

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.260080

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR OPTIMIZING INDUSTRIAL ENERGY STORAGE UNITS PLACEMENT IN ELECTRIC DISTRIBUTION NETWORKS ON THE BASIS OF IDEAL CURRENT DISTRIBUTION (p. 6–16)

Volodymyr Kulyk

Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7594-5661>

Vira Teptya

Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2792-0160>

Sviatoslav Vishnevskiy

Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2159-603X>

Yurii Hrytsiuk

Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6463-3910>

Iryna Hrytsiuk

Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4472-306X>

Maksym Zatkhei

Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5480-5187>

The object of this study is the process of integrating industrial energy storage units (IESU) into distribution electrical networks. Their connection helps reduce peak loads on the elements of networks and improve the quality of voltage. However, determining the optimal IESU capacities and their places of connection to networks is associated with objective difficulties. It is necessary to apply comprehensive optimality criteria and take into consideration active restrictions. In addition, the trends in the development of distribution networks and pricing in the energy market are partially undefined. The current study proposes the formalization of the problem of optimizing the placement of IESU in distribution networks and reports a new method to solve it. Its application contributes to a reasonable definition of the volume of investments in the development of IESU, taking into consideration technical restrictions on the part of distribution networks. To solve the problem of multifactorial optimization of the energy storage system, the decomposition and method of ideal current distribution (for electricity losses) were applied. It is shown that this problem can be reduced to an iterative calculation of current distribution in the substitution circuit of power grids with active resistances. And, to take into consideration economic factors, a technique to determine and adjust fictitious resistances was devised. An optimization algorithm has been proposed that ensures a decrease in the number of computing operations and an increase in the reliability of obtaining an optimal solution. Its application makes it possible to take into consideration the dynamics of pricing, consumption, and electricity generation processes over long periods. This contributes to the formation of sound design decisions on the connection of IESU to distribution networks.

Keywords: energy storage system, distribution electrical network, optimization, losses, quality of electricity.

References

1. Clement, K., Haesen, E., Driesen, J. (2009). Stochastic analysis of the impact of plug-in hybrid electric vehicles on the distribution

grid. IET Conference Publications. doi: <https://doi.org/10.1049/cp.2009.0590>

2. Delgado, J., Faria, R., Moura, P., de Almeida, A. T. (2018). Impacts of plug-in electric vehicles in the portuguese electrical grid. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 62, 372–385. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.03.005>
3. Stohniy, B. S., Kyrlyenko, O. V., Denysiuk, S. P. (2015). Intelektualni elektrychni merezhi elektroenerhetychnykh system ta yikhnie tekhnolohichne zabezpechennia. *Tekhnichna elektrodynamika*, 6, 44–50. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/61922>
4. Kaloudas, C., Shaw, R. (2017). Long-term forecasting of reactive power demand in distribution networks. *CIREN - Open Access Proceedings Journal*, 2017 (1), 2406–2410. doi: <https://doi.org/10.1049/oap-cired.2017.0182>
5. Moreira, R., Strbac, G., Papadopoulos, P., Laguna, A. (2017). Business case in support for reactive power services from distributed energy storage. *CIREN - Open Access Proceedings Journal*, 2017 (1), 1609–1613. doi: <https://doi.org/10.1049/oap-cired.2017.1274>
6. Das, C. K., Bass, O., Kothapalli, G., Mahmoud, T. S., Habibi, D. (2018). Overview of energy storage systems in distribution networks: Placement, sizing, operation, and power quality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 91, 1205–1230. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.068>
7. Stecca, M., Ramirez Elizondo, L., Batista Soeiro, T., Bauer, P., Palensky, P. (2020). A Comprehensive Review of the Integration of Battery Energy Storage Systems into Distribution Networks. *IEEE Open Journal of the Industrial Electronics Society*. doi: <https://doi.org/10.1109/ojies.2020.2981832>
8. Castagneto Gisse, G., Dodds, P. E., Radcliffe, J. (2018). Market and regulatory barriers to electrical energy storage innovation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 781–790. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.079>
9. Zame, K. K., Brehm, C. A., Nitica, A. T., Richard, C. L., Schweitzer III, G. D. (2018). Smart grid and energy storage: Policy recommendations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 1646–1654. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.07.011>
10. Zubi, G., Dufo-López, R., Carvalho, M., Pasaoglu, G. (2018). The lithium-ion battery: State of the art and future perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 89, 292–308. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.002>
11. Telaretti, E., Dusonchet, L. (2017). Stationary battery technologies in the U.S.: Development Trends and prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 380–392. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.003>
12. Zidar, M., Georgilakis, P. S., Hatzigiorgiou, N. D., Capuder, T., Škrlec, D. (2016). Review of energy storage allocation in power distribution networks: applications, methods and future research. *IET Generation, Transmission & Distribution*, 10 (3), 645–652. doi: <https://doi.org/10.1049/iet-gtd.2015.0447>
13. Yang, Y., Bremner, S., Menictas, C., Kay, M. (2018). Battery energy storage system size determination in renewable energy systems: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 91, 109–125. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.047>
14. Saboori, H., Hemmati, R., Ghiasi, S. M. S., Dehghan, S. (2017). Energy storage planning in electric power distribution networks – A state-of-the-art review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 79, 1108–1121. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.171>
15. Alsaïdan, I., Alanazi, A., Gao, W., Wu, H., Khodaei, A. (2017). State-Of-The-Art in Microgrid-Integrated Distributed Energy Storage Sizing. *Energies*, 10 (9), 1421. doi: <https://doi.org/10.3390/en10091421>

16. Das, C. K., Bass, O., Kothapalli, G., Mahmoud, T. S., Habibi, D. (2018). Overview of energy storage systems in distribution networks: Placement, sizing, operation, and power quality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 91, 1205–1230. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.068>
17. Lezhniuk, P. D., Kulyk, V. V., Netrebskyi, V. V., Teptia, V. V. (2014). Pryntsy naimenshoi dii v elektrotekhnitsi ta elektroenerhetytsi. Vinnytsia: UNIVERSUM-Vinnytsia, 212.
18. Buslavets, O., Kvytsynskyi, A., Kudatskyi, L., Mezhenyi, S., Moiseienko, L. (2016). Typovi hrafyky elektrychnykh navantazhen u 3D zobrazhenni. *Enerhetyka ta elektryfikatsiya*, 2, 2–12.
19. Kulyk, V., Burykin, O., Pirnyak, V. (2017). Optimization of the placement of reactive power sources in the electric grid based on modeling of its ideal modes. *Technology Audit and Production Reserves*, 2 (1 (40)), 59–65. doi: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2018.129237>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.258480

SUBSTANTIATION FOR THE SELECTION OF PARAMETERS FOR ENSURING ELECTROTHERMAL PROTECTION OF SOLAR BATTERIES IN SPACECRAFT POWER SYSTEMS (p. 17–24)

Tetiana Hilorme

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9598-6532>

Liliya Nakashydz

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3990-6718>

Stanislav Mazurik

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5532-6372>

Volodymyr Gabrinets

Ukrainian State University of Science and Technologies,
Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6115-7162>

Vadim Kolbunov

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0430-1591>

Igor Gomilko

Noosphere Engineering School, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3256-9771>

A relevant scientific-practical issue related to the sustainable development of outer space is the selection of optimal parameters of solar panels for the uninterrupted supply of energy in the power plants of spacecraft. It has been determined that advancing energy-efficient technologies is a prerequisite for ensuring stable space activities. The decision-making process regarding the choice of alternative options for ensuring the electrothermal protection of solar panels in the power plants of spacecraft occurs under the conditions of uncertainty and various risks.

A methodical approach to assessing the effectiveness of options for building electrothermal protection systems for solar panels in the power plants of spacecraft has been devised. The hierarchical structure of the problem about approving of the choice of electrothermal protection of solar panels has been constructed on the basis of the method of analytical hierarchical process, which makes it possible to derive a set of optimal options.

Five alternative options for electrothermal protection of solar panels have been chosen, which, unlike existing ones, take into consideration the phases of the life cycle, namely, the period of active

operation. The selection of criteria for choosing the parameters of electrothermal protection of solar panels in the power installations of spacecraft has been substantiated: ensuring the smooth operation of solar panels; availability of service in emergencies; the life cycle of solar panels; the cost of solar panels; technical safety; mass-size indicators.

It is argued that the chosen optimal alternative “Solar panels with protection on the basis of self-resetting fuses” could prolong the active life cycle and, as a result, reduce the number of repairs (current and overhaul) of solar panels in space activities. Owing to the use of this option, positive results could be achieved such an increase in the active life cycle by 20 %, as well as an increase in technical safety by 24 %.

Keywords: solar butterfly, electrothermal protection, posistor polymer nanocomposite, dark current, efficiency of switching elements.

References

1. Dron', M., Hilorme, T., Golubek, A., Dreus, A., Dubovik, L. (2022). Determining the performance indicators of employing combined methods for removing space objects from near-earth orbits. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (3 (115)), 6–12. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253096>
2. Abdmouleh, Z., Gastli, A., Ben-Brahim, L., Haouari, M., Al-Emadi, N. A. (2017). Review of optimization techniques applied for the integration of distributed generation from renewable energy sources. *Renewable Energy*, 113, 266–280. doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.05.087>
3. Program and Project Management (2018). NASA. Available at: https://www.nasa.gov/offices/oc/e/functions/prog_proj_mgmt.html
4. Chang, R.-D., Zuo, J., Zhao, Z.-Y., Zillante, G., Gan, X.-L., Soebarto, V. (2017). Evolving theories of sustainability and firms: History, future directions and implications for renewable energy research. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 48–56. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.029>
5. Xu, X., Wei, Z., Ji, Q., Wang, C., Gao, G. (2019). Global renewable energy development: Influencing factors, trend predictions and countermeasures. *Resources Policy*, 63, 101470. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101470>
6. Ibidunni, A. S., Ogunnaik, O. O., Abiodun, A. J. (2017). Extending the knowledge strategy concept: linking organizational knowledge with strategic orientations. *Academy of Strategic Management Journal*, 16 (3). Available at: <http://eprints.covenantuniversity.edu.ng/11867/#.XsJBdYgzZPZ>
7. Che, L., Zhang, X., Shahidehpour, M., Alabdulwahab, A., Abusorrah, A. (2017). Optimal interconnection planning of community microgrids with renewable energy sources. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 8 (3), 1054–1063. doi: <https://doi.org/10.1109/tsg.2015.2456834>
8. Kumar, A., Sah, B., Singh, A. R., Deng, Y., He, X., Kumar, P., Bansal, R. C. (2017). A review of multi criteria decision making (MCDM) towards sustainable renewable energy development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 596–609. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.191>
9. Chen, H. H., Lee, A. H. I., Kang, H.-Y. (2017). The fuzzy conceptual model for selecting energy sources. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 12 (4), 297–304. doi: <https://doi.org/10.1080/15567249.2011.652339>
10. Karabegović, I., Doleček, V. (2015). Development and Implementation of Renewable Energy Sources in the World and European Union. *Contemporary materials*, 6 (2), 130–148. doi: <https://doi.org/10.7251/comen1502130k>
11. Ghimire, L. P., Kim, Y. (2018). An analysis on barriers to renewable energy development in the context of Nepal using AHP. *Renewable Energy*, 129, 446–456. doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.06.011>

12. Dubey, R., Gunasekaran, A., Papadopoulos, T., Childe, S. J., Shibin, K. T., Wamba, S. F. (2017). Sustainable supply chain management: framework and further research directions. *Journal of Cleaner Production*, 142, 1119–1130. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.117>
13. Dreidy, M., Mokhlis, H., Mekhilef, S. (2017). Inertia response and frequency control techniques for renewable energy sources: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 144–155. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.170>
14. Nakashydz, L., Hilorme, T., Nakashydz, I. (2020). Substantiating the criteria of choosing project solutions for climate control systems based on renewable energy sources. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (3 (105)), 42–50. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.201527>
15. Nakashydz, L., Gabrinets, V., Mitikov, Y., Alekseyenko, S., Liashenko, I. (2021). Determination of features of formation of energy supply systems with the use of renewable energy sources in the transition period. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (8 (113)), 23–29. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.243112>
16. Zhou, Y., Cao, S., Hensen, J. L. M., Hasan, A. (2020). Heuristic battery-protective strategy for energy management of an interactive renewables–buildings–vehicles energy sharing network with high energy flexibility. *Energy Conversion and Management*, 214, 112891. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.112891>
17. Kalair, A., Abas, N., Saleem, M. S., Kalair, A. R., Khan, N. (2020). Role of energy storage systems in energy transition from fossil fuels to renewables. *Energy Storage*, 3 (1). doi: <https://doi.org/10.1002/est2.135>
18. Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities (2018). Committee on the Peaceful Uses of Outer Space. Available at: https://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2018/aac_1052018crp/aac_1052018crp_20_0_html/AC105_2018_CRP20E.pdf
19. Anvari, A. (2019). Application of plasma technology in aerospace vehicles: A review. *Journal of Engineering and Technology Research*, 11 (2), 12–28. doi: <https://doi.org/10.5897/jetr2018.0654>
20. Al-Housani, M., Bicer, Y., Koç, M. (2019). Experimental investigations on PV cleaning of large-scale solar power plants in desert climates: Comparison of cleaning techniques for drone retrofitting. *Energy Conversion and Management*, 185, 800–815. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.01.058>
21. Mehrjerdi, H., Hemmati, R. (2019). Electric vehicle charging station with multilevel charging infrastructure and hybrid solar-battery-diesel generation incorporating comfort of drivers. *Journal of Energy Storage*, 26, 100924. doi: <https://doi.org/10.1016/j.est.2019.100924>
22. Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1 (1), 83. doi: <https://doi.org/10.1504/ijssci.2008.017590>
23. Hilorme, T., Perevozova, I., Sakun, A., Reznik, O., Khaustova, Ye. (2020). Accounting Model of Human Capital Assessment Within the Information Space of the Enterprise. *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*, 24 (3). Available at: <https://www.abacademies.org/articles/Accounting-Model-of-Human-Capital-Assessment-Within-the-Information-1528-2635-24-3-540.pdf>
24. Drobyazko, S., Hilorme, T., Solokha, D., Bieliakova, O. (2020). Strategic policy of companies in the area of social responsibility: Covid-19 challenges. *E3S Web of Conferences*, 211, 04011. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021104011>
25. Tonkoshkur, A., Ivanchenko, A., Nakashydz, L., Lyashkov, A., Gomilko, I. (2021). Application of polymer posistor nanocomposites in systems for protecting photovoltaic components of solar arrays from electrical overloads. Boston: “Primedia eLaunch”, 172. doi: <https://doi.org/10.46299/978-1-63972-054-5>
26. Agency Risk Management Procedural Requirements. NASA. Available at: <https://nodis3.gsfc.nasa.gov/displayDir.cfm?t=NPR&c=8000&s=4B>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.260077

USING DEEP LEARNING TO DESIGN AN INTELLIGENT CONTROLLER FOR STREET LIGHTING AND POWER CONSUMPTION (p. 25–31)

Bilal Ibrahim Bakri

University of Information Technology and Communications,
Baghdad, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7694-783X>

Yaser M. Abid

University of Information Technology and Communications,
Baghdad, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7758-7909>

Ghaidaa Ahmed Ali

AL Esraa University College, Baghdad, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5412-8761>

Mohammed Salih Mahdi

University of Information Technology and Communications,
Baghdad, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3177-5469>

Alaa Hamza Omran

University of Information Technology and Communications,
Baghdad, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9094-3755>

Mustafa Musa Jaber

Dijlah University College, Baghdad, Iraq

Al-Farahidi University, Baghdad, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5777-9428>

Mustafa A. Jalil

AL Esraa University College, Baghdad, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9317-2527>

Roula A.J. Kadhim

AL Esraa University College, Baghdad, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1956-5741>

Street lighting is very important now-days especially at dangerous areas and highways but it consume a lot of power and it became challenging for many researchers in the past few years. Enormous efforts have been placed on the issue of reducing power consumption in illuminating cities and streets, researchers had various approaches and methods in tackling this challenging matter, till now there is no ideal system that has been developed to reduce the electricity usage. In this paper intelligent controller based on deep learning proposed to control the light at the street from sunset to sunrise, the system will decrease the light used to illuminate the streets in the absence of movements, the network trained based on deep learning with several image of different objects to help the system detecting any moving objects in the street to provide the street with the exact amount of light needed in order to reduce the waste of electrical energy resulting from street lighting and to help reduce accidents hence high percentage of criminal activity and life threatening conditions occur in the absence of light. The system was trained with a vast and diverse dataset to assure the accuracy and efficiency of the proposed system, the trained system showed a result of 90 precision of detecting moving objects, the proposed system was tested with a new dataset to assure the reliability and dependency of the system and reducing the errors to the minimum, the system shows promising results in detecting movements and objects, after the detection being complete, the system will send a pulse width modulation causing a 20 % light dimming, leading to enormous reduction in the power consumption, adding to that the proposed system is easy to use.

Keywords: street lighting, object detection, intelligent controller, deep learning, power consumption.

References

1. Li, C.-H., Wang, S.-T., Chang, H.-Y., Shen, C.-Y. (2010). An Efficient Approach for Reducing Power Consumption in a Production-Run Cluster. 2010 Third International Joint Conference on Computational Science and Optimization. doi: <https://doi.org/10.1109/cso.2010.31>
2. Luo, X., Wang, J., Dooner, M., Clarke, J. (2015). Overview of current development in electrical energy storage technologies and the application potential in power system operation. *Applied Energy*, 137, 511–536. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.09.081>
3. Puri, V., Jha, S., Kumar, R., Priyadarshini, I., Hoang Son, L., Abdel-Basset, M. et. al. (2019). A Hybrid Artificial Intelligence and Internet of Things Model for Generation of Renewable Resource of Energy. *IEEE Access*, 7, 111181–111191. doi: <https://doi.org/10.1109/access.2019.2934228>
4. Mohamad, F., Teh, J., Lai, C.-M., Chen, L.-R. (2018). Development of Energy Storage Systems for Power Network Reliability: A Review. *Energies*, 11 (9), 2278. doi: <https://doi.org/10.3390/en11092278>
5. Lokhande, H. N., Markande, S. D. (2018). Adaptive Street Light Controlling For Smart Cities. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13 (10), 7719–7723. Available at: https://www.ripublication.com/ijaer18/ijaerv13n10_65.pdf
6. Shaikh, M. R. S. (2017). A Review Paper on Electricity Generation from Solar Energy. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, V (IX), 1884–1889. doi: <https://doi.org/10.22214/ijraset.2017.9272>
7. Darwish, A. S., Al-Dabbagh, R. (2020). Wind energy state of the art: present and future technology advancements. *Renewable Energy and Environmental Sustainability*, 5, 7. doi: <https://doi.org/10.1051/rees/2020003>
8. Neill, S. P., Angeloudis, A., Robins, P. E., Walkington, I., Ward, S. L., Masters, I. et. al. (2018). Tidal range energy resource and optimization – Past perspectives and future challenges. *Renewable Energy*, 127, 763–778. doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.05.007>
9. Subramani, C., Surya, S., Gowtham, J., Chari, R., Srinivasan, S., Sidharth, J. P., Shrimali, H. (2019). Energy efficiency and pay-back calculation on street lighting systems. *AIP Conference Proceedings*. doi: <https://doi.org/10.1063/1.5112267>
10. Escolar, S., Carretero, J., Marinescu, M.-C., Chessa, S. (2014). Estimating Energy Savings in Smart Street Lighting by Using an Adaptive Control System. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 10 (5), 971587. doi: <https://doi.org/10.1155/2014/971587>
11. Dizon, E., Pranggono, B. (2021). Smart streetlights in Smart City: a case study of Sheffield. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 13 (4), 2045–2060. doi: <https://doi.org/10.1007/s12652-021-02970-y>
12. Gil-de-Castro, A., Moreno-Munoz, A., Larsson, A., de la Rosa, J., Bollen, M. (2012). LED street lighting: A power quality comparison among street light technologies. *Lighting Research & Technology*, 45 (6), 710–728. doi: <https://doi.org/10.1177/1477153512450866>
13. Al-Smadi, A. M., Salah, S. T., Al-Moomani, A. A., Al-Bataineh, M. S. (2019). Street Lighting Energy-Saving System. 2019 16th International Multi-Conference on Systems, Signals & Devices (SSD). doi: <https://doi.org/10.1109/ssd.2019.8893160>
14. Balushi, A. A. H. A., Kazmi, S. I. A., Pandey, J., Singh, A. V., Rana, A. (2020). The Intelligent Control of Street Light System in Oman through Internet of Things Technology. 2020 8th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO). doi: <https://doi.org/10.1109/icrito48877.2020.9197855>
15. Majumdar, R., Srivastava, A., Tulsiani, D., Mishra, V. P. (2019). IOT based Street Light Controlling Mechanism. 2019 International Conference on Computational Intelligence and Knowledge Economy (ICCIKE). doi: <https://doi.org/10.1109/iccike47802.2019.9004248>
16. Aljuboori, A. F., Omran, A. H., Abid, Y. M. (2019). Novel intelligent traffic light system using PSO and ANN. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 11 (04), 1528–1539.
17. Sikdar, P. L., Thakurta, P. K. G. (2020). An energy efficient street lighting framework: ANN-based approach. *Innovations in Systems and Software Engineering*, 17 (2), 131–139. doi: <https://doi.org/10.1007/s11334-020-00375-2>
18. Mohandas, P., Dhanaraj, J. S. A., Gao, X.-Z. (2019). Artificial Neural Network based Smart and Energy Efficient Street Lighting System: A Case Study for Residential area in Hosur. *Sustainable Cities and Society*, 48, 101499. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101499>
19. Garces-Jimenez, A., Castillo-Sequera, J. L., Del Corte-Valiente, A., Gomez-Pulido, J. M., Gonzalez-Seco, E. P. D. (2019). Analysis of Artificial Neural Network Architectures for Modeling Smart Lighting Systems for Energy Savings. *IEEE Access*, 7, 119881–119891. doi: <https://doi.org/10.1109/access.2019.2932055>
20. Drobyazko, S., Hilorme, T. (2022). Methods for evaluating technical innovations in the implementation of energy-saving measures in enterprises. *MethodsX*, 9, 101658. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101658>
21. Drobyazko, S., Hilorme, T., Solokha, D., Bieliakova, O. (2020). Strategic policy of companies in the area of social responsibility: Covid-19 challenges. *E3S Web of Conferences*, 211, 04011. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021104011>
22. Nakashydz, L., Hilorme, T., Nakashydz, I. (2020). Substantiating the criteria of choosing project solutions for climate control systems based on renewable energy sources. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (3 (105)), 42–50. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.201527>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.256115

DETERMINING THE POWER OF MECHANICAL LOSSES IN A ROTARY-PISTON ENGINE (p. 32–38)**Oleksandr Mytrofanov**Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Mykolaiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3460-5369>**Arkadii Proskurin**Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Mykolaiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5225-6767>**Andrii Poznanskyi**Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Mykolaiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4351-7504>**Oleksii Zivenko**Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Mykolaiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1539-8360>

This paper reports an experimental study into the magnitude of the power of mechanical losses of the prototype of a rotary-piston engine with an articulated cam mechanism for transforming movement, which was aimed at resolving the issue related to improving the efficiency of energy conversion.

It has been experimentally established that the greatest component of the power of mechanical losses in a rotary-piston engine with an articulated cam motion transformation mechanism is friction losses. Depending on the rotational speed, they are about 68.4...74.4 % of total losses.

The influence of the rotor rotation frequency on the total change in the power of mechanical losses and its components has been determined (an increase in the rotations by 3.75 times leads

to an increase in the power of mechanical losses by 3.3 times). It is established that the rotation frequency of the rotor does not have the same effect on the power components of mechanical losses. Thus, an increase in the rotations by 3.75 times leads to an increase in friction losses by 3.0 times, and the component of losses on pumping strokes by 4.1 times.

It was found that an increase in the pressure of working body by 2.0 times contributes to an increase in the mechanical efficiency of the rotary piston engine by 1.1 times. At the same time, it was determined that the rational speed range, which corresponds to the maximum values of the mechanical coefficient of efficiency, regardless of the pressure of working medium, is $800...1200 \text{ min}^{-1}$.

The resulting experimental data on studying the magnitude of the power of mechanical losses in the form of an analytical model of the influence of the main operational parameters of the rotary-piston engine with an articulated-cam mechanism for converting movement into a mechanical coefficient of efficiency have been generalized.

The results reported here could make it possible to preliminarily assess losses at energy conversion at the design stage and to construct a rotary piston engine for different purposes.

Keywords: rotary piston engine, compressed working fluid, degree of filling, power of mechanical losses.

References

1. Mytrofanov, O., Proskurin, A., Poznanskiy, A. (2021). Research of rotary piston engine use in transport power plants. *Transport Problems*, 16 (1), 165–178. doi: <https://doi.org/10.21307/tp-2021-014>
2. Mytrofanov, O., Proskurin, A. (2020). Analysis of efficiency of rotary piston engines use at power plants for surplus electrical energy accumulation. *Problemele Energeticii Regionale*, 4 (48), 58–68. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4317046>
3. Zhukov, Yu. D., Zivenko, O. V. (2020). Intelligent Polymetric Systems Industrial Applications. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Information-Communication Technologies & Embedded Systems (ICTES 2020)*. Mykolaiv, 122–137. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-2762/paper8.pdf>
4. Abramchuk, F., Kuzmenko, A. (2019). Experimental research of mechanical losses in a small four-stroke engine. *Avtomobil'nyi transport*, 45, 5–11. Available at: <http://at.khadi.kharkov.ua/article/view/188753/188151>
5. Voronkov, A. (2015). Change of effective energy indexes of pneumatic engine operation according to speed characteristics. *Avtomobil'nyi transport*, 36, 105–109. Available at: <https://docplayer.com/48442550-Izmenenie-effektivnyh-energeticheskikh-pokazateley-raboty-pnevmodvigatelya-po-skorostnym-harakteristikam.html>
6. Tormos, B., Martín, J., Carreño, R., Ramírez, L. (2018). A general model to evaluate mechanical losses and auxiliary energy consumption in reciprocating internal combustion engines. *Tribology International*, 123, 161–179. doi: <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2018.03.007>
7. Romero, C. A., Henao, E. D. J., Ramirez, J. (2021). Experimental study of mechanical losses of single-cylinder spark-ignited engine. *Diagnostyka*, 22 (3), 12–24. doi: <https://doi.org/10.29354/diag/141226>
8. Procházka, R., Dittrich, A., Vozenilek, R., Beroun, S. (2022). New Ways to Measure Mechanical Losses by Motoring an ICE with Increased Cylinder Pressure. *Applied Sciences*, 12 (4), 2155. doi: <https://doi.org/10.3390/app12042155>
9. Krivoshapov, S., Kashkanov, V. (2022). Estimation of the power of mechanical losses in the engine, transmission and wheels of car on the stand with running drums. *Journal of Mechanical Engineering and Transport*, 14 (2), 38–45. doi: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2021-14-2-38-45>
10. Molodan, A. O. (2018). Impact on the engine power of a wheeled vehicle mechanical losses when the cylinders are disconnected. *The Journal of*

Zhytomyr State Technological University. Series: Engineering, 2 (82), 105–110. doi: [https://doi.org/10.26642/tn-2018-2\(82\)-105-110](https://doi.org/10.26642/tn-2018-2(82)-105-110)

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.259734

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING COAL-WATER FUEL (p. 39–46)

Bekbolat Nussupbekov

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2907-3900>

Ayanbergen Khassenov

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5220-9469>

Ulan Nussupbekov

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6873-2089>

Bektursin Akhmediyev

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4813-6367>

Dana Karabekova

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8776-4414>

Bayan Kutum

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6410-4111>

Nazgul Tanasheva

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4273-0960>

The object of the study is coal sludge and coal fines of the Shubarkol deposit and the Kuznetsk coal basin (Republic of Kazakhstan) for the production of coal-water fuel, which allows replacing liquid and gaseous expensive products. The resulting fuel (after treatment of coal seams and burial) from industrial waste should not harm the environment, which requires certain economic investments. For crushing coal and coal sludge in the crushing and grinding unit, an electrohydroimpulse device for fine grinding of materials was used, consisting of a control unit with a protection system, a pulse capacitor and a high-voltage generator (capacitor bank capacity $0.75 \mu\text{F}$, pulse discharge voltage 15–30 kV, length of the interelectrode distance 7–10 mm). After grinding, fine coal particles rise to the surface of the water, and impurities settle at the bottom of the device, which allows enriching the product (flotation). Surface structures and coal fraction sizes were obtained using a Tescan Mira 3 scanning electron microscope. The main characteristics of coal-water fuel during vortex combustion were: the diameter of the fraction 0–250 microns – 63–74 %, process water – 36–24 %, special additive – 1–2 %. Coal-water fuel is similar to liquid fuel, and when transferring heat-generating plants to combustion of suspension, no significant changes in the design of boilers (units) are required. This makes it easy to mechanize and automate the processes of receiving, feeding and burning fuel, and the vortex combustion technology at a temperature of 950–1050 °C guarantees fuel efficiency of more than 97 %. The given optimal parameters of electrohydroimpulse technology when introduced into production will allow not only grinding, but also enriching the coal product.

Keywords: coal-water suspension, electrohydraulic effect, coal sludge, plasticizer.

References

1. Davidsson, S., Grandell, L., Wachtmeister, H., Höök, M. (2014). Growth curves and sustained commissioning modelling of renewable energy:

- Investigating resource constraints for wind energy. *Energy Policy*, 73, 767–776. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.05.003>
2. Dolinskiy, A. A., Khalatova, A. (2007). Vodougol'noe toplivo: perspektivy ispol'zovaniya v teploenergetike i zhilishno-kommunal'nom sektore. *Prom. Teplotekhnika*, 29 (5) 70–79. Available at: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/61288/11-Dolinsky.pdf?sequence=1>
 3. Kuznetsov, G. V., Salomatov, V. V., Syrodoy, S. V. (2015). Numerical simulation of ignition of particles of a coal–water fuel. *Combustion, Explosion, and Shock Waves*, 51 (4), 409–415. doi: <https://doi.org/10.1134/s0010508215040024>
 4. Murko, V. I., Kulagin, V. A., Baranova, M. P. (2017). Obtaining Stable Binary Fuel Systems. *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies*, 10 (8), 985–992. doi: <https://doi.org/10.17516/1999-494x-2017-10-8-985-992>
 5. Guy, B. M., Hermes, M., Poon, W. C. K. (2015). Towards a Unified Description of the Rheology of Hard-Particle Suspensions. *Physical Review Letters*, 115 (8). doi: <https://doi.org/10.1103/physrevlett.115.088304>
 6. Mosa, E., Saleh, A., Taha, A., El-Molla, A. (2007). A study on the effect of slurry temperature, slurry pH and particle degradation on rheology and pressure drop of coal water slurries. *JES. Journal of Engineering Sciences*, 35 (5), 1297–1311. doi: <https://doi.org/10.21608/jesaun.2007.114558>
 7. Vershinina, K., Shevyrev, S., Strizhak, P. (2021). Coal and petroleum-derived components for high-moisture fuel slurries. *Energy*, 219, 119606. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119606>
 8. Korotkiy, I. A., Neverov, E. N., Murko, V. I., Chernikova, O. P. (2021). The development of ecologically clean technology for coal use in terms of the coal-water slurry usage. *Journal of Physics: Conference Series*, 1749 (1), 012044. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1749/1/012044>
 9. Dubrovsky, V. A., Isakov, Yu. V., Potilicyn, M. Yu., Potapov, I. I., Shirokov, V. N. (2010). Research of efficiency of electrohydraulic effects at reception cavitation water-coal of fuel for boiler installations of Krasnoyarsk region. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta imeni akademika M. F. Reshetneva*, 6 (32), 127–130. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-effektivnosti-elektrogidravlicheskih-effektov-pri-poluchenii-kavitatsionnogo-vodougolnogo-topliva-dlya-kotelnyh>
 10. Biletskyi, V. S., Krut, O. A., Svitlyi, Yu. H. (2011). Pryhotuvannya vodovuhilnoho palyva na osnovi buroho vuhillia. *Zbahachennia korysnykh kopalyn*, 47 (88), 8–16.
 11. Krut, O. A., Bilecky, V. S. (2013). Coal-water slurry fuel: current status and prospects. *Visnik Nacional'noi akademii nauk Ukraini*, 8, 58–65. doi: <https://doi.org/10.15407/visn2013.08.058>
 12. Biletskyi, V., Sergeev, P., Krut, O. (2013). Fundamentals of highly loaded coal-water slurries. *Mining of Mineral Deposits*, 105–114. doi: <https://doi.org/10.1201/b16354-19>
 13. Kurytnik, I. P., Nussupbekov, B. R., Khassenov, A. K., Nussupbekov, U. B., Karabekova, D. Z., Bolatbekova, M. (2022). Development of a grinding device for producing coal powder-raw materials of coal-water fuel. *Archive of Mechanical Engineering*, 69 (2), 259–268. doi: <https://doi.org/10.24425/ame.2022.140414>
 14. Kurytnik, I., Nussupbekov, B. R., Khassenov, A. K., Karabekova, D. Z. (2015). Disintegration of Copper Ores by Electric Pulses/Rozdrobienie Rudy Miedzi Impulsami Elektrycznymi. *Archives of Metallurgy and Materials*, 60 (4), 2549–2552. doi: <https://doi.org/10.1515/amm-2015-0412>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.260080**РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДУ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗМІЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ У РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ НА ОСНОВІ ІДЕАЛЬНОГО СТРУМОРОЗПОДІЛУ (р. 6–16)****В. В. Кулик, В. В. Тептя, С. Я. Вишневський, Ю. В. Грицюк, І. В. Грицюк, М. В. Затхей**

Об'єктом дослідження є процес інтегрування промислових накопичувачів енергії (ПНЕ) у розподільні електричні мережі. Їх приєднання сприяє зменшенню пікових навантажень на елементи мереж та підвищенню якості напруги. Але визначення оптимальних ємностей ПНЕ та місць їх приєднання до мереж пов'язане з об'єктивними складностями. Необхідно застосовувати комплексні критерії оптимальності та враховувати активні обмеження. Крім того тенденції розвитку розподільних мереж та ціноутворення на енергоринку є частково не визначеними. В описаному дослідженні запропоновано формалізацію задачі оптимізації розміщення ПНЕ у розподільних мережах та розроблено новий метод для її розв'язання. Його застосування сприяє обґрунтованому визначенню обсягу інвестицій у розвиток ПНЕ з урахуванням технічних обмежень з боку розподільних мереж. Для розв'язання задачі багатофакторної оптимізації системи накопичення енергії було застосовано декомпозицію та метод ідеального струморозподілу (за втратами електроенергії). Показано, що ця задача може бути зведена до ітераційного розрахунку струморозподілу у заступній схемі електромереж з активними опорами. А для врахування економічних факторів було розроблено спосіб визначення та коригування фіктивних опорів. Запропоновано оптимізаційний алгоритм, що забезпечує зменшення кількості обчислювальних операцій та підвищення надійності отримання оптимального розв'язку. Його застосування дає змогу враховувати динаміку процесів ціноутворення, споживання та вироблення електроенергії протягом тривалих періодів. Це сприяє формуванню обґрунтованих проєктних рішень з приєднання ПНЕ до розподільних мереж.

Ключові слова: накопичувач електричної енергії, розподільна електрична мережа, оптимізація, втрати, якість електроенергії.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.258480**ОБґРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОТЕПЛОГО ЗАХИСТУ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ В ЕНЕРГОУСТАНОВКАХ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ (р. 17–24)****Т. В. Гільорме, Л. В. Накашидзе, С. В. Мазурик, В. О. Габрінець, В. Р. Колбунов, І. В. Гомілко**

Актуальною науково-практичною проблемою сталого розвитку космічного простору є вибір оптимальних параметрів сонячних батарей для безперебійно подачі енергії в енергоустановках космічних апаратів. Визначено, що розвиток енергоефективних технологій є обов'язковою умовою забезпечення сталої космічної діяльності. Процес прийняття рішень стосовно вибору альтернативних варіантів забезпечення електротеплового захисту сонячних батарей в енергоустановках космічних апаратів відбувається в умовах невизначеності та різноманітних ризиків.

Розроблено методичний підхід оцінювання ефективності варіантів побудови систем електротеплового захисту сонячних батарей в енергоустановках космічних апаратів. Побудована ієрархічна структура задачі ухвалення рішення вибору електротеплового захисту сонячних батарей на основі методу аналітичного ієрархічного процесу, що дозволяє отримати множину оптимальних варіантів.

Обрано п'ять альтернативних варіантів електротеплового захисту сонячних батарей, що на відміну від існуючих, дозволяє стабілізувати фази життєвого циклу, а саме, термін активної експлуатації. Обґрунтовано вибір критеріїв що до вибору параметрів електротеплового захисту сонячних батарей в енергоустановках космічних апаратів: забезпечення безперебійної роботи сонячних батарей; доступність в обслуговуванні в позаштатних ситуаціях; термін експлуатації сонячних батарей; вартість сонячних батарей; технічна безпека; масогабаритні показники.

Аргументовано, що обрана оптимальна альтернатива «Сонячні батареї із захистом на основі запобіжників, що самовідновлюються» дозволить збільшити активний термін експлуатації і, як наслідок, зменшити кількість ремонтів (поточних та капітальних) сонячних батарей в умовах космічної діяльності. Завдяки використанню цього варіанту можна досягти позитивних результатів: збільшення терміну активної експлуатації на 20 % та збільшення технічної безпеки на 24 %.

Ключові слова: сонячна батарея, електротеплових захист, позисторний полімерний наноккомпозит, темний струм, ефективність елементів комутації.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.260077**ВИКОРИСТАННЯ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ РОЗРОБКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КОНТРОЛЕРА ВУЛИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ І СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ (р. 25–31)****Bilal Ibrahim Bakri, Yaser M. Abid, Ghaidaa Ahmed Ali, Mohammed Salih Mahdi, Alaa Hamza Omran, Mustafa Musa Jaber, Mustafa A. Jalil, Roula A.J. Kadhim**

Вуличне освітлення дуже важливе в наші дні, особливо в небезпечних районах та на автомагістралях, але воно споживає багато енергії і останні кілька років стало проблемою для багатьох дослідників. Величезні зусилля були докладені до проблеми зниження енергоспоживання у висвітлених міст і вулиць, дослідники мали різні підходи та методи вирішення цього непростого завдання, досі не розроблено ідеальну систему, призначену для зниження енергоспоживання. У цій статті запропоновано інтелектуальний контролер керування на основі глибокого навчання світлом на вулиці від заходу сонця. Така система буде зменшувати світло, що вико-

ристовується для освітлення вулиць при відсутності руху. Мережа навчена на основі глибокого навчання з кількома зображеннями різних об'єктів. Система виявляє будь-які рухомі об'єкти на вулиці, щоб забезпечити вулицю точною кількістю світла, необхідною для скорочення втрат електроенергії внаслідок вуличного освітлення та зменшення нещасних випадків, а також високого відсотку злочинної діяльності, що відбувається за відсутності світла. Система була навчена на широкому і різноманітному наборі даних, щоб гарантувати її точність та ефективність. Система показала результат з точністю 90 при виявленні об'єктів, що рухаються. Система була протестована з новим набором даних, щоб гарантувати надійність і залежність системи та зводячи помилки до мінімуму, система показує перспективні результати у виявленні рухів та об'єктів, після завершення виявлення система відправляє широтно-імпульсну модуляцію, що викликає затемнення світла на 20 %, що призведе до величезного зниження потужності споживання. Особливо слід зазначити, що запропонована система проста у використанні.

Ключові слова: вуличне освітлення, виявлення об'єктів, інтелектуальний контролер, глибоке навчання, споживання електроенергії.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.256115

ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ МЕХАНІЧНИХ ВТРАТ РОТОРНО-ПОРШНЕВОГО ДВИГУНА (с. 32–38)

О. С. Митрофанов, А. Ю. Проскурін, А. С. Познанський, О. В. Зівенко

Проведено експериментальні дослідження величини потужності механічних втрат дослідного зразка роторно-поршневого двигуна з шарнірно-кулачковим механізмом перетворення руху, що спрямоване на вирішення проблеми підвищення ефективності енергоперетворення.

Експериментально встановлено, що найбільшою складовою потужності механічних втрат у роторно-поршневому двигуні з шарнірно-кулачковим механізмом перетворення руху є саме втрати на тертя. Вони складають залежно від частоти обертання близько 68,4...74,4 % від загальних втрат.

Визначено вплив частоти обертання ротора на загальну зміну потужності механічних втрат та її складових (збільшення обертів у 3,75 рази призводить до зростання потужності механічних втрат у 3,3 рази). Встановлено, що частота обертання ротора має не однаковий вплив на складові потужності механічних втрат. Так, збільшення обертів у 3,75 рази призводить до зростання втрат на тертя у 3,0 рази, а складової втрат на насосні ходи у 4,1 рази.

Встановлено, що збільшення тиску робочого тіла у 2,0 рази сприяє підвищенню механічного коефіцієнта корисної дії роторно-поршневого двигуна, у 1,1 рази. При цьому визначено, що раціональним діапазоном обертів, якому відповідають максимальні значення механічного коефіцієнта корисної дії, не залежно від тиску робочого тіла, є 800...1200 хв⁻¹.

Узагальнено отримані експериментальні дані дослідження величини потужності механічних втрат у вигляді аналітичної моделі впливу основних експлуатаційних параметрів роботи роторно-поршневого двигуна з шарнірно-кулачковим механізмом перетворення руху на механічний коефіцієнт корисної дії.

Отримані результати дозволяють виконувати попередню оцінку втрат при енергоперетворенні на стадії проектування та створення роторно-поршневого двигуна різного цільового призначення.

Ключові слова: роторно-поршневий двигун, стиснене робоче тіло, ступінь наповнення, потужність механічних втрат.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.259734

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ВОДОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА (р. 39–46)

Bekbolat Nussupbekov, Ayanbergen Khassenov, Ulan Nussupbekov, Bektursin Akhmadiyev, Dana Karabekova, Bayan Kutum, Nazgul Tanasheva

Об'єктом дослідження є вугільні шлами та вугільний дріб'язок Шубаркольського родовища і Кузнецького вугільного басейну (Республіка Казахстан) для виробництва водовугільного палива, що дозволяє замінити дорогі рідкі та газоподібні продукти. Одержуване паливо (після обробки вугільних пластів та захоронення) з промислових відходів не повинно завдавати шкоди навколишньому середовищу, що вимагає певних економічних вкладень. Для подрібнення вугілля та вугільного шламу в дробильно-подрібнювальному агрегаті використовувалась електрогідроімпульсна установка для тонкого подрібнення матеріалів, що складається з блоку управління з системою захисту, імпульсного конденсатора і високовольтного генератора (ємність конденсаторної батареї 0,75 мкФ, імпульсна розрядна напруга 15–30 кВ, міжелектродна відстань 7–10 мм). Після подрібнення дрібні частинки вугілля піднімаються на поверхню води, а домішки осідають на дні пристрою, що забезпечує збагачення продукту (флотажію). Структури поверхні та розміри вугільних фракцій були отримані за допомогою скануючого електронного мікроскопа Tescan Mira 3. Основні характеристики водовугільного палива при вихровому спалюванні становили: діаметр фракції 0–250 мкм – 63–74 %, технічна вода – 36–24 %, спеціальна добавка – 1–2 %. Водовугільне паливо аналогічно рідкому паливу, що при переведенні теплогенеруючих установок на спалювання суспензії не вимагає істотних змін у конструкції котлів (агрегатів). Це полегшує механізацію та автоматизацію процесів прийому, подачі і спалювання палива, а технологія вихрового спалювання при температурі 950–1050 °С гарантує паливний ККД понад 97 %. Наведені оптимальні параметри електрогідроімпульсної технології при впровадженні у виробництво забезпечують не тільки подрібнення, а й збагачення вугільного продукту.

Ключові слова: водовугільна суспензія, електрогідрравлічний ефект, вугільний шлам, пластифікатор.