

ABSTRACT AND REFERENCES

ENGINEERING TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.288897

SYNTHESIS OF AN ELECTROMECHANICAL SYSTEM OF BODY TILT AND RECUPERATION OF VIBRATION ENERGY FOR A HIGH-SPEED ELECTRIC TRAIN (p. 6–14)**Anton Ozulu**National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9524-8006>**Borys Liubarskyi**National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2985-7345>**Dmytro Iakunin**National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3995-3162>**Oksana Dubinina**National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6928-0325>

This paper considers issues related to the undercarriage system of a high-speed electric train with body inclination and a vibration recovery system. The main suspension systems of the electric train body, which are currently used, were investigated. The existing shock absorption systems and alternative approaches and solutions for increasing the speed characteristics of electric rolling stock have been highlighted. A basic problem of these suspension systems was put forward, which is the lack of the possibility of recovery of oscillations, as well as the complexity of systems for tilting the body. The main dimensional and power parameters of the proposed promising shock absorber are presented. The characteristics of basic parameters of the electromechanical shock absorber were compared with those of a pneumatic spring shock absorber. A simulation model of a high-speed electric train with an electromechanical shock absorber was built in the MATLAB Simulink environment. The main units of the simulation model were defined and described, owing to which it is possible to simulate the inclination of the body to a given angle and the simulation of vibration energy recovery.

Based on the results of simulating the operation of an electromechanical shock absorber as part of the undercarriage of the electric locomotive, it was determined that the synthesis of this system makes it possible to tilt the body by 5 degrees in 2 seconds. It is also stated that the proposed system makes it possible to reduce the vibrations of the electric train body by 2 times, and to recover 84 W/h of vibration energy. The body tilt results are predetermined by the speed of the mechanism due to the absence of a compressor set used in the pneumatic system.

The scope of application of the vibration damper also includes the automotive field, subject to additional research into the form, amplitude of road surface vibrations and changes in overall parameters in accordance with the requirements.

Keywords: electromechanical shock absorber, simulation model, body inclination, vibration damping, undercarriage.

References

1. Michell, M., Martin, S., Laird, P. (2014). Building a railway for the 21st century: bringing high speed rail a step closer. Conference on Railway Excellence, Proceedings, 612–621. Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/37022707.pdf>
2. Uspensky, B., Avramov, K., Liubarskyi, B., Andrieiev, Y., Nikonov, O. (2019). Nonlinear torsional vibrations of electromechanical coupling of diesel engine gear system and electric generator. *Journal of Sound and Vibration*, 460, 114877. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2019.114877>
3. Goolak, S., Liubarskyi, B., Sapronova, S., Tkachenko, V., Riabov, I., Glebova, M. (2021). Improving a model of the induction traction motor operation involving non-symmetric stator windings. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (8 (112)), 45–58. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.236825>
4. Kuznetsov, V., Kardas-Cinal, E., Gołębowski, P., Liubarskyi, B., Gasanov, M., Riabov, I. et al. (2022). Method of Selecting Energy-Efficient Parameters of an Electric Asynchronous Traction Motor for Diesel Shunting Locomotives-Case Study on the Example of a Locomotive Series ChME3 (ЧМЭ3, ČME3, ČKD S200). *Energies*, 15 (1), 317. doi: <https://doi.org/10.3390/en15010317>
5. Liubarskyi, B., Petrenko, O., Iakunin, D., Dubinina, O. (2017). Optimization of thermal modes and cooling systems of the induction traction engines of trams. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (9 (87)), 59–67. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.102236>
6. Goolak, S., Liubarskyi, B., Sapronova, S., Tkachenko, V., Riabov, Ie. (2021). Refined Model of Asynchronous Traction Electric Motor of Electric Locomotive. The proceedings of the 25th International Scientific Conference Transport Means 2021 – Sustainability: Research and Solutions. Kaunas, 455–460.
7. Karimi Eskandary, P., Khajepour, A., Wong, A., Ansari, M. (2016). Analysis and optimization of air suspension system with independent height and stiffness tuning. *International Journal of Automotive Technology*, 17 (5), 807–816. doi: <https://doi.org/10.1007/s12239-016-0079-9>
8. Yatsko, S., Sidorenko, A., Vashchenko, Y., Lyubarskyi, B., Yeritsyan, B. (2019). Method to improve the efficiency of the traction rolling stock with onboard energy storage. *International Journal of Renewable Energy Research*, 9 (2), 848–858. Available at: <https://www.ijrer.org/ijrer/index.php/ijrer/article/view/9143/pdf>
9. Zuo, L., Zhang, P.-S. (2011). Energy Harvesting, Ride Comfort, and Road Handling of Regenerative Vehicle Suspensions. ASME 2011 Dynamic Systems and Control Conference and Bath/ASME Symposium on Fluid Power and Motion Control. doi: <https://doi.org/10.1115/dscc2011-6184>
10. Kireev, A. V., Kozhemyaka, N. M., Burdugov, A. S., Nazarenko, S. V., Klimov, A. V. (2016). Review on electromagnetic energy-regenerative shock absorbers. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 11 (11), 2551–2556. Available at: <http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/jeasci/2016/2551-2556.pdf>
11. Galluzzi, R., Circosta, S., Amati, N., Tonoli, A. (2022). Performance comparison between electromechanical and electro-hydrostatic regenerative shock absorbers. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1214 (1), 012012. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1214/1/012012>

12. Smith, R. A., Zhou, J. (2014). Background of recent developments of passenger railways in China, the UK and other European countries. *Journal of Zhejiang University Science A*, 15, 925–935. doi: <https://doi.org/10.1631/jzus.a1400295>
13. Abdelkareem, M. A. A., Xu, L., Ali, M. K. A., Elagouz, A., Mi, J., Guo, S. et al. (2018). Vibration energy harvesting in automotive suspension system: A detailed review. *Applied Energy*, 229, 672–699. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.08.030>
14. Múčka, P. (2016). Energy-harvesting potential of automobile suspension. *Vehicle System Dynamics*, 54 (12), 1651–1670. doi: <https://doi.org/10.1080/00423114.2016.1227077>
15. Zhao, W., Gu, L. (2023). Hybrid Particle Swarm Optimization Genetic LQR Controller for Active Suspension. *Applied Sciences*, 13 (14), 8204. doi: <https://doi.org/10.3390/app13148204>
16. Maemori, K., Tanigawa, N., Shi, F.-H. (2004). Optimization of a Semi-Active Shock Absorber Using a Genetic Algorithm. Volume 1: 30th Design Automation Conference. doi: <https://doi.org/10.1115/detc2004-57115>
17. Zuo, L., Tang, X., Zhang, P. S. (2011). Pat. No. WO2012015488A1. Electricity generating shock absorbers. Available at: <https://patents.google.com/patent/WO2012015488A1/>
18. Gysen, B. L. J., van der Sande, T. P. J., Paulides, J. J. H., Lomonova, E. A. (2011). Efficiency of a Regenerative Direct-Drive Electromagnetic Active Suspension. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 60 (4), 1384–1393. doi: <https://doi.org/10.1109/tvt.2011.2131160>
19. Buryakovskiy, S. G., Masliy, Ar. S., Masliy, An. S. (2015). Raschet i optimizatsiya geometricheskikh razmerov lineynogo privoda strelchnogo perevoda monoshpal'nogo tipa. *Problemy enerhoresursoberezhennia v elektrotekhnichnykh sistemakh*, 1 (3), 65–67.
20. Ozulu, A., Lyubarsky, B. (2023). Calculation of the parameters of the electromechanical shock absorber of the high-speed electric train. *Collection of Scientific Works of the State University of Infrastructure and Technologies Series «Transport Systems and Technologies»*, 41, 24–34. doi: <https://doi.org/10.32703/2617-9059-2023-41-2>
21. Choi, S.-B., Seong, M.-S., Kim, K.-S. (2009). Vibration control of an electrorheological fluid-based suspension system with an energy regenerative mechanism. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 223 (4), 459–469. doi: <https://doi.org/10.1243/09544070jauto968>
22. Zuo, L., Scully, B., Shestani, J., Zhou, Y. (2010). Design and characterization of an electromagnetic energy harvester for vehicle suspensions. *Smart Materials and Structures*, 19 (4), 045003. doi: <https://doi.org/10.1088/0964-1726/19/4/045003>
23. Xu, Y., Zhao, J., Huang, J. (2014). Multiple linear motor control system based on FPGA. 2014 17th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS). doi: <https://doi.org/10.1109/icems.2014.7013875>
24. Ghule, A. N., Killeen, P., Ludois, D. C. (2021). Sensorless Control of Separately Excited Synchronous Electrostatic Machines. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 57 (4), 3744–3753. doi: <https://doi.org/10.1109/tia.2021.3076419>
25. Liubarskyi, B., Lukashova, N., Petrenko, O., Pavlenko, T., Iakunin, D., Yatsko, S., Vashchenko, Y. (2019). Devising a procedure to choose optimal parameters for the electromechanical shock absorber for a subway car. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (5 (100)), 16–25. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.176304>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.288476

ENHANCING VEHICLE WHEEL SUSPENSION TEST EQUIPMENT THROUGH TAGUCHI METHOD FOR OPTIMIZATION (p. 15–27)

Christof Gerald Simon

Indonesia Christian University Toraja, South Sulawesi, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9959-5609>

Festo Andre Hardinsi

State Polytechnic of Fak-Fak, West Papua, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6898-6309>

Sallolo Suluh

Indonesia Christian University Toraja, South Sulawesi, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8616-4644>

Formanto Palling

Indonesia Christian University Toraja, South Sulawesi, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2043-3183>

Rigel Sampelolo

Indonesia Christian University Toraja, South Sulawesi, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4960-9952>

Agus Widyianto

Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta Special Region, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1554-2561>

The study demonstrates a significant advancement in vehicle suspension testing by utilizing the Taguchi method for optimization. The suspension system determines a vehicle's performance, directly affecting ride comfort, handling, and safety. The research presented in this study highlights a potentially effective method for enhancing suspension testing. The research systematically investigates the complex network of factors influencing suspension behavior using the Taguchi method, a robust optimization technique. The analysis includes examining road surface conditions, passenger weight variations, and tire pressure fluctuations. The objective is to design a suspension system that provides both comfort and stability without making any concessions, regardless of the obstacles encountered on the road. The car utilized for this research is an Altis sedan equipped with tires with a 205/55 R16 profile. The study's findings indicate that factor A, which represents embankment height, significantly impacts 56 % of road irregularity management and the maintenance of a stable driving experience. The dynamic load factor (Factor D) contributes significantly to the vehicle's overall stability and ride quality, accounting for 43 % in different scenarios. Based on the given framework, it can be observed that the variables B (tire pressure) and C (passenger weight) significantly influence suspension vibration, resulting in a reduction of below 0.1 %. While the research results presented here only cover a subset of automobiles, the methodology employed can be used to deal with similar problems in other vehicles.

Keywords: Taguchi method, vertical dynamic loads, vehicle body weight, suspension, fast Fourier transform.

References

1. Xu, T., Liang, M., Li, C., Yang, S. (2015). Design and analysis of a shock absorber with variable moment of inertia for passive vehicle suspensions. *Journal of Sound and Vibration*, 355, 66–85. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2015.05.035>
2. Fleps-Dezasse, M., Brembeck, J. (2016). LPV Control of Full-Vehicle Vertical Dynamics using Semi-Active Dampers. *IFAC-*

- PapersOnLine, 49 (11), 432–439. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.08.064>
3. Akkuş, H., Yaka, H. (2021). Experimental and statistical investigation of the effect of cutting parameters on surface roughness, vibration and energy consumption in machining of titanium 6Al-4V ELI (grade 5) alloy. *Measurement*, 167, 108465. doi: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108465>
 4. Dushchenko, V., Vorontsov, S., Masliyev, V., Agapov, O., Naniivskyi, R., Cherevko, Y., Masliyev, A. (2021). Comparing the physical principles of action of suspension damping devices based on their influence on the mobility of wheeled vehicles. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (5 (112)), 51–60. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.237312>
 5. Kaka, S. (2018). Shock Absorber And Spring Contribution Reduces Vertical Vehicle Loads That Burden The Road Structure. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13 (2), 8686–8692.
 6. Gopinath, S., Golden Renjith, R. J., Dineshkumar, J. (2014). Design and fabrication of magnetic shock absorber. *International Journal of Engineering & Technology*, 3 (2), 208. doi: <https://doi.org/10.14419/ijet.v3i2.1831>
 7. Pankaj, S., Rushikesh, A., Sanket, W., Viraj, J., Kaushal, P. (2017). Design and analysis of helical compression spring used in suspension system by finite element analysis method. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 04 (04), 2959–2969. Available at: <https://dokumen.tips/documents/design-and-analysis-of-helical-all-these-types-of-springs-leaf-springs-and.html?page=11>
 8. Abed, S. A., Khalaf, A. A., Mnati, H. M., Hanon, M. M. (2022). Optimization of mechanical properties of recycled polyurethane waste microfiller epoxy composites using grey relational analysis and taguchi method. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (12 (115)), 48–58. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252719>
 9. Akkuş, H. (2018). Optimising the effect of cutting parameters on the average surface roughness in a turning process with the Taguchi method. *Materiali in Tehnologije*, 52 (6), 781–785. doi: <https://doi.org/10.17222/mit.2018.110>
 10. Hamzaçebi, C. (2021). Taguchi Method as a Robust Design Tool. *Quality Control – Intelligent Manufacturing, Robust Design and Charts*. doi: <https://doi.org/10.5772/intechopen.94908>
 11. Ka'ka, S., Kambuno, D., Tangkemandi, A. (2022). Damping transformation modeling on wheel suspension using pneumatic cylinder thrust force as a substitute for vehicle weight. *Journal of Vibroengineering*, 25 (2), 363–376. doi: <https://doi.org/10.21595/jve.2022.22619>
 12. Xiong, J. (2022). Vibration test and robust optimization analysis of vehicle suspension system based on Taguchi method. *SN Applied Sciences*, 5 (1). doi: <https://doi.org/10.1007/s42452-022-05236-0>
 13. Sert, E., Boyraz, P. (2016). Enhancement of Vehicle Handling Based on Rear Suspension Geometry Using Taguchi Method. *SAE International Journal of Commercial Vehicles*, 9 (1), 1–13. doi: <https://doi.org/10.4271/2015-01-9020>
 14. Mitra, A. C., Jawarkar, M., Soni, T., Kiranchand, G. R. (2016). Implementation of Taguchi Method for Robust Suspension Design. *Procedia Engineering*, 144, 77–84. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.05.009>
 15. Lu, W., Li, W., Chen, X. (2021). Design Optimization of an Integrated E-Type Multilink Suspension Wheel-Side Drive System and Improvement of Vehicle Ride Comfort. *Shock and Vibration*, 2021, 1–19. doi: <https://doi.org/10.1155/2021/1462980>
 16. Ka'ka, S., Himran, S., Renreng, I., Sutresman, O. (2018). The Pneumatic Actuators As Vertical Dynamic Load Simulators On Medium Weighted Wheel Suspension Mechanism. *Journal of Physics: Conference Series*, 962, 012022. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/962/1/012022>
 17. Sreekar Reddy, M. B. S., Vigneshwar, P., RajaSekhar, D., Akhil, K., Lakshmi Narayana Reddy, P. (2016). Optimization Study on Quarter Car Suspension System by RSM and Taguchi. *Proceedings of the International Conference on Signal, Networks, Computing, and Systems*, 261–271. doi: https://doi.org/10.1007/978-81-322-3589-7_29
 18. Li, S., Xu, J., Gao, H., Tao, T., Mei, X. (2020). Safety probability based multi-objective optimization of energy-harvesting suspension system. *Energy*, 209, 118362. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118362>
 19. Mario, H., Dietrich, W., Gferrer, A., Lang, J. (2013). *Integrated Computer-Aided Design in Automotive Development*. Springer, 466. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-11940-8>
 20. Badr, M. F., Abdullah, Y., Jaliel, A. K. (2017). Position control of the pneumatic actuator employing ON/OFF solenoids valve. *International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering*, 17 (2), 29–37.
 21. Simon, C. G., Hardinsi, F. A., Paliling, F. (2023). Comparison of the Effect of Variable Helix Angle Geometry Tools on CNC Vertical Milling Machines on Chatter using a microcontroller Based on SLD. *INTEK: Jurnal Penelitian*, 10 (1), 26. doi: <https://doi.org/10.31963/intek.v10i1.4265>
 22. Ulrich, K. T., Eppinger, S. D., Yang, M. C. (2008). *Product design and development*. McGraw-Hill.
 23. Krishnaiah, K., Shahabudeen, P. (2012). *Applied design of experiments and Taguchi methods*. PHI Learning Pvt. Ltd., 368.
 24. Andre Hardinsi, F., Novareza, O., As'ad Sonief, A. (2021). Optimization of variabel helix angle parameters in cnc milling of chatter and surface roughness using taguchi method. *Journal of Engineering and Management in Industrial System*, 9 (1), 35–44. doi: <https://doi.org/10.21776/ub.jemis.2021.009.01.4>
 25. Wen, J.-L., Yang, Y.-K., Jeng, M.-C. (2008). Optimization of die casting conditions for wear properties of alloy AZ91D components using the Taguchi method and design of experiments analysis. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 41 (5-6), 430–439. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-008-1499-0>
 26. Thakare, H., Parekh, A., Upletawala, A., Behede, B. (2022). Application of mixed level design of Taguchi method to counter flow vortex tube. *Materials Today: Proceedings*, 57, 2242–2249. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.12.444>
 27. Yang, W. H., Tarng, Y. S. (1998). Design optimization of cutting parameters for turning operations based on the Taguchi method. *Journal of Materials Processing Technology*, 84 (1-3), 122–129. doi: [https://doi.org/10.1016/s0924-0136\(98\)00079-x](https://doi.org/10.1016/s0924-0136(98)00079-x)

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.289426

IDENTIFYING THE INFLUENCE OF DESIGN PARAMETERS OF A HYDROSTATIC BEARING IN AN AIRCRAFT FUEL PUMP ON ITS STATIC CHARACTERISTICS (p. 28–34)

Vladimir Nazin

National Aerospace University

«Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7872-5429>

The object of this study is hydrostatic processes in the sliding bearings of gear-type aviation fuel pumps.

The problem of the influence of the design parameters of the fuel pump bearing on its static characteristics was solved. Load-bearing capacity, lubricant consumption, and operating temperature conditions were considered as static characteristics. The determination of these characteristics was based on the pressure distribution function in the working fluid layer. An option was adopted with two load-bearing chambers located on the working surface of the hydrostatic bearing. Three options for the circumferential arrangement of chambers relative to the line of action of the external load were studied. A quantitative assessment of the effect of increasing the temperature of the working fluid on the consumption of lubricant and bearing capacity is given.

It has been established that with an increase in the angle of position of chambers relative to the line of action of the external load, the flow rate of the working fluid in the bearing increases, and its load-bearing capacity decreases. With a clearance in the bearing of 0.0225 mm, with an increase in the angle of the chambers from 30° to 40°, the flow of working fluid through the bearing increases by approximately 1.64 times. When the gap increases to 0.0425 mm and the angle of the chambers changes from 30° to 40°, the flow rate of the working fluid increases by approximately 1.2 times. The load-bearing capacity of the bearing with an increase in the chamber position angle from 30° to 40° decreases with a gap of 0.0225 mm by approximately 1.6 times, and with a gap of 0.0425 mm by approximately 1.93 times.

An increase in the temperature of the working fluid leads to a decrease in the load-bearing capacity of the bearing by 2.5 % and an increase in the flow rate of the working fluid in the bearing by 4.6 %.

The results allow for more rational design of hydrostatic bearings for fuel gear pumps.

Keywords: hydrostatic bearing, gear pump, load-bearing capacity, flow balance, temperature regime.

References

- Huang, B., Yun, Y., Pu, K., Zhao, B., Wu, K. (2023). Lubrication performance analysis of Lead-Bismuth Internal-Feedback bearings in the nuclear main pump system. *Annals of Nuclear Energy*, 192, 109936. doi: <https://doi.org/10.1016/j.anucene.2023.109936>
- Tacconi, J., Shahpar, S., King, A., Olufeagba, J. P., Khan, R., Sant, I., Yates, M. (2021). Elasto-Hydrodynamic Model of Hybrid Journal Bearings for Aero-Engine Gear Fuel Pump Applications. *Journal of Tribology*, 144 (3). doi: <https://doi.org/10.1115/1.4052479>
- Gu, Y., Wang, D., Cheng, L., Schimpf, A., Böhle, M. (2023). A Novel Method to Achieve Fast Multi-Objective Optimization of Hydrostatic Porous Journal Bearings Used in Hydraulic Turbomachine. *Journal of Fluids Engineering*, 145 (5). doi: <https://doi.org/10.1115/1.4057003>
- Zhang, J., Shen, Y., Gan, M., Su, Q., Lyu, F., Xu, B., Chen, Y. (2022). Multi-objective optimization of surface texture for the slipper/swash plate interface in EHA pumps. *Frontiers of Mechanical Engineering*, 17 (4). doi: <https://doi.org/10.1007/s11465-022-0704-4>
- Shutin, D., Kazakov, Y. (2023). Theoretical and Numerical Investigation of Reduction of Viscous Friction in Circular and Non-Circular Journal Bearings Using Active Lubrication. *Lubricants*, 11 (5), 218. doi: <https://doi.org/10.3390/lubricants11050218>
- Chellapandi, P., Rao, C. L. (2022). Development and application of a numerical analysis method for investigating hydro static and hydrodynamic responses of pocket bearing rotor systems. *Journal of Fluids and Structures*, 109, 103484. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfluidstructs.2021.103484>
- Liu, S., Yu, C., Ai, C., Zhang, W., Li, Z., Zhang, Y., Jiang, W. (2023). Impact Analysis of Worn Surface Morphology on Adaptive Friction Characteristics of the Slipper Pair in Hydraulic Pump. *Micromachines*, 14 (3), 682. doi: <https://doi.org/10.3390/mi14030682>
- Truijen, D. P. K., De Kooning, J. D. M., Fauconnier, D., Vansompeel, H., Sergeant, P., Stockman, K. (2022). Axial Flux PMSM Power Take-Off for a Rim-Driven Contra-Rotating Pump-Turbine. 2022 IEEE PES 14th Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC). doi: <https://doi.org/10.1109/appeec53445.2022.10072056>
- Yu, Z., Shevchenko, S., Radchenko, M., Shevchenko, O., Radchenko, A. (2022). Methodology of Designing Sealing Systems for Highly Loaded Rotary Machines. *Sustainability*, 14 (23), 15828. doi: <https://doi.org/10.3390/su142315828>
- Nazin, V. (2023). Revealing the influence of structural and operational parameters of a hydrostatic bearing in a gear-type fuel pump on its main characteristics. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (1 (122)), 92–98. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.277755>
- Wang, K., Fu, J., Wei, S., Wei, P., Li, T., Jiang, Y. (2022). Lubrication Performance Analysis of Fuel Gear Pump Sliding Bearing under High Speed and Wide Temperature Range. 2022 13th International Conference on Mechanical and Aerospace Engineering (ICMAE). doi: <https://doi.org/10.1109/icmae56000.2022.9852503>
- Guan, D., Zhou, Z., Zhang, C. (2021). Hydrostatic Bearing Characteristics Investigation of a Spherical Piston Pair with an Annular Orifice Damper in Spherical Pump. *Coatings*, 11 (8), 1007. doi: <https://doi.org/10.3390/coatings11081007>
- Fritz, M., Groeb, M. (2021). Increasing performance and energy efficiency of a machine tool through hydrostatic linear guideways with single digit micrometre fluid film thickness. *MM Science Journal*, 2021 (5), 5241–5246. doi: https://doi.org/10.17973/mmsj.2021_11_2021175
- Gao, N., Li, H., Hong, L., Cao, R., Fu, J. (2022). Reliability analysis of journal bearings inside aero-gear pump based on AK-IS method. *Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics*, 48 (6), 1057–1064.
- Wei, S., Wang, J., Cui, J., Song, S., Li, H., Fu, J. (2022). Online monitoring of oil film thickness of journal bearing in aviation fuel gear pump. *Measurement*, 204, 112050. doi: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2022.112050>
- Bogdanov, O. N., D'yachenko, S. K. (1966). *Raschet opor skol'zheniya*. Kyiv: Tekhnika, 242.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.287447

IDENTIFYING THE OPERATING FEATURES OF A DEVICE FOR CREATING IMPLOSION IMPACT ON THE WATER BEARING FORMATION (p. 35–44)

Boranbay Ratov

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4707-3322>

Ardak Borash

Yessenov University, Aktau, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6417-4841>

Marian Biletskiy

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5037-059X>

Volodymyr Khomenko

Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3607-5106>

Yevhenii Koroviaka

Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2675-6610>

Aigul Gusmanova

PhD, Associate Professor, Dean
 Yessenov University, Aktau, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3163-153X>

Oleksandr Pashchenko

Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3296-996X>

Valerii Rastsvietaiev

Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3120-4623>

Oleksandr Matyash

National University «Yuri Kondratyuk
 Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9817-8282>

The object of the study reported in this paper is the parameters of a device for implosion impact on aquifers during well development.

The problem of increasing the productivity of aquifers was solved by removing colmatation products formed during the drilling process and restoring the natural permeability of the formations. This could ensure high production of wells and their long-term trouble-free operation. One of the most effective ways to develop wells is implosion impact. However, its use is hampered by the complexity of the structure of existing devices, the high cost of use, and the insufficient reliability of their operation. To overcome this, an original device for implosion impact on aquifers was designed and its operating parameters were determined.

A procedure has been devised for determining the maximum permissible sizes of intervals not filled with liquid under the conditions of preventing casing string collapse. The effect of these intervals on reducing the total weight of the casing string was investigated.

An optimal well structure was proposed for the conditions of the Tonirekshin field. The critical dimensions of empty intervals were calculated for all wall thicknesses of casing pipes included in the well design. It has been established that the amount of weight reduction of the casing string in the well due to the Archimedean force for field conditions is 43–47 %. Archimedean force increases with increasing pipe wall thickness. Reducing the weight of the casing string reduces the required winch power, allowing the use of lighter drilling rigs.

The procedure for preparing for repeated implosion impacts has been studied.

The studies performed and the recommendations presented will be effective when drilling and developing wells under the conditions of the Mangistau Peninsula, at the Tonirekshin field.

Keywords: well development, implosion impact, casing string collapse, inlet valve, Tonirekshin field.

References

1. Biletskiy, M. T., Ratov, B. T., Khomenko, V. L., Borash, B. R., Borash, A. R. (2022). Increasing the Mangystau peninsula underground wa-

ter reserves utilization coefficient by establishing the most effective method of drilling water supply wells. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, 5, 51–62.

2. Malanchuk, Z., Lazar, M., Chukharev, S. (2023). Key trends of integrated innovation-driven scientific and technological development of mining regions. *Petroşani*. doi: <https://doi.org/10.31713/m1201>
3. Biletskiy, M. T., Ratov, B. T., Borash, A. R., Muratova, S. K. (2023). Razrabotka novogo ustroystva dlya osuschestvleniya implozionnogo metoda osvoeniya skvazhin. *Neft' i gaz*, 1 (133), 29–42.
4. Valigi, D., Cambi, C., Checucci, R., Di Matteo, L. (2021). Transmissivity Estimates by Specific Capacity Data of Some Fractured Italian Carbonate Aquifers. *Water*, 13 (10), 1374. doi: <https://doi.org/10.3390/w13101374>
5. Babeker Elhag, A. (2020). New Concepts for Water Well Screen Opening and Gravel Pack Size. *American Journal of Water Science and Engineering*, 6 (4), 104. doi: <https://doi.org/10.11648/j.ajwse.20200604.11>
6. Shkolnyi, M. P., Bortniak, O. M., Steliga, I. I., Lialuk-Viter, H. D., Shymanskyi, V. Ya. (2019). The Increase of the Operation Efficiency of Water Supply Wells on the Production Facilities of the Oil and Gas Complex. *Prospecting and Development of Oil and Gas Fields*, 4 (73), 16–23. doi: [https://doi.org/10.31471/1993-9973-2019-4\(73\)-16-23](https://doi.org/10.31471/1993-9973-2019-4(73)-16-23)
7. Kahuda, D., Pech, P. (2020). A New Method for the Evaluation of Well Rehabilitation from the Early Portion of a Pumping Test. *Water*, 12 (3), 744. doi: <https://doi.org/10.3390/w12030744>
8. Ha, K., An, H., Lee, E., Lee, S., Kim, H. C., Ko, K.-S. (2022). Evaluation of Well Improvement and Water Quality Change before and after Air Surging in Bedrock Aquifers. *Water*, 14 (14), 2233. doi: <https://doi.org/10.3390/w14142233>
9. Zezekalo, I. H., Ivanytska, I. O., Aheicheva, O. O. (2020). Formation damage wells productivity recovery in the process of their drilling and operation by acid treatments method. *Visnyk Natsionalnoho Tekhnichnoho Universytetu "KhPI". Seriya: Innovatsiyni doslidzhennia u naukovykh robotakh studentiv*, 6 (1360), 90–94. Available at: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/5e8d7f53-c957-4fc8-baa4-3f6ab5951267/content>
10. Omelyanyuk, M., Pakhlyan, I., Bukharin, N., El Hassan, M. (2021). Reduction of Energy Consumption for Water Wells Rehabilitation. *Technology Optimization. Fluids*, 6 (12), 444. doi: <https://doi.org/10.3390/fluids6120444>
11. Femiak, Ya. M., Chudyk, I. I., Sudakov, A. K., Yakymchko, Ya. Ya., Fedyk, O. M. (2021). Praktychne vykorystannia kavitatsiynykh protsesiv u burinni sverdllovyh. *Vinnytsia: Posvit*, 232. Available at: <http://elar.nung.edu.ua/handle/123456789/8944>
12. Kahuda, D., Pech, P., Ficaj, V., Pechová, H. (2021). Well Rehabilitation via the Ultrasonic Method and Evaluation of Its Effectiveness from the Pumping Test. *Coatings*, 11 (10), 1250. doi: <https://doi.org/10.3390/coatings11101250>
13. Sterrett, R. J. (2008). *Groundwater and wells*. New Brighton.
14. Misstear, B., Banks, D., Clark, L. (2017). *Water Wells and Boreholes*. John Wiley & Sons Ltd. doi: <https://doi.org/10.1002/9781119080176>
15. Abdulin, F. S., Sergeev, B. Z., Kalashnev, V. V., Martirosyan, V. B., Kuchkaev, R. N., Muntyan, A. F. (1970). A.S. SSSR No. 408008. *Ustroystvo dlya sozdaniya mgnovennykh depressiy na plast*. No. 1463705/22-3; declared: 27.06.1970; published: 10.12.1973, *Bul. No. 47*.

16. Abdulin, F. S. (1979). A.s. SSSR No. 848605. Ustroystvo dlya obrabotki prizaboynoy zony skvazhiny. No. 2852676/22-03; declared: 17.12.1979; published: 25.07.1981, Bul. No. 27.
17. Listovshchik, L., Slidenko, V., Lisovol, O. (2016). Mechatronic system of implosion action on a bottomhole zone of the oil well. *Enerhetyka: ekonomika, tekhnolohiyi, ekolohiya: naukovi zhurnal*, 4, 66–71. Available at: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/19336>
18. Dorokhov, M., Kostriba, I., Biletskyi, V. (2016). Experimental research on the sealing ability of borehole packers. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (8 (82)), 56–68. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.74831>
19. Khomenko, V. L., Ratov, B. T., Pashchenko, O. A., Davydenko, O. M., Borash, B. R. (2023). Justification of drilling parameters of a typical well in the conditions of the Samskoye field. 4th International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters. Kryvyi Rih.
20. Pavlychenko, A. V., Ihnatov, A. O., Koroviaka, Y. A., Ratov, B. T., Zakenov, S. T. (2022). Problematics of the issues concerning development of energy-saving and environmentally efficient technologies of well construction. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1049 (1), 012031. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1049/1/012031>
21. Umirova, G. K., Ahatkyzy, D. (2022). Some Features Of Structural Interpretation Of CDP 3D Seismic Data Under Conditions Of The Bezymyannoye Field. *Series Of Geology And Technical Sciences*, 6 (456), 233–246. doi: <https://doi.org/10.32014/2518-170x.252>
22. Abdoldina, F. N., Nazirova, A. B., Dubovenko, Y. I., Umirova, G. K. (2021). Solution Of The Gravity Exploration Direct Problem By The Simulated Annealing Method For Data Interpretation Of Gravity Monitoring Of The Subsoil Conditions. *Series of Geology and Technical Sciences*, 445 (1), 13–21. doi: <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170x.2>
23. Kopesbayeva, A., Auezova, A., Adambaev, M., Kuttybayev, A. (2015). Research and development of software and hardware modules for testing technologies of rock mass blasting preparation. *New Developments in Mining Engineering 2015*, 185–192. doi: <https://doi.org/10.1201/b19901-34>
24. Rakhmanova, S. N., Umirova, G. K., Ablessenova, Z. N. (2022). Study Of The Greater Karatau's South-West By Range Of Geophysical Surveys In Search Of The Crust-Karst Type Polymetallic Mineralisation. *Series Of Geology And Technical Sciences*, 1 (451), 76–82. doi: <https://doi.org/10.32014/2022.2518-170x.143>
25. Ratov, B. T., Fedorov, B. V., Khomenko, V. L., Baiboz, A. R., Korgasbekov, D. R. (2020). Some features of drilling technology with PDC bits. *Naukovi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 3, 13–18. doi: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-3/013>
26. Biletsky, M. T., Kozhevnykov, A. A., Ratov, B. T., Khomenko, V. L. (2019). Dependence of the drilling speed on the frictional forces on the cutters of the rock-cutting tool. *Naukovi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 1, 21–27. doi: <https://doi.org/10.29202/nvngu/2019-1/22>
27. Sharapatov, A., Taikulakov, E. E., Assirbek, N. A. (2020). Geophysical Methods Capabilities In Prospect Evaluation And Detection Of Copper-Bearing Localisations Of Western Pre-Balkhash. *NEWS of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, 3 (441), 72–78. doi: <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170x.56>
28. Borash, B. R., Biletskyi, M. T., Khomenko, V. L., Koroviaka, Ye. A., Ratov, B. T. (2023). Optimization of technological parameters of airlift operation when drilling water wells. *Naukovi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 3, 25–31. doi: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-3/025>
29. Kozhevnykov, A., Khomenko, V., Liu, B. C., Kamyshatskiy, O., Pashchenko, O. (2020). The History of Gas Hydrates Studies: From Laboratory Curiosity to a New Fuel Alternative. *Key Engineering Materials*, 844, 49–64. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.844.49>
30. Sharapatov, A., Shayakhmet, M. (2017). Physico-geological basis of efficiency of application of aeromagnetic method in oil-gas Caspian lowland. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, 3 (423), 95–99.
31. Kazimov, E. A., Islamov, Kh. M. (2023). Development of effective drilling fluid compositions to improve the quality of well drilling in the Caspian deep of Kazakhstan. *SOCAR Proceedings*, 1, 19–25.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.287483

DETERMINING THE EFFECT OF THE DIRECTION OF INSTALLING THE CUTTING EDGES OF SHREDDER ROLLER BLADES ON PROCESS PARAMETERS (p. 45–53)

Viktor Sheichenko

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2751-6181>

Volodymyr Volskiy

Institute of Mechanics and Automatics of Agroindustrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Hlevakha vill., Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7639-4216>

Rostyslav Kotsiubanskiy

Institute of Mechanics and Automatics of Agroindustrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Hlevakha vill., Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4114-3951>

Viktor Dnes

Institute of Mechanics and Automatics of Agroindustrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Hlevakha vill., Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4166-2276>

Oleksandra Bilovod

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3470-0091>

Misha Shevchuk

Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0123-0348>

Yuliia Skoriak

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9220-1827>

This paper reports a study aimed at increasing the intensity of grinding of the stems of coarse-stemmed crops by establishing the influence of the orientation of the cutting edge of the cutter-shredder knives on the quality of the technological grinding operations.

Analytical dependences of the planar movement of the roller-shredder were established and it was determined that for rollers with knives, the cutting edge of which is directed in the direction opposite to the direction of rotation:

– exceeding the value of the vertical components of the total forces of resistance of the knives, which made it possible to increase

the values of forces, and, as a result, more intensive destruction of the layer of plant remains;

– exceeding the values of the driving force of the knives based on the dependence of the driving force on structural and kinematic parameters (roller weight, drum radius, blade height, blade inclination angle, acceleration).

Experimental studies have established an excess of up to 20 % of the quality indicators of milling sunflower and corn stems with roller knives, the cutting edge of which is directed in the direction opposite to the direction of rotation.

The average number of crushed pieces of corn stalks in the range of less than 50 mm is 13.6 % higher in the combined unit, the cutter blades of which are directed with the cutting edge in the direction opposite to the direction of rotation.

It was established that with zero and 3.92 kN (400 kg) additional loading, an increase in speed from 7.45 km/h to 13.6 km/h leads to a decrease in the values of the average traction resistance. The highest value of traction resistance was set at a speed of 13.6 km/h and an additional load of 7.84 kN (800 kg). The lowest value of traction resistance was established at zero additional load and a speed of 22.0 km/h, which is 21.5 % less than at a speed of 7.45 km/h and 14.1 % less than at a speed of 13.6 km/h.

Keywords: shredder roller, cutting edge of a blade, analytical dependences of the planar motion of shredder roller, traction resistance of shredder roller.

References

- Jia, H., Ma, C., Liu, F., Liu, Z., Yu, H., Tan, H. (2005). Study on technology and matching machine for stalk/stubble breaking and mulching combined operation. *Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery*, 36 (11), 46–49.
- Kukuruznyy motylek – znachenie, predupreditel'nye mery i strategii bor'by (2018). *TerraHORSCH*, 16, 12–14. Available at: https://www.horsch.com/fileadmin/user_upload/downloads/ru-russisch/terraHORSCH/TH_16_2018_ru.pdf
- Na ostrie nozha: Cultro TC (2019). *TerraHORSCH*, 19, 8–9. Available at: https://www.horsch.com/fileadmin/user_upload/downloads/ru-russisch/terraHORSCH/TH_19_2019_RU.pdf
- Salo, V., Bohatyrov, D., Leshchenko, S., Savvitskiy, M. (2014). Vitchyzniane tekhnichne zabezpechennia suchasnykh protsesiv u roslynnystvi. *Tekhnika i tekhnolohiyi APK*, 10, 16–19. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titapok_2014_10_6
- Behera, A., Raheman, H., Thomas, E. V. (2021). A comparative study on tillage performance of rota-cultivator (a passive – active combination tillage implement) with rotavator (an active tillage implement). *Soil and Tillage Research*, 207, 104861. doi: <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104861>
- Gürsoy, S., Kolay, B., Avşar, Ö., Sessiz, A. (2015). Evaluation of wheat stubble management practices in terms of the fuel consumption and field capacity. *Research in Agricultural Engineering*, 61 (3), 116–121. doi: <https://doi.org/10.17221/77/2013-rae>
- Dongxu, L., Yiyuan, G., Chuanhua, Y., Junfa, W., Chao, C. (2022). Simulation and experimental of scimitar-straw-soil interaction model based on discrete element method. *Journal of Chinese Agricultural Mechanization*, 43 (4), 1–6. doi: <https://doi.org/10.13733/j.jcam.issn.2095-5553.2022.04.001>
- Wang, Q., Liu, Z., He, J., Li, H., Li, W., He, J., Yan, X. (2018). Design and experiment of chopping-type maize straw returning machine. *Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 34 (2), 10–17. doi: <https://doi.org/10.11975/j.issn.1002-6819.2018.02.002>
- Miszczak, M. (2005). A torque evaluation for a rotary subsoiler. *Soil and Tillage Research*, 84 (2), 175–183. doi: <https://doi.org/10.1016/j.still.2004.11.011>
- Wang, R., Yang, P., Jahun, R. F., Dou, S. (2017). Design and experiment of combine machine for deep furrowing, stubble chopping, returning and burying of chopped straw. *Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 33 (5), 40–47. doi: <http://dx.doi.org/10.11975/j.issn.1002-6819.2017.05.006>
- Sheichenko, V., Volskiy, V., Kotsiubanskiy, R., Dnes, V., Shevchuk, M., Bilovod, O., Drozhchana, O. (2021). Design of a roll crusher for sunflower stems and substantiation of the rational modes of its operation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (1 (114)), 28–37. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.244903>
- Sheichenko, V., Volskiy, V., Kotsiubanskiy, R., Skoriak, Y., Priliepo, N. (2022). Analysis of the operation of the blades of the skating rink – chopper in the conditions of its rolling on the ground. *Scientific Progress & Innovations*, 2 (2), 296–306. doi: <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.35>
- Sheichenko, V., Volskiy, V., Kotsiubanskiy, R., Dnes, V. (2022). Study of grinding corn stalks by a roller grinder with different knives positioning. *Mechanization in agriculture & Conserving of the resources*, 66 (2), 71–74. Available at: <https://stumejournals.com/journals/am/2022/2/71>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.289238

IMPROVING THE QUALITY OF PROCESSING THE SOIL ENVIRONMENT BY DETERMINING THE RATIONAL STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS FOR THE ROLLING WORKING BODIES (p. 54–63)

Igor Shevchenko

Institute of Oilseed Crops of the Ukrainian Academy of Agricultural Sciences (IOC UAAS), Soniachne vill., Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4191-4146>

Gennadii Golub

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2388-0405>

Nataliya Tsyvenkova

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
Institute of Renewable Energy of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1703-4306>

Iryna Shevchenko

Engineering Educational and Scientific Institute of Zaporizhzhia National University, Zaporizhzhia, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1207-8641>

Vladyslav Shubenko

Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2815-7865>

Oleksandr Medvedskiy

Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7458-5337>

Oleh Pluzhnikov

Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9060-7775>

Ivan Omarov

Institute of Renewable Energy of the National Academy
of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9449-853X>

The object of this study is the process of soil compaction with ring-spur and ring-tooth rollers. Based on the zonal optimization of the agrophysical parameters of the arable horizon, the influence of the rolling working bodies on the soil environment in terms of creating a uniform set layer density during pre-sowing tillage was investigated. It was established that soil density should be evaluated in a zonal section together with its aggregate composition, humus content, moisture, etc. Smooth-water-filled, ring-tooth, and ring-spur rollers were studied. The use of a smooth water-filled roller in previous studies contributed to the high unevenness of the compaction of the upper and lower layers of the arable horizon, which indicated the impracticality of further experiments. The research of ring-tooth and ring-spur rollers was carried out by the method of a multifactorial experiment under defined soil and climatic conditions (soil type, sod-podzolic; layer-by-layer soil moisture, 26...28 %; layer-by-layer soil density, 0.96...1.25 g/cm³). Regression models were built of the influence of the specific load, the frequency of passes, and the working speed of the unit on the density of the soil in layers: 0–5; 5–10; 10–15; 15–20; 20–25; 25–30 cm. To assess the heterogeneity of soil density in layers 0–5 and 5–10 cm, a data array was constructed. It was established that the ring-spur roller, even at a speed of up to 6 km/h, is not a tool suitable for regulating the equilibrium density of the seed layer. The best for pre-sowing soil cultivation is a ring-tooth roller (specific soil load, 350 kg/m; unit speed up to 6 km/h).

The derived regression equations make it possible to select such a specific load on the ring-tooth roller that could provide a rational value of the layer density of the soil. This is economically and environmentally expedient.

Keywords: layer-by-layer soil density, heterogeneity of soil density, ring-spur roller, ring-tooth roller.

References

- Wang, Y., Zhang, Z., Guo, Z., Chen, Y., Yang, J., Peng, X. (2023). In-situ measuring and predicting dynamics of soil bulk density in a non-rigid soil as affected by tillage practices: Effects of soil subsidence and shrinkage. *Soil and Tillage Research*, 234, 105818. doi: <https://doi.org/10.1016/j.still.2023.105818>
- Alletto, L., Pot, V., Giuliano, S., Costes, M., Perdrioux, F., Justes, E. (2015). Temporal variation in soil physical properties improves the water dynamics modeling in a conventionally-tilled soil. *Geoderma*, 243-244, 18–28. doi: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.12.006>
- Canali, S., Campanelli, G., Ciaccia, C., Leteo, F., Testani, E., Montemurro, F. (2013). Conservation tillage strategy based on the roller crimper technology for weed control in Mediterranean vegetable organic cropping systems. *European Journal of Agronomy*, 50, 11–18. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.05.001>
- Wen, L., Peng, Y., Zhou, Y., Cai, G., Lin, Y., Li, B. (2023). Effects of conservation tillage on soil enzyme activities of global cultivated land: A meta-analysis. *Journal of Environmental Management*, 345, 118904. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118904>
- Sharma, S., Singh, P. (2023). Tillage intensity and straw retention impacts on soil organic carbon, phosphorus and biological pools in soil aggregates under rice-wheat cropping system in Punjab, north-western India. *European Journal of Agronomy*, 149, 126913. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126913>
- Douglas, J. T., Koppi, A. J. (1997). Soil structural quality: a case study of soil macropore attributes after seedbed preparation with different wheel traffic systems. *Soil and Tillage Research*, 41 (3-4), 249–259. doi: [https://doi.org/10.1016/s0167-1987\(96\)01096-3](https://doi.org/10.1016/s0167-1987(96)01096-3)
- James, I. T., Shipton, P. M. R. (2012). Quantifying compaction under rollers using marker tracing image analysis. *Soil and Tillage Research*, 120, 40–49. doi: <https://doi.org/10.1016/j.still.2012.01.006>
- Tong, J., Zhang, Q., Guo, L., Chang, Y., Guo, Y., Zhu, F. et al. (2015). Compaction Performance of Biomimetic Press Roller to Soil. *Journal of Bionic Engineering*, 12 (1), 152–159. doi: [https://doi.org/10.1016/s1672-6529\(14\)60109-8](https://doi.org/10.1016/s1672-6529(14)60109-8)
- Tong, J., Zhang, Q., Chang, Y., Chen, D., Dong, W., Zhang, L. (2014). Reduction of soil adhesion and traction resistance of ridged bionic press roller. *Transactions of the Chinese Society for Agriculture Machinery*, 45, 135–140.
- Rücknagel, J., Rücknagel, S., Christen, O. (2012). Impact on soil compaction of driving agricultural machinery over ground frozen near the surface. *Cold Regions Science and Technology*, 70, 113–116. doi: <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2011.09.004>
- Colombi, T., Torres, L. C., Walter, A., Keller, T. (2018). Feedbacks between soil penetration resistance, root architecture and water uptake limit water accessibility and crop growth – A vicious circle. *Science of The Total Environment*, 626, 1026–1035. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.129>
- Premrov, A., Cummins, T., Byrne, K. A. (2018). Bulk-density modelling using optimal power-transformation of measured physical and chemical soil parameters. *Geoderma*, 314, 205–220. doi: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.10.060>
- Altikat, S., Celik, A. (2011). The effects of tillage and intra-row compaction on seedbed properties and red lentil emergence under dry land conditions. *Soil and Tillage Research*, 114 (1), 1–8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.still.2011.03.003>
- Mileusnić, Z. I., Saljnikov, E., Radojević, R. L., Petrović, D. V. (2022). Soil compaction due to agricultural machinery impact. *Journal of Terramechanics*, 100, 51–60. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2021.12.002>
- Moinfar, A., Shahgholi, G., Gilandeh, Y. A., Kaveh, M., Szymanek, M. (2022). Investigating the effect of the tractor driving system type on soil compaction using different methods of ANN, ANFIS and step wise regression. *Soil and Tillage Research*, 222, 105444. doi: <https://doi.org/10.1016/j.still.2022.105444>
- Golub, G., Chuba, V., Achkevych, V., Krushelnytskyi, V., Tsyvenkova, N. (2023). Modeling of the running system pressure on the soil depending on the structural parameters of the tractors. *INMATEH Agricultural Engineering*, 69 (1), 369–378. doi: <https://doi.org/10.35633/inmateh-69-34>
- Kushnarev, A. S., Kochev, V. I. (1989). *Mekhaniko-tekhnologicheskie osnovy obrabotki pochvy*. Kyiv: Urozhay, 144.
- Kachinskiy, N. A. (1958). Otsenka osnovnykh fizicheskikh svoystv pochv v agronomicheskikh tselyakh i prirodnogo plodorodiya po ikh mekhanicheskomu sostavu. *Pochvovedenie*, 5, 10–13.
- Bulyhin, S. Yu., Vitvitskiy, S. V. (2021). *Ahrofizyka gruntu*. Kyiv: Vydavnytstvo, 315.

20. Hutsol, O. P., Kovbasa, V. P. (2016). Obgruntuvannya parametriv i rezhymiv rukhu gruntoobrobnykh mashyn z diskovymy robochymy orhanamy. Kyiv, 145.
21. Shevchenko, I. A., Alba, V. D. (1994). Vliyanie pokazatelye raboty kol'chato-zubovogo katka na izmenenie plotnosti pochvy i urozhay sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Trudy mezhdunarodnoy konf. «Modelirovanie protsessov i tekhnologicheskogo oborudovaniya v s.kh.». Melitopol': TGATA, 34–39.
22. Shevchenko, I. A. (2002). Obgruntuvannya tekhnolohiy ta tekhnichnykh zasobiv dlia obrobittu gruntiv na bazi yikh ahrofizychnykh pokaznykiv. Kyiv, 382.
23. Shustik, L., Pogoriliy, V., Nilova, N., Gaiday, T., Stepchenko, S., Sidorenko, S. (2020). Rollers of different constructions. Engineering analysis. Technical and Technological Aspects of Development and Testing of New Machinery and Technologies for Agriculture of Ukraine, 27 (41). doi: [https://doi.org/10.31473/2305-5987-2020-2-27\(41\)-9](https://doi.org/10.31473/2305-5987-2020-2-27(41)-9)
24. Shustik, L., Pogoriliy, V., Nilova, N., Gaidai, T., Stepchenko, S., Sidorenko, S. (2021). Crosskill and star-wheeled rollers. Functional and dynamic tests. Technical and Technological Aspects of Development and Testing of New Machinery and Technologies for Agriculture of Ukraine, 28 (42). doi: [https://doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-28\(42\)-7](https://doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-28(42)-7)
25. Salem, H. M., Valero, C., Muñoz, M. Á., Gil-Rodríguez, M. (2015). Effect of integrated reservoir tillage for in-situ rainwater harvesting and other tillage practices on soil physical properties. Soil and Tillage Research, 151, 50–60. doi: <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.02.009>
26. Vazhynskyi, S. E., Shcherbak, T. I. (2016). Metodyka ta orhanizatsiya naukovykh doslidzhen. Sumy: SumDPU imeni A. S. Makarenka, 260.
27. Bobyliev, V. P., Ivanov, I. I., Proidak, Yu. S. (2014). Metodolohiya ta orhanizatsiya naukovykh doslidzhen. Dnipropetrovsk: IMA-press, 643.
28. Asoodar, M., Mohajer, F. (2009). Effects of different tillage and press wheel weight on dryland wheat grain production. Technology and Management to Increase the Efficiency in Sustainable Agricultural Systems. Rosario. Available at: <https://journals.sfu.ca/cigrp/index.php/Proc/article/view/103>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.287565

BUILDING A MODEL OF THE COMPRESSION GRINDING MECHANISM IN A TUMBLING MILL BASED ON DATA VISUALIZATION (p. 64–72)

Yuriy Naumenko

National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3658-3087>

Kateryna Deineka

National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7376-6734>

The object of the study reported here is the grinding process in a tumbling mill where the mechanism of destruction by crushing is implemented, which is caused by the mechanism of compression loading. The compressive interaction in the active zone of the lower end of the granular loading chamber of the rotating drum at the transition of the shear layer to the solid zone was taken into account.

The task to determine the parameters of the compressive action was solved, which was caused by the difficulties of modeling and the

complexity of the hardware analysis of the behavior of the internal loading of the mill.

A mathematical model was built based on data visualization for the compression grinding mechanism.

The power of compressive forces was taken as an analog of grinding performance. The initial characteristic of compression was considered to be the mean speed of movement in the central averaged normal cross-section of the shear layer. The influence on the performance of the mass fraction of the shear layer and the reversibility of loading was taken into account.

The effect of rotation speed on productivity was evaluated by experimental modeling at a chamber filling degree of 0.45 and a relative size of grinding bodies of 0.0104. The maximum value of energy and grinding productivity was established at a relative speed of rotation $\psi_{\omega}=0.6-0.65$. The maximum value of the share of the shear layer loading was found at $\psi_{\omega}=0.4-0.45$.

The results have made it possible to establish a rational speed during crushing by compression, $\psi_{\omega}=0.55-0.65$. This value was smaller in comparison with impact crushing, $\psi_{\omega}=0.75-0.9$. The observed effect is explained by the detected activation for the shear loading layer during slow rotation, in contrast to the fast rotation for the drop zone.

The model built makes it possible to predict rational technological parameters of the process of medium and fine grinding in a tumbling mill by compression.

Keywords: tumbling mill, intra-chamber loading, compressive loading, destruction by crushing, grinding performance.

References

1. Deniz, V. (2013). Comparisons of Dry Grinding Kinetics of Lignite, Bituminous Coal, and Petroleum Coke. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 35 (10), 913–920. doi: <https://doi.org/10.1080/15567036.2010.514591>
2. Gupta, V. K. (2020). Energy absorption and specific breakage rate of particles under different operating conditions in dry ball milling. Powder Technology, 361, 827–835. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.11.033>
3. Góralczyk, M., Krot, P., Zimroz, R., Ogonowski, S. (2020). Increasing Energy Efficiency and Productivity of the Comminution Process in Tumbling Mills by Indirect Measurements of Internal Dynamics – An Overview. Energies, 13 (24), 6735. doi: <https://doi.org/10.3390/en13246735>
4. Golpayegani, M. H., Rezai, B. (2022). Modelling the power draw of tumbling mills: A comprehensive review. Physicochemical Problems of Mineral Processing, 58 (4). doi: <https://doi.org/10.37190/ppmp/151600>
5. Govender, I., Powell, M. S. (2006). An empirical power model derived from 3D particle tracking experiments. Minerals Engineering, 19 (10), 1005–1012. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2006.03.017>
6. Bbosa, L. S., Govender, I., Mainza, A. N., Powell, M. S. (2011). Power draw estimations in experimental tumbling mills using PEPT. Minerals Engineering, 24 (3-4), 319–324. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2010.10.005>
7. Bbosa, L. S., Govender, I., Mainza, A. (2016). Development of a novel methodology to determine mill power draw. International Journal of Mineral Processing, 149, 94–103. doi: <https://doi.org/10.1016/j.minpro.2016.02.009>

8. Tohry, A., Chehreh Chelgani, S., Matin, S. S., Noormohammadi, M. (2020). Power-draw prediction by random forest based on operating parameters for an industrial ball mill. *Advanced Powder Technology*, 31 (3), 967–972. doi: <https://doi.org/10.1016/j.appt.2019.12.012>
9. Tavares, L. M. (2017). A Review of Advanced Ball Mill Modelling. *KONA Powder and Particle Journal*, 34, 106–124. doi: <https://doi.org/10.14356/kona.2017015>
10. Kelly, E. G., Spottiswood, D. J. (1982). *Introduction to mineral processing*. Wiley, 491.
11. Gupta, A., Yan, D. (2016). *Mineral processing design and operations: An introduction*. Elsevier. doi: <https://doi.org/10.1016/c2014-0-01236-1>
12. Wills, B. A., Finch, J. (2015). *Wills' mineral processing technology: an introduction to the practical aspects of ore treatment and mineral recovery*. Butterworth-Heinemann. doi: <https://doi.org/10.1016/c2010-0-65478-2>
13. King, R. P. (2001). *Modeling and simulation of mineral processing systems*. Butterworth-Heinemann. doi: <https://doi.org/10.1016/c2009-0-26303-3>
14. Chieregati, A. C., Delboni Júnior, H. (2001). *Novo método de caracterização tecnológica para cominuição de minérios*. São Paulo: EPUSP.
15. Malyarov, P., Dolgov, O., Kovalev, P. (2020). Mineral raw material disintegration mechanisms in ball mills and distribution of grinding energy between sequential stages. *Mining of Mineral Deposits*, 14 (2), 25–33. doi: <https://doi.org/10.33271/mining14.02.025>
16. Azooz, K. (2021). Improving productivity based on the movement of materials inside a grinding cement mill. *Kufa Journal of Engineering*, 10 (4), 1–15. doi: <https://doi.org/10.30572/2018/kje/100401>
17. Boemer, D., Ponthot, J.-P. (2016). DEM modeling of ball mills with experimental validation: influence of contact parameters on charge motion and power draw. *Computational Particle Mechanics*, 4 (1), 53–67. doi: <https://doi.org/10.1007/s40571-016-0125-4>
18. Naumenko, Y., Deineka, K. (2023). Building a model of the impact grinding mechanism in a tumbling mill based on data visualization. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (7 (123)), 65–73. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.283073>
19. Napier-Munn, T. J., Morrell, S., Morrison, R. D., Kojovic, T. (1996). *Mineral comminution circuits: Their operation and optimisation*. Vol. 2. Julius Kruttschnitt Mineral Research Centre, University of Queensland, 413.
20. Powell, M. S., McBride, A. T. (2004). A three-dimensional analysis of media motion and grinding regions in mills. *Minerals Engineering*, 17 (11-12), 1099–1109. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2004.06.022>
21. Morrison, A. J., Govender, I., Mainza, A. N., Parker, D. J. (2016). The shape and behaviour of a granular bed in a rotating drum using Eulerian flow fields obtained from PEPT. *Chemical Engineering Science*, 152, 186–198. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ces.2016.06.022>
22. de Klerk, D. N., Govender, I., Mainza, A. N. (2019). Geometric features of tumbling mill flows: A positron emission particle tracking investigation. *Chemical Engineering Science*, 206, 41–49. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ces.2019.05.020>
23. Cleary, P. W. (2001). Recent advances in dem modelling of tumbling mills. *Minerals Engineering*, 14 (10), 1295–1319. doi: [https://doi.org/10.1016/s0892-6875\(01\)00145-5](https://doi.org/10.1016/s0892-6875(01)00145-5)
24. Wang, M. H., Yang, R. Y., Yu, A. B. (2012). DEM investigation of energy distribution and particle breakage in tumbling ball mills. *Powder Technology*, 223, 83–91. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2011.07.024>
25. Govender, I., Richter, M. C., Mainza, A. N., De Klerk, D. N. (2016). A positron emission particle tracking investigation of the scaling law governing free surface flows in tumbling mills. *AIChE Journal*, 63 (3), 903–913. doi: <https://doi.org/10.1002/aic.15453>
26. Yin, Z., Peng, Y., Li, T., Wu, G. (2018). DEM Investigation of Mill Speed and Lifter Face Angle on Charge Behavior in Ball Mills. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 394, 032084. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/394/3/032084>
27. Naumenko, Y. (2017). Modeling a flow pattern of the granular fill in the cross section of a rotating chamber. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (1 (89)), 59–69. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.110444>
28. Naumenko, Y. (2017). Modeling of fracture surface of the quasi solid-body zone of motion of the granular fill in a rotating chamber. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (1 (86)), 50–57. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.96447>
29. Naumenko, Y., Sivko, V. (2017). The rotating chamber granular fill shear layer flow simulation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (7 (88)), 57–64. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.107242>
30. Deineka, K., Naumenko, Y. (2019). Revealing the effect of decreased energy intensity of grinding in a tumbling mill during self-excitation of auto-oscillations of the intrachamber fill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (1), 6–15. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155461>
31. Deineka, K., Naumenko, Y. (2019). Establishing the effect of a decrease in power intensity of self-oscillating grinding in a tumbling mill with a reduction in an intrachamber fill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (7 (102)), 43–52. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.183291>
32. Deineka, K., Naumenko, Y. (2020). Establishing the effect of decreased power intensity of self-oscillatory grinding in a tumbling mill when the crushed material content in the intra-chamber fill is reduced. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (1 (106)), 39–48. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.209050>
33. Deineka, K., Naumenko, Y. (2021). Establishing the effect of a simultaneous reduction in the filling load inside a chamber and in the content of the crushed material on the energy intensity of self-oscillatory grinding in a tumbling mill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (1 (109)), 77–87. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224948>
34. Deineka, K., Naumenko, Y. (2022). Revealing the mechanism of stability loss of a two-fraction granular flow in a rotating drum. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (1 (118)), 34–46. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263097>
35. Deineka, K. Yu., Naumenko, Yu. V. (2018). The tumbling mill rotation stability. *Scientific Bulletin of National Mining University*, 1, 60–68. doi: <https://doi.org/10.29202/nvngu/2018-1/10>
36. Gupta, V. K., Sharma, S. (2014). Analysis of ball mill grinding operation using mill power specific kinetic parameters. *Advanced Powder Technology*, 25 (2), 625–634. doi: <https://doi.org/10.1016/j.appt.2013.10.003>
37. Hanumanthappa, H., Vardhan, H., Mandela, G. R., Kaza, M., Sah, R., Shanmugam, B. K. (2020). A comparative study on a newly designed ball mill and the conventional ball mill performance with respect to the particle size distribution and recirculating load at the discharge end. *Minerals Engineering*, 145, 106091. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2019.106091>

38. ISO 924:1989. Coal preparation plant – Principles and conventions for flowsheets. Available at: <https://www.iso.org/standard/5340.html>
39. Maschinen für die mechanische Aufbereitung von Mineralien und ähnlichen festen Stoffen – Sicherheit – Teil 3: Spezifische Anforderungen für Brecher und Mühlen; Deutsche Fassung EN 1009-3:2020. Available at: <https://www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/nam/veroeffentlichungen/wdc-beuth:din21:316006092>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.287009

ENSURING THE STABILITY OF MACHINING WHEN USING END MILLS (p. 73–80)

Yuri Petrakov

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0525-4769>

Olexander Ohrimenko

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5446-6987>

Maxim Sikailo

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3819-5926>

This paper reports a new approach to ensuring the stability of the end milling process, due to vibration-free cutting modes, which are determined from the stability lobes diagram of the dynamic machining system. An application program for automatic calculation of the stability lobes diagram in the coordinates «mill spindle speed – feed» has been developed, which is a tool for the technologist-programmer when designing control program for numerically controlled machines. The mathematical model underlying the application program represents a dynamic machining system as a single-mass system with two degrees of freedom, covered by negative feedback in the direction of two coordinates. The trailing machining is represented as positive feedback loops with a delay function in each. The mathematical model is given in the form of state variables, which allows applying numerical modeling methods to determine both transient and frequency responses. The software developed includes a separate module for automatic design of the stability lobes diagram whose algorithm uses the features of the location of the Nyquist diagram on the complex plane. Since the functioning of the developed program requires a priori information about the dynamic parameters of the machining system, a procedure for their experimental identification is presented. The stiffness of the machining system in two coordinates was determined with the help of a dynamometer, and the frequency responses were determined by the impulse response function, which was obtained with an impact hammer. The research results were confirmed experimentally both by computer simulation and milling on a machine tool and could be recommended for determining the cutting mode at end milling.

Keywords: end milling, stability of the cutting process, identification of dynamic parameters of the machining system, stability lobes diagram.

References

- Quintana, G., Ciurana, J. (2011). Chatter in machining processes: A review. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 51 (5), 363–376. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2011.01.001>
- Yue, C., Gao, H., Liu, X., Liang, S. Y., Wang, L. (2019). A review of chatter vibration research in milling. *Chinese Journal of Aeronautics*, 32 (2), 215–242. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cja.2018.11.007>
- Altintas, Y. (2012). *Manufacturing Automation*. Cambridge: Cambridge University Press. doi: <https://doi.org/10.1017/cbo9780511843723>
- Koh, M. H. (2012). Identification of system parameters for end milling force simulation with tool and workpiece compliance. University of New Hampshire, 761. Available at: <https://scholars.unh.edu/thesis/761/>
- Xia, Y., Wan, Y., Luo, X., Liu, Z., Song, Q. (2021). An improved numerical integration method to predict the milling stability based on the Lagrange interpolation scheme. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 116 (7-8), 2111–2123. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-021-07311-z>
- Petrakov, Y., Sikailo, M. (2022). Simulation modeling of 2.5D milling dynamics by end mills. *Bulletin of the National Technical University «KhPI» Series: New Solutions in Modern Technologies*, 2 (12), 17–24. doi: <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2022.02.03>
- Sreenivasa Rao, A., Venkata Rao, K. (2017). A Study on Machining Characteristics in Milling of Ti-6Al-4V using Experimental and Finite Element Analysis. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 8 (7), 457–469. Available at: <http://iaeme.com/Home/issue/IJCET?Volume=8&Issue=7>
- Li, H. Z., Zhang, W. B., Li, X. P. (2001). Modelling of cutting forces in helical end milling using a predictive machining theory. *International Journal of Mechanical Sciences*, 43 (8), 1711–1730. doi: [https://doi.org/10.1016/S0020-7403\(01\)00020-0](https://doi.org/10.1016/S0020-7403(01)00020-0)
- Stephenson, D. A., Agapiou, J. S. (2018). *Metal Cutting Theory and Practice*. CRC Press. doi: <https://doi.org/10.1201/9781315373119>
- Quintana, G., Ciurana, J., Teixidor, D. (2008). A new experimental methodology for identification of stability lobes diagram in milling operations. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 48 (15), 1637–1645. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2008.07.006>
- Petrakov, Y., Danylchenko, M. (2022). A time-frequency approach to ensuring stability of machining by turning. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (2 (120)), 85–92. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.268637>
- Liang, S. Y. (2000). *Manufacturing processes and equipment*. *Machining Science and Technology*, 4 (2), 317–318. doi: <https://doi.org/10.1080/10940340008945713>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.288518

OPTIMIZING THE TECHNOLOGICAL MODES OF LAMINATION OF DIGITAL PRINTS (p. 81–91)

Svitlana Havenko

Lodz University of Technology, Lodz, Poland
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4973-5174>

Anna Dovhanych

Ukrainian Academy of Printing, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9006-2721>

The intensive use of lamination technology for the decoration of printing prints made by various printing techniques, as well as a wide range of films, require solving an urgent problem – optimization of influencing factors to ensure the quality of laminated products.

The objects of research were prints of inkjet and laser printing on paper, photo paper, and cardboard. A glossy film based on bio-oriented polypropylene BOPP was used for lamination. Studies of densitometric indicators of prints after lamination confirmed an increase in optical density by 0.28 units. This is especially true for inkjet prints. However, after lamination, all digital prints showed a tendency to improve colorimetric characteristics, namely an increase in the brightness of CMYK colors.

The relationship between the technological regimes of lamination (speed and temperature) and the strength of the laminates, estimated by breaking and pressing forces, was established. To describe the dependence of the laminate strength on the temperature and speed of lamination, polynomial models were built that reproduce the values of the breaking and pushing forces of the laminate with satisfactory accuracy. The selected algorithm for calculating the parameter values of these models is based on the application of the Chebyshev approximation of the functions of many variables. The optimization models built will allow, if necessary, for making corrections in the technological process of laminating printing prints to ensure the predicted required quality and strength of laminates.

Keywords: digital printing, prints, lamination modes, densitometric indicators, optimization of quality of laminates.

References

- How to choose a base material for thermal laminating films (2022). Nobelus. Available at: <https://nobelusuniversity.com/2022/09/01/how-to-choose-a-base-material-for-thermal-laminating-films/>
- Grachyk, T. (1999). Laminowanie druków ink – jetowych – ozhekiwania a stan obecny czes. Poligrafika, 7, 58–60.
- What is lamination in printing? Available at: <https://kaizenprint.co.uk/inspire-support/print-finishing-lamination/>
- Kozlova, A. A., Kulak, M. I., Oleynik, R. S. (2015). Interrelation and influence of parameters of technological process on paper hardening at lamination. Trudi BGTU, 9, 24–28.
- Chepurna, K., Oliianenko, O. (2016). The Study of Adhesion of Polypropylene Films to the Surface of Printed Sheets of Electrophotographic Printing in the Lamination Process. Technology and Technique of Typography (Tekhnolohiia I Tekhnika Drukarstva), 4 (54), 39–48. doi: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(54\).2016.86446](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(54).2016.86446)
- Kyryliuk, A., Zorenko, O. (2011). Research of laminating of postals. Technology and Technique of Typography (Tekhnolohiia I Tekhnika Drukarstva), 4 (34), 46–56. doi: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(34\).2011.33487](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(34).2011.33487)
- Havenko, S., Dovhanych, A. (2021). Badanie czynników wpływających na jakość laminowania nadruków offsetowych. PRZEGLĄD PAPIERNICZY, 1 (11), 50–53. doi: <https://doi.org/10.15199/54.2021.11.4>
- Zyhulia, S. (2018). The Research of Strength Characteristics of Laminating Imprints. Technology and Technique of Typography (Tekhnolohiia I Tekhnika Drukarstva), 2 (60), 33–40. doi: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.2\(60\).2018.152031](https://doi.org/10.20535/2077-7264.2(60).2018.152031)
- Chen, H., Jiang, B., Cai, Z.-Q. (2015). Preparation and properties of paper-plastic laminating adhesive used for medical packaging materials. Polymers for Advanced Technologies, 26 (9), 1065–1069. doi: <https://doi.org/10.1002/pat.3533>
- Angelski, D., Vitchev, P., Mihailov, V. (2017). Influences of some factors on adhesion strength between PVC foil and particle board. Pro Ligno, 13 (4), 302–307. Available at: https://www.researchgate.net/publication/322447803_INFLUENCES_OF_SOME_FACTORS_ON_ADHESION_STRENGTH_BETWEEN_PVC_FOIL_AND_PARTICLE_BOARD
- Havenko, S., Bernatsek, V., Labetska, M., Dovhanych, A. (2022). Study of the Influence of Lamination on the Quality of Digital Imprints. Technology and Technique of Typography (Tekhnolohiia I Tekhnika Drukarstva), 1 (75), 15–23. doi: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.1\(75\).2022.255484](https://doi.org/10.20535/2077-7264.1(75).2022.255484)
- ISO 12647-2:2013. Graphic technology – Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints – Part 2: Offset lithographic processes. Available at: <https://www.iso.org/standard/57833.html>
- Malachivskyy, P. S., Pizyur, Ya. V., Malachivskyy, R. P., Ukhanska, O. M. (2020). Chebyshev Approximation of Functions of Several Variables. Cybernetics and Systems Analysis, 56 (1), 118–125. doi: <https://doi.org/10.1007/s10559-020-00227-8>
- Bubela, T., Malachivskyy, P., Pokhodylo, Y., Mykyychuk, M., Vorobets, O. (2016). Mathematical modeling of soil acidity by the admittance parameters. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (10 (84)), 4–9. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.83972>
- Malachivskyy, P. S., Pizyur, Ya. V., Danchak, N. V., Orazov, E. B. (2013). Chebyshev Approximation by Exponential-Power Expression. Cybernetics and Systems Analysis, 49 (6), 877–881. doi: <https://doi.org/10.1007/s10559-013-9577-1>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.287746

IMPROVING A METHOD FOR DETERMINING THE LEVEL OF WEAR OF THE MARK FOR PEOPLE WITH VISUAL IMPAIRMENTS ON UKRAINIAN HRYVNIA BANKNOTES (p. 92–103)

Tetiana Kyrychok

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9639-5486>

Olena Korotenko

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6439-1192>

Yaroslav Talimonov

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1506-4897>

Andrii Kyrychok

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4607-7284>

The object of this study is the wear resistance of marks for people with visual impairments, which are printed by the intaglio printing method on Ukrainian hryvnia banknotes to identify the banknote denominations. The subject of the study is to determine the impact of wear on the recognizability of marks for people with visual impairments and the identification of banknote denominations by people with visual impairments. The paper considers the problem of inadequate assessment of the level of banknote wear by the systems of control and rejection of protected products from the point of view of banknote accessibility for people with visual impairments.

An improved methodology for determining the level of wear of the mark for people with visual impairments on Ukrainian hryvnia banknotes is given, taking into account the indicator of its accessibility for all population groups, in particular for people with absolute vision loss, throughout the entire period of circulation. According to the developed methodology, artificial wear of banknotes was carried out according to three test options. The results of changes in the mass of banknotes, the microstructure of the surface of banknotes, the compressibility of marks for people with visual impairments (elasticity level), and the level of tactile identification of the denomination of banknotes by people with total vision loss were obtained. It was determined that during the artificial wear of banknotes, the main destruction of the mark takes place in the first cycle. After the second cycle of wear, there is an increase in the elasticity of the mark for people with visual impairments, a decrease in the level of its tactile sensation and the identification of the denomination of the banknote. Therefore, the properties of banknotes after the second cycle of wear have been determined to be critical for withdrawing such banknotes from circulation.

The revealed regularities make it possible to adjust the parameters of intaglio printing during the production of banknotes and to adjust the sorting equipment to determine the suitability of banknotes for further circulation, taking into account the criterion of accessibility of banknotes for all groups of people.

Keywords: mark for people with visual impairments, wear of banknotes, denomination identification, Ukrainian hryvnia.

References

- World report on vision (2019). Geneva: World Health Organization, 180. Available at: <https://www.who.int/publications/item/9789241516570>
- Springer, K., Subramanian, P., Turton, T. (2015). Australian Banknotes: Assisting People with Vision Impairment. Reserve Bank of Australia. Available at: <https://www.rba.gov.au/publications/bulletin/2015/mar/1.html>
- Kyrychok, A. (2018). The overview of investigation in the field of banknote design for visually impaired people. *EUREKA: Physics and Engineering*, 3, 33–41. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2018.00639>
- Shaker, S., Ghani Alawan, M. (2018). Paper Currency Detection based Image Processing Techniques: A review paper. *Journal of Al-Qadisiyah for Computer Science and Mathematics*, 10 (1). doi: <https://doi.org/10.29304/jqcm.2018.10.1.359>
- Gupta, I., Kamble, S., Nisar, K., Patel, P., Gogate, V. (2022). Currency Detector System for Visually Impaired. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10 (5), 1184–1186. doi: <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.42256>
- Madhura, Viditha, Manjesh, R. (2020). Currency Recognition for Blind. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 8 (5), 597–600. doi: <https://doi.org/10.22214/ijraset.2020.5094>
- Lee, J., Hong, H., Kim, K., Park, K. (2017). A Survey on Banknote Recognition Methods by Various Sensors. *Sensors*, 17 (2), 313. doi: <https://doi.org/10.3390/s17020313>
- Bartz, W. J., Crane, T. T. (2006). Circulation simulator method for evaluating bank note and optical feature durability. *SPIE Proceedings*. doi: <https://doi.org/10.1117/12.650725>
- Kyrychok, T., Baglai, V., Kyrychok, A. (2020). Optical methods of banknotes sorting for Ukrainian Hryvnia: results and problems. *Fourteenth International Conference on Correlation Optics*. doi: <https://doi.org/10.1117/12.2553936>
- Kyrychok, T., Shevchuk, A., Nesterenko, V., Kyrychok, P. (2013). Banknote Paper Deterioration Factors: Circulation Simulator Method. *BioResources*, 9 (1). doi: <https://doi.org/10.15376/biores.9.1.710-724>
- Summers, I. R., Irwin, R. J. (2005). Tactile discrimination of paper. Biomedical Physics Group. *Proceedings Haptex '05 – Workshop on Haptic and Tactile Perception of Deformable Objects*. Hannover. Available at: https://www.academia.edu/11487151/Tactile_discrimination_of_paper
- Kyrychok, T., Kyrychok, P., Havenko, S., Kibirkštis, E., Miliūnas, V. (2014). The influence of pressure during intaglio printing on banknotes durability. *Mechanics*, 20 (3). doi: <https://doi.org/10.5755/j01.mech.20.3.7393>
- Jin, O., Qu, L., He, J., Li, X. (2015). Recognition of New and Old Banknotes Based on SMOTE and SVM. *2015 IEEE 12th Intl Conf on Ubiquitous Intelligence and Computing and 2015 IEEE 12th Intl Conf on Autonomic and Trusted Computing and 2015 IEEE 15th Intl Conf on Scalable Computing and Communications and Its Associated Workshops (UIC-ATC-ScalCom)*. doi: <https://doi.org/10.1109/uic-atc-scalcom-cbdcom-iop.2015.53>
- Baek, S., Lee, S., Choi, E., Baek, Y., Lee, C. (2019). Banknote simulator for aging and soiling banknotes using Gaussian models and Perlin noise. *Expert Systems with Applications*, 137, 405–419. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.07.013>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.290124
IDENTIFYING SOME REGULARITIES
OF THE HEAT TRANSFER IN THE WELDED
JOINT OF SUS304 PIPE USING A NUMERICAL
APPROACH (p. 104–113)

Abbas Naseer Hasein
 Middle Technical University, Baghdad, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4856-326X>

Ashham Mohammed Anead
 Middle Technical University, Baghdad, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2595-6362>

Mortadha Kareem A. Razaq
 Middle Technical University, Baghdad, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9599-5359>

In this study, an investigation into the impact of heat transmission in the welded junction of SUS304 pipe has been carried out with the use of a numerical method. An investigation was carried out by employing ANSYS's static structural tools in conjunction with the software package's thermal transient analysis. Based on the heat flow on the welding point, where the temperature reaches 507 °C within 200 mm of the end of the welded pipe, an examination into the efficiency of heat transfer has been carried out. This analysis was based on the heat flow on the welding point. As the total heat flux approaches 7.02e6 W·m⁻², studies have been conducted on the topic. There have been three types of directional heat flux measurements made (X, Y, and Z), with the numerical findings indicating that the X direction produces the most variable heat flow readings. These checks were performed in a variety of settings. These were chosen as the correct paths to go since they led directly to the source of the warmth, whereas the Z-axis permits the minimum amount of heat

flow throughout the board. The damaged area identified on the trees that were still standing was factored into the calculation. To calculate the amount of residual stress, the Von Mises stress was applied repeatedly during the whole procedure. This tactic ended up being employed. Due to the tension caused by the pipe's increased bending radius, the piece of pipe located 200 mm from the pipe's distal end is the most vulnerable. The value was calculated to be 2.49e6 Pa when the temperature was increased to 500 °C.

Keywords: heat transfer, SUS304, heat flux: welded joint, friction stir welding.

References

- Savin, V. V., Lebedeva, K. N., Herelovich, V. V., Savina, L. A., Chaika, V. A. (2020). Prospects for the use of u-shaped welded pipes of steel a316l heat transfer assortment in chemical engineering. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 939 (1), 012069. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/939/1/012069>
- Yang, Z., Fang, Y., He, J. (2020). Numerical simulation of heat transfer and fluid flow during vacuum electron beam welding of 2219 aluminium girth joints. Vacuum, 175, 109256. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2020.109256>
- Ji, Y., Yuan, D., Hao, Y., Tian, Z., Lou, J., Wu, Y. (2022). Experimental study on heat transfer performance of high temperature heat pipe with large length-diameter ratio for heat utilization of concentrated solar energy. Applied Thermal Engineering, 215, 118918. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2022.118918>
- Peng, X., Xu, G., Zhou, A., Yang, Y., Ma, Z. (2020). An adaptive Bernstein-Bézier finite element method for heat transfer analysis in welding. Advances in Engineering Software, 148, 102855. doi: <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2020.102855>
- Ham, J., Shin, Y., Cho, H. (2019). Theoretical investigation of the influence of pipe diameter and exit channel width in welded plate heat exchanger on heat exchanger performance. Heat and Mass Transfer, 56 (3), 759–771. doi: <https://doi.org/10.1007/s00231-019-02733-8>
- Sharaf, H. K., Salman, S., Abdulateef, M. H., Magizov, R. R., Troitskii, V. I., Mahmoud, Z. H. et al. (2021). Role of initial stored energy on hydrogen microalloying of ZrCoAl(Nb) bulk metallic glasses. Applied Physics A, 127 (1). doi: <https://doi.org/10.1007/s00339-020-04191-0>
- Yao, Y., Ding, J., Zhang, Y., Wang, W., Lu, J. (2023). Thermal and hydraulic optimization of supercritical CO₂ pillow plate heat exchanger with ellipse weld spots in CSP system. International Communications in Heat and Mass Transfer, 143, 106739. doi: <https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2023.106739>
- Der, O., Alqahtani, A. A., Marengo, M., Bertola, V. (2021). Characterization of polypropylene pulsating heat stripes: Effects of orientation, heat transfer fluid, and loop geometry. Applied Thermal Engineering, 184, 116304. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2020.116304>
- Markushin, M. E., Galanskiy, S. A., Maksimov, I. S., Zolkin, A. L. (2023). Passive control of a temperature of continuous welded rail using loop heat pipes. AIP Conference Proceedings. doi: <https://doi.org/10.1063/5.0162725>
- Sharaf, H. K., Salman, S., Dindarloo, M. H., Kondrashchenko, V. I., Davidyants, A. A., Kuznetsov, S. V. (2021). The effects of the viscosity and density on the natural frequency of the cylindrical nanoshells conveying viscous fluid. The European Physical Journal Plus, 136 (1). doi: <https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-020-01026-y>
- Liu, Y., Wang, P., Fang, H., Ma, N. (2021). Mitigation of residual stress and deformation induced by TIG welding in thin-walled pipes through external constraint. Journal of Materials Research and Technology, 15, 4636–4651. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.10.035>
- Zhao, J., Ji, Y., Yuan, D.-Z., Guo, Y.-X., Zhou, S.-W. (2022). Structural effect of internal composite wick on the anti-gravity heat transfer performance of a concentric annular high-temperature heat pipe. International Communications in Heat and Mass Transfer, 139, 106404. doi: <https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2022.106404>
- Sharaf, H. K., Ishak, M. R., Sapuan, S. M., Yidris, N. (2020). Conceptual design of the cross-arm for the application in the transmission towers by using TRIZ-morphological chart-ANP methods. Journal of Materials Research and Technology, 9 (4), 9182–9188. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.05.129>
- Abdullah, Y. M., Aziz, G. S., Sharaf, H. K. (2023). Simulate the Rheological Behaviour of the Solar Collector by Using Computational Fluid Dynamic Approach. CFD Letters, 15 (9), 175–182. doi: <https://doi.org/10.37934/cfdl.15.9.175182>
- Yu, J., Xin, Z., Zhang, R., Chen, Z., Li, Y., Zhou, W. (2022). Effect of spiral woven mesh liquid pumping action on the heat transfer performance of ultrathin vapour chamber. International Journal of Thermal Sciences, 182, 107799. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2022.107799>
- Sharaf, H. K., Alyousif, S., Khalaf, N. J., Hussein, A. F., Abbas, M. K. (2022). Development of bracket for cross arm structure in transmission tower: Experimental and numerical analysis. New Materials, Compounds and Applications, 6 (3), 257–275. Available at: <http://jomardpublishing.com/UploadFiles/Files/journals/NMCA/V6N3/SharafHS.pdf>
- Liu, Y., Yu, Y., Wang, P., Fang, H., Ma, N. (2022). Analysis and mitigation of the bending deformation in girth-welded slender pipes with numerical modelling and experimental measurement. Journal of Manufacturing Processes, 78, 278–287. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2022.04.023>
- Sharaf, H. K., Ishak, M. R., Sapuan, S. M., Yidris, N., Fattahi, A. (2020). Experimental and numerical investigation of the mechanical behavior of full-scale wooden cross arm in the transmission towers in terms of load-deflection test. Journal of Materials Research and Technology, 9 (4), 7937–7946. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.04.069>
- Liu, Y., Wang, P., Fang, H., Ma, N. (2021). Characteristics of welding distortion and residual stresses in thin-walled pipes by solid-shell hybrid modelling and experimental verification. Journal of Manufacturing Processes, 69, 532–544. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2021.08.014>
- Almagsoosi, L., Abadi, M. T. E., Hasan, H. F., Sharaf, H. K. (2022). Effect of the Volatility of the Crypto Currency and Its Effect on the Market Returns. Industrial Engineering & Management Systems, 21 (2), 238–243. doi: <https://doi.org/10.7232/iems.2022.21.2.238>
- Al-Fahad, I. O. B., Sharaf, H. K., Kadhim, Bachache, L. N., Bachache, N. K. (2023). Identifying the mechanism of the fatigue behavior of the composite shaft subjected to variable load. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (7 (123)), 37–44. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.283078>
- Chen, G., Tang, Y., Wan, Z., Zhong, G., Tang, H., Zeng, J. (2019). Heat transfer characteristic of an ultra-thin flat plate heat pipe with surface-functional wicks for cooling electronics. International Com-

- munications in Heat and Mass Transfer, 100, 12–19. doi: <https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2018.10.011>
23. Gharib, A. R., Biglari, F. R., Shafaie, M., Kokabi, A. H. (2019). Experimental and numerical investigation of fixture time on distortion of welded part. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 104 (1-4), 1121–1131. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03874-0>
24. Kong, Y. S., Cheepu, M., Park, Y. W. (2020). Effect of Heating Time on Thermomechanical Behavior of Friction-Welded A105 Bar to A312 Pipe Joints. *Transactions of the Indian Institute of Metals*, 73 (6), 1433–1438. doi: <https://doi.org/10.1007/s12666-020-01900-4>
25. Mikulionok, I. O. (2019). Classification of Means of Enhancement of Heat Transfer from the Outer Surface of Pipes (Survey of Patents). *Chemical and Petroleum Engineering*, 55 (5-6), 491–499. doi: <https://doi.org/10.1007/s10556-019-00651-4>
26. Liu, R.-F., Wang, J.-C. (2022). Application of finite element method to effect of weld overlay residual stress on probability of piping failure. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, 200, 104812. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpvp.2022.104812>
27. Raheemah, S. H., Fadheel, K. I., Hassan, Q. H., Aned, A. M., Turki Al-Taie, A. A., Sharaf, H. K. (2021). Numerical Analysis of the Crack Inspections Using Hybrid Approach for the Application the Circular Cantilever Rods. *Pertanika Journal of Science and Technology*, 29 (2). doi: <https://doi.org/10.47836/pjst.29.2.22>
28. Raheemah, S. H., Ashham, M. A., Salman, K. (2019). Numerical investigation on enhancement of heat transfer using rod inserts in single pipe heat exchanger. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 13 (4), 6112–6124. doi: <https://doi.org/10.15282/jmes.13.4.2019.24.0480>
29. Asadi, P., Alimohammadi, S., Kohantorabi, O., Soleymani, A., Fazli, A. (2020). Numerical investigation on the effect of welding speed and heat input on the residual stress of multi-pass TIG welded stainless steel pipe. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 235 (6-7), 1007–1021. doi: <https://doi.org/10.1177/0954405420981335>
30. Salman, S., Sharaf, H. K., Hussein, A. F., Khalaf, N. J., Abbas, M. K., Aned, A. M. et al. (2022). Optimization of raw material properties of natural starch by food glue based on dry heat method. *Food Science and Technology*, 42. doi: <https://doi.org/10.1590/fst.78121>
31. Salman, K. h., Elsheikh, A. H., Ashham, M., Ali, M. K. A., Rashad, M., Haiou, Z. (2019). Effect of cutting parameters on surface residual stresses in dry turning of AISI 1035 alloy. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 41 (8). doi: <https://doi.org/10.1007/s40430-019-1846-0>
32. Arora, H., Mahaboob Basha, K., Naga Abhishek, D., Devesh, B. (2022). Welding simulation of circumferential weld joint using TIG welding process. *Materials Today: Proceedings*, 50, 923–929. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.06.315>
33. Lavrentieva, O. O., Arkhypov, I. O., Kuchma, O. I., Uchitel, A. D. (2020). Use of simulators together with virtual and augmented reality in the system of welders' vocational training: past, present, and future. doi: <https://doi.org/10.31812/123456789/3748>
34. Alyaseri, N. H. A., Salman, M. D., Maseer, R. W., Hussein, E. K., Subhi, K. A., Alwan, S. A. et al. (2023). Exploring the Modeling of Socio-Technical Systems in the Fields of Sport, Engineering and Economics. *Revista iberoamericana de psicología del ejercicio y el deporte*, 18 (3), 338–341. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9087565>
35. Jawad, K. K., Alyaseri, N. H. A., Alwan, S. A., Hussein, E. K., Subhi, K. A., Sharaf, H. K. et al. (2023). Contingency in Engineering Problem Solving Understanding its Role and Implications: Focusing on the sports Machine. *Revista iberoamericana de psicología del ejercicio y el deporte*, 18 (3), 334–337. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9087564>
36. Salman, M. D., Alwan, S. A., Alyaseri, N. H. A., Subhi, K. A., Hussein, E. K., Sharaf, H. K. et al. (2023). The Impact of Engineering Anxiety on Students: A Comprehensive Study In the fields of Sport, economics, and teaching methods. *Revista iberoamericana de psicología del ejercicio y el deporte*, 18 (3), 326–329. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9087521>
37. Alwan, S. A., Jawad, K. K., Alyaseri, N. H. A., Subhi, K. A., Hussein, E. K., Aned, A. M. et al. (2023). The Psychological Effects of Perfectionism on Sport, economic and Engineering Students. *Revista iberoamericana de psicología del ejercicio y el deporte*, 18 (3), 330–333. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9087522>
38. Al-Fahad, I. O. B., Hassan, A. D., Faisal, B. M., Sharaf, H. kadhim. (2023). Identification of regularities in the behavior of a glass fiber-reinforced polyester composite of the impact test based on ASTM D256 standard. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (7 (124)), 63–71. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.286541>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.288897

СИНТЕЗ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ НАХИЛУ КУЗОВА ТА РЕКУПЕРАЦІЇ ЕНЕРГІЇ КОЛИВАНЬ ДЛЯ ШВИДКІСНОГО ЕЛЕКТРОПОЇЗДУ (с. 6–14)

А. Б. Озулу, Б. Г. Любарський, Д. І. Якунін, О. М. Дубініна

Розглянуто питання системи ходової частини швидкісного електропоїзду з нахилом кузова та системою рекуперації коливань. Було розглянуто основні системи підвищення кузова електропоїзду, які використовуються на даний момент. Висвітлено існуючі системи амортизації та альтернативні підходи і рішення для підвищення швидкісних характеристик електрорухомого складу. Висунута основна проблематика цих систем підвищення, яка полягає у відсутності можливості рекуперування коливань, та складності систем для нахилу кузова. Представлені основні габаритні та силові параметри запропонованого перспективного амортизатора. Зроблена порівняльна характеристика основних параметрів електромеханічного амортизатора з пневмо-ресорним. Побудовано імітаційну модель швидкісного електропоїзду з електромеханічним амортизатором у середовищі MATLAB Simulink. Наведені та описані основні блоки імітаційної моделі, завдяки яким можливо виконати імітацію нахилу кузова на заданий кут та імітацію рекуперації енергії коливань.

За результатами моделювання роботи електромеханічного амортизатора у складі ходової частини електровоза визначено, що синтез даної системи дозволяє виконати нахил кузова у 5 градусів за 2 секунди. Також зазначено, що запропонована система дозволяє знизити коливання кузова електропоїзду у 2 рази, та рекуперувати 84 Вт/год енергії коливань. Отримані результати нахилу кузова обумовлені швидкодією механізму, за рахунок відсутності компресорного комплексу, який використовується у пневмосистемі.

Сферою застосування гасника коливань може бути також й автомобільна сфера, за умов додаткового дослідження форми, амплітуди коливань дорожнього покриття та зміни габаритних параметрів відповідно до вимог.

Ключові слова: електромеханічний амортизатор, імітаційна модель, нахил кузова, гасіння коливань, ходова частина.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.288476

УДОСКОНАЛЕННЯ ВИПРОБУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КОЛІСНОЇ ПІДВІСКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ ТАГУТІ З МЕТОЮ ОПТИМІЗАЦІЇ (с. 15–27)

Christof Gerald Simon, Festo Andre Hardinsi, Sallolo Suluh, Formanto Paliling, Rigel Sampelolo, Agus Widyianto

У роботі продемонстровано значний прогрес у випробуваннях підвіски транспортних засобів з використанням методу Тагуті з метою оптимізації. Система підвіски визначає характеристики транспортного засобу, безпосередньо впливаючи на плавність ходу, керованість і безпеку руху. Дослідження, представлене у даній роботі, підкреслює потенційно ефективний метод поліпшення випробування підвіски. У дослідженні, з використанням методу Тагуті – надійного методу оптимізації, систематично досліджується складна мережа факторів, що впливають на роботу підвіски. Аналіз включає в себе дослідження стану дорожнього покриття, змін ваги пасажирів і коливань тиску в шинах. Мета полягає в тому, щоб розробити систему підвіски, що забезпечує плавність та стійкість руху без будь-яких поступок, незалежно від перешкод, що виникають на дорозі. У дослідженні використовувався автомобіль седан Altis, оснащений шинами профілю 205/55 R16. Результати дослідження показують, що фактор А, який представляє висоту насипу, істотно впливає на 56 % управління нерівностями доріг та підтримання стабільного руху. Коефіцієнт динамічного навантаження (фактор D) має значний вплив на загальну стійкість транспортного засобу та якість їзди, становлячи 43 % у різних сценаріях. На підставі наведеної схеми можна помітити, що змінні В (тиск в шинах) і С (вага пасажирів) істотно впливають на вібрацію підвіски, приводячи до зниження менше 0,1 %. Незважаючи на те, що представлені результати досліджень охоплюють тільки частину автомобілів, застосовувана методологія може бути використана для вирішення аналогічних проблем в інших транспортних засобах.

Ключові слова: метод Тагуті, вертикальні динамічні навантаження, маса кузова транспортного засобу, підвіска, швидке перетворення Фур'є.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.289426

ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОСТАТИЧНОГО ПІДШИПНИКА АВІАЦІЙНОГО ПАЛИВНОГО НАСОСУ НА ЙОГО СТАТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ (с. 28–34)

В. І. Назін

Об'єктом дослідження є гідростатичні процеси в опорах ковзання паливних авіаційних насосів шестерного типу.

Вирішувалась проблема впливу конструктивних параметрів підшипника паливного насоса на його статичні характеристики. В якості статичних характеристик розглядалися несуча здатність, витрата мастильного матеріалу і температурний режим роботи. В основі визначення цих характеристик лежала функція розподілу тиску у шарі робочої рідини. Було прийнято варіант з двома несучими камерами, розташованими на робочій поверхні гідростатичного підшипника. Досліджувалися три варіанти окружного розташування камер щодо лінії дії зовнішнього навантаження. Наведена кількісна оцінка впливу підвищення температури робочої рідини на витрату мастильного матеріалу та несучу здатність підшипника.

Встановлено, що зі збільшенням кута положення камер щодо лінії дії зовнішнього навантаження витрата робочої рідини в підшипнику зростає, а його несуча здатність зменшується. При зазорі в підшипнику 0,0225 мм зі збільшенням кута положення камер з 30° до 40° витрати робочої рідини через підшипник зростає приблизно в 1,64 рази. При збільшенні зазору до 0,0425 мм та зміні кута положення камер з 30° до 40° витрата робочої рідини зростає приблизно в 1,2 рази. Несуча здатність підшипника зі збільшенням кута положення камер з 30° до 40° зменшується при зазорі 0,0225 мм приблизно в 1,6 рази, а при зазорі 0,0425 мм приблизно в 1,93 рази.

Збільшення температури робочої рідини призводить до зниження несучої здатності підшипника на 2,5 % та збільшення витрати робочої рідини в підшипнику на 4,6 %.

Отримані результати дозволяють раціональніше проектувати гідростатичні підшипники для паливних шестеренчастих насосів.

Ключові слова: гідростатичний підшипник, шестерний насос, несуча здатність, баланс витрат, температурний режим.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.287447

ВИЯВЛЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОБОТИ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ІМПЛОЗІЙНОГО ВПЛИВУ НА ВОДОНОСНИЙ ПЛАСТ ПРИ ОСВОЄННІ СВЕРДЛОВИН (с. 35–44)

Voranbay Ratov, Ardak Borash, Marian Biletskiy, В. Л. Хоменко, Е. А. Коровяка, Aigul Gusmanova, А. А. Пащенко, В. А. Расцветаев, О. В. Матяш

Об'єктом дослідження у роботі є параметри пристрою імпульсійного впливу на водоносні пласти при освоєнні свердловин.

Вирішувалась проблема підвищення продуктивності водоносних пластів шляхом видалення продуктів колюматції, що утворилися в процесі буріння, та відновлення природної проникності пластів. Це забезпечить високий дебіт свердловин та їхню тривалу безаварійну роботу. Одним з найбільш ефективних способів освоєння свердловин є імпульсійний вплив. Однак його застосування стримується складністю конструкції існуючих пристроїв, високою вартістю використання та недостатньою надійністю їхньої роботи. Для подолання цього було розроблено оригінальний пристрій для імпульсійного впливу на водоносні горизонти та визначено параметри його роботи.

Розроблено методику визначення максимально допустимих за умов недопущення змінання обсадних колон розмірів незаповнених рідиною інтервалів. Досліджено вплив цих інтервалів на зниження загальної ваги обсадної колони.

Для умов родовища Тонірекшин запропоновано оптимальну конструкцію свердловини. Розраховані критичні розміри порожніх інтервалів для всіх товщин стінки обсадних труб, що входять у конструкцію свердловин. Встановлено, що величина зниження ваги обсадної колони у свердловині за рахунок Архімедової сили для умов родовища становить 43–47 %. Архімедова сила зростає із збільшенням товщини стінки труби. Зниження ваги обсадної колони знижує потрібну потужність лебідки, що дозволяє використовувати легші бурові установки.

Досліджено процедуру підготовки до повторних імпульсійних впливів.

Виконані дослідження та подані рекомендації будуть ефективними при бурінні та освоєнні свердловин в умовах півострова Мангестау, на родовищі Тонірекшин.

Ключові слова: освоєння свердловин, імпульсійний вплив, змінання обсадки, впускний клапан, родовище Тонірекшин.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.287483

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ НАПРЯМКУ ВСТАНОВЛЕННЯ РІЖУЧОЇ КРОМКИ НОЖІВ КОТКА-ПОДРІБНЮВАЧА НА ПОКАЗНИКИ ПРОЦЕСУ (с. 45–53)

В. О. Шейченко, В. А. Вольський, Р. В. Коцюбанський, В. І. Днесь, О. І. Біловод, М. В. Шевчук, Ю. Б. Скоряк

Дослідження направлено на підвищення інтенсивності подрібнення часток стебел грубостеблових культур завдяки встановленню впливу орієнтації ріжучої кромки ножів котка-подрібнювача на якість виконання технологічних операцій подрібнення.

Встановлено аналітичні залежності плоского руху котка-подрібнювача та визначено, що для котків із ножами, ріжучу кромку яких направлено у бік протилежний напрямку обертання:

– перевищення значення вертикальних складових сумарних сил опору ножів, що уможливило більші значення зусиль, і, як наслідок, більш інтенсивне руйнування шару рослинних решток;

– перевищення значень рушійної сили ножів на підставі залежностей рушійної сили від конструкційних та кінематичних параметрів (вага котка, радіус барабана, висота ножа, кут нахилу ножа, прискорення).

Експериментальними дослідженнями встановлено перевищення до 20 % показників якості подрібнення стебел соняшнику та кукурудзи ножами котка, ріжучу кромку яких направлено у бік протилежний напрямку обертання.

Середня кількість подрібнених часток стебел кукурудзи у діапазоні менше 50 мм на 13,6 % більша у комбінованого агрегату, ножі котка якого ріжучою кромкою направлено у бік протилежний напрямку обертання.

Встановлено, що за нульового та 3,92 кН (400 кг) довантаження збільшення швидкості від 7,45 км/год до 13,6 км/год призводить до зменшення значень середнього тягового опору. Найбільше значення тягового опору встановлено за швидкості 13,6 км/год та довантаження 7,84 кН (800 кг). Найменше значення тягового опору встановлено за нульового довантаження та швидкості 22,0 км/год, які на 21,5 % менші ніж за швидкості 7,45 км/год та 14,1 % ніж за швидкості 13,6 км/год.

Ключові слова: коток-подрібнювач, ріжуча кромка ножа, аналітичні залежності плоского руху котка-подрібнювача, тяговий опір котка-подрібнювача.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.289238

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОБРОБІТКУ ҐРУНТОВОГО СЕРЕДОВИЩА ШЛЯХОМ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОТКУЮЧИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ (с. 54–63)

І. А. Шевченко, Г. А. Голуб, Н. М. Цивенкова, Ір. А. Шевченко, В. О. Шубенко, О. В. Медведський, О. Б. Плужніков, І. С. Омаров

Об'єкт дослідження – процес ущільнення ґрунтового середовища кільчасто-шпоровими та кільчасто-зубовими котками. На основі зональної оптимізації агрофізичних показників орного горизонту досліджено вплив коткуючих робочих органів на ґрунтове середовище щодо створення однорідної заданої пошарової щільності при передпосівному обробітку ґрунту. Встановлено, що щільність ґрунту слід оцінювати в зональному розрізі сукупно з його агрегатним складом, вмістом гумусу, вологістю тощо. Досліджувалися гладкий-водоналивний, кільчасто-зубовий та кільчасто-шпоровий котки. Використання гладкого водоналивного котка ще на

попередніх дослідженнях сприяло високій нерівномірності ущільнення верхнього та нижнього шарів орного горизонту, що свідчило про недоцільність подальших експериментів. Дослідження кільчато-зубового та кільчато-шпорового котків здійснювалися методом багатофакторного експерименту за визначених ґрунтово-кліматичних умов (тип ґрунту – дерново-підзолистий; вологість ґрунту пошарова – 26...28%; пошарова щільність ґрунту – 0,96...1,25 г/см³). Отримано регресійні моделі впливу питомого навантаження, кратності проходів та робочої швидкості агрегату на щільність ґрунту по шарах: 0–5; 5–10; 10–15; 15–20; 20–25; 25–30 см. Для оцінки неоднорідності щільності ґрунту в шарах 0–5 і 5–10 см створювався масив даних. Встановлено, що кільчато-шпоровий коток, навіть при швидкості до 6 км/год, не є знаряддям, придатним регулювати рівноважну щільність насінневого шару. Найкращим для передпосівного обробітку ґрунту є кільчато-зубовий коток (питоме навантаження на ґрунт 350 кг/м; швидкість агрегату до 6 км/год).

Отримані рівняння регресії дозволяють підбирати таке питоме навантаження на кільчато-зубовому котку, що забезпечить раціональну величину пошарової щільності ґрунту. Це є економічно та екологічно доцільним.

Ключові слова: пошарова щільність ґрунту, неоднорідність щільності ґрунту, кільчато-шпоровий коток, кільчато-зубовий коток.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.287565

РОЗРОБКА МОДЕЛІ МЕХАНІЗМУ ПОДРІБНЕННЯ СТИСКАННЯМ В БАРАБАННОМУ МЛІНІ НА ОСНОВІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ (с. 64–72)

Ю. В. Науменко, К. Ю. Дейнека

Об'єктом дослідження є процес подрібнення в барабанному млині при реалізації механізму руйнування роздавлюванням, який спричинено механізмом навантаження стисканням. Враховано стискаючу взаємодію в активній зоні нижнього кінця зернистого завантаження камери обертового барабана на межі переходу зсувного шару у твердотільну зону.

Вирішувалась проблема визначення параметрів стискаючої дії, яку викликано труднощами моделювання та складністю апаратного аналізу поведінки внутрішньомлинного завантаження.

Побудовано математичну модель на основі візуалізації даних для механізму подрібнення стисканням.

Як аналог продуктивності подрібнення прийнято потужність стискаючих сил. Вихідною характеристикою стискання вважалась усереднена швидкість руху у центральному усередненому нормальному перерізі зсувного шару. Враховано вплив на продуктивність масової частки зсувного шару та оборотності завантаження.

Експериментальним моделюванням оцінено вплив швидкості обертання на продуктивність при ступені заповнення камери 0.45 та відносному розмірі молоткових тіл 0.0104. Встановлено максимальне значення енергії та продуктивності подрібнення при відносній швидкості обертання $\psi_{\omega}=0.6-0.65$. Виявлено максимальне значення частки зсувного шару завантаження при $\psi_{\omega}=0.4-0.45$.

Отримані результати дозволили встановити раціональну швидкість при подрібненні стисненням $\psi_{\omega}=0.55-0.65$. Це значення є меншим у порівнянні з подрібненням ударом $\psi_{\omega}=0.75-0.9$. Встановлений ефект пояснюється виявленою активізацією для зсувного шару завантаження при тихохідному обертанні, на відміну від швидкохідного обертання для зони падіння.

Розроблена модель дозволяє прогнозувати раціональні технологічні параметри процесу середнього та тонкого подрібнення в барабанному млині стисканням.

Ключові слова: барабанний млин, внутрішньокамерне завантаження, навантаження стисканням, руйнування роздавлюванням, продуктивність подрібнення.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.287009

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОСТІ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ КІНЦЕВИМИ ФРЕЗАМИ (с. 73–80)

Ю. В. Петраков, О. А. Охріменко, М. О. Сікайло

Представлено новий підхід до забезпечення сталості процесу кінцевого фрезерування, за рахунок безвібраційних режимів різання, які визначаються з діаграми сталості динамічної обробної системи. Розроблена прикладна програма автоматичного розрахунку діаграми сталості в координатах «швидкість шпинделя фрези – подача», яка є інструментом технолога-програміста при проектуванні управляючих програм для верстатів з числовим програмним управлінням. Математична модель, що покладена в основу прикладної програми, представляє динамічну обробну систему як одномасову з двома степенями свободи, що охоплена негативними зворотними зв'язками за напрямом двох координат. Оброблення за слідом представлене у вигляді позитивних зворотних зв'язків з функцією запізнення в кожному. Математична модель представлена у формі змінних стану, що дозволяє застосовувати чисельні методи моделювання для визначення як перехідних, так і частотних характеристик. В розробленій програмі передбачений окремий модуль автоматичного проектування діаграми сталості, алгоритм функціонування якого використовує ознаки розташування діаграми Найквіста на комплексній площині. Оскільки функціонування розробленої програми вимагає апріорну інформацію про динамічні параметри обробної системи, представлена методика їх експериментальної ідентифікації. Жорсткості обробної системи за двома координатами визначалися за допомогою динамометра, а частотні характеристики – за імпульсною характеристикою, яка була отримана ударним молотком. Результати досліджень були підтверджені експериментально, як комп'ютерним моделюванням, так і фрезеруванням на верстаті, і можуть бути рекомендовані для призначення режиму різання при кінцевому фрезеруванні.

Ключові слова: кінцеве фрезерування, сталість процесу різання, ідентифікація динамічних параметрів обробної системи, діаграма сталості.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.288518

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ ЛАМІНУВАННЯ ВІДБИТКІВ ЦИФРОВОГО ДРУКУ (с. 81–91)

Svitlana Havenko, A. B. Довганич

Інтенсивне використання технології ламінування для оздоблення друкарських відбитків, виготовлених різними способами друку, широкий асортимент плівок вимагає розв'язку актуальної проблеми – оптимізації факторів впливу для забезпечення якості ламінованої

продукції. Об'єктами досліджень буди відбитки струменевого і лазерного друку на папері, фотопапері і картоні. Для ламінування використовували глянцева плівку на основі біорієнтованого поліпропілену ВОРР. Дослідження денситометричних показників відбитків після ламінування підтвердили збільшення оптичної густини на 0,28 одиниць. Особливо це характерно для відбитків струменевого друку. Проте після ламінування для всіх відбитків цифрового друку характерна тенденція до поліпшення колориметричних характеристик, а саме збільшення яскравості кольорів СМУК.

Встановлено взаємозв'язок між технологічними режимами ламінування (швидкістю і температурою) та міцністю ламінатів, оціненими зусиллями розриву та продавлювання. Для опису залежності міцності ламінату від температури та швидкості ламінування отримано поліноміальні моделі, які з задовільною точністю відтворюють значення зусиль розриву та продавлювання ламінату. Вибраний алгоритм обчислення значень параметрів цих моделей ґрунтується на застосуванні чебишовського наближення функцій багатьох змінних. Побудовані оптимізаційні моделі дозволять при необхідності внести корективи в технологічний процес ламінування друкарських відбитків для забезпечення прогнозованої необхідної якості та міцності ламінатів.

Ключові слова: цифровий друк, відбитки, режими ламінування, денситометричні показники, оптимізація якості ламінатів.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.287746

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЗНОШЕНОСТІ ЗНАКУ ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ВАДАМИ ЗОРУ НА БАНКНОТАХ УКРАЇНСЬКОЇ ГРИВНІ (с. 92–103)

Т. Ю. Киричок, О. В. Коротенко, Я. Ю. Талімонов, А. П. Киричок

Об'єктом дослідження є зносостійкість знаків для людей з вадами зору, які друкуються методом інтагліодруку на банкнотах української гривні задля ідентифікації номіналів банкнот. Предметом дослідження є визначення впливу зношення на упізнаваність знаків для людей з вадами зору та ідентифікацію номіналу банкнот людьми з вадами зору. Дослідження вирішує проблему неадекватного оцінювання рівня зношеності банкнот системами контролю та відбракування захищеної продукції з точки зору доступності банкнот для людей з вадами зору.

Наведена удосконалена методологія визначення рівня зношеності знаку для людей з вадами зору на банкнотах української гривні із урахуванням показника її доступності для всіх груп населення, зокрема для людей з абсолютною втратою зору, упродовж усього періоду обігу. За розробленою методологією проведено штучне зношення банкнот за трьома варіантами випробувань. Отримані результати зміни маси банкнот, мікроструктури поверхні банкнот, здатності знаків для людей з вадами зору до стиснення (рівень еластичності) та рівня тактильної ідентифікації номіналу банкнот людьми з абсолютною втратою зору. Визначено, що при штучному зношенні банкнот основна руйнація знаку йде у першому циклі. Після другого циклу зношування спостерігається збільшення еластичності знаку для людей з вадами зору, зниження рівня його тактильного відчуття та ідентифікації номіналу банкноти. Тому властивості банкнот після другого циклу зношення визначені як критичні для вилучення таких банкнот із обігу.

Виявлені закономірності дозволяють корегувати параметри інтагліодруку при виробництві банкнот та налаштування сортувального обладнання для визначення придатності банкнот для подальшого обігу із урахуванням критерія доступності банкнот для усіх груп населення.

Ключові слова: знак для людей з вадами зору, зношеність банкнот, ідентифікація номіналу, українська гривня.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.290124

ВИЗНАЧЕННЯ ДЕЯКИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ТЕПЛООБМІНУ У ЗВАРНОМУ З'ЄДНАННІ ТРУБИ SUS304 ЧИСЕЛЬНИМ ПІДХОДОМ (с. 104–113)

Abbas Naseer Hasein, Ashham Mohammed Aned, Mortadha Kareem A. Razzaq

У цьому дослідженні чисельним методом проведено дослідження впливу теплопередачі в зварному з'єднанні труби SUS304. Дослідження було проведено з використанням статичних структурних інструментів ANSYS у поєднанні з аналізом теплових перехідних процесів програмного пакету. На основі теплового потоку в точці зварювання, де температура досягає 507 °C в межах 200 мм від кінця звареної труби, було проведено перевірку ефективності теплопередачі. Цей аналіз ґрунтувався на тепловому потоці в точці зварювання. Оскільки загальний тепловий потік наближається до $7,02e6 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$, на цю тему були проведені дослідження. Було зроблено три типи спрямованих вимірювань теплового потоку (X , Y і Z), причому численні висновки вказують на те, що напрямком X дає найбільш мінливі показання теплового потоку. Ці перевірки проводилися в різних умовах. Ці шляхи були обрані як правильні, оскільки вони вели безпосередньо до джерела тепла. в той час як вісь Z забезпечує мінімальну кількість теплового потоку по всій платі. Пошкоджена ділянка, виявлена на деревах, які все ще стояли, була врахована в розрахунку. Для розрахунку величини залишкової напруги протягом усієї процедури неодноразово застосовували напругу фон Мізеса. Ця тактика зрештою була застосована. Через напругу, викликану збільшеним радіусом вигину труби, найбільш вразливим є шматок труби, розташований на відстані 200 мм від дистального кінця труби. Розраховане значення становило $2,49e6 \text{ Па}$ при підвищенні температури до 500 °C.

Ключові слова: теплопередача, SUS304, тепловий потік: зварне з'єднання, зварювання тертям з перемішуванням.