ABSTRACT AND REFERENCES

ENGINEERING TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284599

DETERMINING THE TENSION OF COMPLEX CHEMICAL THREADS DURING INTERACTION WITH GUIDE SURFACES (p. 6–18)

Volodymyr Shcherban
Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4274-4425

Oksana Kolysko
Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4043-1238

Gennadij Melnyk
Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0002-7663

Yury Shcherban
State Higher Educational Establishment «Kyiv College of Light Industry», Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5024-8387

Valentin Ishchenko
Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2180-5257

This paper reports a study to determine the tension of complex chemical threads made of Kevlar, carbon, polyethylene, and meta-aramid when interacting with the working bodies of knitting machines in the process of forming technical knitwear. An increase in tension after the guide surface of the working body due to a change in the value of the friction forces in the contact zone was established. It has been proven that the tension of the selected complex chemical threads after the guide surface of the working body is affected by the tension of the thread in front of the guide surface of the working body of the knitting machine. Also, the amount of tension is affected by the radius of curvature of the cylindrical guide surface of the working body and the angle of thread coverage of the guide surface of the working body of the knitting machine. This has made it possible to determine thread tension even at the initial stage of designing the technological process of thread processing on knitting machines, during the production of technical knitwear. On the basis of experimental studies for Kevlar, carbon, polyethylene, and meta-aramid complex threads, regression dependences of the stress after the cylindrical guide surface of the working body of the knitting machine were constructed. The analysis of regression dependences made it possible to establish the value of the radius of curvature of the guides when the tension of complex chemical threads before the knitting zone on knitting machines would take a minimum value. This will minimize the stress on complex threads during their processing.

So, there are reasons to assert the possibility of directed regulation of the process of changing the tension of Kevlar, carbon, polyethylene, and meta-aramid complex threads during the formation of technical knitwear on knitting machines by selecting the value of the geometric parameters of the guides.

Keywords: thread tension, chemical thread, guide surface, surface curvature, angle of coverage.

References

1. Shcherban', V., Makarenko, J., Petko, A., Melnyk, G., Shcherban', Y., Shchutska, H. (2020). Computer implementation of a recursion algorithm for determining the tension of a thread on technological equipment based on the derived mathematical dependences. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (1 (104)), 41–50. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.198286
2. de Vasconcelos, F. B., Marcicano, J. P. P., Sanches, R. A. (2015). Influence of yarn tension variations before the positive feed on the characteristics of knitted fabrics. Textile Research Journal, 85 (17), 1864–1871. doi: https://doi.org/10.1177/0040517515576327
3. Barburski, M. (2014). Analysis of the mechanical properties of conveyor belts on the three main stages of production. Journal of Industrial Textiles, 45 (6), 1322–1334. doi: https://doi.org/10.1177/1528083714559567
4. Wang, W., Huang, G. (2009). Characterisation and utilization of natural coconut fibres composites. Materials & Design, 30 (7), 2741–2744. doi: https://doi.org/10.1016/j.matdes.2008.11.002
5. Koo, Y.-S., Kim, H.-D. (2002). Friction of Cotton Yarn in Relation to Fluff Formation on Circular Knitting Machines. Textile Research Journal, 72 (1), 17–20. doi: https://doi.org/10.1177/004051750207200103
6. Döonmez, S., Marmarali, A. (2004). A Model for Predicting a Yarn's Knittability. Textile Research Journal, 74 (12), 1049–1054. doi: https://doi.org/10.1177/004051750407401204
7. Shcherban', V., Makarenko, J., Melnyk, G., Shcherban', Y., Petko, A., Kirichenko, A. (2019). Effect of the yarn structure on the tension degree when interacting with high-curved guides. Fibres and Textiles, 26 (4), 59–68. Available at: http://vat.ft.tul.cz/2019/4/VaT_2019_4_8.pdf
8. Liu, X., Chen, N., Feng, X. (2008). Effect of Yarn Parameters on the Knittability of Glass Ply Yarn. Fibres & Textiles in Eastem Europe, 16, 90–93.
9. Shcherban', V. Yu. (1990). Determining the technological forces during beating-up in the production of multilayer industrial fabrics. Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Technology of Textile Industry, 3 (195), 44–47. Available at: https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/17888
10. Hammersley, M. J. (1973). 7-a simple yarn-friction tester for use with knitting yarns. The Journal of The Textile Institute, 64 (2), 108–111. doi: https://doi.org/10.1080/00405007308630420
11. Kovar, R. (2007). Impact of directions on frictional properties of a knitted fabric. Fibres and Textiles, 14 (2), 15–20. Available at: http://vat.ft.tul.cz/Archive/VaT_2007_2.pdf
12. Shcherban', V., Kolysko, O., Melnyk, G., Sholudko, M., Shcherban', Y., Shchutska, G. (2020). Determining tension of yarns when interacting with guides and operative parts of textile machinery having the torus form. Fibres and Textiles, 4, 87–95. Available at: http://vat.ft.tul.cz/2020/4/VaT_2020_4_12.pdf
13. Weber, M. O., Ehrmann, A. (2012). Necessary modification of the Euler-Eytelwein formula for knitting machines. Journal of the Textile Institute, 103 (6), 687–690. doi: https://doi.org/10.1080/00405000.2011.598665
14. Sodomka, L., Chrpová, E. (2008). Method of determination of euler friction coefficients of textiles. Fibres and Textiles, 2-3, 28–33. Available at: http://vat.ft.tul.cz/Archive/VaT_2008_2_3.pdf
15. Vanleeuw, B., Carvelli, V., Barburski, M., Lomov, S. V., van Vuure, A. W. (2015). Quasi-unidirectional flax composite reinforcement: Deformability and complex shape forming. Composites Science and Technology, 110, 76–86. doi: https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2015.01.024
16. Xue, P., Cao, J., Chen, J. (2005). Integrated micro/macro-mechanical model of woven fabric composites under large deformation. Composite Structures, 70 (1), 69–80. doi: https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2004.08.013

17. Dow, N. F., Tranfield, G. (1970). Preliminary Investigations of Feasibility of Weaving Triaxial Fabrics (Doweave). Textile Research Journal, 40 (11), 986–998. doi: https://doi.org/10.1177/004051757004001106
18. Yakubitskaya, I. A., Chugin, V. V., Shcherban', V. Yu. (1997). Differential equations for relative yarn movement in the end sections of the channel in the winding drum. Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Technology of Textile Industry, 6, 50–54.
19. Schwartz, P., Fornes, R., Mohamed, M. (1982). An Analysis of the Mechanical Behavior of Triaxial Fabrics and the Equivalency of Conventional Fabrics. Textile Research Journal, 52 (6), 388–394. doi: https://doi.org/10.1177/004051758205200606
20. Pac, M. J., Bueno, M.-A., Renner, M., El Kasmi, S. (2001). Warm-Cool Feeling Relative to Tribological Properties of Fabrics. Textile Research Journal, 71 (9), 806–812. doi: https://doi.org/10.1177/004051750107100910
21. Naylor, G. R., Wilson, C. A., Laing, R. M. (2016). Thermal and water vapor transport properties of selected lofty nonwoven products. Textile Research Journal, 87 (12), 1413–1424. doi: https://doi.org/10.1177/0040517516654104

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284502

DEVELOPMENT OF AN A1100 ALUMINUM CORRUGATED METAL GASKETS (p. 19–27)

Didik Nurhadiyanto
Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0643-0776

Mujiyono
Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9208-8913

Febrianto Amri Ristadi
Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7963-2697

Ardani Ahsanul Fakhri
Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0372-4050

Gewa Ardeva
Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-9342-4111

Muhammad Iqbal Kusnantoro
Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia
ORCID: https://orcid.org/0009-0004-2233-1852

Shigeyuki Haruyama
Yamaguchi University, Yamaguchi, Japan
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5108-7060

Isti Yunita
Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0199-509X

Alexander Panichkin
Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2403-8949

Corrugated metal gaskets (CMG) made from SUS304 have previously been developed, however a coating process with a softer material is necessary for its design to be optimal. The coating process is time consuming and expensive. This research aims to develop CMG from aluminum by simulation analysis and form a CMG design made of aluminum A1100. The method used is development research. The optimum CMG thickness is analyzed using ANSYS Finite Element Analysis (FEA). The control variables being investigated are contact area and contact stress. The independent variable being investigated is the material thickness of CMG. An aluminum gasket is then constructed using a cold-forming process based on the optimum design. The control variables in the leak test are axial force and water pressure. Experiments were also carried out to test the aluminum gasket for leakage. A leakage test is carried out using a water pressure test. Simulation analysis showed results that were in line with experimental leak tests. FEA simulation results show that the optimum gasket thickness is between 3 and 5 mm, with 5 mm being the most optimal. However, CMG with thicknesses of 4 and 5 have similar contact stress and contact area. Leakage test results also show similarities with simulation results. CMG with a thickness of 5 mm has the best performance. The experimental results show that CMG made from aluminum A1100 is suitable for use as a gasket to prevent leakage, it prevents leakage at fluid pressure up to 12 MPa and axial force 100 kN. The results show that aluminum CMG performs on par with SUS304 CMG coated with nickel or copper. This research succeeded in developing CMG made of aluminum.

Keywords: gasket development, finite element analysis, corrugated metal gasket, cold forming, aluminum materials, water pressure test.

References

1. Saeed, H. A., Izumi, S., Sakai, S., Haruyama, S., Nagawa, M., Noda, H. (2008). Development of New Metallic Gasket and its Optimum Design for Leakage Performance. Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering, 2 (1), 105–114. doi: https://doi.org/10.1299/jmmp.2.105
2. Karohika, I. M. G., Antara, I. N. G. (2019). The metal gasket sealing performance of bolted flanged with fem analysis. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 539 (1), 012018. doi: https://doi.org/10.1088/1757-899x/539/1/012018
3. Choiron, M. A., Haruyama, S., Kaminishi, K. (2011). Optimization of New Metal Gasket Design Based on Contact Width Involving Contact Stress Consideration. Applied Mechanics and Materials, 110-116, 4780–4787. doi: https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.110-116.4780
4. Haruyama, S., Nurhadiyanto, D., Choiron, M. A., Kaminishi, K. (2013). Influence of surface roughness on leakage of new metal gasket. International Journal of Pressure Vessels and Piping, 111-112, 146–154. doi: https://doi.org/10.1016/j.ijpvp.2013.06.004
5. Haruyama, S., Nurhadiyanto, D., Kaminishi, K. (2013). Contact Width Analysis of Corrugated Metal Gasket Based on Surface Roughness. Advanced Materials Research, 856, 92–97. doi: https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.856.92
6. Haruyama, S., Choiron, Moch. A., Nurhadiyanto, D. (2019). Optimum Design of Laminated Corrugated Metal Gasket Using Computer Simulation. International Journal of Integrated Engineering, 11 (5). doi: https://doi.org/10.30880/ijie.2019.11.05.004
7. Choiron, Moch. A., Purnowidodo, A. (2015). Sealing Performance of Thin Corrugated Metal Gasket. Applied Mechanics and Materials, 789-790, 246–250. doi: https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.789-790.246
8. Nurhadiyanto, D., Mujiyono, Sutopo, Amri Ristadi, F. (2018). Simulation Analysis of 25A-Size Corrugated Metal Gasket Coated Copper to Increase Its Performance. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 307, 012005. doi: https://doi.org/10.1088/1757-899x/307/1/012005
9. Nurhadiyanto, D., Haruyama, S., Mujiyono, Sutopo, Ristadi, F. A. (2020). The performance of nickel and copper as coating materials for corrugated metal gaskets. Journal of Engineering Science and Technology, 15 (4), 2450–2463. Available at: https://jestec.taylors.edu.my/Vol%2015%20issue%204%20August%202020/15_4_23.pdf

10. Nurhadiyanto, D., Haruyama, S., Mujiyono, M., Sutopo, S., Yunaidi, Y., Surahmanto, F. et al. (2021). Improved performance of corrugated metal gaskets in boiler's piping system through multilayered coating. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (1 (114)), 13–20. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.245360
11. Karohika, I. M. G., Antara, I. N. G., Budiana, I. M. D. (2019). Influence of dies type for gasket forming shape. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 539 (1), 012019. doi: https://doi.org/10.1088/1757-899x/539/1/012019
12. Gothivarekar, S., Coppieters, S., Van de Velde, A., Debruyne, D. (2020). Advanced FE model validation of cold-forming process using DIC: Air bending of high strength steel. International Journal of Material Forming, 13 (3), 409–421. doi: https://doi.org/10.1007/s12289-020-01536-1
13. He, L., Lu, X., Zhu, X., Chen, Q. (2021). Influence of Structural Parameters of Shape Memory Alloy Corrugated Gaskets on the Contact Pressure of Bolted Flange Joints. Advances in Materials Science and Engineering, 2021, 1–19. doi: https://doi.org/10.1155/2021/5552569
14. Jianjun, S., Chenbo, M., Jianhua, L., Qiuping, Y. (2018). A leakage channel model for sealing interface of mechanical face seals based on percolation theory. Tribology International, 118, 108–119. doi: https://doi.org/10.1016/j.triboint.2017.09.013
15. Liu, Y., Du, H., Ren, X., Li, B., Qian, J., Yan, F. (2022). A Leakage Rate Model for Metal-to-Metal Seals Based on the Fractal Theory of Porous Medium. Aerospace, 9 (12), 779. doi: https://doi.org/10.3390/aerospace9120779
16. Du, P., Lu, J., Tuo, J., Wang, X. (2019). Research on the Optimization Design of Metallic Gasket Based on DOE Methodology. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 569 (3), 032027. doi: https://doi.org/10.1088/1757-899x/569/3/032027
17. Zhan, Y., Lan, M., Zhu, X., Lu, X. (2022). Research on Prediction Models for the Compression-Resilience Performance of Corrugated Metal Gaskets With Residual Stress. Journal of Pressure Vessel Technology, 144 (5). doi: https://doi.org/10.1115/1.4053602
18. JIS Z 2241. Metallic Material-Tensile testing-Method of test at room temperature. Japanese Standards Association. Available at: https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?&item_s_key=00127867&item_key_date=770310&input_doc_number=JISZ2241&input_doc_title
19. Materials Data Book (2019). Cambridge University Engineering Department. Available at: http://teaching.eng.cam.ac.uk/sites/teaching.eng.cam.ac.uk/files/Documents/Databooks/MATERIALS%20DATABOOK%20(2011)%20version%20for%20Moodle.pdf
20. Karohika, I. M. G., Artha, I. G. A. G. K., Azkandri, M. H. A. G. (2023). An overview of the corrugated metal gasket. AIP Conference Proceedings. doi: https://doi.org/10.1063/5.0115569
21. Karohika, I. M. G., Antara, I. N. G. (2019). Gasket Process Parameter in Metal Forming. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 248, 012044. doi: https://doi.org/10.1088/1755-1315/248/1/012044
22. JIS B 2404:2006. Dimensions of gaskets for use with pipe flanges. Japanese Standards Association. Available at: https://infostore.saiglobal.com/en-us/standards/jis-b-2404-2006-622826_saig_jsa_jsa_2891706/
23. JIS B 2220:2004. Steel Pipe Flanges. Japanese Standards Association. Available at: https://infostore.saiglobal.com/en-us/standards/jis-b-2220-2004-633314_saig_jsa_jsa_1452418/
24. Tatarkanov, A., Aleksandrov, I., Mihaylov, M., Muranov, A. (2021). Development of algorithm for automated assessment of the tightness of contact sealing connections of isolation valves. Bulletin of Bryansk State Technical University, 10, 27–37. doi: https://doi.org/10.30987/1999-8775-2021-10-27-37
25. Bhosale, R. S., Kumbhar, P. P., Mahajan, K. S., Yachkal, A. K., Katarkar, A., (2017). Study on Leak Testing Methods. International Journal for Scientific Research & Development, 5 (1), 1618–1621. Available at: https://www.researchgate.net/publication/323219717_Study_on_Leak_Testing_Methods#fullTextFileContent
26. Feng, X., Gu, B., Zhang, P. (2018). Prediction of Leakage Rates Through Sealing Connections with Metallic Gaskets. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 199, 032090. doi: https://doi.org/10.1088/1755-1315/199/3/032090
27. Karohika, I. M. G., Haruyama, S., Choiron, Moch. A., Nurhadiyanto, D., Antara, I. N. G. et al. (2020). An Approach to Optimize the Corrugated Metal Gasket Design Using Taguchi Method. International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, 10 (6), 2435. doi: https://doi.org/10.18517/ijaseit.10.6.12992
28. Karohika, I. M. G., Haruyama, S. (2022). Analysis of three-layer gasket performance affected by flange surface. EUREKA: Physics and Engineering, 4, 57–66. doi: https://doi.org/10.21303/2461-4262.2022.002290
29. Karohika, I. M. G., Haruyama, S. (2022). The real contact width evaluation of a three-layer metal gasket. SINERGI, 26 (3), 311. doi: https://doi.org/10.22441/sinergi.2022.3.006

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284500

DETERMINING THE EFFECT OF ANTI-FRICTION ADDITIVE ON THE POWER OF MECHANICAL LOSSES IN A ROTARY PISTON ENGINE (p. 28–34)

Oleksandr Mytrofanov
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3460-5369

Arkadii Proskurin
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5225-6767

Andrii Poznanskyi
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4351-7504

Oleksii Zivenko
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1539-8360

Experimental studies of the effect of adding the antifriction additive Multi-Tech-Conditioner to lubricating oil on the power of mechanical losses of a rotary piston engine were carried out, the purpose of which was to reduce the cost of potential energy of a compressed working fluid to overcome friction forces. The experimental data obtained make it possible to estimate the value of irretrievable losses of the available power of a rotary piston engine at the stage of its design and operation.

Experimentally, a positive effect of the addition of the Multi-Tech-Conditioner antifriction additive to lubricating oil on the change in the power of mechanical losses of the engine was established, which was reflected in a decrease in total losses over the entire operational range of change in the rotor speed by 11.8 %. As a result of the research, it was determined that the losses for pumping strokes (gas exchange) in a rotary piston engine amount to 31.6 % of the total power of mechanical losses.

An assessment was made of change in the mechanical efficiency of a rotary piston engine with a hinged-cam mechanism for converting motion under the conditions of applying an antifriction additive to lubricating oil. It has been established that the addition of the Multi-Tech-Conditioner additive to the lubricating oil in a ratio

of 1:14 makes it possible to increase the mechanical efficiency of a rotary piston engine depending on the speed by 3.8–5.5 % for all operating pressures in the inlet receiver.

Based on the generalization and systematization of the obtained experimental data on the use of the Multi-Tech-Conditioner additive, the most rational operating ranges of a new design rotary piston engine were identified. The maximum mechanical efficiency of a rotary piston engine is achieved in the load range of 65...75 % of the rated power, and the speed range is 63...70 %.

Keywords: rotary piston engine, mechanical losses, anti-friction additive, pumping stroke.

References

1. Mytrofanov, O., Proskurin, A., Poznanskyi, A. (2021). Research of rotary piston engine use in transport power plants. Transport Problems, 16 (1), 165–178. doi: https://doi.org/10.21307/tp-2021-014
2. Parsadanov, I. V., Belik, S. Yu. (2008). Mnogofaktornyy analiz mekhanicheskikh poter' v bystrokhodnom dizele s gazoturbinnym nadduvom. Dvigateli vnutrennego sgoraniya, 1, 34–37. Available at: https://repository.kpi.kharkov.ua/items/a4794f4f-f1ca-41ce-a49a-38f49b524b0b
3. Zeng-hong, S., Yu-cai, Y., Dan, Q. (2019). Research progress of Lubricant additives. LUBRICARING OIL, 34(05), 16-22.
4. Herdan, J. M. (1997). Lubricating oil additives and the environment – an overview. Lubrication Science, 9 (2), 161–172. doi: https://doi.org/10.1002/ls.3010090205
5. Syahir, A. Z., Masjuki, H. H., Yusoff, M. N. A. M., Ibrahim, T. M. (2022). Frictional Power Evaluation of Additive-Mixture in Trimethylolpropane Trioleate Oil using Single Cylinder Diesel Engine. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1244 (1), 012011. doi: https://doi.org/10.1088/1757-899x/1244/1/012011
6. Fan, B., Li, Z., Sun, A., Guo, Y., Qi, X., Liu, C. (2022). Experimental Study on Tribological Properties of Polymer-based Composite Nano-additives Suitable for Armored Vehicle Engine Lubricating Oil. MATEC Web of Conferences, 358, 01009. doi: https://doi.org/10.1051/matecconf/202235801009
7. Öğüt, H., Oğuz, H., Aydın, F., Ciniviz, M., Deveci, H. (2019). The effects of the use of vegetable oil based as engine lubrication oil on engine performance and emissions in diesel engines. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 42 (19), 2381–2396. doi: https://doi.org/10.1080/15567036.2019.1668507
8. Alqahtani, B., Hoziefa, W., Abdel Moneam, H. M., Hamoud, M., Salunkhe, S., Elshalakany, A. B. et al. (2022). Tribological Performance and Rheological Properties of Engine Oil with Graphene Nano-Additives. Lubricants, 10 (7), 137. doi: https://doi.org/10.3390/lubricants10070137
9. Varbanets, R. A., Ivanovskiy, V. G., Yakimenko, N. G. (2009). Rezul'taty ispytaniy raboty dizelya 4CH17.5/24 s prisadkoy k maslu «Multi-Tech Conditioner». Suchasni problemy dvyhunobuduvannia: stan, idei, rishennia: III Vseukrainskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya. Pervomaysk, 108–113.
10. Varbanets, R. A., Ivanovskiy V. G., Aleksandrovskaya, N. I., Kucherenko, Yu. N. (2014). Ispytaniya raboty dizelya 4CH17.5/24 s prisadkoy k maslu «multi-tech conditioner». Problemy khimmotolohiyi. Teoriya ta praktyka ratsionalnoho vykorystannia tradytsiynykh i alternatyvnykh palyvno-mastylnykh materialiv. Materialy V Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsiyi. Kyiv, 190–194.
11. Mytrofanov, O., Proskurin, A., Poznanskyi, A., Zivenko, O. (2022). Determining the power of mechanical losses in a rotary-piston engine. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (8 (117)), 32–38. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.256115
12. Testergebnisse. Available at: https://www.mtc-oil.com/referenzen-tests/
13. Mytrofanov, O. S., Shabalin, Yu. V., Biriuk, T. F., Yefenina, L. O. (2019). Pat. No. 120489 UA. Porshneva mashyna. No. a201902189; declareted: 10.09.2019; published: 10.12.2019. Available at: https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=263906

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284806

DESIGN OF THE PARAMETRIC APPEARANCE OF THE POWER PLANT FOR MODIFICATIONS OF THE REGIONAL PASSENGER AIRCRAFT AN-158 (p. 35–52)

Vasyl Loginov
JSC «FED», Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4915-7407

Yevgen Ukrainets
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7674-0588

Andrii Humennyi
National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1020-6304

Olexandr Yelans'ky
State Enterprise «Ivchenko-Progress», Zaporizhzhia, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8265-8652

Dmytro Konyshev
Antonov Company, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4537-532X

Yevhen Spirkin
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2924-0545

Vitalii Bezdielnyi
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9706-4021

The object of research is the process of remotorization of a regional passenger aircraft to increase its fuel efficiency. Based on the conceptual requirements for the remotorization of the An-158 aircraft with turbojet bypass engines, a parametric appearance of three modifications of this aircraft with turboprop engines for 80, 100, and 120 passenger seats was formed. The study was carried out on the basis of the well-known modular software systems «Integration 2.1» and «Air propeller 2.2» for typical flight profiles of the An-158 aircraft. Improved procedures of weight design and determination of the takeoff characteristics of aircraft with different types of power plant engines have made it possible to identify the most advantageous flight speeds of aircraft modifications with a turboprop engine corresponding to different flight masses. The results of the study of flight performance for optimal and «non-optimal» modifications of the aircraft are reported. The parametric appearance of the propeller was formed, the shape of the propeller blade for the cruising flight mode was determined for modifying the aircraft with a maximum number of passengers – 120 people. It is shown that the propeller for this modification of the aircraft cannot have less than 8 blades since with a smaller number of blades, the maximum chord of the propeller blade increases. The inductive power costs increase significantly due to the small elongation of the blades and, as a result, the flight efficiency of the propeller decreases. It is shown that the total fuel consumption for the entire typical flight of all modifications of the

aircraft with turboprop engine at all studied flight speeds is less than the total fuel consumption of the An-158 base aircraft.

Keywords: remotorization, turboprop engine, single-row propeller, takeoff and landing characteristics, kilometer fuel consumption.

References

1. Atilgan, R., Turan, O. (2020). Economy and exergy of aircraft turboprop engine at dynamic loads. Energy, 213, 118827. doi: https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118827
2. Pereira, B. A., Lohmann, G., Houghton, L. (2022). Technology trajectory in aviation: Innovations leading to value creation (2000–2019). International Journal of Innovation Studies, 6 (3), 128–141. doi: https://doi.org/10.1016/j.ijis.2022.05.001
3. Afonso, F., Sohst, M., Diogo, C. M. A., Rodrigues, S. S., Ferreira, A., Ribeiro, I. et al. (2023). Strategies towards a more sustainable aviation: A systematic review. Progress in Aerospace Sciences, 137, 100878. doi: https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2022.100878
4. Gnadt, A. R., Speth, R. L., Sabnis, J. S., Barrett, S. R. H. (2019). Technical and environmental assessment of all-electric 180-passenger commercial aircraft. Progress in Aerospace Sciences, 105, 1–30. doi: https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2018.11.002
5. Della Vecchia, P., Nicolosi, F. (2014). Aerodynamic guidelines in the design and optimization of new regional turboprop aircraft. Aerospace Science and Technology, 38, 88–104. doi: https://doi.org/10.1016/j.ast.2014.07.018
6. Pelz, P. F., Leise, P., Meck, M. (2021). Sustainable aircraft design – A review on optimization methods for electric propulsion with derived optimal number of propulsors. Progress in Aerospace Sciences, 123, 100714. doi: https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2021.100714
7. Mondoloni, S., Rozen, N. (2020). Aircraft trajectory prediction and synchronization for air traffic management applications. Progress in Aerospace Sciences, 119, 100640. doi: https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2020.100640
8. Sparano, M., Sorrentino, M., Troiano, G., Cerino, G., Piscopo, G., Basaglia, M., Pianese, C. (2023). The future technological potential of hydrogen fuel cell systems for aviation and preliminary co-design of a hybrid regional aircraft powertrain through a mathematical tool. Energy Conversion and Management, 281, 116822. doi: https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.116822
9. Zhang, M., Chen, Z., Tan, Z., Gu, W., Li, D., Yuan, C., Zhang, B. (2019). Effects of stability margin and thrust specific fuel consumption constrains on multi-disciplinary optimization for blended-wing-body design. Chinese Journal of Aeronautics, 32 (8), 1847–1859. doi: https://doi.org/10.1016/j.cja.2019.05.018
10. Gomez, A., Smith, H. (2019). Liquid hydrogen fuel tanks for commercial aviation: Structural sizing and stress analysis. Aerospace Science and Technology, 95, 105438. doi: https://doi.org/10.1016/j.ast.2019.105438
11. Manikandan, M., Vaidya, E., Pant, R. S. (2022). Design and analysis of hybrid electric multi-lobed airship for cargo transportation. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 51, 101892. doi: https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101892
12. Massaro, M. C., Biga, R., Kolisnichenko, A., Marocco, P., Monteverde, A. H. A., Santarelli, M. (2023). Potential and technical challenges of on-board hydrogen storage technologies coupled with fuel cell systems for aircraft electrification. Journal of Power Sources, 555, 232397. doi: https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2022.232397
13. Maykapar, G. I. (1946). Printsipy proektirovaniya sablevidnykh lopastey. Tekhotchety TsAGI, 61.
14. Mel'nikov, A. P., Svechnikov, V. V. (1947). Teoriya i raschet lopastey vinta. Leningrad: Izdanie LKVVIA, 152.
15. Loginov, V. V., Ukrainetc, E. A., Kravchenko, I. F., Yelanskiy, A. V. (2014). Engineering-and-economical performance estimation methodic of a light domestic airliner – turboprop engine system. Systemy ozbroiennia i viyskova tekhnika, 1 (37), 150–160. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soivt_2014_1_34
16. Loginov, V. V., Kravchenko, I. F., Elanskiy, A. V., Smyk, S. I. (2012). Uluchshenie letno-tekhnicheskikh kharakteristik uchebno-trenirovochnogo samoleta na osnove vybora i zameny dvigatelya silovoy ustanovki. Systemy ozbroiennia i viyskova tekhnika, 1 (29), 60–67.
17. Loginov, V., Ukraintes, Y. (2016). Analysis of operational characteristics of aviation dieseland gas turbine engines for light passenger aircraft. Transactions of the Institute of Aviation, 4 (245), 103–115. doi: https://doi.org/10.5604/05096669.1226429
18. Skibin, V. A. (Ed.) (2004). Raboty veduschikh aviatsionnykh dvigatelestroitel'nykh kompaniy po sozdaniyu perspektivnykh aviatsionnykh dvigateley. Moscow: TsIAM, 254.
19. Yugov, O. K., Selivanov, O. D. (1989). Osnovy integratsii samoleta i dvigatelya. Moscow: Mashinostroenie, 304.
20. Zolot'ko, E. M., Mikheev, V. YA., Nabatov, L. N., Romashkin, I. K. (1989). Issledovaniya po povysheniyu effektivnosti sistemy obduva na krupnomasshtabnoy modeli samoleta s rabotayuschimi dvigatelyami. Trudy TsAGI, 2431.
21. Zolot'ko, E. M. (1984). Podemnaya sila kryla, obduvaemogo struey ot vintov, pri izmenenii koeffitsienta nagruzki na ometaemuyu vintom ploschad' ot 0 do. Trudy TsAGI, 2235, 3–10.
22. Loginov, V., Ukrainets, Y., Popov, V., Spirkin, Y. (2021). Determining the Aerodynamic Characteristics of a Propeller-Driven Anti-UAV Fighter While Designing Air Propellers. Transactions on Aerospace Research, 2021 (4), 53–67. doi: https://doi.org/10.2478/tar-2021-0023
23. Lefebvre, T., Canard, S., Le Tallec, C., Beaumier, P., David, F. (2010). ANIBAL: A new aero-acoustic optimized propeller for light aircraft applications. 27th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences. Available at: https://www.icas.org/ICAS_ARCHIVE/ICAS2010/PAPERS/734.PDF
24. Hubbard, H. H. (1991). Aeroacoustics of flight vehicles: Theory and Practice. Volume 1: Noise sources. NASA References, 1258. Available at: https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19920001380/downloads/19920001380.pdf
25. Bravo-Mosquera, P. D., Catalano, F. M., Zingg, D. W. (2022). Unconventional aircraft for civil aviation: A review of concepts and design methodologies. Progress in Aerospace Sciences, 131, 100813. doi: https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2022.100813
26. Tucci, H. N. P., de Oliveira Neto, G. C., Rodrigues, F. L., Giannetti, B. F., Almeida, C. M. V. B. de (2021). Six sigma with the blue economy fundamentals to assess the economic and environmental performance in the aircraft refueling process. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 150, 111424. doi: https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111424
27. Le Clainche, S., Ferrer, E., Gibson, S., Cross, E., Parente, A., Vinuesa, R. (2023). Improving aircraft performance using machine learning: A review. Aerospace Science and Technology, 138, 108354. doi: https://doi.org/10.1016/j.ast.2023.108354
28. Loginov, V., Ukrainets, Y., Kravchenko, I., Yelansky, A. (2019). Analysis and selection of the parametric profile of a powerplant engine for a light trainer aircraft. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (1), 59–68. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.154310
29. Anipko, O. B., Bashinskiy, V. G., Loginov, V. V., Semenov, V. B. (2013). Integratsiya silovoy ustanovki i planera transportnogo samoleta. Zaporozh'e: Motor Sich, 328.
30. Popov, V., Loginov, V., Ukrainets, Y., Shmyrov, V., Steshenko, P., Hlushchenko, P. (2020). Improving aircraft fuel efficiency by using the adaptive wing and winglets. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (1 (104)), 51–59. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200664

31. Shaidakov, V. I., Ignatkin, Yu. M., Shomov, A. I., Makeev, P. V. (2020). Aerodynamic Design of Pusher Propeller for a Promising Rotorcraft. Russian Aeronautics, 63 (2), 283–289. doi: https://doi.org/10.3103/s1068799820020130

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.285698

PERFORMANCE OPTIMIZATION OF RADIATOR ENGINE PARAMETERS DURING HARD CONDITIONS BY CONTROL CHARTS MONITORING AND EVALUATING (p. 53–59)

Ali Fadhil Abduljabbar
Middle Technical University, Kut Technical Institute, Baghdad, Iraq
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7341-2258

Bashra Kadhim Oleiwi
University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5972-0625

Ahmad H. Sabry
Al-Nahrain University, Baghdad, Iraq
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2736-5582

Recently, engine design and control systems have been developed using data-driven modeling techniques to specify the in-cylinder complicated combustion process. The cooling fan performance is highly influenced by several factors that are determined based on what is called (DOE) «design of experiments». These factors include blade tip clearance, pitch angle, distance from radiator. This work presents a method to improve a cooling fan performance of an engine by designing a Six Sigma technique using Control, Improve, Analyze, Measure, and Define (CIAMD). First, let's assess the existing cooling fan performance and define its problem. Then, let's specify the parameters that affect on fan performance to be optimized. Next, let's conduct sensitivity analysis and evaluate manufacturing control of the developed cool Fan. The primary fan does not distribute air enough by the radiator to maintain the machine cool throughout hard circumstances. First, the work demonstrates how to develop an experiment to examine the influence of three performance elements: blade pitch angle, blade-tip clearance, and fan distance from the radiator. In order to improve the performance of the cooling fan, Box-Behnken design is adopted for testing quadratic (nonlinear) effects. It then indicates how to predict optimal quantities for every element, to produce a technique that makes airflows above the objective of 1486.6 m^3/h when utilizing experimental measurements. Finally, it reveals how to operate simulations to confirm that this method creates airflow based on the specifications with more additional fans manufactured performance of 99.999 %. The results of S and X-bar control charts indicate that the manufacturing process is statistically under control.

Keywords: optimization, Six Sigma technique, control chart, Box-Behnken, cooling fan.

References

1. Kaleli, A., Akolaş, H. İ. (2021). The design and development of a diesel engine electromechanical EGR cooling system based on machine learning-genetic algorithm prediction models to reduce emission and fuel consumption. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, 236 (3), 1888–1902. doi: https://doi.org/10.1177/09544062211020045
2. Wu, J., Liu, X., Shan, Y., He, T. (2018). Robustness optimization of engine mounting system based on Six Sigma and torque roll axis decoupling method. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering, 233 (4), 1047–1060. doi: https://doi.org/10.1177/0954407018755247
3. Nejlaoui, M., Alghafis, A., Sadig, H. (2022). Six sigma robust multi-objective design optimization of flat plate collector system under uncertain design parameters. Energy, 239, 121883. doi: https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121883
4. Xiao, S., Li, Y., Rotaru, M., Sykulski, J. K. (2015). Six Sigma Quality Approach to Robust Optimization. IEEE Transactions on Magnetics, 51 (3), 1–4. doi: https://doi.org/10.1109/tmag.2014.2360435
5. Ibrahim, A. M., Hendawy, H. A. M., Hassan, W. S., Shalaby, A., El-sayed, H. M. (2019). Six Sigma quality approach for HPLC-UV method optimization. Microchemical Journal, 144, 303–308. doi: https://doi.org/10.1016/j.microc.2018.09.023
6. Madhani, P. M. (2020). Performance optimisation of retail Industry: Lean six sigma approach. ASBM Journal of Management, 13 (1), 74–91. Available at: https://ssrn.com/abstract=4002475
7. Adeodu, A., Kanakana-Katumba, M. G., Rendani, M. (2021). Implementation of Lean Six Sigma for production process optimization in a paper production company. Journal of Industrial Engineering and Management, 14 (3), 661. doi: https://doi.org/10.3926/jiem.3479
8. Abualsauod, E. H., Othman, A. M. (2019). Improving Online Quality Control in the Six Sigma Methodology Using a Multiobjective Optimization Approach. Industrial Engineering & Management Systems, 18 (2), 195–209. doi: https://doi.org/10.7232/iems.2019.18.2.195
9. Shimoyama, K., Oyama, A., Fujii, K. (2008). Development of Multi-Objective Six Sigma Approach for Robust Design Optimization. Journal of Aerospace Computing, Information, and Communication, 5 (8), 215–233. doi: https://doi.org/10.2514/1.30310
10. Abebe, M., Yoon, J., Kang, B.-S. (2020). Multi-Objective Six-Sigma Approach for Robust Optimization of Multi-Point Dieless Forming Process. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, 21 (10), 1791–1806. doi: https://doi.org/10.1007/s12541-020-00373-1
11. Pariasa, I. I., Anam, M. A. S., Hardana, A. E. (2021). Sorbitol production optimization in B2B industry with six sigma approach. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 733 (1), 012056. doi: https://doi.org/10.1088/1755-1315/733/1/012056
12. Pereira, A. M. H., Silva, M. R., Domingues, M. A. G., Sá, J. C. (2019). Lean Six Sigma Approach to Improve the Production Process in the Mould Industry: a Case Study. Quality Innovation Prosperity, 23 (3), 103. doi: https://doi.org/10.12776/qip.v23i3.1334
13. Tripathi, V., Chattopadhyaya, S., Mukhopadhyay, A. K., Sharma, S., Li, C., Singh, S., Saleem, W. et al. (2022). Recent Progression Developments on Process Optimization Approach for Inherent Issues in Production Shop Floor Management for Industry 4.0. Processes, 10 (8), 1587. doi: https://doi.org/10.3390/pr10081587
14. Konikineni, P., Sundaram, V., Sathish, K., Thirukkotti, S. (2016). Optimization Solutions for Fan Shroud. SAE Technical Paper Series. doi: https://doi.org/10.4271/2016-01-1393
15. A, R., Pang, L., Jiang, X., Qi, B., Shi, Y. (2021). Analysis and comparison of potential power and thermal management systems for high-speed aircraft with an optimization method. Energy and Built Environment, 2 (1), 13–20. doi: https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2020.06.006
16. Jun, S., Rhee, D.-H., Kang, Y. S., Chung, H., Kim, J.-H. (2022). Application of the Source Term Method and Fan-Shaped Hole for Cooling Performance Improvement in a High-Pressure Turbine. Energies, 15 (19), 6943. doi: https://doi.org/10.3390/en15196943
17. Wang, T., Jagarwal, A., Wagner, J. R., Fadel, G. (2015). Optimization of an automotive radiator fan array operation to reduce power consumption. IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, 20 (5), 2359–2369. doi: https://doi.org/10.1109/tmech.2014.2377655
18. Akolaş, H. İ., Kaleli, A., Bakirci, K. (2020). Design and implementation of an autonomous EGR cooling system using deep neural network prediction to reduce NO_x emission and fuel consumption of diesel engine. Neural Computing and Applications, 33 (5), 1655–1670. doi: https://doi.org/10.1007/s00521-020-05104-1
19. Wan, L., Duan, L., Guo, Q., Duan, Y., Yu, N., Shangguan, W. (2019). Optimization of Engine Cooling Fan Tip Parameters. Huanan Li-

gong Daxue Xuebao/Journal of South China University of Technology (Natural Science).
20. Liu, C., Zhang, R., Duan, M., Liu, K., Wang, W. (2019). A Study on the Matching of Air Inlet Grille Angle and Cooling Fan Speed in a Car. Automotive Engineering, 4, 388–394. doi: https://doi.org/10.19562/j.chinasae.qcgc.2019.04.005
21. Ferreira, S. L. C., Bruns, R. E., Ferreira, H. S., Matos, G. D., David, J. M., Brandão, G. C. et al. (2007). Box-Behnken design: An alternative for the optimization of analytical methods. Analytica Chimica Acta, 597 (2), 179–186. doi: https://doi.org/10.1016/j.aca.2007.07.011

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284597

IMPROVING THE WORK PROCESS EFFICIENCY OF A TILLAGE MODULE FOR PRE-SOWING TILLAGE (p. 60–71)

Elchyn Aliiev
Institute of Oilseed Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Zaporizhia region, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4006-8803

Hennadii Tesliuk
Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4541-5720

Andrii Puhach
Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5586-424X

Oleksandr Kobets
Dnipro, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6886-6503

Olena Zolotovska
Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5617-9271

Vladyslav Boiko
Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1014-7201

The formation of a differentiated structure of the arable horizon during the pre-sowing processing of the grant is a relevant task that can be solved by designing appropriate soil-processing technical means.

A scientific hypothesis has been put forward, according to which increasing the efficiency of the process of forming a differentiated structure of the arable horizon can be achieved by improving the design and substantiating the structural and technological parameters of the tillage module for pre-sowing tillage. Numerical simulation was carried out in the Simcenter STAR-CCM+ software package using the Lagrangian multiphase model employing the discrete element method. Calculation of second-order regression equations and statistical processing of the obtained data was carried out in the Wolfram Cloud software package.

As a result of the simulation of the improved design of the tillage module, which includes one drum, plowshare, casing, and cleaner, it was found that it performs the operation of separation and redistribution of soil aggregates with almost the same efficiency as the basic design with 2 drums and plowshare.

As a result of the simulation of the work process of the improved tillage module, regression equations of the content of the 10–30 mm fraction in the 0–4 cm soil layer and the content of the 0–10 mm fraction in the 4–8 cm soil layer from the research factors were obtained. The chosen factors of influence were a casing outlet clearance, casing inlet clearance angle, cleaner inclination angle, drum rotation frequency, unit movement speed, and processing depth. Solving the problem of multi-criteria optimization, the rational structural and technological parameters of the tillage module for pre-sowing tillage were calculated.

Keywords: soil environment, arable horizon, differentiated structure, pre-sowing treatment, simulation, modeling.

Reference

1. Atkinson, B. S. (2008). Identification of optimum seedbed preparation for establishment using soil structural visualization. University of Nottingham. Available at: https://projectblue.blob.core.windows.net/media/Default/Research%20Papers/Cereals%20and%20Oilseed/3031_final_report_sr06.pdf
2. Yankov, P., Drumeva, M. (2017). Effect of pre-sowing soil tillage for wheat on the crop structure and the yield components in Dobrudzha region. Agricultural Science and Technology, 9 (2), 124–128. doi: https://doi.org/10.15547/ast.2017.02.022
3. Lemic, D., Pajač Živković, I., Posarić, M., Bažok, R. (2021). Influence of Pre-Sowing Operations on Soil-Dwelling Fauna in Soybean Cultivation. Agriculture, 11 (6), 474. doi: https://doi.org/10.3390/agriculture11060474
4. Sarkar, P., Upadhyay, G., Raheman, H. (2021). Active-passive and passive-passive configurations of combined tillage implements for improved tillage and tractive performance: A review. Spanish Journal of Agricultural Research, 19 (4), e02R01. doi: https://doi.org/10.5424/sjar/2021194-18387
5. Okolelova, A. A., Glinushkin, A. P., Sviridova, L. L., Podkovyrov, I. Y., Nefedieva, E. E., Egorova, G. S. et al. (2022). Biogeosystem Technique (BGT*) Methodology Will Provide Semiarid Landscape Sustainability (A Case of the South Russia Volgograd Region Soil Resources). Agronomy, 12 (11), 2765. doi: https://doi.org/10.3390/agronomy12112765
6. Hartemink, A. E., Zhang, Y., Bockheim, J. G., Curi, N., Silva, S. H. G., Grauer-Gray, J. et al. (2020). Soil horizon variation: A review. Advances in Agronomy, 125–185. doi: https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.10.003
7. Bronick, C. J., Lal, R. (2005). Soil structure and management: a review. Geoderma, 124 (1-2), 3–22. doi: https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.03.005
8. Shevchenko, I. A. (2016). Keruvannia ahrofizychnym stanom gruntovoho seredovyshcha. Kyiv: Vydavnychyi dim «Vinichenko», 320.
9. Pastukhov, V. I., Bielovol, S. A. (2014). Investigation of displacement of crushed soil in a vertical plane under the action of rotary tillage machines. Engineering of nature management, 2 (2), 80–83. Available at: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/3582/1/16.pdf
10. Sereda, L., Trukhanska, E., Shvets, L. (2019). Development and research of soil machine for strip-till technology with active milling working bodies. Vibrations in Engineering and Technology, 4 (95), 65–71. doi: https://doi.org/10.37128/2306-8744-2019-4-8
11. Levchenko, P. (2014). Mashyny z aktyvnymy robochymy orhanamy v silhospvyrobnytstvi Ukrainy. Tekhniko-tekhnolohichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannia novoi tekhniky i tekhnolohii dlia silskoho hospodarstva Ukrainy, 18 (1), 309–316. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2014_18%281%29__34
12. Toscano, P., Brambilla, M., Cutini, M., Bisaglia, C. (2022). The Stony Soils Reclamation Systems in Agricultural Lands: A Review. Agricultural Sciences, 13 (04), 500–519. doi: https://doi.org/10.4236/as.2022.134034
13. Kalinitchenko, V. P., Glinushkin, A. P., Sharshak, V. K., Ladan, E. P., Minkina, T. M., Sushkova, S. N. et al. (2021). Intra-Soil Milling for Stable Evolution and High Productivity of Kastanozem Soil. Processes, 9 (8), 1302. doi: https://doi.org/10.3390/pr9081302
14. Shinde, G. U., Kajale, S. R. (2012). Design Optimization in Rotary Tillage Tool System Components by Computer Aided Engineering Analysis. International Journal of Environmental Science and Development, 3 (3), 279–282. doi: https://doi.org/10.7763/ijesd.2012.v3.231
15. Niu, Y., Zhang, J., Qi, J., Meng, H., Peng, H., Li, J. (2023). Design and Test of Soil-Fertilizer Collision Mixing and Mulching Device

for Manure Deep Application Machine. Agriculture, 13 (3), 709. doi: https://doi.org/10.3390/agriculture13030709
16. Shevchenko, I. A., Kryzhachivskyi, R. M., Trachov, V. V. (2001). Pat. No. 41108 UA. Soil separator. No. 2001020958; declareted: 13.02.2001; published: 15.08.2001, Bul. No. 7. Available at: https://uapatents.com/4-41108-gruntovijj-separator.html
17. Shevchenko, I. A., Koviazyn, O. S., Kryzhachivskyi, R. M. (2003). Pat. No. 64446 UA. Ploughshare and drum soil separator. No. 2003065074; declareted: 03.06.2003. published: 17.07.2006, Bul. No. 7. Available at: https://uapatents.com/2-64446-lemishno-barabannijj-separator-gruntu.html
18. Shevchenko, I., Kryzhachkivskyi, R., Koviazin, O. (2006). Polovi doslidzhennia sektsiyi hruntovoho separatora dlia peredposivnoho obrobitku gruntu. Tekhnika APK, 12, 6–7.
19. Koviazyn, O. S. (2005). Metodyka provedennia eksperymentalnykh doslidzhen lemishno-barabannoho separatora gruntu. Pratsi TDATA, 28, 152–157.
20. Hutsol, O. P., Kovbasa, V. P. (2016). Obgruntuvannia parametriv i rezhymiv rukhu gruntoobrobnykh mashyn z dyskovymy robochymy orhanamy. Kyiv; Nizhyn: Lysenko M. M. [vyd.], 145.
21. Kovbasa, V. P. (2016). Mekhanika vzaiemodii robochykh orhaniv iz gruntom. Kyiv; Nizhyn: Lysenko M. M. [vyd.], 297.
22. Aliev, E. B., Yaropud, V. M., Dudin, V. Yr., Pryshliak, V. M., Pryshliak, N. V., Ivlev, V. V. (2018). Research on sunflower seeds separation by airflow. INMATEH – Agricultural Engineering, 56 (3), 119–128.
23. Aliiev, E., Pavlenko, S., Golub, G., Bielka, O. (2022). Research of mechanized process of organic waste composting. Agraarteadus, Journal of Agricultural Science, 33 (1), 21–32. doi: https://doi.org/10.15159/jas.22.04
24. Ucgul, M. (2023). Simulating Soil-Disc Plough Interaction Using Discrete Element Method-Multi-Body Dynamic Coupling. Agriculture, 13 (2), 305. doi: https://doi.org/10.3390/agriculture13020305
25. Okayasu, T., Morishita, K., Terao, H., Mitsuoka, M., Inoue, E., Fukami, K. (2012). Modeling and prediction of soil cutting behavior by a plow. International Conference of Agricultural Engineering CIGR-Ageng 2012 «Agriculture & Engineering for a Healthier Life». Valencia.
26. Xu, T., Zhang, R., Wang, Y., Jiang, X., Feng, W., Wang, J. (2022). Simulation and Analysis of the Working Process of Soil Covering and Compacting of Precision Seeding Units Based on the Coupling Model of DEM with MBD. Processes, 10 (6), 1103. doi: https://doi.org/10.3390/pr10061103
27. Tagar, A. A., Changying, J., Adamowski, J., Malard, J., Qi, C. S., Qishuo, D., Abbasi, N. A. (2015). Finite element simulation of soil failure patterns under soil bin and field testing conditions. Soil and Tillage Research, 145, 157–170. doi: https://doi.org/10.1016/j.still.2014.09.006

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.285259

JUSTIFICATION OF THE INNOVATIVE DESIGN OF THE SKIP WINCH WITH A BODY MOVED BY A COUNTERWEIGHT GRAVITY DRIVE (p. 72–84)

Talgat Kaiym
Military Engineering Institute of Radio Electronics and Communications of the Ministry of Defense of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3806-5606

Yevgeniy Chsherbinin
Prime Source LLP, Almaty, Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-6609-9947

Suleimen Kaimov
Institute of Mechanics and Engineering named after U. A. Joldasbekov, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4255-6926

Aidarkhan Kaimov
Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9737-9605

Abylay Kaimov
Institute of Mechanics and Engineering named after U. A. Joldasbekov, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4363-142X

Kalimagul Bakhyieva
Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5865-2170

The article has to grapple with the problem of creating an economically efficient and environmentally friendly technological process for a development of solid minerals in open-pit mining. In many mining countries of the world today, the depth of many open pits is already 400–600 m or more. At the same time, the cost of transporting 1 ton of rock mass when operating a quarry whose depth is 400 m is 65–70 % of the total cost of extracting 1 ton of minerals.

The object of research is technical devices for transport of rock masses in the technological process of development of solid useful deposits in open pit mining.

The main reasons are the need to construct transport routes for them by withdrawing the sections of the rock mass on above them, as well their lifting capacity is limited because of they all do use highly energy-intensive machines for transporting rock minerals. In article has been justified a skip cable winch supplied with a wheels moving along on a railroad way by using only a gravitational counterweight device for transporting rock mass from a place of their formation to Earth surface. There have been created a prototype of a planar skip winch with four cables for practical implement in open-pit mining. The theoretical and experimental investigations of the prototype have being confirmed its performance. The created skip winch will accomplish its performancing without using any energy machines even under adverse climate conditions. Its affected would allow to make an open-pit effectiveness to soar and environmentally do friendly because of there are all but excluded any transport vehicles whether on gasoline or diesel oil.

Keywords: open-pit, a skip winch, hydraulic counterweight, railroad wheel, prototype cable-driven robot.

References

1. Anistratov, Yu. N., Anistratov, K. Yu. et al. (2019). Otkrytye gornye raboty – XXI vek. Spravochnik. Vol. 1. Moscow: Sistema maksimum, 640.
2. Skrzypkowski, K., Zagórski, K., Zagórska, A., Sengani, F. (2022). Access to Deposits as a Stage of Mining Works. Energies, 15 (22), 8740. doi: https://doi.org/10.3390/en15228740
3. Novak, A., Fesenko, E., Pavlov, Y. (2021). Improvement of technological processes for mining solid mineral resources. Technology Audit and Production Reserves, 5 (1 (61)), 41–45. doi: https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.240260
4. Nehrii, S., Sakhno, S., Sakhno, I Nehrii, T. (2018). Analyzing kinetics of deformation of boundary rocks of mine workings. Mining of Mineral Deposits, 12 (4), 115–120. doi: https://doi.org/10.15407/mining12.04.115
5. Skrzypkowski, K. (2021). Determination of the Backfilling Time for the Zinc and Lead Ore Deposits with Application of the BackfillCAD Model. Energies, 14 (11), 3186. doi: https://doi.org/10.3390/en14113186
6. Iordanov, I., Novikova, Y., Simonova, Y., Korol, A., Podkopayev, Y., Kayun, O. et al. (2020). Determining stability conditions for haulage drifts protected by coal pillars. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (1 (108)), 72–81. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.216530

7. Ivanov, V. A., Draya, M. I. (2011). Predposylki primeneniya transporta nepreryvnogo deystviya v kombinirovannykh skhemakh tekhnologicheskogo transporta pri vskrytii i otrabotke glubokikh gorizontov kar'erov. Gorniy zhurnal, 4, 59–62.
8. Popov, G. I., Khavro, A. N., Belobrov, V. I., Dzenzerskiy, V. A., Kuz'menchuk, E. A. (2005). Mnogokanatnye skipovye naklonnye kar'ernye podemnye ustanovki gruzopodemnost'yu 30...180 t. Problemy kar'ernogo transporta. Materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ekaterinburg: UrO RAN, 154–158.
9. Frants, M. (2013). Vol'pere (ispolnitel'nyy vitse-prezident firmy «Thyssen Krupp»). Innovatsionniy tekhnologicheskiy podkhod k skipovomu transportu pozvolit optimizirovat' zatraty i povysit' energoeffektivnost' pri razrabotke skal'nykh porod». «Al'fa-Montan» Moskva. Glyukaur Mayning Report, 4, 38–43.
10. Kaimov, A., Kaimov, A., Kaimov, S., Kaiym, T., Primbetova, A., Mamyrbaev, O. et al. (2022). Development of intelligent and expert system for automation of processes of mining and transport works on the basis of satellite navigation. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (2 (116)), 13–26. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255720
11. Maleki, M., Jélvez, E., Emery, X., Morales, N. (2020). Stochastic Open-Pit Mine Production Scheduling: A Case Study of an Iron Deposit. Minerals, 10 (7), 585. doi: https://doi.org/10.3390/min10070585
12. Hou, J., Li, G., Hu, N. (2020). Optimization of underground mine access layout and production scheduling. Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management, 36 (2), 87–108. doi: https://doi.org/10.24425/gsm.2020.132560
13. Musingwini, C. (2016). Presidential Address: Optimization in underground mine planning- developments and opportunities. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 116 (9), 809–820. doi: https://doi.org/10.17159/2411-9717/2016/v116n9a1
14. Afum, B. O., Ben-Awuah, E. (2021). A Review of Models and Algorithms for Surface-Underground Mining Options and Transitions Optimization: Some Lessons Learnt and the Way Forward. Mining, 1 (1), 112–134. doi: https://doi.org/10.3390/mining1010008
15. Sirinanda, K., Brazil, M., Grossman, P., Rubinstein, H., Thomas, D. (2014). Optimally locating a junction point for an underground mine to maximise the net present value. ANZIAM Journal, 54, 315. doi: https://doi.org/10.21914/anziamj.v55i0.7791
16. Bołoz, Ł., Biały, W. (2020). Automation and Robotization of Underground Mining in Poland. Applied Sciences, 10 (20), 7221. doi: https://doi.org/10.3390/app10207221
17. Dzhomartov, A. A., Kayym, T. T. et al. (2021). Razrabotka metodov modelirovaniya i upravleniya trosovykh parallel'nykh robotov (promezhutochniy otchet). Almaty, 76.
18. Kaimov, S. T. et al. (2023). Pat. No. 8031 RK. Transport unit for deep quarries. declareted: 24.03.2023; published: 05.05.2023. Available at: https://drive.google.com/file/d/1flDmJgXaQEZ9t_1NaNG2ln8X-P78hRNdl/view?usp=sharing
19. Jomartov, A., Kamal, A., Abduraimov, A. (2021). Development of a planar cable parallel robot for practical application in the educational process. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (7 (112)), 67–75. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.237772

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284386

DETERMINING THE DEFORMATION PROPERTIES OF CRUSHED ROCK UNDER COMPRESSIVE COMPRESSION CONDITIONS (p. 85–95)

Daria Chepiga
Donetsk National Technical University, Lutsk, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3331-9128

Serhii Pakhomov
State Enterprise «Myrnogradvugilya», Myrnograd, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1386-4265

Vitalii Hnatyuk
PJSC «Pokrovske Mine Management», Pokrovsk, Donetsk region, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-2556-0063

Maksym Hryhorets
Donetsk National Technical University, Lutsk, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1646-5294

Yaroslav Liashok
Donetsk National Technical University, Lutsk, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7643-8485

Serhii Podkopaiev
Donetsk National Technical University, Lutsk, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3258-9601

The object of this study is the process that forms fill materials from crushed rock under load for managing the condition of side rocks in a coal-bearing massif with preparatory workings. Deformation properties of crushed rock under laboratory conditions were evaluated on the basis of a study of compressive compression of the fill material. It was registered that there is a quadratic functional dependence between the change in the bulk density of crushed rock of different granulometric composition and the specific potential energy of deformation. It was experimentally established that the specific potential energy of deformation reaches the limit values at the maximum compression of crushed rock when the fill material consists of parts of different sizes.

For experimental samples with different thickness of the rock layer h_0 (m), there was a linear relationship between their longitudinal deformation Δh (m) and the external load F (kN), which determined the behavior of the deforming body at critical levels. Under such conditions, with a relative change in the volume of the fill material δV=0.36, that is, with the same relative deformation at any values of the parameter h_0 (m) and the compaction coefficient of the crushed rock k_{con}=1.57, the maximum stiffness of the rock supports was ensured.

With a limited amount of external static load on the experimental samples, in the process of their deformation when the parameter h_0 was reduced by 2 times before their compression, the compaction coefficient of the crushe1d rock increased from k_{con}=1.33 to k_{con}=1.57. At the same time, the specific potential energy of deformation increased by 40 %, which made it possible to ensure the maximum rigidity of the fill material at the minimum value of the longitudinal deformation Δh (m) of the experimental samples.

Keywords: crushed rock, fill material, compressive compression, potential energy, bearing capacity.

References

1. 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. doi: https://doi.org/10.33271/mining15.04.056
2. Galvin, J. M. (2016). Ground Engineering – Principles and Practices for Underground Coal Mining. Springer, 684. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-25005-2
3. Podkopaiev, S., Gogo, V., Yefremov, I., Kipko, O., Iordanov, I., Simonova, Y. (2019). Phenomena of stability of the coal seam roof with a yielding support. Mining of Mineral Deposits, 13 (4), 28–41. doi: https://doi.org/10.33271/mining13.04.028
4. Petlovanyi, M., Malashkevych, D., Sai, K Zubko, S. (2020). Research into balance of rocks and underground cavities formation in the coal mine flowsheet when mining thin seams. Mining of Mineral Deposits, 14 (4), 66–81. doi: https://doi.org/10.33271/mining14.04.066
5. Maydukov, G. L. (2007). Kompleksnoe ispol'zovanie ugol'nykh mestorozhdeniy Donbassa kak osnova ekologicheskoy bezopasnosti i energosberezheniy v regione. Ekonomichnyi visnyk Donbasu, 4, 12–19.

6. Krupnik, L. A., Shaposhnik, Yu. N., Shaposhnik, S. N., Tursunbaeva, A. K. (2013). Backfilling technology in Kazakhstan mines. Journal of Mining Science, 49 (1), 82–89. doi: https://doi.org/10.1134/s1062739149010103
7. Bachurin, L. L., Iordanov, I. V., Simonova, Yu. I., Korol, A. V., Podkopaiev, Ye. S., Kaiun, O. P. (2020). Experimental studies of the deformation characteristics of filling massifs. Technical Engineering, 2 (86), 136–149. https://doi.org/10.26642/ten-2020-2(86)-136-149
8. Bachurin, L., Iordanov, I., Kohtieva, O., Dovgal, V., Boichenko, H., Bachurina, Y. et al. (2021). Estimation of stability of roadways surrounding rocks in a coal-rock stratum considering a deformation characteristics of secondary support structures. JOURNAL of Donetsk Mining Institute, 1, 64–74. doi: https://doi.org/10.31474/1999-981x-2021-1-64-74
9. Czichos, H. (2013). Physics of Failure. Handbook of Technical Diagnostics, 23–40. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-642-25850-3_3
10. Nasonov, I. D. (1978). Modelirovanie gornykh protsessov. Moscow: Nedra, 256.
11. Laboratorniy praktikum po kursu «Mekhanika gornykh porod» (2012). Donetsk. Available at: http://ea.donntu.edu.ua/bitstream/123456789/15314/1/Подкопаев%20С.В.%2С%20Гавриш%20%20Н.Н.%2С%20Деглин%20Б.М.%2С%20Каменец%20В.И.%2С%20Зинченко%20С.А.%20Лабораторный%20практикум%20по%20курсу%20%28Механика%20горных%20пород%29.pdf
12. Iordanov, I., Novikova, Y., Simonova, Y., Yefremov, O., Podkopayev, Y., Korol, A. (2020). Experimental characteristics for deformation properties of backfill mass. Mining of Mineral Deposits, 14 (3), 119–127. doi: https://doi.org/10.33271/mining14.03.119
13. Stupishin, L. U. (2014). Variational Criteria for Critical Levels of Internal Energy of a Deformable Solids. Applied Mechanics and Materials, 578-579, 1584–1587. doi: https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.578-579.1584
14. Stupishin, L. Yu. (2011). Variatsionnyy kriteriy kriticheskikh urovney vnutrenney energii deformiruemogo tela. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo, 8, 21–23.
15. Meshkov, Yu. Ya. (2001). The Concept of a Critical Density of Energy in Models of Fracture of Solids. Uspehi Fiziki Metallov, 2 (1), 7–50. doi: https://doi.org/10.15407/ufm.02.01.007
16. 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. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.272454
17. Dekking, F. M., Kraaikamp, C., Lopuhaä, H. P., Meester, L. E. (2005). A Modern Introduction to Probability and Statistics. Springer Texts in Statistics. doi: https://doi.org/10.1007/1-84628-168-7
18. Iordanov, I., Simonova, Y., Kayun, O., Podkopayev, Y., Polozhii, A., Boichenko, H. (2020). Substantiation of the stability of haulage drifts with protective structures of different rigidity. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (7 (105)), 87–96. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.202483

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.285179

PREPARATION OF WELLS USING AN ELECTROHYDRAULIC DRILL AND MODELING OF HEAT TRANSFER PROCESSES IN HEAT TRANSFER ELEMENTS OF A HEAT PUMP (p. 96–103)

Bektursin Akhmadiyev
Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4813-6367

Gaukhar Zhetimekova
Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8101-4065

Moldir Duisenbayeva
Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3733-7662

Adilzada Sharzadin
Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8097-8900

Bekbolat Nussupbekov
Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2907-3900

The article discusses the use of innovative electrohydraulic technology in the preparation of vertical ground heat exchangers to create heat supply using heat pumps. The discharge energy in the operating range varied E=900÷2600 J. The most economical mode of operation of the electrohydraulic installation is carried out with the following parameters: discharge voltage 30÷51 kV, capacitor bank capacity 2 μF and interelectrode distance 8÷15 mm. It is determined that the optimal energy of destruction of natural materials depends on their thickness. Based on the research, the limits of the electrophysical parameters of the approach were established, at which the concentrated destruction of hard rocks – the main stones – begins. The effective amount of energy for the destruction of stones with a thickness of 53 mm is 900 J. For stones with a thickness of 78 mm, there should be 2600 J. If to increase the energy of the discharges to 1837 J, the process of complete destruction of the stones is underway. Using an electro hydraulic drill, we have prepared vertical wells up to 25 m deep.

In the future, we have installed special temperature sensors along the length of the pipes, inside the well. Using a software product (Temp Keeper), data from temperature sensors are received in real time. This program allows to visually monitor temperature changes occurring at a local point. Temperature and time dependences are also obtained at coolant velocities of 0.2÷0.4 m/s. A significant decrease in the temperature in the well and at the outlet was observed at a coolant velocity of 0.35 m/s for one hour. The study conducted on the basis of the data obtained enables to achieve higher optimal drilling performance compared to conventional installations.

Keywords: electrohydraulic drilling, borehole, heat exchanger, discharge voltage, fracture energy, modeling.

References

1. Song, H. Y., Chen, J. T., Sun, W. L., Li, Y. Y. (2013). Design of Monitor System for JD15 Electro-Hydraulic Controlling Drill Rig. Applied Mechanics and Materials, 385-386, 683–686. doi: https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.385-386.683
2. Isakov, V. (2016). Justification of adaptable parameters of the cutting drilling tool. University News. North-Caucasian Region. Technical Sciences Series, 1, 76–79. doi: https://doi.org/10.17213/0321-2653-2016-1-76-79
3. Proshin, I. A., Proshin, D. I., Proshina, N. N. (2012). Matematicheskaya model' obrazovatel'nogo protsessa v prostranstve vektora znaniy. XXI vek: Itogi proshlogo i problemy nastoyaschego plyus, 3 (07), 153–160.
4. Permyakov, P. S., Repin, O. I (2018). Mathematical modeling of physical processes. Mezhdunarodnyy studencheskiy nauchnyy vestnik, 6. Available at: https://s.eduherald.ru/pdf/2018/6/19442.pdf
5. Menin, B. (2017). Information measure approach for calculating model uncertainty of physical phenomena. American Journal of Computational and Applied Mathematics, 7 (1), 11–24. Available at: https://www.researchgate.net/publication/315491393_Information_Measure_Approach_for_Calculating_Model_Uncertainty_of_Physical_Phenomena
6. Grigoriev, B. S., Eliseev, A. A., Pogarskaya, T. A., Toropov, E. E. (2019). Mathematical modeling of rock crushing and multiphase

flow of drilling fluid in well drilling. Journal of Mining Institute, 235 (1), 16–23. doi: https://doi.org/10.31897/pmi.2019.1.16
7. Lubega, W. N., Stillwell, A. S. (2019). Analyzing the economic value of thermal power plant cooling water consumption. Water Resources and Economics, 27, 100137. doi: https://doi.org/10.1016/j.wre.2019.01.003
8. Su, O. (2015). Performance Evaluation of Button Bits in Coal Measure Rocks by Using Multiple Regression Analyses. Rock Mechanics and Rock Engineering, 49 (2), 541–553. doi: https://doi.org/10.1007/s00603-015-0749-3
9. Bazhenov, V. G., Kotov, V. L. (2011). Matematicheskoe modelirovanie nestatsionarnykh protsessov udara i pronikaniya osesimmetrichnykh tel i identifikatsiya svoystv gruntovykh sred. Moscow: Fizmatlit, 208.
10. Akhmadiev, B. A., Tatybekov, A., Shuyushbayeva, N. N., Tanasheva, N. K. (2019). Propagation of Pulsed Pressure during Electrohydraulic Drilling. Technical Physics, 64 (4), 455–457. doi: https://doi.org/10.1134/s1063784219040029
11. Kusaiynov, K., Nusupbekov, B. R., Sakipova, S. E., Shuyushbayeva, N. N., Khasenov, A. K. (2016). Investigation of the Wear of the Metallic Part of Electrode System of Electrohydraulic Drill. Metallofizika i noveishie tekhnologii, 37 (3), 397–407. doi: https://doi.org/10.15407/mfint.37.03.0397

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.285697

OPTIMIZATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF THRESHING COMBINE HARVESTER (p. 104–117)

Nukhtar Umbataliyev
Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6237-3943

Gulbarshyn Smailova
Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2293-6232

Meirambay Toilybayev
Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0064-6779

Kazybek Sansyzbayev
Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2500-2788

Sholpan Koshanova
Civil Aviation Academy, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6623-7743

Sholpan Bekmukhanbetova
Kazakh Automobile and Road Institute, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8663-3842

To improve the operational quality of paddy combine it was proposed to include additional innovative operations in plant process of pre-threshing preparation of rice biomass with anticipating seeds selection which increases seeds separation, reduces injuries, forms stable operation of threshing-separating device of combine harvester.

Retrofit feeder house is a solution to ensure the stable uniform feed of assorted biomass into the threshing separation device. Equipped with tool package – harvester feeder house turned to the running control equipment for incoming flow of biomass.

The movement of threshed heap inside the modified geometry of feeder house with tools effectively affect on caulis, panicle of rice – screed, and brings the biomass vibration mode i. e., lead to the dynamic separation of rice headed seeds to threshing rotor. Vibration (tossing) of biomass make it possible for free rice seeds pass through caulis to the bottom of feeder house.

Development program of innovative driving devices of multifunctional rice seed harvester combine considered the development of preproduction explorational program ensuring the information on harvest loss during various rice harvesting, their separation between main harvester aggregates – collector, auger, elevator, threshing mill. It is proposed to combine, in a single complex, all the control parameters, subordinating their actions, into an active control device of the technological process, affecting the shapes of rolls formed from various varieties and yields of rice.

Keywords: combine harvester, feeder house, technological process, optimization, working body, biomass.

References

1. Fu, J., Xie, G., Ji, C., Wang, W., Zhou, Y., Zhang, G. et al. (2021). Study on the Distribution Pattern of Threshed Mixture by Drum-Shape Bar-Tooth Longitudinal Axial Flow Threshing and Separating Device. Agriculture, 11 (8), 756. doi: https://doi.org/10.3390/agriculture11080756
2. Hou, J., Li, C., Lou, W., Zhou, K., Li, Y., Li, T. (2023). Design and Test of Floating Clamping Device for Garlic Combine Harvester. Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery, 54 (1). Available at: http://www.nyjxxb.net/index.php/journal/article/view/1533/
3. Zhang, H., Tang, Z., Li, Y., Liu, X., Ren, H. (2020). Lightweight Threshing Rack under Multisource Excitation Based on Modal Optimization Method. Advances in Materials Science and Engineering, 2020, 1–17. doi: https://doi.org/10.1155/2020/2029501
4. Tang, Z., Li, X., Chen, X., Chen, Y. (2019). Design of Negative Pressure Spiral Feeding Device for Tangential and Longitudinal Axial Intersection of Combine Harvester. Advances in Materials Science and Engineering, 2019, 1–12. doi: https://doi.org/10.1155/2019/1647230
5. Chen, S., Zhou, Y., Tang, Z., Lu, S. (2020). Modal vibration response of rice combine harvester frame under multi-source excitation. Biosystems Engineering, 194, 177–195. doi: https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2020.04.002
6. Hrynkiv, A., Rogovskii, I., Aulin, V., Lysenko, S., Titova, L., Zagurskiy, O., Kolosok, I. (2020). Development of a system for determining the informativeness of the diagnosing parameters for a cylinderpiston group in the diesel engine during operation. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (5 (105)), 19–29. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.206073
7. Mirzazadeh, A., Abdollahpour, S., Mahmoudi, A., Ramazani, B. (2012). Intelligent modeling of material separation in combine harvester's thresher by ANN. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4 (23), 1767–1777. Available at: https://www.researchgate.net/publication/302498474_Intelligent_modeling_of_material_separation_in_combine_harvester's_thresher_by_ANN
8. Liang, Z., Li, Y., Xu, L. (2018). Grain Sieve Loss Fuzzy Control System in Rice Combine Harvesters. Applied Sciences, 9 (1), 114. doi: https://doi.org/10.3390/app9010114
9. Burlaka, O. A., Yakhin, S. V., Padalka, V. V., Burlaka, A. O. (2021). 100 tons per hour, what is next? Let us compare and analyze characteristics of the latest models of highly productive combine harvesters. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, 3, 274–288. doi: https://doi.org/10.31210/visnyk2021.03.34
10. Yakhin, S. V., Burlaka, O. A. (2020). Research on the influence of the operating modes of combine harvester's transportation lines on the quality of grain threshing. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, 3, 269–279. doi: https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.31

11. Pat. No. 19347 KZ (2008). Feeder house rice grain harvester. published: 15.05.2008, Bul. No. 5.
12. Rogovskii, I. L., Martiniuk, D. I., Voinash, S. A., Luchinovich, A. A., Sokolova, V. A., Ivanov, A. M., Churakov, A. V. (2021). Modeling the throughput capacity of threshing-separating apparatus of grain harvester's combines. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 677 (4), 042098. doi: https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/4/042098
13. Li, F., Li, Y. M. (2015). Optimization and simulation research of the airway of tangential-axial combine Harvester cleaning room. J. Agric. Mech. Res., 2, 75–78.
14. Sadykov, Zh. S., Espolov, T. I. et al. (2008). Pat. No. 19347 KZ. Method for determining the coefficient of biomass leveling and a device for its implementation. published: 25.03.2008.
15. Xiao, Y., Wang, S., Liao, M., Liang, J., Zhang, J. (2016). Simulation Analysis on Airflow Field of Plot Harvester. Proceedings of the 2016 International Conference on Mechatronics Engineering and Information Technology. doi: https://doi.org/10.2991/icmeit-16.2016.10
16. Du, X., Ni, K., Chen, J., Wu, C., Zhao, Y. (2013). Numerical Simulation and Experiment of Gas-solid Two-phase Flow in a Cross-flow Grain Cleaning Device. Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. doi: https://doi.org/10.13031/aim.20131586235
17. Levchenko, I., Hradovych, N., Borkovska, V., Britchenko, I. (2022). Devising a procedure of state financial protectionism in the agricultural industry in the context of regionalization. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (13 (116)), 6–14. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255045
18. Liang, Z., Li, Y., De Baerdemaeker, J., Xu, L., Saeys, W. (2019). Development and testing of a multi-duct cleaning device for tangential-longitudinal flow rice combine harvesters. Biosystems Engineering, 182, 95–106. doi: https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.04.004
19. Umbetkulov, Y., Yeleukulov, Y., Atalykova, A., Smailova, G., Iskakova, G., Zhauyt, A., Ibrayev, G.-G. A. (2018). Dynamic force analysis of a six-link planar mechanism. MATEC Web of Conferences, 251, 04028. doi: https://doi.org/10.1051/matecconf/201825104028
20. Tang, Z., Li, Y., Li, X., Xu, T. (2019). Structural damage modes for rice stalks undergoing threshing. Biosystems Engineering, 186, 323–336. doi: https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.08.005
21. Umbetaliev, N. A., Seytimov, S., Kulshikova, E. S., Bayzakova, Zh. S. (2018). Controlling the technological process of harvesting rice. Internauka: electronic scientific journal, 43 (77).
22. Utepov, E. B., Ten, E. B., Zhumadilova, Zh. O., Smailova, G. A., Shevtsova, V. S., Abuova, R. Zh., Isakhanova, A. B. (2017). Damping Metallic Materials with a Nanostructured Coating. Metallurgist, 60 (9-10), 961–966. doi: https://doi.org/10.1007/s11015-017-0392-1
23. Biaou, O, Moreira, J, Hounhouigan, J., Amponsah, S. (2016). Effect of threshing drum speed and crop weight on paddy grain quality in axial- flow thresher (ASI). Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology, 3 (1), 3716–3721. Available at: https://www.researchgate.net/publication/305618996_Effect_Of_Threshing_Drum_Speed_And_Crop_Weight_On_Paddy_Grain_Quality_In_Axial-_Flow_Thresher_ASI
24. Gbabo, A., Gana, I. M., Amoto, M. S. (2013). Design, fabrication and testing of a millet thresher. Net Journal of Agricultural Science, 1 (4), 100–106. Available at: https://www.netjournals.org/z_NJAS_13_033.html
25. Sessiz, A. et al. (2021). Performance Evaluation of Axial-Flow and Tangential Flow Threshing Units For Rice. 11th International Congress on echanization and Energy in Agriculture. Istanbul. Available at: https://www.researchgate.net/publication/301296333_Performance_Evaluation_of_Axial-Flow_and_Tangential_Flow_Threshing_Units_For_Rice
26. Umbetaliev, N. A. (2010). Test results of the modernized rice harvester. Bulletin of Science of the Kazakh Agrotechnical University named after. S. Seifullina, 1 (58), 142–145.
27. Guo, X. F., Wang, W. B., Guo, S. L., Chen, S. J. (2018). Modal analysis and experimental research on potato harvester rack. Mechanical Design & Manufacturing, 7, 154–157.
28. Abdeen, M. A., Salem, A. E., Zhang, G. (2021). Longitudinal Axial Flow Rice Thresher Performance Optimization Using the Taguchi Technique. Agriculture, 11 (2), 88. doi: https://doi.org/10.3390/agriculture11020088

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.281426

DEVELOPMENT OF INFORMATIONAL-TECHNOLOGICAL SUPPORT FOR DESIGNING CUTTING DIAGRAMS OF HABERDASHERY PARTS (p. 118–124)

Viktor Chuprynka
Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6869-3091

Tetiana Demkivska
Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2176-163X

Nataliia Chuprynka
Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8952-7567

Ievgen Demkivskyi
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9382-7466

Bohdan Naumenko
Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-6905-9206

The object of research is the technological process of cutting rectangular materials into haberdashery parts.

The mathematical statement of the problem to find cutting diagrams of rectangular materials for haberdashery parts is given. The structural components of this problem and its mathematical model were described.

A method for implementing the task set is proposed, which includes the following stages:

– generation of layouts;

– generation of a set of permissible sections of one part, from a combination of two parts, and from a combination of three product parts;

– generation of cutting diagrams of rectangular materials for haberdashery parts from a combination of designed sections.

Implementation algorithms have been proposed for each of the stages of the task. The proposed algorithms were used in the development of information technology support for finding cutting diagrams of rectangular materials for haberdashery parts.

The information and technological support that was offered makes it possible to create graphic visualizations of rational cutting schemes and save them in a file. This feature allows automated cutting systems to use information about such schemes.

The developed information technology support was tested on the parts of haberdashery and showed its effectiveness. This information and technological support can be successfully used at haberdashery enterprises in preparatory and cutting production to increase the utilization of material during cutting by 1.5–2.5 %.

Thus, the proposed information and technological support makes it possible to improve the technological process of designing rational schemes of cutting for haberdashery articles.

Keywords: rational cutting, cutting schemes, haberdashery.

References

1. Cinat, P., Gnecco, G., Paggi, M. (2020). Multi-Scale Surface Roughness Optimization Through Genetic Algorithms. Frontiers in Mechanical Engineering, 6. doi: https://doi.org/10.3389/fmech.2020.00029
2. Mundim, L. R., Andretta, M., Carravilla, M. A., Oliveira, J. F. (2017). A general heuristic for two-dimensional nesting problems with limited-size containers. International Journal of Production Research, 56 (1-2), 709–732. doi: https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1394598
3. Leao, A. A. S., Toledo, F. M. B., Oliveira, J. F., Carravilla, M. A. (2015). A semi-continuous MIP model for the irregular strip packing problem. International Journal of Production Research, 54 (3), 712–721. doi: https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1041571
4. Leao, A. A. S., Toledo, F. M. B., Oliveira, J. F., Carravilla, M. A., Alvarez-Valdés, R. (2020). Irregular packing problems: A review of mathematical models. European Journal of Operational Research, 282 (3), 803–822. doi: https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.04.045
5. Liu, X., Liu, J., Cao, A., Yao, Z. (2015). HAPE 3D – a new constructive algorithm for the 3D irregular packing problem. Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering, 16 (5), 380–390. doi: https://doi.org/10.1631/fitee.1400421
6. Cherri, L. H., Cherri, A. C., Soler, E. M. (2018). Mixed integer quadratically-constrained programming model to solve the irregular strip packing problem with continuous rotations. Journal of Global Optimization, 72 (1), 89–107. doi: https://doi.org/10.1007/s10898-018-0638-x
7. Peralta, J., Andretta, M., Oliveira, J. F. (2018). Solving irregular strip packing problems with free rotations using separation lines. Pesquisa Operacional, 38 (2), 195–214. doi: https://doi.org/10.1590/0101-7438.2018.038.02.0195
8. Stoyan, Y., Pankratov, A., Romanova, T. (2016). Cutting and packing problems for irregular objects with continuous rotations: mathematical modelling and non-linear optimization. Journal of the Operational Research Society, 67 (5), 786–800. doi: https://doi.org/10.1057/jors.2015.94
9. Wang, A., Hanselman, C. L., Gounaris, C. E. (2018). A customized branch-and-bound approach for irregular shape nesting. Journal of Global Optimization, 71 (4), 935–955. doi: https://doi.org/10.1007/s10898-018-0637-y
10. Guo, B., Ji, Y., Hu, J., Wu, F., Peng, Q. (2019). Efficient Free-Form Contour Packing Based on Code Matching Strategy. IEEE Access, 7, 57917–57926. doi: https://doi.org/10.1109/access.2019.2914248
11. Ke, Q., Zhang, P., Zhang, L., Song, S. (2020). Electric Vehicle Battery Disassembly Sequence Planning Based on Frame-Subgroup Structure Combined with Genetic Algorithm. Frontiers in Mechanical Engineering, 6. doi: https://doi.org/10.3389/fmech.2020.576642
12. Hopcroft, J. E., Motwani, R., Ullman, J. D. (2001). Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation. Boston: Addison-Wesley. Available at: https://archive.org/details/introductiontoau00hopc_510
13. Havrylov, T. M., Chuprynka, V. I. (2011). Model avtomatychnoho proektuvannia skhem rozkroiu lystovykh materialiv na detali vzuttia. Visnyk KNUTD, 6, 83–88. Available at: https://knutd.edu.ua/files/Visnyk/Visnuk_6_2011.pdf
14. Chuprynka, V. I., Murzhenko, V. S. (2011). Metod avtomatyzovanoho proektuvannia shchilnykh ukladok pry priamokutno-hnizdoviy skhemi rozkroiu. Visnyk KNUTD, 6, 72–77. Available at: https://knutd.edu.ua/files/Visnyk/Visnuk_6_2011.pdf
15. Chuprynka, V. I., Naumenko, B. V., Vasylenko, O. L. (2022). Heneruvannia ratsionalnykh skhem rozkroiu rulonnykh materialiv na detali shkirhalanterei. Mekhatronni systemy: innovatsiyi ta inzhynirynhtezy dopovidei VI mizhnar. Nauk.-prakt. konf. Kyiv: KNUTD, 157–158. Available at: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/20956/1/MSIE_2022_P157-158.pdf
16. Kolysko, O. Z. (2009). Modyfikatsiya henetychnoho alhorytmu dlia heneratsiyi sektsiy rozkriinykh skhem. Visnyk KNUTD, 1, 54–56. Available at: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/6983/1/V45_P014-017.pdf

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284387

IDENTIFICATION OF THE NATURE OF DEFECTS ARISING IN THE PRODUCTION OF CONTINUOUSLY CAST PIPE BILLETS FOR THE OIL AND GAS INDUSTRY (p. 125–133)

Arif Mammadov
Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1075-8240

Agil Babaev
Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5391-7881

Nizami Ismailov
Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2587-3214

Mukhtar Huseinov
Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8770-7006

Faiq Guliyev
Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0414-2626

The paper presents the results of studies of defects that occur in the production of continuously cast pipe blanks for the oil and gas industry. It is shown that the use of the technology of continuous casting of pipe billets in comparison with the traditional methods of pouring liquid steel into a mold has a number of advantages, among which is the high productivity of the technological process. However, it was noted that in many cases, an abnormally high degree of contamination with non-metallic inclusions is observed in the structure of the steel of continuously cast pipe billets.

It was revealed that the largest inclusions are oxides of silicon and manganese. On the surface of the pipes, there are defects in the form of oxide spots, near which there are large non-metallic inclusions. On the surface of the oxide spot, the presence of iron oxides in the form of scale is found, which is a consequence of the secondary oxidation of the metal by air oxygen.

A mechanism for the development of oxide spots and decarburized strips in pipe billets has been determined, which consists in the formation of defects in the form of scratches and cracks on the surface before rolling. These defects during heating for rolling lead to the oxidation of the metal and the formation of scale on the surface of the pipe blanks. The results of experimental studies on the development of recommendations for improving the quality of the initial metal of seamless pipes for the oil and gas industry are presented. The study of the microstructure of steel and the assessment of its contamination with non-metallic inclusions were carried out on optical and electron microscopes, and the mechanical properties of pipe blanks were studied by standard methods.

Keywords: pipe steel, non-metallic inclusions, longitudinal cracks, oil and gas industry, continuous casting.

References

1. Rakhmanov, S. R., Mamedov, A. T., Bespalko, V. N., Topolov, V. L., Azimov, A. A. (2017). Machine-building materials (reference data, terms and definitions). Dnipro-Baku, 410.
2. Rakhmanov, S. R., Topolov, V. L., Gasik, M. İ., Mamedov, A. T., Azimov, A. A. (2017). Processes and machines of electrometallurgical

production. Baku-Dnepr: «System Technologies» – «Sabah» Publishing House, 568.
3. Barazyntseva, E. P., Glazunova, N. A., Razhkova, O. V. (2002). Transformatsiya defektov makrostruktury nepreryvnolitoy zagotovki pri proizvodstve besshovnykh goryachekatannykh trub na RUP «PMZ». Lit'e i metallurgiya, 4 (49), 38–40.
4. Naumenko, E. A., Rozhkova, O. V., Kovaleva, I. A. (2023). Comprehensive study of characteristic signs of defects detected during magnetic powder control at the final stage of production of seamless hot-rolled pipes. Litiyo i Metallurgiya (FOUNDRY PRODUCTION AND METALLURGY), 1, 69–72. doi: https://doi.org/10.21122/1683-6065-2023-1-69-72
5. Karimov, R. İ. (2020). Features of removal of Phosphorus and sulfur from Remlturing stock turing electric arc melting of Steel. International journal of Control and Automation, 13 (1), 137–159.
6. Karimov, R. İ. (2020). Thermodynamic features of increasing the efficiency of metallurgical processes during electric steel melting. Rensta San Gregorio Ecuador, 2, 845–864.
7. Smolyakov, A. S., Shakhov, S. I., Kerimov, R. (2017). Modernization of Baku Steel Company Metallurgical Plant Section CBCM for Producing Round Pipe Billets. Metallurgist, 61 (7-8), 543–548. doi: https://doi.org/10.1007/s11015-017-0530-9
8. Smolyakov, A. S., Shakhov, S. I., Kerimov, R. I., Rafiev, O. Yu. (2017). Recon-struction of the existing sectional CCM of Baku Steel Company for the purpose of casting round billets for the needs of the pipe industry. Black Metallurgy Bulletin, 1 (1405), 43–46.
9. Shakhov, S. I., Kerimov, R. I. (2018). Modernization of the existing sectional continuous casting machine of the Baku Steel Company plant in order to produce round billets. Heavy engineering, 5, 9–13.
10. Shakhov, S. I., Kerimov, R. I. (2017). Completion of the reconstruction of the sectional continuous casting machine of the Baku Steel Company plant in order to produce round pipe billets. Ferrous metallurgy, 3, 63–65.
11. Sivak, B. A., Shakhov, S. I., Vdovin, K. N., Rogachikov, Yu. M., Kerimov, R. I. (2020). Development of a System for Electromagnetic Stirring of Liquid Steel in Molds of Billet and Bloom CCMS. Metallurgist, 63 (9-10), 910–914. doi: https://doi.org/10.1007/s11015-020-00909-w
12. Babanli, M., Karimov, R., Bayramov, A., Abbasov, I. I. (2019). An impact of the ladle lining on the refining of reinforced steel when blowing with powders. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (1 (101)), 65–71. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.178015
13. Kerimov, R. I., Jafarova, A. A. (2017). Investigation of the quality of a broken casing sleeve made by Baku Steel Company. Scientific notes. AzTU, 4, 191–198.
14. Kudrin, V. A. (2003). Theory and technology of steel production. Moscow: Mir, LLC «Izdotstvo» AST, 528.
15. Shakhov, S. I., Sivak, B. A., Vdovin, K. N., Shakhov, D. S., Kerimov, R. I., Bairamov, A. T. (2020). Perfection of the equipment of electromagnetic stirring in moulds of billet and bloom CCM. Ferrous Metallurgy. Bulletin of Scientific, Technical and Economic Information, 76 (10), 1014–1020. doi: https://doi.org/10.32339/0135-5910-2020-10-1014-1020
16. Bayramov, A. T. (2022). Reserves for increasing the efficiency of out-of-furnace processing of electric steel. International scientific and practical conference «Youth, science, education: Actual issues of achievement and innovation». Penza.
17. Kerimov, R. I. (2019). Improving steel melting intensity in the process of electrosmelting from waste and pellets (HBI). Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (1 (99)), 35–42. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.168352
18. Babenko, A. A., Zhuchkov, V. I., Smirnov, L. A., Sychev, A. V., Akberdin, A. A., Kim, A. S. et al. (2015). Production technology for low-carbon, low-sulfur boron steel. Steel in Translation, 45 (11), 883–886. doi: https://doi.org/10.3103/s0967091215110029
19. Velichko, O. G., Stoyanov, O. M., Batchenko, B. M., Nizyaev, K. G. (2016). Steel quality improvement technologies. Dnipro, 196.
20. Minenko, A. S., Radevich, E. V. (2018). Mathematical modeling of the process of metal crystallization. Problems of Artificial Intelligence, 1 (8), 13–23.
21. Kazakov, A. A., Kovalev, P. V., Zinchenko, S. D. et al. (2007). The nature of defects of hot-rolled sheet from tubular grades of steel. Part 1. Defects of a steelmaking nature. Black Metals, 11, 8–15.
22. Mamedov, A. T., Ismailov, N. Sh., Jafarova, V. N. (2022). Ladle Treatment of Structural Steel: Physical Modeling. Russian Engineering Research, 42 (12), 1228–1233. doi: https://doi.org/10.3103/s1068798x22120218

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284884

INVESTIGATING CAVITY FORMATION IN AN ELECTRIC ARC ZONE DURING OUT-OF-FURNACE PROCESSING OF STEEL (p. 134–142)

Volodymyr Ruban
Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6617-296X

Oleksandr Stoianov
Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7136-7403

Kostiantyn Niziaiev
Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9260-0964

Yevhen Synehin
Limited Liability Company «Technical University «Metinvest Polytechnic», Zaporizhzhia, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9983-3971

Svitlana Zhuravlova
Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8519-5155

Khrystyna Malii
Limited Liability Company «Technical University «Metinvest Polytechnic», Zaporizhzhia, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9046-4268

The object of this study is the interaction zone between a graphitized hollow electrode (GHE) and a metal bath on the «ladle-furnace» installation.

The regularities of the formation of the geometric parameters of the hole were established for the purpose of further evaluation of the heat exchange under the electrode in the arc combustion zone under different operating conditions of the «ladle-furnace» installation.

An experimental methodology was devised, and a laboratory setup was built for physical simulation on a cold model. The values of the geometric parameters of the cavity formed by the electric arc discharge in the sub-electrode zone were calculated. In particular, the area of the curved surface of the cavity is about 0.2 m^2 at a depth of 40 mm. The regularities of formation of the geometry of the cavity during gas injection through the GHE channel have been established, in particular with regard to the area and depth of the cavity. Thus, with a gas consumption of 3–20 m^3/h and a slag cover height of 100 mm, the area reaches 0.28–0.5 m^2, while the depth of the cavity ranged from 5 cm to 19 cm, respectively. Rational flow rates of

gas supplied through the channel of the graphitized hollow electrode were established, which for a slag cover of 100 mm are 3–6 m^3/h and for a slag cover of 200 mm – 6–10 m^3/h.

The peculiarities of the formation of a metal cavity in the sub-electrode zone under the conditions of gas supply through the channel of a graphitized hollow electrode during out-of-furnace processing of steel at the «ladle-furnace» installation were investigated.

The patterns of the formation of the geometry of the cavity in the arc combustion zone, which were obtained using cold modeling, could subsequently make it possible to perform calculations of heat transfer from the electric arc discharge to the metal bath. That will also make it possible to determine the share of heat absorbed by slag and metal under the conditions of using a conventional electrode, and a hollow one with gas supply through its channel during out-of-furnace processing of steel at the «ladle-furnace» installation.

Keywords: physical modeling, «ladle-furnace» installation, graphitized hollow electrode, geometric parameters of the cavity.

References

1. Zhan, D. P., Zhang, H. S., Jiang, Z. H., Gong, W., Li, H. B., Chen, Z. P. (2011). Influence of Hollow Electrode Ar-CO2 Injection on Carbon Content in Ladle Furnace. Advanced Materials Research, 250-253, 3864–3867. doi: https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.250-253.3864
2. Zhan, D. P., Zhang, H. S., Jiang, Z. H., Gong, W., Chen, Z. P. (2011). Influence of Electrode Argon-Hydrogen Co-Injection on Carbon Content in a Alternating Current Ladle Furnace. Advanced Materials Research, 239-242, 2361–2364. doi: https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.239-242.2361
3. Bigelow, L. K., Flemings, M. C. (1975). Sulfide inclusions in steel. Metallurgical Transactions B, 6 (2), 275–283. doi: https://doi.org/10.1007/bf02913570
4. Payandeh, Y., Soltanieh, M. (2007). Oxide Inclusions at Different Steps of Steel Production. Journal of Iron and Steel Research International, 14 (5), 39–46. doi: https://doi.org/10.1016/s1006-706x(07)60072-7
5. Okhotskiy, V. B. (2010). Non-metallic inclusions in steel in the process of deoxidation. Theory. Metallurgical and Mining Industry, 2 (4), 260–261. Available at: https://www.metaljournal.com.ua/assets/Uploads/attachments/Okhotskiy261.pdf
6. Gubenko, S. I., Parusov, V. V., Derevyanchenko, I. V. (2005). Nemetallicheskie vklyucheniya v stali. Dnepropetrovsk: ART-PRESS, 536.
7. Pribulová, A., Futáš, P., Bureš, R. (2007). Influence of steel blowing with inert gas on steel cleanness. Acta Metallurgica Slovaca, 13 (4), 133–136.
8. Hudzieczek, Z., Michalek, K., Gryc, K. (2010). Methodology development and first results of transfer processes results between metal and slag. In Theory and Practice of steel production and processing. Ostrava: TANGER.
9. Strasäk, P. (2009). Numerical Modelling of liquid steel behaviour in the ladle during the argon blowing through the three hole lance. Technical report for V§B-TU Ostrava, FMME, Department of Metallurgy, TechSoft Eng.
10. Michalek, K., Tkadleôkovâ, M., Gryc, K., Klus, P., Hudzieczeka, Z., Sikoraa, V., Strasâk, P. (2011). Optimization of argon blowing conditions for the steel homogenization in a ladle using numerical modelling. Metal.
11. Jardón Pérez, L. E., Amaro-Villeda, A., Conejo, A. N., González-Rivera, C., Ramírez-Argáez, M. A. (2017). Optimizing gas stirred ladles by physical modeling and PIV measurements. Materials and Manufacturing Processes, 33 (8), 882–890. doi: https://doi.org/10.1080/10426914.2017.1401722
12. Haida, O., Brimacombe, J. K. (1985). Physical-model study of the effect of gas kinetic energy in injection refining processes. Transactions of the Iron and Steel Institute of Japan, 25 (1), 14–20. doi: https://doi.org/10.2355/isijinternational1966.25.14
13. Conejo, A. N., Mishra, R., Mazumdar, D. (2019). Effects of Nozzle Radial Position, Separation Angle, and Gas Flow Partitioning on the Mixing, Eye Area, and Wall Shear Stress in Ladles Fitted with Dual Plugs. Metallurgical and Materials Transactions B, 50 (3), 1490–1502. doi: https://doi.org/10.1007/s11663-019-01546-8
14. Nizyaev, K. G., Dusha, V. M., Kernitskiy, V. V. (2002). Osobennosti nagreva stali nezavisimoy elektricheskoy dugoy. Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost', 7, 147–149.
15. Yachnikov, I. M., Portnova, I. V., Bystrov, M. V. (2018). Modelirovanie teplovogo sostoyaniya grafitirovannogo elektroda pri podache gaza v osevoy kanal. Kongress Staleplavil'schikov: Magnitogorskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet im. G.I. Nosova, 180–186.
16. Egorov, A. V. (1985). Elektroplavil'nye pechi chernoy metallurgii. Moscow: Metallurgiya, 280.
17. Shtapura, E. V., Zhavoronkov, Yu. I., Boychenko, B.M., Nizyaev, K. G., Kharchenko, S. V. (2008). Modelirovanie produvki zhidkoy stali v kovshe neytral'nym gazom. Novosti nauki Pridneprov'ya, 1, 112–114.
18. Kazantsev, I. G. (1952). Issledovanie dinamiki gazoobraznoy strui vtekayuschey v zhidkost'. Termicheskaya i plasticheskaya obrabotka metallov: Sb. nauch. tr. Zhdanovskogo metallurgicheskogo instituta. V. 2. Moscow: Metallurgizdat, 56–68.
19. Efimov, L. M. (1957). Trudy nauchno-tekhnicheskogo obschestva chernoy metallurgii. Materialy vsesoyuznogo soveschaniya staleplavil'schikov. Vol. XVIII, Ch. 1. Moscow: Metallurgiya, 40–57.
20. Baptizmanskiy, V. I., Schedrin, G. A., Prosvirin, K. S. (1975). Razmery reaktsionnoy zony pri produvke metalla kislorodom sverkhu. Izv. VUZov. Chernaya metallurgiya, 10, 44–48.

АНОТАЦІЇ

ENGINEERING TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284599

ВИЗНАЧЕННЯ НАТЯГУ КОМПЛЕКСНИХ ХІМІЧНИХ НИТОК ПРИ ВЗАЄМОДІЇ З НАПРАВЛЯЮЧИМИ ПОВЕРХНЯМИ (с. 6–18)

В. Ю. Щербань, О. З. Колиско, Г. В. Мельник, Ю. Ю. Щербань, В. Д. Іщенко

Проведено дослідження для визначення натягу комплексних хімічних ниток з кевлару, вуглецю, поліетилену та мета-араміду при взаємодії з робочими органами трикотажних машин у процесі формування технічного трикотажу. Було встановлено збільшення натягу після направляючої поверхні робочого органа за рахунок зміни значення сил тертя в зоні контакту. Доведено, що на величину натягу обраних комплексних хімічних ниток після направляючої поверхні робочого органа впливають натяг нитки перед направляючою поверхнею робочого органа трикотажної машини. Також величину натягу впливає радіус кривизни циліндричної направляючої поверхні робочого органа та кут охоплення нитками направляючої поверхні робочого органа трикотажної машини. Це дозволило ще на початковому етапі проектування технологічного процесу переробки ниток на трикотажних машинах, при виготовленні технічного трикотажу, визначати натяг ниток. На основі експериментальних досліджень для кевларових, вуглецевих, поліетиленових та мета-арамідних комплексних ниток отримано регресійні залежності величини напруги після циліндричної направляючої поверхні робочого органа трикотажної машини. Аналіз регресійних залежностей дозволив встановити значення радіуса кривизни напрямних, коли натяг комплексних хімічних ниток перед зоною в'язання на трикотажних машинах буде мати мінімальне значення. Це дозволить мінімізувати напругу на комплексних нитках під час їх переробки.

Отже, є підстави стверджувати про можливість спрямованої регуляції процесу зміни натягу кевларових, вуглецевих, поліетиленових та мета-арамідних комплексних нитей при формуванні технічного трикотажу на трикотажних машинах шляхом підбору значення геометричних параметрів направляючих.

Ключові слова: натяжение нити, химическая нить, направляющая поверхность, кривизна поверхности, угол охвата.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284502

РОЗРОБКА ГОФРОВАНИХ МЕТАЛЕВИХ ПРОКЛАДОК З АЛЮМІНІЮ A1100 (с. 19–27)

Didik Nurhadiyanto, Mujiyono, Febrianto Amri Ristadi, Ardani Ahsanul Fakhri, Gewa Ardeva, Muhammad Iqbal Kusnantoro, Shigeyuki Haruyama, Isti Yunita, Alexander Panichkin

Гофровані металеві прокладки (ГМП), виготовлені з SUS304, були розроблені раніше, однак для оптимальної конструкції необхідний процес покриття з більш м'якого матеріалу. Процес нанесення покриття трудомісткий і дорогий. Це дослідження спрямоване на розробку ГМП з алюмінію шляхом аналізу моделювання та формування конструкції ГМП з алюмінію A1100. Оптимальна товщина CMG аналізується за допомогою ANSYS Finite Element Analysis (FEA). Контрольними змінними, які досліджуються, є площа контакту та контактна напруга. Незалежною змінною, яка досліджується, є товщина матеріалу ГМП. Потім за допомогою процесу холодного формування на основі оптимальної конструкції виготовляється алюмінієва прокладка. Контрольними змінними у випробуванні на витік є осьова сила та тиск води. Були також проведені експерименти для перевірки алюмінієвої прокладки на герметичність. Випробування на герметичність проводиться за допомогою випробування тиском води. Аналіз моделювання показав результати, які відповідають експериментальним тестам на витік. Результати моделювання FEA показують, що оптимальна товщина прокладки становить від 3 до 5 мм, причому 5 мм є оптимальною. Однак ГМП товщиною 4 і 5 мають однакові контактне напруження та площу контакту. Результати випробування на витік також показують схожість з результатами моделювання. Найкращі характеристики має ГМП товщиною 5 мм. Експериментальні результати показують, що ГМП з алюмінію A1100 підходить для використання в якості прокладки для запобігання витоку, він запобігає витоку при тиску рідини до 12 МПа та осьовому зусиллі 100 кН. Результати показують, що алюмінієва ГМП працює на одному рівні з SUS304 ГМП з покриттям нікелю або міді. Це дослідження дозволило розробити ГМП з алюмінію.

Ключові слова: розробка прокладки, кінцево-елементний аналіз, гофрована металева прокладка, холодне формування, алюмінієві матеріали, випробування тиском води.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284500

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ АНТИФРИКЦІЙНОЇ ПРИСАДКИ НА ПОТУЖНІСТЬ МЕХАНІЧНИХ ВТРАТ РОТОРНО-ПОРШНЕВОГО ДВИГУНА (с. 28–34)

О. С. Митрофанов, А. Ю. Проскурін, А. С. Познанський, О. В. Зівенко

Виконані експериментальні дослідження впливу добавки антифрикційної присадки Multi-Tech-Conditioner до мастила на величину потужності механічних втрат роторно-поршневого двигуна, метою яких є зниження витрат потенційної енергії стисненого робочого тіла на подолання сил тертя. Отримані експериментальні дані дозволяють оцінити величину безповоротних втрат потужності роторно-поршневого двигуна на стадії його проектування та експлуатації.

Експериментальним шляхом установлено позитивний вплив добавки антифрикційної присадки Multi-Tech-Conditioner до мастила на зміну потужності механічних втрат двигуна. Використання присадки дозволило знизити загальні втрати на всьому експлуатаційному діапазоні зміни частоти обертання ротора на 11,8 %. У результаті проведених досліджень визначено, що втрати на насосні ходи (газообмін) у роторно-поршневому двигуні складають до 31,6 % від загальної потужності механічних втрат.

Виконано оцінку зміни механічного ККД роторно-поршневого двигуна із шарнірно-кулачковим механізмом перетворення руху в умовах застосування антифрикційної присадки до мастила. Установлено, що добавка присадки Multi-Tech-Conditioner до мастила

в пропорції 1:14 дозволяє підвищити механічний ККД роторно-поршневого двигуна залежно від обертів на 3,8...5,5 % для всіх експлуатаційних тисків у впускному ресивері.

На основі узагальнення та систематизації отриманих експериментальних даних застосування антифрикційної присадки Multi-Tech-Conditioner виділено найбільш раціональні діапазони експлуатації роторно-поршневого двигуна нової конструкції. Максимальний механічний ККД роторно-поршневого двигуна досягається в діапазоні навантажень 65...75 % від номінальної потужності, а діапазон обертів – 63...70 %.

Ключові слова: роторно-поршневий двигун, механічні втрати, антифрикційна присадка, насосний хід.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284806

РОЗРОБКА ПАРАМЕТРИЧНОГО ВИГЛЯДУ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ МОДИФІКАЦІЙ РЕГІОНАЛЬНОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ЛІТАКА АН-158 (с. 35–52)

В. В. Логінов, Є. О. Українець, А. М. Гуменний, О. В. Єланський, Д. С. Конишев, Є. В. Спіркін, В. В. Бездєльний

Об'єктом дослідження є процес ремоторизації регіонального пасажирського літака для збільшення його паливної ефективності. На основі концептуальних вимог до ремоторизації літака Ан-158 з турбореактивними двоконтурними двигунами сформовано параметричний вигляд трьох модифікацій цього літака з турбогвинтовими двигунами на 80, 100 і 120 пасажирських місць. Дослідження проведено на основі відомих модульних програмних комплексів «Інтеграція 2.1» і «Повітряний гвинт 2.2» для типових профілів польоту літака Ан-158. Удосконалені методики вагового проектування та визначення злітних характеристик літаків з різними типами двигунів силової установки дали змогу виявити найвигідніші швидкості польоту модифікацій літака з турбогвинтовим двигуном, що відповідають різним польотним масам. Представлено результати дослідження льотно-технічних характеристик для оптимальних і «неоптимальних» модифікацій літака. Сформовано параметричний вигляд повітряного гвинта, визначено форму лопаті повітряного гвинта на режим крейсерського польоту для модифікації літака з максимальною кількістю пасажирів – 120 осіб. Показано, що повітряний гвинт для цієї модифікації літака не може мати менше 8 лопатей, оскільки за меншої кількості лопатей зростає максимальна хорда лопаті повітряного гвинта. Значно зростають індуктивні витрати потужності через мале подовження лопатей і, як наслідок, знижується польотний коефіцієнт корисної дії повітряного гвинта. Показано, що сумарна витрата палива за весь типовий політ усіх модифікацій літака з ТВД на всіх досліджених швидкостях польоту менша за сумарну витрату палива базового літака Ан-158.

Ключові слова: ремоторизація, турбогвинтовий двигун, однорядний повітряний гвинт, злітно-посадкові характеристики, кілометрова витрата палива.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.285698

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ РАДІАТОРНОГО ДВИГУНА В СКЛАДНИХ УМОВАХ ШЛЯХОМ МОНІТОРИНГУ ТА ОЦІНКИ КОНТРОЛЬНИХ КАРТ (с. 53–59)

Ali Fadhil Abduljabbar, Bashra Kadhim Oleiwi, Ahmad H. Sabry

Нещодавно були розроблені конструкції двигуна та системи керування з використанням методів моделювання на основі даних для визначення складного процесу згоряння в циліндрі. На продуктивність вентилятора охолодження сильно впливає кілька факторів, які визначаються на основі так званого «планування експериментів». Ці фактори включають зазор у кінчику лопаті, кут нахилу, відстань від радіатора. У цій роботі представлено метод покращення продуктивності вентилятора охолодження двигуна шляхом розроблення техніки Six Sigma з використанням контролю, покращення, аналізу, вимірювання та визначення. Спочатку оцінюється ефективність наявного вентилятора охолодження та визначається його проблема. Потім визначаються параметри, які впливають на продуктивність вентилятора, яку потрібно оптимізувати. Далі проводиться аналіз чутливості та оцінюється виробничий контроль розробленого холодного вентилятора. Первинний вентилятор недостатньо розподіляє повітря через радіатор, щоб підтримувати машину охолодженою в складних умовах. По-перше, робота демонструє, як розробити експеримент для вивчення впливу трьох елементів продуктивності: кута нахилу лопаті, зазору кінчика лопаті та відстані вентилятора від радіатора. Щоб покращити продуктивність вентилятора охолодження, розроблено конструкцію Box-Behnken для тестування квадратичних (нелінійних) ефектів. Потім у ньому вказано, як передбачити оптимальну кількість для кожного елемента, щоб створити техніку, яка забезпечує повітряні потоки вище цільового 1486,6 $м^3$/год при використанні експериментальних вимірювань. Нарешті, він розкриває, як працювати з симуляціями, щоб підтвердити, що цей метод створює повітряний потік на основі специфікацій із більшою кількістю додаткових вентиляторів, виготовлена продуктивність 99,999 %. Результати контрольних діаграм S та X-bar показують, що виробничий процес статистично контролюється.

Ключові слова: оптимізація, техніка Six Sigma, контрольна карта, Box-Behnken, вентилятор охолодження.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284597

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ҐРУНТООБРОБНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ (с. 60–71)

Е. Б. Алієв, Г. В. Теслюк, А. М. Пугач, О. М. Кобець, О. В. Золотовська, В. Б. Бойко

Формування диференційованої структури орного горизонту під час передпосівної обробки гранту є актуальною проблемою, яку можливо вирішити шляхом розробки відповідних ґрунтообробних технічних засобів.

Висунуто наукову гіпотезу, згідно з якої підвищення ефективності процесу формування диференційованої структури орного горизонту може бути досягнуто шляхом удосконалення конструкції та обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів ґрунтообробного модуля для передпосівного обробітку ґрунту. Чисельне моделювання проводилося в програмному пакеті Simcenter STAR-CCM+ з використання моделі Лагранжевої багатофазності методом дискретних елементів. Розрахунок рівнянь регресії другого порядку та статистична обробка отриманих даних проводилася в програмному пакеті Wolfram Cloud.

В результаті моделювання удосконаленої конструкції ґрунтообробного модуля, яка місить один барабан, леміш, кожух і очисник встановлено, що вона виконує операцію сепарації і перерозподілу агрегатів ґрунту із практично такою ж самою ефективністю, як і базова конструкція із 2 барабанами і лемішем.

В результаті симуляції процесу роботи удосконаленого ґрунтообробного модуля отримані рівняння регресії вмісту фракції розміром 10–30 мм у шарі ґрунту 0–4 см і вмісту фракції розміром 0–10 мм у шарі ґрунту 4–8 см від факторів досліджень. Факторами впливу були обрані: вихідний зазор кожуха, кут вхідного зазору кожуха, кут нахилу очисника, частота обертання барабану, швидкість переміщення агрегату і глибина обробітку. Вирішуючи задачу багатокритеріальної оптимізації, були розраховані раціональні конструктивно-технологічні параметри ґрунтообробного модуля для передпосівного обробітку ґрунту.

Ключові слова: ґрунтове середовище, орний горизонт, диференційована структура, передпосівний обробіток, симуляція, моделювання.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.285259

ОБҐРУНТУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ КОНСТРУКЦІЇ СКІПОВОЇ ЛЕБІДКИ З КОРПУСОМ, ЩО ПЕРЕМІЩУЄТЬСЯ ВІД ПРОТИВАГИ ГРАВІТАЦІЙНОГО ПРИВОДУ (с. 72–84)

Talgat Kaiym, Yevgeniy Chsherbinin, Suleimen Kaimov, Aidarkhan Kaimov, Abylay Kaimov, Kalimagul Bakhiyeva

У статті розглядається проблема створення економічно ефективного та екологічно безпечного технологічного процесу розробки твердих корисних копалин відкритим способом. Сьогодні в багатьох гірничодобувних країнах світу глибина багатьох кар'єрів становить уже 400–600 м і більше. При цьому витрати на транспортування 1 т гірської маси при експлуатації кар'єру глибиною 400 м становлять 65–70 % від загальної вартості видобутку 1 т корисних копалин.

Об'єктом дослідження є технічні пристрої для транспортування гірничої маси в технологічному процесі розробки твердих корисних покладів при відкритих гірничих роботах.

Основними причинами є необхідність прокладання транспортних шляхів для них шляхом витягування секцій гірського масиву над ними, а також їхня вантажопідйомність обмежена, оскільки всі вони використовують високоенергоємні машини для транспортування гірських мінералів. У статті обґрунтовано скіпову тросову лебідку з колесами, що пересуваються по залізничній колії за допомогою лише гравітаційної противаги для транспортування гірської маси від місця її утворення до поверхні Землі. Створено дослідний зразок планарної скіпової лебідки з чотирма тросами для практичного застосування на відкритих гірничих роботах. Теоретичні та експериментальні дослідження прототипу підтвердили його працездатність. Створена скіпова лебідка буде виконувати свою роботу без використання енергетичних машин навіть за несприятливих кліматичних умов. Її вплив дозволить підвищити ефективність кар'єру та бути безпечним для навколишнього середовища, оскільки тут майже немає транспортних засобів, які працюють на бензині чи дизельному паливі.

Ключові слова: кар'єр, скіпова лебідка, гідравлічна противага, залізничне колесо, прототип тросового робота.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284386

ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОДРІБНЕНОЇ ПОРОДИ В УМОВАХ КОМПРЕСІЙНОГО СТИСКАННЯ (с. 85–95)

Д. А. Чепіга, С. А. Пахомов, В. В. Гнатюк, М. О. Григорець, Я. О. Ляшок, С. В. Подкопаєв

Об'єктом дослідження є процеси формування закладних матеріалів із подрібненої породи під навантаженням для управлінням станом бічних порід у вуглепородному масиві з підготовчими виробками. Деформаційні властивості подрібненої породи в лабораторних умовах оцінювались на основі дослідження компресійного стискання закладного матеріалу. Зафіксовано, що між зміною насипної щільності подрібненої породи різного гранулометричного складу і питомої потенціальної енергії деформації, існує квадратична функціональна залежність. Експериментально встановлено, що питома потенціальна енергія деформації досягає граничних значень за максимального стиснення подрібненої породи, коли закладний матеріал складається з частин різних розмірів.

Для експериментальних зразків при різній потужності породного шару h_0 (м), між їх поздовжньою деформацією Δh (м) і зовнішнім навантаженням F (кН) існувала лінійна залежність, яка визначала поведінку тіла, що деформується, на критичних рівнях. В таких умовах при відносній зміні об'єму закладного матеріалу δV=0,36, тобто при однаковій відносній деформації при будь-яких значеннях параметра h_0 (м) і коефіцієнті ущільнення подрібненої породи k_{con}=1,57, забезпечувалась максимальна жорсткість породних опор.

При обмежені величини зовнішнього статичного навантаження на експериментальні зразки, в процесі їх деформації при зменшенні параметра h_0 в 2 рази до їх стискання, коефіцієнт ущільнення подрібненої породи збільшувався від k_{con}=1,33 до k_{con}=1,57. При цьому питома потенціальна енергія деформації зростала на 40 %, що дозволило забезпечувати максимальну жорсткість закладного матеріалу при мінімальному значені поздовжньої деформації Δh (м) експериментальних зразків.

Ключові слова: подрібнена порода, закладний матеріал, компресійне стискання, потенціальна енергія, несуча здатність.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.285179

ПІДГОТОВКА СВЕРДЛОВИН ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО БУРА ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ В ТЕПЛООБМІННИХ ЕЛЕМЕНТАХ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ (с. 96–103)

Bektursin Akhmadiyev, Gaukhar Zhetimekova, Moldir Duisenbayeva, Adilzada Sharzadin, Bekbolat Nussupbekov

У статті розглянуто використання інноваційної електрогідравлічної технології при підготовці вертикальних ґрунтових теплообмінників для створення теплопостачання за допомогою теплових насосів. Енергія розряду в робочому діапазоні змінювалася E=900÷2600 Дж. Найбільш економічний режим роботи електрогідравлічної установки здійснюється за наступних параметрів: розрядна напруга 30÷51 кВ, ємність батареї конденсаторів 2 мкФ і міжелектродна відстань 8÷15 мм. Визначено, що оптимальна енергія руйнування природних матеріалів залежить від їх товщини. На основі досліджень встановлені межі електрофізичних параметрів підходу, за яких починається концентроване руйнування твердих порід – основних каменів. Ефективна кількість енергії для руйнування каменів товщиною 53 мм становить 900 Дж. Для каменів товщиною 78 мм має бути 2600 Дж. Якщо збільшити енергію

розрядів до 1837 Дж, то йде процес повного руйнування каменів. За допомогою електрогідравлічного бура були підготовлені вертикальні свердловини глибиною до 25 м.

Надалі були встановлені спеціальні датчики температури по довжині труб, всередині колодязя. За допомогою програмного продукту (Temp Keeper) дані з датчиків температури отримуються в режимі реального часу. Ця програма дозволяє візуально контролювати зміни температури, що відбуваються в локальній точці. Також отримані температурні та часові залежності при швидкостях теплоносія 0,2÷0,4 м/с. Значне зниження температури в свердловині та на виході спостерігалося при швидкості теплоносія 0,35 м/с протягом однієї години. Дослідження, проведене на основі отриманих даних, дозволяє досягти вищої оптимальної продуктивності буріння в порівнянні зі звичайними установками.

Ключові слова: електрогідравлічне буріння, свердловина, теплообмінник, розрядна напруга, енергія руйнування, моделювання.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.285697

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБМОЛОТУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА (с. 104–117)

Nukhtar Umbataliyev, Gulbarshyn Smailova, Meirambay Toilybayev, Kazybek Sansyzbayev, Sholpan Koshanova, Sholpan Bekmukhanbetova

Для покращення експлуатаційних якостей рисового комбайна запропоновано ввести в процес передмолочної підготовки рисової біомаси додаткові інноваційні операції з випереджальним відбором насіння, що підвищує сепарацію насіння, зменшує травматизм, формує стабільну роботу молотильно-сепаруючого пристрою зернозбирального комбайна.

Модернізована дозаторна камера є рішенням для забезпечення стабільної рівномірної подачі відсортованої біомаси в молотильний сепараційний пристрій. Оснащений пакетом інструментів – камерою живлення комбайна, яка перетворюється на обладнання керування ходом для вхідного потоку біомаси.

Рух обмолоту всередині зміненої геометрії живильної камери з інструментами ефективно впливає на стеблину, волоть рису – стяжку, і приводить режим вібрації біомаси і призводять до динамічного відокремлення насіння рису до молотильного ротора. Вібрація (підкидання) біомаси дозволяє вільному проходженню насіння рису через стебло на дно живильної камери.

Програма розробки інноваційних приводних пристроїв багатофункціонального рисозбирального комбайна передбачала розробку передвиробничої дослідницької програми, що забезпечує інформацію про втрати врожаю при різних збираннях рису, їх розділення між основними агрегатами комбайна – колектором, шнеком, елеватором, молотаркою. Пропонується об'єднати в єдиному комплексі всі контрольні параметри, підпорядкувавши їх дії, в активний керуючий пристрій технологічного процесу, що впливає на форму валків, що формуються з різних сортів рису, і на врожайність рису.

Ключові слова: зернозбиральний комбайн, живильна камера, технологічний процес, оптимізація, робочий орган, біомаса.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.281426

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ РОЗКРІЙНИХ СХЕМ ДЕТАЛЕЙ ГАЛАНТЕРЕЙНИХ ВИРОБІВ (с. 118–124)

В. І. Чупринка, Т. І. Демківська, Н. В. Чупринка, Є. О. Демківський, Б. В. Науменко

Об'єктом дослідження є технологічний процес розкрою матеріалів прямокутної форми на деталі галантерейних виробів.

Представлена математична постановка задачі пошуку розкрійних схем матеріалів прямокутної форми на деталі галантерейних виробів. Описані структурні компоненти цієї задачі та її математична модель.

Запропонований метод реалізації поставленої задачі, який містить наступні етапи:

– генерування розкладок;

– генерування множини допустимих секцій одної деталі, із комбінації двох деталей та із комбінації трьох деталей виробу;

– генерування розкрійних схем матеріалів прямокутної форми на деталі галантерейних виробів із комбінації спроєктованих секцій.

Для кожного із етапів поставленої задачі запропоновані алгоритми реалізації. Запропоновані алгоритми були використані при розробці інформаційно-технологічногозабезпечення пошуку розкрійних схем матеріалів прямокутної форми на деталі галантерейних виробів.

Інформаційно-технологічнезабезпечення, що було запропоноване, дозволяє створювати графічні візуалізації раціональних розкрійних схем і зберігати їх у файлі. Ця можливість дозволяє автоматизованим розкрійним комплексам використовувати інформацію про такі схеми.

Розроблене інформаційно-технологічне забезпечення було протестовано на деталях галантерейних виробів та показало свою ефективність. Це інформаційно-технологічнезабезпечення можна успішно використовувати на підприємствах галантереї в підготовчо-розкрійному виробництві та підвищить використання матеріалу при розкрою на 1.5–2.5 %.

Таким чином, запропоноване інформаційно-технологічне забезпечення дозволяє вдосконалити технологічний процес проєктування раціональних схем розкрою на деталі галантерейних виробів.

Ключові слова: раціональний розкрій, схеми розкрою, галантерейні вироби.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284387

ВИЗНАЧЕННЯ ПРИРОДИ ДЕФЕКТІВ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БЕЗПЕРЕРВНОЛИТИХ ТРУБНИХ ЗАГОТОВОК ДЛЯ НАФТОГАЗОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ (с. 125–133)

Arif Mammadov, Agil Babaev, Nizami Ismailov, Mukhtar Huseinov, Faig Guliyev

У роботі представлені результати досліджень дефектів, що виникають при виробництві безперервнолитих трубних заготовок для нафтогазової промисловості. Показано, що використання технології безперервного розливу трубних заготовок у порівнянні з традиційними методами заливання рідкої сталі у форму має ряд переваг, серед яких висока продуктивність технологічного процесу. Однак було відзначено, що в багатьох випадках у структурі сталі безперервнолитих трубних заготовок спостерігається аномально високий ступінь забруднення неметалевими включеннями.

Виявлено, що найбільшими включеннями є оксиди кремнію та марганцю. На поверхні труб присутні дефекти у вигляді плен, поблизу яких є великі неметалеві включення. На поверхні плен виявлено наявність оксидів заліза у вигляді окалини, що є наслідком вторинного окислення металу киснем повітря.

Визначено механізм утворення плен та зневуглецьованих смуг у трубних заготовках, що полягає в утворенні дефектів у вигляді подряпин і тріщин на поверхні перед прокаткою. Ці дефекти при нагріванні під прокат призводять до окислення металу й утворення окалини на поверхні трубних заготовок. Представлені результати експериментальних досліджень з розробки рекомендацій щодо підвищення якості вихідного металу безшовних труб для нафтогазової промисловості. Вивчення мікроструктури сталі та оцінка її забрудненості неметалевими включеннями проводилися на оптичному та електронному мікроскопах, а механічні властивості трубних заготовок вивчалися стандартними методами.

Ключові слова: трубна сталь, неметалеві включення, поздовжні тріщини, нафтогазова промисловість, безперервний розлив.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284884

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАННЯ ЛУНКИ В ЗОНІ ГОРІННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ДУГИ ПРИ ПОЗАПІЧНІЙ ОБРОБЦІ СТАЛІ (с. 134–142)

В. О. Рубан, О. М. Стоянов, К. Г. Нізяєв, Є. В. Синегін, С. В. Журавльова, Х. В. Малій

Об'єкт дослідження – зона взаємодії графітованого порожнистого електрода (ГПЕ) з металевою ванною на установці «ківш-піч».

Встановлено закономірності формування геометричних параметрів лунки з метою подальшої оцінки теплообміну під електродом в зоні горіння дуги за різних умов роботи установки «ківш-піч».

Розроблено методику експерименту та створено лабораторну установку для проведення фізичного моделювання на холодній моделі. Розраховані значення геометричних параметрів лунки утвореної від електродугового розряду в піделектродній зоні. Зокрема, площа криволінійної поверхні лунки дорівнює близько 0,2 м^2 при глибині 40 мм. Встановлено закономірності формування геометрії лунки при вдуванні газу каналом ГПЕ, зокрема щодо площі і глибини лунки. Так, при витрат газу 3–20 м^3/год і висоті шлакового покрову 100 мм площа сягає 0,28–0,5 м^2, при цьому глибина лунки склала від 5 см до 19 см відповідно. Встановлені раціональні витрати газу, що подається каналом графітованого порожнистого електрода, які для шлакового покрову 100 мм складають 3–6 м^3/год і для шлакового покрову 200 мм – 6–10 м^3/год.

Досліджено особливості формування лунки металу в піделектродній зоні за умов подачі газу каналом графітованого порожнистого електрода при позапічній обробці сталі на установці «ківш-піч».

Закономірності формування геометрії лунки в зоні горіння дуги, які отримано за допомогою холодного моделювання, в подальшому дадуть змогу виконати розрахунки передачі теплоти від електродугового розряду до металевої ванни. Також це дозволить визначити частку теплоти поглинутої шлаком і металом за умов використання звичайного електрода, та порожнистого з подачею газу його каналом при позапічній обробці сталі на установці «ківш-піч».

Ключові слова: фізичне моделювання, установка «ківш-піч», графітований порожнистий електрод, геометричні параметри лунки.