ABSTRACT AND REFERENCES

ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.313823

PROSPECTS OF ELECTRICITY GENERATION THROUGH THE USE OF ALTERNATIVE SOURCES SUCH AS WASTE TIRES PROCESSING PRODUCTS (p. 6–21)

Sergii Boichenko
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2489-4980

Ihor Kuberskyi
10 Chemmotologycal Center, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3800-8484

Iryna Shkilniuk
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8808-3570

Oleksandr Danilin
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3207-1156

Anatoliy Kryuchkov
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2234-0546

Viktor Rozen
General Energy Institute of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0440-4251

Artem Khotian
Public Organization "Scientific and Technical Union of Chemmotologycs", Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1676-0752

Nataliia Sokolovska
General Energy Institute of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2175-0658

Anna Yakovlieva
Public Organization "Scientific and Technical Union of Chemmotologycs", Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7618-7129

Maksym Pavlovskyi
National Transport University, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0933-7326

The object of this study is a hybrid energy system that integrates the processes of recycling used tires with the use of alternative energy sources to design a sustainable and environmentally safe power generation system.

The problem addressed in this study is to find effective methods for recycling waste tires for electricity generation, as traditional recycling methods are energy-intensive and lead to the loss of valuable resources.

Three methods of tire processing have been considered: pyrolysis, thermal degradation, and mechanical grinding. The method of electricity generation using pyrolysis has demonstrated high environmental performance due to a significant reduction in greenhouse gas emissions and a high rate of renewable energy (80 %). According to the results of the study, the use of 5 MW pyrolysis furnaces in combination with 500 kW solar panels provides a reduction in dependence on fossil sources, reducing CO_2 emissions to 50.0 kg/year. The method has high capital costs (NPC USD 4.2 million), but the cost of energy production (COE USD 0.18/kWh) makes this method competitive in the long run. Thermal degradation provides a balanced approach in terms of energy efficiency (75 %) and environmental performance. Although its CO_2 emissions are higher than in pyrolysis, the method makes it possible to obtain additional products that could be used in other industries, thereby increasing economic efficiency. Mechanical shredding has the lowest average energy costs (USD 0.12/kWh) and the lowest CO_2 emissions (30.0 kg/year), making it ideal for cost-conscious businesses.

The study confirms the possibility of effective integration of renewable sources with tire recycling methods.

The practical use of the research results is possible during the implementation of grant projects for the recycling of used tires, and in the work of relevant government structures for devising a policy for the disposal of used tires.

Keywords: tire recycling, pyrolysis, thermal degradation, mechanical grinding, renewable energy sources, chemotology.

References

1. Bondarenko, I. V., Kutnyashenko, O. I., Rudyk, Y. I., Solyonyj, S. V. (2019). Modeling the efficiency of waste management. NEWS of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2 (434), 120–130. https://doi.org/10.32014/2019.2518-170x.45
2. Tokarchuk, D., Pryshliak, N., Yaremchuk, N., Berezyuk, S. (2023). Sorting, Logistics and Secondary Use of Solid Household Waste in Ukraine on the Way to European Integration. Ecological Engineering & Environmental Technology, 24 (1), 207–220. https://doi.org/10.12912/27197050/154995
3. Boichenko, S. V., Ivanchenko, O. V., Leida, K., Frolov, V. F., Yakovlieva, A. V. (2019). Ekolohistyka, retsyklinh i utylizatsiya transportu. Kyiv: NAU, 266. Available at: https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/43615
4. Boichenko, S. V., Maksymenko, O. E., Yakovlieva, A. V., Khrutba, V. O., Ziuziun, V. I., Danilin, O. V. (2022). Osnovy enerhotekhnolohiy v ekolohistychnomu aspekti. Kyiv: KPI im. Ihoria Sikorskoho, 229. Available at: https://ela.kpi.ua/items/f20a1dd2-2f5b-4ef7-b0a3-1cd807c595fa
5. Hrynyshyn, K. O., Skorokhoda, V. Y., Chervinskyy, T. I. (2021). Composition and properties of pyrocondensate of pyrolysis wear tires. Chemistry, Technology and Application of Substances, 4 (2), 28–32. https://doi.org/10.23939/ctas2021.02.028
6. Hrynyshyn, K. O., Skorohoda, V. Y., Chervinskyy, T. I. (2023). Polyethylene waste – raw material for the production of motor fuels components. Chemistry, Technology and Application of Substances, 6 (2), 55–60. https://doi.org/10.23939/ctas2023.02.055
7. Toruan, L. N. L., Tallo, I., Saraswati, S. A. (2021). Sebaran Sampah Pantai di Pulau Timor, Nusa Tenggara Timur: Kajian pada Pantai Rekreasi. Jurnal Wilayah Dan Lingkungan, 9 (1), 92–108. https://doi.org/10.14710/jwl.9.1.92-108

8. Bendiuh, V., Markina, L., Matsai, N., Kyrpychova, I., Boichenko, S., Priadko, S. et al. (2023). Integrated method for planning waste management based on the material flow analysis and life cycle assessment. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (10 (121)), 6–18. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.273930
9. Loriia, M., Tselishchev, O., Eliseyev, P., Porkuian, O., Hurin, O., Abramova, A., Boichenko, S. (2022). Principles and stages of creation of automatic control systems with a model of complex technological processes. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (6 (120)), 20–29. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.270519
10. Bondarenko, I., Dudar, I., Yavorovska, O., Ziuz, O., Boichenko, S., Kuberskyi, I. et al. (2021). Devising the technology for localizing environmental pollution during fires at spontaneous landfills and testing it in the laboratory. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (10 (114)), 40–48. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.248252
11. Yakovlieva, A., Boichenko, S., Kale, U., Nagy, A. (2021). Holistic approaches and advanced technologies in aviation product recycling. Aircraft Engineering and Aerospace Technology, 93 (8), 1302–1312. https://doi.org/10.1108/aeat-03-2021-0068
12. Goevert, D. (2024). The value of different recycling technologies for waste rubber tires in the circular economy – A review. Frontiers in Sustainability, 4. https://doi.org/10.3389/frsus.2023.1282805
13. Maryoto, N. dan A. (2010). The use of waste tire shred for ready mix fiber concrete of pavement. Dinamika Rekayasa, 6 (1).
14. Khlibyshyn, Yu. Ya., Pochapska, I. Ya., Hrynyshyn, O. B., Nahurskyi, A. O. (2014). Doslidzhennia modyfikatsiyi dorozhnikh bitumiv humovoiu krykhtoiu. Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika", 787, 144–148. Available at: https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/27d95bd6-9622-4264-a773-9c80c342cd7e/content
15. Goksal, F. P. (2022). An economic analysis of scrap tire pyrolysis, potential and new opportunities. Heliyon, 8 (11), e11669. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11669
16. Sasov, O. (2015). Analysis of methods of worn car pneumatic tires recycling. Bulletin of TNTU, 77 (1), 161–167. Available at: https://visnyk.tntu.edu.ua/pdf/77/133.pdf
17. Bryhadyr, I. V., Panova, I. V. (2020). Role of Legislation and State Policy in Minimizing the Impact of Threats to Environmental Safety in the Automobile Transport Sector. Bulletin of Kharkiv National University of Internal Affairs, 91 (4), 49–58. https://doi.org/10.32631/v.2020.4.04
18. Abdullah, Z. T. (2024). Remanufactured waste tire by-product valorization: Quantitative-qualitative sustainability-based assessment. Results in Engineering, 22, 102229. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102229
19. Czarna-Juszkiewicz, D., Kunecki, P., Cader, J., Wdowin, M. (2023). Review in Waste Tire Management – Potential Applications in Mitigating Environmental Pollution. Materials, 16 (17), 5771. https://doi.org/10.3390/ma16175771
20. Kabakçi, G. C., Aslan, O., Bayraktar, E. (2022). A Review on Analysis of Reinforced Recycled Rubber Composites. Journal of Composites Science, 6 (8), 225. https://doi.org/10.3390/jcs6080225
21. Fan, Y. V., Čuček, L., Krajnc, D., Klemeš, J. J., Lee, C. T. (2023). Life cycle assessment of plastic packaging recycling embedded with responsibility distribution as driver for environmental mitigation. Sustainable Chemistry and Pharmacy, 31, 100946. https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100946
22. Machin, E. B., Pedroso, D. T., de Carvalho, J. A. (2017). Technical assessment of discarded tires gasification as alternative technology for electricity generation. Waste Management, 68, 412–420. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.004
23. Yeh, C.-K., Yeh, R.-H. (2023). Combustion of scrap waste tires of a cogeneration plant. Journal of Marine Science and Technology, 31 (1). https://doi.org/10.51400/2709-6998.2680
24. Machin, E. B., Pedroso, D. T., de Carvalho, J. A. (2017). Energetic valorization of waste tires. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 68, 306–315. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.110
25. Laboy-Nieves, E. (2014). Energy Recovery from Scrap Tires: A Sustainable Option for Small Islands like Puerto Rico. Sustainability, 6 (5), 3105–3121. https://doi.org/10.3390/su6053105
26. Abdallah, R., Juaidi, A., Assad, M., Salameh, T., Manzano-Agugliaro, F. (2020). Energy Recovery from Waste Tires Using Pyrolysis: Palestine as Case of Study. Energies, 13 (7), 1817. https://doi.org/10.3390/en13071817
27. Kandasamy, J., Gökalp, I. (2014). Pyrolysis, Combustion, and Steam Gasification of Various Types of Scrap Tires for Energy Recovery. Energy & Fuels, 29 (1), 346–354. https://doi.org/10.1021/ef502283s
28. Mouneir, S. M., El-Shamy, A. M. (2024). A review on harnessing the energy potential of pyrolysis gas from scrap tires: Challenges and opportunities for sustainable energy recovery. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 177, 106302. https://doi.org/10.1016/j.jaap.2023.106302

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.313932

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELS OF POWER CONSUMPTION AT COAL PLANTS (p. 22–32)

Shynar Telbayeva
Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6208-4113

Gulim Nurmaganbetova
S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9529-2477

Leonid Avdeyev
Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4720-5823

Vladimir Kaverin
Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2021-7445

Sultanbek Issenov
S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4576-4621

Dariuzs Janiszewski
Poznan University of Technology, Poznan, Poland
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1547-9558

Karshiga Smagulova
Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6834-8490

Gulmira Nurmagambetova
Abylkas Saginov Karaganda Technical University,
Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4523-126X

The object of research is coal enterprises where powerful electrical equipment is used (underground installations up to 3000 kW, tunneling complexes of 500–1500 kW, technological complexes of 6–10/0.4 kV, etc.). The deficit of generated capacities, caused by growing energy consumption, can be reduced by regulating power consumption modes.

The relevance of this issue is determined by the need to conduct a research of the electricity consumption system, to determine the qualitative and quantitative characteristics of electricity consumption using mathematical models.

The lack of mathematical models makes it difficult to analyze energy intensity and consumption modes of each technological operation in the overall balance of electricity consumption of coal enterprises.

The article considers the structure and classification of the main technological groups of energy consumers, the development of mathematical models for each type of load modes, as well as a generalized model of electricity consumption of coal enterprises, with the use of mathematical apparatus of probability theory and mathematical statistics.

As a result of the work, mathematical models of the electricity consumption process for the main technological groups and for models of daily electricity consumption of coal enterprises as a whole were developed, and it was also established that technological objects of electricity consumption are divided into three different values, in terms of power consumption modes: constant, uniform and pulse. For each class of consumers their statistical characteristics were obtained.

The work results can be applied for managing power consumption modes of coal enterprises.

Keywords: energy consumption, probability theory, mathematical models, power consumption modes, daily consumption, mathematical statistics.

References

1. Reymov, K. M., Turmanova, G. M., Makhmuthonov, S. K., Uzakov, B. A. (2020). Mathematical models and algorithms of optimal load management of electrical consumers. E3S Web of Conferences, 216, 01166. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021601166
2. Petrov, V., Sadridinov, A., Pichuev, A. (2020). Analysis and Modeling of Power Consumption Modes of Tunnelling Complexes in Coal Mines. E3S Web of Conferences, 174, 01006. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017401006
3. Homayouni, S. M., Fontes, D. B. M. M. (2023). Optimizing job shop scheduling with speed-adjustable machines and peak power constraints: A mathematical model and heuristic solutions. International Transactions in Operational Research, 32 (1), 194–220. https://doi.org/10.1111/itor.13414
4. Wang, L., Wei, P., Li, W., Du, L. (2024). Modelling and optimization method for energy saving of computer numerical control machine tools under operating condition. Energy, 306, 132556. https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.132556
5. Wen, L., Zhong, D., Bi, L., Wang, L., Liu, Y. (2024). Optimization Method of Mine Ventilation Network Regulation Based on Mixed-Integer Nonlinear Programming. Mathematics, 12 (17), 2632. https://doi.org/10.3390/math12172632
6. Świętochowski, K., Andraka, D., Kalenik, M., Gwoździej-Mazur, J. (2024). The Hourly Peak Coefficient of Single-Family and Multi-Family Buildings in Poland: Support for the Selection of Water Meters and the Construction of a Water Distribution System Model. Water, 16 (8), 1077. https://doi.org/10.3390/w16081077
7. Reshetnyak, S., Golubov, E. (2024). Methods of power consumption in conditions of high-productive areas of coal mines. BIO Web of Conferences, 84, 05008. https://doi.org/10.1051/bioconf/20248405008
8. Fumo, N., Rafe Biswas, M. A. (2015). Regression analysis for prediction of residential energy consumption. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 47, 332–343. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.035
9. Majola, C. M. D., Langerman, K. E. (2023). Energy efficiency in the South African mining sector: A case study at a coal mine in Mpumalanga. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 123 (9), 451–462. https://doi.org/10.17159/2411-9717/1788/2023
10. Kubrin, S., Reshetnyak, S., Zakorshmenny, I., Karpenko, S. (2022). Simulation modeling of equipment operating modes of complex mechanized coal mine face. Sustainable Development of Mountain Territories, 14 (2), 286–294. https://doi.org/10.21177/1998-4502-2022-14-2-286-294
11. Nurmaganbetova, G., Issenov, S., Kaverin, V., Issenov, Z. (2023). Development of a virtual hardware temperature observer for frequency-controlled asynchronous electric motors. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (1 (123)), 68–75. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.280357
12. Avdeev, L. A. (2018). Energy-saving technologies in coal mines. Karaganda: KarSTU Publishing House, 159.
13. Avdeyev, L. A., Kokin, S. E., Telbayeva, S. Z. (2024). Research of electric load schedules in the conditions of the Karaganda coal basin. Bulletin of Toraighyrov University. Energetics Series, 1, 6–21. https://doi.org/10.48081/rzhd2721
14. Avdeyev, L., Kaverin, V., Sychev, Y., Telbayeva, S. (2024). Research of the Power Consumption System Coal Mine. Trudy Universiteta, 1. https://doi.org/10.52209/1609-1825_2024_1_445
15. Enatskaya, N. Y., Hakimullin, E. R. (2023). Probability theory and mathematical statistics for engineering and technical areas. Moscow: YURAYT Publishing House, 399.
16. Enatskaya, N. Y. (2024). Mathematical statistics and random processes. Moscow: YURAYT Publishing House, 201.
17. Druzhinin, V., Sivyakova, G., Kalinin, A., Tytiuk, V., Nikolenko, A., Kuznetsov, V., Kuzmenko, M. (2022). Preventing the development of emergency modes of interlocked electric drives of a rolling mill under the impact loads. Diagnostyka, 24 (1), 1–13. https://doi.org/10.29354/diag/157089
18. Manusov, V. Z., Orlov, D. V., Sultonov, S., Ahyoev, J., Bumtsend, U. (2022). Analysis of electricity consumption of electrical machines of a coal industry enterprise using the wavelet transform. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1070 (1), 012002. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1070/1/012002
19. Issenov, S. S., Issenov, Zh. S., Nurlan, N. N., Mendybaev, S. A. (2017). Development of algorithm flow graph, mealy automaton graph and mathematical models of microprogram control mealy automaton for microprocessor control device. 2017 International

Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON), 12, 1–6. https://doi.org/10.1109/sibcon.2017.7998502

20. Ji, J., Miao, C., Li, X. (2020). Research on the energy-saving control strategy of a belt conveyor with variable belt speed based on the material flow rate. PLOS ONE, 15 (1), e0227992. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227992

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.313339

DESIGNING AND TESTING A HEAT PUMP UNIT FOR DRYING, LOW-TEMPERATURE PROCESSING, AND STORING OF FOOD PRODUCTS (p. 33–41)

Zhanserik Zhuman
South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-4356-2229

Nurlan Khanzharov
South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7406-0386

Bakhytkul Abdizhapparova
South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1600-9275

The use of heat pumps makes it possible to reduce energy consumption in drying processes. This study addresses the problem of efficient use of a heat pump for drying, low-temperature processing, and storage of food products. The object of the study is a heat pump unit capable of operating under the drying mode or under the refrigeration processing and storage mode. Studies have been conducted to design an experimental unit, as well as to improve the energy efficiency of the cooling system. The unit includes a single-stage freon compressor, two air condensers, a water-cooled coil heat exchanger-precondenser, an air evaporator, a thermostatic valve, axial fans, and a unit control system. It has been experimentally established that, depending on the temperature level of condensation of the refrigerant (from +20 °C to +50 °C), the increase in specific cooling capacity with the heat exchanger-precondenser turned off is from 82 kJ/kg to 135 kJ/kg, and with it turned on – from 98 kJ/kg to 143 kJ/kg. In this case, the specific work of compression of refrigerant vapors in the compressor with the heat exchanger-precondenser switched off changes from 36 kJ/kg to 18 kJ/kg. And when it is switched on – from 32 kJ/kg to 10 kJ/kg. That is, the reduction in specific energy consumption is from 4 kJ/kg to 8 kJ/kg, which indicates the advisability of including the precondenser in the installation scheme. In the installation, refrigeration treatment and storage of the product can be carried out in the temperature range from –20 °C to +20 °C and drying – from +10 °C to +40 °C. Under such modes, it is possible to obtain high-quality products with long shelf lives. The results could be used to improve the designs and optimize the operation of heat-transfer drying units and their engineering calculations.

Keywords: dryer, heat pump, food storage, low-temperature treatment, refrigeration machine.

References

1. Okos, M., Campanella, O., Narsimhan, G., Singh, R., Weitnauer, A. (2006). Food Dehydration. Handbook of Food Engineering, Second Edition, 601–744. https://doi.org/10.1201/9781420014372.ch10
2. Kohli, D., Sharma, M., Champawat, P. S., Mudgal, V. D., Soni, N. (2022). Heat Pump drying of Food Product: A Review. Octa J. Biosci., 10 (2), 124–133. Available at: http://sciencebeingjournal.com/sites/default/files/Octa%20J.%20Biosci.%20Vol.%2010%20(2)124-133_0.pdf
3. Lazzarin, R. M. (1994). Heat pumps in industry – I. Equipment. Heat Recovery Systems and CHP, 14 (6), 581–597. https://doi.org/10.1016/0890-4332(94)90029-9
4. Lazzarin, R. M. (1995). Heat pumps in industry II: Applications. Heat Recovery Systems and CHP, 15 (3), 305–317. https://doi.org/10.1016/0890-4332(95)90014-4
5. Patel, K. K., Kar, A. (2011). Heat pump assisted drying of agricultural produce – an overview. Journal of Food Science and Technology, 49 (2), 142–160. https://doi.org/10.1007/s13197-011-0334-z
6. Salehi, F. (2021). Recent Applications of Heat Pump Dryer for Drying of Fruit Crops: A Review. International Journal of Fruit Science, 21 (1), 546–555. https://doi.org/10.1080/15538362.2021.1911746
7. Goh, L. J., Othman, M. Y., Mat, S., Ruslan, H., Sopian, K. (2011). Review of heat pump systems for drying application. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15 (9), 4788–4796. https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.072
8. Loemba, A. B. T., Kichonge, B., Kivevele, T. (2022). Comprehensive assessment of heat pump dryers for drying agricultural products. Energy Science & Engineering, 11 (8), 2985–3014. https://doi.org/10.1002/ese3.1326
9. Uthpala, T. G. G., Navaratne, S. B., Thibbotuwawa, A. (2020). Review on low-temperature heat pump drying applications in food industry: Cooling with dehumidification drying method. Journal of Food Process Engineering, 43 (10). https://doi.org/10.1111/jfpe.13502
10. Su, W., Ma, D., Lu, Z., Jiang, W., Wang, F., Xiaosong, Z. (2022). A novel absorption-based enclosed heat pump dryer with combining liquid desiccant dehumidification and mechanical vapor recompression: Case study and performance evaluation. Case Studies in Thermal Engineering, 35, 102091. https://doi.org/10.1016/j.csite.2022.102091
11. Fayose, F., Huan, Z. (2016). Heat Pump Drying of Fruits and Vegetables: Principles and Potentials for Sub-Saharan Africa. International Journal of Food Science, 2016, 1–8. https://doi.org/10.1155/2016/9673029
12. Hu, Z., Li, Y., El-Mesery, H. S., Yin, D., Qin, H., Ge, F. (2022). Design of new heat pump dryer system: A case study in drying characteristics of kelp knots. Case Studies in Thermal Engineering, 32, 101912. https://doi.org/10.1016/j.csite.2022.101912
13. Koruga, N., Dobrnjac, M., Golubović, D., Dobrnjac, N. (2021). Analysis of the influence of condensation temperature and compressor efficiency on heat pump system efficiency. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1208 (1), 012015. https://doi.org/10.1088/1757-899x/1208/1/012015
14. Teeboonma, U., Tiansuwan, J., Soponronnarit, S. (2003). Optimization of heat pump fruit dryers. Journal of Food Engineering, 59 (4), 369–377. https://doi.org/10.1016/s0260-8774(02)00496-x
15. White, S. D., Cleland, D. J., Cotter, S. D., Stephenson, R. A., Kallu, R. D. S., Fleming, A. K. (1997). A heat pump for simultaneous refrigeration and water heating. IPENZ Transactions, 24 (1), 36–43. Available at: https://www.researchgate.net/publication/242453802_A_heat_pump_for_simultaneous_refrigeration_andater_heating
16. Khanzharov, N. S., Abdizhapparova, B. T., Ospanov, B. O., Dosmakanbetova, A. A., Baranenko, A. V., Kumisbekov, S. A., Serikuly, Zh. (2018).

Designs of dryers based on combination of vacuum and atmospheric drying of food products. NEWS of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 431 (5), 141–149. https://doi.org/10.32014/2018.2518-170x.20

17. Zhuman, Zh. B. (2022). Perspektivy primeneniya teplovyh nasosov dlya sushki myasnyh ruletov iz koniny. Sb. nauch. tr. Mezhd. nauchno-prakt. konf. Perspektivnye napravleniya razvitiya agrarnoy i pischevoy promyshlennosti, 83–87.
18. Abdizhapparova, B., Potapov, V., Khanzharov, N., Shingissov, A., Khanzharova, B. (2022). Determination of heat transfer mechanisms during vacuum drying of solid-moist and liquid-viscous materials. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (11 (120)), 6–15. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.268241
19. EN 327:2014. Heat exchangers - Forced convection air cooled refrigerant condensers - Test procedures for establishing performance. Available at: https://i2.saiglobal.com/mpc2v/preview/98704138272.pdf?sku=883373_SAIG_NSAI_NSAI_2098366&nsai_sku=i-s-en-327-2014-883373_saig_nsai_nsai_2098366#:~:text=This%20European%20Standard%20applies%20to%20nonducted%20forced%20convection

АНОТАЦІЇ

ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.313823

ОЦІНКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, ОТРИМАНОЇ ШЛЯХОМ ПЕРЕРОБКИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ШИН (с. 6–21)

С. В. Бойченко, І. А. Куберський, І. О. Шкільнюк, О. В. Данілін, А. І. Крючков, В. П. Розен, А. А. Хотян, Н. І. Соколовська, А. В. Яковлєва, М. В. Павловський

Об'єктом дослідження є гібридна енергетична система, що інтегрує процеси переробки відпрацьованих шин з використанням альтернативних джерел енергії для створення стійкої та екологічно безпечної системи генерації електроенергії.

Проблема, яка розглядається у цьому дослідженні, полягає у пошуку ефективних методів переробки відпрацьованих шин задля генерації електроенергії, оскільки традиційні методи утилізації є енергозатратними і призводять до втрати цінних ресурсів.

Розглянуто три методи переробки шин: піролізу, термічної деградації та механічне подрібнення. Метод генерації електроенергії з використання піролізу продемонстрував високі екологічні показники завдяки значному зменшенню викидів парникових газів та високому коефіцієнту відновлюваної енергії (80 %). За результатами дослідження використання піролізних печей потужністю 5 МВт у поєднанні із сонячними панелями на 500 кВт забезпечує зниження залежності від викопних джерел, зменшуючи викиди CO_2 до 50.0 кг/рік. Метод має високі капітальні витрати (NPC 4.2 млн $), проте вартість виробництва енергії (COE 0.18 $/кВт·год) робить цей метод конкурентоспроможним у довгостроковій перспективі. Термічна деградація забезпечує збалансований підхід з точки зору енергетичної ефективності (75 %) та екологічних показників. Хоча її викиди CO_2 вищі, ніж у піролізі, метод дозволяє отримувати додаткові продукти, що можуть бути використані в інших галузях промисловості, підвищуючи економічну ефективність. Механічне подрібнення відзначається найнижчими усередненими витратами на енергію (0.12 $/кВт·год) та найменшими викидами CO_2 (30.0 кг/рік), що робить його ідеальним для підприємств, орієнтованих на економічність.

Дослідження підтверджує можливість ефективної інтеграції відновлюваних джерел з методами переробки шин.

Практичне використання результатів дослідження можливе під час реалізації грантових проектів переробки відпрацьованих шин, та у роботі відповідних урядових структур для розробки політики утилізації відпрацьованих шин.

Ключові слова: переробка шин, піроліз, термічна деградація, механічне подрібнення, відновлювані джерела енергії, хіммотологія.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.313932

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ НА ВУГІЛЬНИХ СТАНЦІЯХ (с. 22–32)

Shynar Telbayeva, Gulim Nurmaganbetova, Leonid Avdeyev, Vladimir Kaverin, Sultanbek Issenov, Dariuzs Janiszewski, Karshiga Smagulova, Gulmira Nurmagambetova

Об'єктом дослідження є вугільні підприємства, де використовується потужне електрообладнання (підземні установки до 3000 кВт, прохідницькі комплекси 500–1500 кВт, технологічні комплекси 6–10/0,4 кВ тощо). Дефіцит вироблених потужностей, спричинений зростанням енергоспоживання, можна зменшити шляхом регулювання режимів енергоспоживання.

Актуальність даного питання зумовлена необхідністю проведення дослідження системи електроспоживання, визначення якісних та кількісних характеристик електроспоживання за допомогою математичних моделей.

Відсутність математичних моделей ускладнює аналіз енергоємності та режимів споживання кожної технологічної операції в загальному балансі електроспоживання вугільних підприємств.

У статті розглянуто структуру та класифікацію основних технологічних груп споживачів енергії, розроблено математичні моделі для кожного виду режимів навантаження, а також узагальнену модель електроспоживання вугільних підприємств із застосуванням математичного апарату теорії ймовірностей і математичної статистики.

В результаті розроблено математичні моделі процесу електроспоживання для основних технологічних груп і для моделей добового електроспоживання вугільних підприємств в цілому, а також встановлено, що технологічні об'єкти електроспоживання поділяються на три групи різних значень, в частині режимів споживання електроенергії: постійного, рівномірного та імпульсного. Для кожного класу споживачів отримано свої статистичні характеристики.

Результати роботи можуть бути застосовані для управління режимами енергоспоживання вугільних підприємств.

Ключові слова: енергоспоживання, теорія ймовірностей, математичні моделі, режими енергоспоживання, добове споживання, математична статистика.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.313339

РОЗРОБКА ТА ВИПРОБУВАННЯ ТЕПЛОНАСОСНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ СУШІННЯ, НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ ОБРОБКИ ТА ЗБЕРІГАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ (с. 33–41)

Zhanserik Zhuman, Nurlan Khanzharov, Bakhytkul Abdizhapparova

Застосування теплових насосів дозволяє знизити енергоспоживання у процесах сушіння. У дослідженні вирішується проблема ефективного використання теплового насоса для сушіння, низькотемпературної обробки та зберігання харчових продуктів. Об'єктом дослідження є теплонасосна установка, здатна працювати в режимі сушіння або в режимі холодильного оброблення і зберігання. Проведено дослідження з розробки експериментальної установки, а також із підвищення енергоефективності системи охолодження. Установка включає одноступеневий фреоновий компресор, два повітряні конденсатори, змійовиковий теплообмінник-форконденсатор із водяним охолодженням, повітряний випарник, терморегулюючий вентиль, осьові вентилятори та систему керування роботою установки. Експериментально встановлено, що залежно від температурного рівня конденсації холодоагенту (від +20 °C до +50 °C)

підвищення питомої холодопродуктивності при вимкненому теплообміннику-форконденсаторі становить від 82 кДж/кг до 135 кДж/кг, а при ввімкненому – від 98 кДж/кг до 143 кДж/кг. При цьому питома робота стискання парів холодоагенту в компресорі при вимкненому теплообміннику-форконденсаторі змінюється від 36 кДж/кг до 18 кДж/кг, а при його ввімкненні – від 32 кДж/кг до 10 кДж/кг. Таким чином, зниження питомих енергозатрат становить від 4 кДж/кг до 8 кДж/кг, що свідчить про доцільність увімкнення форконденсатора у схему установки. Установку можна використовувати для холодильного оброблення та зберігання продуктів у температурному діапазоні від –20 °C до +20 °C, а сушіння – від +10 °C до +40 °C. За таких режимів можна отримати якісні продукти з тривалими строками зберігання. Отримані результати можна використовувати для вдосконалення конструкцій та оптимізації роботи теплонасосних сушильних установок і їх інженерних розрахунків.

Ключові слова: сушарка, тепловий насос, зберігання харчових продуктів, низькотемпературна обробка, холодильна машина.