ABSTRACT AND REFERENCES

ECOLOGY

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.333183

REGULARITIES OF CLEANING AND DEWATERING OF GAS CLEANING SLUDGE FROM COAL DUST AT THERMAL POWER PLANTS (p. 6–15)

Andrii Shkop
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1974-0290

Oleksii Shestopalov
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6268-8638

Alona Bosiuk
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5254-2272

Oleksandr Matiushchenko
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-8771-6935

Nataliia Ponomarova
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8931-5882

The object of this study is the technology of cleaning and dewatering of sludges from wet gas purification systems of dust preparation department emissions in Ecomash SHS521AS-113 settling centrifuges in order to solve the problem of increasing the efficiency of treatment facilities and secondary use of purified water.

Samples of gas purification sludges have been analyzed under industrial conditions, and it was found that sludges from thermal power plants contain finely dispersed dust particles less than 20 microns, which during the hydration process stick together into aggregates up to 250 microns in size.

It was found that the use of settling tanks without chemical reinforcement of the process is long-term; however, they are effectively precipitated using the anionic flocculant A-19. The optimal dose of flocculant for sludges with a concentration of 20–30 g/l was selected, which was 130–150 g/t. In this case, flocs are formed with a sedimentation rate of 8.2–8.6 mm/s, which is sufficient for effective settling. In order to quickly determine the concentration of the solid phase in the sludge, a relationship was established between the concentration of the dispersed phase, the temperature in the range of 20–45°C, and the density of the sludge.

The study of sludge purification in centrifuges without the use of reagents has made it possible to identify the relationship between the efficiency of solid phase retention, centrifuge productivity, and the value of the relative screw revolutions. It was found that the efficiency of solid phase retention in centrifuges increases with a decrease in work productivity, as well as a decrease in the value of the relative screw revolutions. The purification productivity of up to 15–20 m^3/h was achieved with an efficiency of over 97% and a residual concentration of suspended particles of less than 0.5 g/l. The use of a modular sludge purification and dewatering unit based on a thin-layer clarifier and centrifugal units with the introduction of a flocculant before the clarifier has been proposed. It was found that the degree of sludge dehydration in Ecomash SHS521AS-113 centrifuges of wet gas treatment sludge was 32–36%.

Keywords: coal dust emissions, coal sludge, dehydration efficiency, gas treatment sludge purification, environmental safety.

References

1. Hamraoui, L., Bergani, A., Ettoumi, M., Aboulaich, A., Taha, Y., Khalil, A. et al. (2024). Towards a Circular Economy in the Mining Industry: Possible Solutions for Water Recovery through Advanced Mineral Tailings Dewatering. Minerals, 14 (3), 319. https://doi.org/10.3390/min14030319
2. Tang, Q., Xing, J., Sun, Z., Gan, M., Fan, X., Ji, Z. et al. (2022). Enhancing the Dewaterability of Oily Cold Rolling Mill Sludge Using Quicklime as a Conditioning Agent. ACS Omega, 7 (48), 44278–44286. https://doi.org/10.1021/acsomega.2c05771
3. Tong, Y., Gao, J., Ma, J. (2023). Emission Characteristics, Speciation, and Potential Environmental Risks of Heavy Metals from Coal-Fired Boilers: A Review. Sustainability, 15 (15), 11653. https://doi.org/10.3390/su151511653
4. Li, L., Ma, C., Lin, M., Liu, M., Yu, H., Wang, Q. et al. (2021). Study of sodium lignosulfonate prepare low-rank coal-water slurry: Experiments and simulations. Chinese Journal of Chemical Engineering, 29, 344–353. https://doi.org/10.1016/j.cjche.2020.07.064
5. Zhang, Y., Xu, Z., Tu, Y., Wang, J., Li, J. (2020). Study on properties of coal-sludge-slurry prepared by sludge from coal chemical industry. Powder Technology, 366, 552–559. https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.03.005
6. You, X., He, M., Zhu, X., Wei, H., Cao, X., Wang, P., Li, L. (2019). Influence of surfactant for improving dewatering of brown coal: A comparative experimental and MD simulation study. Separation and Purification Technology, 210, 473–478. https://doi.org/10.1016/j.seppur.2018.08.020
7. Wang, S., Ma, C., Zhu, Y., Yang, Y., Du, G., Li, J. (2018). Deep dewatering process of sludge by chemical conditioning and its potential influence on wastewater treatment plants. Environmental Science and Pollution Research, 26 (33), 33838–33846. https://doi.org/10.1007/s11356-018-2351-1
8. Li, K., Zhou, F., Fu, S., Zhang, Y., Dai, C., Yuan, H., Yu, S. (2023). Study on the separation performance of a decanter centrifuge used for dewatering coal water slurry. Chemical Engineering Research and Design, 195, 711–720. https://doi.org/10.1016/j.cherd.2023.06.013
9. Shestopalov, O., Briankin, O., Rykusova, N., Hetta, O., Raiko, V., Tseitlin, M. (2020). Optimization of floccular cleaning and drainage of thin dispersed sludges. EUREKA: Physics and Engineering, 3, 75–86. https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001239
10. Shkop, A., Shestopalov, O., Sakun, A., Tseitlin, M., Ponomarova, N., Bosiuk, A. et al. (2025). Research of efficiency of cleaning and dehydration of coal slims in centrifuges. International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics, 1 (19). https://doi.org/10.17683/ijomam/issue19.13
11. Khazaie, A., Mazarji, M., Samali, B., Osborne, D., Minkina, T., Sushkova, S. et al. (2022). A Review on Coagulation/Flocculation in Dewatering of Coal Slurry. Water, 14 (6), 918. https://doi.org/10.3390/w14060918
12. Zhang, F., Bournival, G., Ata, S. (2024). Overview of Fine Coal Filtration. Part I: Evaluation of Filtration Performance and Filter Cake Structure. Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review, 46 (3), 457–478. https://doi.org/10.1080/08827508.2024.2334956
13. Zhang, F., Bournival, G., Ata, S. (2025). Overview of fine coal filtration. Part II: Filtration aiding treatments and reagents. Separation

and Purification Technology, 353, 128584. https://doi.org/10.1016/j.seppur.2024.128584

14. Shkop, A., Tseitlin, M., Shestopalov, O. (2016). Exploring the ways to intensify the dewatering process of polydisperse suspensions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (10 (84)), 35–40. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.86085
15. Shkop, A., Tseitlin, M., Shestopalov, O., Raiko, V. (2017). Study of the strength of flocculated structures of polydispersed coal suspensions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (10 (85)), 20–26. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.91031
16. Shestopalov, O., Briankin, O., Tseitlin, M., Raiko, V., Hetta, O. (2019). Studying patterns in the flocculation of sludges from wet gas treatment in metallurgical production. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (10 (101)), 6–13. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.181300

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.332443

ESTABLISHING REGULARITIES OF FIRE PROTECTION OF WOOD BY A COMPOSITE COATING WITH A BIOPOLYMER (p. 16–25)

Yuriy Tsapko
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0625-0783

Aleksii Tsapko
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2298-068X

Ruslan Likhnyovskyi
Institute of Scientific Research on Civil Protection of the National University of Civil Protection of Ukraine, Dmytrivka, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9187-9780

Kseniia Bielikova
Institute of Scientific Research on Civil Protection of the National University of Civil Protection of Ukraine, Dmytrivka, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7475-2115

Oksana Berdnyk
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5321-3518

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

Anna Borysova
Institute of Scientific Research on Civil Protection of the National University of Civil Protection of Ukraine, Dmytrivka, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8700-0761

Oleksandr Dotsenko
Institute of Scientific Research on Civil Protection of the National University of Civil Protection of Ukraine, Dmytrivka, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7437-8733

Maksym Haiduk
Emergency and Rescue Special Purpose of Head Office Detachment of the State Emergency Service of Ukraine in Khmelnytskyi Region, Khmelnytskyi, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-5248-322X

Viacheslav Nesterenko
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-5496-8924

The object of this study is changes in the surface properties of wood during its treatment with a fire-retardant composite coating with the presence of biopolymers. The task, aimed at the production of environmentally friendly compositions obtained from natural and renewable sources for fire protection of wood and the application technology, is to ensure resistance to the action of high-temperature flames.

It has been proven that the fire-retardant composition with the presence of biopolymers is an accumulation of biological substances with nitrogen-phosphorus flame retardants, carbohydrates, and gas-forming substances, bordered by a polymer binder. Under the influence of thermal action, chemical reactions begin in the fire-retardant composition, ammonium polyphosphate decomposes and releases phosphoric acid. This, in turn, affects the destruction of the biopolymer and the dehydration of pentaerythritol with the formation of a large amount of hydrocarbons, and melamine causes the release of non-combustible gases, which induce the formation of foam coke.

A study of the surface energy characteristics of the fire-retardant composition with the presence of biopolymers was carried out and it was found that the polarity of the fire-retardant composition with the presence of biopolymers exceeds the value of untreated wood by 3.5 times, which provides effective treatment of the wood surface. According to the results of thermal exposure to the samples, it was found that under the action of the radiation panel, the fire-retardant composition swelled, when biopolymers such as wood flour and starch were added, the coke height increased by more than 15 mm, and the foam multiplicity increased by 1.2 times.

The practical significance is that the results were taken into account when designing a reactive coating for wood. Thus, there is reason to argue about the possibility of effective protection of wood with a fire retardant composition with the presence of biopolymers.

Keywords: fire retardant composition, biopolymers, wood surface treatment, surface tension, coating swelling.

References

1. Pantaleoni, A., Marrocchi, A., Russo, P., Malucelli, G., Altamura, D., Nardelli, F. et al. (2025). Advanced flame-retardant biocomposites: Polylactic acid reinforced with green gallic acidironphosphorus coated flax fibers. International Journal of Biological Macromolecules, 300, 140215. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.140215
2. Li, M., Li, X., Xu, K., Qin, A., Yan, C., Xu, Y. et al. (2024). Construction and mechanism analysis of flame-retardant, energy-storage and transparent bio-based composites based on natural cellulose template. International Journal of Biological Macromolecules, 263, 130317. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.130317
3. Melati, A., Settar, A., Alfano, A., Faucault, L., Chetehouna, K. (2023). Effect of Fire-Retardant Coating and SiC Powder Filler on Thermal Properties of Green-Poxy Bio-Based Composites. Advances in Thermal Science and Energy, 130–139. https://doi.org/10.1007/978-3-031-43934-6_14
4. Li, S., Zhao, F., Wang, X., Liu, Z., Guo, J., Li, Y. et al. (2024). A green flame retardant coating based on one-step aqueous complexation of phytic acid and urea for fabrication of lightweight and high toughness flame retardant EPS insulation board. Polymer Degradation and Stability, 219, 110597. https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2023.110597
5. Aghmih, K., Boukhriss, A., El Bouchti, M., Ait Chaoui, M., Majid, S., Gmouh, S. (2022). Introduction of Ionic Liquids as Highly Efficient Plasticizers and Flame Retardants of Cellulose Triacetate Films. Journal of Polymers and the Environment, 30 (7), 2905–2918. https://doi.org/10.1007/s10924-022-02407-3
6. Madyaratri, E., Ridho, M., Aristri, M., Lubis, M., Iswanto, A., Nawawi, D. et al. (2022). Recent Advances in the Development of

Fire-Resistant Biocomposites—A Review. Polymers, 14 (3), 362. https://doi.org/10.3390/polym14030362
7. Rajendran, M., Nagarajan, C. kavitha. (2021). Experimental Investigation on bio-Composite Using Jute and Banana Fiber as a Potential Substitute of Solid Wood Based Materials. Journal of Natural Fibers, 19 (12), 4557–4566. https://doi.org/10.1080/15440478.2020.1867943
8. Hanken, R. B. L., Arimatéia, R. R., Farias, G. M. G., Agrawal, P., Santana, L. N. L., Freitas, D. M. G., de Mélo, T. J. A. (2019). Effect of natural and expanded vermiculite clays on the properties of eco-friendly biopolyethylene-vermiculite clay biocomposites. Composites Part B: Engineering, 175, 107184. https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.107184
9. Giancaspro, J., Papakonstantinou, C., Balaguru, P. (2009). Mechanical behavior of fire-resistant biocomposite. Composites Part B: Engineering, 40 (3), 206–211. https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2008.11.008
10. Gómez, C., Torres, F. G., Nakamatsu, J., Arroyo, O. H. (2006). Thermal and Structural Analysis of Natural Fiber Reinforced Starch-Based Biocomposites. International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials, 55 (11), 893–907. https://doi.org/10.1080/00914030500522547
11. 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
12. 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
13. Traciak, J., Fal, J., Żyła, G. (2021). 3D printed measuring device for the determination the surface tension of nanofluids. Applied Surface Science, 561, 149878. https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2021.149878
14. Rekiel, E., Zdziennicka, A., Jańczuk, B. (2021). Mutual influence of ethanol and surfactin on their wetting and adhesion properties. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 627, 127161. https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2021.127161
15. Tsapko, Y., Tkachenko, T., Tsapko, A., Likhnyovskyi, R., Sukhanevych, M., Bereznutska, Y. et al. (2024). Defining patterns in the fire protection of wood with reactive coating. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (10 (132)), 55–63. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.317334
16. Tsapko, J., Tsapko, A. (2017). Simulation of the phase transformation front advancement during the swelling of fire retardant coatings. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (11 (86)), 50–55. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.73542
17. Tsapko, Y., Tsapko, A., Bondarenko, O. (2019). Effect of a flameretardant coating on the burning parameters of wood samples. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (10 (98)), 49–54. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.163591
18. Tsapko, Y., Tsapko, A., Bondarenko, O. (2020). Modeling the process of moisture diffusion by a flame-retardant coating for wood. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (10 (103)), 14–19. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.192687
19. Tsapko, Y. V., Tsapko, A., Bondarenko, O. P., Sukhanevych, M. V., Kobryn, M. V. (2019). Research of the process of spread of fire on beams of wood of fire-protected intumescent coatings. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 708 (1), 012112. https://doi.org/10.1088/1757-899x/708/1/012112

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.332546

DETERMINING THE FIREPROOF LIMIT FOR THE HEAT PROTECTIVE COATING OF THE GAS GENERATOR IN A HYDROGEN STORAGE AND SUPPLY SYSTEM (p. 26–34)

Yuriy Abramov
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7901-3768

Oleksii Basmanov
National University of Civil Defence of Ukraine, Cherkasy, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6434-6575

Valentina Krivtsova
National University of Civil Defence of Ukraine, Cherkasy, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8254-5594

Andriy Mikhayluk
O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4116-164X

Yevhen Makarov
National University of Civil Defence of Ukraine, Cherkasy, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0785-3041

Volodymyr Abrakitov
O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0583-5122

This work considers the task to prevent fires in hydrogen storage and operation systems. The subject of the study is the properties of the heat-protective coating of the gas generator in the hydrogen storage and supply system. The fire resistance limit is used as such a property. The set of heat-protective coating and the wall of the gas generator is considered as a thermodynamic system with two inputs. The signal at one input reflects the influence of thermal factors of the fire, and the signal at the second input corresponds to the thermal state of the gas generator cavity.

A mathematical description of such a thermodynamic system has been constructed, which is represented in operator form using the integral Laplace transform. A feature of such a mathematical notation is that it includes hyperbolic functions of an irrational argument. An approximation of mathematical models of the thermodynamic system was carried out and it is shown that these models, which are transfer functions, belong to fractional-rational functions with third-order Hurwitz polynomials. The approximation accuracy is 3.8%.

An expression for the reaction of a thermodynamic system has been derived, provided that the influence of thermal factors of a fire is described by an arbitrary function of time, and the thermal state of the gas generator cavity is described by the Heaviside function. To construct this expression, the Borel theorem and auxiliary functions are used, the parameters of which are the parameters of the roots of the algebraic Hurwitz equation.

Examples of determining the fire resistance limit for the heat-protective coating of the gas generator in the hydrogen storage and supply system for the characteristic conditions of its operation are given. It is shown that the fire resistance limit of such a coating is 462.8 s at a critical temperature of 320°C under the condition that the influence of thermal factors of a fire is linear (the generalized temperature change rate is 2.0°C s^{-1}). In this case, the thermal state of the gas generator cavity is stationary and is characterized by a temperature of 60°C.

Keywords: hydrogen systems, gas generator, fire, heat-protective coating, fire resistance limit, Laplace transform.

References

1. Shi, C., Zhu, S., Wan, C., Bao, S., Zhi, X., Qiu, L., Wang, K. (2023). Performance analysis of vapor-cooled shield insulation integrated with para-ortho hydrogen conversion for liquid hydrogen tanks. International Journal of Hydrogen Energy, 48 (8), 3078–3090. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.10.154
2. Kukkapalli, V. K., Kim, S., Thomas, S. A. (2023). Thermal Management Techniques in Metal Hydrides for Hydrogen Storage Applica-

tions: A Review. Energies, 16 (8), 3444. https://doi.org/10.3390/en16083444
3. Li, H., Cao, X., Liu, Y., Shao, Y., Nan, Z., Teng, L. et al. (2022). Safety of hydrogen storage and transportation: An overview on mechanisms, techniques, and challenges. Energy Reports, 8, 6258–6269. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.04.067
4. Kang, S., Lee, K. M., Kwon, M., Lim, O. K., Choi, J. Y. (2022). A Quantitative Analysis of the Fire Hazard Generated from Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicles. International Journal of Fire Science and Engineering, 36 (2), 26–39. https://doi.org/10.7731/kifse.f4b33457
5. Kang, D., Yun, S., Kim, B. (2022). Review of the Liquid Hydrogen Storage Tank and Insulation System for the High-Power Locomotive. Energies, 15 (12), 4357. https://doi.org/10.3390/en15124357
6. Abohamzeh, E., Salehi, F., Sheikholeslami, M., Abbassi, R., Khan, F. (2021). Review of hydrogen safety during storage, transmission, and applications processes. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 72, 104569. https://doi.org/10.1016/j.jlp.2021.104569
7. Yang, F., Wang, T., Deng, X., Dang, J., Huang, Z., Hu, S. et al. (2021). Review on hydrogen safety issues: Incident statistics, hydrogen diffusion, and detonation process. International Journal of Hydrogen Energy, 46 (61), 31467–31488. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.07.005
8. Jeon, J., Kim, S. J. (2020). Recent Progress in Hydrogen Flammability Prediction for the Safe Energy Systems. Energies, 13 (23), 6263. https://doi.org/10.3390/en13236263
9. Liu, Y., Liu, Z., Wei, J., Lan, Y., Yang, S., Jin, T. (2021). Evaluation and prediction of the safe distance in liquid hydrogen spill accident. Process Safety and Environmental Protection, 146, 1–8. https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.08.037
10. Yu, X., Kong, D., He, X., Ping, P. (2023). Risk Analysis of Fire and Explosion of Hydrogen-Gasoline Hybrid Refueling Station Based on Accident Risk Assessment Method for Industrial System. Fire, 6 (5), 181. https://doi.org/10.3390/fire6050181
11. Cui, S., Zhu, G., He, L., Wang, X., Zhang, X. (2023). Analysis of the fire hazard and leakage explosion simulation of hydrogen fuel cell vehicles. Thermal Science and Engineering Progress, 41, 101754. https://doi.org/10.1016/j.tsep.2023.101754
12. Suzuki, T., Shiota, K., Izato, Y., Komori, M., Sato, K., Takai, Y. et al. (2021). Quantitative risk assessment using a Japanese hydrogen refueling station model. International Journal of Hydrogen Energy, 46 (11), 8329–8343. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.12.035
13. Shen, Y., Lv, H., Hu, Y., Li, J., Lan, H., Zhang, C. (2023). Preliminary hazard identification for qualitative risk assessment on onboard hydrogen storage and supply systems of hydrogen fuel cell vehicles. Renewable Energy, 212, 834–854. https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.05.037
14. Li, B., Han, B., Li, Q., Gao, W., Guo, C., Lv, H. et al. (2022). Study on hazards from high-pressure on-board type III hydrogen tank in fire scenario: Consequences and response behaviours. International Journal of Hydrogen Energy, 47 (4), 2759–2770. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.10.205
15. Kashkarov, S., Dadashzadeh, M., Sivaraman, S., Molkov, V. (2022). Quantitative Risk Assessment Methodology for Hydrogen Tank Rupture in a Tunnel Fire. Hydrogen, 3 (4), 512–530. https://doi.org/10.3390/hydrogen3040033
16. Tamura, Y., Takabayashi, M., Takeuchi, M. (2014). The spread of fire from adjoining vehicles to a hydrogen fuel cell vehicle. International Journal of Hydrogen Energy, 39 (11), 6169–6175. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2014.01.140
17. Abramov, Y., Basmanov, O., Krivtsova, V., Mikhayluk, A., Khmyrov, I. (2023). Determining the possibility of the appearance of a combustible medium in the hydrogen storage and supply system. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (10 (122)), 47–54. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.276099
18. Correa-Jullian, C., Groth, K. M. (2022). Data requirements for improving the Quantitative Risk Assessment of liquid hydrogen storage systems. International Journal of Hydrogen Energy, 47 (6), 4222–4235. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.10.266
19. Abramov, Y., Kryvtsova, V., Mikhailyuk, A. (2023). Determination of the reliability of the gas generator of the storage system and hydrogen supply. Municipal Economy of Cities, 3 (177), 142–146. https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-3-177-142-146
20. Abramov, Y., Kryvtsova, V., Mikhailyuk, A. (2021). Algorithm for determination of reliability indicator of gas generator of hydrogen storage and supply system. Municipal Economy of Cities, 4 (164), 153–157. https://doi.org/10.33042/2522-1809-2021-4-164-153-157
21. Abramov, Y., Kryvtsova, V., Mikhailyuk, A. (2022). Method of designation of the fire safety of the gas generator water saving systems. Municipal Economy of Cities, 4 (171), 107–111. https://doi.org/10.33042/2522-1809-2022-4-171-107-111
22. Abramov, Y., Basmanov, O., Krivtsova, V., Mikhayluk, A., Makarov, Y. (2024). Determining the functioning efficiency of a fire safety subsystem when operating the hydrogen storage and supply system. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (2 (128)), 75–84. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300647
23. Abramov, Yu. O., Kryvtsova, V. I., Mykhailiuk, A. O. (2020). Hazohenerator system zberihannia ta podachi vodniu na osnovi hidroreahuiuchykh skladiv: modeli, kharakterystyky, metody kontroliu. Kharkiv, 87.
24. Seraji, M. M., Arefazar, A. (2021). Thermal ablation-insulation performance, microstructural, and mechanical properties of carbon aerogel based lightweight heat shielding composites. Polymer Engineering & Science, 61 (5), 1338–1352. https://doi.org/10.1002/pen.25648
25. Le, V. T., Ha, N. S., Goo, N. S. (2021). Advanced sandwich structures for thermal protection systems in hypersonic vehicles: A review. Composites Part B: Engineering, 226, 109301. https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2021.109301
26. Kwan, T. H., Zhang, Z., Huang, J., Yao, Q. (2024). Fire safety parametric analysis of vehicle mounted hydrogen tanks based on a coupled heat transfer and thermomechanics model. International Journal of Hydrogen Energy, 50, 792–803. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.07.063
27. Sharshanov, A. Ya., Abramov, Yu. O. (2023). Zakhyst rechovyn i materialiv vid teplovoho vplyvu pozhezhi za dopomohoiu ekraniv i pokryttiv. Kharkiv, 280.

Анотації ECOLOGY

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.333183

ЗАКОНОМІРНОСТІ ОЧИЩЕННЯ ТА ЗНЕВОДНЕННЯ ШЛАМІВ ГАЗООЧИЩЕННЯ ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ВІД ВУГІЛЬНОГО ПИЛУ (с. 6–15)

А. О. Шкоп, О. В. Шестопалов, А. С. Босюк, О. В. Матющенко, Н. Г. Пономарьова

Об'єктом дослідження є технологія очищення та зневоднення шламів систем мокрого газоочищення викидів пилопідготовчого відділення в осаджувальних центрифугах Ecomash SHS521AS-113 задля вирішення проблеми підвищення ефективності роботи очисних споруд та вторинного використання очищеної води. Проаналізовано в промислових умовах зразки шламів газоочищення та встановлено, що шлами теплових електростанцій містять дрібнодисперсні частинки пилу менше 20 мкм, які в процесі гідратації злипаються у агрегати розміром до 250 мкм. Встановлено, що використання відстійників без хімічного підсилення процесу є довготривалим, однак ефективно осаджуються з використанням аніонного флокулянту А-19. Підібрано оптимальну дозу флокулянту для шламів концентрацією 20–30 г/л, яка склала 130–150 г/т. При цьому утворюються флокули зі швидкістю осідання 8,2–8,6 мм/с, що достатньо для ефективного відстоювання. З метою оперативного визначення концентрації твердої фази в шламі встановлена залежність між концентрацією дисперсної фази, температурою в інтервалі 20–45°С та густиною шламу. Проведене дослідження очищення шламів в центрифугах без використання реагентів дозволило виявити залежність між ефективністю затримання твердої фази, продуктивністю центрифуг та величини відносних обертів шнеку. Виявлено, що ефективність затримання твердої фази у центрифугах підвищується із зниженням продуктивності роботи, а також зниженням величини відносних обертів шнеку. Було досягнуто продуктивність очистки до 15–20 м^3/год при ефективності понад 97% і залишковій концентрації завислих частинок менш ніж 0,5 г/л. Запропоновано використання модульної установки очистки та зневоднення шламів на базі тонкошарового відстійника та центрифугальних установок із введенням флокулянту перед відстійником. Встановлено, що ступінь зневоднення осаду у центрифугах Ecomash SHS521AS-113 шламів мокрої газоочистки складала 32–36%.

Ключові слова: викиди вугільного пилу, вугільні шлами, ефективність зневоднення, очищення шламів газоочищення, екологічна безпека.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.332443

ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ВОГНЕЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ КОМПОЗИТНИМ ПОКРИТТЯМ З БІОПОЛІМЕРОМ (с. 16–25)

Ю. В. Цапко, О. Ю. Цапко, Р. В. Ліхньовський, К. Г. Белікова, О. Ю. Бердник, А. Ф. Гаврилюк, А. С. Борисова, О. Г. Доценко, М. О. Гайдук, В. В. Нестеренко

Об'єктом досліджень є зміни поверхневих властивостей деревини під час її оброблення вогнезахисним композиційним покриттям з наявністю біополімерів. Проблема, спрямована на виробництво екологічно-чистих композицій, отриманих з природних та відновлюваних джерел для вогнезахисту деревини та технологією нанесення, полягає у забезпечені стійкості до дії високотемпературного полум'я. Доведено, що вогнезахисна композиція з наявністю біополімерів є нагромадженням біологічних речовин з азотно-фосфорними антипіренами, вуглеводами та газоутворюючими речовинами, облямованих полімерним в'яжучим. Під впливом термічної дії розпочинаються хімічні реакції у вогнезахисній композиції, поліфосфат амонію розкладоється і виділяє фосфорну кислоту. Це, у свою чергу, впливає на деструкцію біополімеру та дегидрацію пентаерітриту з утворенням великої кількості вуглеводнів, а меламін проваджує виділення негорючих газів, що спонукають утворювати пінококс. Проведено дослідження поверхневих енергетичних характеристик вогнезахисної композиції з наявністю біополімерів та встановлено, що полярність вогнезахисної композиції з наявністю біополімерів перевищує значення необробленої деревини у 3,5 рази, що дає ефективне оброблення поверхні деревини. За результатами термічного впливу на зразки встановлено, шо при дії радіаційної панелі відбулося спучення вогнезахисної композиції, при додаванні біополімерів, таких як деревне борошно і крохмаль, висота коксу підвищилась понад 15 мм, а кратність піни підвищилась в 1,2 рази. Практичне значення полягає у тому, що отримані результати було враховано під час розроблення реактивного покриття для деревини. Таким чином, є підстави стверджувати про можливість ефективного захисту деревини вогнезахисною композицією з наявністю біополімерів.

Ключові слова: вогнезахисна композиція, біополімери, оброблення поверхні деревини, поверхневий натяг, спучення покриття.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.332546

ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖІ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ТЕПЛОЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРА СИСТЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПОДАЧІ ВОДНЮ (с. 26–34)

Ю. О. Абрамов, О. Є. Басманов, В. І. Кривцова, А. О. Михайлюк, Є. О. Макаров, В. Е. Абракітов

Роботу присвячено проблемі запобігання пожеж в системах зберігання і експлуатації водню. Предметом дослідження є властивості теплозахисного покриття газогенератора системи зберігання та подачі водню. В якості такої властивості викорис-

товується межа вогнестійкості. Сукупність теплозахисного покриття і стінки газогенератора розглядається як термодинамічна система, яка має два входи. Сигнал на одному вході відображає вплив теплових чинників пожежі, а сигнал на другому вході відповідає тепловому стану порожнини газогенератора. Побудовано математичний опис такої термодинамічної системи, який представлено в операторній формі із використанням інтегрального перетворення Лапласа. Особливістю такого математичного опису є те, що він включає гіперболічні функції ірраціонального аргументу. Здійснено апроксимацію математичних моделей термодинамічної системи і показано, що ці моделі, які є передаточними функціями, належать до дробово-раціональних функцій із поліномами Гурвіца третього порядку. Точність апроксимації складає 3,8%. Одержано вираз для реакції термодинамічної системи за умови, що вплив теплових чинників пожежі описується довільною функцією часу, а тепловий стан порожнини газогенератора описується функцією Хевісайда. Для побудови цього виразу використовується теорема Бореля та допоміжні функції, параметрами яких є параметри коренів алгебраїчного рівняння Гурвіца. Наведено приклади визначення межі вогнестійкості теплозахисного покриття газогенератора системи зберігання та подачі водню для характерних умов її експлуатації. Показано, що межа вогнестійкості такого покриття складає 462,8 с при критичній температурі 320°C за умов, що вплив теплових чинників пожежі має лінійний характер (узагальнена швидкість зміни температури складає 2,0°C·c^{-1}). При цьому тепловий стан порожнини газогенератора є стаціонарним і характеризується температурою 60°C.

Ключові слова: водневі системи, газогенератор, пожежа, теплозахисне покриття, межа вогнестійкості, перетворення Лапласа.