



MECHANICAL ENGINEERING TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.265815

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL OF THE OPERATION OF THE SWAB GENERATOR VALVE

pages 6–10

Victoriia Rubel, PhD, Associate Professor, Department of Oil and Gas Engineering and Technology, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine, e-mail: veca.rubel@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6053-9337>

Vyacheslav Rubel, Postgraduate Student, Department of Oil and Gas Engineering and Technology, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5418-5595>

Jan Ziaja, Doctor of Technical Science, Head of Department of Drilling and Geoengineering, AGH University of Science and Technology in Krakow, Poland, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4915-5121>

Roman Yaremiychuk, Doctor of Technical Science, Senior Lecturer, Department of Oil and Gas Engineering and Technology, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9041-6576>

The object of research in the work is a mathematical model of the operation of a hydrodynamic well generator of the spring-valve type. The existing problem lies in the fact that vibrating wave swabbing differs from known methods of vibrating wave influence on the near-breakout zone of the formation in its ease of execution and, as a result, a much smaller range of equipment. At the same time, its effectiveness should not be inferior to known methods because the treatment of the formation is carried out by elastic low-frequency pressure fluctuations against the background of depression on the formation. Since the swab generator valve is, in fact, a hydrodynamic well generator (HWG) of the spring-valve type, the processes of pressure fluctuations in the considered devices will be similar. However, because of the review of HWG designs, the presence of a mathematical model describing the operation of rotor-type devices, and not valve type, was revealed. Despite the fact that the mathematical model takes into account all the main factors that determine the process of the HWG piston movement, this model cannot be used to describe the operation process of the swab generator valve. Due to the absence of a pulsating flow created at the wellhead by pumping units. Taking this fact into account, as well as taking into account the compressibility of the liquid passing through the valve, a new mathematical model was developed. It describes both the process of operation of a spring-valve type HWG operating in a well on pump-compressor pipes, and the operation of a swab

generator valve that is lowered into a well on a rope. Thanks to this, it is possible to obtain the parameters of the oscillating system: geometric dimensions, inertial mass of moving parts, stiffness of the spring, coefficient of viscous friction between the piston and the valve body, as well as parameters of the working fluid: pressure, flow and its rheological properties. In comparison with the similarly known technology of vibration wave impact on a formation with known HWG, it provides such advantages as a higher speed of movement and frequency of oscillations of the moving end of the spring from the identified essential parameters of the oscillating system and the working fluid of the spring (100–1000 N/mm), consumption of working liquid (10–130 m³/h), valve opening pressure (1–7 MPa). This will make it possible to calculate a helical cylindrical compression spring made of round steel for its operation in the valve of the swab generator without collision of turns.

Keywords: hydrodynamic well generator, mathematical model, spring deformation, valve opening pressure, spring stiffness.

References

1. Akulshyn, O. O., Shtaiden, B. B., Nemyrovska, L. V. (2008). Tekhnolohiia hidroimpulsno-reahentnoho vplyvu dlia stymulatsii roboty sverdlodyn. *Naftova i hazova promyslovist*, 3, 36–37.
2. Kvietyni, R. N. (2001). *Metody komp'uternykh obchyslen*. Vinnytsia: VDTU, 148.
3. Branovytska, S. V., Medvediev, R. B., Fialkov, Yu. Ya. (2004). *Obchysluvalna matematyka ta prohramuvannia*. Kyiv: IVTs Vydavnytstvo «Politekhnik», 220.
4. Krylyk, L. V., Bohach, I. V., Prokopova, M. O. (2013). *Obchysluvalna matematyka. Interpoliatsiia ta aproksymatsiia tablychnykh danykh*. Vinnytsia: VNTU, 111.
5. Kolesnytskyi, O. K., Arseniuk, I. R., Mesiura, V. I. (2017). *Chyselni metody*. Vinnytsia: VNTU, 130.
6. Romatschke, P., Romatschke, U. (2019). *Relativistic fluid dynamics in and out of equilibrium*. Cambridge Monographs on Mathematical Physics. Cambridge University Press. doi: <https://doi.org/10.1017/9781108651998>
7. Gee, R., Hanley, C., Hussain, R., Canuel, L., Martinez, J. (2015). Axial oscillation tools vs. lateral vibration tools for friction reduction – what's the best way to shake the pipe? *Proceedings of the SPE/IADC Drilling Conference and Exhibition. Society of Petroleum Engineers*. London. doi: <https://doi.org/10.2118/173024-ms>
8. Cheng, X., Meng, B., Han, M., Chen, H., Zhang, H. (2015). A high-efficiency transparent electrification-based generator for harvesting droplet energy. *2015 Transducers-2015 18th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (TRANSDUCERS)*, 62–65. doi: <https://doi.org/10.1109/transducers.2015.7180861>
9. Li, B. (2014). Development and pilot test of hydro-oscillator. *Petroleum Drilling Techniques*, 42 (1), 111–113.
10. Guan, Z., Zhang, H., Zhang, W., Liu, Y., Liang, D. (2014). Equipment and technique for improving penetration rate by the transformation of drill string vibration to hydraulic pulsating jet. *Petroleum Exploration and Development*, 41 (5), 678–683. doi: [https://doi.org/10.1016/s1876-3804\(14\)60081-1](https://doi.org/10.1016/s1876-3804(14)60081-1)

MATERIALS SCIENCE

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.266411

RELIABILITY PREDICTION OF COMPOSITE MATERIALS WITH RANDOM ELASTIC INCLUSIONS

pages 11–17

Roman Kvit, PhD, Associate Professor, Department of Mathematics, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, e-mail: roman.i.kvit@lpnu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2232-8678>

The object of the research is the construction of an algorithm that allows finding a number of strength (failure loading) statistical characteristics of a composite material plate under the conditions of a complex stress state. The relationships that determine the most probable value, mean value, dispersion and coefficient of variation of strength for an elastic homogeneous plate in which elliptical inclusions of another elastic material are uniformly distributed are written. Inclusions do not interact with each other and their geometric parameters are statistically independent random variables whose distribution laws are written for certain physical reasons.

The combination of the known deterministic solution of the composite materials failure theory and probabilistic statistical methods that take into account the randomness of the material structure makes it possible to study the failure of composite materials taking into account the stochasticity of their structure.

The main content of this article is the construction and analysis of the strength statistical characteristics algorithm of two-component lamellar composite materials. The mechanism of composite plate's failure initiation in the inclusion is considered. The recorded relationships make it possible to calculate the most probable value, mean value, dispersion and coefficient of variation of strength and to investigate their dependence on the type of applied loading, structural heterogeneity of the composite and its dimensions (number of inclusions).

The obtained results allow effective assessment of the reliability of stochastically defective two-component composite structural materials under complex stress conditions. This is due to the fact that the combined consideration of defectiveness and randomness in the composite material structure as interconnected, inseparable phenomena open new opportunities for researching of the strength problem and failure of composite materials under various types of applied loading.

Keywords: elastic inclusions, composite materials failure, distribution function, statistical characteristics of strength, stochasticity of the structure.

References

- Chen, N.-Z., Guedes Soares, C. (2011). Ultimate strength and reliability of composite material structures. *Marine Technology and Engineering*. London: Taylor & Francis Group, 817–840.
- Kolios, A. J., Proia, S. (2012). Evaluation of the Reliability Performance of Failure Criteria for Composite Structures. *World Journal of Mechanics*, 02 (03), 162–170. doi: <https://doi.org/10.4236/wjm.2012.23019>
- Rypl, R., Chudoba, R., Scholzen, A., Vořechovský, M. (2013). Brittle matrix composites with heterogeneous reinforcement: Multi-scale model of a crack bridge with rigid matrix. *Composites Science and Technology*, 89, 98–109. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2013.09.014>
- Wang, F., Ding, J., Chen, Z. (2014). Statistical Analysis of the Progressive Failure Behavior for Fiber-Reinforced Polymer Composites under Tensile Loading. *Polymers*, 6 (1), 145–159. doi: <https://doi.org/10.3390/polym6010145>
- Liang, H., Li, S., Lu, Y., Yang, T. (2018). Reliability Study on FRP Composites Exposed to Wet-Dry Cycles. *Applied Sciences*, 8 (6), 892. doi: <https://doi.org/10.3390/app8060892>
- Naresh, K., Shankar, K., Velmurugan, R. (2018). Reliability analysis of tensile strengths using Weibull distribution in glass/epoxy and carbon/epoxy composites. *Composites Part B: Engineering*, 133, 129–144. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2017.09.002>
- Zhi, J., Tay, T.-E. (2020). Interrogating failure mechanisms of notched composites through a discrete crack modeling approach. *Composites Science and Technology*, 196, 108203. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2020.108203>
- Leong, K. H., Zhi, J., Lee, H. P., Tan, V. B. C., Tay, T. E. (2022). Adaptive multi-fidelity (AMF) modelling of progressive damage in notched composite laminates. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 154, 106790. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2021.106790>
- Rakesh, P., More, A., Kumar, M., Muthu, N. (2022). Probabilistic failure prediction in a double composite cantilever beam with single and double source uncertainty. *Composite Structures*, 279, 114870. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2021.114870>
- Tan, W., Martínez-Pañeda, E. (2022). Phase field fracture predictions of microscopic bridging behaviour of composite materials. *Composite Structures*, 286, 115242. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2022.115242>
- Hardiman, N. J. (1954). Elliptic elastic inclusion in an infinite elastic plate. *The Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics*, 7 (2), 226–230. doi: <https://doi.org/10.1093/qjmam/7.2.226>
- Kvit, R. I. (2008). Statystychni kharakterystyky mitsnosti kompozytnykh materialiv za skladnoho napruzhenoho stanu. *Visnyk Natsional'noho universytetu «Lviv'ska politekhnika». Fizyko-matematychni nauky*, 625, 59–64.
- Baitsar, R., Kvit, R., Malyar, A. (2019). Statistical prediction of the reliability of composite materials with dispersive inclusions. *ScienceRise*, 2–3, 49–55. doi: <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2019.160880>
- Cherepanov, G. P. (1983). *Mekhanika razrusheniya kompozitsionnykh materialov*. Nauka, 296.
- Vitvitskiy, P. M., Popina, S. Yu. (1980). *Prochnost' i kriterii khrupkogo razrusheniya stokhasticheski defektnykh tel*. Kyiv: Naukova dumka, 186.
- Pisarenko, G. S., Yakovlev, A. P., Matveyev, V. V.; Pisarenko, G. S. (Ed.) (1988). *Spravochnik po soprotivleniyu materialov*. Ed. 2. Kyiv: Naukova dumka, 736.
- Kvit, R. (2018). Strength statistical characteristics of the isotropic materials with disc-shaped defects. *Journal of Applied Mathematics and Computational Mechanics*, 17 (4), 25–34. doi: <https://doi.org/10.17512/jamcm.2018.4.04>
- Kvit, R. (2022). Development of the strength statistical characteristics of materials, which takes into account the features of their brittle fracture. *Technology Audit and Production Reserves*, 2 (1 (64)), 17–23. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.256569>
- Gromov, G. V. (1975). Masshtabnyy effekt i statisticheskaya prochnost' materialov pri odnoosnom nagruzhennii. *Voprosy nadezhnosti, dolgovechnosti i vosstanovleniya aviatsionnoy tekhniki*, 2, 78–85.
- Freydental', A. M. (1975). Statisticheskiy podkhod k khrupkomu razrusheniyu. *Razrusheniye*, 2, 616–645.

ELECTRICAL ENGINEERING AND INDUSTRIAL ELECTRONICS

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.267770

DESIGN PRINCIPLES OF DIGITAL-TO-ANALOG CONVERSION IN INFORMATION TRANSFORMATION

pages 18–21

Ferid Agayev, PhD, Associate Professor, Head of the Faculty of Information Technology and Control, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5435-8719>

Javid Karimov, Postgraduate Student, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan, e-mail: jafar_kerim@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9399-3464>

Almaz Mehdiyeva, PhD, Associate Professor, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3962-3980>

Sevinj Guliyeva, Assistant Professor, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8128-1347>

The object of study is digital-to-analog converter (DAC). The meaning of DAC, their design and control of various types of switches, as well as some logic elements that can act as a switch, as well as the principles of DAC operation based on various series, microcircuits were considered. The resistance of a 4-bit DAC circuit was calculated and, accordingly, the change in the output voltage when applying the corresponding combined input voltage was studied, and a timing diagram was accordingly developed. Using 1-state and toggle physical switches, schematics are established and side effects are learned. Ladder circuit established using R–2R type dividers as voltage dividers. The object of the research is to find and learn the most technologically advantageous concept in order to provide good communication between all equipments by transferring information from digital to analog in the industrial field as well as in other areas where automation is used. One of the biggest challenges in this research is to determine the smallest binary values. Before the use of electronic logic elements such as counters, bistable physical switches were used to create a break or connect state in the circuit, which caused additional energy and time loss or abrasion because of large voltages occur across the switches. The biggest issue was that when manufacturing integrated digital-to-analog converters, producing the right resistors with very different values is really difficult. As a result of this research, it is seen that the

use of physical switches is unnecessary as a demand of today's modern technology, and integrated microcircuits are good to replace them. The programming of digital-to-analog converters on programmable hardware devices such as Arduino and Raspberry Pi were mentioned. If to predict the near future, digital-to-analog transmission will be realized only by only using logic elements, and this will change both their energy efficiency and size for the better.

Keywords: digital-to-analog converter, analog transmission, digital transmission, measurement result, microcircuit.

References

1. Tietze, U., Schenk, C., Gamm, E. (2008). *Electronic Circuits*. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-78655-9>
2. Pashayev, A. M., Hasanov, A. R., Iskandarov, I. A., Abdurahimov, F. A. (2014). *Fundamentals of electronic devices 3 (Digital devices)*. Baku: Editorial office «Maarif», 328.
3. Rustamova, D. F., Mehdiyeva, A. M. (2021). Features of Digital Processing of Non-stationary Processes in Measurement and Control. *Lecture Notes in Networks and Systems*. Cham: Springer, 592–598. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-77448-6_58
4. Wang, Guo, Zhou, Wu, Luan, Liu, Ding, Wu, Liu. (2019). A 3GS/s 12-bit Current-Steering Digital-to-Analog Converter (DAC) in 55 nm CMOS Technology. *Electronics*, 8 (4), 464. doi: <https://doi.org/10.3390/electronics8040464>
5. Majidov, S. (2012). *Electronics 2*. Baku: Editorial office «Elm», 198.
6. Agayev, F. H., Mehdiyeva, A. M. (2017). *Corrective filtering in electrical signal conversion and digital processing*. Baku: Azernashr, 168.
7. *Digital-to-Analog and Analog-to-Digital Converters*. Available at: https://www.ee.iitb.ac.in/~sequel/ee101/mc_dac_1.pdf
8. Humbatov, R. T. (2002). *Electronics II*. Baku: Editorial office «Maarif», 284.
9. Scherz, P., Monk, S. (2000). *Practical Electronics for Inventors*. MC Graw Hill, 1056. Available at: <http://instrumentacion.qi.fcen.uba.ar/libro/Scherz.pdf>
10. Horowitz, P., Hill, W. (2015). *The Art of Electronics*. New York: Cambridge University Press, 1224.
11. *R-2R DAC. Electronics-tutorials*. Available at: <https://www.electronics-tutorials.ws/combination/r-2r-dac.html>
12. Maini, A. K. (2007). *Digital Electronics Principles, Devices and Applications*. Wiley, 741. Available at: <https://www.shahuacollegelatur.org.in/Department/Studymaterial/sci/it/BCA/FY/digielec.pdf>
13. Bryant, J., Kester, W. *Analog-Digital Conversion*. Fundamentals of sampled data systems, 120. Available at: <https://www.analog.com/media/en/training-seminars/design-handbooks/Data-Conversion-Handbook/Chapter2.pdf>

TECHNOLOGY AND SYSTEM OF POWER SUPPLY

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.265868

ANALYSIS OF THE OPERATION OF MARINE DIESEL ENGINES WHEN USING ENGINE OILS WITH DIFFERENT STRUCTURAL CHARACTERISTICS

pages 22–32

Tymur Stoliaryk, Postgraduate Student, Department of Ship Power Plant, National University «Odessa Maritime Academy», Odessa, Ukraine, e-mail: tymir@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2922-9728>

The object of research is the process of lubrication of marine trunk diesel engines. The subject of research is marine diesel engine oils, which provide lubrication, cooling and separation of friction surfaces.

The analysis of the operation of marine diesel engines using motor oils with different structural characteristics is carried out. The studies are carried out on Yanmar 6EY18AL diesel engines of a Multipurpose Vessel class ship with deadweight of 27540 tons. The objective of research is to determine the effect of the structural characteristics of the oil layer (contact angle and thickness) on the performance

parameters of a marine diesel engine and the performance characteristics of the oil used in its circulating lubrication system. At the same time, the compression pressure, the concentration of nitrogen oxides in the exhaust gases, and the temperature of the exhaust gases after the cylinder are considered as the operating parameters of the diesel engine; as performance characteristics of the oil – its Base Number, as well as its Wear and Contaminant Elements. The studies are carried out on two diesel engines of the same type, in the circulating lubrication system of which oils with different structural characteristics were used. Structural characteristics of the oil layer were determined by ellipsometry. The operational characteristics of the diesel engine – using the Doctor diagnostic system. Oil performance – by spectrographic analysis. It has been established that an increase in the contact angles of wetting and the thickness of the oil layer improves the heat and power and environmental performance of a diesel engine. At the same time (for the period of operation of diesel engines 500–1000 hours), the decrease in compression pressure in the cylinder slows down, the temperature of gases after the cylinder decreases, and the emission of nitrogen oxides with exhaust gases decreases. In addition, the wear of diesel parts and oil oxidation are reduced.

The information obtained in the course of the study on the structural characteristics of motor oils will provide the possibility of their selection and further use of those that will contribute to a better maintenance of the operational performance of marine diesel engines.

Keywords: marine trunk diesel engines, lubrication of marine diesel engines, engine oil, lubricating layer thickness, wetting contact angle.

References

- Sagin, S., Madey, V., Stoliaryk, T. (2021). Analysis of mechanical energy losses in marine diesels. *Technology Audit and Production Reserves*, 5 (2 (61)), 26–32. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.239698>
- Fomin, O., Lovska, A., Kučera, P., Pištěk, V. (2021). Substantiation of Improvements for the Bearing Structure of an Open Car to Provide a Higher Security during Rail/Sea Transportation. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9 (8), 873. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse9080873>
- Sagin, S. V., Solodovnikov, V. G. (2015). Cavitation treatment of high-viscosity marine fuels for medium-speed diesel engines. *Modern Applied Science*, 9 (5), 269–278. doi: <https://doi.org/10.5539/mas.v9n5p269>
- Maryanov, D. (2021). Development of a method for maintaining the performance of drilling fluids during transportation by Platform Supply Vessel. *Technology Audit and Production Reserves*, 5 (2 (61)), 15–20. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.239437>
- Maryanov, D. (2022). Control and regulation of the density of technical fluids during their transportation by sea specialized vessels. *Technology Audit and Production Reserves*, 1 (2 (63)), 19–25. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.252336>
- Sagin, S. V., Semenov, O. V. (2016). Marine Slow-Speed Diesel Engine Diagnosis with View to Cylinder Oil Specification. *American Journal of Applied Sciences*, 13 (5), 618–627. doi: <https://doi.org/10.3844/ajassp.2016.618.627>
- Popovskii, Yu. M., Sagin, S. V., Khanmamedov, S. A., Grebenyuk, M. N., Teregerya, V. V. (1996). Designing, calculation, testing and reliability of machines: influence of anisotropic fluids on the operation of frictional components. *Russian Engineering Research*, 16 (9), 1–7.
- Nahim, H. M., Younes, R., Nohra, C., Ouladsine, M. (2015). Complete modeling for systems of a marine diesel engine. *Journal of Marine Science and Application*, 14 (1), 93–104. doi: <https://doi.org/10.1007/s11804-015-1285-y>
- Sagin, S. V., Semenov, O. V. (2016). Motor Oil Viscosity Stratification in Friction Units of Marine Diesel Motors. *American Journal of Applied Sciences*, 13 (2), 200–208. doi: <https://doi.org/10.3844/ajassp.2016.200.208>
- Zablotsky, Y. V., Sagin, S. V. (2016). Enhancing Fuel Efficiency and Environmental Specifications of a Marine Diesel When using Fuel Additives. *Indian Journal of Science and Technology*, 9 (46), 353–362. doi: <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i46/107516>
- Zablotsky, Y. V., Sagin, S. V. (2016). Maintaining Boundary and Hydrodynamic Lubrication Modes in Operating High-pressure Fuel Injection Pumps of Marine Diesel Engines. *Indian Journal of Science and Technology*, 9 (20), 208–216. doi: <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i20/94490>
- Zhou, Y., Li, W., Stump, B., Connatser, R., Lazarevic, S., Qu, J. (2018). Impact of Fuel Contents on Tribological Performance of PAO Base Oil and ZDDP. *Lubricants*, 6 (3), 79. doi: <https://doi.org/10.3390/lubricants6030079>
- Guo, Z.-W., Yuan, C.-Q., Bai, X.-Q., Yan, X.-P. (2018). Experimental Study on Wear Performance and Oil Film Characteristics of Surface Textured Cylinder Liner in Marine Diesel Engine. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 31 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s10033-018-0252-3>
- Lijesh, K. P., Khonsari, M. M. (2018). On the Degradation of Tribo-components in Boundary and Mixed Lubrication Regimes. *Tribology Letters*, 67 (1). doi: <https://doi.org/10.1007/s11249-018-1125-8>
- Chong, W. W. F., Hamdan, S. H., Wong, K. J., Yusup, S. (2019). Modelling Transitions in Regimes of Lubrication for Rough Surface Contact. *Lubricants*, 7 (9), 77. doi: <https://doi.org/10.3390/lubricants7090077>
- Zavos, A. (2021). Effect of Coating and Low Viscosity Oils on Piston Ring Friction under Mixed Regime of Lubrication through Analytical Modelling. *Lubricants*, 9 (12), 124. doi: <https://doi.org/10.3390/lubricants9120124>
- Delprete, C., Razavykia, A. (2017). Piston ring-liner lubrication and tribological performance evaluation: A review. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology*, 232 (2), 193–209. doi: <https://doi.org/10.1177/1350650117706269>
- Fomin, O., Lovska, A., Skok, P., Rogovskii, I. (2021). Determination of the dynamic load of the carrying structure of the hopper wagon with the actual dimensions of structural elements. *Technology Audit and Production Reserves*, 1 (1 (57)), 6–11. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.225458>
- Cherniak, L., Varshavets, P., Dorogan, N. (2017). Development of a mineral binding material with elevated content of red mud. *Technology Audit and Production Reserves*, 3 (3 (35)), 22–28. doi: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2017.105609>
- Dzyura, V., Maruschak, P., Prentkovskis, O. (2021). Determining Optimal Parameters of Regular Microrelief Formed on the End Surfaces of Rotary Bodies. *Algorithms*, 14 (2), 46. doi: <https://doi.org/10.3390/a14020046>
- Sumardiyanto, D., Susilowati, S. (2021) Analysis the Occurrence of Wear on Crank Pin Bearing in Diesel Engine. *Journal of Mechanical Engineering and Automation*, 10 (1), 19–23.
- Salaheldin, A., Xiqun, L., Zheng, Q. (2014). Effect of cylinder liner oil grooves shape on two-stroke marine diesel engine's piston ring friction force. *Advances in Mechanical Engineering*, 7 (2), 837960. doi: <https://doi.org/10.1155/2014/837960>

23. Abril, S. O., Del Socorro Fonseca-Vigoya, M., Pabón-León, J. (2022). CFD Analysis of the Effect of Dimples and Cylinder Liner Honing Groove on the Tribological Characteristics of a Low Displacement Engine. *Lubricants*, 10 (4), 61. doi: <https://doi.org/10.3390/lubricants10040061>
24. Rahmani, R., Rahnejat, H., Fitzsimons, B., Dowson, D. (2017). The effect of cylinder liner operating temperature on frictional loss and engine emissions in piston ring conjunction. *Applied Energy*, 191 (1), 568–581. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.01.098>
25. Senatore, A., Risitano, G., Scappaticci, L., D'Andrea, D. (2021). Investigation of the Tribological Properties of Different Textured Lead Bronze Coatings under Severe Load Conditions. *Lubricants*, 9 (4), 34. doi: <https://doi.org/10.3390/lubricants9040034>
26. Hu, Y., Meng, X., Xie, Y. (2018). A new efficient flow continuity lubrication model for the piston ring-pack with consideration of oil storage of the cross-hatched texture. *Tribology International*, 119, 443–463. doi: <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2017.11.027>
27. Yu, A., Niu, W., Hong, X., He, Y., Wu, M., Chen, Q., Ding, M. (2018). Influence of tribo-magnetization on wear debris trapping processes of textured dimples. *Tribology International*, 121, 84–93. doi: <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2018.01.046>
28. Mohamad, S. A., Kamel, M. A. (2020). Optimization of cylinder liner macro-scale surface texturing in marine diesel engines based on teaching–learning-based optimization algorithm. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology*, 235 (2), 329–342. doi: <https://doi.org/10.1177/1350650120911563>
29. Sagin, S. V. (2019). Decrease in mechanical losses in high-pressure fuel equipment of marine diesel engines. *Scientific research of the SCO countries: synergy and integration. Part 1*. Beijing: PRC, 139–145. doi: <https://doi.org/10.34660/INF.2019.15.36258>
30. Peng, C. (2021). Wear Test of Cylinder Liner and Piston Ring of Marine Diesel Engine Based on Computer Simulation Technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 2074 (1), 012033. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2074/1/012033>
31. Nouri, J., Vasilakos, I., Yan, Y., Reyes-Aldasoro, C.-C. (2019). Effect of Viscosity and Speed on Oil Cavitation Development in a Single Piston-Ring Lubricant Assembly. *Lubricants*, 7 (10), 88. doi: <https://doi.org/10.3390/lubricants7100088>
32. Vadivel, A., Periyasamy, S. (2020). Experimental Investigation of Thermal Barrier (8YSZ-MGO-TiO₂) Coated Piston used in Diesel Engine. *Journal of Applied Fluid Mechanics*, 13 (4), 1157–1165. doi: <https://doi.org/10.36884/jafm.13.04.30825>
33. Vural, E. (2020). The Study of Microstructure and Mechanical Properties of Diesel Engine Piston Coated with Carbide Composites by Using HVOF Method. *Transactions of the Indian Institute of Metals*, 73 (10), 2613–2622. doi: <https://doi.org/10.1007/s12666-020-02055-y>
34. Sagin, S. V., Solodovnikov, V. G. (2017). Estimation of Operational Properties of Lubricant Coolant Liquids by Optical Methods. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12 (19), 8380–8391.
35. Sagin, S. V. (2018) Improving the performance parameters of systems fluids. *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, 7-8, 55–59.
36. Zavos, A., Nikolakopoulos, P. G. (2021). Investigation of the top compression ring power loss and energy consumption for different engine conditions. *Tribology – Materials, Surfaces & Interfaces*, 16 (2), 130–142. doi: <https://doi.org/10.1080/17515831.2021.1907682>
37. Sagin, S. V., Kuropyatnyk, O. A., Zablotskyi, Y. V., Gaichenia, O. V. (2022). Supplying of Marine Diesel Engine Ecological Parameters. *Naše More*, 69 (1), 53–61. doi: <https://doi.org/10.17818/nm/2022/1.7>
38. Kuropyatnyk, O. A., Sagin, S. V. (2019). Exhaust Gas Recirculation as a Major Technique Designed to Reduce NOx Emissions from Marine Diesel Engines. *Naše More*, 66 (1), 1–9. doi: <https://doi.org/10.17818/nm/2019/1.1>
39. Fernández-Feal, M., Fernández-Feal, M., Sánchez-Fernández, L., Pérez-Prado, J. (2018). Study of Metal Concentration in Lubricating Oil with Predictive Purposes. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 27 (6), 1–12. doi: <https://doi.org/10.9734/cjast/2018/41472>
40. Sagin, S. V., Kuropyatnik, A. A. (2017) Application of the system of recirculation of exhaust gases for the reduction of the concentration of nitric oxides in the exhaust gases of the ship diesels. *American Scientific Journal*, 15 (2), 67–71.
41. Sagin, S. V., Kuropyatnyk, O. A. (2021). Using exhaust gas bypass for achieving the environmental performance of marine diesel engines. *The Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, 7-8, 36–43. doi: <https://doi.org/10.29013/ajt-21-7-8-36-43>
42. Sagin, S. V., Stoliaryk, T. O. (2021). Comparative assessment of marine diesel engine oils. *The Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, 7-8, 29–35. doi: <https://doi.org/10.29013/ajt-21-7-8-29-35>
43. Dvořáková, E., Kruml, S., Ryzák, D. (2021). Antipalindromic numbers. *Acta Polytechnica*, 61 (3), 428–434. doi: <https://doi.org/10.14311/ap.2021.61.0428>
44. Madey, V. V. (2021). Usage of biodiesel in marine diesel engines. *The Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, 7-8, 18–21. doi: <https://doi.org/10.29013/ajt-21-7-8-18-21>
45. Sagin, S. V., Kuropyatnyk, O. A. (2018). The Use of Exhaust Gas Recirculation for Ensuring the Environmental Performance of Marine Diesel Engines. *Naše More*, 65 (2), 78–86. doi: <https://doi.org/10.17818/nm/2018/2.3>
46. Chu Van, T., Ramirez, J., Rainey, T., Ristovski, Z., Brown, R. J. (2019). Global impacts of recent IMO regulations on marine fuel oil refining processes and ship emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 70, 123–134. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.04.001>
47. Popovskii, A. Yu., Altoiz, B. A., Butenko, V. F. (2019). Structural Properties and Model Rheological Parameters of an ELC Layer of Hexadecane. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, 92 (3), 703–709. doi: <https://doi.org/10.1007/s10891-019-01980-0>
48. Lovska, A., Fomin, O., Pištěk, V., Kučera, P. (2020). Dynamic Load Modelling within Combined Transport Trains during Transportation on a Railway Ferry. *Applied Sciences*, 10 (16), 5710. doi: <https://doi.org/10.3390/app10165710>
49. Lopatin, O. P. (2020). Study of the influence of the degree of exhaust gas recirculation on the working process of a diesel. *Journal of Physics: Conference Series*, 1515 (4), 042021. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1515/4/042021>

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.266572

DEVELOPMENT OF IMPROVED METHOD FOR EVALUATION OF RESERVOIR PROPERTIES OF FORMATION

pages 33–37

Olena Martus, Postgraduate Student, Department of Oil and Gas Engineering and Technologies, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine, e-mail: kuksaolena@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2470-0381>

Viktor Agarkov, PhD, Deputy Director, Head of Laboratory, State Enterprise «Kharkivstandartmetrologiya», Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9883-0480>

The object of research in the paper is the process of fluid transfer through the pore space of the reservoir rock. The traditional method of assessing reservoir properties has a significant number of sources of uncertainty. In this article, to compensate for the shortcomings of the existing method of reservoir characterization, an algorithm of actions is proposed with an increase in the accuracy and representativeness of its results.

The workflow of the pre-alpha version of the software for the existing pore space representation algorithm is presented. In this work, the step-by-step actions necessary to create an application that can reproduce the pore space and mass transfer processes in it by reading the data of the magnetic resonance imaging (MRI) of the rock were analytically determined. In particular, the use of ready-made open code is proposed, which displays the rock according to the pictures and also reproduces the fluid flow processes in the rock reservoir. Still, there is no adapted framework for the ordinary user.

The use of such an application, proposed by the authors, will lead to a much lower degree of the reservoir properties uncertainty, will help to more reliably reflect the reservoir properties of the reservoir rock, and provide a more reliable impression of the reservoir operation at the design stage of its development.

The proposed software, based on already existing developments in open access on the GitHub platform, will help the user to fully use the existing tools for building a three-dimensional model of a porous sample based on the data of MRI images of the rock.

After finalizing the user interface with the help of the user interface design and front-end development, the engineering staff will be able to conduct research on the rock at a macroscopic level.

Keywords: fluid transfer, porous media, pre-alfa version, reservoir rock, uncertainty degree.

References

1. Martus, O., Petrash, O. (2022). Improved methodology development for assessing the reservoir collector properties by the quantitative reservoir characterization tools. *Technology Audit and Production Reserves*, 4 (1 (66)), 42–46. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.263640>
2. Blunt, M. J. (2017). *Multiphase flow in permeable media: A pore-scale perspective*. Cambridge university press, 56–72. doi: <https://doi.org/10.1017/9781316145098>
3. Fang, X., Zhang, J., Liu, T., Zhang, Z., Li, F. (2022). New prediction method of horizontal principal stress of deep tight reservoirs. *Scientific Reports*, 12 (1). doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16954-1>
4. *LBPM Homepage*. Available at: <https://github.com/OPM/LBPM> Last accessed: 20.10.2022
5. Unsal, E., Rücker, M., Berg, S., Bartels, W. B., Bonnin, A. (2019). Imaging of compositional gradients during in situ emulsification using X-ray micro-tomography. *Journal of Colloid and Interface Science*, 550, 159–169. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2019.04.068>
6. Wang, Y. D., Blunt, M. J., Armstrong, R. T., Mostaghimi, P. (2021). Deep learning in pore scale imaging and modeling. *Earth-Science Reviews*, 215, 103555. doi: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103555>
7. Taylor, H. F., O'Sullivan, C., Sim, W. W. (2015). A new method to identify void constrictions in micro-CT images of sand. *Computers and Geotechnics*, 69, 279–290. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2015.05.012>
8. Jacob, A., Enzmann, F., Hinz, C., Kersten, M. (2019). Analysis of Variance of Porosity and Heterogeneity of Permeability at the Pore Scale. *Transport in Porous Media*, 130 (3), 867–887. doi: <https://doi.org/10.1007/s11242-019-01342-7>
9. Ringrose, P., Bentley, M. (2016). *Upscaling Flow Properties. Reservoir model design*. Berlin: Springer, 115–149. doi: https://doi.org/10.1007/978-94-007-5497-3_4
10. *Digital Rocks Portal, Bentheimer micro-CT with waterflood*. Available at: <https://www.digitalrockportal.org/projects/172/sample/178/> Last accessed: 24.10.2022
11. *Catalog NGC Nvidia*. LBPM. Available at: <https://catalog.ngc.nvidia.com/orgs/hpc/containers/lbpm> Last accessed: 24.10.2022
12. *Visit Homepage*. Available at: <https://visit-dav.github.io/visit-website/> Last accessed: 24.10.2022

ALTERNATIVE AND RENEWABLE ENERGY SOURCES

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.267560

A REVIEW STUDY ON SOLAR TOWER USING DIFFERENT HEAT TRANSFER FLUID

page 38–43

Farah M. Falahat, Postgraduate Student, Department of Mechanical Engineering, Al-Hussein Bin Talal University, Ma'an, Jordan, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7067-0104>

Mohamed R. Goma, Assistant Professor, Department of Mechanical Engineering, Al-Hussein Bin Talal University, Ma'an, Jordan, e-mail: Behiri@bh.it.bu.edu.eg, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4799-6119>

The object of research is distinguishing the different heat transfer fluids (HTF) in concentrating solar power (CSP). CSP technologies are gaining more attention these years due to the fact that the world is facing significant problems, es-

pecially concerning environmental issues and the increasing electricity demand. The world countries are currently committed to mitigating climate change and limiting greenhouse gas emissions to keep the global temperature rising below 2 °C. As a result, renewable energy sources are required for power generation. One of the most widely used technologies is the solar tower, where mirrors reflect solar radiation into a central receiver on top of a tower that contains a working fluid known as heat transfer fluid. The HTF is one of the most important components in solar power tower plants used to transfer and store thermal energy to generate electricity. This study focuses on the HTF used in solar power towers and how it can affect the efficiency of the plant. The HTF discussed in this study are (air, water/steam, molten salts, liquid sodium, and supercritical CO₂). Among the review of HTFs in the solar tower system, the result of the research shows that the Air can reach the highest temperature while liquid sodium achieves the highest overall plant efficiency.

Keywords: solar energy, concentrated solar plants, solar power tower, heat transfer fluid.

References

1. Gomaa, M. R., Matarneh, G. A., Shalby, M., AL-Rawashdeh, H. A. (2021). A State of the art Review on a Thermochemical Conversion of Carbonaceous Materials: Production of Synthesis Gas by Co-Gasification Process-Part I. *Current Alternative Energy*, 4 (1), 26–46. doi: <https://doi.org/10.2174/2405463104999200904115100>
2. Gomaa, M. R., Al-Dmour, N., AL-Rawashdeh, H. A., Shalby, M. (2020). Theoretical model of a fluidized bed solar reactor design with the aid of MCRT method and synthesis gas production. *Renewable Energy*, 148, 91–102. doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.12.010>
3. Gomaa, M. R., Mustafa, R. J., Rezk, H. (2019). An experimental implementation and testing of a concentrated hybrid photo-voltaic/thermal system with monocrystalline solar cells using linear Fresnel reflected mirrors. *International Journal of Energy Research*, 43, 8660–8673. doi: <https://doi.org/10.1002/er.4862>
4. Mubeen, I., Khan, M. S., Abid, M., Ratlamwala, T. A. H., Yan, M. (2021). Performance assessment of a solar tower assisted combined cycle power plant using supercritical carbon dioxide as a heat transfer fluid. *International Journal of Exergy*, 36 (1), 30. doi: <https://doi.org/10.1504/ijex.2021.10040963>
5. Samir Benammar. (2020). A Review Study on the Modeling and Simulation of Solar Tower Power Plants. *Journal of Solar Energy Research Updates*, 7, 100–121. doi: <https://doi.org/10.31875/2410-2199.2020.07.9>
6. AlJuhani, M., Gomaa, M. R., Mandourah, T. S., Oreijah, M. M. A. (2021). The Environmental Effects on the Photovoltaic Panel Power: Jeddah Case Study. *Journal of Mechanical Engineering Research and Developments*, 44 (6), 251–262. Available at: <https://jmerd.net/06-2021-251-262/>
7. Al-Rawashdeh, H. A., Al-Hwaiti, M., Yaseen, A., Behiri, M. R. G. (2021). Influence of Partial Replacement of Cement by Various Percentage of Scoria in Self-Compacting Concrete on Thermal Conductivity in the Jordan Building Construction for Energy Saving. *International Review of Mechanical Engineering (IREME)*, 15 (7), 385–393. doi: <https://doi.org/10.15866/ireme.v15i7.20929>
8. Shalby, M., Elhanafi, A., Walker, P., Dorrell, D. G., Salah, A., Gomaa, M. R. (2021). Experimental Investigation of the Small-scale Fixed Multi-chamber OWC Device. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 34 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s10033-021-00641-9>
9. *Concentrated solar power had a global total installed capacity of 6,451 MW in 2019* (2019). Available at: <https://helioscsp.com/concentrated-solar-power-had-a-global-total-installed-capacity-of-6451-mw-in-2019/>
10. Adiyaman, G., Çolak, L., Horuz, İ. (2019). The Impact of Heat Transfer Fluids on the Sustainable Solutions for Solar Power Tower. *4th International Sustainable Buildings Symposium*, 647–660. doi: <https://doi.org/10.5772/intechopen.87836>
11. Zheng, M., Zapata, J., Asselineau, C.-A., Coventry, J., Pye, J. (2020). Analysis of tubular receivers for concentrating solar tower systems with a range of working fluids, in exergy-optimised flow-path configurations. *Solar Energy*, 211, 999–1016. doi: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.09.037>
12. Shagdar, E., Lougou, B. G., Shuai, Y., Anees, J., Damdinsuren, C., Tan, H. (2020). Performance analysis and techno-economic evaluation of 300 MW solar-assisted power generation system in the whole operation conditions. *Applied Energy*, 264, 114744. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114744>
13. Merchán, R. P., Santos, M. J., Medina, A., Calvo Hernández, A. (2022). High temperature central tower plants for concentrated solar power: 2021 overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 155, 111828. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111828>
14. Yang, H., Li, J., Huang, Y., Kwan, T. H., Cao, J., Pei, G. (2020). Feasibility research on a hybrid solar tower system using steam and molten salt as heat transfer fluid. *Energy*, 205, 118094. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118094>
15. Adebayo, V. O., Olalekan, O. (2017). *Solar thermal with Solar Tower*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/319471818_Solar_thermal_with_Solar_Tower_Power_generation
16. Okonkwo, E. C., Okwose, C. F., Abid, M., Ratlamwala, T. A. H. (2018). Second-Law Analysis and Exergoeconomics Optimization of a Solar Tower–Driven Combined-Cycle Power Plant Using Supercritical CO₂. *Journal of Energy Engineering*, 144 (3). doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)ey.1943-7897.0000534](https://doi.org/10.1061/(asce)ey.1943-7897.0000534)
17. Mohammadi, K., McGowan, J. G., Saghafifar, M. (2019). Thermoeconomic analysis of multi-stage recuperative Brayton power cycles: Part I-hybridization with a solar power tower system. *Energy Conversion and Management*, 185, 898–919. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.02.012>
18. Agyekum, E. B., Adebayo, T. S., Bekun, F. V., Kumar, N. M., Panjwani, M. K. (2021). Effect of Two Different Heat Transfer Fluids on the Performance of Solar Tower CSP by Comparing Recompression Supercritical CO₂ and Rankine Power Cycles, China. *Energies*, 14 (12), 3426. doi: <https://doi.org/10.3390/en14123426>
19. Czaplicka, N., Grzegórska, A., Wajs, J., Sobczak, J., Rogala, A. (2021). Promising Nanoparticle-Based Heat Transfer Fluids – Environmental and Techno-Economic Analysis Compared to Conventional Fluids. *International Journal of Molecular Sciences*, 22 (17), 9201. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms22179201>
20. Li, Q., Bai, F., Yang, B., Wang, Y., Xu, L., Chang, Z. et. al. (2018). Dynamic simulations of a honeycomb ceramic thermal energy storage in a solar thermal power plant using air as the heat transfer fluid. *Applied Thermal Engineering*, 129, 636–645. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.10.063>
21. Hassani, S. E., Ouali, H. A. L., Raillani, B., Moussaoui, M. A., Mezrhah, A., Amraqui, S. (2020). Thermal Performance of Solar Tower Using Air as Heat Transfer Fluid under MENA Region Climate. *2020 5th International Conference on Renewable Energies for Developing Countries (REDEC)*. doi: <https://doi.org/10.1109/redec49234.2020.9163893>
22. Gasa, G., Lopez-Roman, A., Prieto, C., Cabeza, L. F. (2021). Life Cycle Assessment (LCA) of a Concentrating Solar Power (CSP) Plant in Tower Configuration with and without Thermal Energy Storage (TES). *Sustainability*, 13 (7), 3672. doi: <https://doi.org/10.3390/su13073672>
23. Shatnawi, H., Lim, C. W., Ismail, F. B., Aldossary, A. (2021). An optimisation study of a solar tower receiver: the influence of geometry and material, heat flux, and heat transfer fluid on thermal and mechanical performance. *Heliyon*, 7 (7), e07489. doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07489>
24. Dincer, I., Rosen, M. A., Khalid, F. (2018). 3.16 Thermal Energy Production. *Comprehensive Energy Systems*, 3, 673–706. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-809597-3.00335-7>
25. Turchi, C. S., Vidal, J., Bauer, M. (2018). Molten salt power towers operating at 600–650 °C: Salt selection and cost benefits. *Solar Energy*, 164, 38–46. doi: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.01.063>
26. Rouibah, A., Benazzouz, D., Kouider, R., Al-Kassir, A., García-Sanz-Calcedo, J., Maghzili, K. (2018). Solar Tower Power Plants of Molten Salt External Receivers in Algeria: Analysis of Direct Normal Irradiation on Performance. *Applied Sciences*, 8 (8), 1221. doi: <https://doi.org/10.3390/app8081221>

27. Yu, Q., Fu, P., Yang, Y., Qiao, J., Wang, Z., Zhang, Q. (2020). Modeling and parametric study of molten salt receiver of concentrating solar power tower plant. *Energy*, 200, 117505. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117505>
28. Sorgulu, F., Dincer, I. (2018). Design and analysis of a solar tower power plant integrated with thermal energy storage system for cogeneration. *International Journal of Energy Research*, 43 (12), 6151–6160. doi: <https://doi.org/10.1002/er.4233>
29. Manzolini, G., Lucca, G., Binotti, M., Lozza, G. (2021). A two-step procedure for the selection of innovative high temperature heat transfer fluids in solar tower power plants. *Renewable Energy*, 177, 807–822. doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.05.153>
30. Polimeni, S., Binotti, M., Moretti, L., Manzolini, G. (2018). Comparison of sodium and KCl-MgCl₂ as heat transfer fluids in CSP solar tower with sCO₂ power cycles. *Solar Energy*, 162, 510–524. doi: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.01.046>
31. Liu, J., He, Y., Lei, X. (2019). Heat-Transfer Characteristics of Liquid Sodium in a Solar Receiver Tube with a Nonuniform Heat Flux. *Energies*, 12 (8), 1432. <https://doi.org/10.3390/en12081432>
32. Aguilar, R., Valenzuela, L., Avila-Marin, A. L., Garcia-Ybarra, P. L. (2019). Simplified heat transfer model for parabolic trough solar collectors using supercritical CO₂. *Energy Conversion and Management*, 196, 807–820. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.06.029>
33. Silva-Pérez, M. A. (2017). Solar power towers using supercritical CO₂ and supercritical steam cycles, and decoupled combined cycles. *Advances in Concentrating Solar Thermal Research and Technology*, 383–402. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100516-3.00017-4>
34. Saghafifar, M., Mohammadi, K., Powell, K. (2020). Design and analysis of a dual-receiver direct steam generator solar power tower plant with a flexible heliostat field. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 39, 100698. doi: <https://doi.org/10.1016/j.seta.2020.100698>

MECHANICAL ENGINEERING TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.265815

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОБОТИ КЛАПАНА СВАБОГЕНЕРАТОРА сторінки 6–10

Рубель В. П., Рубель В. В., Jan Ziaja, Яремійчук Р. С.

Об'єктом дослідження у роботі є математична модель роботи гідродинамічного свердловинного генератора пружинно-клапанного типу. Існуюча проблема полягає в тому, що віброхвильове свабування відрізняється від відомих способів віброхвильового впливу на привибійну зону пласта (ПЗП) простою виконання і, як наслідок, значно меншою номенклатурою обладнання. При цьому його ефективність не повинна поступатися відомим способам тому, що обробка пласта здійснюється пружними низькочастотними коливаннями тиску на тлі депресії на пласт. Так як клапан свабогенератора є, по суті, гідродинамічний свердловинний генератор (ГСГ) пружинно-клапанного типу, то процеси коливань тиску в розглянутих пристроях будуть аналогічні. Однак у результаті огляду конструкцій ГСГ було виявлено наявність математичної моделі, що описує процес роботи пристроїв роторного типу, а не клапанного типу. Незважаючи на те, що в математичній моделі враховані всі основні фактори, що визначають процес руху поршня ГСГ, дана модель не може бути застосована для опису процесу роботи клапана свабогенератора. Через відсутність пульсуючого потоку, що створюється на гирлі свердловини насосними агрегатами. Взявши до уваги цей факт, а також врахувавши стисливість рідини, що проходить через клапан, була складена нова математична модель. Вона описує однаково як процес роботи ГСГ пружинно-клапанного типу, що працює в свердловині на насосно-компресорних трубах, так і процес роботи клапана свабогенератора, що опускається у свердловину на канаті. Завдяки цьому забезпечується можливість отримання параметрів коливальної системи: геометричні розміри, інерційну масу рухомих частин, жорсткість пружини, коефіцієнт в'язкого тертя між поршнем і корпусом клапана, а також параметри робочої рідини: тиск, витрата та її реологічні властивості. У порівнянні з аналогічно відомою технологією віброхвильового впливу на пласт із відомими ГСГ, це забезпечує такі переваги, як більша швидкість переміщення та частота коливань рухомого кінця пружини від виявлених суттєвих параметрів коливальної системи та робочої рідини пружини (100–1000 Н/мм), витрата робочої рідини (10–130 м³/год), тиск відкриття клапана (1–7 МПа). Це дозволить розраховувати гвинтову циліндричну пружину стиснення зі сталі круглого перерізу для її роботи в клапані свабогенератора без зіткнення витків.

Ключові слова: гідродинамічний свердловинний генератор, математична модель, деформація пружини, тиск відкриття клапана, жорсткість пружини.

MATERIALS SCIENCE

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.266411

ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ З ВИПАДКОВИМИ ПРУЖНИМИ ВКЛЮЧЕННЯМИ сторінки 11–17

Квіт Р. І.

Об'єктом дослідження є побудова алгоритму, який дозволяє знаходити ряд статистичних характеристик міцності (руйнівного навантаження) пластини з композитного матеріалу за умов складного напруженого стану. Записано співвідношення, які визначають найімовірніше, середнє значення, дисперсію та коефіцієнт варіації міцності для пружної однорідної пластини, в якій рівномірно розподілені еліптичні включення з іншого пружного матеріалу. Включення не взаємодіють між собою та їх геометричні параметри є статистично незалежними випадковими величинами, закони розподілу яких записано з певних фізичних міркувань.

Поєднання відомого детерміністичного розв'язку теорії руйнування композитних матеріалів та ймовірно-статистичних методів, які враховують випадковість структури матеріалу, дає змогу провести дослідження руйнування композитних матеріалів із врахуванням стохастичності їх структури.

Основним змістом даної роботи є побудова та аналіз алгоритму статистичних характеристик міцності двокомпонентних пластинчатих композитних матеріалів. Розглянуто механізм початку руйнування композитних пластин у включенні. Записані співвідношення дають змогу обчислити найімовірніше, середнє значення та коефіцієнт варіації міцності та дослідити їх залежність від виду прикладеного навантаження, структурної неоднорідності композита та його розмірів (кількості включень).

Отримані результати дозволяють здійснити ефективну оцінку надійності стохастично дефектних двокомпонентних композитних конструкційних матеріалів за умов складного напруженого стану. Це пов'язано з тим, що сумісне врахування дефектності та випадковості в структурі композитного матеріалу як взаємозв'язаних, невід'ємних явищ відкриває нові можливості для дослідження проблеми міцності та руйнування композитних матеріалів за різних видів прикладеного навантаження.

Ключові слова: пружні включення, руйнування композитних матеріалів, функція розподілу, статистичні характеристики міцності, стохастичність структури.

ELECTRICAL ENGINEERING AND INDUSTRIAL ELECTRONICS

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.267770

ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ ЦИФРО-АНАЛОГОВОГО КОНВЕРТУВАННЯ ПІД ЧАС ПЕРЕТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ сторінки 18–21

Farid Agayev, Javid Karimov, Almaz Mehdiyeva, Sevinj Guliyeva

Об'єктом дослідження є цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП). Розглянуто значення ЦАП, їх конструкція та управління різними типами перемикачів, та деякими логічними елементами, які можуть виконувати роль перемикача, а також принципи роботи ЦАП на основі різних серій, мікросхем. Розраховано опір 4-розрядної схеми ЦАП і, відповідно, досліджено зміну вихідної напруги при подачі відповідної комбінованої вхідної напруги, розроблено часову діаграму. Використовуючи фізичні перемикачі

з 1 станом і тумблер, встановлюються схеми та вивчаються побічні ефекти. Сходова схема створена з використанням дільників типу $R-2R$ як подільників напруги. Дослідження направлено на те, щоб знайти та вивчити найбільш технологічно вигідну концепцію для забезпечення хорошого зв'язку між усім обладнанням шляхом передачі інформації з цифрового на аналоговий пристрій у промисловій сфері, а також в інших областях, де використовується автоматизація. Однією з найбільших проблем у цьому дослідженні є визначення найменших двійкових значень. До використання електронних логічних елементів, таких як лічильники, бістабільні фізичні перемикачі використовувалися для створення стану розриву або з'єднання в ланцюзі, що викликало додаткову втрату енергії та часу або стирання через високу напругу, що виникає на перемикачах. Найбільша проблема полягала в тому, що під час виробництва інтегрованих цифро-аналогових перетворювачів виготовити правильні резистори з дуже різними значеннями справді складно. У результаті цього дослідження видно, що використання фізичних комутаторів є непотрібним, як вимога сучасних технологій, і інтегральні мікросхеми добре замінюють їх. Було описано програмування цифро-аналогових перетворювачів на програмованих апаратних пристроях, таких як Arduino та Raspberry Pi. Якщо передбачити найближче майбутнє, то цифро-аналогова передача буде реалізована лише за допомогою логічних елементів, і це змінить на краще як їх енергоефективність, так і розмір.

Ключові слова: цифро-аналоговий перетворювач, аналогова передача, цифрова передача, результат вимірювання, мікросхема.

TECHNOLOGY AND SYSTEM OF POWER SUPPLY

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.265868

АНАЛІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДНОВИХ ДИЗЕЛІВ ПІД ЧАС ВИКОРИСТАННЯ МОТОРНИХ МАСТИЛ З РІЗНИМИ СТРУКТУРНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ сторінки 22–32

Столярник Т. О.

Об'єктом дослідження є процес мащення суднових тронкових дизелів. Предметом дослідження є моторні мастила суднових дизелів, що забезпечують мащення, охолодження та розмежування поверхонь тертя.

Виконано аналіз експлуатації суднових дизелів під час використання моторних мастил з різними структурними характеристиками. Дослідження виконували на дизелях Yanmar 6EY18AL судна класу Multipurpose Vessel дедвейтом 27540 тонн. Завданням дослідження було визначення впливу структурних характеристик мастильного шару (крайового кута змочування та товщини) на експлуатаційні параметри суднового дизеля та експлуатаційні характеристики мастила, що використовується в його циркуляційній системі мащення. При цьому як експлуатаційні параметри дизеля розглядалися тиск стиснення, концентрація оксидів азоту в випускних газах і температура випускних газів після циліндра; як експлуатаційні характеристики масла – його лужне число, а також вміст продуктів зносу та забруднення. Дослідження виконувались на двох однотипних дизелях, у циркуляційній системі мащення яких використовувалися мастила з різними структурними характеристиками. Структурні характеристики мастильного шару визначалися методом еліпсометрії. Експлуатаційні характеристики дизеля – за допомогою системи діагностування Doctor. Експлуатаційні характеристики мастила – шляхом спектрографічного аналізу. Встановлено, що збільшення крайових кутів змочування та товщини мастильного шару покращує теплоенергетичні та екологічні показники роботи дизеля. При цьому (для періоду експлуатації дизелів 500–1000 годин) уповільнюється зниження тиску стиснення в циліндрі, знижується температура газів після циліндра, зменшується емісія оксидів азоту з випускними газами. Крім того, знижується знос деталей дизеля та окислення мастила.

Отримана в ході дослідження інформація щодо структурних характеристик моторних мастил забезпечить можливість їх вибору та подальше використання таких, які будуть сприяти більш якісному підтриманню експлуатаційних показників роботи суднових дизелів.

Ключові слова: суднові тронкові дизелі, мащення суднових дизелів, моторне мастило, товщина мастильного шару, крайовий кут змочування.

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.266572

РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНОГО МЕТОДУ ОЦІНКИ КОЛЕКТОРСЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЛАСТА сторінки 33–37

Маргуся О. В., Агарков В. В.

Об'єктом дослідження у роботі є процес переносу флюїду через поровий простір породи-колектора. Традиційний метод оцінки колекторських властивостей має значну кількість потенційних джерел невизначеності. У цій роботі для компенсації недоліків існуючої методики характеризації пласта запропоновано алгоритм дій по збільшенню точності та репрезентативності її результатів.

Представлено робочий процес функціонування пре-альфа версії програмного забезпечення, для існуючого алгоритму відтворення порового простору. У цій роботі аналітично було встановлено поетапність дій необхідних для створення додатку, що матиме змогу відтворювати поровий простір та процеси масопереносу у ньому за допомогою зчитування даних магнітно-резонансної томографії (МРТ) породи. Зокрема пропонується використання готового відкритого коду, який відображає породу за знімками, а також відтворює процеси протікання флюїду в породі колекторі, але не має пристосованої оболонки для звичайного користувача.

Використання подібного додатку, запропонованого авторами, призведе до значно меншого ступеня невизначеності колекторських властивостей, допоможе більш достовірно відобразити фільтраційні властивості породи колектора, скласти більш достовірне уявлення про роботу пласта на етапі проектування його розробки.

Запропоноване програмне забезпечення, на основі вже існуючих напрацювань у відкритому доступі на платформі GitHub, допоможе користувачу в повному обсязі використовувати існуючий інструментарій побудови тривимірної моделі пористого зразка за даними МРТ знімків породи.

Після доопрацювання інтерфейсу користувача та фронт-енд розробки, інженерні кадри отримають змогу проводити дослідження породи на макроскопічному рівні.

Ключові слова: перенос флюїду, поровий простір, пре-альфа версія, порода-колектор, ступінь невизначеності.

ALTERNATIVE AND RENEWABLE ENERGY SOURCES

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.267560

ОГЛЯДОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СОЛЯЧНОЇ БАШТИ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ РІЗНИХ ТЕПЛОНОСІЇВ сторінки 38–43**Farah M. Falahat, Mohamed R. Goma**

Об'єктом дослідження є розрізнення різних теплоносіїв (НТФ) у концентрації сонячної енергії (CSP). Технології CSP отримують все більше уваги в ці роки через те, що світ стикається зі значними проблемами, особливо щодо екологічних проблем і зростаючого попиту на електроенергію. Країни світу наразі зобов'язуються пом'якшити кліматичні зміни та обмежити викиди парникових газів, щоб утримувати глобальну температуру нижче 2 °С. У результаті для виробництва електроенергії потрібні відновлювані джерела енергії. Однією з найбільш широко використовуваних технологій є сонячна башта, де дзеркала відбивають сонячне випромінювання в центральний приймач на вершині башти, який містить робочу рідину, відому як рідина для передачі тепла. НТФ є одним із найважливіших компонентів баштових сонячних електростанцій, які використовуються для передачі та накопичення теплової енергії для виробництва електроенергії. Це дослідження зосереджено на НТФ, який використовується в баштових сонячних електростанціях, і як він може вплинути на ефективність електростанції. НТФ, які обговорюються в цьому дослідженні, це повітря, вода/пара, розплавлені солі, рідкий натрій та надкритичний CO₂. Серед огляду НТФ у системі сонячних башт результати дослідження показують, що повітря може досягати найвищої температури, тоді як рідкий натрій досягає найвищої загальної ефективності установки.

Ключові слова: сонячна енергія, концентровані сонячні установки, баштова сонячна електростанція, теплоносій.