry and Photobiology*, 97 (3), 493–497. <https://doi.org/10.1111/php.13421>
- Grignani, E., Mansi, A., Cabella, R., Castellano, P., Tirabasso, A., Sisto, R. et al. (2020). Safe and Effective Use of Ozone as Air and Surface Disinfectant in the Conjunction of Covid-19. *Gases*, 1 (1), 19–32. <https://doi.org/10.3390/gases1010002>
- Boecker, D., Zhang, Z., Breves, R., Herth, F., Kramer, A., Bulitta, C. (2023). Antimicrobial efficacy, mode of action and in vivo use of hypochlorous acid (HOCl) for prevention or therapeutic support of infections. *GMS Hygiene and Infection Control*, 18. <https://doi.org/10.3205/dgkh000433>
- Andrés, C. M. C., Pérez de la Lastra, J. M., Juan, C. A., Plou, F. J., Pérez-Lebeña, E. (2022). Hypochlorous Acid Chemistry in Mammalian Cells – Influence on Infection and Role in Various Pathologies. *International Journal of Molecular Sciences*, 23 (18), 10735. <https://doi.org/10.3390/ijms231810735>
- Afify, A. A., Hassan, G. K., Al-Hazmi, H. E., Kamal, R. M., Mohamed, R. M., Drewnowski, J. et al. (2023). Electrochemical Production of Sodium Hypochlorite from Salty Wastewater Using a Flow-by Porous Graphite Electrode. *Energies*, 16 (12), 4754. <https://doi.org/10.3390/en16124754>
- Ponzano, G. P. (2006). Sodium Hypochlorite: History, Properties, Electrochemical Production. *Disinfection by Sodium Hypochlorite: Dialysis Applications*, 7–23. <https://doi.org/10.1159/000096810>
- Gessa Sorroche, M., Relimpio López, I., García-Delpech, S., Benítez del Castillo, J. M. (2022). Hypochlorous acid as an antiseptic in the care of patients with suspected COVID-19 infection. *Archivos de La Sociedad Española de Oftalmología (English Edition)*, 97 (2), 77–80. <https://doi.org/10.1016/j.oftale.2021.01.010>
- Burian, E. A., Sabah, L., Kirketerp-Møller, K., Gundersen, G., Ågren, M. S. (2022). Effect of Stabilized Hypochlorous Acid on Re-epithelialization and Bacterial Bioburden in Acute Wounds: A Randomized Controlled Trial in Healthy Volunteers. *Acta Dermato-Venereologica*, 102, adv00727. <https://doi.org/10.2340/actadv.102.1624>
- Delgado-Enciso, I., Paz-García, J., Barajas-Saucedo, C., Mokay-Ramírez, K., Meza-Robles, C., Lopez-Flores, R. et al. (2021). Safety and efficacy of a COVID-19 treatment with nebulized and/or intravenous neutral electrolyzed saline combined with usual medical care vs. usual medical care alone: A randomized, open-label, controlled trial. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 22 (3). <https://doi.org/10.3892/etm.2021.10347>
- Chung, I., Ryu, H., Yoon, S.-Y., Ha, J. C. (2022). Health effects of sodium hypochlorite: review of published case reports. *Environmental Analysis Health and Toxicology*, 37 (1), e2022006. <https://doi.org/10.5620/eaht.2022006>
- Lackner, M., Rössler, A., Volland, A., Stadtmüller, M. N., Mül-lauer, B., Banki, Z. et al. (2022). N-chlorotaurine is highly active against respiratory viruses including SARS-COV-2 (COVID-19) in vitro. *Emerging Microbes & Infections*, 11 (1), 1293–1307. <https://doi.org/10.1080/22221751.2022.2065932>
- Murashevych, B., Bilenkyi, G., Girenko, D., Bilenkyi, E. (2024). N-Chlorotaurine Solutions as Agents for Infusion Detoxification Therapy: Preclinical Studies. *International Journal of Molecular Sciences*, 25 (15), 8345. <https://doi.org/10.3390/ijms25158345>
- Urushidani, M., Kawayoshi, A., Kotaki, T., Saeki, K., Mori, Y., Kameoka, M. (2022). Inactivation of SARS-CoV-2 and influenza A virus by dry fogging hypochlorous acid solution and hydrogen peroxide solution. *PLOS ONE*, 17 (4), e0261802. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261802>
- Feng, K.-C., Ghai, A., Liu, H., Salerno, A., Miller, C., Liu, J. et al. (2022). Efficacy of hypochlorous acid (HOCl) fog in sanitizing surfaces against *Enterococcus faecalis*. *American Journal of Infection Control*, 50 (12), 1311–1315. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2022.03.009>
- Nguyen, K., Bui, D., Hashemi, M., Hocking, D. M., Mendis, P., Strugnell, R. A., Dharmage, S. C. (2021). The Potential Use of Hypochlorous Acid and a Smart Prefabricated Sanitising Chamber to Reduce Occupation-Related COVID-19 Exposure. *Risk Management and Healthcare Policy*, 14, 247–252. <https://doi.org/10.2147/rmhp.s284897>
- Boecker, D., Breves, R., Zhang, Z., Bulitta, C. (2021). Antimicrobial Activity in the Gasphase with Hypochloric Acid. *Current Directions in Biomedical Engineering*, 7 (2), 511–514. <https://doi.org/10.1515/cdbme-2021-2130>
- Fukuzaki, S. (2023). Uses of gaseous hypochlorous acid for controlling microorganisms in indoor spaces. *Journal of Microorganism Control*, 28 (4), 165–175. https://doi.org/10.4265/jmc.28.4_165
- Muramatsu, T., Kodama, K., Yamada, T., Yamada, A., Fukuzaki, S. (2024). Inhalation of gaseous hypochlorous acid and its effect on human respiratory epithelial cells in laboratory model systems. *Journal of Microorganism Control*, 29 (1), 39–44. https://doi.org/10.4265/jmc.29.1_39
- Murashevych, B., Maslak, H., Girenko, D., Abraimova, O., Netro-nina, O., Shvets, V. (2024). The effect of hypochlorous acid inhalation on the activity of antioxidant system enzymes in rats of different ages. *Free Radical Research*, 58 (8-9), 441–457. <https://doi.org/10.1080/10715762.2024.2386688>

28. Hitzler, A., Harter, E. (1995). Pat. No. WO/1996/012143. Fragrance evaporator, in particular for toilets. No. PCT/EP1995/004042; declared: 14.10.1995; published: 25.04.1996. Available at: <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO1996012143>
29. Girenko, D. V., Velichenko, A. B. (2016). Selection of the Optimal Cathode Material to Synthesize Medical Sodium Hypochlorite Solutions in a Membraneless Electrolyzer. *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*, 54 (1), 88–95. <https://doi.org/10.3103/s1068375518010052>
30. Nakamura, K., Hotta, H., Hayashi, T., Ishida, Y., Yoshida, S., Fukuzaki, S. (2021). Indoor concentration and bactericidal action of gaseous hypochlorous acid during the operation of a forced-air vaporizer fed with weakly alkaline hypochlorite solution. *Journal of Environmental Control Technique*, 39, 300–305.
31. Mohammadian, E., Hadavimoghaddam, F., Kheirollahi, M., Jafari, M., Chenlu, X., Liu, B. (2023). Probing Solubility and pH of CO₂ in aqueous solutions: Implications for CO₂ injection into oceans. *Journal of CO₂ Utilization*, 71, 102463. <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2023.102463>
32. Murashevych, B., Girenko, D., Koshova, I., Maslak, G., Burmistrov, K., Stepanskyi, D. (2024). Broad-Purpose Solutions of N-Chlorotaurine: A Convenient Synthetic Approach and Comparative Evaluation of Stability and Antimicrobial Activity. *Journal of Chemistry*, 2024, 1–15. <https://doi.org/10.1155/2024/8959915>
33. Girenko, D., Murashevych, B., Velichenko, A. (2023). Influence of the platinum surface state on the selectivity of the electrochemical synthesis of sodium hypochlorite. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 99 (1), 236–246. <https://doi.org/10.1002/jctb.7528>
34. Girenko, D., Murashevych, B., Demchenko, P., Velichenko, A. (2024). Electrochemical synthesis of NaClO solutions on Ti/Pt electrodes in current reverse mode. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 99 (12), 2608–2616. <https://doi.org/10.1002/jctb.7741>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.317332

SUBSTANTIATING THE PARAMETRIC TEMPERATURE MODE DURING A FIRE ON TRANSFORMERS PLACED INSIDE PROTECTIVE STRUCTURES (p. 37–45)

Roman Palchykov

Institute of Public Administration and
Research in Civil Protection, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7959-571X>

Yaroslav Ballo

Institute of Public Administration and
Research in Civil Protection, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9044-1293>

Vadym Nizhnyk

Institute of Public Administration and
Research in Civil Protection, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3370-9027>

Viktor Mykhailov

Institute of Public Administration and
Research in Civil Protection, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5629-1500>

Andrii Gavryliuk

Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8727-9950>

Vasyl Loik

Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3772-1640>

Oleksandr Synelnikov

Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0429-147X>

Serhii Synelnikov

Limited Liability Company “WEST BUD EXPERTISE”
(LLC “WBE”), Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7030-5408>

Vitalii Stepanenko

Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes
of the National University of Civil Defence of Ukraine,
Cherkasy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0839-197X>

Oleksandr Nuianzin

Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes
of the National University of Civil Defence of Ukraine,
Cherkasy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2527-6073>

The object of this study was the change in temperature during a fire on transformers located in protective structures. Investigating the change in temperature during a fire on transformers located in protective structures is one of the priority tasks for protecting the economy and national security of the country. The studies solved the problem of fire resistance of the enclosing structures of protective structures in which the transformer is located. The fire resistance of enclosing structures has been confirmed by meeting the conditions related, in particular, to the calculated value of the critical temperature of the material.

The selection of the calculation scenario for investigating the temperature regime during a fire on a transformer located in a protective structure was carried out according to two scenarios of the occurrence and spread of fires. The study demonstrated temperature changes in the protective structure during the burning of the transformer based on data of the temperature sensor installed at heights of 1 m, 10 m, and 18 m above the place of occurrence of combustion. Certain conditions were taken into account for the calculation scenarios of the spread of fire and changes in the temperature effect on building structures. Cases when an automatic water fire extinguishing system is functioning and not functioning in the protective structure were taken into account.

In order to substantiate the temperature regime during a transformer fire, the conditions of the greatest impact of temperature on building structures were adopted. The following conditions were accepted: there is no automatic fire extinguishing system in the protective room; temperature sensor readings were located at a level of 18 m from the floor level of the protective structure. The calculation of the temperature regime during a transformer fire, which is located in the protective structure, was carried out using a field model, employing the reaction of simple stoichiometry (transformer oil can contain only carbon, hydrogen, oxygen, and nitrogen atoms).

Based on the results of this study, a modified temperature regime during a fire on transformers located in protective structures was substantiated. The maximum temperature range for a developed fire was from 900 °C to 1100 °C.

A standardized time (up to 30 minutes) has also been established during which the building structures of protective structures must withstand the effects of the modified temperature regime.

Keywords: fire resistance limit, fire resistance class, temperature regime, transformer, critical infrastructure objects.

References

- Hartel, A., Fedchenko, S. (2024). Analiz metodiv otsiniuvannya povedinky zalizobetonnykh konstruktsiy v umovakh vplyvu vysokyykh temperatur. *Nauka pro tsyvilnyi zakhyst yak shliakh stanovlennia molodykh vchenykh*. Vseukr. nauk.-prakt. konf. kursantiv, studentiv, adiunktiv (aspirantiv). ChIPB im. Heroiv Chernobylia NUTsZ Ukrainy. Cherkasy, 161–163.
- Liu, C., Yang, M., Wang, P., Li, K., Gao, X., Miao, J. (2024). Experimental and analytical study on post-fire residual flexural behavior

- of corroded reinforced concrete beams after various cooling methods. *Engineering Structures*, 316, 118577. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2024.118577>
3. Nizhnyk, V., Mykhailov, V., Nikulin, O., Tsvirkun, S., Kostyrka, O., Melnyk, V. et al. (2023). Research of parameters of security rooms' enclosure structures in residential apartment buildings. *Ad Alta-Journal of Interdisciplinary Research*, 13 (2), 152–159.
 4. Law, A., Bisby, L. (2020). The rise and rise of fire resistance. *Fire Safety Journal*, 116, 103188. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2020.103188>
 5. Wang, F., Liu, F., Yang, H., Peng, K., Wang, X. (2024). Experimental and numerical investigations of post-fire behaviour of circular steel tube confined steel-reinforced concrete columns under eccentric loading. *Journal of Building Engineering*, 95, 110345. <https://doi.org/10.1016/j.jobte.2024.110345>
 6. Zhang, C., Sun, G., Wang, G., Xiao, S. (2024). The performance analysis of the reinforced concrete frame structure under actual fire conditions based on the multi-scale model. *Results in Engineering*, 23, 102402. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102402>
 7. Protsyuk, B., Semerak M., Veselivskiy, R., Sunyuta, V. (2018). Investigation of transient temperature field in multilayered planar structure. *Fire Safety*, 20, 111–117. Available at: <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/PB/article/view/702>
 8. Kovalov, A., Purdenko, R., Otrosh, Y., Tomenko, V., Rashkevich, N., Shcholokov, E. et al. (2022). Assessment of fire resistance of fireproof reinforced concrete structures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (1 (119)), 53–61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266219>
 9. Tregubov, D. (2017). Forecasting the fire temperature in the enclosure. *Problemy pozhезhnoi bezpeky. Zbirnyk naukovykh prats*, 41, 185–190. Available at: <https://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol41/tregubov.pdf>
 10. Veselivskyy, R. (2021). Justification of the method of matching of fire resistance limit obtained during of the fire test to the fire resistance limit according to the standard temperature mode. *Scientific Bulletin: Civil Protection and Fire Safety*, 1 (11), 56–63. [https://doi.org/10.33269/nvz.2021.1\(11\).56-63](https://doi.org/10.33269/nvz.2021.1(11).56-63)
 11. Gernay, T., Franssen, J.-M. (2015). A performance indicator for structures under natural fire. *Engineering Structures*, 100, 94–103. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2015.06.005>
 12. Put, F., Lucherini, A., Merzi, B., Van Coile, R. (2024). Model uncertainty in a parametric fire curve approach: A stochastic correction factor for the compartment fire load density. *Fire Safety Journal*, 144, 104113. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2024.104113>
 13. Lu, Y., Jiang, J., Wang, B., Chen, W., Ye, J. (2024). AI-based evaluation method of mechanical performance of shield tunnel structures after fire. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 150, 105858. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2024.105858>
 14. Sidnei, S. (2021). Development of methods of calculation of temperature distribution in flat reinforced concrete slabs in the fire. *Emergency Situations: Prevention and Liquidation*, 5 (2), 83–88. Available at: <https://fire-journal.ck.ua/index.php/fire/article/view/109/88>
 15. Poklonskyi, V. H., Fesenko, O. A., Baitala, Kh. Z., Krukovskiy, P. H., Novak, S. V. (2016). Rozrakhunkovi metody otsinky vohnestiykosti budivelnnykh konstruksiy za Yevrokodamy. *Budivelni konstruksiyi*, 83 (2), 380–389. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/buko_2016_83%282%29_45
 16. Rozrakhunok stalevykh konstruksiy na vohnestiykist vidpovidno do Yevrokodu 3. *Praktychniy posibnyk do DSTU-N EN 1993-1-2:2010 (2016)*. Kyiv. Available at: https://www.uscc.ua/files/30/fire_engineering.pdf
 17. Pan, R., Hostikka, S., Zhu, G., Wang, X., Liu, X., Wang, W., Lan, M. (2023). Experimental investigation and numerical simulation of transverse heat flux attenuation during fire in utility tunnel. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 142, 105411. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2023.105411>
 18. Mi, H., Liu, Y., Jiao, Z., Wang, W., Wang, Q. (2020). A numerical study on the optimization of ventilation mode during emergency of cable fire in utility tunnel. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 100, 103403. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2020.103403>
 19. Nizhnyk, V., Skorobahatko, T., Mykhailov, V., Ballo, Y., Sereda, D., Kovalyshyn, B. et al. (2024). Current state of research and normative framework assessment of fire alarm systems regarding suitability for operation. *AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research*, 1, 245–248.
 20. Instruktsiya z provedennia mizhlaboratornykh porivnialnykh vyprovban u sferi pozhезhnoi bezpeky (2024). Kyiv.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.317342

DETERMINING THE IMPACT OF PLASTERING MATERIALS ON TEMPERATURE DISTRIBUTION IN LIGHTWEIGHT CONCRETE ENCLOSURE STRUCTURES EXPOSED TO FIRE (p. 46–54)

Serhiy Bula

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0607-5324>

The object of this study is lightweight concrete wall structures treated with various types of conventional plasters. The problem addressed in the paper is to determine the effectiveness of different types of plastering to protect walls from the effects of high temperatures and improve the fire resistance of structures.

The samples of one series were fabricated by plastering the aerated concrete wall with a cement-lime plaster while the samples of the other series were plastered with vermiculite-perlite plaster. Samples of the third series were made without plastering (control series). In accordance with the research program, the distribution of temperatures under fire load was determined for all series.

Studies have shown that wall structures plastered with vermiculite-perlite mortar demonstrated 3.8 times better thermal insulation characteristics compared to plastering with cement-lime mortar. The fire protection effect of plastering (compared to non-plastered samples) for vermiculite-perlite solution was 6.3 times, and for cement-lime – 1.6. Adhesion failure was observed in cement-lime plaster under high temperatures, highlighting the need for additional fixing when applied to lightweight concrete walls. Theoretical analysis of the results revealed a discrepancy of up to 19 % with the experimental findings.

The high thermal insulation properties of vermiculite-perlite plasters in comparison with cement-lime plasters are well known. A distinctive feature of this study is the quantitative determination of temperature distribution for the investigated plasters under conditions approximating real fire exposure.

The findings of this research can be applied to the design of buildings and structures requiring enhanced fire resistance for wall systems.

Keywords: fire resistance, thermal insulation capacity, enclosing structures, fire, plaster, temperature distribution.

References

1. Analitichna dovidka pro pozhезhi ta yikh naslidky v Ukraini za 12 misiatsiv 2023 roku (2024). Kyiv. Available at: <https://idundcz.dns.gov.ua/upload/2/0/1/8/2/6/2/analitichna-dovidka-pro-pojеji-122023.pdf>
2. EN 1991-1-2: Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-2: General actions - Actions on structures exposed to fire. Available at: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2015/12/en.1991.1.2.2002.pdf>
3. EN 1996-1-2: Eurocode 6: Design of masonry structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design. Available at: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2015/02/en.1996.1.2.2005.pdf>
4. Ulusu, İ., Kurnuç Seyhan, A. (2023). Effect of Expanded Perlite Aggregate Plaster on the Behavior of High-Temperature Rein-

- forced Concrete Structures. *Buildings*, 13 (2), 384. <https://doi.org/10.3390/buildings13020384>
5. Mathews, M. E., Kiran, T., Nammalvar, A., Andrushia, A. D., Alengaram, U. J. (2023). Efficacy of Fire Protection Techniques on Impact Resistance of Self-Compacting Concrete. *Buildings*, 13 (6), 1487. <https://doi.org/10.3390/buildings13061487>
 6. Kiran, T., Yadav, S. K., N, A., Mathews, M. E., Andrushia, D., lubloy, E., Kodur, V. (2022). Performance evaluation of lightweight insulating plaster for enhancing the fire endurance of high strength structural concrete. *Journal of Building Engineering*, 57, 104902. <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2022.104902>
 7. Caetano, H., Laím, L., Santiago, A., Durães, L., Shahbazian, A. (2022). Development of Passive Fire Protection Mortars. *Applied Sciences*, 12 (4), 2093. <https://doi.org/10.3390/app12042093>
 8. Tsapko, Y., Bondarenko, O. P., Tsapko, O., Sukhanevych, M. (2024). Justification of the Efficiency of Application of Plaster for Fire Protection of Concrete Structures. *Defect and Diffusion Forum*, 437, 69–78. <https://doi.org/10.4028/p-hdz0vg>
 9. Daware, A., Naser, M. Z. (2021). Fire performance of masonry under various testing methods. *Construction and Building Materials*, 289, 123183. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123183>
 10. Johanna, L., Judith, K., Alar, J., Birgit, M., Siim, P. (2019). Material properties of clay and lime plaster for structural fire design. *Fire and Materials*, 45 (3), 355–365. <https://doi.org/10.1002/fam.2798>
 11. Uygunoglu, T., Özgüven, S., Çalış, M. (2016). Effect of plaster thickness on performance of external thermal insulation cladding systems (ETICS) in buildings. *Construction and Building Materials*, 122, 496–504. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.06.128>
 12. Demchyna, B. H., Pelekh, A. B., Oleksyn, H. M., Surmai, M. I. (2009). Povedinka doshchatokleinykh kolon za mistsevoho vplyvu vysokoi temperatury. *Visnyk NULP: Teoriya i praktyka budivnytstva*, 655, 71–74. Available at: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/723343d9-c33b-4ab0-808f-d6889eaea74a/content>
 13. Pelekh, A. B., Demchyna, B. H., Shnal, T. M., Bula, S. S., Krochak, O. V. (2008). Naturni vyprovuvannia konstruktsiyi derevianoi ramy na vohnestiykist v umovakh realnoi pozhezhi. *Visnyk NULP: Teoriya i praktyka budivnytstva*, 6275, 167–172. Available at: https://vlp.com.ua/files/34_17.pdf
 14. Ferozit 220. Available at: <https://ferozit.ua/wp-content/uploads/2017/06/TK-F-220-2024.pdf>
 15. Teploizoliatsiyna sumish Bauwer Standard. Available at: <https://bauwer.ua/images/products/pdf/Standard.pdf>
 16. EN 1364-1:2015. Fire resistance tests for non-loadbearing elements - Part 1: Walls. Available at: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/6ea6cc6b-69a7-4281-b2a4-d43b2c4f84dc/en-1364-1-2015?srsltid=AfmBOoqF4Zlvch24inwBta7P7FrdXchQZIkDS4Xtfn cRBtCvsXe0HPs4>
 17. Bula, S. S., Boiko, R. O. (2014). Pat. No. 93911 UA. Pich dlia vohnevnykh vyprovuvan budivnykh konstruktsiy ta teplofizychnykh vyprovuvan materialiv. No. u201403476; declared: 04.04.2014; published: 27.10.2014, Bul. No. 20. Available at: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/659768/>
 18. ISO 834-1:1999. Fire-resistance tests - Elements of building construction - Part 1: General requirements. Available at: <https://www.iso.org/standard/2576.html>
 19. Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., Lavine, A. S. (2007). *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. John Wiley & Sons. Available at: <https://ostad.nit.ac.ir/payaidea/ospic/file8487.pdf>
 20. QuickField. Available at: <https://quickfield.com/>
 21. QuickField. Version 6.6 User's Guide. Available at: https://quickfield.com/downloads/quickfield_manual.pdf
 22. Terzic, A., Stojanovic, J., Andric, L., Milicic, L., Radojevic, Z. (2020). Performances of vermiculite and perlite based thermal insulation lightweight concretes. *Science of Sintering*, 52 (2), 149–162. <https://doi.org/10.2298/sos2002149t>
 23. Sandaka, G., Al-Karawi, J., Specht, E., Silva, M. (2017). Thermophysical properties of lime as a function of origin (Part 4): Thermal conductivity. *ZKG International*, 70 (3), 36–41. Available at: https://www.zkg.de/en/artikel/zkg_Thermophysical_properties_of_lime_as_a_function_of_origin_Part_4-2772549.html
 24. Table of emissivity of various surfaces. Available at: https://www.transmetra.ch/images/transmetra_pdf/publikationen_literatur/pyrometrie-thermografie/emissivity_table.pdf
 25. EN 1363-1:2020. Fire resistance tests - Part 1: General requirements. Available at: https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/243adbdce0e0-43ac-a801-22c8e91e7f3c/en-1363-1-2020?srsltid=AfmBOoobqrBIphw5GPrTfIPHaltsdw-iLdsKQy4aTGWV-lzyL_CDygvut

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.317334

DEFINING PATTERNS IN THE FIRE PROTECTION OF WOOD WITH REACTIVE COATING (p. 55–63)

Yuriy Tsapko

Ukrainian State Research Institute «Resurs», Kyiv, Ukraine
Kyiv National University of Construction and Architecture,
Kyiv, Ukraine

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

Tetiana Tkachenko

Kyiv National University of Construction and Architecture,
Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2105-5951>

Aleksii Tsapko

Kyiv National University of Construction and Architecture,
Kyiv, Ukraine

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

Ruslan Likhnyovskiy

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

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

Maryna Sukhanevych

University of New Brunswick, Fredericton, New Brunswick, Canada

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

Yuliia Bereznutska

Kyiv National University of Construction and Architecture,
Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7953-3974>

Vitaliy Prisyazhnyk

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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9780-785X>

Ruslan Klymas

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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8570-6392>

Alisa Rotova

Gerz Holding, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0085-7192>

An issue related to using a weatherproof reactive coating for fire protection of wood is to ensure resistance to high-temperature flame via application technology. Therefore, the object of research was the fire-retardant properties of reactive coating based on mixtures of organic-inorganic substances during interaction with flame. It has

been proven that the samples of the reactive coating represent an accumulation of fine-dispersed equally sized substances surrounded by a polymer binder, which begin to decompose under thermal action; in particular, ammonium polyphosphate decomposes and releases phosphoric acid. That leads to the dehydration of pentaerythrite with the formation of soot while the decomposition of melamine is accompanied by the release of non-combustible gases that cause the soot to foam, thereby forming foamcoke. The mechanism of fire protection of wood has been established, which is related to the decomposition of flame retardants under the influence of temperature, the release of non-combustible gases, and the formation of a non-flammable coke residue. Thus, when the content of ammonium polyphosphate and pentaerythrite in the reactive coating was increased by 5 %, the volume of combustible gases decreased by more than 11 %, and the volume of nitrogen increased by more than 10 %. When their content was increased by 14 %, the volume of combustible gases decreased by more than 2 times, and the volume of nitrogen increased by more than 1.45 times. That also affected the formation of a foamcoke layer, which was recorded at the lowest content of ammonium polyphosphate at the level of 12 mm and increased for higher values up to 15.5 mm, and the multiplicity of foam increased by 1.25 times. The practical significance is that the results are taken into account when designing the reactive coating. Thus, there are reasons to assert the possibility of targeted regulation of the wood protection process by applying coatings capable of forming a protective layer on the surface.

Keywords: reactive coating, wood preservatives, wood surface treatment, volatile combustion products, swelling of the coating.

References

- Demirhan, Y., Yurtseven, R., Usta, N. (2021). The effect of boric acid on flame retardancy of intumescent flame retardant polypropylene composites including nanoclay. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 36 (3), 1187–1214. <https://doi.org/10.1177/08927057211052327>
- Jung, D., Bhattacharyya, D. (2021). Combined effect of silicate coating and phosphate loading on the performance improvement of a keratinous fiber-based flame retardant. *Chemical Engineering Journal*, 424, 130484. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.130484>
- Bachtiar, E., Kurkowiak, K., Yan, L., Kasal, B., Kolb, T. (2019). Thermal Stability, Fire Performance, and Mechanical Properties of Natural Fibre Fabric-Reinforced Polymer Composites with Different Fire Retardants. *Polymers*, 11 (4), 699. <https://doi.org/10.3390/polym11040699>
- Liu, J., Qi, P., Chen, F., Zhang, J., Li, H., Sun, J. et al. (2024). A universal eco-friendly flame retardant strategy for polylactic acid fabrics and other polymer substrates. *International Journal of Biological Macromolecules*, 260, 129411. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.129411>
- Huang, H., Deng, J., Xu, B., Kang, L. (2024). Synergistic effect of coal gangue on intumescent flame retardants. *Journal of Physics: Conference Series*, 2819 (1), 012052. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2819/1/012052>
- Hansen-Bruhn, I., Hull, T. R. (2023). Flammability and burning behaviour of fire protected timber. *Fire Safety Journal*, 140, 103918. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2023.103918>
- Markert, F., González, I., De La Parra Rogero, C., Hosta, E. S. (2023). Protection of pre-treated wood and construction materials using intumescent coatings. *Journal of Physics: Conference Series*, 2654 (1), 012084. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2654/1/012084>
- Sarathiraja, M., Devanathan, S., Kannan, M. (2020). Tuning parameters for flame-retardant coatings on wood and polymer. *Materials Today: Proceedings*, 24, 1138–1146. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.427>
- Ou, M., Cui, J., Zhao, Z., Li, R., Guan, H., Liu, L. et al. (2023). Solvent-free intumescent fire protection epoxy coatings with excellent smoke suppression, toxicity reduction, and durability enabled by a micro/nano-structured P/N/Si-containing flame retardant. *Progress in Organic Coatings*, 183, 107762. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2023.107762>
- Bourbigot, S. (2024). Intumescence-Based Flame Retardant. *Fire Retardancy of Polymeric Materials*, 116–146. <https://doi.org/10.1201/9781003380689-7>
- Wu, D., Yang, M., Wu, T., Shen, Y., Wang, T. (2024). Green one-step modification of spent coffee grounds as synergistic bio-based flame retardant for waterborne epoxy resin. *Progress in Organic Coatings*, 191, 108409. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2024.108409>
- Ding, Y., Chen, Z., Tang, C., Huang, W., Ren, X., Zhou, K., Hu, H. (2024). Development of a pyrolysis reaction model for epoxy based flame retardant composites: Relationship between pyrolysis behavior and material composition. *Chemical Engineering Journal*, 495, 153628. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.153628>
- Tsapko, Y., Tsapko, A. (2017). Establishment of the mechanism and fire-proof efficiency of wood treated with an impregnating solution and coatings. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (10 (87)), 50–55. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.102393>
- Pettersen, R. C. (1984). *The Chemical Composition of Wood. The Chemistry of Solid Wood*, 57–126. <https://doi.org/10.1021/ba-1984-0207.ch002>
- Broido, A. (1969). A simple, sensitive graphical method of treating thermogravimetric analysis data. *Journal of polymer science part a-2: polymer physics*, 7 (10), 1761–1773. <https://doi.org/10.1002/pol.1969.160071012>
- Kryvenko, P., Tsapko, Y., Guzii, S., Kravchenko, A. (2016). Determination of the effect of fillers on the intumescent ability of the organic-inorganic coatings of building constructions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (10 (83)), 26–31. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.79869>
- Tsapko, Y., Tsapko, A., Likhnyovskiy, R., Sukhanevych, M., Zapol'skiy, L., Illiuchenko, P., Bedratiuk, O. (2024). Establishing patterns in reducing fire-dangerous properties of sip panels fire-protected with reactive coating. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (10 (127)), 47–54. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.298266>
- Tsapko, Y., Likhnyovskiy, R., Tsapko, A., Bielikova, K., Poteriaiko, S., Illiuchenko, P., Bondarenko, O. (2023). Determining patterns in the formation of an insulation layer of foam coke when protecting concrete against fire by reactive coating. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (10 (126)), 65–72. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.293685>
- Tsapko, Y., Likhnyovskiy, R., Tsapko, A., Kovalenko, V., Slutska, O., Illiuchenko, P. et al. (2023). Determining the thermal-physical characteristics of a coke foam layer in the fire protection of cable articles with foaming coating. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (10 (122)), 22–30. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.275550>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.317203

ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ЗНМ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ВИПРОМІНЕНЬ ЧЕРЕЗ ТЕПЛОВІЗІЮ (с. 6–18)

Doddi Yuniardi, Sarifuddin Madenda, Ridwan, Prihandoko, Abdul Azis Abdullah, Sulaksana Permana

Викиди вихлопних газів мотоциклів, які не відповідають нормативним стандартам, становлять значну проблему для навколишнього середовища та здоров'я населення, особливо враховуючи зростання кількості мотоциклів у густонаселених районах. Ці викиди вивільняють такі забруднювачі, як оксид вуглецю (CO), вуглеводні (HC) і оксиди азоту (NOx), які сприяють погіршенню якості повітря та негативно впливають на здоров'я людини. Традиційні методи перевірки викидів із використанням газоаналізаторів, хоча й широко використовуються, мають обмеження, такі як чутливість до коливань навколишнього середовища, необхідність частого повторного калібрування та інтенсивний процес тестування, що вимагає спеціальних знань. У цьому дослідженні ці проблеми розглядаються шляхом розробки інноваційного методу виявлення викидів за допомогою згорткових нейронних мереж (ЗНМ), застосованих до теплових зображень вихлопних газів мотоциклів. Метод дослідження включає п'ять ключових етапів: збір даних, формування набору даних, проектування та навчання моделі ЗНМ, тестування моделі та перевірку. Теплові зображення були зібрані з 27 мотоциклів, що представляють різні бренди та конфігурації двигунів, поширені в Індонезії, і кожен набір зображень включав 100 зразків як для категорій, що відповідають вимогам щодо викидів, так і для невідповідних. Аналізуючи теплові моделі, модель ЗНМ навчилася точно виявляти моделі горіння, що вказують на стан викидів на основі значення лямбда. Цей підхід дозволяє узагальнити модель для різних моделей мотоциклів, пропонуючи практичну адаптацію для широкого впровадження. Результати демонструють, що модель ЗНМ забезпечує високу точність прогнозування, точність, запам'ятовування та оцінку F1, що робить її надійним інструментом для оцінки відповідності вимогам щодо викидів мотоциклів. Цей підхід, заснований на ЗНМ, забезпечує практичне рішення для широко-масштабного моніторингу викидів у реальному часі та забезпечення виконання нормативних документів, зменшуючи залежність від звичайних методів. Його масштабованість і адаптивність позиціонують його як цінний прогрес у технології моніторингу викидів із значимим потенціалом для підтримки екологічних стандартів і покращення управління якістю повітря.

Ключові слова: вихлопні гази, ЗНМ, теплові зображення, мотоциклетні викиди, якість повітря, нормативні стандарти, значення лямбда.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.318593

ОЦІНКА ПОТУЖНОСТІ ТА ВИКИДІВ ПАЛИВНИХ СУМІШІВ ПЛАСТИКОВИХ ВІДХОДІВ, ОТРИМАНИХ ПРОЛІЗОМ, В ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ (с. 19–25)

Sugeng Hadi Susilo, Imam Mashudi, Santoso Santoso, Agus Hardjito, Dwi Prebianti

Енергія, особливо з вичопного палива, необхідна для повсякденного життя, тоді як пластикові відходи становлять дедалі більшу загрозу для навколишнього середовища. Методи утилізації пластикових відходів, такі як захоронення та спалювання, спричиняють забруднення. Тому потрібен процес, який перетворює пластикові відходи на паливо. Об'єктом дослідження є продуктивність двигуна. Вирішуваною проблемою є зв'язок між використанням суміші вичопного та піролізного палива на продуктивність двигунів внутрішнього згорання.

Це дослідження використовує систематичний процес збору даних для отримання точних і надійних результатів. Було підготовлено необхідне обладнання, в тому числі динамометр і газоаналізатор, а двигун прогріто до стабільної робочої температури 80 °C. Потім мотоцикл розташовують на динамометрі з вирівняними задніми шинами та закріпленими передніми для запобігання руху. Збір даних проводиться при частоті обертання двигуна 2000, 3000, 4000, 5000 і 6000 об/хв, використовуючи три паливні суміші: 10 % пластикове піролізне паливо з 90 % RON 90, 20 % пластикове піролізне паливо з 80 % RON 90 і 30 % пластикове піролізне паливо з 70 % RON 90. Кожне випробування повторювалося тричі, при цьому вихідна потужність вимірювалася за допомогою динамометра, а викиди вихлопних газів (рівні CO і HC) реєструвалися за допомогою газоаналізатора. Результати випробувань показують, що оптимальною паливною сумішшю для досягнення максимальної потужності двигуна є суміш PE-RON 90 із співвідношенням 20:80, що забезпечує найкращу продуктивність на середніх і високих обертах двигуна (3000–6000 об/хв) з низькими викидами CO. Найвища потужність (1,05) спостерігається при 4000 об/хв, тоді як сплав PE-RON 90 30:70 забезпечує найкращу потужність при 6000 об/хв (0,78 % CO). Крім того, піролізна паливна суміш значно знижує викиди CO та HC, причому суміш PE-RON 90 30:70 показує найнижчий CO (0,78 % при 6000 об/хв) і стабільно знижує викиди HC у всьому діапазоні обертів на хвилину.

Ключові слова: пластикові відходи, піроліз, паливна суміш, потужність, вихлопні гази, види пластмас.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.319053

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ВИДІЛЕННЯ ГІПОХЛОРИТНОЇ КИСЛОТИ ЗІ СПІНЕНИХ РОЗЧИНІВ ГІПОХЛОРИТУ НАТРІЮ В ПОВІТРІ У ВИПАРНОМУ ПРИСТРОЇ СПЕЦІАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ (с. 26–36)

Б. В. Мурашевич, Д. В. Гиренко, О. С. Лебідь, Г. С. Маслак, Е. Г. Біленький

Важливим елементом системи профілактики інфекційних захворювань є знезараження повітря в приміщеннях, особливо в присутності людей. Перспективним рішенням для цього є заповнення приміщення антимікробним хімічним агентом, який швидко

нейтралізував би патогени безпосередньо в момент їх потрапляння в повітря. В якості такого агента доцільно використовувати гіпохлоритну кислоту HOCl . Але традиційні методи введення HOCl в повітря шляхом аерозолювання її розчинів можуть супроводжуватися низкою ризиків, яких можна запобігти, використовуючи газоподібну HOCl . Тому актуальною є розробка випарних пристроїв, які враховували б специфіку хлорактивних сполук, та визначення впливу різних факторів на виділення з них газоподібної HOCl в повітря, яке оброблюється. В ході дослідження розроблено конструкцію установки, в якій переведення HOCl в повітря здійснюється контактом останнього зі спіненим робочим розчином гіпохлориту натрію NaOCl . Концентрація HOCl в обробленому повітрі в основному залежить від її концентрації в робочому розчині, яка, в свою чергу, визначається рН розчину та загальним вмістом вільного хлору в ньому. Додатково вивчений вплив на повітряну концентрацію HOCl температур повітря і робочого розчину, об'єму робочого розчину, потужності повітряних потоків та інших технологічних факторів. При використанні електрохімічно генерованого розчину NaOCl з концентрацією близько 1000 мг/л і рН $8,50\text{--}8,60$ при 20°C можна підтримувати концентрацію загального хлору в потоці повітря потужністю $50 \text{ м}^3/\text{год}$ на рівні близько $0,30 \text{ мг/м}^3$ протягом тривалого часу. Проста конструкція, багатофункціональність і принципова можливість поєднання процесів електрохімічного синтезу HOCl і її невідкладного введення в повітря відкривають широкі перспективи використання розроблених установок для безперервної дезінфекції приміщень.

Ключові слова: гіпохлоритна кислота, гіпохлорит натрію, активний хлор, антимікробні агенти, дезінфекція повітря, газовиділення, випарні пристрої, профілактика інфекцій.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.317332

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРИЧНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ НА ТРАНСФОРМАТОРАХ, РОЗМІЩЕНИХ В ЗАХИСНИХ КОНСТРУКЦІЯХ (с. 37–45)

Р. В. Пальчиков, Я. В. Балло, В. В. Ніжник, В. М. Михайлов, А. Ф. Гаврилюк, В. Б. Лоїк, О. Д. Синельников, С. Д. Синельников, В. О. Степаненко, О. М. Нуязнін

Об'єктом дослідження була зміна температури під час пожежі на трансформаторах, що розташовані в захисних конструкціях. Дослідження зміни температури під час пожежі на трансформаторах, що розташовані в захисних конструкціях, є одним із пріоритетних завдань захисту економіки і національної безпеки країни. У дослідженнях вирішувалась проблема вогнестійкості огорожувальних конструкцій захисних споруд, в яких розміщено трансформатор. Вогнестійкість огорожувальних конструкцій підтверджується виконанням умов, пов'язаних, зокрема із розрахунковим значенням критичної температури матеріалу.

Вибір розрахункового сценарію дослідження температурного режиму під час пожежі на трансформаторі, який розміщено в захисній конструкції, проведено за двома сценаріями виникнення та поширення пожеж. Дослідження продемонструвало зміни температури в захисній конструкції під час горіння трансформатора за даними датчика температури, що встановлено на висотах 1 м , 10 м та 18 м над місцем виникнення горіння. Для розрахункових сценаріїв поширення пожежі та зміни температурного впливу на будівельні конструкції ураховано певні умови. Ураховано випадки, коли у захисній конструкції функціонує і не функціонує автоматична водiana система пожежогасіння.

З метою обґрунтування температурного режиму під час пожежі трансформаторів приймалися умови найбільшого впливу температури на будівельні конструкції. Такими умовами прийнято наступні: в захисному приміщенні відсутня автоматична система пожежогасіння; покази датчиків температури розташовувались на рівні 18 м від рівня підлоги захисної конструкції. Розрахунок температурного режиму під час пожежі трансформатора, який розташований в захисній конструкції, проведено за польовою моделлю, використовуючи реакцію простої стехіометрії (трансформаторне мастило може містити тільки атоми вуглецю, водню, кисню та азоту).

За результатами дослідження обґрунтовано модифікований температурний режим під час пожежі на трансформаторах, що розташовані в захисних конструкціях. Максимальний діапазон температур для розвинутої пожежі склав від 900°C до 1100°C .

Також встановлено нормований час (до 30 хв.) під час якого будівельні конструкції захисних конструкцій повинні витримувати вплив модифікованого температурного режиму.

Ключові слова: межа вогнестійкості, клас вогнестійкості, температурний режим, трансформатор, об'єкти критичної інфраструктури.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.317342

ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВУ ТИНЬКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА РОЗПОДІЛ ТЕМПЕРАТУР В ОГОРОДЖУЮЧИХ ЛЕГКОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЯХ ПРИ ПОЖЕЖІ (с. 46–54)

С. С. Була

Об'єктом дослідження є легкобетонні стінові конструкції, оброблені різними видами звичайних тиньків. Проблема, яку вирішувало дослідження, полягала у визначенні ефективності різних типів тинькувань для захисту стін від впливу високих температур і покращення вогнестійкості конструкцій.

Зразки однієї серії виконувалися шляхом тинькування газобетонної стіни цементно-вапняним розчином, а зразки іншої серії тинькувалися верлікуліто-перлітовим розчином. Зразки третьої серії виконувалися без тинькування (контрольна серія). Відповідно до програми досліджень було визначено розподіл температур при дії вогневого навантаження для всіх серій.

Дослідження показали, що стінові конструкції, отиньковані верлікуліто-перлітовим розчином показали в $3,8$ рази кращі теплоізоляційні характеристики в порівнянні із тинькуванням цементно-вапняним розчином. Вогнезахисний ефект тинькування (в порівнянні з нетинькованими зразками) для вермікуліто-перлітового розчину склав $6,3$ рази, а для цементно-вапняного $-1,6$. При високотемпературному впливі на цементно-вапняний тиньк було зафіксовано порушення адгезії, що вимагає додаткового закріплення матеріалу на легкобетонних стінах. Теоретичний аналіз отриманих результатів показав розбіжність до 19% із експериментальними результатами.

Високі теплоізоляційні характеристики вермикуліто-перлітових розчинів в порівнянні із цементно-вапняними є добре відомими. Особливістю власне цього дослідження є отримані кількісні показники розподілу температур для досліджених тинків, отримані в умовах, близьких до реального вогневого навантаження.

Результати дослідження можуть бути використані у сфері проектування будівель і споруд, де є необхідність підвищеної вогнестійкості стінових конструкцій.

Ключові слова: вогнестійкість, теплоізолювальна здатність, огорожуючі конструкції, пожежа, тиньк, розподіл температур.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.317334

**ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ВОГНЕЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ РЕАКТИВНИМ ПОКРИТТЯМ
(с. 55–63)**

**Ю. В. Цапко, Т. М. Ткаченко, О. Ю. Цапко, Р. В. Ліхнівський, М. В. Суханевич, Ю. О. Березницька, В. В. Присяжнюк,
Р. В. Климаць, А. О. Ротова**

Проблема застосування атмосферостійкого реакційного покриття для вогнезахисту деревини полягає у забезпеченні стійкості до дії високотемпературного полум'я та технологією нанесення. Тому, об'єктом досліджень були вогнезахисні властивості реакційного покриття на основі сумішей органо-неорганічних речовин під час взаємодії з полум'ям. Доведено, що зразки реакційного покриття являють собою накопичення дрібнодисперсних рівно величних речовин, оточених полімерним в'язучим, які під термічною дією розпочинають розкладатися, зокрема, поліфосфат амонію розкладається і виділяє фосфорну кислоту. Яка визичає дегідратацію пентаерітриту з утворенням сажі, а розклад меламіну супроводжується виділенням негорючих газів, які змушують сажу пінитися, тим самим утворюючи пінокок. Встановлено механізм вогнезахисту деревини, який пов'язаний з розкладом антипіренів під дією температури виділенням негорючих газів та утворенням важкогорючого коксового залишку. Так, при збільшенні вмісту поліфосфату амонію та пентаерітриту у реакційному покритті на 5 %, кількість горючих газів знизилась у понад 11 %, а кількість азоту підвищилась понад 10 %. При збільшенні їх вмісту і на 14 %, кількість горючих газів знизилась понад 2 рази, а кількість азоту підвищилась понад 1,45 рази. Це вплинуло також на утворення шару пінококсу, який зафіксовано при найменшому вмісті поліфосфату амонію на рівні 12 мм та підвищені для більших значень до 15,5 мм, а кратність піни підвищилась в 1,25 рази. Практичне значення полягає в тому, що отримані результати враховано при розробленні реакційного покриття. Таким чином, є підстави стверджувати про можливість спрямованого регулювання процесу захисту деревини застосування покриттів, здатних утворювати на поверхні захисний шар.

Ключові слова: реакційне покриття, захисні засоби деревини, оброблення поверхні деревини, леткі продукти горіння, спучення покриття.