

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.267034
DETERMINING OPTIMAL RATED POWER
OF A PHOTOVOLTAIC STATION FOR MINE
DEWATERING (p. 6–15)

Sviatoslav Vasylets

National University of Water and
 Environmental Engineering, Rivne, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1299-8026>

Kateryna Vasylets

National University of Water and
 Environmental Engineering, Rivne, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7590-0754>

The object of the study is the main dewatering system of the mine. Climate change has stimulated the refusal to use coal in many countries. In conditions of massive closure of mines, there is a need to pump out mine waters to avoid flooding. A significant water influx determines the high cost of electricity consumed by pumps. It is proposed to increase the efficiency of the mine dewatering system due to the introduction of a smart power supply grid with photovoltaic generation. The relative value of the annual balance of payment for energy consumption is chosen as an optimization parameter. The rated capacity of the photovoltaic station is optimized according to the criterion of approaching, with accuracy up to the permissible mismatch, the absolute value of the optimization parameter to zero. The relationship between the optimization parameter and the rated capacity of the photovoltaic station is represented by a parabolic regression. Regression parameters are estimated in the case study for a specific mine based on the results of a single-factor simulation experiment conducted using a computer model of a smart power grid. The randomness of natural, technical and economic factors is taken into account. Based on the prediction intervals for the regression, the optimal rated capacity of the photovoltaic station for the selected mine is estimated at 3.164 MW with a pump capacity of 1.732 MW. It was found that the annual energy savings for the case study conditions reach 3,745 MWh. Equipping the power supply grid of the main dewatering system with a photoelectric station of optimal configuration will reduce the cost of consumed electricity to several percent. This will make it possible to avoid financial costs for maintaining the balance of underground water and reduce the flooding probability of coal regions being transformed.

Keywords: pumping unit, dewatering system, photovoltaic module, rated capacity, optimization criterion.

References

- Adoption of the Paris Agreement. FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1 (2015). Available at: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>
- Wang, B., Cui, C.-Q., Zhao, Y.-X., Chen, M., Yuan, X.-C. (2018). Climate change mitigation in the coal mining industry: low-carbon pathways and mine safety indicators. *Natural Hazards*, 95 (1-2), 25–38. doi: <https://doi.org/10.1007/s11069-018-3438-1>
- Abandoned hardrock mines. Information on number of mines, expenditures, and factors that limit efforts to address hazards (2020). GAO-20-238. United States Government Accountability Office. Available at: <https://www.gao.gov/assets/gao-20-238.pdf>
- Janson, E., Gzyl, G., Banks, D. (2009). The Occurrence and Quality of Mine Water in the Upper Silesian Coal Basin, Poland. *Mine Water and the Environment*, 28 (3). doi: <https://doi.org/10.1007/s10230-009-0079-3>
- Sahoo, L. K., Bandyopadhyay, S., Banerjee, R. (2014). Water and energy assessment for dewatering in opencast mines. *Journal of Cleaner Production*, 84, 736–745. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.072>
- Razumnyi, Yu. T., Rukhlova, N. Yu., Rukhlov, A. V. (2015). Energy efficient work of a coal mine dewatering plant. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho hirnychoho universytetu*, 2, 74–79. Available at: <http://nvngu.in.ua/index.php/uk/component/jdownloads/finish/53-02/8298-2015-02-razumnyi/0>
- Morstyn, T., Chilcott, M., McCulloch, M. D. (2019). Gravity energy storage with suspended weights for abandoned mine shafts. *Applied Energy*, 239, 201–206. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.01.226>
- Saigustia, C., Robak, S. (2021). Review of Potential Energy Storage in Abandoned Mines in Poland. *Energies*, 14 (19), 6272. doi: <https://doi.org/10.3390/en14196272>
- Banks, D., Athresh, A., Al-Habaibeh, A., Burnside, N. (2017). Water from abandoned mines as a heat source: practical experiences of open- and closed-loop strategies, United Kingdom. *Sustainable Water Resources Management*, 5 (1), 29–50. doi: <https://doi.org/10.1007/s40899-017-0094-7>
- Sinchuk, O. M., Boiko, S. M., Minakov, I. A. (2018). Aspects of Smart Grid Concept Introduction in the Complex of Electrical Supply and Electricity Supply of Hydrogen Industry Enterprises. *Visnyk of Vinnytsia Politechnical Institute*, 2, 27–32. Available at: <https://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/2206>
- Sharma, U., Singh, B., Kumar, S. (2017). Intelligent grid interfaced solar water pumping system. *IET Renewable Power Generation*, 11 (5), 614–624. doi: <https://doi.org/10.1049/iet-rpg.2016.0597>
- Mishra, A. K., Singh, B. (2018). Stage Solar PV Powered Water Pump with a Storage System. 2018 8th IEEE India International Conference on Power Electronics (IICPE). doi: <https://doi.org/10.1109/iicpe.2018.8709497>
- Trapani, K., Millar, D. L. (2015). Floating photovoltaic arrays to power the mining industry: A case study for the McFaulds lake (Ring of Fire). *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 35 (3), 898–905. doi: <https://doi.org/10.1002/ep.12275>
- Pouran, H. M. (2018). From collapsed coal mines to floating solar farms, why China's new power stations matter. *Energy Policy*, 123, 414–420. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.09.010>
- Dobos, A. P. (2012). An Improved Coefficient Calculator for the California Energy Commission 6 Parameter Photovoltaic Module Model. *Journal of Solar Energy Engineering*, 134 (2). doi: <https://doi.org/10.1115/1.4005759>
- Montgomery, D. C. (2017). Design and analysis of experiments. John Wiley & Sons, 752. Available at: <https://www.wiley.com/en-ie/Design+and+Analysis+of+Experiments,+9th+Edition,+EMEA+Edition-p-9781119638421>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.269106
DEVELOPMENT OF A MODEL OF COMBINATION
OF SOLAR CONCENTRATORS AND
AGRICULTURAL FIELDS (p. 16–25)

Ernst Kussul

Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2849-2532>

Tetyana Baydyk

Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3095-2032>

Masuma Mammadova

Ministry of Science and Education, Baku, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2205-1023>

Jorge Luis Rodriguez

Universidad de Colima, Colima, México
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6000-3623>

We have developed several prototypes of solar concentrators that are compact, light, and inexpensive. As an example of solar concentrators, we selected parabolic solar concentrators with plane mirrors that approximate the parabolic surface. The green energy is very important in modern world because of global climate change, which has caused disproportion in the ecological balance, population growth rates, an increase in demand for food and electricity against the backdrop of a decrease in arable land. They are now the main challenges to the development of agriculture and ensuring sustainable food security of many countries. In this paper, as one of the ways to address these challenges, the problems of combining crops with agrivoltaics are studied using the example of two countries – Mexico and Azerbaijan. The economy of both countries is based on oil production, relief and climate have many common features, which are expressed particularly in the abundance of solar radiation, the predominance of mountainous regions with remote and hard-to-reach settlements that need to create autonomous life support systems. A methodology is proposed for the evaluation of the impact of combinations of solar concentrators together with certain agricultural crops. The proposed mathematical model is simple and applicable for different cases of combination of solar concentrators and agricultural fields. The main problem for proposed solar concentrators is the automatization of the assembly process of these solar concentrators. We proposed two methods of assembly that is, using a parabolic rule and using a robotic arm with a stereoscopic vision system. Both methods are described in this article. The simulation of these processes was made with using software of SolidWorks.

Keywords: agricultural crops, mathematical model, solar concentrator, flat triangular mirrors, assembly.

References

- World Population Prospects 2022. Summary of Results. United Nations. Available at: https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org/development/desa/pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf
- Analysis of climate policies of the countries of Eastern Europe, Caucasus and Central Asia (2020). EECCA. Available at: <https://infoclimate.org/wp-content/uploads/2020/12/overview-of-climate-policies-eecca.pdf>
- Nguyen, T.-H., Sahin, O., Howes, M. (2021). Climate Change Adaptation Influences and Barriers Impacting the Asian Agricultural Industry. *Sustainability*, 13 (13), 7346. doi: <https://doi.org/10.3390/su13137346>
- The Paris Agreement. Available at: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- Viana, C. M., Freire, D., Abrantes, P., Rocha, J., Pereira, P. (2022). Agricultural land systems importance for supporting food security and sustainable development goals: A systematic review. *Science of The Total Environment*, 806, 150718. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150718>
- Skuras, D., Psaltopoulos, D. (2012). A broad overview of the main problems derived from climate change that will affect agricultural production in the Mediterranean area. *Building Resilience for Adaptation to Climate Change in the Agriculture Sector*, 23, 217–260.
- Zhu, X., Zhang, Z., Chen, X., Jia, F., Chai, Y. (2022). Nexus of mixed-use vitality, carbon emissions and sustainability of mixed-use rural communities: The case of Zhejiang. *Journal of Cleaner Production*, 330, 129766. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129766>
- Mamedova, M., Dzhabrailova, Z. (2015). Multi criteria optimization of human resource management problems based on the modified topsis method. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (4 (74)), 48–62. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.40533>
- Steiner, A., Aguilar, G., Bomba, K., Bonilla, J. P., Campbell, A., Echeverria, R. et al. (2020). Actions to Transform Food Systems under Climate Change. Wageningen. Available at: <https://ageconsearch.umn.edu/record/310920/files/CCAFS%20Actions%20to%20Transform%20Food%20Systems%20Under%20Climate%20Change.pdf>
- Dinesh, H., Pearce, J. M. (2016). The potential of agrivoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 299–308. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.024>
- Weselek, A., Ehmann, A., Zikeli, S., Lewandowski, I., Schindele, S., Högy, P. (2019). Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 39 (4). doi: <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0581-3>
- Santra, P., Pande, P. C., Kumar, S., Mishra, D., Singh, R. (2017). Agri-voltaics or solar farming: the concept of integrating solar PV based electricity generation and crop production in a single land use system. *International Journal of Renewable Energy Research-IJRER*, 7 (2), 694–699. doi: <https://doi.org/10.20508/ijrer.v7i2.5582.g7049>
- Coşgun, A. E. (2021). The potential of Agrivoltaic systems in TURKEY. *Energy Reports*, 7, 105–111. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.06.017>
- Cho, J., Park, S. M., Park, A. R., Lee, O. C., Nam, G., Ra, I.-H. (2020). Application of Photovoltaic Systems for Agriculture: A Study on the Relationship between Power Generation and Farming for the Improvement of Photovoltaic Applications in Agriculture. *Energies*, 13 (18), 4815. doi: <https://doi.org/10.3390/en13184815>
- Ravi, S., Macknick, J., Lobell, D., Field, C., Ganesan, K., Jain, R. et al. (2016). Colocation opportunities for large solar infrastructures and agriculture in drylands. *Applied Energy*, 165, 383–392. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.12.078>
- Sekiyama, T., Nagashima, A. (2019). Solar Sharing for Both Food and Clean Energy Production: Performance of Agrivoltaic Systems for Corn, A Typical Shade-Intolerant Crop. *Environments*, 6 (6), 65. doi: <https://doi.org/10.3390/environments6060065>
- Goetzberger, A., Zastrow, A. (1982). On the Coexistence of Solar-Energy Conversion and Plant Cultivation. *International Journal of Solar Energy*, 1 (1), 55–69. doi: <https://doi.org/10.1080/01425918208909875>
- Scognamiglio, A. et al. (2014). Photovoltaic Greenhouses: A Feasible Solutions for Islands? Design, Operation, Monitoring and Lessons Learned from a Real Case Study. The 6th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion. Kyoto.
- Havrysh, V., Kalinichenko, A., Szafranek, E., Hruban, V. (2022). Agricultural Land: Crop Production or Photovoltaic Power Plants. *Sustainability*, 14 (9), 5099. doi: <https://doi.org/10.3390/su14095099>
- Fthenakis, V., Kim, H. C. (2009). Land use and electricity generation: A life-cycle analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13 (6-7), 1465–1474. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2008.09.017>
- Marrou, H., Guilioni, L., Dufour, L., Dupraz, C., Wery, J. (2013). Microclimate under agrivoltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels? *Agricultural and Forest Meteorology*, 177, 117–132. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2013.04.012>
- Kussul, E. (2020). Combinations of Solar Concentrators with Agricultural Plants. *Journal of Environmental Science and Engineering B*, 9 (5). doi: <https://doi.org/10.17265/2162-5263/2020.05.002>
- Zhu, Z., Zheng, H., Wang, Q., Chen, M., Li, Z., Zhang, B. (2018). The study of a novel light concentration and direct heating solar distillation device embedded underground. *Desalination*, 447, 102–119. doi: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2018.08.021>
- Ye, H., Zheng, Y., Zheng, H., Liang, S. (2020). Sustainable Agriculture Irrigation System Using a Novel Solar Still Design With

- a Compound Parabolic Concentrator Reflector. *Journal of Solar Energy Engineering*, 142 (3). doi: <https://doi.org/10.1115/1.4045826>
25. Amaducci, S., Yin, X., Colauzzi, M. (2018). Agrivoltaic systems to optimise land use for electric energy production. *Applied Energy*, 220, 545–561. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.081>
 26. Scilab. ESI Group. Available at: <https://www.scilab.org/>
 27. Casares de la Torre, F. J., Varo, M., López-Luque, R., Ramírez-Faz, J., Fernández-Ahumada, L. M. (2022). Design and analysis of a tracking / backtracking strategy for PV plants with horizontal trackers after their conversion to agrivoltaic plants. *Renewable Energy*, 187, 537–550. doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.01.081>
 28. Thakur, A. K., Singh, R., Gehlot, A., Kaviti, A. K., Aseer, R., Suraparaju, S. K. et al. (2022). Advancements in solar technologies for sustainable development of agricultural sector in India: a comprehensive review on challenges and opportunities. *Environmental Science and Pollution Research*, 29 (29), 43607–43634. doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20133-0>
 29. In-depth Review of the Energy Efficiency Policy of the Republic of Azerbaijan (2020). Available at: <https://www.energycharter.org/what-we-do/energy-efficiency/energy-efficiency-country-reviews/in-depth-review-of-energy-efficiency-policies-and-programmes/in-depth-review-of-the-energy-efficiency-policy-of-the-republic-of-azerbaijan>
 30. General information on nature of Azerbaijan. Available at: <https://azerbaijan.az/en/information/201>
 31. Veysey, J., Octaviano, C., Calvin, K., Martinez, S. H., Kitous, A., McFarland, J., van der Zwaan, B. (2016). Pathways to Mexico's climate change mitigation targets: A multi-model analysis. *Energy Economics*, 56, 587–599. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.04.011>
 32. Geography of Mexico. Available at: <http://worldfacts.us/Mexico-geography.htm>
 33. A Mexico Climate Overview. Available at: <https://focusonmexico.com/climate-mexico/>
 34. Mexico Clean Energy Report – Executive Summary. NREL, 64. Available at: <https://www.nrel.gov/docs/fy22osti/82580.pdf>
 35. Mustafayev, F., Kulawczuk, P., Orobello, C. (2022). Renewable Energy Status in Azerbaijan: Solar and Wind Potentials for Future Development. *Energies*, 15 (2), 401. doi: <https://doi.org/10.3390/en15020401>
 36. Kussul, E., Baidyk, T., Makeyev, O., Lara-Rosano, F., Saniger, J. M., Bruce, N. (2007). Development of Micro Mirror Solar Concentrator. *Proceedings of the 2nd IASME / WSEAS International Conference on Energy & Environment (EE'07)*. Portoroz, 293–298. Available at: https://www.academia.edu/27984489/Development_of_micro_mirror_solar_concentrator
 37. Kussul, E., Baidyk, T., Makeyev, O., Lara-Rosano, F., Saniger, J. M., Bruce, N. (2008). Flat Facet Parabolic Solar Concentrator with Support Cell for One and More Mirrors. *WSEAS TRANSACTIONS on POWER SYSTEMS*, 8 (3), 577–586. Available at: https://www.academia.edu/573393/Flat_facet_parabolic_solar_concentrator_with_support_cell_for_one_and_more_mirrors
 38. Kussul, E., Makeyev, O., Baidyk, T., SanigerBlesa, J., Bruce, N., Lara-Rosano, F. (2011). Adjustment of Solar Concentrator Support Frame. In *Proc. of the Intern. Conf. on Innovative Technologies*. Bratislava, 314–316.
 39. Kussul, E., Makeyev, O., Baidyk, T., Blesa, J. S., Bruce, N., Lara-Rosano, F. (2011). The Problem of Automation of Solar Concentrator Assembly and Adjustment. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 8 (4), 46. doi: <https://doi.org/10.5772/45685>
 40. Kussul, E., Baidyk, T., Ruiz-Huerta, L., Caballero-Ruiz, A., Velasco, G., Kasatkina, L. (2002). Development of micromachine tool prototypes for microfactories. *Journal of Micromechanics and Microengineering*, 12 (6), 795–812. doi: <https://doi.org/10.1088/0960-1317/12/6/311>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.268618

CONSTRUCTION OF A MODEL FOR AN ENCLOSING STRUCTURE WITH A HEAT-ACCUMULATING MATERIAL WITH PHASE TRANSITION TAKING INTO ACCOUNT THE PROCESS OF SOLAR ENERGY ACCUMULATION (p. 26–37)

Ruslan Kudabayev

Mukhtar Auezov South Kazakhstan University,
Shymkent, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3482-8423>

Nursultan Mizamov

South-Kazakhstan Mukhtar Auezov South Kazakhstan University,
Shymkent, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3074-4225>

Nurlan Zhangabay

Shymkent University, Shymkent, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8153-1449>

Ulanbator Suleimenov

Shymkent University, Shymkent, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7798-1044>

Andrii Kostikov

A. Pidhornyi Institute of Mechanical Engineering Problems of the
National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6076-1942>

Anna Vorontsova

A. Pidhornyi Institute of Mechanical Engineering Problems of the
National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6521-3424>

Svetlana Buganova

International Educational Corporation (KazGASA),
Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2005-3305>

Altynsary Umbitaliyev

Shymkent University, Shymkent, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3604-8036>

Elmira Kalshabekova

Mukhtar Auezov South Kazakhstan University,
Shymkent, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9941-688X>

Zhumadilla Aldiyarov

Mukhtar Auezov South Kazakhstan University,
Shymkent, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2022-8702>

This paper proposes a mathematical model and a procedure for calculating the thermal state of the enclosing structure of the building, which includes an energy-active panel that accumulates solar radiation due to the phase transition of the heat-accumulating material. The mathematical model is based on a two-dimensional non-stationary nonlinear equation of thermal conductivity, which describes the process of heat transfer in the bearing layer of the enclosing structure and the energy-active panel. The model also includes equations describing radiant heat transfer between opaque and translucent bodies. To correctly describe solar insolation, the ASHRAE 2009 model was used in conjunction with the daily change in the position of the Sun in the sky.

To solve the system of equations that make up the mathematical model, an iterative procedure has been developed, which involves alternating solution at each time step of the two-dimensional equation of thermal conductivity and a set of algebraic equations of convective and radiant heat transfer.

The study's result established that the amount of accumulated energy in the heat-accumulating material of the phase transition during daylight hours increases significantly, from 15 to 35 %.

At night, the surface temperature of the heat-accumulating element in structures using a material with a phase transition is greater than in the case of heat accumulation only in the bearing layer. As a result, it is possible to select from 70 to 120 % more accumulated heat while the presence of high-thermal partitions in a heat-accumulating material with a phase transition contributes to an increase in accumulated heat and usable heat.

Keywords: enclosing structure, accumulation of solar energy, heat accumulating material, modeling of thermal processes, phase transition.

References

- Pacheco, R., Ordóñez, J., Martínez, G. (2012). Energy efficient design of building: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (6), 3559–3573. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.03.045>
- Zhangabay, N., Abshenov, K., Bakhbergen, S., Zhakash, A., Moldagaliyev, A. (2022). Evaluating the Effectiveness of Energy-Saving Retrofit Strategies for Residential Buildings. *International Review of Civil Engineering (IRECE)*, 13 (2), 118. doi: <https://doi.org/10.15866/irece.v13i2.20933>
- Du, K., Calautit, J., Wang, Z., Wu, Y., Liu, H. (2018). A review of the applications of phase change materials in cooling, heating and power generation in different temperature ranges. *Applied Energy*, 220, 242–273. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.005>
- Shi, X., Tian, Z., Chen, W., Si, B., Jin, X. (2016). A review on building energy efficient design optimization from the perspective of architects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65, 872–884. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.07.050>
- Martin, M., Villalba, A., Inés Fernández, A., Barreneche, C. (2019). Development of new nano-enhanced phase change materials (NEPCM) to improve energy efficiency in buildings: Lab-scale characterization. *Energy and Buildings*, 192, 75–83. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.03.029>
- Kudabayev, R., Suleimenov, U., Ristavletov, R., Kasimov, I., Kambarov, M., Zhangabay, N., Abshenov, K. (2022). Modeling the Thermal Regime of a Room in a Building with a Thermal Energy Storage Envelope. *Mathematical Modelling of Engineering Problems*, 9 (2), 351–358. doi: <https://doi.org/10.18280/mmep.090208>
- Ren, M., Wen, X., Gao, X., Liu, Y. (2021). Thermal and mechanical properties of ultra-high performance concrete incorporated with microencapsulated phase change material. *Construction and Building Materials*, 273, 121714. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121714>
- Elias, C. N., Stathopoulos, V. N. (2019). A comprehensive review of recent advances in materials aspects of phase change materials in thermal energy storage. *Energy Procedia*, 161, 385–394. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.02.101>
- Geetha, N. B., Velraj, R. (2012). Passive cooling methods for energy efficient buildings with and without thermal energy storage – A review. *Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research*, 29 (2), 913–946.
- Buonomo, B., Capasso, L., Diana, A., Manca, O., Nardini, S. (2019). A numerical analysis on a solar chimney with an integrated latent heat thermal energy storage. *AIP Conference Proceedings*. doi: <https://doi.org/10.1063/1.5138762>
- Feng, P. H., Zhao, B. C., Wang, R. Z. (2020). Thermophysical heat storage for cooling, heating, and power generation: A review. *Applied Thermal Engineering*, 166, 114728. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2019.114728>
- Cuce, E., Cuce, P. M. (2016). Solar Pond Window Technology for Energy-Efficient Retrofitting of Buildings: An Experimental and Numerical Investigation. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 42 (5), 1909–1916. doi: <https://doi.org/10.1007/s13369-016-2375-0>
- Irshad, K., Habib, K., Saidur, R., Kareem, M. W., Saha, B. B. (2019). Study of thermoelectric and photovoltaic facade system for energy efficient building development: A review. *Journal of Cleaner Production*, 209, 1376–1395. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.245>
- Shen, J., Zhang, X., Yang, T., Tang, L., Shinohara, H., Wu, Y. et al. (2016). Experimental Study of a Compact Unglazed Solar Thermal Facade (STF) for Energy-efficient Buildings. *Energy Procedia*, 104, 3–8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.12.002>
- Zhu, L., Yang, Y., Chen, S., Sun, Y. (2018). Numerical study on the thermal performance of lightweight temporary building integrated with phase change materials. *Applied Thermal Engineering*, 138, 35–47. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2018.03.103>
- Borodulin, V. Y., Nizovtsev, M. I. (2018). Heat-inertial properties of walls of lightweight thermal insulation with phase change materials. *Journal of Physics: Conference Series*, 1105, 012108. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1105/1/012108>
- Vede, P., Kiselkin, E. (2018). Thermal Energy Storage in the Envelope of Buildings. *Epoha nauki*, 14, 165–173. Available at: http://eraofscience.com/EofS/Vypyski2018/14-iyun_2018/40.pdf
- Suleimenov, U., Zhangabay, N., Utebayeva, A., Ibrahim, M. N. M., Moldagaliyev, A., Abshenov, K. et al. (2021). Determining the features of oscillations in prestressed pipelines. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (7 (114)), 85–92. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.246751>
- Tursunkululy, T., Zhangabay, N., Avramov, K., Chernobryvko, M., Suleimenov, U., Utebayeva, A. et al. (2022). Strength analysis of prestressed vertical cylindrical steel oil tanks under operational and dynamic loads. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (7 (116)), 14–21. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254218>
- Suleimenov, U., Zhangabay, N., Utebayeva, A., Azmi Murad, M. A., Dosmakanbetova, A., Abshenov, K. et al. (2022). Estimation of the strength of vertical cylindrical liquid storage tanks with dents in the wall. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (7 (115)), 6–20. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252599>
- Suleimenov, U., Zhangabay, N., Abshenov, K., Utebayeva, A., Imanaliyev, K., Mussayeva, S. et al. (2022). Estimating the stressed-strained state of the vertical mounting joint of the cylindrical tank wall taking into consideration imperfections. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (7 (117)), 14–21. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.258118>
- Zhangabay, N., Sapargaliyeva, B., Utebayeva, A., Kolesnikov, A., Aldiyarov, Z., Dossybekov, S. et al. (2022). Experimental Analysis of the Stress State of a Prestressed Cylindrical Shell with Various Structural Parameters. *Materials*, 15 (14), 4996. doi: <https://doi.org/10.3390/ma15144996>
- Zhangabay, N., Sapargaliyeva, B., Suleimenov, U., Abshenov, K., Utebayeva, A., Kolesnikov, A. et al. (2022). Analysis of Stress-Strain State for a Cylindrical Tank Wall Defected Zone. *Materials*, 15 (16), 5732. doi: <https://doi.org/10.3390/ma15165732>
- Zhangabay, N., Suleimenov, U., Utebayeva, A., Kolesnikov, A., Baidolov, K., Imanaliyev, K. et al. (2022). Analysis of a Stress-Strain State of a Cylindrical Tank Wall Vertical Field Joint Zone. *Buildings*, 12 (9), 1445. doi: <https://doi.org/10.3390/buildings12091445>
- Tursunkululy, T., Zhangabay, N., Avramov, K., Chernobryvko, M., Suleimenov, U., Utebayeva, A. (2022). Influence of the parameters of the pre-stressed winding on the oscillations of vertical cylindrical steel oil tanks. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (7 (119)), 6–13. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.265107>
- Pintaldi, S., Sethuvenkatraman, S., White, S., Rosengarten, G. (2017). Energetic evaluation of thermal energy storage options for high efficiency solar cooling systems. *Applied Energy*, 188, 160–177. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.11.123>
- Ndiaye, K., Ginestet, S., Cyr, M. (2018). Thermal energy storage based on cementitious materials: A review. *AIMS Energy*, 6 (1), 97–120. doi: <https://doi.org/10.3934/energy.2018.1.97>

28. Horn, R., Burr, M., Fröhlich, D., Gschwander, S., Held, M., Lindner, J. P., Munz, G. et al. (2018). Life Cycle Assessment of Innovative Materials for Thermal Energy Storage in Buildings. *Procedia CIRP*, 69, 206–211. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.095>
29. Frazzica, A., Freni, A. (2017). Adsorbent working pairs for solar thermal energy storage in buildings. *Renewable Energy*, 110, 87–94. doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.09.047>
30. Koukou, M. K., Vrachopoulos, M. Gr., Tachos, N. S., Dogkas, G., Lymperis, K., Stathopoulos, V. (2018). Experimental and computational investigation of a latent heat energy storage system with a staggered heat exchanger for various phase change materials. *Thermal Science and Engineering Progress*, 7, 87–98. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2018.05.004>
31. Jeon, J., Park, J. H., Wi, S., Yang, S., Ok, Y. S., Kim, S. (2019). Latent heat storage biocomposites of phase change material-biochar as feasible eco-friendly building materials. *Environmental Research*, 172, 637–648. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.01.058>
32. Utelbaeva, A. B., Ermakhanov, M. N., Zhanabai, N. Zh., Utelbaev, B. T., Mel'deshov, A. A. (2013). Hydrogenation of benzene in the presence of ruthenium on a modified montmorillonite support. *Russian Journal of Physical Chemistry A*, 87 (9), 1478–1481. doi: <https://doi.org/10.1134/s0036024413090276>
33. Borodin, K., Zhangabayuly Zhangabay, N. (2019). Mechanical characteristics, as well as physical-and-chemical properties of the slag-filled concretes, and investigation of the predictive power of the metaheuristic approach. *Curved and Layered Structures*, 6 (1), 236–244. doi: <https://doi.org/10.1515/cls-2019-0020>
34. Qiu, F., Song, S., Li, D., Liu, Y., Wang, Y., Dong, L. (2020). Experimental investigation on improvement of latent heat and thermal conductivity of shape-stable phase-change materials using modified fly ash. *Journal of Cleaner Production*, 246, 118952. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118952>
35. Sarsenbaev, A. A. et al. (2019). Pat. No. 4426 RK. Konstrukciya ogradhdeniya s energoaktivnoy panel'yu. No. 2019/0614.2; declared: 02.07.2019; published: 08.11.2019. Available at: <https://gosreestr.kazpatent.kz/Utilitymodel/Details?docNumber=315556>
36. Shandilya, A., Hauer, M., Streicher, W. (2020). Optimization of Thermal Behavior and Energy Efficiency of a Residential House Using Energy Retrofitting in Different Climates. *Civil Engineering and Architecture*, 8 (3), 335–349. doi: <https://doi.org/10.13189/cea.2020.080318>
37. Saparov, S. A. et al. (2019). Pat. No. 34970 RK. Teploakkumuliruyushchiy material. No. 2019/0897.1; declared: 10.12.2019; published: 11.06.2021. Available at: <https://gosreestr.kazpatent.kz/Invention/Details?docNumber=321931>
38. Ikutegbe, C. A., Farid, M. M. (2020). Application of phase change material foam composites in the built environment: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 131, 110008. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110008>
39. Duissenbekov, B., Tokmuratov, A., Zhangabay, N., Orazbayev, Z., Yerimbetov, B., Aldiyarov, Z. (2020). Finite-difference equations of quasistatic motion of the shallow concrete shells in nonlinear setting. *Curved and Layered Structures*, 7 (1), 48–55. doi: <https://doi.org/10.1515/cls-2020-0005>
40. Yao, C., Kong, X., Li, Y., Du, Y., Qi, C. (2018). Numerical and experimental research of cold storage for a novel expanded perlite-based shape-stabilized phase change material wallboard used in building. *Energy Conversion and Management*, 155, 20–31. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.10.052>
41. James, C., Yuen-Yick, K. (2009). A brief review of several numerical methods for one-dimensional Stefan problems. *Thermal Science*, 13 (2), 61–72. doi: <https://doi.org/10.2298/tsci0902061c>
42. Samarskij, A. A., Vabishchevich, P. N. (2003). *Vychislitel'naya teploperedacha*. Moscow: Editorial URSS, 784. Available at: <http://samarskii.ru/books/book2003.pdf>
43. 2009 ASHRAE Handbook – Fundamentals (SI Edition). Available at: <https://www.pdfdrive.com/2009-ashrae-handbook-fundamentals-si-edition-e169690158.html>
44. Kutateladze, S. S. (1990). *Teploperedacha i gidrodinamicheskoe soprotivlenie*. Moscow: Energoatomizdat, 367.
45. Aymbetova, I. O., Suleymenov, U. S., Kambarov, M. A., Kalshabekova, E. N., Ristavletov, R. A. (2018). Thermophysical properties of phase transparent heat-storing materials used in construction. *Advances in Current Natural Sciences*, 1 (12), 9–13. doi: <https://doi.org/10.17513/use.36966>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.268026
EXPERIMENTAL EVALUATION OF THE
PERFORMANCE OF A DOMESTIC WATER
HEATING SYSTEM UNDER BAGHDAD CLIMATE
CONDITIONS (p. 38–47)

Osam H. Attia

University of Baghdad, Karrada, Al-Jadriya, Baghdad, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2326-694X>

Sanaa T. Al-Musawi

University of Baghdad, Karrada, Al-Jadriya, Baghdad, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8836-3356>

Naseer A. Mousa

University of Baghdad, Karrada, Al-Jadriya, Baghdad, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2345-7615>

Hussein A. Mahmood

University of Baghdad, Karrada, Al-Jadriya, Baghdad, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5895-1576>

Nor Mariah Adam

Universiti Putra Malaysia, UPM Serdang,
 Selangor Darul Ehsan, Malaysia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7139-0953>

The aim of the current study is to evaluate the performance of a domestic water heating system for residential areas in Baghdad climatic conditions for substituting electric water heaters with solar-powered water heaters using solar collectors. Many countries, such as Iraq, are sluggish with electric power issues while receiving very high solar insolation. Solar energy is a clean, non-depleting and low-cost source that can be used especially in residential areas, which forms a great percentage of energy consumption by replacing electric water heating with solar water heating to reduce electricity usage. Therefore, six flat plate solar collectors with an absorbing area of 1.92×0.85 m with one 4 mm thick glass cover are utilized for experimental investigation under the Baghdad climatic conditions. The collector was tested under steady-state settings, which assumed that sunlight intensity, ambient temperature, and inlet-outdoor temperature difference in each collector in the system were constant throughout the operation. According to the experimental results, during the test months of November, December, January, and February, the time-weighted experimental daily average collector array efficiency is found in the range of 40 % to 60 %. Furthermore, the greater energy gain and performance of the solar collector array attain a peak value at solar noon. Additionally, a solar collector with flat plates can easily achieve relatively high water temperature levels of 70 °C in the winter season. In addition, using a solar domestic hot water system as a water heater in Baghdad climatic conditions by substituting electric water heaters is useful for saving power consumption.

Keywords: domestic hot water, flat plate solar collector, solar energy, power consumption, Baghdad.

References

1. Technology roadmap: solar heating and cooling (2012). International Energy Agency. Available at: <https://iea.blob.core.windows.net/>

- assets/945d1ceb-796f-443b-a0bb-9285dba9061a/Solar_Heating_Cooling_Roadmap_2012_WEB.pdf
2. Rustamov, N., Meirbekova, O., Kibishov, A., Babakhan, S., Berguzinov, A. (2022). Creation of a hybrid power plant operating on the basis of a gas turbine engine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (8 (116)), 29–37. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255451>
 3. Wu, W., Skye, H. M. (2021). Residential net-zero energy buildings: Review and perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 142, 110859. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110859>
 4. Pomianowski, M. Z., Johra, H., Marszal-Pomianowska, A., Zhang, C. (2020). Sustainable and energy-efficient domestic hot water systems: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 128, 109900. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109900>
 5. Mahmood, H. A., Al-Sulttani, A. O., Attia, O. H. (2021). Simulation of Syngas Addition Effect on Emissions Characteristics, Combustion, and Performance of the Diesel Engine Working under Dual Fuel Mode and Lambda Value of 1.6. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 779 (1), 012116. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/779/1/012116>
 6. Ratajczak, K., Michalak, K., Narojczyk, M., Amanowicz, Ł. (2021). Real Domestic Hot Water Consumption in Residential Buildings and Its Impact on Buildings' Energy Performance – Case Study in Poland. *Energies*, 14 (16), 5010. doi: <https://doi.org/10.3390/en14165010>
 7. Bezbah, I., Zykov, A., Mordynskiy, V., Osadchuk, P., Phylipova, L., Bandura, V. et al. (2022). Designing the structure and determining the mode characteristics of the grain dryer based on thermostats. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (8 (116)), 54–61. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253977>
 8. Marszal, A. J., Heiselberg, P., Bourrelle, J. S., Musall, E., Voss, K., Sartori, I., Napolitano, A. (2011). Zero Energy Building – A review of definitions and calculation methodologies. *Energy and Buildings*, 43 (4), 971–979. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.12.022>
 9. Koochi-Fayegh, S., Rosen, M. A. (2020). A review of energy storage types, applications and recent developments. *Journal of Energy Storage*, 27, 101047. doi: <https://doi.org/10.1016/j.est.2019.101047>
 10. Nakashydz, L., Gil'orme, T. (2015). Energy security assessment when introducing renewable energy technologies. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (8 (76)), 54–59. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.46577>
 11. Albawab, M., Ghenai, C., Bettayeb, M., Janajreh, I. (2020). Sustainability Performance Index for Ranking Energy Storage Technologies using Multi-Criteria Decision-Making Model and Hybrid Computational Method. *Journal of Energy Storage*, 32, 101820. doi: <https://doi.org/10.1016/j.est.2020.101820>
 12. Douvi, E., Pagkalos, C., Dogkas, G., Koukou, M. K., Stathopoulos, V. N., Caouris, Y., Vrachopoulos, M. Gr. (2021). Phase change materials in solar domestic hot water systems: A review. *International Journal of Thermofluids*, 10, 100075. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijft.2021.100075>
 13. Europe's buildings under the microscope. A country-by-country review of the energy performance of buildings (2011). BPIE. Available at: https://bpie.eu/wp-content/uploads/2015/10/HR_EU_B_under_microscope_study.pdf
 14. Yildiz, B., Bilbao, J. I., Roberts, M., Heslop, S., Dore, J., Bruce, A. et al. (2021). Analysis of electricity consumption and thermal storage of domestic electric water heating systems to utilize excess PV generation. *Energy*, 235, 121325. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121325>
 15. Mohammed, A. K., Hamakhan, I. A. (2021). Analysis of energy savings for residential electrical and solar water heating systems. *Case Studies in Thermal Engineering*, 27, 101347. doi: <https://doi.org/10.1016/j.csite.2021.101347>
 16. Kannan, N., Vakeesan, D. (2016). Solar energy for future world: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 1092–1105. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.022>
 17. Sissakian, V. K., Al-Ansari, N., Knutsson, S. (2013). Sand and dust storm events in Iraq. *Natural Science*, 05 (10), 1084–1094. doi: <https://doi.org/10.4236/ns.2013.510133>
 18. Saxena, A., Norton, B. (2021). Adoption potential, thermal engineering and economic viability of solar water heating systems. *Solar Water Heating: Fundamentals and Applications*, Nova Science (USA), 21–58.
 19. Østergaard, D. S., Smith, K. M., Tunzi, M., Svendsen, S. (2022). Low-temperature operation of heating systems to enable 4th generation district heating: A review. *Energy*, 248, 123529. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123529>
 20. Ben Taher, M. A., Benseddik, Z., Afass, A., Smouh, S., Achachad, M., Mahdaoui, M. (2021). Energy life cycle cost analysis of various solar water heating systems under Middle East and North Africa region. *Case Studies in Thermal Engineering*, 27, 101262. doi: <https://doi.org/10.1016/j.csite.2021.101262>
 21. Meha, D., Thakur, J., Novosel, T., Pukšec, T., Duić, N. (2021). A novel spatial-temporal space heating and hot water demand method for expansion analysis of district heating systems. *Energy Conversion and Management*, 234, 113986. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.113986>
 22. Dehghan, M., Pfeiffer, C. F., Rakhshani, E., Bakhshi-Jafarabadi, R. (2021). A Review on Techno-Economic Assessment of Solar Water Heating Systems in the Middle East. *Energies*, 14 (16), 4944. doi: <https://doi.org/10.3390/en14164944>
 23. Sadhishkumar, S., Balusamy, T. (2014). Performance improvement in solar water heating systems – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 37, 191–198. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.04.072>
 24. Tian, Y., Zhao, C. Y. (2013). A review of solar collectors and thermal energy storage in solar thermal applications. *Applied Energy*, 104, 538–553. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.11.051>
 25. Batista da Silva, H., Uturbey, W., Lopes, B. M. (2020). Market diffusion of household PV systems: Insights using the Bass model and solar water heaters market data. *Energy for Sustainable Development*, 55, 210–220. doi: <https://doi.org/10.1016/j.esd.2020.02.004>
 26. Al-Kayiem, H., Mohammad, S. (2019). Potential of Renewable Energy Resources with an Emphasis on Solar Power in Iraq: An Outlook. *Resources*, 8 (1), 42. doi: <https://doi.org/10.3390/resources8010042>
 27. Alibage, A. A. (2018). Assessing Photovoltaic Solar Technologies as a Solution for the Problem of Power Shortage in Iraq. 2018 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET). doi: <https://doi.org/10.23919/picmet.2018.8481984>
 28. Al-Madhhachi, S. H., Ajeena, M. A., Al-Bughaebi, A. N. (2021). Dynamic simulation and energy analysis of forced circulation solar thermal system in two various climate cities in Iraq. *AIMS Energy*, 9 (1), 138–149. doi: <https://doi.org/10.3934/energy.2021008>
 29. Abu khanafer, G. et al. (2016). Application and assessment of a heated water system by solar Energy. 4th International conference on Applied Research in Agricultural Science. Available at: <https://profdoc.um.ac.ir/paper-abstract-1061170.html>
 30. Hashim, W. M., Shomran, A. T., Jurmut, H. A., Gaaz, T. S., Kadhum, A. A. H., Al-Amiery, A. A. (2018). Case study on solar water heating for flat plate collector. *Case Studies in Thermal Engineering*, 12, 666–671. doi: <https://doi.org/10.1016/j.csite.2018.09.002>
 31. Mohammad, A. T. (2017). Design and analysis of solar space heating system in Iraq. *Int. J. of Thermal & Environmental Engineering*, 15 (1), 51–56. doi: <https://doi.org/10.5383/ijtee.13.01.006>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.268975

IDENTIFYING THE INFLUENCE OF NUMBER OF BLADES AND DISTANCE BETWEEN BLADES ON TESLA PUMP CHARACTERISTICS (p. 48–54)**Mohammed Wahhab Kadhim**

University of Kerbala, Karbala, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7817-0673>**Mokdad Hayawi Rahman**

Al-Farahidi University, Al-Qahira, Baghdad, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2227-7604>

The main principle of the Tesla pump is to increase the shear stresses as a result of the rotation of the pump blades, and thus increase the kinetic energy of the fluid to form a mass flow. The types of mechanical pumps are many and the ways of their use are wide. Over the years, scientists have contributed to developing types of pumps to get the best pump efficiency. The rotational energy can be converted into a mass flow of the fluid that can be pumped. As the Tesla pump is one of the types that gives a wide impression of fluid mechanics, where the viscosity and shear stress of the fluid will be in the movement of the fluid particles and the formation of a centrifugal force that gives an active flow of the fluid. Tesla pump is one of the primitive pumps that can be modified to study this research paper and know the number of fins used and the optimal distance between them to obtain the best mechanical efficiency of the pump. Where the Tesla pump was designed with variable fins, 3, 6 and 11 fins were taken to compare them, and the distance between the fins was reduced from 10 mm to 5 mm with a change of 2.5 mm, where the changes that occur on the pump can be observed. Where the results proved that the value of the fins increases the flow velocity of the fluid, as the best case was at the fins number 11, where the flow velocity reached 13 m/s. As for the change of distance, it is an inverse relationship as the small distance between the fins impedes the movement of the fluid flow and thus reduces the value of the flow. In the case where the number of turbine blades is 11, shear stresses reached 401 Pa. Which is the best case compared to the rest of the cases. The mechanical movement of the water was significantly increased.

Keyword: tesla turbine, open-flow, blades number, blades distance, wall shear.

References

- Niknam, P. H., Talluri, L., Ciappi, L., Fiaschi, D. (2021). Numerical assessment of a two-phase Tesla turbine: Parametric analysis. *Applied Thermal Engineering*, 197, 117364. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.117364>
- Rusin, K., Wróblewski, W., Rulik, S. (2021). Efficiency based optimization of a Tesla turbine. *Energy*, 236, 121448. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121448>
- Galindo, Y., Reyes-Nava, J. A., Hernández, Y., Ibáñez, G., Moreira-Acosta, J., Beltrán, A. (2021). Effect of disc spacing and pressure flow on a modifiable Tesla turbine: Experimental and numerical analysis. *Applied Thermal Engineering*, 192, 116792. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.116792>
- Aghagoli, A., Sorin, M. (2020). CFD modelling and exergy analysis of a heat pump cycle with Tesla turbine using CO₂ as a working fluid. *Applied Thermal Engineering*, 178, 115587. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2020.115587>
- Talluri, L., Dumont, O., Manfrida, G., Lemort, V., Fiaschi, D. (2020). Experimental investigation of an Organic Rankine Cycle Tesla turbine working with R1233zd(E). *Applied Thermal Engineering*, 174, 115293. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2020.115293>
- Pacini, L., Ciappi, L., Talluri, L., Fiaschi, D., Manfrida, G., Smolka, J. (2020). Computational investigation of partial admission effects on the flow field of a tesla turbine for ORC applications. *Energy*, 212, 118687. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118687>
- Talluri, L., Dumont, O., Manfrida, G., Lemort, V., Fiaschi, D. (2020). Geometry definition and performance assessment of Tesla turbines for ORC. *Energy*, 211, 118570. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118570>
- Sheikhnejad, Y., Simões, J., Martins, N. (2020). Introducing Tesla turbine to enhance energy efficiency of refrigeration cycle. *Energy Reports*, 6, 358–363. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.08.073>
- Andres, J. F., Loretero, M. E. (2019). Performance of tesla turbine using open flow water source. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 12 (12), 2191–2199. Available at: http://www.irphouse.com/ijert19/ijertv12n12_16.pdf
- Ntatsis, C. K., Chatziangelidou, N. A., Efstathiadis, G. T., Gkoutzamanis, G. V., Silvestri, P., Kalfas, I. A. (2019). CFD analysis of a tesla turboexpander using single phase steam. *Proceedings of Global Power and Propulsion Society Technical Conference 2019*. Available at: https://gpps.global/wp-content/uploads/2021/02/GPPS-TC-2019_paper_89.pdf
- Rustamov, N., Meirbekova, O., Kibishov, A., Babakhan, S., Berguzinov, A. (2022). Creation of a hybrid power plant operating on the basis of a gas turbine engine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (8 (116)), 29–37. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255451>
- Ciappi, L., Fiaschi, D., Niknam, P. H., Talluri, L. (2019). Computational investigation of the flow inside a Tesla turbine rotor. *Energy*, 173, 207–217. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.01.158>
- Borisenko, V., Ustenko, S., Ustenko, I. (2022). Devising an approach to the geometric modeling of railroad tracks along curvilinear sections. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (1 (115)), 29–35. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.251983>
- Hrudkina, N., Aliieva, L., Markov, O., Marchenko, I., Shapoval, A., Abhari, P., Kordenko, M. (2020). Predicting the shape formation of hollow parts with a flange in the process of combined radial-reverse extrusion. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (1 (106)), 55–62. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.203988>
- Quang, N. H., Linh, N. H., Huy, T. Q., Lam, P. D., Tuan, N. A., Ngoc, N. D. et al. (2022). Optimizing the partial gear ratios of the two-stage worm gearbox for minimizing total gearbox cost. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (1 (115)), 6–15. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252301>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.268516

DEVELOPMENT OF AN UNTRADITIONAL TECHNIQUE TO CONTROL THE STRUCTURE OF THE OUTPUT FLOW FROM A VORTEX CHAMBER (p. 55–64)**Volodymyr Turyk**

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2357-4483>**Viktor Kochin**

Institute of Hydromechanics of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5105-5103>**Volodymyr Moroz**

Institute of Hydromechanics of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0729-2902>**Dmytro Miliukov**

JSC «MERIDIAN» named after S. P. Korolyov, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3198-4818>

A technique of using coherent vortex formations of the dead-end zone of the vortex chamber of the end type as a controlling factor influencing the structure and characteristics of the output flow has

been developed. The kinematic parameters of the flow relative to chambers with elongated and extremely short dead-end parts in the range of Reynolds numbers according to the parameters of the nozzle $Re=47080-86530$ were investigated. The reaction of the flow structure in the output sections of the vortex chambers was determined experimentally using thermoanemometry. Profiles of time-averaged transversal and axial velocity projections, as well as corresponding values of the relative intensity of velocity pulsations, were obtained. It was found that at $Re=86530$, the elongation of the dead-end part of the chamber leads to a decrease in the initial cross-section of the transversal component by 15 % with an increase in the axial component by 19.7 %, and, at $Re=47080$, to a decrease in the transversal component by 21 % with an increase in the axial component by 8.5 %. This indicates the redistribution of kinetic energy from transversal to axial energy motion, which is confirmed by the analysis of the corresponding intensity profiles of the velocity pulsations in the output section of the chamber in the near-wall and near-axis zones of the flow. The integral intensity of the velocity pulsations along the initial cross-section of comparable chamber designs increases in a chamber with an elongated dead-end part with almost no additional energy losses. The obtained results form the basis of a rational method of controlling the macro- and microstructure of flows, which determines the efficiency of mass exchange and heat exchange processes in vortex chambers of the end type. Such designs are characteristic of vortex mixers, burners of industrial furnaces, furnace devices of hot water and steam boilers, and other technological and power equipment.

Keywords: vortex chamber, thermoanemometer, control, vortex structure, speed profile, pulsation intensity.

References

- Alekseenko, S. V., Kuybin, P. A., Okulov, V. L. (2005). *Vvedenie v teoriyu konsentrirovannykh vikhrey*. Moscow-Izhevsk: Institut komp'yuternykh issledovaniy, 504.
- KHalatov, A. A., Avramenko, A. A., Shevchuk, I. V. (2000). *Teploubmen i gidrodinamika v polyakh tsentrobezhnykh massovykh sil*. Vol. 3. Kyiv: In-t tekhn. teplofiziki NAN Ukrainy, 474.
- Khalatov, A. A., Romanov, V. V., Borisov, I. I., Dashevskiy, Yu. Ya., Severin, S. D. (2010). *Teploubmen i gidrodinamika v polyakh tsentrobezhnykh massovykh sil*. Vol. 9. Kyiv: In-t tekhn. teplofiziki NAN Ukrainy, 474.
- Wormley, D. N. (1969). An Analytical Model for the Incompressible Flow in Short Vortex Chambers. *Journal of Basic Engineering*, 91 (2), 264–272. doi: <https://doi.org/10.1115/1.3571091>
- Babenko, V. V., Chun, H. H., Li, I. (2013). Boundary layer flow over elastic surfaces. *Butterworth-Heinemann*. doi: <https://doi.org/10.1016/C2011-0-06221-X>
- Babenko, V. (2021). *Experimental Hydrodynamics for Flow Around Bodies*. Academic Press. doi: <https://doi.org/10.1016/C2019-0-04933-3>
- Ferziger, J. H., Perić, M., Street, R. L. (2020). *Computational methods for fluid dynamics*. Springer, 614.
- Wei, X. G., Li, J., He, G. Q. (2018). Swirl Characteristics of Vortex Valve Variable-Thrust Solid Rocket Motor. *Journal of Applied Fluid Mechanics*, 11 (1), 205–215. doi: <https://doi.org/10.29252/jafm.11.01.27658>
- Wang, C., Zhao, J., Li, X. (2019). Effect of chamber diameter of vortex gripper on maximum suction force and flow field. *Advances in Mechanical Engineering*, 11 (3), 168781401983740. doi: <https://doi.org/10.1177/1687814019837401>
- Rogovyi, A., Korohodskiy, V., Khovanskyi, S., Hrechka, I., Medvediev, Y. (2021). Optimal design of vortex chamber pump. *Journal of Physics: Conference Series*, 1741 (1), 012018. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1741/1/012018>
- Merzliakov, I., Pavlenko, I., Ochowiak, M., Ivanov, V., Agarwal, P. (2022). Flow Modeling in a Vortex Chamber of a Liquid-Steam Jet Apparatus. *Processes*, 10 (5), 984. doi: <https://doi.org/10.3390/pr10050984>
- Sharma, G., Majdalani, J. (2021). Effects of nozzle inlet size and curvature on the flow development in a bidirectional vortex chamber. *Physics of Fluids*, 33 (9), 093607. doi: <https://doi.org/10.1063/5.0066121>
- Sharma, G., Majdalani, J. (2022). Effects of various inlet parameters on the computed flow development in a bidirectional vortex chamber. *Physics of Fluids*, 34 (4), 043607. doi: <https://doi.org/10.1063/5.0089443>
- Babenko, V. V., Turick, V. N. (2008). Maket vikhrevykh struktur pri techenii potoka v vikhrevoy kamere. *Prykladna hidromekhanika*, 10 (82 (3)), 3–19.
- Turick, V., Kochin, V., Kochina, M. (2018). Examining the technique to control the structure of current in vortex chambers by wing vortex generators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (5 (91)), 28–38. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.121962>
- Marsden, Dzh. E., Chorin, A. (2004). *Matematicheskie osnovy mekhaniki zhidkosti*. Moscow-Izhevsk: NITS «Regulyarnaya i khaoticheskaya dinamika», 204.
- Chaplygin, S. A., Golubev, V. V. (1934). K teorii produvki tsilindrov dvigateley vnutrennego sgoraniya. *Trudy TsAGI*, 175, 3–46.
- Dyban, E. P., Epik, E. Ya. (1985). *Teplomassoobmen i gidrodinamika turbulirovannykh potokov*. Kyiv: Nauk. dumka, 296

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.267891
ESTABLISHMENT OF REGULARITIES OF ISOTHERMAL FLOW AND MIXTURE FORMATION IN MICROJET BURNERS WITH THREE-ROW JET FUEL SUPPLY (p. 65–72)

Nataliia Fialko

Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0116-7673>

Nataliia Meranova

Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7223-8753>

Julii Sherenkovskii

Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9883-4913>

Sergey Aleshko

Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0430-7144>

Michael Abdulin

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9900-7314>

Vitalii Babak

Institute of General Energy of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9066-4307>

Volodymyr Korzhyk

E. O. Paton Electric Welding Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9106-8593>

Vasyl Zhelykh

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5063-5077>

Roman Dinzhos

V. O. Sukhomlynskyi National University of Mykolaiv, Mykolayiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1105-2642>

Vladyslav Khaskin

E. O. Paton Electric Welding Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3072-6761>

The object of this research is the aerodynamics and mixture formation of fuel and oxidizer in stabilizer-type burners with a three-row system of fuel jets, focused on operation at coefficients of excess air 1.1...1.5. The study was conducted on the basis of CFD modeling using the RANS (Reynolds Averaged Navier-Stokes) approach.

The analysis of the basic regularities of the course of these processes in the proposed microjet burners was carried out. In this case, special attention was paid to the consideration of the characteristics of flow and mixture formation in the aft region of the flame stabilizer, where vortex structures are formed that are responsible for stabilizing the torch.

The regularities of influence on the flow and mixture formation in the proposed burner devices of such factors as the row number N_R of the jet fuel supply, the relative pitch, S/d , of the location of gas supply holes and the coefficient of excess air, α , have been investigated. The presence of noticeable differences in the structure of flow and mixture formation in burners during fuel supply to different rows of gas supply holes has been established. It is shown that aerodynamics and the pattern of mixing fuel and oxidizer undergo significant changes when varying the value of S/d .

For the considered burner devices, rational design parameters of the fuel supply system have been determined, at which favorable conditions for mixture formation in the field of flame stabilization are ensured. In particular, it is shown that the rational S/d values are 5.4; 5.6; and 5.8, respectively, for the first, second, and third sections of the fuel supply.

The results can be widely used in energy practice for objects operated under conditions of variable values of the coefficient of excess air.

Keywords: microjet burners, flow structure, mixture formation of fuel and oxidizer, jet fuel supply.

References

1. Warnatz, J., Maas, U., Dibble, R. W. (2003). *Combustion. Physical and Chemical Fundamentals, Modeling and Simulation, Experiments, Pollutant Formation*. Springer, 299. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-04508-4>
2. Tran, A., Aguirre, A., Durand, H., Crose, M., Christofides, P. D. (2017). CFD modeling of a industrial-scale steam methane reforming furnace. *Chemical Engineering Science*, 171, 576–598. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ces.2017.06.001>
3. Gianetti, G., Sforza, L., Lucchini, T., D'Errico, G., Soltic, P., Rojewski, J., Hardy, G. (2019). CFD modeling of natural gas engine combustion with a flame area evolution model. *AIP Conference Proceedings*. doi: <https://doi.org/10.1063/1.5138820>
4. van Oijen, J. A., Donini, A., Bastiaans, R. J. M., ten Thije Boonkamp, J. H. M., de Goey, L. P. H. (2016). State-of-the-art in premixed combustion modeling using flamelet generated manifolds. *Progress in Energy and Combustion Science*, 57, 30–74. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2016.07.001>
5. Perpignan, A. A. V., Talboom, M. G., Levy, Y., Rao, A. G. (2018). Emission Modeling of an Interturbine Burner Based on Flameless Combustion. *Energy & Fuels*, 32 (1), 822–838. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.7b02473>
6. Hosseini, S. E., Wahid, M. A. (2014). Investigation of bluff-body micro-flameless combustion. *Energy Conversion and Management*, 88, 120–128. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2014.08.023>
7. Askarova, A. S., Messerle, V. E., Bolegenova, S. A., Maksimov, V. Yu., Bolegenova, S. A., Nugymanova, A. O. (2022). Influence of the me-

- thod of air-fuel mixture supply on the main characteristics of heat and mass transfer processes. *Thermophysics and Aeromechanics*, 29 (1), 107–124. doi: <https://doi.org/10.1134/s0869864322010097>
8. Stefanizzi, M., Stefanizzi, S., Ceglie, V., Capurso, T., Torresi, M., Camporeale, S. M. (2021). Analysis of the partially premixed combustion in a lab-scale swirl-stabilized burner fueled by a methane-hydrogen mixture. *E3S Web of Conferences*, 312, 11004. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202131211004>
9. Fialko, N., Prokopov, V., Sherenkovskii, J., Aleshko, S., Meranova, N. (2021). Influence of the primary and secondary air consumption ratio on the microjet burner devices efficiency. Chap. 10.2. *Technical research and development*. Boston, 430–434. Available at: <https://isg-konf.com/wp-content/uploads/2021/04/Monograph-USA-Technical-2021-I-isg-konf.pdf>
10. Fialko, N., Prokopov, V., Sherenkovskiy, J., Tymoshchenko, O., Polozenko, N., Kutnyak, O. et al. (2020). Analysis of the possibilities of regulating the process of mixture formation in microjet burners with cylindrical flame stabilizers. *International Scientific Journal «Internauka»* 12. doi: <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2020-12-6215>
11. Jones, W. P., Marquis, A. J., Wang, F. (2015). Large eddy simulation of a premixed propane turbulent bluff body flame using the Eulerian stochastic field method. *Fuel*, 140, 514–525. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2014.06.050>

DOI: [10.15587/1729-4061.2022.267282](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.267282)

THE INFLUENCE OF VARIOUS PREHEATING AND DIRECTION OF MAGNETIC FIELD ON COMBUSTION CHARACTERISTICS OF PALM OIL DROPLETS FOR BOILER COMBUSTION IN POWER GENERATION SYSTEM (p. 73–83)

Dony Perdana

Maarif Hasyim Latief University,
Taman, Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7924-9452>

Mochammad Hatta

Maarif Hasyim Latief University,
Taman, Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7773-676X>

Mochammad Khoirul Rosidin

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6667-310X>

Muhamad Hanifudin

Maarif Hasyim Latief University,
Taman, Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3015-1518>

Research has been carried out on the effect of various preheating and the direction of the magnetic field on the flame characteristics of droplet combustion. This study is important to substitute fuel from fossils with vegetable oil that is environment friendly. The variations of the magnetic field are south-south pole, north-north pole, south-north pole, north-south pole, and without. A drop of palm oil is placed on a type K thermocouple between two magnetic rods. The high-speed camera of 120 fps from the front recorded the flame from the start until it went out. The researcher found out the influence of various preheating in palm oil and the magnetic characteristics and behavior of the flame. The direction of the north-south magnetic field had a higher magnetic field strength, caused the droplet combustion to increase resulting in a wider flame but a lower and more stable height compared to other magnetic field directions. The speed of combustion affected by the magnetic field intensity which resulted the flow rate of O_2 , therefore the combustion speed happened quickly

because between O_2 and the fuel molecules easily react and were more flammable. The strength of the magnetic field increased oxygen concentration and fuel molecule around the reaction zone causing a short burning, resulting in a change delay time the shorter but the flame temperature increased. Stability, shape, temperature, height, delay time and combustion duration were highly valuable to design an efficient heat generator industry with the addition of magnet field. This study provides insight into the influence of magnetic field direction in magnetic field intensity on droplet combustion characteristics for boiler combustion in the power generation system.

Keywords: magnetic field, palm oil, droplet combustion, flame characteristics, flame stability.

References

- Kalghatgi, G. (2018). Is it really the end of internal combustion engines and petroleum in transport? *Applied Energy*, 225, 965–974. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.05.076>
- Wu, Y., Rossow, B., Modica, V., Yu, X., Wu, L., Grisch, F. (2017). Laminar flame speed of lignocellulosic biomass-derived oxygenates and blends of gasoline/oxygenates. *Fuel*, 202, 572–582. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.04.085>
- El-Araby, R., Amin, A., El Morsi, A. K., El-Ibiari, N. N., El-Diwani, G. I. (2018). Study on the characteristics of palm oil-biodiesel-diesel fuel blend. *Egyptian Journal of Petroleum*, 27 (2), 187–194. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2017.03.002>
- Tan, S. X., Lim, S., Ong, H. C., Pang, Y. L. (2019). State of the art review on development of ultrasound-assisted catalytic transesterification process for biodiesel production. *Fuel*, 235, 886–907. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.08.021>
- Dharma, S., Masjuki, H. H., Ong, H. C., Sebayang, A. H., Silitonga, A. S., Kusumo, F., Mahlia, T. M. I. (2016). Optimization of biodiesel production process for mixed *Jatropha curcas*-*Ceiba pentandra* biodiesel using response surface methodology. *Energy Conversion and Management*, 115, 178–190. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.02.034>
- Esteban, B., Riba, J.-R., Baquero, G., Rius, A., Puig, R. (2012). Temperature dependence of density and viscosity of vegetable oils. *Biomass and Bioenergy*, 42, 164–171. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.03.007>
- Mosarof, M. H., Kalam, M. A., Masjuki, H. H., Ashrafail, A. M., Rashed, M. M., Imdadul, H. K., Monirul, I. M. (2015). Implementation of palm biodiesel based on economic aspects, performance, emission, and wear characteristics. *Energy Conversion and Management*, 105, 617–629. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2015.08.020>
- Li, Q., Backes, F., Wachtmeister, G. (2015). Application of canola oil operation in a diesel engine with common rail system. *Fuel*, 159, 141–149. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2015.06.060>
- Hoang, A. T. (2018). Prediction of the density and viscosity of biodiesel and the influence of biodiesel properties on a diesel engine fuel supply system. *Journal of Marine Engineering & Technology*, 20 (5), 299–311. doi: <https://doi.org/10.1080/20464177.2018.1532734>
- Demirbas, A. (2017). Tomorrow's biofuels: Goals and hopes. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 39 (7), 673–679. doi: <https://doi.org/10.1080/15567036.2016.1252815>
- Hoang, A. T., Nguyen, D. C. (2018). Properties of DMF-fossil gasoline RON95 blends in the consideration as the alternative fuel. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 8 (6), 2555. doi: <https://doi.org/10.18517/ijaseit.8.6.7214>
- Elumalai, P. V., Annamalai, K., Dhinesh, B. (2018). Effects of thermal barrier coating on the performance, combustion and emission of DI diesel engine powered by biofuel oil–water emulsion. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 137 (2), 593–605. doi: <https://doi.org/10.1007/s10973-018-7948-6>
- Igbokwe, J. O., Nwafor, O. M. I. (2016). Performance characteristics of palm kernel biodiesel and its blend in a CI engine. *International Journal of Ambient Energy*, 37 (1), 103–106. doi: <https://doi.org/10.1080/01430750.2014.897647>
- Shah, P. R., Ganesh, A. (2018). A novel strategy of periodic dosing of soy-lecithin as additive during long term test of diesel engine fueled with straight vegetable oil. *Fuel*, 228, 405–417. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.04.121>
- No, S.-Y. (2017). Application of straight vegetable oil from triglyceride based biomass to IC engines – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 80–97. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.007>
- Nursal, R. S., Zali, Z., Jalil, S., Khalid, A., Hadi, S. A. (2017). Experimental study of the bio-additives effects in biodiesel fuel on performance, emissions and combustions characteristics of diesel engine. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12 (6), 1997–2005. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/315667766>
- Senthur Prabu, S., Asokan, M. A., Prathiba, S., Ahmed, S., Puthean, G. (2018). Effect of additives on performance, combustion and emission behavior of preheated palm oil/diesel blends in DI diesel engine. *Renewable Energy*, 122, 196–205. doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.01.068>
- Bari, S., Hossain, S. N. (2019). Performance and emission analysis of a diesel engine running on palm oil diesel (POD). *Energy Procedia*, 160, 92–99. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.02.123>
- Rosha, P., Mohapatra, S. K., Mahla, S. K., Cho, H., Chauhan, B. S., Dhir, A. (2019). Effect of compression ratio on combustion, performance, and emission characteristics of compression ignition engine fueled with palm (B20) biodiesel blend. *Energy*, 178, 676–684. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.04.185>
- Ge, J. C., Yoon, S. K., Song, J. H. (2021). Comparative Evaluation on Combustion and Emission Characteristics of a Diesel Engine Fueled with Crude Palm Oil Blends. *Applied Sciences*, 11 (23), 11502. doi: <https://doi.org/10.3390/app112311502>
- Abdul-Wahhab, H. A., Al-Kayiem, H. H., A. Aziz, A. R., Nasif, M. S. (2017). Survey of invest fuel magnetization in developing internal combustion engine characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 79, 1392–1399. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.121>
- Espinosa, E. A. M., Rodríguez, R. P., Sierens, R., Verhelst, S. (2016). Emulsification of waste cooking oils and fatty acid distillates as diesel engine fuels: An attractive alternative. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, 9, 3–16. doi: <https://doi.org/10.5278/ijsepm.2016.9.2>
- Faris, A. S., Al-Naseri, S. K., Jamal, N., Isse, R., Abed, M., Fouad, Z. et al. (2012). Effects of Magnetic Field on Fuel Consumption and Exhaust Emissions in Two-Stroke Engine. *Energy Procedia*, 18, 327–338. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2012.05.044>
- Chen, C.-Y., Lee, W.-J., Mwangi, J. K., Wang, L.-C., Lu, J.-H. (2017). Impact of Magnetic Tube on Pollutant Emissions from the Diesel Engine. *Aerosol and Air Quality Research*, 17 (4), 1097–1104. doi: <https://doi.org/10.4209/aaqr.2016.11.0478>
- Golibrzuch, K., Digulla, F.-E., Bauke, S., Wackerbarth, H., Thiele, O., Berg, T. (2017). Optical sensor system for time-resolved quantification of methane densities in CH₄-fueled spark ignition engines. *Applied Optics*, 56 (22), 6049. doi: <https://doi.org/10.1364/ao.56.006049>
- Patel, P. M., Rathod, G. P., Patel, T. M. (2014). Effect of magnetic field on performance and emission of single cylinder four stroke diesel engine. *IOSR Journal of Engineering*, 4 (5), 28–34. doi: <https://doi.org/10.9790/3021-04552834>
- Kurji, H. J., Imran, M. S. (2018). Magnetic field effect on compression ignition engine performance. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13 (12), 3943–3949.

28. Perdana, D., Wardana, I. N. G., Yuliati, L., Hamidi, N. (2018). The role of fatty acid structure in various pure vegetable oils on flame characteristics and stability behavior for industrial furnace. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (8 (95)), 65–75. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.144243>
29. Gamayel, A., Mohammed, M. N., Al-Zubaidi, S., Yusuf, E. (2020). Effect of clove oil in droplet combustion of crude jatropha oil. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29 (5s), 1564–1571.
30. Wardana, I. N. G., Widodo, A., Wijayanti, W. (2018). Improving Vegetable Oil Properties by Transforming Fatty Acid Chain Length in Jatropha Oil and Coconut Oil Blends. *Energies*, 11 (2), 394. doi: <https://doi.org/10.3390/en11020394>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.268288

NUMERICAL ANALYSIS ON TEMPERATURE DISTRIBUTION AND MASS FRACTION OF AN EVACUATED TUBE USING PHASE-CHANGING (p. 84–90)

Ahmed Kareem Khudhair

Ministry of Higher Education and Scientific Research,
Baghdad, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5310-0257>

With the advancement of environmentally friendly power innovations and the utilization of phase changing materials in the upkeep of nuclear power, it was important to attempt to further develop the intensity move of stage evolving materials.

A 2D CFD recreation was performed to mimic the softening system of a phase Change material (PCM) which fills a round and hollow pit that incorporates warming sources. CFD model in light of the actual enthalpy equation was utilized to reenact the phase change of strong gallium and for the mathematical timing of the warming sources as per the working circumstances regarding the applied temperatures. Mathematical impact of warming sources, as well as limit conditions for heat move the attributes be analyzed exhaustively.

The Arrangement with balances upgrades heat move and further develops PCM liquefying time. The theory of heat spread in a fin is based on the fact that temperatures rise and fall with the length of the fin. Temperatures reach 316 K at a time of 300 seconds, which is 100 seconds less than when the fin is 7 mm shorter.

The best case for a fin length of 14 mm is the best case compared to the others.

Where has been utilized Fourfold warm blades encompass the intensity pipe in two lengths: 14 mm and 7 mm, with various thicknesses 1, 2, 3 mm and the estimation are mathematically assessed for a few explicit focuses situated inside the concentrated-on developments decide the impact of overhauling warming sources.

As a matter of fact, temperature development and fluid part work on highlights of the concentrated-on developments, which are round and hollow warming sources and finned warming hotspots for the applied temperature ($Th=40$ °C) the applied temperature.

Keyword: Evacuated tube, Fin dimensions, Liquefying time, Phase Change Materials, Blades.

References

1. Bouhal, T., ed-Din Fertahi, S., Kousksou, T., Jamil, A. (2018). CFD thermal energy storage enhancement of PCM filling a cylindrical cavity equipped with submerged heating sources. *Journal of Energy Storage*, 18, 360–370. doi: <https://doi.org/10.1016/j.est.2018.05.015>
2. Olfian, H., Ajarostaghi, S. S. M., Farhadi, M., Ramiar, A. (2021). Melting and solidification processes of phase change material in evacuated tube solar collector with U-shaped spirally corrugated tube. *Applied Thermal Engineering*, 182, 116149. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2020.116149>
3. Kabeel, A. E., Abdelgaied, M. (2018). Solar energy assisted desiccant air conditioning system with PCM as a thermal storage medium. *Renewable Energy*, 122, 632–642. doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.02.020>
4. Sansaniwal, S. K., Sharma, V., Mathur, J. (2018). Energy and exergy analyses of various typical solar energy applications: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 1576–1601. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.07.003>
5. Xu, F., Bian, Z. F., Ge, T. S., Dai, Y. J., Wang, C. H., Kawi, S. (2019). Analysis on solar energy powered cooling system based on desiccant coated heat exchanger using metal-organic framework. *Energy*, 177, 211–221. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.04.090>
6. Solano-Olivares, K., Romero, R. J., Santoyo, E., Herrera, I., Galindo-Luna, Y. R., Rodríguez-Martínez, A. et al. (2019). Life cycle assessment of a solar absorption air-conditioning system. *Journal of Cleaner Production*, 240, 118206. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118206>
7. Novaes Pires Leite, G. de, Weschenfelder, F., Araújo, A. M., Villa Ochoa, Á. A., Franca Prestrelo Neto, N. da, Kraj, A. (2019). An economic analysis of the integration between air-conditioning and solar photovoltaic systems. *Energy Conversion and Management*, 185, 836–849. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.02.037>
8. Rahman, S., Issa, S., Said, Z., El Haj Assad, M., Zadeh, R., Barani, Y. (2019). Performance enhancement of a solar powered air conditioning system using passive techniques and SWCNT /R-407c nano refrigerant. *Case Studies in Thermal Engineering*, 16, 100565. doi: <https://doi.org/10.1016/j.csite.2019.100565>
9. Jani, D. B., Mishra, M., Sahoo, P. K. (2018). A critical review on application of solar energy as renewable regeneration heat source in solid desiccant – vapor compression hybrid cooling system. *Journal of Building Engineering*, 18, 107–124. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2018.03.012>
10. Opoku, R., Mensah-Darkwa, K., Samed Muntaka, A. (2018). Techno-economic analysis of a hybrid solar PV-grid powered air-conditioner for daytime office use in hot humid climates – A case study in Kumasi city, Ghana. *Solar Energy*, 165, 65–74. doi: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.03.013>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.266987

IMPROVING THE EFFICIENCY OF DRYING *EISENIA FETIDA* BY USING A TECHNIQUE WITH INDUCED HEAT AND MASS TRANSFER (p. 91–98)

Nikolay Pogozhikh

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0835-4896>

Andrey Pak

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3140-3657>

Alina Pak

Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0311-9731>

Andrii Sychov

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9861-960X>

Tatiana Sychova

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9604-7847>

Maryna Sofronova

National Technical University

«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7052-4860>

This paper substantiates the need to rationalize the drying process of such a vermitechnology object as *Eisenia Fetida* worms to utilize them as feed for industrial animal husbandry and poultry farming. This will contribute to improving the energy efficiency of vermitechnology application in the production of agricultural products.

A technique of drying with the effect of induced heat and mass transfer has been adapted for raw materials with a low amount of dry substances, which is a homogenate of worms. Two adaptation techniques are proposed: drying the homogenate in a heat and mass exchange module with artificially created obturators; drying a mixture of homogenate with grain bran with the spontaneous formation of obturators from raw materials.

Studies of various homogenate drying techniques have established that the longest duration of dehydration is achieved by convective drying technique. This is 1.2 times larger compared to the conductive technique and 2 and 3 times larger than drying with the effect of induced heat and mass transfer depending on the technique of obturator formation. It has been established that the final moisture content of dried products is the smallest for techniques involving the effect of induced heat and mass transfer. It is in 2...3 times less compared to convective and conductive techniques.

Drying with the effect of induced heat and mass transfer of mixtures with the following mass ratio of the homogenate to grain bran was investigated: 1:1; 2:1; 3:1. It was established that for a sample with a ratio of 3:1, the nature of the kinetics of drying is different from the typical kinetics for the effect of induced heat and mass transfer. The consequence is an increase in the duration of dehydration compared to samples of 1:1 and 2:1 by 1.3 times.

The results can be used in agriculture, namely, industrial animal husbandry, poultry farming, and vermitechnology.

Keywords: effect of induced heat and mass transfer, *Eisenia Fetida* worms, thermostat obturator, drying of raw materials of animal origin, temperature kinetics.

References

- Samal, K., Raj Mohan, A., Chaudhary, N., Moulick, S. (2019). Application of vermitechnology in waste management: A review on mechanism and performance. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 7 (5), 103392. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103392>
- Mondal, A., Goswami, L., Hussain, N., Barman, S., Kalita, E., Bhattacharyya, P., Bhattacharya, S. S. (2020). Detoxification and eco-friendly recycling of brick kiln coal ash using *Eisenia fetida*: A clean approach through vermitechnology. *Chemosphere*, 244, 125470. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125470>
- Sahariah, B., Goswami, L., Kim, K.-H., Bhattacharyya, P., Bhattacharya, S. S. (2015). Metal remediation and biodegradation potential of earthworm species on municipal solid waste: A parallel analysis between *Metaphire posthuma* and *Eisenia fetida*. *Bioresource Technology*, 180, 230–236. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.12.062>
- Podolak, A., Kostecka, J., Mazur-Pączka, A., Garczyńska, M., Pączka, G., Szura, R. (2020). Life Cycle of the *Eisenia fetida* and *Dendrobaena veneta* Earthworms (Oligochaeta, Lumbricidae). *Journal of Ecological Engineering*, 21 (1), 40–45. doi: <https://doi.org/10.12911/22998993/113410>
- Iqbal M, J., Akbar M, W., Aftab, R., Younas, I., Jamil, U. (2019). Heat and mass transfer modeling for fruit drying: a review. *MOJ Food Processing & Technology*, 7 (3), 69–73. doi: <https://doi.org/10.15406/mojft.2019.07.00222>
- Calín-Sánchez, Á., Lipan, L., Cano-Lamadrid, M., Kharaghani, A., Masztalerz, K., Carbonell-Barrachina, Á. A., Figiel, A. (2020). Comparison of Traditional and Novel Drying Techniques and Its Effect on Quality of Fruits, Vegetables and Aromatic Herbs. *Foods*, 9 (9), 1261. doi: <https://doi.org/10.3390/foods9091261>
- Woo, M. W. (2019). Heat and mass transfer in drying of porous media. *Drying Technology*, 39 (4), 576–576. doi: <https://doi.org/10.1080/07373937.2019.1686518>
- Gao, W., Chen, F., Wang, X., Meng, Q. (2020). Recent advances in processing food powders by using superfine grinding techniques: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19 (4), 2222–2255. doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12580>
- Kumar, P., Mishra, H. N. (2004). Yoghurt Powder – A Review of Process Technology, Storage and Utilization. *Food and Bioprocess Processing*, 82 (2), 133–142. doi: <https://doi.org/10.1205/0960308041614918>
- Celeiro, Lamas, Arcas, Lores. (2019). Antioxidants Profiling of By-Products from Eucalyptus Greenboards Manufacture. *Antioxidants*, 8 (8), 263. doi: <https://doi.org/10.3390/antiox8080263>
- Kasabova, K., Zagorulko, A., Zahorulko, A. (2020). Development of a method for producing fruit berry paste and equipment for its implementation. *Technology Audit and Production Reserves*, 2 (3 (52)), 38–40. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.202291>
- Lehmann, S. E., Buchholz, M., Jongmsa, A., Innings, F., Heinrich, S. (2020). Modeling and Flowsheet Simulation of Vibrated Fluidized Bed Dryers. *Processes*, 9 (1), 52. doi: <https://doi.org/10.3390/pr9010052>
- Khanzharov, N. S., Abdizhapparova, B. T., Ospanov, B. O., Dosmanbetova, A. A., Baranenko, A. V., Kumisbekov, S. A., Serikuly, Z. (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*, 5 (431), 141–149. doi: <https://doi.org/10.32014/2018.2518-170x.20>
- Michalska-Ciechanowska, A., Majerska, J., Brzezowska, J., Wojdyło, A., Figiel, A. (2020). The Influence of Maltodextrin and Inulin on the Physico-Chemical Properties of Cranberry Juice Powders. *ChemEngineering*, 4 (1), 12. doi: <https://doi.org/10.3390/chemengineering4010012>
- Wang, Y., Selomulya, C. (2020). Spray drying strategy for encapsulation of bioactive peptide powders for food applications. *Advanced Powder Technology*, 31 (1), 409–415. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aapt.2019.10.034>
- Lv, W., Li, D., Lv, H., Jin, X., Han, Q., Su, D., Wang, Y. (2019). Recent development of microwave fluidization technology for drying of fresh fruits and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, 86, 59–67. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.047>
- Pogozhikh, M., Pak, A. (2017). The development of an artificial energetechnological process with the induced heat and mass transfer. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (8 (85)), 50–57. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.91748>
- Pogozhikh, M., Pak, A., Pak, A., Zherebkin, M. (2017). Technical implementation of the equipment using the process of induced heat and mass transfer. *ScienceRise*, 6 (35), 29–33. doi: <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2017.103600>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.267034**ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ВСТАНОВЛЕНОЇ ПОТУЖНОСТІ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ СТАНЦІЇ ДЛЯ ВОДОВІДЛИВУ ШАХТИ (с. 6–15)****С. В. Василюк, К. С. Василюк**

Об'єктом дослідження є головний водовідлив шахти. Зміни клімату стимулювали відмову від використання вугілля у багатьох країнах. В умовах масово закриття шахт виникає необхідність відкачування шахтних вод для уникнення підтоплень. Суттєвий водоприплив визначає велику вартість електроенергії, що споживається насосами. Запропоновано підвищити ефективності функціонування водовідливу шахти за рахунок впровадження розумної системи електропостачання з фотоелектричними генеруючими потужностями. В якості параметра оптимізації обрано відносне значення річного сальдо по оплаті за енергоспоживання. Встановлена потужність фотоелектричної станції оптимізується за критерієм наближення до нуля, з точністю до допустимого розузгодження, модуля параметра оптимізації. Зв'язок параметра оптимізації зі встановленою потужністю фотоелектричної станції представлено параболічною регресією. Параметри регресії оцінені для конкретної шахти за результатами однофакторного імітаційного експерименту, що проводився з використанням комп'ютерної моделі розумної системи електропостачання. Враховано випадковий характер природних, технічних та економічних чинників. Спираючись на інтервали прогнозування для регресії, оптимальна встановлена потужність фотоелектричної станції для обраної шахти оцінена величиною 3,164 МВт при потужності насосних агрегатів 1,732 МВт. Встановлено, що річна економія електроенергії для заданих умов досягає 3745 МВт-год. Обладнання системи електропостачання головного водовідливу фотоелектричною станцією оптимальної конфігурації дозволить знизити до декількох відсотків вартість спожитої електроенергії. Це дасть змогу уникнути фінансових витрат на підтримання балансу підземних вод, знизить імовірність підтоплень вугільних регіонів, що трансформуються.

Ключові слова: насосний агрегат, водовідлив, фотоелектричний модуль, встановлена потужність, критерій оптимізації.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.269106**РОЗРОБКА МОДЕЛІ ПОЄДНАННЯ СОНЯЧНИХ КОНЦЕНТРАТОРІВ І СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПОЛІВ (с. 16–25)****Ernst Kussul, Tetyana Baydyk, Masuma Mammadova, Jorge Luis Rodríguez**

Розроблено кілька прототипів сонячних концентраторів, які є компактними, легкими та недорогими. Як приклад сонячних концентраторів було обрано параболічні сонячні концентратори з плоскими дзеркалами, що апроксимують параболічну поверхню. Зелена енергетика дуже важлива в сучасному світі через глобальну зміну клімату, що викликав диспропорцію в екологічному балансі, темпи зростання населення, збільшення потреби в продуктах харчування та електроенергії на тлі скорочення орних земель. Вони є основними проблемами розвитку сільського господарства та забезпечення сталої продовольчої безпеки багатьох країн. У цій роботі як один із шляхів вирішення цих завдань досліджуються проблеми поєднання сільськогосподарських культур з агровольтаїкою на прикладі двох країн – Мексики та Азербайджану. Економіка обох країн заснована на видобутку нафти, рельєф та клімат мають багато спільних рис, які виражаються, зокрема, у достатку сонячної радіації, переважання гірських районів з віддаленими та важкодоступними населеними пунктами, які потребують створення автономної системи підтримки життєзабезпечення. Запропоновано методику оцінки впливу комбінації сонячних концентраторів спільно з деякими сільськогосподарськими культурами. Запропонована математична модель проста та застосовна для різних випадків поєднання сонячних концентраторів та сільськогосподарських полів. Основною проблемою пропонує сонячних концентраторів є автоматизація процесу збирання цих сонячних концентраторів. Запропоновано два методи складання: за допомогою параболічного правила та за допомогою робота-маніпулятора зі стереоскопічною системою зору. Обидва способи описані у цій статті. Моделювання цих процесів здійснювалося з допомогою програмного забезпечення SolidWorks.

Ключові слова: сільськогосподарські культури, математична модель, сонячний концентратор, плоскі трикутні дзеркала, збирання.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.268618**РОЗРОБКА МОДЕЛІ ОГОРОДЖУВАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ З ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧИМ МАТЕРІАЛОМ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДУ З УРАХУВАННЯМ ПРОЦЕСУ АКУМУЛЮВАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ (с. 26–37)****Ruslan Kudabayev, Nursultan Mizamov, Nurlan Zhangabay, Ulanbator Suleimenov, A. O. Костіков, А. Л. Воронцова, Svetlana Baganova, Altynsary Umbataliyev, Elmira Kalshabekova, Zhumadilla Aldiyarov**

Запропоновано математичну модель та методику розрахунку теплового стану огороджувальної конструкції будівлі, у складі якої є енергоактивна панель, що акумулює сонячне випромінювання за рахунок фазового переходу теплоакуючого матеріалу. В основі математичної моделі лежить двомірне нестационарне нелінійне рівняння теплопровідності, що описує процес теплопередачі в несучому шарі огороджувальної конструкції та енергоактивної панелі. У модель також входять рівняння, що описують променистий теплообмін між непрозорими та напівпрозорими тілами. Для коректного опису сонячної інсоляції застосована модель ASHRAE 2009 спільно з урахуванням добової зміни положення Сонця на небосхилі.

Для вирішення системи рівнянь, що становлять математичну модель, розроблено ітераційну процедуру, яка полягає в поперемінному рішенні на кожному тимчасовому кроці двовимірного рівняння теплопровідності та набору рівнянь алгебри конвективного та променистого теплообміну.

У результаті дослідження було встановлено, що кількість акумульованої енергії в теплоакуючому матеріалі фазового переходу за світлий час доби суттєво збільшується від 15 до 35 %. У темний час доби температура поверхні теплоакуючого елемента

в конструкціях з використанням матеріалу з фазовим переходом більша, ніж у разі акумулювання тепла тільки в несучому шарі. В результаті цього вдається відібрати від 70 до 120 % більше накопиченого тепла, а наявність високотеплопровідних перегородок у теплоакумулюючому матеріалі з фазовим переходом сприяє збільшенню тепла акумульованого та корисного тепла.

Ключові слова: захищаюча конструкція, акумулювання сонячної енергії, теплоакумулюючий матеріал, моделювання теплових процесів, фазовий перехід.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.268026

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ НАГРІВУ ВОДИ ДЛЯ ПОБУТОВИХ ПОТРЕБ В КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ БАГДАДУ (с. 38–47)

Osam H. Attia, Sanaa T. Al-Musawi, Naseer A. Mousa, Hussein A. Mahmood, Nor Mariah Adam

Метою даного дослідження є оцінка ефективності системи нагріву води для побутових потреб житлових районів у кліматичних умовах Багдаду для заміни електричних водонагрівачів на сонячні з використанням сонячних колекторів. Багато країн, таких як Ірак, приділяють мало уваги проблемам електропостачання, отримуючи при цьому дуже високу сонячну інсоляцію. Сонячна енергія є екологічно чистим, невичерпним і недорогим джерелом енергії, що може бути використана зокрема у житлових районах, де утворюється великий відсоток споживання енергії за рахунок заміни електричного нагріву води сонячним нагріванням для зниження споживання електроенергії. Тому для експериментальних досліджень у кліматичних умовах Багдаду використано шість плоских сонячних колекторів з площею поглинання 1,92×0,85 м з одним скляним покриттям товщиною 4 мм. Випробування колектора були проведені в ustalених режимах, при яких передбачалося, що інтенсивність сонячного світла, температура навколишнього середовища і різниця температур на вході та виході в кожному колекторі системи були постійними протягом усього періоду роботи. Згідно з результатами експериментів, протягом випробувальних місяців листопад, грудень, січень та лютий зважена за часом експериментальна середньодобова ефективність колекторної системи знаходиться в межах від 40 % до 60 %. Приріст енергії та продуктивність системи сонячних колекторів досягають пікового значення у сонячний полудень. Також, плоский сонячний колектор дозволяє легко досягати відносно високих рівнів температури води 70 °С у зимовий сезон. Крім того, використання сонячної системи гарячого водопостачання в якості водонагрівача в кліматичних умовах Багдаду шляхом заміни електричних водонагрівачів забезпечує економію споживаної енергії.

Ключові слова: гаряча вода для побутових потреб, плоский сонячний колектор, сонячна енергія, енергоспоживання, Багдад.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.268975

ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВУ КІЛЬКОСТІ ЛОПАТОК І ВІДСТАНІ МІЖ ЛОПАТКАМИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСОСУ TESLA (с. 48–54)

Mohammed Wahhab Kadhim, Mokdad Hayawi Rahman

Основний принцип насоса Тесла полягає у збільшенні дотичних напруг в результаті обертання лопатей насоса і, таким чином, збільшення кінетичної енергії рідини для формування масового потоку. Типів механічних насосів багато, та способи їх використання широкі. Протягом багатьох років вчені вносили свій внесок у розробку типів насосів, щоб досягти максимальної ефективності насоса. Енергія обертання може бути перетворена в масовий витрата рідини, що перекачується. Оскільки насос Тесла є одним з типів, який дає широке уявлення про механіку рідини, де в'язкість і напруга зсуву рідини полягають у русі частинок рідини та утворенні відцентрової сили, що дає активний потік рідини. рідина. Насос Тесла – один з примітивних насосів, який можна модифікувати, для вивчення в цьому дослідженні і дізнатися кількість ребер, що використовуються, і оптимальну відстань між ними для отримання найкращого механічного ККД насоса. Там, де насос Тесла був спроектований з регульованими ребрами, для порівняння було взято 3, 6 і 11 ребер, а відстань між ребрами було зменшено з 10 мм до 5 мм зі зміною на 2,5 мм, де можна подивитися зміни, що відбуваються на насосі. Результати показали, що значення ребер збільшує швидкість потоку рідини, оскільки найкращий випадок був на ребрах номер 11 де швидкість потоку досягала 13 м/с. Що стосується зміни відстані, то це зворотна залежність, так як мала відстань між ребрами перешкоджає руху потоку рідини і тим самим знижує величину потоку. У разі коли число лопаток турбіни дорівнює 11, дотичні напруги досягають 401 Па, що є кращим випадком в порівнянні з іншими випадками. Механічне рух води значно збільшився.

Ключові слова: турбіна Тесла, відкритий потік, число лопатей, відстань між лопатками, зсув стінки.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.268516

РОЗРОБКА НЕТРАДИЦІЙНОГО СПОСОБУ КЕРУВАННЯ СТРУКТУРОЮ ВИХІДНОГО ПОТОКУ ВИХРОВОЇ КАМЕРИ (с. 55–64)

В. М. Турик, В. О. Кочін, В. В. Мороз, Д. Є. Мілюков

Розроблено спосіб використання когерентних вихрових утворень тупикової зони вихрової камери торцевого типу як керувального фактору впливу на структуру і характеристики вихідного потоку. Досліджено кінематичні параметри течії щодо камер з видовженою і гранично короткою тупиковими частинами в діапазоні чисел Рейнольдса за параметрами сопла $Re=47080-86530$. Реакцію структури потоків у вихідних перерізах вихрових камер визначено експериментально за допомогою термоанемометрії. Отримано профілі усереднених за часом трансверсальної та осьової проекції швидкості, а також відповідних величин відносної інтенсивності пульсацій швидкості. Виявлено, що при $Re=86530$ видовження тупикової частини камери призводить до зменшення у вихідному перерізі трансверсальної складової на 15 % при збільшенні осьової складової на 19,7 %, а при $Re=47080$ – до зменшення трансверсальної складової на 21 % при збільшенні осьової складової на 8,5 %. Це свідчить про перерозподіл кінетичної енергії від трансверсального руху до осьового, що підтверджує аналіз відповідних профілів інтенсивності пульсацій швидкості у вихідному перерізі камери в пристінній та приосьовій зонах течії. Інтегральна інтенсивність пульсацій швидкості за вихідним перерізом порівнянних конструкцій камер зростає в камері з видовженою тупиковою частиною практично без додаткових енергетичних втрат. Отримані результати складають основу раціонального методу керування макро- і мікроструктурою потоків, що визначає ефективність масообмінних

і теплообмінних процесів у вихрових камерах торцевого типу. Такі конструкції характерні для вихрових змішувачів, палинкових пристроїв промислових печей, топкових пристроїв водогрійних і парових котлів та іншого технологічного і енергетичного устаткування.

Ключові слова: вихрова камера, термоанемометр, керування, вихрова структура, профіль швидкості, інтенсивність пульсацій.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.267891

ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ІЗОТЕРМІЧНОЇ ТЕЧІЇ ТА СУМІШОУТВОРЕННЯ У МІКРОФАКЕЛЬНИХ ПАЛЬНИКАХ З ТРИРЯДНОЮ СТРУМЕНЕВОЮ ПОДАЧЕЮ ПАЛИВА (с. 65–72)

Н. М. Фіалко, Н. О. Меранова, Ю. В. Шеренковський, С. А. Альошко, М. З. Абдулін, В. П. Бабак, В. М. Коржик, В. М. Желих, Р. В. Дінжос, В. Ю. Хаскін

Об'єктом досліджень є аеродинаміка та сумішоутворення палива та окиснювача у пальниках стабілізаторного типу з трирядною системою паливних струменів, орієнтованих на експлуатацію при коефіцієнтах надлишку повітря 1,1...1,5. Дослідження проведено на основі CFD моделювання з використанням RANS (Reynolds Averaged Navier-Stokes) підходу.

Виконано аналіз основних закономірностей протікання зазначених процесів у мікрофакельних пальниках, що пропонуються. При цьому особливу увагу приділено розгляду характеристик течії та сумішоутворення у закормовій області стабілізатора полум'я, де формуються вихрові структури, що відповідають за стабілізацію факелу.

Досліджено закономірності впливу на течію і сумішоутворення в пропонованих палинкових пристроях таких факторів, як номер ряду N_R струменевої подачі палива, відносний крок S/d розташування газоподавальних отворів і коефіцієнт надлишку повітря α . Встановлено наявність помітних відмінностей у структурі течії та сумішоутворення в пальниках при паливоподачі в різні ряди газоподавальних отворів. Показано, що аеродинаміка і картина змішування палива і окиснювача зазнають суттєвих змін при варіюванні величини S/d .

Для розглянутих палинкових пристроїв визначено раціональні конструктивні параметри системи подачі палива, при яких забезпечуються сприятливі умови сумішоутворення в області стабілізації полум'я. Зокрема показано, що раціональні значення S/d становлять 5,4; 5,6 і 5,8 відповідно для першої, другої і третьої секції паливоподачі.

Отримані результати можуть широко використовуватися в енергетичній практиці для об'єктів, що експлуатуються за умов змінних значень коефіцієнта надлишку повітря.

Ключові слова: мікрофакельні пальники, структура течії, сумішоутворення палива та окиснювача, струменева паливоподача.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.267282

ВПЛИВ РІЗНИХ ПІДГРІВІВ І НАПРЯМКІВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОРІННЯ КРАПЕЛЬ ПАЛЬМОВОЇ ОЛІЇ ПРИ СПАЛЮВАННІ КОТЛІВ У СИСТЕМІ ЕНЕРГЕТИКИ (с. 73–83)

Dony Perdana, Mochammad Hatta, Mochammad Khoirul Rosidin, Muhamad Hanifudin

Проведено дослідження впливу різного попереднього нагріву та напрямку магнітного поля на характеристики полум'я крапельного горіння. Це дослідження важливе для заміни викопного палива олією, яка є екологічно чистою. Варіації магнітного поля: південь-південь полюс, північ-північ полюс, південь-північний полюс, північ-південь полюс і без. Крапля пальмової олії поміщається на термопару типу К між двома магнітними стрижнями. Високошвидкісна фронтальна камера зі швидкістю 120 кадрів за секунду зафіксувала полум'я від початку до його згасання. Дослідник з'ясував вплив різного попереднього нагрівання пальмової олії на магнітні характеристики та поведінку полум'я. Напрямок магнітного поля північ-південь мав вищу напруженість магнітного поля, що призводило до збільшення горіння крапель, що призводило до ширшого полум'я, але меншою і стабільнішою висотою порівняно з іншими напрямками магнітного поля. На швидкість згорання впливала напруженість магнітного поля, яка призводила до витрати O_2 , тому швидкість згорання відбувалася швидко, тому що між O_2 та молекулами палива легко реагували і були більш займистими. Сила магнітного поля збільшувала концентрацію кисню та молекули палива навколо зони реакції, викликаючи коротке горіння, у результаті час затримки зменшувалося, але температура полум'я збільшувалася. Стабільність, форма, температура, висота, час затримки та тривалість горіння були дуже важливими для розробки ефективного виробництва тепла з додаванням магнітного поля. Це дослідження дає уявлення про вплив напрямку магнітного поля у напруженості магнітного поля на характеристики горіння крапель для спалювання котла у системі виробництва електроенергії.

Ключові слова: магнітне поле, пальмова олія, горіння крапель, характеристики полум'я, стійкість полум'я.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.268288

ЧИСЕЛЬНИЙ АНАЛІЗ РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУРИ І МАСОВОЇ ДОЛІ ВАКУУМНОЇ ТРУБИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗМІНИ ФАЗ (с. 84–90)

Ahmed Kareem Khudhair

З просуванням екологічно чистих енергетичних інновацій та використанням матеріалів із фазовим переходом в обслуговуванні ядерної енергетики важливо було спробувати й надалі розвивати інтенсивність руху матеріалів, що еволюціонують на стадії.

Відтворення 2D CFD було виконано для імітації системи пом'якшення матеріалу з фазовим переходом, який заповнює круглу та порожнисту яму, яка включає джерела нагріву. Модель CFD у світлі фактичного рівняння ентальпії використовувалася для відтворення фазового переходу сильного галію та для математичного розрахунку часу джерел нагріву відповідно до робочих умов щодо застосовуваних температур. Математичне вплив джерел потепління, і навіть граничні умови для теплопередачі атрибути підлягають вичерпному аналізу.

Пристрій з противагами покращує теплопередачу та додатково збільшує час розрідження матеріалів з фазовим переходом. Теорія поширення тепла в ребрі заснована на тому факті, що температура підвищується та знижується залежно від довжини ребра. Температура досягає 316 K за час 300 секунд, що на 100 секунд менше, ніж коли плавець коротше на 7 мм.

Найкращий випадок для ребра довжиною 14 мм — найкращий випадок порівняно з рештою, де були використані чотириразові теплі леза охоплюють трубу інтенсивності двох довжин: 14 мм і 7 мм з різною товщиною 1, 2, 3 мм, і оцінка математично оцінюється для кількох явних фокусів, розташованих усередині зосереджених розробок, що визначають наслідки капітального ремонту джерел тепла.

По суті, температурний розвиток та рідинна частина працюють на основні моменти зосереджених розробок, які являють собою круглі та порожнисті джерела нагріву та оребрені гарячі точки нагріву для доданої температури ($T_h=40$ °C) доданої температури.

Ключові слова: вакуумна труба, розміри ребра, час розрідження, матеріали з фазовим переходом, лопаті.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.266987

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУШІННЯ *EISENIA FETIDA* ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ СПОСОБУ З ІНДУКОВАНИМ ТЕПЛОМАСООБМІНОМ (с. 91–98)

М. І. Погожих, А. О. Пак, А. В. Пак, А. І. Сичов, Т. О. Сичова, М. С. Софронова

Обґрунтовано необхідність раціоналізації процесу сушіння такого об'єкту вермітехнології, як черв'яки *Eisenia Fetida*, для виробництва із них корму для промислового тваринництва та птахівництва. Це сприятиме підвищенню енергоефективності застосування вермітехнології при виробництві сільськогосподарської продукції.

Адаптовано спосіб сушіння з ефектом індукованого тепломасообміну під сировину з низькою кількістю сухих речовин, якою є гомогенат із черв'яків. Запропоновано два способи адаптації: сушіння гомогенату в тепломасообмінному модулі зі штучно створеними обтюрами; сушіння суміші гомогенату із зерновими висівками за самочинного утворення обтюрок із сировини.

Дослідженнями різних способів сушіння гомогенату, встановлено, що найбільша тривалість зневоднення досягається за конвективного способу сушіння. Це в 1,2 рази більше порівняно з кондуктивним способом та в 2 та 3 рази більше, ніж за сушіння з ефектом індукованого тепломасообміну в залежності від способу утворення обтюрок. Встановлено, кінцевий вологовміст сушеної продукції найменший для способів з використанням ефекту індукованого тепломасообміну. Він складає у 2...3 рази менше значення порівняно з конвективним та кондуктивним способами.

Досліджено сушіння з ефектом індукованого тепломасообміну сумішей із масовим співвідношенням між гомогенатом та зерновими висівками: 1:1; 2:1; 3:1. Встановлено, для зразка із співвідношенням 3:1 характер кінетики сушіння відрізняється від типової кінетики для ефекту індукованого тепломасообміну. Наслідком цього є збільшення тривалості зневоднення порівняно зі зразками 1:1 та 2:1 в 1.3 рази.

Результати можуть бути використані в сільському господарстві, а саме, промислового тваринництва, птахівництва та вермітехнології.

Ключові слова: ефект індукованого тепломасообміну, черв'яки *Eisenia Fetida*, обтюрок термостата, сушіння сировини тваринного походження, кінетика температури.