

ABSTRACT AND REFERENCES

ENGINEERING TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.350626

DEVISING A METHOD FOR ASSESSING THE RESIDUAL RESOURCE AND EFFICIENCY OF TOOL UTILIZATION BASED ON THE ANALYSIS OF DIMENSIONAL WEAR (p. 6–14)**Volodymyr Krupa**Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5634-0053>**Volodymyr Kobelnyk**Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0614-7487>**Denys Viuk**Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5675-8094>**Andrii Zakharii**Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7216-5784>**Mychailo Bei**Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0013-1509>

This study considers a tool rejection system in mechanical engineering production with a single or small-batch type.

The task addressed is to substantiate assessment of the degree of wear of replaceable carbide inserts that are rejected during single and small-scale production based on the results of current diagnostics. The proposed approach could make it possible to track possible failures or premature rejection and unjustified losses based on a qualitative analysis of actual wear using probabilistic-stochastic methods.

A method for assessing the condition of rejected carbide inserts has been proposed, underlying which is measuring their wear on the back surface, transition to dimensional wear, their statistical processing and grouping by wear level.

Experimental studies were conducted on carbide inserts used in a milling cutter during roughing of steels under conditions of cyclic shock loads. It was found that the magnitude of dimensional wear obeys the normal distribution law with the following characteristics: mean value $\bar{h} = 0.08145$ mm, dispersion of scattering $D(h) = 0.00135$ mm², and mean square deviation $\sigma(h) = 0.0375$ mm. Dependences were derived and the percentage composition of rejected inserts was determined: 50.91% of inserts can still be used (with different resources); 1.17% of inserts are excessively worn (which could lead to defects); and 47.91% of inserts are correctly rejected during production.

The proposed methodology could be practically applied without complex measuring equipment and specialized monitoring systems, which makes it suitable for implementation during single and small-scale production. Implementing the method makes it possible to reduce unjustified rejected tools, increase the efficiency of the diagnostic system, and ensure the economy of material resources of an enterprise.

Keywords: average insert resource, efficiency assessment, radial wear, statistical sampling.

References

- Bohachov, Y., Korobtsov, Y., Shevchenko, V. (2018). Method of increasing the reliability of diagnostics of the state of the cutting tool in the automated processing of parts. *Bulletin of Kyiv Polytechnic Institute. Series Instrument Making*, 55 (1), 72–76. [https://doi.org/10.20535/1970.55\(1\).2018.135899](https://doi.org/10.20535/1970.55(1).2018.135899)
- Cantero, J. L., Díaz-Álvarez, J., Miguélez, M. H., Marín, N. C. (2013). Analysis of tool wear patterns in finishing turning of Inconel 718. *Wear*, 297 (1-2), 885–894. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2012.11.004>
- Güven, S., Gökkaya, H., Sur, G., Motorcu, A. R. (2025). Effects of cutting parameters on tool wear in milling inconel 625 superalloys with a SiAlON ceramic and the prediction of tool life. *Ceramics International*, 51 (5), 5646–5658. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2024.12.012>
- Zhu, K., Zhang, Y. (2019). A generic tool wear model and its application to force modeling and wear monitoring in high speed milling. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 115, 147–161. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2018.05.045>
- Buryak, A. V., Buryak, V. G. (2014). Scientific grounds for assessment of work of cutting tools on the analysis of acoustic characteristics of the manufactured and instrumental materials. *Problemy trybolohiyi*, 4, 23–30. Available at: <https://elar.khmnu.edu.ua/items/0a93231b-aa52-46d9-8576-b069437c8328>
- Krehel', R., Krchová, D., Kočiško, M. (2015). Diagnostic Analysis of Cutting Tools using a Temperature Sensor. *Key Engineering Materials*, 669, 382–390. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.669.382>
- Mamurov, E. T. (2022). Problems of control and diagnostics of a cutting tool using a vibroacoustic signal. *Middle European Scientific Bulletin*, 25, 320–324. Available at: <https://archive.org/details/httpscejsr.academicjournal.ioindex.phpjournalarticleview1408/mode/2up?ui=embed&wrapper=false>
- Lamraoui, M., Thomas, M., El Badaoui, M. (2014). Cyclostationarity approach for monitoring chatter and tool wear in high speed milling. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 44 (1-2), 177–198. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2013.05.001>
- Dayam, S., Desai, K. A. (2024). Smart tool wear state and chatter onset identification system for legacy manual drilling machine operators. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 136 (2), 675–692. <https://doi.org/10.1007/s00170-024-14847-3>
- Duro, J. A., Padget, J. A., Bowen, C. R., Kim, H. A., Nassehi, A. (2016). Multi-sensor data fusion framework for CNC machining monitoring. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 66-67, 505–520. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2015.04.019>
- Jaen-Cuellar, A. Y., Osornio-Ríos, R. A., Trejo-Hernández, M., Zamudio-Ramírez, I., Díaz-Saldaña, G., Pacheco-Guerrero, J. P., Antonino-Daviu, J. A. (2021). System for Tool-Wear Condition Monitoring in CNC Machines under Variations of Cutting Parameter Based on Fusion Stray Flux-Current Processing. *Sensors*, 21 (24), 8431. <https://doi.org/10.3390/s21248431>
- Strutynska, I., Kozbur, H., Sorokivska, O., Dmytrotsa, L., Kozbur, I. (2024). Analysis of business structures regarding the level of digital maturity using data mining methods. *The 1st International Workshop on Bioinformatics and Applied Information Technologies 2024*, 241–257. Available at: <https://ceur-ws.org/Vol-3842/paper15.pdf>
- Strutynska, I., Dmytrotsa, L., Kozbur, H., Melnyk, L. (2021). The digital business transformation index determining and monitoring: Development of a national online platform. *The 1st International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems 2021*, 327–334. Available at: <https://ceur-ws.org/Vol-3039/short33.pdf>
- Zhang, C., Zhang, J. (2013). On-line tool wear measurement for ball-end milling cutter based on machine vision. *Computers in Industry*, 64 (6), 708–719. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2013.03.010>

15. Wang, W., Wong, Y. S., Hong, G. S. (2005). Flank wear measurement by successive image analysis. *Computers in Industry*, 56 (8-9), 816–830. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2005.05.009>
16. Chen, H., Cheng, C., Hong, J., Huang, M., Kong, Y., Zheng, X. (2024). An on-machine tool wear area identification method based on image augmentation and advanced segmentation. *Journal of Manufacturing Processes*, 132, 558–569. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2024.10.085>
17. Rizal, M., Ghani, J. A., Nuawi, M. Z., Haron, C. H. C. (2013). Online tool wear prediction system in the turning process using an adaptive neuro-fuzzy inference system. *Applied Soft Computing*, 13 (4), 1960–1968. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2012.11.043>
18. Tobon-Mejia, D. A., Medjaher, K., Zerhouni, N. (2012). CNC machine tool's wear diagnostic and prognostic by using dynamic Bayesian networks. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 28, 167–182. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2011.10.018>
19. Sonali S., P., Sujit S., P., Nikhil, P., Abhishek D., P. (2022). Cutting Tool Condition Monitoring using a Deep Learning-based Artificial Neural Network. *International Journal of Performability Engineering*, 18 (1), 37. <https://doi.org/10.23940/ijpe.22.01.p5.3746>
20. Zaloha, V. O., Zinchenko, R. M. (2012). Study of potential use of an artificial neural network in cutting tools diagnostics system. *Visnyk Sumskoho derzhavnoho universytetu. Seriya Tekhnichni nauky*, 4, 98–110. Available at: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/30032>
21. Tran, M.-Q., Doan, H.-P., Vu, V. Q., Vu, L. T. (2023). Machine learning and IoT-based approach for tool condition monitoring: A review and future prospects. *Measurement*, 207, 112351. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2022.112351>
22. Kryvyi, P. D., Dzyura, V. O., Tymoshenko, N. M., Krupa, V. V. (2014). Technological Heredity and Accuracy of the Cross-Section Shapes of the Hydro-Cylinder Cylindrical Surfaces. Volume 2: Processing. <https://doi.org/10.1115/msec2014-3946>
23. Karmeliuk, H. I. (2007). *Teoriya ymovirnostei ta matematychna statystyka*. Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury, 576.
24. Krupa, V., Tymoshenko, N., Kobelnyk, V., Petrechko, I. (2022). Probability-statistical estimation method of feed influence on the tangential cutting force under turning. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 114 (1), 22–31. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0016.1480>
25. Krupa, V., Kobelnyk, V., Hahaliuk, A., Dzyura, V., Tymoshenko, N. (2024). Improved Method for Determining the Feed Influence on the Tangential Cutting Force During Re-drilling, Countersinking and Boring Based on the Small Sample Theory. *Periodica Polytechnica Mechanical Engineering*, 68 (2), 172–180. <https://doi.org/10.3311/ppme.29952>
26. Nouri, M., Fussell, B. K., Ziniti, B. L., Linder, E. (2015). Real-time tool wear monitoring in milling using a cutting condition independent method. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 89, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ijmactools.2014.10.011>
27. Urenda, J. C., Kosheleva, O., Kreinovich, V. (2022). How to describe measurement errors: A natural generalization of the Central Limit Theorem beyond normal (and other infinitely divisible) distributions. *Advanced Mathematical and Computational Tools in Metrology and Testing XII*, 418–428. https://doi.org/10.1142/9789811242380_0026

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.352153

REVEALING THE EFFECT OF ADDITIVE PRINTING TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON THE ADHESION PROPERTIES OF 3D ELEMENTS INTEGRATED INTO PRINTED SUBSTRATES (p. 15–27)

Tetiana Kyrychok

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

Tetiana Klymenko

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

Maryna Volodko

National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6198-5250>

Vladyslav Doroshchuk

National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9658-3455>

This paper investigates the process that forms an adhesive bond between the polylactic acid (PLA) polymer and textile substrates during direct Fused Deposition Modeling (FDM) printing, which is used to make printed products with integrated 3D elements. The task addressed relates to the insufficient understanding of the influence exerted by the structural characteristics of textile materials and additive printing parameters on the quality and stability of the adhesive layer.

This study has established patterns of interaction between PLA and fabrics of different densities, thicknesses, and surface topographies.

Mechanical pull-off tests were conducted to quantitatively assess the adhesive strength and determine the relationship between the pull-off force and the technological parameters of printing. It is shown that increased extrusion temperatures, average extruder travel speed, and minimum Z-distance between the nozzle and the base enable the formation of a more stable bond. The effect of preliminary application of an adhesive layer was investigated, which in certain cases further increases the adhesive interaction.

The results have made it possible to solve the task by comprehensively taking into account the structural features of textile bases and the physical and technological factors of FDM printing. The identified patterns are explained by a combination of thermomechanical effects during PLA extrusion and the ability of textile fibers to provide micro-mechanical fixation of the polymer.

The findings could be effectively used in the context of the introduction of additive technologies in printing.

Keywords: FDM printing, adhesive strength, polymer composite materials, wear resistance, structural characteristics, quality.

References

1. Liu, J., Sun, L., Xu, W., Wang, Q., Yu, S., Sun, J. (2019). Current advances and future perspectives of 3D printing natural-derived biopolymers. *Carbohydrate Polymers*, 207, 297–316. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.11.077>
2. Raddatz, L., Austerjost, J., Beutel, S. (2017). 3D-Druck: Chancen, Möglichkeiten, Risiken. *Chemie in Unserer Zeit*, 52 (1), 42–50. <https://doi.org/10.1002/ciuz.201700802>
3. Lemi, M. T., Lemu, H. G., Gutema, E. M. (2025). Review of Recent Advancements in 3D Printing Technologies for Textile Applications. *Textile & Leather Review*, 8, 72–104. <https://doi.org/10.31881/tlr.2024.169>
4. Sitotaw, D. B., Ahrendt, D., Kyosev, Y., Kabish, A. K. (2020). Additive Manufacturing and Textiles – State-of-the-Art. *Applied Sciences*, 10 (15), 5033. <https://doi.org/10.3390/app10155033>
5. Amor, N., Noman, M. T., Petru, M. (2021). Classification of Textile Polymer Composites: Recent Trends and Challenges. *Polymers*, 13 (16), 2592. <https://doi.org/10.3390/polym13162592>
6. Tsou, C.-H., Yao, W.-H., Wu, C.-S., Tsou, C.-Y., Hung, W.-S., Chen, J.-C. et al. (2019). Preparation and characterization of renewable composites from Polylactide and Rice husk for 3D printing applica-

- tions. *Journal of Polymer Research*, 26 (9). <https://doi.org/10.1007/s10965-019-1882-6>
7. Gorchachova, M., Mahltig, B. (2021). 3D-printing on textiles – an investigation on adhesion properties of the produced composite materials. *Journal of Polymer Research*, 28 (6). <https://doi.org/10.1007/s10965-021-02567-1>
 8. Krapež Tomec, D., Balzano, A., Žigon, J., Šernek, M., Kariž, M. (2022). The Effect of Printing Parameters and Wood Surface Preparation on the Adhesion of Directly 3D-Printed PLA on Wood. *Journal of Renewable Materials*, 10 (7), 1787–1796. <https://doi.org/10.32604/jrm.2022.019760>
 9. Bogović, S., Čorak, A. (2022). A New Method for Testing the Breaking Force of a Polylactic Acid-Fabric Joint for the Purpose of Making a Protective Garment. *Materials*, 15 (10), 3549. <https://doi.org/10.3390/ma15103549>
 10. Han, Y., Yun, C. (2024). Effect of substrate fabric characteristics on the peel strength of 3D-printed composite fabrics. *Fashion and Textiles*, 11 (1). <https://doi.org/10.1186/s40691-024-00405-8>
 11. Mpofu, N. S., Mwasiagi, J. I., Nkiwane, L. C., Njuguna, D. (2019). Use of regression to study the effect of fabric parameters on the adhesion of 3D printed PLA polymer onto woven fabrics. *Fashion and Textiles*, 6 (1). <https://doi.org/10.1186/s40691-019-0180-6>
 12. Hashemi Sanatgar, R., Campagne, C., Nierstrasz, V. (2017). Investigation of the adhesion properties of direct 3D printing of polymers and nanocomposites on textiles: Effect of FDM printing process parameters. *Applied Surface Science*, 403, 551–563. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2017.01.112>
 13. Koziar, T., Blachowicz, T., Ehrmann, A. (2020). Adhesion of three-dimensional printing on textile fabrics: Inspiration from and for other research areas. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 15. <https://doi.org/10.1177/1558925020910875>
 14. ISO/ASTM 52915:2020. Specification for additive manufacturing file format (AMF) Version 1.2. Available at: <https://www.iso.org/standard/74640.html>
 15. Mekhanichni kharakterystyky. PLA Zhovtyi napivprozoryi. Available at: <https://monofilament.com.ua/ua/products/standartnye-materialy/pla/pla-zheltiy-poluprozhachnyj-o1-75mm-ves0-75kg>
 16. Prajapati, S., Sharma, J. K., Kumar, S., Pandey, S., Pandey, M. K. (2024). A review on comparison of physical and mechanical properties of PLA, ABS, TPU, and PETG manufactured engineering components by using fused deposition modelling. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2024.05.018>
 17. XYZprinting da Vinci Super 3D printer. Specifications. Available at: <https://top3dshop.com/product/xyzprinting-da-vinci-super-3d-printer>
 18. Ekşi, S., Karakaya, C. (2025). Effects of Process Parameters on Tensile Properties of 3D-Printed PLA Parts Fabricated with the FDM Method. *Polymers*, 17 (14), 1934. <https://doi.org/10.3390/polym17141934>
 19. Spoerk, M., Arbeiter, F., Cajner, H., Sapkota, J., Holzer, C. (2017). Parametric optimization of intra- and inter-layer strengths in parts produced by extrusion-based additive manufacturing of poly(lactic acid). *Journal of Applied Polymer Science*, 134 (41). <https://doi.org/10.1002/app.45401>
 20. Popescu, D., Amza, C. G. (2024). 3D Printing onto Textiles: A Systematic Analysis of the Adhesion Studies. *3D Printing and Additive Manufacturing*, 11 (2), e586–e606. <https://doi.org/10.1089/3dp.2022.0100>
 21. Song, X., Ye, Y., Huang, S., Han, X., Huang, Z., Guan, W. et al. (2024). 3D printing of continuous cotton thread reinforced poly(lactic acid). *Scientific Reports*, 14 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-81699-y>
 22. DSTU ISO 139:2007. Textiles. Standard atmospheres for conditioning and testing (ISO 139:2005, IDT). Available at: https://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page?id_doc=50428
 23. DSTU EN 12127:2009. Materialy tekstylni. Tkanyny. Vyznachennia masy na odynitsiu ploshchi z vykorystanniam malykh prob (EN 12127:1997, IDT). Available at: https://docs.dbn.co.ua/4044_1583178494165.html
 24. GOYOJO. Available at: <https://goyojotools.com>
 25. 3D Laser Scanning Confocal Microscope. VK-X series. Available at: https://www.keyence.com/products/microscope/laser-microscope/vk-x100_x200/models/vk-x100k/
 26. Textiles – Determination of thickness of textiles and textile products (ISO 5084:1996) – German version EN ISO 5084:1996. Available at: <https://www.boutique.afnor.org/en-gb/standard/din-en-iso-5084/textiles-determination-of-thickness-of-textiles-and-textile-products-iso-50/eu024254/146707>
 27. Tsyfrovyi indykatoryi tovshchynomir dlia paperu, tkanyny, shkiry, polietylenu 0-25.4 mm (0.01mm) PROTESTER 5317-25. Available at: https://protester.com.ua/531725/?srsltid=AfmBOopTihVbkX-849_3ezHqiMka8a2cGs-f_KJMKMFATeWQnKF4qJd&utm_
 28. ASTM E3-11(2017). Standard Guide for Preparation of Metallographic Specimens. <https://doi.org/10.1520/e0003-11r17>
 29. IsoMet 1000. BUEHLER. Available at: <https://www.buehler.com/products/sectioning/precision-cutters/isomet-1000-precision-cutter/>
 30. Digital Microscope. VHX-6000 series. Available at: <https://www.keyence.eu/products/microscope/digital-microscope/vhx-6000/models/vhx-6000/>
 31. Malengier, B., Hertleer, C., Cardon, L., Van Langenhove, L. (2017). 3D printing on textiles: Testing of adhesion. ITMC2017 - International Conference on Intelligent Textiles and Mass Customisation. Available at: <https://backoffice.biblio.ugent.be/download/8535084/8535085>
 32. Ōzev, M.-S., Ehrmann, A. (2023). Sandwiching textiles with FDM Printing. *Communications in Development and Assembling of Textile Products*, 4 (1), 88–94. <https://doi.org/10.25367/cdatp.2023.4.p88-94>
 33. Testometric. Available at: <https://www.testometric.co.uk/>
 34. Kyrychok, T., Vorobyova, V., Klymenko, T., Bilousova, A., Bardovskiy, B., Volodko, M., Avdiakov, Y. (2025). Investigation of adhesive properties of polymer and paper printed substrates treated with corona discharge. Seventeenth International Conference on Correlation Optics, 10. <https://doi.org/10.1117/12.3088006>
 35. Ehrmann, A., Steinmetz, P. (2021). Influence of elastic 3D printed polymers on the mechanical properties and tribology of textile fabrics. *Communications in Development and Assembling of Textile Products*, 2 (2), 115–122. <https://doi.org/10.25367/cdatp.2021.2.p115-122>
 36. Wojtyła, S., Klama, P., Baran, T. (2017). Is 3D printing safe? Analysis of the thermal treatment of thermoplastics: ABS, PLA, PET, and nylon. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 14 (6), D80–D85. <https://doi.org/10.1080/15459624.2017.1285489>

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.352512

DETERMINING THE IMPACT OF WELDING PARAMETERS ON THE ARC STABILITY OF DRAWN ARC SUBMERGED WELDING FOR REINFORCING RODS A500C (p. 28–38)

Yuriy Yaros

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5274-3514>

Dmytro Hladchenko

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7948-6079>

Stanislav Drahan

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8634-782X>

Stability of the electric arc process during welding has been investigated in this study. A weld seam is produced in 2–4 seconds only, so the quality of connection directly depends on the stability of welding arc burning. The features of the electric arc process are determined by a combination of welding mode parameters: current, welding duration, lifting height, and preliminary rod departure. Establishing the mode parameters that enable stable arc burning is a complex practical task, solving which by the selection method does not warrant the optimal result.

This paper reports results of investigating the welding of A500C reinforcing bars with a drawn arc in flux. The values of the coefficients of variation in the current and voltage, obtained by statistical processing of the welding arc oscillograms, were chosen as a criterion for quantitative assessment of the stability of the electric arc process. It was established that in the entire range of the studied modes $K_v^I, K_v^U < 20\%$, that is, the electric arc process is stable. The plots of variation coefficients depending on the welding current have extrema that correspond to the most stable welding mode. It is this feature of the variation coefficient function that makes it possible to determine the optimal value for the welding current.

The influence of the welding mode parameters on the weld formation process was investigated. The resulting regression dependences enable predicting the volume of molten metal and, as a result, the geometric dimensions of the weld.

Based on the study's results, an engineering methodology for searching for optimal welding mode parameters was devised. The welding mode parameters for reinforcing bars with a diameter of 16 mm were calculated. The established modes were tested when welding a batch of control samples in the amount of 10 pieces; the result is that the geometric dimensions and shape of the welds meet the requirements from DSTU B V.2.6-169:2011.

Keywords: drawn arc, welding stability, reinforcing bar, variation coefficient, mode optimization.

References

- Bolzenschweissen. Available at: <http://bolzenschweissen.de/images/prospekte/Gesamt21.pdf>
- Abid Al-Sahib, N. K., Abdul Ameer, H. K., Faisal Ibrahim, S. G. (2009). Monitoring and Quality Control of Stud Welding. *Al-Khwarizmi Engineering Journal*, 5 (1), 53–70. Available at: <https://alkej.uobaghdad.edu.iq/index.php/alkej/article/view/520>
- Jones, J. E., Rhoades, V. L., Holverson, T. E., Cuneo, A. N., Madden, S. K. (2012). Pat. No. US9744615B2. Method and system for stud welding. Available at: <https://patents.google.com/patent/US9744615B2>
- Van Allen, K. (1995). Pat. No. US5676867A. Apparatus and method for monitoring and evaluating weld quality. Available at: <https://patents.google.com/patent/US5676867A>
- Hladchenko, D., Dragan, S., Yaros, Y. (2025). Investigation of the stability of the ARC welding process in multi-electrode surfacing. *Materialy XVI Mizhnarodnoi naukovu-tekhnichnoi konferentsiyi "Innovatsiyi v sudnobuduvanni ta okeanotekhnitsi"*, 181–184. Available at: <https://nuos.edu.ua/wp-content/uploads/2025/10/Materiali-konferentsii.pdf>
- Yaros, Yu. O., Hladchenko, D. S., Drahan, S. V., Simutienkov, I. V. (2025). Otsinka stabilnosti protsesu pryvriuvannia stryzhniv iz armaturnoi stali rozziahnutoiu duhoiu pid flusom. *Materialy XV mizhnarodnoi naukovu-praktychnoi konferentsii "Kompleksne zabezpechennia yakosti tekhnolohichnykh protsesiv ta system"*, 48–50. Available at: https://drive.google.com/file/d/1LZk8Efz_0OsYSOPtmLeR8y3PuVnIJeys/view
- Klaric, S., Kladaric, I., Kozak, D., Stoic, A., Ivandic, Z., Samardzic, I. The influence of the stud ARC welding process parameters on the weld penetration. *Scientific Bulletin, Serie C, Volume XXIII, Fascicle: Mechanics, Tribology, Machine Manufacturing Technology*. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/265060649>
- Eyercioğlu, O., Ucar, T. (2024). The effect of ARC stud welding parameters on mechanical properties of docol 1500m advanced high strength steel welding joints. *International Journal of Research – GRANTHAALAYAH*, 12 (7). <https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v12.i7.2024.5730>
- Razzaq, M. K. A., Abood, A. N. (2021). Effect of arc stud welding parameters on the microstructure and mechanical properties of AA6061 and AA5086 aluminium alloys. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 1 (108), 24–34. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.4796>
- Yilmaz, N. F., Hamza, A. A. (2014). Effect of Process Parameters on Mechanical and Microstructural Properties of Arc Stud Welds*. *Materials Testing*, 56 (10), 806–811. <https://doi.org/10.3139/120.110629>
- Zhang, D., Qian, X., Li, X., He, S., Wang, K. (2021). Effects of welding flux on welding quality during arc stud welding process. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 35 (23), 2684–2695. <https://doi.org/10.1080/01694243.2021.1892425>
- Han, Y., Jia, C., He, C., Zhang, M., Maksymov, S., Wu, C. (2023). Investigation on the Metal Transfer and Cavity Evolution during Submerged Arc Welding with X-ray Imaging Technology. *Metals*, 13 (11), 1865. <https://doi.org/10.3390/met13111865>
- Li, K., Wu, Z., Zhu, Y., Liu, C. (2017). Metal transfer in submerged arc welding. *Journal of Materials Processing Technology*, 244, 314–319. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2017.02.004>
- Cho, D.-W., Song, W.-H., Cho, M.-H., Na, S.-I. (2013). Analysis of submerged arc welding process by three-dimensional computational fluid dynamics simulations. *Journal of Materials Processing Technology*, 213 (12), 2278–2291. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2013.06.017>
- Yadav, V., Satnami, G., Bharti, M. (2019). Research of Arc Stability in Submerged Arc Welding Based on SiO₂ and TiO₂ Flux System. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8 (12S), 282–286. <https://doi.org/10.35940/ijitee.I1076.10812s19>
- Zhan, Y., Lu, S., Zheng, Y., Jiang, H., Xiong, S. (2021). Theoretical Study on the Influence of Welding Collar on the Shear Behavior of Stud Shear Connectors. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 25 (4), 1353–1368. <https://doi.org/10.1007/s12205-021-0632-6>
- Drahan, S. V., Hladchenko, D. S., Yaros, Yu. O. (2025). Vykorystannia koefitsiyentu rozplavlennia elektrodu dlia analizu tekhnolohichnoi stabilnosti protsesu zvariuvannia hnuchkykh ankeriv. *Materialy V Mizhnarodnoi konferentsiyi "Innovatsiyi tekhnolohiyi ta inzhnirynh u zvariuvanni"*, 65–68. Available at: <https://zv.kpi.ua/images/stories/polyweld/2025/PolyWeld-2025.pdf>
- Kostin, O. M., Yaros, O. O., Yaros, Y. O., Savenko, O. V. (2021). UPE-500 complex for determining welding and technological characteristics of coated electrodes. *The Paton Welding Journal*, 2021 (8), 33–37. <https://doi.org/10.37434/tpwj2021.08.07>
- Golyakevich, A. A., Orlov, L. N., Maksimov, S. Yu. (2019). Peculiarities of welding process using metal cored wire of TMV5-mk grade. *Automatic Welding*, 6, 60–64. <https://doi.org/10.15407/as2019.06.10>

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.353249

DETERMINING THE OPTIMAL COMPOSITION OF LOW-BASICITY SLAGS USING PEGMATITE FOR ELECTROMELTING PROCESSES (p. 39–50)

Yurii Proidak

Ukrainian State University

of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7380-055X>

Anton Gorobets

Ukrainian State University of Science

and Technologies, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1113-0954>

Oleksandr Zhadanos

Ukrainian State University of Science
and Technologies, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9533-9933>

Mariia Rybalchenko

Ukrainian State University of Science
and Technologies, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5162-5201>

This study focuses on the process of slag formation and its performance during steelmaking using carbon charge, when remelting alloyed scrap in electric steelmaking units, and in secondary metallurgy units. One of the relevant issues is the use of alternative materials, such as alkali aluminosilicates, capable of replacing conventional slag components without compromising the quality of the slag.

This study reports scientifically proven conditions for replacing fluorspar in the composition of slags used in remelting technologies and secondary metallurgy with domestic mineral raw materials – pegmatites, which contain up to 10–15% of the total alkali metal oxides Na₂O and K₂O.

The effect of Na₂O and K₂O on the rheological characteristics of the slag melt in the CaO-SiO₂+(Na₂O, K₂O) system has been confirmed. A series of experimental meltings was carried out to establish the slag-forming regime in a ladle-furnace when fluorspar in the solid slag-forming mixture is completely replaced with pegmatites.

A comparative analysis of the compositions of refining slags for the current industrial technology and the experimental technology has been performed. A significant increase in slag fluidity and a desulfurization level of the metal comparable to that of the current technology were established, despite a decrease in slag basicity to 1.8–2.0, which is consistent with the requirements of remelting technologies. Chemical analysis of the metal and slag compositions was conducted for the experimental meltings at the stages of semi-product melting and steel treatment in the ladle furnace. The metal from the experimental meltings fully met the requirements of the normative and technical documentation.

Thus, this work provides a theoretical justification for an innovative secondary-metallurgy technology using alkali aluminosilicate pegmatite as a part of slag forming mixtures. The metal quality indicators in terms of sulfur content confirm the effectiveness of the devised technology with partial or complete replacement of fluorspar with pegmatite during remelting or secondary steelmaking.

Keywords: pegmatite, electric arc steel remelting, rheological properties of slag, refining of the melting.

References

- Li, S., Kong, L., Xu, Z. (2023). Effect of refining slag compositions on its melting property and desulfurization. *High Temperature Materials and Processes*, 42 (1). <https://doi.org/10.1515/htmp-2022-0293>
- Li, T., Li, G., Zhang, Z., Liu, Y., Wang, X. (2022). Fluoride vaporization and crystallization of CaF₂-CaO-Al₂O₃-(La₂O₃) slag for vacuum electroslag remelting. *Vacuum*, 196, 110807. <https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2021.110807>
- Peng, L., Jiang, Z., Geng, X., Liu, F., Li, H. (2019). Effect of B₂O₃ on the Crystallization Behavior of CaF₂-Based Slag for Electroslag Remelting 9CrMoCoB Steel. *Metals*, 9 (12), 1331. <https://doi.org/10.3390/met9121331>
- An, B., Gu, Y., Ju, J., He, K. (2023). Fluoride Evaporation of Low-Fluoride CaF₂-CaO-Al₂O₃-MgO-TiO₂-(Na₂O-K₂O) Slag for Electroslag Remelting. *Materials*, 16 (7), 2777. <https://doi.org/10.3390/ma16072777>
- Huang, J., Zhang, L., Yu, W., Chen, J., Le, C., Ren, S. (2024). Extraction of Rare Earth and CaF₂ from Rare Earth Calcium Thermal Reduction

Slag by Using CaO Roasting–Acid Leaching Method. *Minerals*, 14 (10), 1001. <https://doi.org/10.3390/min14101001>

- Belashchenko, D. K., Ostrovski, O. I., Skvortsov, L. V. (2001). Molecular dynamics simulation of binary CaO–FeO, MgO–SiO₂, FeO–SiO₂, CaO–SiO₂ and ternary CaO–FeO–SiO₂ systems. *Thermochimica Acta*, 372 (1-2), 153–163. [https://doi.org/10.1016/s0040-6031\(01\)00451-8](https://doi.org/10.1016/s0040-6031(01)00451-8)
- Zhao, Q., Mei, X., Gao, L., Zhang, J., Wang, Z., Sun, L. et al. (2021). Fundamental Research on Fluorine-Free Ladle Furnace Slag for Axle Steel of Electric Multiple Unit Vehicles. *Metals*, 11 (12), 1973. <https://doi.org/10.3390/met11121973>
- Proidak, Yu. S., Gorobets, A. P., Zhadanos, O. V., Kamkina, L. V., Yaroshenko, Ya. O. (2025). Physical and chemical audits and comparative analyses of scrap remelting technology indicators for high-alloyed steel with special purposes using the duplex-slag process and the resource-saving mono-slag process. *Theory and Practice of Metallurgy*, 1, 67–72. <https://doi.org/10.15802/tpm.1.2025.09>
- Janciková, Z., Švec, P. (2008). Prediction of chemical composition of refining slag with exploitation of artificial neural networks. *Cybernetic letters: informatics, cybernetics and robotics*, 2. Available at: <http://www.cybletter.cz/index.php?id=67>
- Tretiakov, Yu. I., Martyniuk, V. I., Subotin, A. V. et al. (2007). *Mineralni resursy Ukrainy ta svitu*. Kyiv, 560.
- Claguesin, J., Gibilaro, M., Massot, L., Lemoine, O., Bourges, G., Chamelot, P. (2021). Thermodynamic Properties of CaCl₂-CaF₂-CaO System: Phase Diagram Investigation. *Materials Sciences and Applications*, 12 (04), 139–151. <https://doi.org/10.4236/msa.2021.124009>
- Allibert, M. (1005). *Slag Atlas*. Verlag Stahleisen, 616.
- Chuiko, N. M., Rutkovskiy, V. B. et al. (1978). Nova tekhnolohiya vyplavky sharykopydshyynykovoi stali ShKh15 pid bilym shlakom. *Visnyk vuziv. Chorna metalurhiya*, 1, 38–43.
- Cho, M. K., Cheng, J., Park, J. H., Min, D. J. (2010). Hot Metal Desulfurization by CaO–SiO₂–CaF₂–Na₂O Slag Saturated with MgO. *ISIJ International*, 50 (2), 215–221. <https://doi.org/10.2355/isijinternational.50.215>
- Berezhnyi, A. S. (1970). Bahatokomponentni systemy oksydiv. Kyiv, 544.

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.353110

IDENTIFICATION OF THE INFLUENCE OF THE ROTATIONAL MOTION OF A VIBROPRILLER BASKET ON MELT JETS AND DROPLETS OF MINERAL FERTILIZERS IN A PRILLING TOWER (p. 51–58)

Vsevolod Sklabinskyi

Sumy State University, Sumy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9388-5861>

Andrii Karutskiy

Sumy State University, Sumy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1245-0116>

This study investigates the motion of melt jets, droplets, and prills of mineral fertilizers in the working space of a prilling tower. A specific feature of the process is the presence of a rotational velocity component caused by the rotation of the vibropriller basket.

At the design stage of prilling equipment, the influence of basket rotation on the motion of jets, droplets, and prills, as well as their aerodynamic interaction with the air flow, is considered only to a limited extent in most existing models of prilling systems.

A prilling tower with an internal diameter of 24 m, a prill flight height of 80 m, and a melt load of 175 t/h was adopted as the calculation model. The results showed that a basket rotation speed of 180 rpm provides the most effective radial expansion of the melt plume. Droplet trajectories were constructed; the horizontal and ver-

tical velocity components were determined for different vibropriller basket configurations.

The results were obtained by numerically solving a system of differential motion equations considering initial melt outflow conditions, geometric parameters, and basket rotation speed. A quantitative relationship between basket rotation parameters and aerodynamic conditions of particle motion through changes in relative phase velocity was established.

The adopted approach could be applied at the design stage of high capacity prilling equipment to select basket configuration and rotation regimes. The resulting correlations make it possible to predict prill trajectories and prevent adhesion of non-crystallized melt to the internal tower surfaces. Elimination of secondary droplet breakup conditions reduces dust formation and stabilizes the particle size distribution of the product.

Keywords: prilling tower, vibropriller, basket, melt plume, rotational motion, relative velocity.

References

- Yurchenko, O., Sklabinskiy, V., Ochowiak, M., Ostroha, R., Gusak, O. (2022). Rational Choice of a Basket for the Rotational Vibropriller. *Journal of Engineering Sciences*, 9 (1), F16–F20. [https://doi.org/10.21272/jes.2022.9\(1\).f3](https://doi.org/10.21272/jes.2022.9(1).f3)
- Skydnenko, M., Sklabinskiy, V., Saleh, S., Barghi, S. (2017). Reduction of Dust Emission by Monodisperse System Technology for Ammonium Nitrate Manufacturing. *Processes*, 5 (3), 37. <https://doi.org/10.3390/pr5030037>
- Skydnenko, M., Sklabinskiy, V., Nadhem, A.-K. M., Nichvolodin, K. (2021). Determination of granule (prill) movement modes in the prilling tower for mineral fertilizer production. *Technology Audit and Production Reserves*, 5 (3 (61)), 6–9. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.241142>
- Saleh, S. N., Barghi, S. (2016). Reduction of fine particle emission from a prilling tower using CFD simulation. *Chemical Engineering Research and Design*, 109, 171–179. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2016.01.017>
- Broumand, M., Birouk, M. (2016). Liquid jet in a subsonic gaseous crossflow: Recent progress and remaining challenges. *Progress in Energy and Combustion Science*, 57, 1–29. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2016.08.003>
- Rahmanian, N., Naderi, S., Supuk, E., Abbas, R., Hassanpour, A. (2015). Urea Finishing Process: Prilling Versus Granulation. *Procedia Engineering*, 102, 174–181. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.01.122>
- Gezerman, A. O. (2020). Mathematical modeling for prilling processes in ammonium nitrate production. *Engineering Reports*, 2 (6). <https://doi.org/10.1002/eng2.12173>
- Kasmaiee, Si., Tadjfar, M., Kasmaiee, Sa., Ahmadi, G. (2024). Linear stability analysis of surface waves of liquid jet injected in transverse gas flow with different angles. *Theoretical and Computational Fluid Dynamics*, 38 (1), 107–138. <https://doi.org/10.1007/s00162-024-00685-2>
- Kong, L., Lan, T., Chen, J., Wang, K., Sun, H. (2020). Breakup Processes and Droplet Characteristics of Liquid Jets Injected into Low-Speed Air Crossflow. *Processes*, 8 (6), 676. <https://doi.org/10.3390/pr8060676>
- Guildenbecher, D. R., López-Rivera, C., Sojka, P. E. (2009). Secondary atomization. *Experiments in Fluids*, 46 (3), 371–402. <https://doi.org/10.1007/s00348-008-0593-2>
- Jackiw, I. M., Ashgriz, N. (2021). On aerodynamic droplet breakup. *Journal of Fluid Mechanics*, 913. <https://doi.org/10.1017/jfm.2021.7>
- Eggers, J., Villermaux, E. (2008). Physics of liquid jets. *Reports on Progress in Physics*, 71 (3), 036601. <https://doi.org/10.1088/0034-4885/71/3/036601>
- Jain, M., Prakash, R. S., Tomar, G., Ravikrishna, R. V. (2015). Secondary breakup of a drop at moderate Weber numbers. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 471 (2177), 20140930. <https://doi.org/10.1098/rspa.2014.0930>
- Pourrousta, M., Larimi, M. M., Biglarian, M., Hedayati, P. (2023). Liquid Jet Breakup and Penetration in a Gas Cross-Flow -An Experimental Study. *Experimental Techniques*, 48 (3), 449–459. <https://doi.org/10.1007/s40799-023-00668-8>
- Boggavarapu, P., Ramesh, S. P., Avulapati, M. M., RV, R. (2021). Secondary breakup of water and surrogate fuels: Breakup modes and resultant droplet sizes. *International Journal of Multiphase Flow*, 145, 103816. <https://doi.org/10.1016/j.ijmultiphaseflow.2021.103816>
- Sklabinskiy, V., Gusak, O., Yurchenko, O., Nichvolodin, K. (2024). Features of placement of several rotating vibrating granulators (OVG) in one granulation tower. *Pratsi Tavriyskoho Derzhavnoho Ahrotekhnolohichnoho Universytetu Imeni Dmytra Motornoho*, 24 (3), 53–61. <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-3-4>
- Nemati, H., Shekoohi, S. A. (2020). Particle number balance approach for simulation of a multi-chamber fluidized bed urea granulator; Modeling and validation. *Powder Technology*, 369, 96–105. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.05.010>

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.352272

UNVEILING THE ROOT CAUSE FAILURE 3-1/2" PARTED DRILL IN ONSHORE ENVIRONMENT (p. 59–69)

Sidhi Aribowo

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7255-1931>

Johny Soedarsono

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6051-2866>

Sopar Simanullang

Pertamina Drilling Services Indonesia, Jakarta, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6551-4816>

Ario Oktora

Pertamina Drilling Services Indonesia, Jakarta, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0417-0042>

Warneri

Pertamina Drilling Services Indonesia, Jakarta, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8552-1634>

Rini Riastuti

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3431-0413>

Agus Kaban

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9706-0506>

The object of this study is HSS API 5DP Gr 105 which has been used as drill pipe and was found leak during drilling activity, causing a delay in the delivery of drilling products. The interaction among the high partial pressure of H₂S, a high-hardness material, and the injection of high-density completion fluid (HDCF) remains poorly understood, leading to sulfide stress cracking. Despite offering substantial benefits, the detected trace amounts of hydrogen and sulfur indicate a localized corrosion, which can lead to unprecedented drilling shutdowns and consequently impose greater operational costs. Recently, the API 5DP 3-1/2" drill pipe experienced failure with a significant hardness value of 26 HRC, exceeding the standard specified by NACE MR 0175. The material was in service in rich H₂S gas well, where HDCF was injected to maintain hydrostatic pressure and serve as a control fluid. Multiple field and laboratory investigations

have been undertaken to identify the root cause of this failure, including visual inspections, macrophotography, chemical composition analysis, completion fluid testing, tensile testing, metallography, and SEM-EDX analysis. The shear-slip and step-like markings on the failed material clearly indicate a brittle nature, correlating with a noticeable tensile strength of 907.80 MPa and an elongation limit of 18.18%. The increase in hardness beyond 22 HRC indicates susceptibility to sulfide stress cracking (SSC) where the hydrogen permeation increases with the increasing H₂S partial pressure. These facts align with water chemistry analysis results to show S²⁻ and HS⁻ levels exceeding one ppm. Additionally, metallography reveals intergranular cracking in the tempered martensite, likely initiated at a local stress concentrator before propagating and confirmed by scanning electron microscope (SEM) images.

Keywords: sulfide stress cracking, hydrogen embrittlement, sulfur content, drill pipe failure.

References

- Manzano-Ruiz, J. J., Carballo, J. G. (2024). Multiphase Transport of Hydrocarbons in Pipes. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781119888543>
- Kaban, A. P. S., Soedarsono, J. W., Mayangsari, W., Anwar, M. S., Maksum, A., Ridhova, A., Riastuti, R. (2023). Insight on Corrosion Prevention of C1018 in 1.0 M Hydrochloric Acid Using Liquid Smoke of Rice Husk Ash: Electrochemical, Surface Analysis, and Deep Learning Studies. *Coatings*, 13 (1), 136. <https://doi.org/10.3390/coatings13010136>
- Tamalmani, K., Husin, H. (2020). Review on Corrosion Inhibitors for Oil and Gas Corrosion Issues. *Applied Sciences*, 10 (10), 3389. <https://doi.org/10.3390/app10103389>
- Luo, S., Liu, M., Shen, Y., Lin, X. (2019). Sulfide Stress Corrosion Cracking Behavior of G105 and S135 High-Strength Drill Pipe Steels in H₂S Environment. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 28 (3), 1707–1718. <https://doi.org/10.1007/s11665-019-03913-7>
- Han, Y., Zhao, X., Bai, Z., Yin, C. (2014). Failure Analysis on Fracture of a S135 Drill Pipe. *Procedia Materials Science*, 3, 447–453. <https://doi.org/10.1016/j.mspro.2014.06.075>
- Plessis, G. J., Uttecht, A., Pink, T., Hehn, L., Jellison, M. J., Vinson, B. (2016). An Innovative Pipe Grade to Enhance Reach of Deeper Prospects in Sour Fields. IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology Conference. <https://doi.org/10.2118/180612-ms>
- Tale, S., Ahmed, R., Elgaddafi, R., Teodoru, C. (2021). Sulfide Stress Cracking of C-110 Steel in a Sour Environment. *Corrosion and Materials Degradation*, 2 (3), 376–396. <https://doi.org/10.3390/cmd2030020>
- Al-Mansour, M., Alfantazi, A. M., El-boujdaini, M. (2009). Sulfide stress cracking resistance of API-X100 high strength low alloy steel. *Materials & Design*, 30 (10), 4088–4094. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2009.05.025>
- Vakili, M., Koutnik, P., Kohout, J. (2024). Addressing Hydrogen Sulfide Corrosion in Oil and Gas Industries: A Sustainable Perspective. *Sustainability*, 16 (4), 1661. <https://doi.org/10.3390/su16041661>
- Taravel-Condât, C., Desamais, N. (2006). Qualification of High Strength Carbon Steel Wires for Use in Specific Annulus Environment of Flexible Pipes Containing CO₂ and H₂S. Volume 3: Safety and Reliability; Materials Technology; Douglas Faulkner Symposium on Reliability and Ultimate Strength of Marine Structures, 585–591. <https://doi.org/10.1115/omae2006-92394>
- Ning, J., Li, H., Yoon, Y., Srinivasan, S. (2019). Review of Key Factors Related to Sour Service Material Selection for HPHT Oil & Gas Production Applications. *CORROSION* 2019, 1–13. <https://doi.org/10.5006/c2019-13400>
- ISO 15156-1:2009(en). Petroleum and natural gas industries – Materials for use in H₂S-containing environments in oil and gas production – Part 1: General principles for selection of cracking-resistant materials.
- Silva, C. A., Varela, L. B., Kolawole, F. O., Tschiptschin, A. P., Panossian, Z. (2020). Multiphase-flow-induced corrosion and cavitation-erosion damages of API 5L X80 and API 5DP grade S steels. *Wear*, 452-453, 203282. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2020.203282>
- Zheng, Y., Zhang, Y., Sun, B., Zhang, B., Zhang, S., Jin, S. et al. (2024). Corrosion Behavior and Mechanical Performance of Drill Pipe Steel in a CO₂/H₂S-Drilling-Fluid Environment. *Processes*, 12 (3), 502. <https://doi.org/10.3390/pr12030502>
- Yu, Z., Zeng, D., Hu, S., Zhou, X., Lu, W., Luo, J. et al. (2022). The failure patterns and analysis process of drill pipes in oil and gas well: A case study of fracture S135 drill pipe. *Engineering Failure Analysis*, 138, 106171. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2022.106171>
- Li, X., Lv, W., Li, M., Zhang, K., Xu, Z., Yuan, J. et al. (2024). Sulfide stress corrosion cracking in L360QS pipelines: A comprehensive failure analysis and implications for natural gas transportation safety. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, 212, 105324. <https://doi.org/10.1016/j.ijpvp.2024.105324>
- Paul, S. K., Stanford, N., Hilditch, T. (2015). Effect of martensite volume fraction on low cycle fatigue behaviour of dual phase steels: Experimental and microstructural investigation. *Materials Science and Engineering: A*, 638, 296–304. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2015.04.059>
- Liu, M., Yang, C. D., Cao, G. H., Russell, A. M., Liu, Y. H., Dong, X. M., Zhang, Z. H. (2016). Effect of microstructure and crystallography on sulfide stress cracking in API-5CT-C110 casing steel. *Materials Science and Engineering: A*, 671, 244–253. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2016.06.034>
- Hazra, M., Rao, A. S., Singh, A. K. (2023). Corrosion Fatigue Failure of Exhaust Valve of a Diesel Generator. *Journal of Failure Analysis and Prevention*, 23 (4), 1402–1412. <https://doi.org/10.1007/s11668-023-01663-2>
- Zhou, G. Y., Cao, G. H., Dong, X. M., Zhang, Z. H. (2025). Tailoring the mechanical property and sulfide stress corrosion cracking resistance of rare earth doped casing steel by tempering treatment. *Corrosion Science*, 245, 112699. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2025.112699>
- Treseder, R. S., Swanson, T. M. (1968). Factors in Sulfide Corrosion Cracking of High Strength Steels. *Corrosion*, 24 (2), 31–37. <https://doi.org/10.5006/0010-9312-24.2.31>
- Westin, E. M., Warchomicka, F. G. (2022). Solidification cracking in duplex stainless steel flux-cored arc welds Part 2 – susceptibility of 22Cr all-weld metals under high restraint. *Welding in the World*, 66 (12), 2425–2442. <https://doi.org/10.1007/s40194-022-01389-z>
- Grobner, P. J., Sponseller, D. L., Diesburg, D. E. (1978). Effect of Molybdenum Content on the Sulfide Stress Cracking Resistance of AISI 4130-Type Steel with 0.035% Cb. *CORROSION* 1978, 1–21. <https://doi.org/10.5006/c1978-78040>
- Liu, Y.-W., Zhang, J., Lu, X., Liu, M.-R., Wang, Z.-Y. (2020). Effect of Metal Cations on Corrosion Behavior and Surface Structure of Carbon Steel in Chloride Ion Atmosphere. *Acta Metallurgica Sinica (English Letters)*, 33 (9), 1302–1310. <https://doi.org/10.1007/s40195-020-01032-0>
- Lynch, S. (2012). Hydrogen embrittlement phenomena and mechanisms. *Corrosion Reviews*, 30 (3-4), 105–123. <https://doi.org/10.1515/corrrev-2012-0502>
- Shi, X.-B., Yan, W., Wang, W., Zhao, L.-Y., Shan, Y.-Y., Yang, K. (2015). HIC and SSC Behavior of High-Strength Pipeline Steels. *Acta Metallurgica Sinica (English Letters)*, 28 (7), 799–808. <https://doi.org/10.1007/s40195-015-0257-1>
- Li, J., Zhou, E., Xie, F., Li, Z., Wang, F., Xu, D. (2025). Accelerated stress corrosion cracking of X80 pipeline steel under the combined effects of sulfate-reducing bacteria and hydrostatic pressure. *Corrosion Science*, 243, 112593. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2024.112593>

28. Chen, J., Qin, Z., Martino, T., Shoesmith, D. W. (2017). Non-uniform film growth and micro/macro-galvanic corrosion of copper in aqueous sulphide solutions containing chloride. *Corrosion Science*, 114, 72–78. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2016.10.024>
29. Guan, G., Wang, X., Xin, M., Sun, C., Zhang, Q., He, J. (2024). Study on the Bonding Performance of BFRP Bars with Seawater Sand Concrete. *Materials*, 17 (3), 543. <https://doi.org/10.3390/ma17030543>
30. Jiang, H., Ye, Y., Lai, S.-Y. (2023). Behavior of seawater sea sand concrete-filled plastic-lined steel tube stub columns under axial compression. *Structures*, 58, 105577. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.105577>

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.352434

DETERMINING THE EFFECT OF TRANSFORMABLE AIR DUCTS AND A HEAT-REFLECTING SCREEN INSIDE THEM ON THE THERMAL-HUMIDITY CONDITION OF THE CORNER ELEMENT CONSIDERING SIGNIFICANT SEASONAL TEMPERATURE GRADIENTS (p. 70–80)

Nurlan Zhababay

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

Ulzhan Ibraimova

South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9786-1348>

Timur Tursunkululy

South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6215-7677>

Bolat Duissenbekov

South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3476-5218>

Bagdaulet Urmashiev

South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7641-198X>

Akmaral Utelbayeva

South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4771-9835>

Shugyla Shayakmet

South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2903-7038>

This study investigates a corner element in a multi-story building with varying numbers of stories. The task addressed relates to the vulnerability of building corner elements to temperature fluctuations.

The energy efficiency of corner elements in external wall structures of buildings with vertical air ducts and a heat-reflecting screen was numerically evaluated under conditions of significant seasonal temperature gradients and varying numbers of stories.

The thermal and humidity conditions of corner zones in building envelopes, characterized by spatial heat transfer and increased thermal vulnerability, were analyzed. Numerical modeling was performed using the finite element method in the ANSYS programming environment, using coupled heat and moisture transfer calculations under various climatic scenarios. The influence of corner zone geom-

etry and building height on temperature distribution and the risk of condensation in the outer envelope was analyzed.

The study results showed that in winter, pronounced non-uniformity of the temperature field occurs in corner zones due to the thermal bridge effect. Moreover, the relative temperature reduction in the corner zone, compared to straight wall sections, ranges from 7% to 12%. During transitional and summer periods, temperature gradients are significantly reduced, and the influence of building height is insignificant. Analysis of the humidity regime revealed the possibility of short-term condensation without conditions for long-term moisture accumulation.

The results could be used in the design of energy-efficient adaptive external wall structures for buildings in regions with pronounced seasonal temperature fluctuations.

Keywords: energy efficiency, wall structures, heat transfer, numerical modeling, temperature gradients.

References

- Pajek, L., Košir, M. (2021). Exploring Climate-Change Impacts on Energy Efficiency and Overheating Vulnerability of Bioclimatic Residential Buildings under Central European Climate. *Sustainability*, 13 (12), 6791. <https://doi.org/10.3390/su13126791>
- Piggot-Navarrete, J., Blanchet, P., Cabral, M. R., Cogulet, A. (2025). Impact of climate change on the energy demand of buildings utilizing wooden prefabricated envelopes in cold weather. *Energy and Buildings*, 338, 115714. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.115714>
- Al-Shatnawi, Z., Hachem-Vermette, C., Lacasse, M., Ziaemehr, B. (2024). Advances in Cold-Climate-Responsive Building Envelope Design: A Comprehensive Review. *Buildings*, 14 (11), 3486. <https://doi.org/10.3390/buildings14113486>
- Wang, Y., Tian, Y., Zhao, Z., Wang, D., Liu, Y., Liu, J. (2021). Effect of moisture transfer on heat transfer through exterior corners of cooled buildings in hot and humid areas. *Journal of Building Engineering*, 43, 103160. <https://doi.org/10.1016/j.job.2021.103160>
- Evola, G., Gagliano, A. (2024). Experimental and Numerical Assessment of the Thermal Bridging Effect in a Reinforced Concrete Corner Pillar. *Buildings*, 14 (2), 378. <https://doi.org/10.3390/buildings14020378>
- Paz-Pérez, J. A., López-Guerrero, R. E., Carpio, M. (2025). Evaluating the impact of thermal bridges on the thermal performance of concrete and mass timber buildings: Case study in Chile. *Case Studies in Thermal Engineering*, 74, 107014. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2025.107014>
- Zhababay, N., Tagybayev, A., Baidilla, I., Sapargaliyeva, B., Shakeshev, B., Baibolov, K. et al. (2023). Multilayer External Enclosing Wall Structures with Air Gaps or Channels. *Journal of Composites Science*, 7 (5), 195. <https://doi.org/10.3390/jcs7050195>
- dos Santos Pizzatto, S. M., Pizzatto, F., Raupp-Pereira, F., Arcaro, S., Angioletto, E., Klegues Montedo, O. R. (2025). Ventilated facade system: A review. *Boletín de La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 64 (3), 100443. <https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2025.100443>
- Borodulin, V. Yu., Nizovtsev, M. I. (2021). Modeling heat and moisture transfer of building facades thermally insulated by the panels with ventilated channels. *Journal of Building Engineering*, 40, 102391. <https://doi.org/10.1016/j.job.2021.102391>
- Nizovtsev, M. I., Letushko, V. N., Yu. Borodulin, V., Sterlyagov, A. N. (2020). Experimental studies of the thermo and humidity state of a new building facade insulation system based on panels with ventilated channels. *Energy and Buildings*, 206, 109607. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109607>
- Zhababay, N., Bonopera, M., Baidilla, I., Utelbayeva, A., Tursunkululy, T. (2023). Research of Heat Tolerance and Moisture Conditions of New Worked-Out Face Structures with Complete

- Gap Spacings. *Buildings*, 13 (11), 2853. <https://doi.org/10.3390/buildings13112853>
12. Zhangabay, N., Baidilla, I., Tagybayev, A., Sultan, B. (2023). Analysis of Thermal Resistance of Developed Energy-Saving External Enclosing Structures with Air Gaps and Horizontal Channels. *Buildings*, 13 (2), 356. <https://doi.org/10.3390/buildings13020356>
 13. Zhangabay, N., Oner, A., Ibraimova, U., Ibrahim, M. N. M., Tursunkululy, T., Utebayeva, A. (2026). Assessment and Numerical Modeling of the Thermophysical Efficiency of Newly Developed Adaptive Building Envelopes Under Variable Climatic Impacts. *Buildings*, 16 (2), 366. <https://doi.org/10.3390/buildings16020366>
 14. Asan, H. (2006). Numerical computation of time lags and decrement factors for different building materials. *Building and Environment*, 41 (5), 615–620. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.02.020>
 15. Dombaycı, Ö. A., Gölcü, M., Pancar, Y. (2006). Optimization of insulation thickness for external walls using different energy-sources. *Applied Energy*, 83 (9), 921–928. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2005.10.006>
 16. Çomaklı, K., Yüksel, B. (2004). Environmental impact of thermal insulation thickness in buildings. *Applied Thermal Engineering*, 24 (5-6), 933–940. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2003.10.020>
 17. Vasileva, I. L., Nemova, D. V., Vatin, N. I., Fediuk, R. S., Karelina, M. I. (2022). Climate-Adaptive Façades with an Air Chamber. *Buildings*, 12 (3), 366. <https://doi.org/10.3390/buildings12030366>
 18. Cuce, P. M., Cuce, E. (2025). Ventilated Facades for Low-Carbon Buildings: A Review. *Processes*, 13 (7), 2275. <https://doi.org/10.3390/pr13072275>
 19. Lin, Z., Song, Y., Chu, Y. (2022). An experimental study of the summer and winter thermal performance of an opaque ventilated facade in cold zone of China. *Building and Environment*, 218, 109108. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109108>
 20. Milardi, M. (2023). Adaptive Building Technologies for Building Envelopes Under Climate Change Conditions. *Technological Imagination in the Green and Digital Transition*, 695–702. https://doi.org/10.1007/978-3-031-29515-7_62
 21. Grillo, E., Sansotta, S. (2021). Experimentation of a new adaptive model for envelope system. Possible and preferable scenarios of a sustainable future, 5, 166–177. <https://doi.org/10.19229/978-88-5509-232-6/5102021>
 22. Tagybayev, A., Zhangabay, N., Suleimenov, U., Avramov, K., Uspenskiy, B., Umbitaliyev, A. (2023). Revealing patterns of thermophysical parameters in the designed energy-saving structures for external fencing with air channels. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (8 (124)), 32–43. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.286078>
 23. Tao, S., Yu, N., Jiang, F., Su, X., Zhao, K. (2023). Correlations for forced convective heat transfer coefficients at the windward building façade with vertical louvers. *Building and Environment*, 242, 110611. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110611>
 24. Tao, S., Yu, N., Ai, Z., Zhao, K., Jiang, F. (2023). Investigation of convective heat transfer at the facade with balconies for a multi-story building. *Journal of Building Engineering*, 63, 105420. <https://doi.org/10.1016/j.job.2022.105420>
 25. Vox, G., Blanco, I., Convertino, F., Schettini, E. (2022). Heat transfer reduction in building envelope with green façade system: A year-round balance in Mediterranean climate conditions. *Energy and Buildings*, 274, 112439. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112439>
 26. Zhang, Y., Zhang, L., Meng, Q. (2022). Dynamic heat transfer model of vertical green façades and its co-simulation with a building energy modelling program in hot-summer/warm-winter zones. *Journal of Building Engineering*, 58, 105008. <https://doi.org/10.1016/j.job.2022.105008>
 27. Ismaiel, M., Chen, Y., Cruz-Nogues, C., Hagel, M. (2021). Thermal resistance of masonry walls: a literature review on influence factors, evaluation, and improvement. *Journal of Building Physics*, 45 (4), 528–567. <https://doi.org/10.1177/17442591211009549>
 28. Lv, L. W. (2014). Thermal Analysis Module of ANSYS. *Advanced Materials Research*, 1030-1032, 653–656. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.1030-1032.653>
 29. Anicode, S. V. K., Madenci, E. (2021). Three-dimensional moisture diffusion simulation with time dependent saturated concentration in ANSYS through native thermal and spring elements. *Microelectronics Reliability*, 123, 114167. <https://doi.org/10.1016/j.microrel.2021.114167>
 30. Theodosiou, T., Tsikaloudaki, K., Bikas, D., Aravantinos, D., Kontoleon, K. (2014). Assessing the use of simplified and analytical methods for approaching thermal bridges with regard to their impact on the thermal performance of the building envelope. Conference: World Sustainable Building Conference WSB14. Barcelona. Available at: https://www.researchgate.net/publication/275329693_Assessing_the_use_of_simplified_and_analytical_methods_for_approaching_thermal_bridges_with_regard_to_their_impact_on_the_thermal_performance_of_the_building_envelope
 31. Arends, T., Ruijten, P., Pel, L. (2020). Moisture-induced bending of an oak board exposed to bilateral humidity fluctuations. *Journal of Building Engineering*, 27, 100957. <https://doi.org/10.1016/j.job.2019.100957>
 32. Costanzo, V., Evola, G., Marletta, L. (2016). Energy savings in buildings or UHI mitigation? Comparison between green roofs and cool roofs. *Energy and Buildings*, 114, 247–255. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.04.053>
 33. Zhangabay, N., Oner, A., Rakhimov, M., Tursunkululy, T., Abdikerova, U. (2025). Thermal Performance Evaluation of a Retrofitted Building with Adaptive Composite Energy-Saving Facade Systems. *Energies*, 18 (6), 1402. <https://doi.org/10.3390/en18061402>
 34. Zhangabay, N., Tursunkululy, T., Ibraimova, U., Abdikerova, U. (2024). Energy-Efficient Adaptive Dynamic Building Facades: A Review of Their Energy Efficiency and Operating Loads. *Applied Sciences*, 14 (23), 10979. <https://doi.org/10.3390/app142310979>

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.349295

DEFINING THE PATTERNS OF A JET TAKEOFF SYSTEM OPERATION IN AN AERIAL VEHICLE WITH NOZZLES OF A SPECIAL SHAPE, POWERED BY A GAS-HYDRAULIC ACCUMULATOR (p. 81–95)

Serhii Strutinskiy

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9739-0399>

Dmytro Kostiuk

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5407-1443>

Igor Gryshko

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5709-1359>

Andrii Zilinskiy

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4258-7738>

This paper investigates working processes in a liquid nozzle system powered by a gas-hydraulic accumulator used for aircraft takeoff. The study is aimed at finding regularities in the operation of a hydraulic system, which includes a gas-hydraulic accumulator and nozzles

with a variable cross-sectional shape that operate at variable pressure. These regularities determine the kinematic parameters of an aircraft that is propelled by a liquid nozzle system.

Numerical modeling of the working processes in nozzles of a special shape showed an increase in vortex formation and a more dramatic increase in the velocity in the flow core at the end section of the nozzle. It was established that energy losses for nozzles with a variable cross-sectional shape are 4% greater than for conical nozzles.

The established patterns of the gas-hydraulic accumulator charging and discharging processes have made it possible to determine the optimal ratio between the mass of the liquid and the filled accumulator, equal to 0.23.

It is shown that the maximum amount of energy and liquid is obtained when the nozzles operate at a variable pressure that falls below the initial charging pressure. Based on the nozzle thrust, dependences of the takeoff height, speed, and acceleration of the aircraft on its mass were determined. It was found that at a ratio of aircraft mass to the mass of the gas-hydraulic accumulator of 2.0, the nozzle system provides only horizontal acceleration to the breakaway speed, and when the ratio is less than 0.2, vertical lift and horizontal acceleration to the breakaway speed are achieved.

The results could be used to assess the maximum capabilities of a takeoff system when applying water as the working fluid.

Keywords: aircraft, gas-hydraulic accumulator, liquid jet nozzle, vertical takeoff, computational fluid dynamics, energy characteristics.

References

- Muliadi, J. (2018). An empirical method for the catapult performance assessment of the BPPT-developed UAVs. *Journal of Physics: Conference Series*, 1130, 012033. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1130/1/012033>
- Franky, Z. (2012). Pat. No. US2013068895A1. Device and System for Propelling a Passenger. declared: 10.10.2012; published: 21.03.2013. Available at: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DUS2013068895A1>
- Sutton, G. P., Seifert, H. S. (1950). Rocket Propulsion Elements. *Physics Today*, 3 (2), 31–32. <https://doi.org/10.1063/1.3066790>
- de Iaco Veris, A. (2020). Fundamental Concepts on Liquid-Propellant Rocket Engines. *Fundamental Concepts of Liquid-Propellant Rocket Engines*, 1–61. https://doi.org/10.1007/978-3-030-54704-2_1
- Salenko, O. F., Strutynskiy, V. B., Zahirmiak, M. V. (2005). Efektyvne hidrorizannia. Kremenchuk: KDPU, 488.
- Zhang, Z., Yi, B., Tan, Z. (2021). Numerical Simulation of Flow Field in the Laval Nozzle Based on Euler Equation. *Journal of Physics: Conference Series*, 2012 (1), 012089. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2012/1/012089>
- Huang, F., Mi, J., Li, D., Wang, R. (2020). Impinging Performance of High-Pressure Water Jets Emitting from Different Nozzle Orifice Shapes. *Geofluids*, 2020, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2020/8831544>
- Leon-Quiroga, J., Newell, B., Krishnamurthy, M., Gonzalez-Mancera, A., Garcia-Bravo, J. (2020). Energy Efficiency Comparison of Hydraulic Accumulators and Ultracapacitors. *Energies*, 13 (7), 1632. <https://doi.org/10.3390/en13071632>
- Qin, Z., Liu, K., Zhao, X. (2023). A smooth control allocation method for a distributed electric propulsion VTOL aircraft test platform. *IET Control Theory & Applications*, 17 (7), 925–942. <https://doi.org/10.1049/cth2.12427>
- Fedorets, O. O., Salenko, O. I. (Eds.) (2009). *Hidravlika, hidro- ta pnevmopryvody*. Kyiv: Znanntia, 502.
- Fedorets, V. O., Pedchenko, M. N., Strutynskiy, V. B. et al. (1995). *Hidropryvody ta hidropnevmoavtomatyka*. Kyiv: Vyscha shkola, 463.
- Chen, X., Pan, H., Chen, L. (2025). Effect of Nozzle Geometry on Erosion Characteristics in Abrasive Water Jet: Experimental and Numerical Analysis. *Lubricants*, 13 (3), 132. <https://doi.org/10.3390/lubricants13030132>
- Bladder Accumulators. AS and ASP type. Available at: <https://www.epeitaliana.it/en/product/as-and-asp-type/>

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.351776 DEVISING AN APPROACH TO PROTOTYPING A WORN OR DEFORMED AVIATION PART BASED ON REVERSE ENGINEERING (p. 96–104)

Kateryna Maiorova

National Aerospace University
"Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3949-0791>

Sergiy Zaklinsky

National Aerospace University
"Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3287-5795>

Oleksandra Kapinus

National Aerospace University
"Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0878-1900>

Artem Suslov

National Aerospace University
"Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1831-1862>

Oleksandr Skyba

National Aerospace University
"Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1255-2666>

This study estimates the geometric accuracy of an aviation part's digital model constructed from a portrait. The task addressed is to reproduce the geometry of an aviation part based on its original dimensions.

A procedure is proposed for reconstructing the geometry of aviation parts that have wear or deformation (changes in size and shape from the rated ones) and assessing the accuracy of a digital 3D model using RE methods. An approach to digitizing test parts using RE is suggested in the form of a general algorithm for generating data on a digital 3D model of a test part. The algorithm includes 3D scanning, point cloud processing, polygonal model construction, analysis of "shadow zones", and additional iterations with a change in the position of the part. The latter allowed for high-precision identification of the geometry of the original test part for building a digital 3D model.

The approach was tested on the example of an impeller using a HEXAGON Absolute Arm coordinate measuring machine with an AS-1 laser scanner, which provided a scanning accuracy of ± 0.05 mm and a point density of up to 0.026 mm. Current geometry control and correction of deviations using a color map were carried out at each stage of the algorithm implementation. That has made it possible to minimize errors, eliminate "shadow zones", and restore the lost geometry of the original impeller when building a digital 3D model. The final control of the constructed model showed robustness of the results within the range of ± 0.05 mm.

The results could make it possible to prototype test parts with signs of wear or damage with a reproduced high-precision geometry within the tolerance for the manufactured size.

Keywords: reverse engineering, 3D scanning, geometry reconstruction, geometry accuracy, reconstruction algorithm, digital model, surface control.

References

1. Zong, Y., Liang, J., Pai, W., Ye, M., Ren, M., Zhao, J. et al. (2022). A high-efficiency and high-precision automatic 3D scanning system for industrial parts based on a scanning path planning algorithm. *Optics and Lasers in Engineering*, 158, 107176. <https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2022.107176>
2. Pliuhin, V., Zaklinsky, S., Plankovsky, S., Tsegelnyk, Y. (2023). A digital twin design of induction motor with squirrel-cage rotor for insulation condition prediction. *International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics*, I (14). <https://doi.org/10.17683/ijomam/issue14.22>
3. Montlahuc, J., Ali Shah, G., Polette, A., Pernot, J.-P. (2019). As-scanned Point Clouds Generation for Virtual Reverse Engineering of CAD Assembly Models. *Computer-Aided Design and Applications*, 16 (6), 1171–1182. <https://doi.org/10.14733/cadaps.2019.1171-1182>
4. Stojkic, Z., Culjak, E., Saravanja, L. (2020). 3D Measurement – Comparison of CMM and 3D Scanner. *Proceedings of the 31st International DAAAM Symposium 2020*, 0780–0787. <https://doi.org/10.2507/31st.daaam.proceedings.108>
5. Sikulskyi, V., Maiorova, K., Shypul, O., Nikichanov, V., Tryfonov, O., Voronko, I., Kapinus, O. (2024). Algorithm for Selecting the Optimal Technology for Rapid Manufacturing and/or Repair of Parts. *Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering - 2023*, 25–39. https://doi.org/10.1007/978-3-031-61415-6_3
6. Tretiak, O., Kritskiy, D., Kobzar, I., Arefieva, M., Selevko, V., Brega, D. et al. (2023). Stress-Strained State of the Thrust Bearing Disc of Hydrogenerator-Motor. *Computation*, 11 (3), 60. <https://doi.org/10.3390/computation11030060>
7. Tretiak, O., Kritskiy, D., Kobzar, I., Arefieva, M., Nazarenko, V. (2022). The Methods of Three-Dimensional Modeling of the Hydrogenerator Thrust Bearing. *Computation*, 10 (9), 152. <https://doi.org/10.3390/computation10090152>
8. Bauer, F., Schropp, M., Szijarto, J. (2019). Accuracy analysis of a piece-to-piece reverse engineering workflow for a turbine foil based on multi-modal computed tomography and additive manufacturing. *Precision Engineering*, 60, 63–75. <https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2019.07.008>
9. Raj, G. B., Reddy, Dr. G. S., Kumar, Dr. L. M. A. (2019). Reverse Engineering on Jet Engine Turbine Disk. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8 (12), 5118–5122. <https://doi.org/10.35940/ijitee.l2757.1081219>
10. Gupta, D., Trivedi, S., Pandya, J. (2024). Design and Analysis of Pump Simulation Approach through Reverse Engineering. *2024 Parul International Conference on Engineering and Technology (PICET)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/picet60765.2024.10716139>
11. Fortini, A., Suman, A., Merlin, M., Garagnani, G. L. (2015). Morphing blades with embedded SMA strips: An experimental investigation. *Materials & Design*, 85, 785–795. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.07.175>
12. Subeshan, B., Abdulaziz, A., Khan, Z., Uddin, Md. N., Rahman, M. M., Asmatulu, E. (2022). Reverse Engineering of Aerospace Components Utilizing Additive Manufacturing Technology. *TMS 2022 151st Annual Meeting & Exhibition Supplemental Proceedings*, 238–246. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92381-5_21
13. Kaiser, J., Dědič, M. (2024). Influence of Material on the Density of a Point Cloud Created Using a Structured-Light 3D Scanner. *Applied Sciences*, 14 (4), 1476. <https://doi.org/10.3390/app14041476>
14. Turek, P., Bezlada, W., Cierpisz, K., Dubiel, K., Frydrych, A., Misiura, J. (2024). Analysis of the Accuracy of CAD Modeling in Engineering and Medical Industries Based on Measurement Data Using Reverse Engineering Methods. *Designs*, 8 (3), 50. <https://doi.org/10.3390/designs8030050>
15. Peter R.N. (2019). *Mechanical Design Engineering Handbook*. Butterworth-Heinemann, 982. <https://doi.org/10.1016/c2016-0-05252-x>
16. Maiorova, K., Lysochenko, I., Skyba, O., Suslov, A., Antonyuk, V. (2025). Analysis of Modern Approaches to Approximation of Aircraft Parts Geometric Data Digitization by Reverse Engineering. *Smart Innovations in Energy and Mechanical Systems*, 264–273. https://doi.org/10.1007/978-3-031-95191-6_25
17. Where can I find the User Manual for my Hexagon Romer Absolute Arm? Available at: <https://support.hexagonmi.com/s/article/Where-can-I-find-the-User-Manual-for-my-Hexagon-Romer-Absolute-Arm>
18. Stark, R. (2022). *Major Technology 6: Digital Mock-Up – DMU. Virtual Product Creation in Industry*, 273–304. https://doi.org/10.1007/978-3-662-64301-3_12
19. Rukhovich, D., Dupont, E., Mallis, D., Cherenkova, K., Kacem, A., Aouada, D. (2024). CAD-Recode: Reverse Engineering CAD Code from Point Clouds. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.14042>
20. Pajerová, N., Koptiš, M. (2024). Shape functions to scanner comparison. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 132 (7-8), 3889–3902. <https://doi.org/10.1007/s00170-024-13520-z>
21. Products Overview. Available at: <https://www.polyworks.com/en-us/products/products-overview>
22. Geomagic Design X. Available at: <https://hexagon.com/products/geomagic-design-x>

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.352033

DETERMINING DESIGN PARAMETERS OF DISK WORKING BODIES FOR OVERCOMPACTED SOILS (p. 105–115)

Ihor ShevchenkoKhmelnitskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4191-4146>**Gennadii Golub**National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
Vytautas Magnus University, Akademija Kaunas, Lithuania
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2388-0405>**Nataliya Tsyvenkova**National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1703-4306>**Andriy Martynyuk**Khmelnitskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8277-1308>**Ivan Rogovskii**National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6957-1616>**Oleksandr Medvedskiy**Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7458-5337>**Volodymyr Kulykivskiy**Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4652-0285>**Maksym Zayets**Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2290-1892>**Victor Biletskii**Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9431-6350>

This study investigates the process of interaction between spherical disk working bodies and the soil environment. The task

addressed is to establish a relationship between the generalized indicators and structural parameters of the disk working bodies (disk diameter, sphere radius, number of cutouts on the disk) at an angle of attack of the disk section of 20° and a speed of movement of 7–8 km/h.

The generalized parameters include the specific load on the disk, the stability of the movement of the working bodies according to the depth of cultivation, and the indicator of soil crumbling quality. The minimum specific traction resistance of the disks can be obtained with a disk diameter of 380 mm, a disk sphere radius of 682 mm, and a number of cutouts on the disk of 10 pcs.

Stabilization of the disk movement according to the depth of cultivation without an additional increase in the specific load on it leads to a significant improvement in both energy and quality indicators of the operation of the disk working bodies. The minimum root mean square deviation of the soil cultivation depth is achieved with a disk diameter of 380 mm, a disk sphere radius of 626 mm, and a number of cutouts on the disk of 10 pcs.

The indicator of soil loosening quality is determined by the stability of the disk movement along the cultivation depth. In this case, the disk is held at the technological cultivation depth, and most of its spherical surface, which is immersed in the soil environment, takes part in soil loosening. That is, stable disk movement along the set cultivation depth provides maximum soil loosening, which can be obtained with a disk diameter of 524 mm, a disk sphere radius of 710 mm, and a number of cutouts on the disk of 10 pcs.

The practical significance of the results is that they could be used to design disks for specific operating conditions. In this case, the ratio of the disk radius to its diameter (R/D) determines the disk's ability to work under specific soil conditions.

Keywords: disk working elements, traction resistance, overcompacted soil, specific disk load.

References

- Mier, G., Vélez, S., Valente, J., de Bruin, S. (2025). Soil2Cover: Coverage path planning minimizing soil compaction for sustainable agriculture. *Precision Agriculture*, 26 (4). <https://doi.org/10.1007/s11119-025-10250-4>
- Mbah, J. T., Pentoś, K., Pieczarka, K. S., Wojciechowski, T. (2025). Estimating Energy Consumption During Soil Cultivation Using Geophysical Scanning and Machine Learning Methods. *Agriculture*, 15 (12), 1263. <https://doi.org/10.3390/agriculture15121263>
- Uçgul, M. (2023). Simulating Soil–Disc Plough Interaction Using Discrete Element Method – Multi-Body Dynamic Coupling. *Agriculture*, 13 (2), 305. <https://doi.org/10.3390/agriculture13020305>
- Sadek, M. A., Chen, Y., Zeng, Z. (2021). Draft force prediction for a high-speed disc implement using discrete element modelling. *Biosystems Engineering*, 202, 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2020.12.009>
- Oduma, O., Ugwu, E. C., Ehiomogbe, P., Igwe, J. E., Ntunde, D. I., Agu, C. S. (2023). Modelling of the effects of working width, tillage depth and operational speed on draft and power requirements of disc plough in sandy-clay soil in South-East Nigeria. *Scientific African*, 21, e01815. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01815>
- Oduma, O., Ehiomogbe, P., Okeke, C. G., Orji, N. F., Ugwu, E. C., Umunna, M. F., Nwosu-Obieogu, K. (2022). Modeling and optimization of energy requirements of disc plough operation on loamy-sand soil in South-East Nigeria using response surface methodology. *Scientific African*, 17, e01325. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01325>
- Capozza, R., Hanley, K. J. (2024). Wear at an incipient ploughing–cutting transition. *Wear*, 546–547, 205354. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2024.205354>
- Okoko, P., Ajav, E. A. (2020). Determination of Draft Force for a 3-bottom Disc Plough Under Sandy Loam Soil Conditions. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 15 (1), 60–67. <https://doi.org/10.3844/ajabssp.2020.60.67>
- Ahmadi, I. (2016). Development and assessment of a draft force calculator for disk plow using the laws of classical mechanics. *Soil and Tillage Research*, 163, 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.04.013>
- Storozhuk, T., Klasner, G., Kremiansky, V., Zhigailov, F. (2023). Substantiation of the disk soil-cultivating tool parameters for all forms of farming. *E3S Web of Conferences*, 390, 06012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339006012>
- Shmulevich, I., Asaf, Z., Rubinstein, D. (2007). Interaction between soil and a wide cutting blade using the discrete element method. *Soil and Tillage Research*, 97 (1), 37–50. <https://doi.org/10.1016/j.still.2007.08.009>
- Li, S., Diao, P., Zhang, Y., Li, X., Zhao, Y., Zhao, H. (2025). Design and performance evaluation of notched type discs for application in no-till seeding process using discrete element method and field trials. *Biosystems Engineering*, 257, 104222. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2025.104222>
- McKyes, E., Ali, O. S. (1977). The cutting of soil by narrow blades. *Journal of Terramechanics*, 14 (2), 43–58. [https://doi.org/10.1016/0022-4898\(77\)90001-5](https://doi.org/10.1016/0022-4898(77)90001-5)
- Hrushetskyi S., Bodnaruk, B. (2024). Model of analytical study of the interaction of the disc working body with the soil. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 3 (5), 30–43. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20240305.04>
- Damanauskas, V., Velykis, A., Satkus, A. (2019). Efficiency of disc harrow adjustment for stubble tillage quality and fuel consumption. *Soil and Tillage Research*, 194, 104311. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104311>
- Zeng, Z., Chen, Y. (2018). Performance evaluation of fluted coulters and rippled discs for vertical tillage. *Soil and Tillage Research*, 183, 93–99. <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.06.003>
- Xu, G., Xie, Y., Peng, S., Liang, L., Ding, Q. (2023). Performance Evaluation of Vertical Discs and Disc Coulters for Conservation Tillage in an Intensive Rice–Wheat Rotation System. *Agronomy*, 13 (5), 1336. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051336>
- Nalavade, P. P., Salokhe, V. M., Niyamapa, T., Soni, P. (2010). Performance of Free Rolling and Powered Tillage Discs. *Soil and Tillage Research*, 109 (2), 87–93. <https://doi.org/10.1016/j.still.2010.05.004>
- Ahmad, F., Weimin, D., Qishuo, D., Hussain, M., Jabran, K. (2015). Forces and Straw Cutting Performance of Double Disc Furrow Opener in No-Till Paddy Soil. *PLOS ONE*, 10 (3), e0119648. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119648>
- Ahmad, F., Weimin, D., Qishou, D., Rehim, A., Jabran, K. (2017). Comparative Performance of Various Disc-Type Furrow Openers in No-Till Paddy Field Conditions. *Sustainability*, 9 (7), 1143. <https://doi.org/10.3390/su9071143>
- Zeng, Z., Thoms, D., Chen, Y., Ma, X. (2021). Comparison of soil and corn residue cutting performance of different discs used for vertical tillage. *Scientific Reports*, 11 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82270-9>
- Gill, W. R., Vanden Berg, G. E. (1967). *Soil Dynamics in Tillage and Traction: Agriculture Handbook No. 316*. Washington, D.C.: Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture, 511. Available at: https://www.scribd.com/document/555588379/PDF?utm_source
- Shevchenko, I. A., Oleksandrenko, V. P., Martynyuk, A., Medvedchuk, N. K., Luts, P. M. (2025). Mechanical-mathematical model of the interaction of a spherical disc with the soil environment. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Mechanization*

- and Automation of Production Processes, 3, 134–141. <https://doi.org/10.32782/msnau.2025.3.19>
24. Golub, G., Chuba, V., Yarosh, Y., Solarov, O., Tsyvenkova, N. (2021). Experimental studies of the interaction of tractor drive wheels with the soil in the plowed field. *INMATEH Agricultural Engineering*, 65 (3), 430–440. <https://doi.org/10.35633/inmateh-65-45>
25. Shevchenko, I., Golub, G., Tsyvenkova, N., Shevchenko, I., Shubenko, V., Medvedskyi, O. et al. (2023). Improving the quality of processing the soil environment by determining the rational structural and technological parameters for the rolling working bodies. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (1 (125)), 54–63. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.289238>

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.350626

РОЗРОБКА МЕТОДУ ОЦІНКИ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ РОЗМІРНОГО ЗНОШУВАННЯ (с. 6–14)

В. В. Крупа, В. Р. Кобельник, Д. В. В'юк, А. В. Захарій, М. І. Бей

Об'єктом дослідження була система відбракування інструменту на машинобудівному виробництві з одиничним або дрібносерійним типом.

Робота присвячена проблемі обґрунтованої оцінки ступеня зношування змінних твердосплавних пластин, які відбраковуються за результатами поточної діагностики. Запропонований підхід дозволить відстежувати збої чи передчасне вибракування та необґрунтовані втрати на основі якісного аналізу фактичного зношування із застосуванням ймовірно-стохастичних методів.

Запропоновано метод оцінки стану відбракованих твердосплавних пластин, що ґрунтується на вимірюванні їх зношування по задній поверхні, переході до розмірного зношування, їх статистичному опрацюванні та групуванні за рівнем зношування. Експериментальні дослідження проведено на твердосплавних пластинах, що використовувалися у фрезі під час чорнкової обробки сталей за умов циклічних ударних навантажень. Встановлено, що величина розмірного зношування підпорядковується нормальному закону розподілу з характеристиками: середнє значення $\bar{h} = 0,08145$ мм, дисперсія розсіювання $D(h) = 0,00135$ мм² та середнє квадратичне відхилення $\sigma(h) = 0,0375$ мм. Отримано залежності та визначено відсотковий склад відбракованих пластин: 50,91% пластин ще можна використовувати (з різними ресурсами), 1,17% пластин надмірно зношені (що може призвести до дефектів) та 47,91% пластин правильно відбраковано виробництвом.

Практичне застосування методики можливе без складного вимірювального обладнання та спеціалізованих систем моніторингу, що робить її придатною для впровадження в умовах одиничного та дрібносерійного виробництва. Реалізація методу дозволяє зменшити необґрунтовано відбракований інструмент, підвищити ефективність системи діагностики та забезпечити економію матеріальних ресурсів підприємства.

Ключові слова: середній ресурс пластини, оцінка ефективності, радіальний знос, статистична вибірка.

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.352153

ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ АДИТИВНОГО ДРУКУ НА АДГЕЗІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ІНТЕГРОВАНІХ 3D-ЕЛЕМЕНТІВ ДО ЗАДРУКОВАНИХ ОСНОВ (с. 15–27)

Т. Ю. Киричок, Т. Є. Клименко, М. Ю. Володько, В. Р. Дорошук

Об'єктом дослідження визначено процес формування адгезійного з'єднання між текстильними основами та полімером PLA (Polylactic acid) під час прямого FDM-друку (Fused Deposition Modeling), що використовується при виготовленні поліграфічної продукції з інтегрованими 3D-елементами. Проблема, яка розглядалася у роботі, зумовлена недостатнім розумінням впливу структурних особливостей текстильних основ та параметрів адитивного друку на стабільність адгезійного з'єднання.

Дослідження дозволили встановити особливості взаємодії PLA із тканинними основами різної щільності та товщини, а також визначити ряд закономірностей.

Проведено механічні випробування на відрив, за результатами яких кількісно оцінено інтегральний опір руйнуванню, а також визначено залежність між силою відриву та технологічними параметрами друку. Встановлено, що формування стабільного зчеплення забезпечується підвищення температури екструзії, середньої швидкості переміщення екструдера, а також дотриманням мінімальної Z-відстань між соплом і текстильною основою.

Одержані результати дали змогу вирішити визначену проблему шляхом комплексного врахування структурних характеристик текстильних основ та технологічних параметрів FDM-друку. Встановлені закономірності обумовлено сукупністю термомеханічної дії у зоні екструзії PLA та спроможністю текстильних волокон сприяти проникненню та механічному закріпленню полімеру. Отримані результати дослідження можуть бути рекомендовані до використання за умов інтеграції адитивних технологій у сферу поліграфічного виробництва для формування захисних, декоративних та функціональних 3D-елементів у поліграфічній продукції пакувального та палітурного призначення.

Ключові слова: FDM-друк, адгезійна міцність, полімерні композитні матеріали, зносостійкість, структурні характеристики, якість.

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.352512

ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМУ НА СТАБІЛЬНІСТЬ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО ПОЦЕСУ ПРИВАРЮВАННЯ РОЗТЯГНУТОЮ ДУГОЮ ПІД ФЛЮСОМ АРМАТУРНИХ СТРИЖНІВ А500С (28–38)

Ю. О. Ярос, Д. С. Гладченко, С. В. Драган

Об'єктом дослідження є стабільність електродугового процесу під час зварювання. Утворення зварного шва триває всього 2–4 секунди, тому якість з'єднання напряму залежить від стабільності горіння зварювальної дуги. Особливості електродугового процесу визначаються комбінацією параметрів зварювального режиму: струм, тривалість зварювання, висота підняття та попередній виліт стрижня. Визначення параметрів режиму, які забезпечують стабільне горіння дуги, – складна практична задача, вирішення якої методом підбору не гарантує отримання оптимального результату.

Наведені результати дослідження приварювання розтягнутою дугою під флюсом арматурних стрижнів А500С. Як критерій кількісної оцінки стабільності електродугового процесу обрано значення коефіцієнтів варіації струму та напруги, отримані за допомогою

статистичної обробки осцилограм зварювальної дуги. Встановлено, що у всьому діапазоні досліджених режимів $K_V^I, K_V^U < 20\%$, тобто електродуговий процес є стабільним. Графіки зміни коефіцієнтів варіації в залежності від зварювального струму мають екстремуми, що відповідають найбільш стабільному режиму зварювання. Саме така особливість функції коефіцієнту варіації дозволяє визначити оптимальну величину зварювального струму.

Досліджено вплив параметрів режиму зварювання на процес формоутворення шва. Отримані регресійні залежності дозволяють спрогнозувати об'єм розплавленого металу і, як наслідок, геометричні розміри зварного шва.

За результатами дослідження розроблено інженерну методику пошуку оптимальних параметрів режиму зварювання. Розраховані параметри режиму зварювання арматурних стрижнів діаметром 16 мм. Отримані режими відпрацьовані при зварюванні партії контрольних зразків в кількості 10 шт, результат – геометричні розміри та форма зварних швів відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.6-169:2011.

Ключові слова: розтягнута дуга, стабільність зварювання, арматурний стрижень, коефіцієнт варіації, оптимізація режиму.

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.353249

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ ШЛАКІВ ЗНИЖЕНОЇ ОСНОВНОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЕГМАТИТУ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕЛЕКТРОПЕРЕПЛАВНИХ ПРОЦЕСІВ (с. 39–50)

Ю. С. Проїдак, А. П. Горобець, О. В. Жаданос, М. О. Рибальченко

Об'єктом дослідження є процес формування і поведінка шлаку при виплавці сталі на вуглецевій шихті, під час переплаву легованих відходів в електросталеплавильних установках та в агрегатах позапічної обробки сталі. Однією з актуальних проблем є використання альтернативних матеріалів, наприклад, лужних алюмосилікатів, здатних замінити традиційні компоненти шлаку без погіршення його якості. В роботі викладені науково-обґрунтовані передумови заміни плавикового шпату в складі шлаків переплавних технологій і позапічної обробки українською мінеральною сировиною – пегматитами, які мають у складі до 10–15% суми оксидів лужних металів Na_2O , K_2O . Підтверджено ефект впливу Na_2O і K_2O в складі шлаків системи $\text{CaO-SiO}_2+(\text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O})$ на реологічні характеристики шлакового розплаву. Проведена серія дослідних плавок, яка регламентує режим формування шлаку на установці ківш-піч з повною заміною в складі твердих шлакоутворюючих матеріалів плавикового шпату пегматитами. Виконано порівняльний аналіз складів рафінувальних шлаків діючої і дослідної технологій. Встановлено істотне підвищення рідкоплинності шлаку і досягнення ступеня десульфурзації металу, співрозмірне з показниками діючої технології незважаючи на зниження основності шлаку до 1,8–2,0, що відповідає вимогам до переплавних процесів. Виконано хімічний аналіз складів металу і шлаку дослідних плавок на стадії виплавки металу-напівпродукту і обробки сталі на установці ківш-піч. Метал дослідних плавок повністю відповідав вимогам нормативно-технічної документації. Таким чином, в роботі теоретично обґрунтована інноваційна технологія позапічної обробки сталі з використанням у складі шлакоутворюючих сумішей лужного алюмосилікату пегматиту. Результати якості металу по вмісту сірки підтверджують ефективність розробленої технології з частковою, або повною заміною плавикового шпату пегматитом під час переплаву або позапічної обробки сталі.

Ключові слова: пегматит, електродуговий перепад сталі, реологічні характеристики шлаку, рафінування металевого розплаву.

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.353110

ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВУ ОБЕРТОВОГО РУХУ КОРЗИНИ ВІБРАЦІЙНОГО ГРАНУЛЯТОРА НА СТРУМЕНІ ТА КРАПЛІ ПЛАВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ У ГРАНУЛЯЦІЙНІЙ БАШТІ (с. 51–58)

В. І. Склабінський, А. Ю. Каруцький

Об'єктом дослідження є процес руху струменів, крапель і гранул мінеральних добрив у робочому просторі грануляційної башти. Особливість руху – це обертова складова, спричинена обертанням корзини вібраційного гранулятора.

На стадії проектування для високопродуктивної грануляційної системи вплив обертання корзини гранулятора на рух струменів, крапель і гранул та їх аеродинамічну взаємодію з повітряним потоком у більшості відомих моделей для грануляційного обладнання враховується обмежено.

За розрахункову модель прийнято багатотонажну грануляційну башту з внутрішнім діаметром 24 м, висотою полоту гранул 80 м, навантаженням по плаву 175 т/годину. Розрахункові результати показали, що при швидкості обертання корзини 180 об/хв забезпечується найбільш допустиме радіальне розкриття факела. Побудовано траєкторії руху крапель і встановлено залежності горизонтальної та вертикальної складових швидкості для різних конструктивних варіантів корзин.

Результати отримано шляхом чисельного розв'язання системи диференціальних рівнянь руху з урахуванням початкових умов витікання розплаву, геометричних параметрів і швидкості обертання корзини гранулятора.

Обраний підхід може використовуватись на стадії проектування високопродуктивного грануляційного обладнання для вибору конструкції корзини і режиму її обертання.

Отримані залежності дозволяють прогнозувати траєкторії руху гранул і запобігати налипанню ще не кристалізованого розплаву на внутрішні поверхні башти. Усунення умов вторинного дроблення крапель сприяє зменшенню пиловиділення та стабілізації гранулометричного складу продукту.

Ключові слова: грануляційна башта, гранулятор, корзина, факел розплаву, обертовий рух, відносна швидкість.

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.352272

РОЗКРИТТЯ ПЕРШОПРИЧИНИ ВІДМОВИ РОЗДІЛЕНОГО БУРІННЯ ДІАМЕТРОМ 3-1/2 ДЮЙМА В НАЗЕМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ (с. 59–69)

Sidhi Aribowo, Johnny Soedarsono, Sopar Simanullang, Ario Oktora, Warneri, Rini Riasuti, Agus Kaban

Об'єктом цього дослідження є швидкорізальна сталь API 5DP Gr 105, яка використовувалася як бурильна труба та під час буріння виявила витік, що спричинило затримку доставки бурової продукції. Взаємодія між високим парціальним тиском H_2S ,

матеріалу з високою твердістю та закачуванням рідини для закінчування свердловин високої щільності (HDCF) залишається маловивченою, що призводить до розтріскування під напругою, викликаного сульфідом. Незважаючи на суттєві переваги, виявлені слідові кількості водню та сірки вказують на локалізовану корозію, яка може призвести до безпрецедентних зупинок буріння та, як наслідок, до збільшення експлуатаційних витрат. Нещодавно бурильна труба API 5DP 3-1/2» зазнала руйнування зі значним значенням твердості 26 HRC, що перевищує стандарт, визначений NACE MR 0175. Матеріал експлуатувався в газовій свердловині, багатій на H₂S, куди HDCF закачувався для підтримки гідростатичного тиску та використання як контрольної рідини. Було проведено численні польові та лабораторні дослідження для виявлення першопричини цього руйнування, включаючи візуальні огляди, макрофотографію, аналіз хімічного складу, випробування рідини для закінчування свердловин, випробування на розтяг, металографію та SEM-EDX аналіз. Сліди зсуву та ступінчасті сліди на зруйнованому матеріалі чітко вказують на крихкість, що корелює з помітною міцністю на розтяг 907,80 МПа та межею видовження 18,18%. Збільшення твердості понад 22 HRC вказує на схильність до сульфідного розтріскування під напругою, де проникнення водню збільшується зі збільшенням парціального тиску H₂S. Ці факти узгоджуються з результатами аналізу хімічного складу води, які показують, що рівні S²⁻ та HS⁻ перевищують одну частину на мільйон. Крім того, металографія виявляє міжзернисте розтріскування в відпущеному мартенситі, ймовірно, ініційоване в локальному концентраторі напруг перед поширенням і підтверджене зображеннями скануючого електронного мікроскопа.

Ключові слова: сульфідне розтріскування під напругою, воднева крихкість, вміст сірки, руйнування бурильної труби.

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.352434

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ТРАНСФОРМОВАНИХ ПОВІТРЯНИХ КАНАЛІВ ТА ТЕПЛОВІДБИВНОГО ЕКРАНА В НИХ НА ТЕПЛОЛОГІСНИЙ СТАН КУТОВОГО ЕЛЕМЕНТА В УМОВАХ ЗНАЧНИХ СЕЗОННИХ ТЕМПЕРАТУРНИХ ГРАДІЄНТІВ (с. 70–80)

Nurlan Zhangabay, Ulzhan Ibraimova, Timur Tursunkululy, Bolat Duissenbekov, Bagdaulet Urmashhev, Akmaral Utelbayeva, Shugyla Shayakmet

Об'єктом дослідження є кутовий елемент багатоповерхової будівлі за умови різної поверховості. Проблема, що розв'язувалася в роботі, пов'язана з уразливістю кутових елементів будівель в умовах температурних перепадів. Виконано чисельну оцінку енергоефективності кутового елемента зовнішніх стінових конструкцій будівель із вертикальними повітряними каналами та тепловідбивним екраном в умовах значних сезонних температурних градієнтів і різної поверховості.

Проведено аналіз теплового та вологісного режимів кутових зон зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель, що характеризуються просторовим характером теплопередачі та підвищеною тепловою уразливістю. Чисельне моделювання виконано методом скінченних елементів у програмному середовищі ANSYS із використанням спряженого розрахунку теплопереносу та вологопереносу при розгляді різних кліматичних сценаріїв навколишнього середовища. Проаналізовано вплив геометрії кутової зони та висоти будівлі на розподіл температур і ризик утворення конденсату в зовнішньому огороженні.

Результати дослідження показали, що в зимовий період у кутових зонах формується виражена неоднорідність температурного поля, зумовлена ефектом теплового моста. Водночас відносне зниження температури в кутовій зоні порівняно з прямолінійними ділянками стіни становить від 7% до 12%. У перехідні та літні періоди температурні градієнти суттєво зменшуються, а вплив висоти будівлі є незначним. Аналіз вологісного режиму виявив можливість короточасного утворення конденсату без умов для довготривалого накопичення вологи.

Отримані результати можуть бути використані під час проектування енергоефективних адаптивних зовнішніх стінових конструкцій будівель у регіонах із вираженими сезонними температурними коливаннями.

Ключові слова: енергоефективність, стінові конструкції, теплопередача, чисельне моделювання, температурні градієнти.

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.349295

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ РОБОТИ СТРУМЕНЕВОЇ СИСТЕМИ ЗЛЕТУ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ ІЗ СОПЛАМИ СПЕЦІАЛЬНОЇ ФОРМИ, ЩО ЖИВИТЬСЯ ВІД ГАЗОГІДРАВЛІЧНОГО АКУМУЛЯТОРА (с. 81–95)

С. В. Струтинський, Д. В. Костюк, І. А. Гришко, А. І. Зілінський

Об'єктом дослідження є робочі процеси рідинної соплової системи, що живиться від газогідравлічного акумулятора яка використовується для злету літального апарату. Робота направлена на знаходження закономірностей роботи гідравлічної системи, що включає газогідравлічний акумулятор та сопла зі змінною формою поперечного перетину які функціонують при змінному тиску. Дані закономірності визначають кінематичні параметри літального апарату який приводиться в рух за допомогою рідинної соплової системи. Чисельне моделювання робочих процесів сопел спеціальної форми показало підвищення вихроутворення та більш різке збільшення швидкості у ядрі потоку на кінцевій ділянці сопла. Встановлено, що втрати енергії для сопел зі змінною формою поперечного перетину є на 4% більшими ніж для конічних сопел. Визначені закономірності протікання процесів заряджання та розряджання газогідравлічного акумулятора надали можливість встановити оптимальне співвідношення між масою рідини та заповненого акумулятора рівне 0,23. Показано, що максимальний обсяг енергії та рідини отримується за умови роботи сопел при змінному тиску який падає нижче за початковий тиск зарядки. На основі тягового зусилля сопла визначені залежності висоти підйому, швидкості та прискорення літального апарату від його маси. Встановлено, що при співвідношенні маси літального апарату до маси газогідравлічного акумулятора, рівному 2,0, соплова система забезпечує лише горизонтальний розгін до швидкості відриву, а при значенні співвідношення менше 0,2 забезпечується вертикальний підйом та горизонтальний розгін до швидкості відриву. Результати досліджень можна використати для оцінки граничних можливостей системи злету при використанні води у якості робочого тіла.

Ключові слова: літальний апарат, газогідравлічний акумулятор, рідинно-струменеве сопло, вертикальний зліт, обчислювальна гідродинаміка, енергетичні характеристики.

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.351776

СТВОРЕННЯ ПІДХОДУ ДЛЯ ПРОТОТИПУВАННЯ АВІАЦІЙНОЇ ДЕТАЛІ, ЩО ЗНОШЕНА АБО ДЕФОРМОВАНА, НА ОСНОВІ РЕВЕРС-ІНЖИНІРИНГУ (с. 96–104)

К. В. Майорова, С. О. Заклінський, О. О. Капінус, А. С. Суслов, О. С. Скиба

Об'єктом дослідження є геометрична точність цифрової моделі авіаційної деталі створеної за портретом. Проблема, що вирішувалася – відтворення геометрії авіаційної деталі на основі її оригінальних розмірів.

Представлено процедуру з реконструкції геометрії авіаційних деталей, що мають знос або деформації (зміни розмірів і форм від номінальних), та оцінювання точності цифрової 3D-моделі за методами PI. Запропоновано підхід із оцифрування дослідних деталей за PI у вигляді загального алгоритму формування даних цифрової 3D-моделі дослідної деталі. Алгоритм включає 3D-сканування, оброблення хмар точок, побудову полігональної моделі, аналіз «тіньових зон» і додаткові ітерації зі зміною положення деталі. Останнє дозволило з високою точністю ідентифікувати геометрію оригінальної дослідної деталі для побудови цифрової 3D-моделі. Апробація підходу виконана на прикладі імелера з використанням координатно-виміральної машини HEXAGON Absolute Arm із лазерним сканером AS-1, що забезпечило точність сканування $\pm 0,05$ мм і щільність точок до 0,026 мм. Проведено поточний контроль геометрії та корекція відхилень за кольоровою картою на кожному етапі реалізації алгоритму. Це дало змогу мінімізувати похибки, усунути «тіньові зони» та відновити втрачену геометрію оригінального імелера при побудові цифрової 3D-моделі. Остаточний контроль створеної моделі показав позитивність отриманих результатів, що вкладалися в діапазон $\pm 0,05$ мм. Отримані результати дадуть змогу прототипувати дослідні деталі, що мали зношення або пошкодження, з відтвореною геометрією високої точності, яка вкладається в допуск на виготовлений розмір.

Ключові слова: реверс-інжиніринг, 3D-сканування, реконструкція геометрії, точність геометрії, алгоритм реконструкції, цифрова модель, контроль поверхні.

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.352033

ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДЛЯ ПЕРЕУЩІЛЬНЕНИХ ҐРУНТІВ (с. 105–115)

І. А. Шевченко, Г. А. Голуб, Н. М. Цивенкова, А. В. Мартинюк, І. Л. Роговський, О. В. Медведський, В. Л. Куликівський, М. Л. Заець, В. Р. Білецький

Об'єкт дослідження – процес взаємодії сферичних дискових робочих органів із ґрунтовым середовищем. Визначався взаємозв'язок між узагальненими показниками та конструкційними параметрами дискових робочих органів (діаметр диска, радіус сфери, кількість вирізів на диску) при куті атаки секції дисків 20° та швидкості руху 7–8 км/год. До узагальнених параметрів віднесено питома навантаження на диск, стабільність ходу робочих органів за глибиною обробітку та показник якості кришення ґрунту. Мінімальний питоми тяговий опір дисків може бути отриманий при діаметрі диска 380 мм, радіусі сфери диска 682 мм та кількості вирізів на диску 10 шт. Стабілізація руху диска за глибиною обробітку без додаткового збільшення питомого навантаження на нього призводить до значного покращення як енергетичних, так і якісних показників роботи дискових робочих органів. Мінімальне середньоквадратичне відхилення глибини обробітку ґрунту досягається при діаметрі диска 380 мм, радіусі сфери диска 626 мм та кількості вирізів на диску 10 шт. Показник якості розпушення ґрунту визначається стабільністю руху диска за глибиною обробітку. При цьому диск утримується на технологічній глибині обробітку, а більша його частина сферичної поверхні, яка занурена в ґрунтове середовище, приймає участь у розпушенні ґрунту. Тобто стабільний рух диска за встановленою глибиною обробітку забезпечує максимальне розпушення ґрунту, що може бути отримане при діаметрі диска 524 мм, радіусі сфери диска 710 мм та кількості вирізів на диску 10 шт.

Практичне значення результатів дослідження полягає в тому, що вони можуть бути використані для розробки дисків під конкретні умови роботи. При цьому співвідношення радіуса диска до його діаметра (R/D) визначає здатність диска працювати в конкретних ґрунтових умовах.

Ключові слова: дискові робочі органи, тяговий опір, переущільнений ґрунт, питома навантаження диску.