

ABSTRACT AND REFERENCES

ENGINEERING TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.314844

RATIONALE FOR CHOOSING THE AIRFOIL OF A UAV WING USING A DYNAMIC GROUND EFFECT PRINCIPLE (p. 6–13)

Andrii Dreus

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0598-9287>

Olena Kravets

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3428-2232>

Vehicles that use the principle of dynamic ground effect principle are innovative vehicles that have prospects for use as high-speed unmanned vehicles. It is known that when an aircraft moves near the ground, the phenomenon of increasing lift occurs, which allows for contactless movement at high speeds. However, the effectiveness of this ground effect depends on the airfoil shape. The object of this study is the aerodynamic processes that occur during the movement of an unmanned aerial vehicle near the ground. The influence of the effect of approaching the ground on the aerodynamic characteristics of four airfoil of different shapes has been considered: Clark YH-12, NACA-M6, USA-35B, TsAGI-721, which are used in subsonic high-speed aircraft, including unmanned aerial vehicles. The aim of the work is to evaluate the performance of these aerodynamic airfoils in near-surface operation and to determine the most promising shape for use in small unmanned WIGs. CFD modeling methods were used as a research tool. The pressure and velocity fields around the wing airfoils were determined and the influence of the distance to the ground and the angle of attack on the aerodynamic characteristics was established. It was found that the best aerodynamic quality for all airfoils is achieved at angles of attack of 4–6°. It is not recommended to use airfoils with angles of attack close to 0° as the ground may have a negative effect on lift. The USA-35B airfoil demonstrated the greatest increase in aerodynamic quality when approaching the surface, with a maximum increase of 67 %. This makes it possible to recommend USA-35B as small unmanned aerial vehicles with a dynamic ground effect principle.

Keywords: airfoil, ground effect, CFD modeling, unmanned WIG vehicle, aerodynamic quality.

References

- Yun, L., Bliault, A., Doo, J. (2010). WIG Craft and Ekranoplan. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0042-5>
- Abdul Baki, A., Rossani, N. H. S., Pua'at, A. A., Zhahir, A., Ahmad, M. T., Alias, N. H. (2023). Determination of Aerodynamic and Flight Performance Characteristics of WIG Craft: A Review. *Proceedings of Aerospace Society Malaysia*, 1 (1), 45–52. Available at: https://www.aerosmalaysia.my/aeros_proceedings/index.php/journal/article/view/6
- Park, J., Park, M., Park, J., Park, J. H., Song, C., Nam, B. W., Kim, D. K. (2024). A fuel-efficient pathfinding algorithm for next-generation WIG crafts. *Ships and Offshore Structures*, 1–9. <https://doi.org/10.1080/17445302.2024.2356468>
- Joiner, K. F., Swidan, A. A. (2023). Conceptualising a Hybrid Flying and Diving Craft. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11 (8), 1541. <https://doi.org/10.3390/jmse11081541>
- Patria, D., Rossi, C., Fernandez, R. A. S., Dominguez, S. (2021). Non-linear Control Strategies for an Autonomous Wing-In-Ground-Effect Vehicle. *Sensors*, 21 (12), 4193. <https://doi.org/10.3390/s21124193>
- Joiner, K. F., Swidan, A., Jewson, E., Carroll, N., Champ, D., Shpak, G. (2021). Submersible Seaplanes as the Path to Hybrid Flying and Diving Craft. *Proceedings of the International Symposium on Unmanned Systems and Defense Industry 2021*.
- Pedroz, R. (2023). Russia-Ukraine Conflict: The War at Sea. *International Law Studies*, 100, 1–61. Available at: <https://digital-commons.usnwc.edu/ils/vol100/iss1/1/>
- Dreus, A., Aleksieienko, S., Nekrasov, V. (2024). Determining the aerodynamic performance of a high-speed unmanned marine wig craft. *Applied Mechanics*, 4 (7 (130)), 41–46. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.309708>
- Karpuk, S. (2024). Constraint analysis methodology for ground-effect vehicle conceptual design. *Ocean Engineering*, 308, 118252. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2024.118252>
- Eppler, R. (1990). *Airfoil Design and Data*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-02646-5>
- Loutun, M. J. T., Didane, D. H., Mohideen Batcha, M. F., Abdullah, K., Mohd Ali, M. F., Mohammed, A. N., Afolabi, L. O. (2021). 2D CFD Simulation Study on the Performance of Various NACA Airfoils. *CFD Letters*, 13 (4), 38–50. <https://doi.org/10.37934/cfdl.13.4.3850>
- Bayram, H. (2022). Numerical investigation of airfoils aerodynamic performances. *International Journal of Energy Applications and Technologies*, 9 (1), 1–5. <https://doi.org/10.31593/ijeat.1033107>
- Ahmed, M. R., Sharma, S. D. (2005). An investigation on the aerodynamics of a symmetrical airfoil in ground effect. *Experimental Thermal and Fluid Science*, 29 (6), 633–647. <https://doi.org/10.1016/j.exptthermfluidsci.2004.09.001>
- Tremblay-Dionne, V., Lee, T. (2019). Experimental Study on Effect of Wavelength and Amplitude of Wavy Ground on a NACA 0012 Airfoil. *Journal of Aerospace Engineering*, 32 (5). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)as.1943-5525.0001051](https://doi.org/10.1061/(asce)as.1943-5525.0001051)
- Hsiun, C.-M., Chen, C.-K. (1995). Numerical Investigation of the Thickness and Camber Effects on Aerodynamic Characteristics for Two-dimensional Airfoils with Ground Effect in Viscous Flow. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences*, 38, 77–90. Available at: https://www.researchgate.net/publication/292690182_Numerical_investigation_of_the_thickness_and_camber_effects_on_aerodynamic_characteristics_for_two-dimensional_airfoils_with_ground_effect_in_viscous_flow
- Thianwiboon, M. (2023). A Numerical Comparative Study of the Selected Cambered and Reflexed Airfoils in Ground Effect. *Engineering Journal*, 27 (11), 39–51. <https://doi.org/10.4186/ej.2023.27.11.39>
- Li, S., Zhou, D., Zhang, Y., Qu, Q. (2015). Aerodynamic Investigation of RAE2822 Airfoil in Ground Effect. *Procedia Engineering*, 126, 174–178. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.208>
- Deng, N., Agarwal, R. K. (2022). Numerical simulation of DLR-F6 wing-body flow field in ground effect. *Computers & Fluids*, 245, 105576. <https://doi.org/10.1016/j.compfluid.2022.105576>
- Zohary, A. C., Asrar, W., Aldheeb, M. (2021). Numerical Investigation on the Pressure Drag of Some Low-Speed Airfoils for UAV Application. *CFD Letters*, 13 (2), 29–48. <https://doi.org/10.37934/cfdl.13.2.2948>
- Goman, O., Dreus, A., Rozhkevych, A., Heti, K., Karplyuk, V. (2022). Improving the efficiency of Darier rotor by controlling the aerody-

- namic design of blades. *Energy Reports*, 8, 788–794. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.10.162>
21. Alekseyenko, S., Dreus, A., Dron, M., Brazaluk, O. (2022). Numerical Study of Aerodynamic Characteristics of a Pointed Plate of Variable Elongation in Subsonic and Supersonic Gas Flow. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 96 (2), 88–97. <https://doi.org/10.37934/arfmts.96.2.8897>
 22. Prihod'ko, A. A. (2003). *Komp'yuternye tekhnologii v aerogidromekhanike i teplomasoobmene*. Kyiv: Naukova dumka, 380.
 23. Sokhatskyi, A., Dreus, A., Radovskyi, M., Horbonos, S. (2024). A review of the problem of modeling the aerodynamics of small-sized ekranoplanes. *MATEC Web of Conferences*, 390, 04011. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202439004011>
 24. Park, K., Lee, J. (2010). Optimal design of two-dimensional wings in ground effect using multi-objective genetic algorithm. *Ocean Engineering*, 37 (10), 902–912. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2010.03.001>
 25. Joseph, D., Achari, A. K. A., Narayanan, J. P. (2021). Effect of ground on the shape optimisation of a symmetric aerofoil at low angles of attack. *Progress in Computational Fluid Dynamics, An International Journal*, 21 (4), 209. <https://doi.org/10.1504/pcfd.2021.116537>
 26. Williamson, G. A., McGranahan, B. D., Broughton, B. A., Deters, R. W., Brandt, J. B., Selig, M. S. (2012). *Summary of Low-Speed Airfoil Data. Airfoil Profiles and Performance Plots. Vol. 5. Chap. 4*. University of Illinois at Urbana-Champaign. Available at: https://m-selig.ae.illinois.edu/uiuc_lsaf/Low-Speed-Airfoil-Data-V5.pdf

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.316236

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL FOR THE COOLING CHANNEL OF A LIQUID PROPELLANT ROCKET ENGINE'S CHAMBER WITH RESPECT FOR VARIATIONS IN COOLANT DENSITY (p. 14–20)

Volodymyr Sliusariiev

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2883-7467>

Valeriy Bucharskyi

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8245-5652>

This study focuses on the processes occurring within the cooling channels of a liquid rocket engine chamber. It is important to note that, from a design-stage efficiency prediction perspective, the cooling system is the most critical part of the engine chamber. This is because it cannot be tested without costly and labor-intensive fire tests. Therefore, mathematical models of heat transfer and fluid dynamics must describe accurately all processes taking place in the chamber.

The study emphasizes accounting for the change in the density of the propellant component within the cooling channels. To verify the importance of this issue, an analysis was conducted on the changing parameters of the propellant components in the cooling channels of an engine. The assessment revealed that even when using high-boiling propellant components and moderate heating in the cooling channels, density changes can exceed 25 %.

This paper presents the results of developing a model for the flow of propellant in the cooling channels of a liquid rocket engine chamber, taking density changes into account. The model builds on a cooling channel model previously developed by the authors. An equation that accounts for density variations was derived using established principles of fluid mechanics.

Using the developed mathematical model, test calculations were performed, and the simulation results were compared with and without considering density changes. Furthermore, a comparison was conducted with calculated data available in the literature on heat transfer in the RD107 engine chamber, revealing an error margin of no more than 1.5 %.

The resulting mathematical model may be recommended for use in the design of new rocket engine chambers with regenerative cooling.

Keywords: liquid propellant rocket engine, mathematical model of cooling channels, propellant density variation.

References

1. Arnold, S. (1999). *Physical & Thermodynamic Properties of Hypergolic Propellants: A Review and Update*. Conference: JANNAF Inter-agency Propulsion Committee PD&CS and S&EPS Joint Meeting.
2. Nesterenko, V. (1982). *Teplofizicheskie svoystva chetyrekhokisi azota*. Minsk: Nauka i tekhnika, 197.
3. Sliusariiev, V., Bucharskyi, V. (2024). Development of a differential model for cooling an LPRE chamber by an incompressible fluid. *Journal of Rocket-Space Technology*, 33 (4 (28)), 49–58. <https://doi.org/10.15421/452424>
4. Dubrovskiy, I., Bucharskyi, V. (2023). Devising a method to design supersonic nozzles of rocket engines by using numerical analysis methods. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (1 (126)), 61–67. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.290583>
5. Dubrovskiy, I., Bucharskyi, V. (2020). Development of a method of extended cells for the formulation of boundary conditions in numerical integration of gas dynamics equations in the domains of a curvilinear shape. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (7 (107)), 74–82. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.213795>
6. Bucharskyi, V., Zhang, L.-H., Wan, Y.-L. (2018). Improvement in Time Efficiency in Numerical Simulation for Solid Propellant Rocket Motors (SPRM). *Journal of Propulsion Technology*, 39 (1), 92–99. <https://doi.org/10.13675/j.cnki.tjjs.2018.01.010>
7. Sichler, E., Montes, J. D., Chandler, F. O. (2018). One Dimensional Thermal Steady State Analysis and Procedure for a Low-Pressure Liquid Oxygen and Liquid Methane Rocket Engine. 2018 Joint Propulsion Conference. <https://doi.org/10.2514/6.2018-4602>
8. Kose, Y. M., Celik, M. (2023). Regenerative Cooling Comparison of LOX/LCH₄ and LOX/LC₃H₈ Rocket Engines Using the One-Dimensional Regenerative Cooling Modelling Tool ODREC. *Applied Sciences*, 14 (1), 71. <https://doi.org/10.3390/app14010071>
9. Bergman, T., Lavine, A., Incropera, F., DeWitt, D. (2011). *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
10. Lemmon, E., Huber, M., McLinden, M. (2013). *NIST Standard Reference Database 23: Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties-REFPROP, Version 9.1*. Available at: <https://www.nist.gov/publications/nist-standard-reference-database-23-reference-fluid-thermodynamic-and-transport>
11. Song, J., Liang, T., Li, Q., Cheng, P., Zhang, D., Cui, P., Sun, J. (2021). Study on the heat transfer characteristics of regenerative cooling for LOX/LCH₄ variable thrust rocket engine. *Case Studies in Thermal Engineering*, 28, 101664. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2021.101664>
12. Lv, J., Du, G., Jin, P., Li, R. (2023). Heat Transfer Analysis and Structural Optimization for Spiral Channel Regenerative Cooling Thrust Chamber. *International Journal of Aerospace Engineering*, 2023, 1–17. <https://doi.org/10.1155/2023/8628107>
13. Atefi, E., Naraghi, M. H. (2019). Optimization of Regeneratively Cooled Rocket Engines Cooling Channel Dimensions. *AIAA Propulsion and Energy 2019 Forum*. <https://doi.org/10.2514/6.2019-3938>

14. NIST Standard Reference Database 4. NIST. Available at: <https://www.nist.gov/srd/nist-standard-reference-database-4>
15. Li, X., Wu, S., Zhang, Q., Li, X., Chen, S. (2024). A novel method based on the calculus of variations to optimize the cooling passage configuration in thermal protection structure. *Journal of Physics: Conference Series*, 2764 (1), 012038. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2764/1/012038>
16. Fagherazzi, M., Santi, M., Barato, F., Pizzarelli, M. (2023). A Simplified Thermal Analysis Model for Regeneratively Cooled Rocket Engine Thrust Chambers and Its Calibration with Experimental Data. *Aerospace*, 10 (5), 403. <https://doi.org/10.3390/aerospace10050403>
17. Romano, A., Ricci, D., Battista, F. (2024). 1D numerical simulations aimed to reproduce the operative conditions of a LOX/LCH₄ engine demonstrator. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3866302/v1>
18. Kim, S.-K., Joh, M., Choi, H. S., Park, T. S. (2014). Effective Modeling of Conjugate Heat Transfer and Hydraulics for the Regenerative Cooling Design of Kerosene Rocket Engines. *Numerical Heat Transfer, Part A: Applications*, 66 (8), 863–883. <https://doi.org/10.1080/10407782.2014.892396>
19. Jeong, W., Jang, S., Kim, H.-J. (2023). Characteristics of a Heat Exchanger in a Liquid Rocket Engine Using Conjugate Heat Transfer Coupling with Open-Source Tools. *Aerospace*, 10 (12), 983. <https://doi.org/10.3390/aerospace10120983>
20. Xu, B., Chen, B., Peng, J., Zhou, W., Xu, X. (2023). A Coupled Heat Transfer Calculation Strategy for Composite Cooling Liquid Rocket Engine. *Aerospace*, 10 (5), 473. <https://doi.org/10.3390/aerospace10050473>
21. Jin, X., Shen, C., Wu, X. (2020). Numerical Study on Regenerative Cooling Characteristics of Kerosene Scramjets. *International Journal of Aerospace Engineering*, 2020, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2020/8813929>
22. Belyaev, E. (1987). *Termodinamika*. Kyiv: "Vischa shkola", 344.
23. ZHRD RD-107 i RD-108 i ih modifikatsii. Liquid Propellant Rocket Engines. Available at: <http://www.lpre.de/energomash/RD-107/index.htm>
24. Colebrook, C. F. (1939). Turbulent flow in pipes, with particular reference to the transition region between the smooth and rough pipe laws. *Journal of the Institution of Civil Engineers*, 11 (4), 133–156. <https://doi.org/10.1680/ijoti.1939.13150>
25. Stimpson, C. K., Snyder, J. C., Thole, K. A., Mongillo, D. (2016). Scaling Roughness Effects on Pressure Loss and Heat Transfer of Additively Manufactured Channels. *Journal of Turbomachinery*, 139 (2). <https://doi.org/10.1115/1.4034555>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.312074

DEVELOPMENT OF EXCAVATOR ARM MOVEMENT WITH WIRELESS CONTROL USING BLUETOOTH AND THE INTERNET OF THINGS (IOT) (p. 21–30)

Nazaruddin Nazaruddin

Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8081-7939>

Febli Huda

Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2516-9163>

Herisiswanto Herisiswanto

Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3771-5105>

Efi Afrizal

Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2168-1875>

Fajar Bayulesmana

Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1484-7935>

This research is to develop a wired control system into a wireless control system on a laboratory scale mini excavator. First step is to review the development of the drive system and control system on previous excavator models, change the pneumatic drive system to electro-pneumatic, changing the control system from wired control to wireless control using Bluetooth and Internet of Things (IoT) system. The excavator with scale 1:14 is driven by a pneumatic system. The movement of the actuator is controlled using a wired remote, so that the working area is still limited to a certain area. The pneumatic control system on previous excavators was developed into an electro-pneumatic control system. Electro-pneumatic control system by replacing the 5/2-way directional valve with a 5/3-way double solenoid directional valve. With this valve, the movement of the excavator arms can be adjusted according to the operator's wishes. The wired control system was developed into a wires control system including the Bluetooth system and the Internet of Things (IoT). Important components in these two control systems are Arduino Mega 2560, WEMOS D1 R32, 16 channel relay, and HC05 module. The excavator model with the development of a new control system has unchanged dimensions from the previous model. The excavator arms still use the previous excavator arms as well as the traveler with the same undercarriage. Only the body housing the control system is adapted to the new component layout area. Testing the wireless remote system is at a distance of around 30 meters, while the IoT remote system at a distance of around 1.5 km. The movement of each step is easier to regulate because it uses a 5/3-way directional valve. The time used for each step is also less than previous excavator models.

Keywords: heavy equipment, wireless control, excavator model, pneumatic valve, microcontroller.

References

1. Nazaruddin, Gunawan, K., (2015). Undercarriage Design of Excavator Model in Application of Various Track Drive. *Journal of Subsea and Offshore*, 26. Available at: <https://isomase.org/JOMASE/Vol.26%20Dec%202015/26-1.pdf>
2. Nazaruddin, Suhandi, A. (2015). Modification and Testing System Control and Swing Model Excavator System. *Journal of Subsea and Offshore*, 25. Available at: <https://isomase.org/JOMASE/Vol.25%20Nov%202015/25-1.pdf>
3. Kolhe, P., Kalbande, K., Deshmukh, A. (2022). Internet of Thing and Machine Learning Approach for Agricultural Application: A Review. 2022 10th International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology – Signal and Information Processing (ICETET-SIP-22), 1–6. <https://doi.org/10.1109/icetetsip-2254415.2022.9791751>
4. Mishra, M., Lourenço, P. B., Ramana, G. V. (2022). Structural health monitoring of civil engineering structures by using the internet of things: A review. *Journal of Building Engineering*, 48, 103954. <https://doi.org/10.1016/j.jobte.2021.103954>
5. Yusof, E. M. M., Yusof, M. I., Ali, R., Harjimi, I. H., Bahrin, Q. K. (2020). Welding station monitoring system using internet of thing (IOT). *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 18 (3), 1319. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v18.i3.pp1319-1330>
6. Kurnia, R., Mulyanti, B., Widiaty, I. (2020). Internet of things application in mechanical learning in automotive engineering. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 830 (4), 042098. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/830/4/042098>

7. Raufelder, J. (2021). Modeling Analysis of Attitude Perception of Engineering Manipulator Supporting Wireless Communication and Internet of Things. *Kinetic Mechanical Engineering*, 2 (2). <https://doi.org/10.38007/kme.2021.020203>
8. Abikoye, O. C., Bajeh, A. O., Awotunde, J. B., Ameen, A. O., Mojeed, H. A., Abdulaheem, M. et al. (2021). Application of Internet of Thing and Cyber Physical System in Industry 4.0 Smart Manufacturing. *Emergence of Cyber Physical System and IoT in Smart Automation and Robotics*, 203–217. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66222-6_14
9. Zhidchenko, V., Handroos, H. (2022). A Method for the Camera-less Remote Surveillance on Hydraulically Actuated Heavy Equipment Using IoT Environment. *International Journal of Fluid Power*, 23 (03), 363–378. <https://doi.org/10.13052/ijfp1439-9776.2335>
10. Zhou, C., Ding, L. Y. (2017). Safety barrier warning system for underground construction sites using Internet-of-Things technologies. *Automation in Construction*, 83, 372–389. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.07.005>
11. Nanang Kardana, Y. A., Berchmans, H. J., Ali Nandar, C. S., Nasution, H., Hendriana, D. (2020). Fuel Level Monitoring and Security Warning Tools using IoT for Komatsu Excavator PC200-8M0. *Proceedings of The Conference on Management and Engineering in Industry*, 2 (1), 31–35. <https://doi.org/10.33555/cmei.v2i1.41>
12. Nazaruddin, N., Adi Sucipto, S. (2018). Modifikasi Excavator Menggunakan Tabung Penyimpan Udara Bertekanan (Pressure Vessel) Sebagai Media Edukasi. *J. Online Mhs. Univ. Riau*, 5 (2). Available at: https://www.researchgate.net/publication/341852828_MODIFIKASI_EXCAVATOR_MENGGUNAKAN_TABUNG_PENYIMPAN_UDARA_BERTEKANAN_PRESSURE_VESSEL_SEBAGAI_MEDIA_EDUKASI
13. Zhang, J., Jiao, S., Liao, X., Yin, P., Wang, Y., Si, K. et al. (2010). Design of Intelligent Hydraulic Excavator Control System Based on PID Method. *Computer and Computing Technologies in Agriculture III*, 207–215. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12220-0_31

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.315127

IMPROVING THE SOIL BIN FOR STUDYING ROTARY TOOLS TAKING INTO ACCOUNT THE KINEMATIC FEATURES OF INTERACTION WITH THE SOIL (p. 31–40)

Volodymyr Vetokhin

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7299-3094>

Stanislav Popov

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2381-152X>

Tetiana Ryzhkova

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2403-6396>

Igor Negrebetskyi

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1122-4152>

Serhii Leshchenko

Central Ukrainian National Technical University,
Kropyvnytskyi, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9339-4691>

Volodymyr Amosov

Central Ukrainian National Technical University,
Kropyvnytskyi, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0154-2886>

Yurii Machok

Central Ukrainian National Technical University,
Kropyvnytskyi, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5328-7859>

Dmytro Petrenko

Central Ukrainian National Technical University,
Kropyvnytskyi, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3151-8123>

The object of this study is experimental equipment in the form of a soil bin intended for scientific and educational investigation of rotary tools.

The task solved was to clarify the specificity of rotary tools operation and to design a small-sized soil bin taking into account this specificity. The data collected during experimental research and theoretical analysis confirmed the determining influence of the kinematic parameter on the indicators of interaction between the rotary tool and soil.

As a result of the research, a concept was proposed and a soil mini channel was designed, which makes it possible to investigate the process mechanics and to perform graphic modeling.

The result relates to the fact that the mediator of motion transmission during the experiments was a ground trough, and the drive belt is rearranged in engagement with pulleys of different diameters. This provides a different ratio of linear movement of the trough and rotation of the working body.

The peculiarity of the design is the combination of variable movable troughs and graphic screens with a stationary position of the rotor. The design provides simplicity and visibility of the assignment of different values of the kinematic parameter.

A special feature is the modularity of the structure. This makes it possible to conduct research with variable troughs with different soil composition and immediately acquire a graphic interpretation of the kinematic mode on the screen. This implementation of the soil mini bin simplifies the observation and recording of the result of interaction between the rotor and model environment.

The field of practical use is scientific research in the area of agricultural engineering. The data obtained can be used to improve existing tools. The research process is part of the educational process at the agricultural university.

Keywords: soil bin, rotary implement, kinematic parameter, trajectory, soil-tool interaction, tillage.

References

1. Kornienko, S., Pashenko, V., Melnik, V., Kharchenko, S., Khramov, N. (2016). Developing the method of constructing mathematical models of soil condition under the action of a wedge. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (7 (83)), 34–43. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.79912>
2. Vetohin, V. I., Panov, I. M., Shmonin, V. A., Yuzbashev, V. A. (2009). *Tyagovo-privodnye kombinirovannye pochvoobrabatyvayushchie mashiny: Teoriya, raschet, rezul'taty ispytaniy*. Kyiv: FENYKS, 264. Available at: <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/15056>
3. Roozbahani, A., Mardani, A., Jokar, R., Taghavifar, H. (2014). Evaluating and measuring the performance parameters of agricultural wheels. *International Journal of Biological, Life and Agricultural Sciences*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1326793>
4. Lajani, A., Nikbakht, A. M., Askari, M., Salar, M. R. (2024). Design, construction and evaluation of a miniature soil bin plus predicting the measured parameters during primary tests using

- ANFIS. *Heliyon*, 10 (1), e24041. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24041>
5. Godwin, R. J., Spoor, G. (1977). Soil failure with narrow tines. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 22 (3), 213–228. [https://doi.org/10.1016/0021-8634\(77\)90044-0](https://doi.org/10.1016/0021-8634(77)90044-0)
 6. Mardani, A., Golanbari, B. (2024). Indoor measurement and analysis on soil-traction device interaction using a soil bin. *Scientific Reports*, 14 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-59800-2>
 7. Upadhyay, G., Raheman, H. (2018). Performance of combined offset disc harrow (front active and rear passive set configuration) in soil bin. *Journal of Terramechanics*, 78, 27–37. <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2018.04.002>
 8. Upadhyay, G., Raheman, H. (2020). Effect of velocity ratio on performance characteristics of an active-passive combination tillage implement. *Biosystems Engineering*, 191, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.12.010>
 9. Celik, A., Ozturk, I., Way, T. R. (2008). A theoretical approach for determining irregularities of the bottom of the tillage layer caused by horizontal axis rotary tillers. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*, X, 1–9. Available at: <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/1168>
 10. Hendrick, J. G., Gill, W. R. (1971). Rotary tiller design parameters: Part II. Depth of tillage. *Transactions of the ASAE*, 14 (4), 675–678. <https://doi.org/10.13031/2013.38365>
 11. Ani, O. A., Uzojinwa, B. B., Ezeama, A. O., Onwualu, A. P., Ugwu, S. N., Ohagwu, C. J. (2018). Overview of soil-machine interaction studies in soil bins. *Soil and Tillage Research*, 175, 13–27. <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.08.002>
 12. Vetokhin, V., Negrebetsky, I., Ryzhkova, T., Salo, Y., Voznyuk, T. (2021). Analytical review of technical solutions of needle rotary tools for applying liquid fertilizers to the soil layer. *Technical and Technological Aspects of Development and Testing of New Machinery and Technologies for Agriculture of Ukraine*, 29 (43). [https://doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-29\(43\)-9](https://doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-29(43)-9)
 13. Hendrick, J. G., Gill, W. R. (1974). Rotary Tiller Design Parameters Part IV-Blade Clearance Angle. *Transactions of the ASAE*, 17 (1), 0004-0007. <https://doi.org/10.13031/2013.36771>
 14. Sheichenko, V., Dudnikov, I., Shevchuk, V., Kuzmich, A. (2019). The analytical assessment of the needle harrow interaction with the soil. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 103 (3). [https://doi.org/10.31521/2313-092x/2019-3\(103\)-13](https://doi.org/10.31521/2313-092x/2019-3(103)-13)

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.314842

DETERMINING THE STABILITY OF ROLL-BACK STRETCHES IN STEEP LAYERS WHEN UNLOADING A COAL ROCK MASSIF (p. 41–49)

Daria Chepiga

Donetsk National Technical University, Luts'k, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3331-9128>

Serhii Podkopaiev

Donetsk National Technical University, Luts'k, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6051-4719>

Oleksandr Shashenko

Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7012-6157>

Oleksandr Skobenko

Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4509-7152>

Oleksandr Demchenko

SE "Ukrshachthidrozakhyt", Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5028-2294>

Yevgen Podkopayev

Limited Liability Company Manufacturing
 Company ELTEKO, Kostyantynivka, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2217-3017>

Valentyna Fedorchuk-Moroz

Luts'k National Technical University, Luts'k, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0941-1215>

Zakhar Matsuk

Ukrainian State University of Science
 and Technology, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6114-9536>

Oleksandr Shymchuk

Luts'k National Technical University, Luts'k, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0564-2673>

The object of this study is the condition of side rocks in a coal rock massif with preparatory workings. The task solved was to ensure the stability of preparatory workings to improve the safety of miners' activities.

The bearing capacity of protective structures in the preparatory mining workings along the length of the excavation section in a coal mine was comparatively assessed.

The operational condition of the roll-back stretch, when using a protective technique that involves coal pillars, is provided for at their relative deformation $\epsilon < 0.25$ and relative volume change $\delta V < 0.1$. At a distance of $l > 50$ m behind the cleaning pit, at $\epsilon \geq 0.6$ –0.8, there is a decrease in the load-bearing capacity of coal pillars and the destruction of the roof. The loss of cross-sectional area of the roll-back stretch is 50 %. Under such conditions, the level of a roof collapse threat is approaching a critical state. When using rolling bundles made of wooden sleepers at $\epsilon > 0.21$ and $\delta V > 0.16$, conditions are created around the preparatory workings at which the integrity of the roof is ensured through the gradual sealing of protective structures. At a distance $l > 60$ m, the increase in lateral rock displacements reaches the minimum values $\Delta U = 10$ mm, and the loss of the cross-sectional area of the roll-back stretch is 30 %.

The kind of functional dependence between the length l (m) of the roll-back stretch with different protection techniques and the relative change in the volume dV of protective structures was experimentally determined. Such a dependence makes it possible to assess the bearing capacity of protective structures along the length of the excavation area in the zone of active influence of mountain pressure behind the cleaning pit.

The operational condition of roll-back stretches when using coal pillars is ensured within the limits of their deformation resource, which limits the use of this protection technique. To ensure the stability of preparatory workings, it is advisable to use rolled bundles made of wooden sleepers. After their compaction, the movement of side rocks is limited in the worked-out space of the excavation site.

Keywords: roll-back stretch, protective structures, bearing capacity, displacement of lateral rocks, excavation site.

References

1. Kaiun, O. (2023). Improvement of methods of keeping the stability of preparatory works taking into account the deformation properties of protective constructions. *Naukovyi Visnyk Donetskoho Natsionalnoho Tekhnichnoho Universytetu*, 1, 81–90. <https://doi.org/10.31474/2415-7902-2023-1-81-90>
2. Bachurin, L., Novikova, Y., Simonova, Y., Dovhal, V., Boichenko, H., Kayun, O. (2020). Investigation of maingates stability in steep coal seams at extraction layouts of deep mine. *Journal of Donetsk*

Mining Institute, 2, 89–100. <https://doi.org/10.31474/1999-981x-2020-2-89-100>

3. Tkachuk, O., Chepiga, D., Pakhomov, S., Volkov, S., Liashok, Y., Bachurina, Y. et al. (2023). Evaluation of the effectiveness of secondary support of haulage drifts based on a comparative analysis of the deformation characteristics of protective structures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (1 (122)), 73–81. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.272454>
4. Boichenko, H., Tkachuk, O. (2022). Research of the deformation characteristics of coal pillars protective structures of haulage drifts. *Journal of Donetsk Mining Institute*, 51 (2), 14–24. <https://doi.org/10.31474/1999-981x-2022-2-14-24>
5. Iordanov, I., Buleha, I., Bachurina, Y., Boichenko, H., Dovgal, V., Kayun, O. et al. (2021). Experimental research on the haulage drifts stability in steeply dipping seams. *Mining of Mineral Deposits*, 15 (4), 56–67. <https://doi.org/10.33271/mining15.04.056>
6. Kazanin, O. I., Dolotkin, Yu. N., Skrylnikov, I. V. (2011). Ispol'zovanie ohrannykh sooruzheniy dlya podderzhaniya vyemochnykh vyrabotok na ugol'nykh shahtah. *Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*, 1, 34–39.
7. Galvin, J. M. (2016). *Ground Engineering - Principles and Practices for Underground Coal Mining*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-25005-2>
8. Podkopaiev, S., Volkov, S., Bessarab, I., Demchenko, O., Kipko, O. (2024). Study of stability of rolling deformation of steep layers taking into account the damage of arch mounting. *Journal of Donetsk Mining Institute*, 1 (54), 123–132. <https://doi.org/10.31474/1999-981x-2024-1-123-132>
9. Ishibashi, I., Hazarika, H. (2015). *Soil Mechanics Fundamentals and Applications*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b18236>
10. Molugaram, K., Rao, G. S. (2017). *Statistical techniques for transportation engineering*. Butterworth-Heinemann.
11. Chatfield, C. (2003). *The Analysis of Time Series*. Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.4324/9780203491683>
12. Skrzypkowski, K. (2020). Comparative Analysis of the Mining Cribs Models Filled with Gangue. *Energies*, 13 (20), 5290. <https://doi.org/10.3390/en13205290>
13. Dekking, F. M., Kraaikamp, C., Lopuhaä, H. P., Meester, L. E. (2005). *A Modern Introduction to Probability and Statistics*. In Springer Texts in Statistics. Springer London. <https://doi.org/10.1007/1-84628-168-7>
14. Taboga, M. (2017). *Lectures on Probability Theory and Mathematical Statistics*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 670.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.315058

DEFINING PATTERNS IN THE INTENSIFICATION OF HEMP STALK RETTING PROCESSES (p. 50–63)

Viktor Sheichenko

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2751-6181>

Ivan Rogovskii

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6957-1616>

Yuliia Skoriak

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9220-1827>

Dmytro Petrachenko

Separate Structural Unit "Hlukhiv Agrotechnical Vocational College of the Sumy National Agrarian University", Glukhiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1347-9562>

Misha Shevchuk

Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0123-0348>

Denys Sheichenko

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0427-479X>

Liudmyla Titova

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7313-1253>

Igor Sivak

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7532-9644>

The object of this study is the technological operations of primary hemp stalk processing, factors that intensify the retting process, and stalk crushing.

The task addressed was the identification of technical and technological solutions that would enable intensification of the production processes for hemp retting.

Based on the research results, it was established that placing the flattened stems in natural and polypropylene bags, compared to cellophane bags, accelerates the preparation time of retted stalks in a vertical position by 1.19 times, and in a horizontal position by 1.38 times. The retting time for horizontally placed crushed stalks with weekly moistening twice a week is 2.16 times shorter than for uncrushed ones.

It was determined that the process of crushing pre-prepared and cured stalks, whether in a vertical or horizontal position, allows for a significant reduction in retting period by 2.14 times, and for freshly cut stalks – by 1.27 times.

The intensity of the reflected light flux changed in the case of reaching the retting phase for unflattened stems with their vertical placement from the initial 32.0 lux to 18.0 lux. In flattened stems under the conditions of their vertical placement – from 50.7 to 16.3 lux, respectively. In the case of horizontally placed crushed stalks, the light intensity at the retting phase was 20.3 lux.

The lowest fiber breaking load value of 5.0 daN was established for the retted stalks obtained from freshly cut flattened stems in a vertical position, as well as in non-flattened stems in the vertical (7.0 daN) and horizontal (3.5 daN) positions.

Keywords: industrial hemp, harvesting technologies, retting, preparation time, fiber quality.

References

1. Tkachenko, S. M., Mokher, Yu. V., Laiko, I. M., Zhuplatova, L. M., Vyrovets, V. H., Mishchenko, S. V., Kyrychenko, S. H. et al. (2021). *Dovidnyk konopliara*. Sumy: Ellada, 27.
2. Small, E., Marcus, D. (2002). Hemp: A new crop with new uses for North America. *Trends in new crops and new uses. Proceedings of the Fifth National Symposium*, 284–326.
3. Chursina, L., Tihosova, A., Bogdanova, O. (2020). Influence of processability of trust stem on the strength of hemp fibers. *Commodity Bulletin*, 1 (13), 65–74. <https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2020-13-06>
4. Sheichenko, V., Koropchenko, S., Horbenko, O., Skoriak, Y., Sheichenko, D. (2024). Results of research on factors intensifying hemp trust preparation processes. *23rd International Scientific Conference Engineering for Rural Development Proceedings*. <https://doi.org/10.22616/erdev.2024.23.tf050>

5. Lyalina, N., Yudicheva, O., Votchenikova, O., Berezovskiy, Y. (2020). Prognosis applications nonnarcotic hemp based on the criterial characteristics. *Fibres and Textiles*, 1, 35–41.
6. Popa, L.-D., Zaica, A., Nedelcu, A., Zaica, A., Matei, G., Naie, M. et al. (2022). Considerations on hemp stalk harvesting using specialized equipment. *INMATEH Agricultural Engineering*, 51–59. <https://doi.org/10.35633/inmateh-68-05>
7. Manea, D., Stroescu, G., Popa, L., Ionescu, A., Zaica, A. (2023). Management practices in industrial hemp harvesting and storage. *INMATEH Agricultural Engineering*, 69 (1), 520–526. <https://doi.org/10.35633/inmateh-69-49>
8. Păun, A., Stroescu, G., Zaica, A., Ciupercă, R., Bogdanof, C. (2020). Analysis of the process of green hemp stalks sequential harvesting. *E3S Web of Conferences*, 180, 03026. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202018003026>
9. Shen, C., Zhang, B., Huang, J., Tian, K., Liu, H., Li, X. et al. (2020). Research Status and Suggestions of Mechanical Harvesting Technology for High-Stalk Bast-Fiber Crops. *International Agricultural Engineering Journal*, 29 (2), 269–284.
10. Sheychenko, V. O., Koropchenko, S. P., Dudnikov, I. A., Salo, Y. M., Skoryak, Yu. B. (2023). Technical and Technological Solutions for the Intensification of the Processing of Hemp Raw Materials. *National Interagency Scientific and Technical Collection of Works. Design, Production and Exploitation of Agricultural Machines*, 53, 85–93. <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2023.53.85-93>
11. Réquillé, S., Mazian, B., Grégoire, M., Musio, S., Gautreau, M., Nuez, L. et al. (2021). Exploring the dew retting feasibility of hemp in very contrasting European environments: Influence on the tensile mechanical properties of fibres and composites. *Industrial Crops and Products*, 164, 113337. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113337>
12. Ventrino, V., Chouyia, F. E., Romano, I., Mori, M., Pepe, O. (2024). Water retting process with hemp pre-treatment: effect on the enzymatic activities and microbial populations dynamic. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 108 (1). <https://doi.org/10.1007/s00253-024-13300-5>
13. Sheichenko, V., Shevchuk, V., Dudnikov, I., Koropchenko, S., Dnes, V., Skoriak, Y., Skibchyk, V. (2022). Devising technologies for harvesting hemp with belt threshers. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (1 (115)), 67–75. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.251126>
14. Angulu, M., Gusovius, H.-J. (2024). Retting of Bast Fiber Crops Like Hemp and Flax – A Review for Classification of Procedures. *Fibers*, 12 (3), 28. <https://doi.org/10.3390/fib12030028>
15. Virovets, V. G., Laiko, I. M., Kirichenko, G. I. (2007). Modern Hemp Collection As Not Primary Source of Selection Material. *Selection, Production Technology and Primary Processing of Flax and Hemp*, 4, 35–42.
16. Duque Schumacher, A. G., Pequito, S., Pazour, J. (2020). Industrial hemp fiber: A sustainable and economical alternative to cotton. *Journal of Cleaner Production*, 268, 122180. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122180>
17. Venturi, P., Amaducci, S., Amaducci, M. T., Venturi, G. (2007). Interaction Between Agronomic and Mechanical Factors for Fiber Crops Harvesting: Italian Results-Note II. *Hemp. Journal of Natural Fibers*, 4 (3), 83–97. https://doi.org/10.1300/j395v04n03_06
18. Koropchenko, S. P., Mokher, Yu. V. (2018). Pidsumky nauko-vo-doslidnykh robot z mekhanichnoi pererobky konopel na pidpri- yemstvakh maloho ta serednoho biznesu. *Engineering sciences: development prospects in countries of Europe at the beginning of the third millennium. Vol. 2*. Riga: Izdevnieciba "Baltija Publishing", 112–137. Available at: https://www.researchgate.net/profile/Grigoriy-Kovalenko/publication/344882569_ENGINEERING-SCIENCES_DEVELOPMENTPROSPECTSINCOUNTRIESOFEUROPEATTHEBEGINNINGOFTHEHIRDMILLENNIUM/links/5f968fe7299bf1b53e45ea52/ENGINEERINGSCIENCES-DEVELOPMENTPROSPECTSINCOUNTRIESOFEUROPEATTHEBEGINNINGOFTHEHIRDMILLENNIUM.pdf
19. Carus, M. (2017). The European hemp industry: Cultivation, processing and applications for fibres, shivs, seeds and flowers. *European Industrial Hemp Association*. Available at: http://eiha.org/media/2017/12/17-03_European_Hemp_Industry.pdf
20. Delele, M. A., Ngcobo, M. E. K., Opara, U. L., Pathare, P. B. (2013). Cfd modelling to study the effects of table grape packaging and stacking on fruit cooling and moisture loss. *Acta Horticulturae*, 1008, 105–112. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2013.1008.13>
21. Nalobina, O., Markova, O., Polishchuk, L. (2016). Zaprovdzhennia ta otsinka udoskonalenoi tekhnolohiyi otrymannia tresty lonu-dovhuntsia. *Tekhniko-teknolohichni aspekty rozvytku ta vypro-buvannia novoi tekhniki i tekhnolohiy dlia silskoho hospodarstva Ukrainy*, 20, 303–313. Available at: <https://www.ndipvt.com.ua/oldsite/doc/zbirnik16.pdf>
22. Alemayehu, S., Abay, F., Ayimut, K. M., Assefa, D., Chala, A., Mah-roof, R. et al. (2020). Evaluating different hermetic storage technol-ogies to arrest mold growth, prevent mycotoxin accumulation and preserve germination quality of stored chickpea in Ethiopia. *Journal of Stored Products Research*, 85, 101526. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2019.101526>
23. Lialina, N., Yudicheva, O., Samoilenko, A., Berezovskiy, Y., Moroz, O., Bondar-Pidhurska, O. et al. (2023). Evaluation of the quality of cellulose semi-finished products from technical hemp and the possi-bility of their further use. *Fibres and Textiles*, 30 (3), 48–54. <https://doi.org/10.15240/tul/008/2023-3-006>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.315129

ASSESSING THE IMPACT OF SEWING MACHINE THREAD TAKE-UP MECHANISM PARAMETERS ON THE MAGNITUDE AND NATURE OF THREAD TAKE-UP (p. 64–75)

Oleksandr Manoilenko

Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5670-4977>

Volodymyr Dvorzhak

Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1693-9106>

Vasyl Horobets

Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5174-3224>

Igor Panasiuk

Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6671-4266>

Dmytro Bezuhlyi

Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4071-0464>

The subject of this study is the needle thread take-up mechanisms (NTTM) of modern chain stitch sewing machines of classes 400 and 600. The principal issue with these mechanisms is the complexity of their adjustment because of the large number of adjustable parameters and the need for clear recommendations for proper setup, which negatively affects their performance.

The research involved analyzing the impact of NTTM's kinematic parameters and various thread path configurations in machines.

The study revealed new patterns that allow for more precise thread take-up regulation, enabling better synchronization of the actual thread take-up with the required amount, thereby improving stitch quality and increasing sewing process productivity. Accurate thread take-up adjustment prevents excessive or insufficient thread tension, a common issue when sewing materials with variable thickness or stitch length.

The results can be used to adjust sewing machines and automate the tuning of technological processes by changing the adjustment parameters with variations in technological parameters. This is particularly important in producing 3D textile structures for reinforcing composite molds, where adjusting for average material thickness can cause thread tension issues when the current thickness changes. The practical application of these results will ensure stable sewing quality based on stitch parameters, which is relevant for automating machine settings and working with materials of varying thicknesses. The proposed recommendations will improve the manufacturing process and increase equipment efficiency.

Keywords: sewing machine, chain stitch, thread take-up, thread take-up function, adjustment parameters.

References

- Manoilenko, O. (2020). Topological analysis and synthesis of machine chain stitches. *Fibres and Textiles*, 4, 58–69. Available at: http://vat.ft.tul.cz/2020/4/VaT_2020_4_8.pdf
- Handbook of Analytical Methods for Textile Composites (1997). NTRS – NASA Technical Reports Server, 176. Available at: <https://ntrs.nasa.gov/citations/19970017583>
- Orlovskiy, B., Manoilenko, O. P., Bezuhlyi, D. (2023). Object-Oriented Analysis of Frame 3D Textile Structures. *Journal of Engineering Sciences*, 10 (2), C26–C35. [https://doi.org/10.21272/jes.2023.10\(2\).c4](https://doi.org/10.21272/jes.2023.10(2).c4)
- Beloshenko, V., Voznyak, Y., Voznyak, A., Savchenko, B. (2017). New approach to production of fiber reinforced polymer hybrid composites. *Composites Part B: Engineering*, 112, 22–30. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.12.030>
- Manoilenko, O., Horobet, V., Dvorzhak, V., Kovalov, Y., Kniaziev, I., Shkvyra, V. (2023). Research of variable parameters of needle thread take-up mechanisms and development of recommendations for adjusting multi-thread chain stitch sewing machines. *Fibres and Textiles*, 30 (5), 52–60. <https://doi.org/10.15240/tul/008/2023-5-006>
- Fristedt, T. (2012). Novel fiber placement technologies for composite applications. *SPE ACE*. Available at: <https://www.tailoredfiberplacement.com/laystitch-acce-2012.pdf> sept 12, 2012. c-8-14
- McDonnell, C., Hayes, S., Potluri, P. (2021). Investigation into the tensile properties of ISO-401 double-thread chain-stitched glass-fibre composites. *International Journal of Lightweight Materials and Manufacture*, 4 (2), 203–209. <https://doi.org/10.1016/j.ijlmm.2020.11.001>
- Lee, B., Herszberg, I., Bannister, M. K., Curiskis, J. I. (1997). The effect of weft binder path length on the architecture of multi-layer woven carbon preforms. *Textile Composites and Characterisation*, 5, 260–269.
- Wang, P., Legrand, X., Soulat, D. (2017). Three-Dimensional Textile Preform Using Advanced Textile Technologies for Composite Manufacturing. *Textiles for Advanced Applications*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.68175>
- Boisse, P., Hamila, N., Vidal-Sallé, E., Dumont, F. (2011). Simulation of wrinkling during textile composite reinforcement forming. Influence of tensile, in-plane shear and bending stiffnesses. *Composites Science and Technology*, 71 (5), 683–692. <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2011.01.011>
- Randima, L. M. L., Sandaranga, D. M. B. C., Jayawardana, T. S. S., Fernando, E. A. S. K. (2019). Design and Fabrication of an Automatic Tension Monitoring and Regulation System for Needle Thread. 2019 Moratuwa Engineering Research Conference (MERCon), 738–744. <https://doi.org/10.1109/mercon.2019.8818866>
- Rehman, A. Ur, Rasheed, A., Javed, Z., Naeem, M. S., Ramzan, M. B., Karahan, M. (2021). Geometrical Model to Determine Sewing Thread Consumption for Stitch Class 406. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 29 (6 (150)), 72–76. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.2726>
- Malek, S., Khedher, F., Adolphe, D. C., Jaouachi, B. (2021). Sewing Thread Consumption for Chain Stitches of Class 400 using Geometrical and Multilinear Regression Models. *Autex Research Journal*, 21 (1), 52–62. <https://doi.org/10.2478/aut-2019-0051>
- Abeysooriya, R. P., Wickramasinghe, G. L. D. (2014). Regression model to predict thread consumption incorporating thread-tension constraint: study on lock-stitch 301 and chain-stitch 401. *Fashion and Textiles*, 1 (1). <https://doi.org/10.1186/s40691-014-0014-5>
- Rasheed, A., Ahmad, S., Ali, N., ur Rehman, A., Ramzan, M. B. (2018). Geometrical model to calculate the consumption of sewing thread for 504 over-edge stitch. *The Journal of The Textile Institute*, 109 (11), 1418–1423. <https://doi.org/10.1080/00405000.2018.1423902>
- Manoilenko, O. P., Gorobets, V. A., Dvorzhak, V. M., Pisarenko, D. D., Bylyk, K. A. (2023). Analytical inspection and development of a classification of needle threads take-up mechanisms of chain stitch sewing machines. *Technologies and Engineering*, 4, 35–47. <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2022.4.3>
- Manoilenko, O., Horobets, V., Kniaziev, I., Shkvyra, V. (2024). Development of classification of loop thread take-up mechanisms for chain stitch sewing machines based on their structural analysis. *Technologies and Engineering*, 5, 21–32. <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2023.5.2>
- Safak, S., Şaka, Z., Özçelik, Z. (2012). Modification of the Classical Needle Bar and Thread Take-Up Lever Mechanism in Sewing Machines. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 20 (4 (493)), 108–111. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/284142170>
- Shcherban, V., Kolysko, O., Melnyk, G., Kolysko, M., Shcherban, Y., Shchutska, G. (2022). Determination of tension for aramid and carbon yarns while weaving industrial fabrics. *Fibres and Textiles*, 29 (1), 52–62. <https://doi.org/10.15240/tul/008/2022-1-007>
- Shcherban, V. Yu., Kolysko, O., Melnyk, G., Kolysko, M., Halavska, L., Shcherban, Yu. Yu. (2021). The influence of the curvature radius of the guiding surface on the tension of polyethylene and polyamide complex yarns during processing on weaving and knitting machines. *Fibres and Textiles*, 28 (3), 72–81. Available at: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/18576>
- Product introduction. Juki Corporation. Available at: <https://www.juki.co.jp/en/products/>
- Industrial sewing machine. PEGASUS CO. Available at: <https://www.pegasus.co.jp/en/machine/>
- PRODUCTS. Yamato Sewing Machine Mfg. Co., Ltd. Available at: <https://www.yamato-sewing.com/en/product/>
- Shcherban, V. Yu. (2018). *Mekhanika nytky*. Kyiv: TOV "Vydavnytstvo "Ukrblankovydav", 534. Available at: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/9517>
- Dvorzhak, V. M. (2016). Circuit simulation kinematic scheme of spatial four crank-rocker mechanisms of technological machines. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohiy ta dyzainu*, 2, 18–26. Available at: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/1817/1/V96_P018-026.pdf

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.317060

DESIGNING OPTIMAL GEOMETRY OF THE RADIUS DIE FOR BROACHING CASES (p. 76–83)**Oleg Markov**Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9377-9866>**Volodymyr Zinskyi**Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0504-7815>**Serhii Shevtsov**Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4905-2170>**Natalia Hrudkina**Technical University "Metinvest Polytechnic", Zaporizhzhia, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0914-8875>

The object of this study is the technological process of broaching cartridge cases through a radius die on a mandrel. The work is aimed at solving the actual scientific and technical task of improving the technological process of broaching on a mandrel through a die in the manufacture of cartridge-case type forgings, which provides an increase in the stability of broaching dies. The finite element method (FEM) was used to simulate the processes of broaching cartridge cases through the die. As a result, a rational geometry of the radius die has been established. Recommendations for designing new die structures have been devised, which involve determining the rational radius of rounding of the working part of the die. The established recommendations have been verified by experimental studies. The broaching of cartridge cases through a die with a working radius surface should be carried out at relative radius $R/d=3.0$. In this case, stress intensity decreased by 7...17 %, average compressive stresses decreased by 8...15 %, and normal pressure decreased by 10...15 % compared to smaller rounding radii. The resulting force on the working surface of the die decreased by 40...55 %, and the radial component of this force decreased by 50 %. It was found that the working surface of the die is heated to a temperature of 750...850 °C, but the rounding radius $R/d=3.0$ provides a reduction in the volume of this zone by 1.5...1.9 times. The resulting relative rounding radius of the die was tested under industrial conditions, which confirmed that the broaching force for this radius is lower by 15...20 %, and the stability of such a die increased by 20 %. It is recommended to use radius dies for broaching high cartridge cases. The results could also be applied at enterprises during the production of dual-purpose parts.

Keywords: cartridge case, broaching, die, rounding radius, wear, mandrel, stability, broach force, hollow workpiece, FEM.

References

- Wang, P., Zhu, S., Wang, L., Wu, L., Guan, S. (2015). A two-step superplastic forging forming of semi-continuously cast AZ70 magnesium alloy. *Journal of Magnesium and Alloys*, 3 (1), 70–75. <https://doi.org/10.1016/j.jma.2014.12.004>
- Karnaukh, S., Markov, O., Lysenko, A. (2024). Research on the new process of separating hollow work-piece by eccentric torsion cutting for stamping. *FME Transactions*, 52 (1), 29–36. <https://doi.org/10.5937/fme2401029k>
- Guan, S. K., Wu, L. H., Wang, P. (2009). Hot forgeability and die-forging forming of semi-continuously cast AZ70 magnesium alloy. *Materials Science and Engineering: A*, 499 (1-2), 187–191. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2007.11.136>
- Chander, S., Chawla, V. (2017). Failure of Hot Forging Dies – An Updated Perspective. *Materials Today: Proceedings*, 4 (2), 1147–1157. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.01.131>
- Aliiev, I. S., Levchenko, V. N., Markov, O. E., Kalujniy, A. V., Aliieva, L. I., Sivak, R. I. (2024). Development of devices for measuring contact friction forces in the processes of volumetric plastic deformation. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 132 (5-6), 2839–2851. <https://doi.org/10.1007/s00170-024-13537-4>
- Podgrajšek, M., Glodež, S., Ren, Z. (2015). Failure analysis of forging die insert protected with diffusion layer and PVD coating. *Surface and Coatings Technology*, 276, 521–528. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2015.06.021>
- Ghalehbandi, S. M., Biglari, F. (2020). Predicting damage and failure under thermomechanical fatigue in hot forging tools. *Engineering Failure Analysis*, 113, 104545. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.104545>
- Chen, Q., Geng, H., Zhang, H., Li, X., Chen, G. (2022). Microstructure and mechanical properties of in situ $\text{TiB}_2\text{-TiAl}_3/2024\text{Al}$ composite subjected to multidirectional forging. *Journal of Materials Research and Technology*, 21, 2827–2840. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.10.098>
- Jeong, H. Y., Park, J., Kim, Y., Shin, S. Y., Kim, N. (2023). Processing parameters optimization in hot forging of AISI 4340 steel using instability map and reinforcement learning. *Journal of Materials Research and Technology*, 23, 1995–2009. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.01.106>
- Hawryluk, M. (2016). Review of selected methods of increasing the life of forging tools in hot die forging processes. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 16 (4), 845–866. <https://doi.org/10.1016/j.acme.2016.06.001>
- Markov, O., Shevtsov, S., Hrudkina, N., Molodetskyi, V., Musorin, A., Zinskyi, V. (2023). Testing a new technique for producing artillery cartridge cases from pipe workpiece by roughing with a friction tool. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (1 (126)), 91–97. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.291881>
- Hawryluk, M., Ziemba, J. (2017). Possibilities of application measurement techniques in hot die forging processes. *Measurement*, 110, 284–295. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2017.07.003>
- Shen, L., Zhou, J., Xiong, Y.-B., Zhang, J.-S., Meng, Y. (2018). Analysis of service condition of large hot forging die and refabrication of die by bimetal-layer weld surfacing technology with a cobalt-based superalloy and a ferrous alloy. *Journal of Manufacturing Processes*, 31, 731–743. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2018.01.005>
- Soranansri, P., Yanil, S., Sirivedin, K. (2019). Finite Element Modeling of Shrink-Fit Design for Improvement of Die-Service Life in Hot Forging Process of a Bevel Gear. *Materials Today: Proceedings*, 17, 1711–1719. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.06.202>
- Tannkulu, B., Karakuzu, R. (2020). Fatigue life prediction model of WC-Co cold forging dies based on experimental and numerical studies. *Engineering Failure Analysis*, 118, 104910. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.104910>
- Dalbosco, M., da Silva Lopes, G., Schmitt, P. D., Pinotti, L., Boing, D. (2021). Improving fatigue life of cold forging dies by finite element analysis: A case study. *Journal of Manufacturing Processes*, 64, 349–355. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2021.01.039>
- Karnaukh, S. G., Markov, O. E., Shapoval, A. A., Hrudkina, N. S. (2023). Selecting a cutting method for workpieces before stamping using synergetic fracture criteria and a deformability limit determination technique for separating processes. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 129 (11-12), 5447–5455. <https://doi.org/10.1007/s00170-023-12627-z>

18. Emamverdian, A. A., Sun, Y., Cao, C., Pruncu, C., Wang, Y. (2021). Current failure mechanisms and treatment methods of hot forging tools (dies) – a review. *Engineering Failure Analysis*, 129, 105678. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2021.105678>
19. Madhankumar, S., Hari Narayanan, K. R., Harini, V., Gokulraj, K. V., Selvakumar, S., Dharshini, R. et al. (2021). Study and selection of hot forging die materials and hardness. *Materials Today: Proceedings*, 45, 6563–6566. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.472>
20. Heinrichs, J., Mikado, H., Wiklund, U., Kawamura, S., Jacobson, S. (2022). Wear of cemented carbide forging dies used in zipper production. *Wear*, 492–493, 204216. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2021.204216>
21. Alessio, A., Antonelli, D., Doglione, R., Genta, G. (2022). Die wear reduction by multifactorial Design of Experiments applied to forging simulations. *Procedia CIRP*, 112, 424–429. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.09.031>
22. Aliiev, I. S., Sivak, R. I., Markov, O. E., Levchenko, V. N. (2023). The evaluation of workpiece deformability for the process of two-stage extrusion of hollow hull. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 129 (3-4), 1345–1353. <https://doi.org/10.1007/s00170-023-12353-6>
23. Kalyuzhnyi, V. L., Markov, O. E., Aliieva, L. I., Levchenko, V. N., Kaliuzhnyi, O. V., Hrudkina, N. S. (2024). Investigation of hot combined extrusion of steel hollow conical parts. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 46 (8). <https://doi.org/10.1007/s40430-024-05032-4>
24. Davoudi, M., Nejad, A. F., Rahimian Koloor, S. S., Petrú, M. (2021). Investigation of effective geometrical parameters on wear of hot forging die. *Journal of Materials Research and Technology*, 15, 5221–5231. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.10.093>
25. Hawryluk, M., Lachowicz, M., Janik, M., Ziemia, J., Gronostajski, Z. (2023). Preliminary studies of increasing the durability of forging tools subjected to various variants of surface treatment used in the hot die forging process of producing valve forgings. *Engineering Failure Analysis*, 143, 106886. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2022.106886>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.317448
DETERMINING THE INFLUENCE OF
TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE LASER
PROCESSING OF PLASTIC CARDS EDGES ON
IMPROVING THEIR WEAR RESISTANCE (p. 84–94)

Tetiana Kyrychok

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

Olena Nazarenko

National Technical University of Ukraine
 "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8805-6313>

Olena Korotenko

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

Tetiana Klymenko

National Technical University of Ukraine
 "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7229-3995>

Nadiia Talimonova

National Technical University of Ukraine
 "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7162-859X>

The object of this study is plastic cards for various purposes, which are a multilayer structure. The main factors affecting the wear of cards are environmental influences, storage and use conditions, and equipment for reading our personalized information. During the operation of plastic cards, the most common defects are peeling of the top protective layer and violation of the integrity of the card structure. An increase in the frequency of such operational defects may be caused at the production stage by the peculiarities of a die-cutting process.

The subject of the study is to determine the optimal technological parameters for laser processing of plastic cards in order to improve their quality characteristics, in particular, wear resistance. The process of card wear was simulated by exposure to chemical and mechanical factors. The study was conducted using a standard procedure. The new methodology includes a combination of classical tests: a combination of chemical and dynamic effects and the introduction of a washing test.

To solve the existing problem, it was proposed to improve the technological process by introducing laser edge processing of plastic cards after die-cutting. A set of experimental studies on resistance to transverse, longitudinal bending and twisting revealed that the wear resistance of cards after laser edge treatment increased by 12 % compared to untreated cards. It was established that for cards made of polyvinylidene chloride, processing with a CO₂ laser with a power of 25.5 W and a diameter of the laser beam of 1.5 mm is the most rational. It has been confirmed that this laser processing technique makes it possible to strengthen the chemical bonds between the layers of the body of a plastic card.

Keywords: plastic card, wear of plastic card, multilayer structure, modes of laser processing, polyvinyl chloride.

References

1. Mahajan, A., Verma, A., Pahuja, D. (2014). Smart card: Turning point of technology. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 3 (10), 982–987. Available at: <https://ijcsmc.com/docs/papers/October2014/V3I10201499a40.pdf>
2. Kyrychok, T., Nazarenko, O., Barauskiene, O. (2020). Formation of Wear of Plastic Cards. *Technology and Technique of Typography (Tekhnolohiia I Tekhnika Drukartstva)*, 4 (70), 34–41. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(70\).2020.238598](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(70).2020.238598)
3. Khamula, O., Koniukhov, A. (2016). Development of a Model of Factors Influencing the Performance of Plastic Cards. *Technology and Technique of Typography (Tekhnolohiia I Tekhnika Drukartstva)*, 4 (54), 21–28. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(54\).2016.84589](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(54).2016.84589)
4. Corradini, F., Paganelli, E., Polzonetti, A. (2006). Smart card distribution for E-government digital identity promotion: problems and solutions. *28th International Conference on Information Technology Interfaces*, 2006., 315–320. <https://doi.org/10.1109/iti.2006.1708499>
5. Mentens, N., Genoe, J., Vandenabeele, T., Verschuere, L., Smets, D., Dehaene, W., Myny, K. (2019). Security on Plastics: Fake or Real? *IACR Transactions on Cryptographic Hardware and Embedded Systems*, 1–16. <https://doi.org/10.46586/tches.v2019.i4.1-16>
6. Billiaert, E. (2014). Polycarbonate for ID documents. White Paper. Available at: https://www.academia.edu/7966334/Polycarbonate_for_ID_documents
7. Naumenko, S. (2016). Some aspects of manufacturing and personalizing documents on the polymeric basis. *Kryminalistyka i sudova ekspertyza*, 61, 265–271. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/krise_2016_61_33
8. Cai, X., An, B., Lai, X., Wu, Y., Wu, F. (2007). Reliability Evaluation on Flexible RFID Tag Inlay Packaged by Anisotropic Conductive

- Adhesive. 2007 8th International Conference on Electronic Packaging Technology, 1–4. <https://doi.org/10.1109/icept.2007.4441524>
9. Using QSDC to optimize the laser engraving of ID documents. Entrust Datacard | White Paper. Available at: https://cards.mk/assets/cms/uploads/files/GS13-2100-002_QSDC_LaserEngraving_WP.pdf
 10. Bouffard, G., Thampi, B. N., Lanet, J.-L. (2013). Detecting Laser Fault Injection for Smart Cards Using Security Automata. Security in Computing and Communications, 18–29. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40576-1_3
 11. Pardos, F. (2004). Plastic films: situation and outlook: a Rapra market report. iSmithers Rapra Publishing, 182.
 12. Card core films. Available at: <https://www.kpfilms.com/en/cards-graphics/cards/card-core>
 13. Speedmaster CD 74. Available at: https://print-machines.net/wp-content/uploads/Heidelberg_CD74_series_ENG.pdf
 14. NewV poly. UV offset inks for printing on films. Available at: <https://www.hubergroup.com/cz/en/print-solutions-division/applications/sheet-fed-offset-uv/product/newv-poly>
 15. Lauffer Card Lamination Systems. LAUFFER. Available at: <https://lauffer.de/wp-content/uploads/2020/12/L003-Stand-09-2011-LC-LCL-Smartcards.pdf>
 16. LOUDA SYSTEMS Card Punch DC 510. Available at: <http://www.digitsmith.com/louda-systems-card-punch-dc-510-die-cutting-machine-sale-12880.html>
 17. Peel testing identity cards. Available at: <https://www.mecmesin.com/publications/peel-testing-identity-cards>
 18. Microscop SIGETA BIOGENIC 40x-2000x LED Trino Infinity. Available at: <https://sigeta.com.ua/products/mikroskop-sigeta-biogenic-40x-2000x-led-trino-infinity.html#technical>
 19. Laser Engraving Cutting Machine. Available at: <https://www.manualslib.com/manual/1831453/Bodor-Bel-B-Series.html#manual>
 20. Kyrychok, T. (2013). The methodology of visual assessment of stability of a layer of ink to simulate wear Intaglioprinting. Technology and Technique of Typography (Tekhnolohiia I Tekhnika Drukarstva), 4 (42), 4–12. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(42\).2013.30810](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(42).2013.30810)
 21. Card Making Machine (YMJ-ICTR). Available at: <https://yuanmingjie.en.made-in-china.com/product/MKSQRYelhAVW/China-Card-Making-Machine-YMJ-ICTR.html>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.314957

DEVELOPMENT OF A MAGNETIC ACTIVATOR TO PROTECT AN ELECTRIC WATER HEATER AGAINST SCALE FORMATION (p. 95–102)

Ali Mekhtiyev

Abylkas Saginov Karaganda Technical University,
Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2633-3976>

Yermek Sarsikev

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University,
Astana, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7209-5024>

Tanya Gerassimenko

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University,
Astana, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5704-5419>

Aliya Alkina

Abylkas Saginov Karaganda Technical University,
Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4879-0593>

Ruslan Mekhtiyev

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University,
Astana, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5416-3444>

Yelena Neshina

Abylkas Saginov Karaganda Technical University,
Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8973-2958>

Lalita Kirichenko

Astana IT University, Astana, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7069-5395>

The paper is dedicated to the research and development of a magnetic activator for the prevention of scale formation in electric water heaters, which is a pressing problem in regions with hard water, typical for Central Kazakhstan. During the operation of water heaters, salt deposits on heating elements lead to increased energy consumption and reduced efficiency. The developed activator uses powerful neodymium magnets that change the structure of the hardness salts in the water, preventing their deposition in the form of scale. Research has shown that the use of a magnetic activator can reduce water hardness by 15–20 %, resulting in a significant reduction in scale formation. In particular, under normal operating conditions, the thickness of the scale layer can reach 2–4 mm, but with the use of the magnetic activator this indicator is reduced to less than 1 mm. Descaling the heating elements not only extends the life of the water heater, but also reduces energy costs. Energy consumption is reduced by 10–15 %, as water heaters with less scale work more efficiently without requiring additional energy for heating. The paper also discusses the design features of the magnetic activator, the principles of its operation and the results of laboratory and field tests. Economic analysis has shown that the installation of the magnetic activator pays for itself within 1–2 years due to the reduction in limescale and energy costs. This makes it an attractive solution for private households as well as for industrial companies that use water heaters in their production process, as the proposed magnetic activator is an effective solution for protecting water heaters from the negative effects of hard water.

Keywords: magnetic field, aragonite, water, scale, magnetic activator, neodymium magnets, efficiency.

References

1. Hamdi, R., Tlili, M. M. (2023). Influence of Foreign Salts and Antiscalants on Calcium Carbonate Crystallization. Crystals, 13 (3), 516. <https://doi.org/10.3390/cryst13030516>
2. Tang, C., Godsken, B., Aktor, H., Rijn, M. van, Kristensen, J. B., Rosshaug, P. S. et al. (2020). Procedure for Calculating the Calcium Carbonate Precipitation Potential (CCPP) in Drinking Water Supply: Importance of Temperature, Ionic Species and Open/Closed System. Water, 13 (1), 42. <https://doi.org/10.3390/w13010042>
3. Matsuura, T., Okazaki, T., Sazawa, K., Hosoki, A., Ueda, A., Kuramitz, H. (2024). Fiber Optic-Based Portable Sensor for Rapid Evaluation and In Situ Real-Time Sensing of Scale Formation in Geothermal Water. Chemosensors, 12 (9), 171. <https://doi.org/10.3390/chemosensors12090171>
4. Yu, X.-L., Wang, B.-B., Xu, Z.-M., Yan, W.-M. (2023). Study on Anti-Scale and Anti-Corrosion of Polydopamine Coating on Metal Surface. Coatings, 13 (2), 306. <https://doi.org/10.3390/coatings13020306>
5. Zhang, Z., Jia, Y., Zhao, J. (2020). Effect of Magnesium Ion Concentration on the Scale Inhibition of Heat Exchanger in Circulating

- Cooling Water under Alternating Electric Field. *Applied Sciences*, 10 (16), 5491. <https://doi.org/10.3390/app10165491>
6. Medina-Collana, J. T., Reyna-Mendoza, G. E., Montañó-Pisfil, J. A., Rosales-Huamani, J. A., Franco-Gonzales, E. J., Córdova García, X. (2022). Evaluation of the Performance of the Electrocoagulation Process for the Removal of Water Hardness. *Sustainability*, 15 (1), 590. <https://doi.org/10.3390/su15010590>
 7. He, Z., Zhang, L., Wang, L., Zhang, Q., Luan, L. (2023). Anti-Scale Performance and Mechanism of Valonia Tannin Extract for Calcium Carbonate in Circulating Cooling Water System. *Sustainability*, 15 (11), 8811. <https://doi.org/10.3390/su15118811>
 8. Van, H. T., Nguyen, L. H., Nguyen, V. D., Nguyen, X. H., Nguyen, T. H., Nguyen, T. V. et al. (2019). Characteristics and mechanisms of cadmium adsorption onto biogenic aragonite shells-derived biosorbent: Batch and column studies. *Journal of Environmental Management*, 241, 535–548. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.09.079>
 9. Morales-Paredes, C. A., Díaz-Regañón, F., Boluda-Botella, N., Saquete, M. D., Morales-Paredes, E. F., Berenguer, R., Rodríguez-Díaz, J. M. (2024). Effect of electromagnetic treatment combined with chlorination on water quality in sea lion recreational pools. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 10, 100853. <https://doi.org/10.1016/j.csee.2024.100853>
 10. Martínez Moya, S., Boluda Botella, N. (2021). Review of Techniques to Reduce and Prevent Carbonate Scale. Prospecting in Water Treatment by Magnetism and Electromagnetism. *Water*, 13 (17), 2365. <https://doi.org/10.3390/w13172365>
 11. Chang, B., Li, G., Guo, F., Lu, S., Peng, Y., Hou, J. (2024). Research on Carbon Dioxide-Assisted Electrocoagulation Technology for Treatment of Divalent Cations in Water. *Water*, 16 (12), 1715. <https://doi.org/10.3390/w16121715>
 12. Mekhtiyev, A. D., Sarsikeyev, Ye. Zh., Atyaksheva, A. V., Atyaksheva, A. D., Gerassimenko, T. S., Alkina, A. D. (2021). Method of Preventing Deposits on the Inner Surface of Circulating Water Pipelines of Ferroalloy Electric Furnace Cooling Systems. *Metalurgija*, 60 (3-4), 321–324. Available at: <https://hrcak.srce.hr/file/372263>
 13. Mehtiev, A. D., Gerasimenko, T. S., Sarsikeev, E. J. (2023). Experimental studies of the influence of magnetic and electromagnetic fields on water hardness. *Toraigrov University Khabarshysy 2023, Energetikalyk Seriesy*, 3, 254–264. <https://doi.org/10.48081/gzaq7222>

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.314844

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ АЕРОДИНАМІЧНОГО ПРОФІЛЮ КРИЛА БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ З ДИНАМІЧНИМ ПРИНЦИПОМ ПІДТРИМКИ НАД ПОВЕРХНЕЮ (с. 6–13)

А. Ю. Дреус, О. В. Кравець

Апарати, що використовують принцип динамічної підтримки над поверхнею, є інноваційними транспортними засобами, які мають перспективи використання як високошвидкісні безпілотні судна. Відомо, що під час руху літального апарату поблизу поверхні має місце явище зростання підйомної сили, що дозволяє забезпечити безконтактний рух на високих швидкостях. Втім, продуктивність цього ефекту впливу поверхні залежить від форми аеродинамічного профілю крила. Об'єктом дослідження є аеродинамічні процеси, що мають місце під час руху безпілотного літального апарату поблизу опорної поверхні. Розглянуто вплив ефекту наближення до поверхні на аеродинамічні характеристики чотирьох профілів крила різної геометрії: Clark YH-12, NACA-M6, USA-35B, ЦАГІ-721, що використовуються у дозвуковій швидкісній авіації, у т.ч. безпілотній авіації. В роботі виконано оцінку продуктивності цих аеродинамічних профілів в умовах експлуатації поблизу поверхні і визначення найперспективнішої форми для використання в малогабаритних безпілотних WIG-апаратах. Як інструмент дослідження використано методи CFD-моделювання. Отримано поля тиску та швидкостей навколо профілів крила та визначено вплив відстані до поверхні і кута атаки на аеродинамічні характеристики. Встановлено, що найкраща аеродинамічна якість для всіх профілів досягається на кутах атаки 4–6°. Не рекомендується використовувати профілі за кутів атаки близьких до 0°, оскільки можливий негативний вплив поверхні на підйомну силу. Найбільше підвищення аеродинамічної якості під час наближення до поверхні продемонстрував профіль USA-35B, максимальне збільшення для цього профіля склало 67 %. Це дозволяє рекомендувати USA-35B використання в якості для малорозмірних безпілотних літальних апаратів з динамічним принципом підтримки над опорною поверхнею.

Ключові слова: аеродинамічний профіль, екранний ефект, CFD – моделювання, безпілотний WIG-апарат, аеродинамічна якість.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.316236

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТРАКТУ ОХОЛОДЖЕННЯ КАМЕРИ РІДИННОГО РАКЕТНОГО ДВИГУНА З УРАХУВАННЯМ ЗМІНИ ГУСТИНИ ОХОЛОДЖУВАЧА (с. 14–20)

В. В. Слюсарев, В. Л. Бучарський

Об'єктом цього дослідження є процеси, що відбуваються в каналах охолодження камери рідинного ракетного двигуна. Важливо розуміти, що з точки зору прогнозування ефективності на етапі проектування, система охолодження є найвідповідальнішою частиною камери двигуна, що пов'язано з неможливістю її перевірки без проведення дорогих і трудомістких вогневих випробувань. Тому математичні моделі теплопередачі та гідродинаміки повинні якомога детальніше описувати всі процеси, що відбуваються в камері двигуна.

У цій роботі увага зосереджена на врахуванні зміни густини компонента палива в тракті охолодження. Для підтвердження актуальності розглянутої задачі був проведений аналіз зміни параметрів компонентів палива в тракті охолодження двигуна. За результатами оцінки було виявлено, що навіть при використанні висококиплячих компонентів палива та помірних підігрівів в трактах охолодження зміна густини може перевищувати 25 %.

У роботі наведені результати розробки моделі течії компонента палива в охолоджувальному тракті камери рідинного ракетного двигуна з урахуванням зміни густини рідини на базі раніше розробленої авторами моделі охолоджувального тракту. Для цього, спираючись на відомі закони механіки рідини та газу, було виведено рівняння для врахування зміни густини.

З застосуванням розробленої математичної моделі проведені тестові розрахунки, після чого були зіставлені результати моделювання з урахуванням і без урахування зміни густини. Далі було проведено порівняння з наявними в літературі розрахунковими даними щодо теплопередачі в камері двигуна РД107 і визначено, що похибка не перевищує 1.5 %.

Таким чином, отримана математична модель може бути рекомендована до використання при проектуванні нових камер ракетних двигунів з проточним охолодженням.

Ключові слова: рідинний ракетний двигун, математична модель тракту охолодження, зміна густини палива.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.312074

РОЗРОБКА РУХУ ЕКСКАВАТОРА З БЕЗДРОТОВИМ КЕРУВАННЯМ ЗА ДОПОМОГОЮ BLUETOOTH ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ (IP) (с. 21–30)

Nazaruddin, Feblil Huda, Herisiswanto, Efi Afrizal, Fajar Bayulesmana

Це дослідження спрямоване на переробку дротової системи керування в бездротову систему керування міні-екскаватором лабораторного масштабу. Першим кроком є перегляд розвитку системи приводу та системи керування на попередніх моделях екскаваторів, заміна пневматичної системи приводу на електропневматичну, зміна системи керування з проводового на бездротове керування за допомогою Bluetooth та системи Інтернету речей (IP). Екскаватор масштабу 1:14 приводиться в рух пневматичною системою. Рух приводу контролюється за допомогою дротового пульта дистанційного керування, так що робоча зона все ще обмежена певною зоною. Пневматичну систему керування на попередніх екскаваторах розвинули до електропневматичної системи керування. Електропневматична система керування виконана шляхом заміни 5/2-ходового клапана на 5/3-ходовий подвійний електромагнітний клапан. За допомогою цього клапана рух стрілок екскаватора можна регулювати відповідно до побажань оператора. Дротова система керування була розроблена в систему керування дротами, включаючи систему Bluetooth та Інтернет речей (IP). Важливими компонентами цих двох систем керування є Arduino Mega 2560, WEMOS D1 R32, 16-канальне реле та модуль HC05. Модель екскаватора з розробкою нової системи керування має незмінні розміри порівняно з попередньою моделлю. Стріли екскаватора та ходова частина

залишаються без змін. Лише корпус, у якому розміщена система керування, адаптований до нової зони компонування компонентів. Тестування бездротової дистанційної системи відбувається на відстані близько 30 метрів, тоді як дистанційної системи ІР на відстані близько 1,5 км. Рух кожного кроку легше регулювати, оскільки використовується 5/3-ходовий клапан. Час, який витрачається на кожен крок, також менший, ніж у попередніх моделях екскаваторів.

Ключові слова: важка техніка, бездротове керування, модель екскаватора, пневмоклапан, мікроконтролер.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.315127

УДОСКОНАЛЕННЯ ҐРУНТОВОГО КАНАЛУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОТАЦІЙНИХ ЗНАРЯДЬ З УРАХУВАННЯМ КІНЕМАТИЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВЗАЄМОДІЇ З ҐРУНТОМ (с. 31–40)

В. І. Ветохін, С. В. Попов, Т. Ю. Рижкова, І. С. Негребський, С. М. Лещенко, В. В. Амосов, Ю. В. Мачок, Д. І. Петренко

Об'єктом дослідження є дослідницьке устаткування у вигляді ґрунтового каналу, призначене для наукового та навчального вивчення ротаційних знарядь.

Проблема, що вирішувалася, – з'ясувати специфіку функціонування ротаційних знарядь та спроектувати малогабаритний ґрунтовий канал з урахуванням цієї специфіки. Дані, отримані у ході експериментальних досліджень та теоретичного аналізу, підтвердили визначальний вплив кінематичного параметра на показники взаємодії ротаційного знаряддя та ґрунту.

В результаті досліджень запропонована концепція та спроектовано ґрунтовий міні-канал, що дозволяє досліджувати як механіку процесу, так і виконувати графічне моделювання.

Отриманий результат пояснюється тим, що посередником передачі руху в процесі експериментів є ґрунтова кювета, а привідний пас переставляється у зацеплення зі шківками різних діаметрів. Це забезпечує різне співвідношення лінійного переміщення кювети та обертання робочого органа.

Особливість конструкції становить поєднання змінних рухомих кювет і графічних екранів зі стаціонарним положенням ротора. Конструкція забезпечує простоту та наочність завдання різних значень кінематичного параметра.

Відмінну рису становить модульність компоновки. Це дозволяє проводити дослідження зі змінними кюветами з різним складом ґрунту та відразу отримувати графічну інтерпретацію кінематичного режиму на екрані. Таке виконання ґрунтового міні-каналу спрощує спостереження та фіксацію результату взаємодії ротора з модельним середовищем.

Сфера практичного використання – наукові дослідження у галузі сільськогосподарського машинобудування. Отримані дані можливо використати для удосконалення існуючих знарядь. Процес досліджень становить частину навчального процесу в аграрному університеті.

Ключові слова: ґрунтовий канал, роторне знаряддя, кінематичний параметр, траєкторія, взаємодія ґрунт-знаряддя, обробіток ґрунту.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.314842

ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ВІДКАТНИХ ШТРЕКІВ КРУТИХ ПЛАСТІВ ПРИ РОЗВАНТАЖЕННІ ВУГЛЕПОРОДНОГО МАСИВУ (с. 41–49)

Д. А. Чепіга, С. В. Подкопась, О. М. Шашенко, О. В. Скобенко, О. В. Демченко, Є. С. Подкопась, В. І. Федорчук-Мороз, З. М. Мацук, О. П. Шимчук

Об'єктом дослідження є стан бічних порід у вуглепородному масиві з підготовчими виробками. Вирішувалася проблема забезпечення стійкості підготовчих виробок для підвищення безпеки праці гірників.

Встановлено порівняльну оцінку несучої здатності охоронних споруд підготовчої гірничої виробки по довжині виїмкової ділянки вугільної шахти.

Експлуатаційний стан відкатного штреку при способі охорони ціликами вугілля забезпечується при їх відносній деформації $\epsilon < 0.25$ та відносній зміні об'єму $\delta V < 0.1$. На відстані $l > 50$ м позаду очисного вибою при $\epsilon \geq 0.6$ – 0.8 відбувається зниження несучої здатності ціликів вугілля і руйнування покрівлі. Втрати площі поперечного перетину відкатного штреку становлять 50 %. В таких умовах рівень загрози обвалень покрівлі наближається до критичного стану. При застосуванні накатних кострів з дерев'яних шпал при $\epsilon > 0.21$ та $\delta V > 0.16$ навколо підготовчої виробки створюються умови, в яких забезпечується цілісність покрівлі за рахунок поетапного ущільнення охоронних споруд. На відстані $l > 60$ м приріст змінь бічних порід досягає мінімальних значень $\Delta U = 10$ мм, а втрати площі поперечного перетину відкатного штреку становлять 30 %.

Експериментально встановлено вид функціональної залежності між протяжністю l (м) відкатного штреку при різних способах охорони і відносною зміною об'єму δV охоронних споруд. Така залежність дозволяє в зоні активного впливу гірського тиску позаду очисного вибою оцінити несучу здатність охоронних споруд по довжині виїмкової ділянки.

Експлуатаційний стан відкатних штреків при застосуванні ціликів вугілля забезпечується у межах їх деформаційного ресурсу, що обмежує використання цього способу охорони. Для забезпечення стійкості підготовчих виробок доцільно застосовувати накатні костри з дерев'яних шпал. Після їх ущільнення переміщення бічних порід обмежується у виробленому просторі виїмкової ділянки.

Ключові слова: відкатний штрек, охоронні споруди, несуча здатність, переміщення бічних порід, виїмкова ділянка.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.315058

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ПРИГОТУВАННЯ ТРЕСТИ СТЕБЕЛ КОНОПЕЛЬ (с. 50–63)

В. О. Шейченко, І. Л. Роговський, Ю. Б. Скоряк, Д. О. Петраченко, М. В. Шевчук, Д. В. Шейченко, Л. Л. Тітова, І. М. Сівак

Об'єкт досліджень – технологічні операції первинної переробки стебел конопель, чинники, що інтенсифікують процеси приготування трести, площення стебел.

Проблемою, що вирішувалася, було визначення техніко-технологічних рішень, які уможливлять інтенсифікацію виробничих процесів приготування трести промислових конопель.

За результатами досліджень встановлено, що розміщення плющених стебел у мішках натуральних та поліпропіленових у порівнянні із целофановими пришвидшує терміни приготування трести за вертикального положення у 1,19 рази, а за горизонтального – 1,38 рази. Терміни приготування трести у горизонтально розміщених плющених стебел за щотижневого зволоження двічі на тиждень у 2,16 рази менші ніж у не плющених.

Встановлено, що проведення процесу плющення попередньо підготовлених та вистояних стебел за умов їх вертикального та горизонтального розміщення дозволяє суттєво скоротити терміни приготування трести у 2,14 рази, а для свіжозрізаних стебел – у 1,27 рази.

Інтенсивність відбитого світлового потоку змінювалася у випадку досягнення фази трести для неплющених стебел за вертикального їх розміщення від початкових 32,0 люкс до показника 18,0 люкс. У плющених стебел за умов вертикального їх розміщення – від 50,7 до 16,3 люкс, відповідно. За умов горизонтального розміщення плющених стебел значення інтенсивності за умов досягнення фази трести складала 20,3 люкс.

Найменше значення розривного навантаження волокна 5,0 даН встановлено для трести, отриманої зі свіжозрізаних плющених стебел у вертикальному положенні, а також у неплющених стебел за вертикального (7,0 даН) і горизонтального (3,5 даН) положень.

Ключові слова: технічна конопля, технології збирання, приготування трести, термін приготування, якість волокна.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.315129

ОЦІНКА ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЗМУ ПОДАЧІ НИТКИ ШВЕЙНИХ МАШИН НА ВЕЛИЧИНУ І ХАРАКТЕР ПОДАЧІ НИТКИ (с. 64–75)

О. П. Маноїленко, В. М. Дворжак, В. А. Горобець, І. В. Панасюк, Д. М. Безуглий

Об'єктом цього дослідження служать механізми подачі голкових ниток (МПГН) сучасних швейних машин ланцюгового стібка класів 400 та 600. Основною проблемою цих механізмів є складність їх налаштування через велику кількість регульованих параметрів і відсутність чітких рекомендацій для визначення їх значень при налагодженні, що негативно позначається на якості їх роботи.

У процесі дослідження був проведений аналіз впливу кінематичних параметрів МПГН та різних контурів заправки нитки в машини. В результаті дослідження виявлені нові закономірності, які забезпечують більш точне регулювання подачі нитки. Це дозволяє краще узгоджувати величину і характер дійсної подачі нитки з необхідною і, як наслідок, покращити якість стібка та підвищити продуктивність швейного процесу. Точне налаштування параметрів подачі нитки дозволяє запобігти надмірному або недостатньому натягу нитки, що часто трапляється при пошитті матеріалів зі змінною товщиною та довжиною стібка.

Отримані результати можна використовувати для налагоджування швейних машин, а також для автоматизованого налаштування технологічних процесів шляхом зміни параметрів регулювання при зміні технологічних параметрів. Це особливо важливо у виробництві 3D каркасних текстильних виробів для армування прес-форм із композитів, де регулювання під середню товщину матеріалів викликає проблеми з натягом ниток при зміні поточної товщини. Практичне використання отриманих результатів забезпечить стабільну якість пошиття залежно від технологічних параметрів стібка. Це актуально для автоматизації налаштувань швейних машин та роботи з матеріалами різної товщини. Запропоновані рекомендації сприятимуть вдосконаленню виробничого процесу та підвищенню ефективності обладнання.

Ключові слова: швейна машина, ланцюговий стібко, ниткоподавач, функція подачі нитки, параметри регулювання.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.317060

РОЗРОБКА ОПТИМАЛЬНОЇ ГЕОМЕТРІЇ РАДІУСНОЇ МАТРИЦІ ДЛЯ ПРОТЯЖКИ ГІЛЬЗ (с. 76–83)

О. Є. Марков, В. М. Зінський, С. О. Шевцов, Н. С. Грудкіна

Об'єкт дослідження – технологічний процес протягування на оправці гільз через радіусну матрицю. Робота спрямована на вирішення актуального наукового та технічного завдання удосконалення технологічного процесу протягування на оправці через матрицю при виготовленні поволоков типу гільз, який забезпечує підвищення стійкості протяжних матриць. Методом скінчених елементів (МСЕ) виконано моделювання процесів протягування гільз через матрицю. В результаті було встановлено раціональну геометрію радіусної матриці. Розроблено рекомендації для проектування нових конструкцій матриць, які полягають у визначенні раціонального радіусу заокруглення робочої частини матриці. Встановлені рекомендації перевірено експериментальними дослідженнями. Протяжку гільз через матрицю з робочою радіусною поверхнею слід проводити при відносному радіусі $R/d=3.0$. У цьому випадку: інтенсивність напружень знизилася на 7...17 %, середні стискаючі напруження знизилася на 8...15 %, а нормальний тиск знизився на 10...15 % порівняно з меншими радіусами округлення. Результуюча сила на робочу поверхню матриці знизилася на 40...55 %, а радіальна компонента цієї сили до 50 %. Встановлено, що робоча поверхня матриці розігрівається до температури 750...850 °С, проте радіус заокруглення $R/d=3.0$ забезпечує зниження об'єму цієї зони в 1.5...1.9 разів. Перевірка отриманого відносного радіусу заокруглення матриці проводилася в промислових умовах, яка підтвердила, що сила протяжки для цього радіусу нижча на 15...20 %, а стійкість такої матриці підвищилася на 20 %. Рекомендується використовувати радіусні матриці для протягування високих гільз. Встановлені результати можуть застосовуватись і на підприємствах під час виготовлення деталей подвійного призначення.

Ключові слова: гільза, протяжка, матриця, радіус заокруглення, зношування, оправка, стійкість, сила протяжки, пустотіла заготовка, МСЕ.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.317448

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ КРАЙКИ ПЛАСТИКОВИХ КАРТОК НА ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ЗНОСОСТІЙКОСТІ (с. 84–94)

Т. Ю. Киричок, О. В. Назаренко, О. В. Коротенко, Т. Є. Клименко, Н. Л. Талімонова

Об'єктом дослідження є пластикові картки різного призначення, що являють собою багатопарову структуру. Основними факторами, що впливають на зношуваність карток, є вплив навколишнього середовища, умови зберігання та використання, засоби

зчитування персоналізованої інформації. В процесі експлуатації пластикових карток найбільш поширеними дефектами є відшарування верхнього захисного шару та порушення цілісності структури карток. Збільшення частоти таких експлуатаційних дефектів може спричинитися на етапі виробництва особливостями технологічного процесу висікання.

Предметом дослідження є визначення оптимальних технологічних параметрів лазерного оброблення пластикових карток з метою підвищення їх якісних характеристик, зокрема зносостійких. Авторами було імітовано процес зношування картки шляхом впливу хімічних та механічних чинників. У роботі проведено тестування за стандартною методикою. Нова методика включає в себе комбінування класичних тестів: поєднання хімічного та динамічного впливів та впровадження прального тесту.

Для вирішення наявної проблеми було запропоновано удосконалити технологічний процес уведенням після висікання технологічної операції лазерної обробки крайки пластикових карток. Комплекс експериментальних досліджень на стійкість до поперечного, повздовжнього згинання та скручування дозволив виявити, що зносостійкість карток після лазерної обробки крайки зросла на 12 % порівняно із необробленими. Встановлено, що для карток, виготовлених з полівінілхлориду, найбільш раціональною є обробка CO₂-лазером, потужністю 25,5 Вт, діаметр лазерного променя 1,5 мм. Підтверджено, що даний спосіб лазерної обробки дозволяє зміцнити хімічні зв'язки між шарами тіла пластикової картки.

Ключові слова: пластикова картка, зношування пластикових карток, багат шарова структура, режими лазерного оброблення, полівінілхлорид.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.314957

РОЗРОБКА МАГНІТНОГО АКТИВАТОРА ДЛЯ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРИЧНОГО ВОДОНАГРІВАЧА ВІД УТВОРЕННЯ НАКИПУ (с. 95–102)

Ali Mekhtiyev, Yermek Sarsikev, Tatyana Gerassimenko, Aliya Alkina, Ruslan Mekhtiyev, Yelena Neshina, Lalita Kirichenko

Стаття присвячена дослідженню та розробці магнітного активатора для запобігання утворенню накипу в електричних водонагрівачах, що є актуальною проблемою в регіонах з жорсткою водою, характерних для Центрального Казахстану. В процесі експлуатації водонагрівачів відкладення солей на нагрівальних елементах призводить до збільшення енергоспоживання та зниження ККД. У розробленому активаторі використовуються потужні неодимові магніти, які змінюють структуру солей жорсткості у воді, запобігаючи їхньому відкладенню у вигляді накипу. Дослідження показали, що використання магнітного активатора дозволяє знизити жорсткість води на 15–20 %, що призводить до значного зменшення утворення накипу. Зокрема, за нормальних умов експлуатації товщина шару накипу може досягати 2–4 мм, але при використанні магнітного активатора цей показник знижується до менш ніж 1 мм. Очищення нагрівальних елементів від накипу не тільки продовжує термін служби водонагрівача, але й знижує витрати на електроенергію. Споживання електроенергії знижується на 10–15 %, оскільки водонагрівачі з меншою кількістю накипу працюють ефективніше, не вимагаючи додаткової енергії для нагріву. У статті також розглядаються конструктивні особливості магнітного активатора, принципи його роботи та результати лабораторних і польових випробувань. Економічний аналіз показав, що установка магнітного активатора окупається протягом 1–2 років за рахунок зниження утворення накипу та витрат на електроенергію. Це робить його привабливим рішенням як для приватних домогосподарств, так і для промислових компаній, які використовують водонагрівачі у своєму виробничому процесі, оскільки запропонований магнітний активатор є ефективним рішенням для захисту водонагрівачів від негативного впливу жорсткої води.

Ключові слова: магнітне поле, арагоніт, вода, накип, магнітний активатор, неодимові магніти, ефективність.