

ABSTRACT AND REFERENCES

ENGINEERING TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263023
COMPARATIVE EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF THE RING-TYPE AND BUCKET INLET DEVICES FOR A POWER PLANT WITH A TURBOPROPFAN ENGINE (p. 6–12)

Oleg Zhornik

State Enterprise «Ivchenko-Progress», Zaporizhzhia, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0609-6264>

Igor Kravchenko

State Enterprise «Ivchenko-Progress», Zaporizhzhia, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2304-3356>

Mykhailo Mitrakhovych

State Enterprise «Ivchenko-Progress», Zaporizhzhia, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7656-1371>

Kateryna Balalaieva

National Aviation University, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6495-3263>

The increase in losses in the inlet device leads to an increase in specific fuel consumption. When integrating the inlet device and the propeller or propfan, it is necessary to take into consideration their interaction to ensure the maximum efficiency of the power plant. The object of this study is a coaxial propfan with the channel of the inlet device. The results reported here are of practical value: a methodology for designing a bucket S-shaped channel of the inlet device of a power plant with a turboprop engine has been developed. The dependence of the coefficient of preservation of the total pressure of the inlet device on the height and speed of flight was obtained, which makes it possible to take into consideration the influence of the propfan of a turboprop engine. A comparison of the characteristics of the ring-type and bucket S-shaped channel of the inlet device of the power plant with the turboprop engine was carried out. Specifically, it was found that the change in flight conditions has a less significant effect on the change in the coefficient of preservation of the total pressure of the ring-type inlet device than the bucket one. A comparative assessment of the obtained results of mathematical modeling of the flow in the bucket S-shaped channel of the inlet device, taking into account the influence of the propfan, with the results of flight tests of the ring-type inlet device of the prototype is given. The comparative evaluation shows that the use of a bucket inlet device, instead of a ring-type inlet device, makes it possible to increase the full pressure recovery factor by 5–7 %. Thus, there is reason to argue that replacing the ring-type with a bucket inlet device will minimize hydraulic losses at the inlet to the engine and reduce the uneven flow at the inlet. That, in turn, will improve engine efficiency.

Keywords: bucket inlet device, ring-type inlet device, propfan, turboprop engine, procedure.

References

- Zhornyk, O. V. (2021). Perspektivni napriamy udoskonalennia turbovyntventilyatornykh dvyhuniv. XXXII Mizhnarodna naukovo-tekhnicna konferentsiya AS PHP «Promyslova hidravlika i pnevmatyka», 163–164.
- Seddon, J., Goldsmith, E. L. (1999). Intake aerodynamics. London: Blackwell Science, 407. doi: <https://doi.org/10.2514/4.473616>
- Stalewski, W., Żółtak, J. (2014). The preliminary design of the air-intake system and the nacelle in the small aircraft-engine integration process. Aircraft Engineering and Aerospace Technology, 86 (3), 250–258. doi: <https://doi.org/10.1108/aeat-01-2013-0015>

- Ren, S., Liu, P. (2021). Influence of Propeller Slipstream on the Flow Field of S-Shaped Intake. International Journal of Aerospace Engineering, 2021, 1–14. doi: <https://doi.org/10.1155/2021/6220378>
- Ren, S., Liu, P. (2022). Numerical Study on the Effect of Vortex Generators on S-Shaped Intake in Propeller Slipstream. Journal of Aerospace Engineering, 35 (3). doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)as.1943-5525.0001402](https://doi.org/10.1061/(asce)as.1943-5525.0001402)
- Marchlewski, K., Laniewski-WoŃk, L., Kubacki, S. (2020). Aerodynamic Shape Optimization of a Gas Turbine Engine Air-Delivery Duct. Journal of Aerospace Engineering, 33 (4). doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)as.1943-5525.0001157](https://doi.org/10.1061/(asce)as.1943-5525.0001157)
- Dręzek, P. S., Kubacki, S., Żółtak, J. (2022). Multi-objective surrogate model-based optimization of a small aircraft engine air-intake duct. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering, 095441002110708. doi: <https://doi.org/10.1177/09544100211070868>
- Migliorini, M., Zachos, P. K., MacManus, D. G., Haladuda, P. (2022). S-duct flow distortion with non-uniform inlet conditions. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering, 09544100221101669. doi: <https://doi.org/10.1177/09544100221101669>
- Fiola, C., Agarwal, R. K. (2015). Simulation of Secondary and Separated Flow in Diffusing S Ducts. Journal of Propulsion and Power, 31 (1), 180–191. doi: <https://doi.org/10.2514/1.b35275>
- Gil-Prieto, D., MacManus, D. G., Zachos, P. K., Tanguy, G., Wilson, F., Chiereghin, N. (2017). Delayed Detached-Eddy Simulation and Particle Image Velocimetry Investigation of S-Duct Flow Distortion. AIAA Journal, 55 (6), 1893–1908. doi: <https://doi.org/10.2514/1.j055468>
- Hancock, J. P., Lyman, V., Pennock, A. P. (1986). Analysis of Results from Wind Tunnel Tests of Inlets for an Advanced Turboprop Nacelle Installation. NASA CR 174937. Available at: <https://ntrs.nasa.gov/citations/19900000695>
- Rukovodstvo po tekhnicheskoy ekspluatatsii soosnogo vintventilyatora SV-27 (1989). Kyiv: ANTK im. O.K. Antonova, 229.
- Rousseau, Ph. M., Soulaimani, A., Sabourin, M. (2013). Comparison between structured hexahedral and hybrid tetrahedral meshes generated by commercial software for CFD hydraulic turbine analysis. Conference: 21st Annual Conference of the CFD Society of Canada, 9. doi: <https://doi.org/10.13140/2.1.2574.4960>
- Zhornik, O., Kravchenko, I., Mitrakhovich, M., Denisyuk, O. (2021). Substantiation of a turbulent viscosity model for studying the characteristics of a coaxial propfan and input device of a gas turbine engine. Aerospace technic and technology, 4, 35–39. doi: <https://doi.org/10.32620/akt.2021.4.05>
- Samolet An-70 No. 01-02 Otsenka kharakteristik vkhodnogo ustroystva marshevoy dvigatel'noy ustanovki s modernizirovannym vintventilyatorom SV-27 (2012). ANTK im. O.K. Antonova. Tekh. Otchet No. 70.702.032.D1-12, 100.
- Wellborn, S. R., Reichert, B. A., Okiishi, T. H. (1994). Study of the compressible flow in a diffusing S-duct. Journal of Propulsion and Power, 10 (5), 668–675. doi: <https://doi.org/10.2514/3.23778>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.253415
RE-DESIGNING OF RAILWAY CARRIAGES TO INCREASE ERGONOMIC AND ACCESSIBLE: A CASE STUDY OF INDONESIAN RAILWAY (p. 13–22)

Sugiono Sugiono

Brawijaya University, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1605-5124>

Dwi H. Sulistyorini

Brawijaya University, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2034-7178>

Nurus Sakinah

Brawijaya University, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0710-6804>

Willy Satrio Nugroho

Brawijaya University, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8288-6287>

Train is a high efficiency mass transportation which is suitable to increase life quality and support of high citizen mobility. The purpose of this paper is to produce some recommendations of improved railway carriage design which are accessible for disabilities, ergonomics and economics. Firstly, the research started with theoretical studies on the product design development, House of Quality (HoQ), visual displays design, anthropometry, and the needs of disabilities. Next step collected data from the open survey and then form the closed survey of 30 respondents who has physical disabilities and visual impairment to understand the passengers' need. The results of voice of customers shown that an easy access of disabilities people in the carriage has the biggest negative gap between reality and expectation for 1.16 and then following by space availability of wheelchair for 1.10, the seat numbering for visual impairments passengers=0.85, and the ease of emergency aid =0.71. The HoQ provided analysis of room 1 for customer needs, room 2 for voice of team design, room 3 for relationship matrix, room 4 for benchmarking, room 5 for technical benchmarking, room 6 for correlation matrix, and room 7 for weighted importance and relative importance. The QED results shown that the first rank of relatives importance was distance between seat with score=0.618, the second was colour on seat numbering and train series=0.561, and the third was emergency button=0.439. New design recommendation of carriage design should contain of modified seat layouts, improved wheelchair and aisle space, added guiding blocks, emergency assistance buttons, additional folding chairs, and handrail adjustments. Alternative designs were successfully created and able to increase the seat number of the railway coach.

Keywords: house of quality (HoQ), accessible train design, ergonomics, visual impairments.

References

- Sugiono, S., Nurlaela, S., Kusuma, A., Wicaksono, A., Lukodono, R. P. (2021). Investigating the Noise Barrier Impact on Aerodynamics Noise: Case Study at Jakarta MRT. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 189–197. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-15-4409-5_17
- Nurdden, A., O.K. Rahma, R. A., Ismail, A. (2007). Effect of Transportation Policies on Modal Shift from Private Car to Public Transport in Malaysia. *Journal of Applied Sciences*, 7 (7), 1013–1018. doi: <https://doi.org/10.3923/jas.2007.1013.1018>
- Bissell, D. (2010). Passenger Mobilities: Affective Atmospheres and the Sociality of Public Transport. *Environment and Planning D: Society and Space*, 28 (2), 270–289. doi: <https://doi.org/10.1068/d3909>
- Bezyak, J. L., Sabella, S. A., Gattis, R. H. (2017). Public Transportation: An Investigation of Barriers for People With Disabilities. *Journal of Disability Policy Studies*, 28 (1), 52–60. doi: <https://doi.org/10.1177/1044207317702070>
- Wasfi, R., Steinmetz-Wood, M., Levinson, D. (2017). Measuring the transportation needs of people with developmental disabilities: A means to social inclusion. *Disability and Health Journal*, 10 (2), 356–360. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2016.10.008>
- Carreira, R., Patricio, L., Natal Jorge, R., Magee, C. (2014). Understanding the travel experience and its impact on attitudes, emotions and loyalty towards the transportation provider—A quantitative study with mid-distance bus trips. *Transport Policy*, 31, 35–46. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2013.11.006>
- Sze, N. N., Christensen, K. M. (2017). Access to urban transportation system for individuals with disabilities. *IATSS Research*, 41 (2), 66–73. doi: <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2017.05.002>
- Simanjuntak, J. (2021). Policy on Fulfilling the Rights of Persons with Disabilities in Indonesia: Quo Vadis? *IJDS: Indonesian Journal of Disability Studies*, 8 (01), 211–277. doi: <https://doi.org/10.21776/ub.ijds.2021.008.01.16>
- Sugiono, S., Widhayaturiyawan, D., Andriyani, D. P. (2018). Mental Stress Evaluation of Car Driver in Different Road Complexity Using Heart Rate Variability (HRV) Analysis. *Proceedings of the 2018 5th International Conference on Bioinformatics Research and Applications*. doi: <https://doi.org/10.1145/3309129.3309145>
- Church, R. L., Marston, J. R. (2003). Measuring Accessibility for People with a Disability. *Geographical Analysis*, 35 (1), 83–96. doi: <https://doi.org/10.1353/geo.2002.0029>
- Tamba, J. (2017). A Juridical Study toward Indonesian Disabilities Right for Public Services Accessibility according to Law No. 8 Year 2016. *IJDS: Indonesian Journal of Disability Studies*, 4 (1), 63–68. doi: <https://doi.org/10.21776/ub.ijds.2017.004.01.9>
- Sallehuddin, M. S., Ramli, M. Z., Mohamad, D., Ismail, N. (2015). Assessment Of Accessibility For Disabled Persons In Rail Transit Stations In Klang Valley. *International Journal of Civil and Structural Engineering*.
- Irtama, H. I. M., Ismail, A., Borhan, M. N., Das, A. M., Alshetwi, A. B. Z. (2018). Case study of the behavioural intentions of public transportation passengers in Kuala Lumpur. *Case Studies on Transport Policy*, 6 (4), 462–474. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2018.05.007>
- Morton, C., Caulfield, B., Anable, J. (2016). Customer perceptions of quality of service in public transport: Evidence for bus transit in Scotland. *Case Studies on Transport Policy*, 4 (3), 199–207. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2016.03.002>
- Tamba, J. (2018). Exploring the accessibility and facility in railway station used by persons with disabilities: an experience from kebayoran railway station, Jakarta. *IJDS: Indonesian Journal of Disability Studies*, 5 (1), 37–45. doi: <https://doi.org/10.21776/ub.ijds.2018.005.01.4>
- Prasertsubpakij, D., Nitivattananon, V. (2012). Evaluating accessibility to Bangkok Metro Systems using multi-dimensional criteria across user groups. *IATSS Research*, 36 (1), 56–65. doi: <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2012.02.003>
- Jiwa, M. I., Armstrong, S., Shao, Y., Lunsy, Y. (2020). Development of educational modules for MRTs to better support patients with intellectual and developmental disabilities undergoing imaging procedures: A collaborative patient-oriented initiative. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 51 (4), S26–S30. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmir.2020.08.017>
- Oliveira, L., Bruen, C., Birrell, S., Cain, R. (2019). What passengers really want: Assessing the value of rail innovation to improve experiences. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 1, 100014. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2019.100014>
- Gumasing, M. J. J., Zerrudo, M. O. V., German, J. D. (2019). An ergonomic design of Light Rail Transit (LRT) in the Philippines for persons with special needs. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Available at: <http://www.ieomsociety.org/ieom2019/papers/236.pdf>
- Sugiono, S., Satrio N, W., Anggara, T., Nurlaela, S., Kusuma, A., Wicaksono, A., Lukodono, R. P. (2021). Implementation of non-pharmaceutical intervention of COVID-19 in MRT through engineering controlled queue line using participatory ergonomics approach. *EUREKA: Physics and Engineering*, 6, 121–138. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.001923>

21. Mulay, R. V., Gangwal, A., Shyam, A. K., Sancheti, P. K. (2019). Prevalence and risk factors for work related musculoskeletal disorders in flight attendants. *International Journal Of Community Medicine And Public Health*, 6 (6), 2456. doi: <https://doi.org/10.18203/2394-6040.ijcmph20192304>
22. Gumasing, M. J. J., Villapando, A. C., Abalajon, A. P. P. (2020). An Ergonomic Design of Passenger Cabin for Public Utility Jeepney. *Proceedings of the 2020 2nd International Conference on Management Science and Industrial Engineering*. doi: <https://doi.org/10.1145/3396743.3396796>
23. Sugiono, S., Nurlaela, S., Kusuma, A., Wicaksono, A., Lukodono, R. P. (2020). Impact of elevated outdoor MRT station towards passenger thermal comfort: A case study in Jakarta MRT. *Scientific Review Engineering and Environmental Studies (SREES)*, 29 (1), 93–107. doi: <https://doi.org/10.22630/pniks.2020.29.1.9>
24. Paudel, M., Lim, L. J., Yap, F. F., Kho, K. (2021). Vibration Analysis of the Third Rail Structure of a Mass Rapid Transit System with Structural Defects. *Applied Sciences*, 11 (18), 8410. doi: <https://doi.org/10.3390/app11188410>
25. Liang, H.-W., Hwang, Y.-H. (2016). Mobile Phone Use Behaviors and Postures on Public Transportation Systems. *PLOS ONE*, 11 (2), e0148419. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148419>
26. Hvinden, B. (2012). Disability. *The Routledge Handbook of the Welfare State*, 393–402. doi: <https://doi.org/10.4324/9780203084229-44>
27. Sapuan, S. M. (2017). Concurrent Engineering, Product Design, and Development. *Composite Materials*, 29–56. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-802507-9.00002-7>
28. French, M. J. (1999). *Conceptual Design for Engineers*. Springer, 252. doi: <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-3627-9>
29. Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., Grote, K.-H. (2007). *Engineering Design: A Systematic Approach*. Springer, 617. doi: <https://doi.org/10.1007/978-1-84628-319-2>
30. Chakrabarti, A. (1995). Engineering design methods: Strategies for product design. *Materials & Design*, 16 (2), 122–123. doi: [https://doi.org/10.1016/0261-3069\(95\)90023-3](https://doi.org/10.1016/0261-3069(95)90023-3)
31. Smith, R. P., Morrow, J. A. (1999). Product development process modeling. *Design Studies*, 20 (3), 237–261. doi: [https://doi.org/10.1016/s0142-694x\(98\)00018-0](https://doi.org/10.1016/s0142-694x(98)00018-0)
32. Marson, E., Sartor, M. (2019). Quality Function Deployment (QFD). *Quality Management: Tools, Methods, and Standards*, 77–90. doi: <https://doi.org/10.1108/978-1-78769-801-720191005>
33. Cristiano, J. J., Liker, J. K., White, C. C. I. (2001). Key factors in the successful application of quality function deployment (QFD). *IEEE Transactions on Engineering Management*, 48 (1), 81–95. doi: <https://doi.org/10.1109/17.913168>
34. Franceschini, F., Maisano, D. (2018). A new proposal to improve the customer competitive benchmarking in QFD. *Quality Engineering*, 30 (4), 730–761. doi: <https://doi.org/10.1080/08982112.2018.1437178>
35. Purwanto, A. (2020). Design of Food Product Using Quality Function Deployment in Food Industry. *Journal of Industrial Engineering & Management Research (JIEMAR)*, 1 (1b), 1–16. Available at: <https://www.jiemar.org/index.php/jiemar/article/view/20>
36. Chan, L.-K., Wu, M.-L. (2005). A systematic approach to quality function deployment with a full illustrative example. *Omega*, 33 (2), 119–139. doi: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2004.03.010>
37. Park, T., Kim, K.-J. (1998). Determination of an optimal set of design requirements using house of quality. *Journal of Operations Management*, 16 (5), 569–581. doi: [https://doi.org/10.1016/s0272-6963\(97\)00029-6](https://doi.org/10.1016/s0272-6963(97)00029-6)
38. Maritan, D. (2015). *Practical Manual of Quality Function Deployment*. Springer, 190. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-08521-0>
39. Lingqvist, L. (2012). *Railway Stations - Planning Manual*. Borlange: The Swedish Transport Administration. Available at: https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/44463/Ineko.Product.Related-Files/2018_052_railway_stations_planning_manual.pdf
40. Sundstrup, E., Jakobsen, M. D., Andersen, C. H., Jay, K., Persson, R., Aagaard, P., Andersen, L. L. (2013). Participatory ergonomic intervention versus strength training on chronic pain and work disability in slaughterhouse workers: study protocol for a single-blind, randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 14 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/1471-2474-14-67>
41. Carrington, P., Hurst, A., Kane, S. K. (2014). Wearables and chairables. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. doi: <https://doi.org/10.1145/2556288.2557237>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.259532
DEVELOPMENT OF THE DESIGN AND TECHNOLOGY OF EXTRUSION OF METAL-POLYMER MIXTURES FOR THE PRODUCTION OF FEEDSTOCKS (p. 23–33)

Madina Isametova

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4630-271X>

Bakhyt Absadykov

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7829-0958>

Bauyrzhan Bazarbay

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7387-1654>

Gulbarshyn Smailova

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

The paper is devoted to the development of new equipment for the production of metal-polymer thread. 3D printing with metal-polymer thread is one of the advanced directions in the technology of manufacturing metal parts of complex shape. The proposed technology is an alternative to the currently existing metal injection molding (MIM) technology and selective laser melting printing technology. An important step in this work was to conduct computational experiments to determine the effect of screw rotation on the process pressure parameter and the design of the main assembly of the screw extruder. As a result of the research, the pressures on the metal-polymer composition were determined depending on the rotation speed of the screw. With a rotation of 30 rpm, the pressure reached 0.05 Pa and the maximum pressure was 0.18 MPa. The experiments were carried out in the CradelSFlow program. The computer calculation showed a margin of the screw strength coefficient $k=1.8$, and a maximum deflection of $2.8 \cdot 10^{-4}$ m, which meets the condition of static rigidity. To determine the correct value of the gap Δ between the screw ridge and the extruder walls, an analysis of the rotor dynamics was carried out. The result of this study is the critical extruder rotation speed of 60 rpm at which the phenomenon of precession may occur. Amplitude-frequency characteristics $y_{dim}=7 \cdot 10^{-4}$ m. According to the results of the dynamic calculation, the screw dimensions were adjusted, the geometry was reduced by $\Delta=0.5$ mm. The experiments made it possible to verify the optimal parameters of the technological process of metal-polymer mixture extrusion. The data obtained are important for the improvement and development of 3D printing technology for metal parts of complex geometric shape.

Keywords: feeder, extruder, computer simulation, pressure, gap, rotary dynamics.

References

1. Michaeli, W., Bielzer, R. (1991). Metal injection molding: Shaping sintered metal parts. *Advanced Materials*, 3 (5), 260–262. doi: <https://doi.org/10.1002/adma.19910030511>

2. Korotchenko, A. Yu., Khilkov, D. E., Tverskoy, M. V., Khilkova, A. A. (2020). Research of 3D Printing Modes of Feedstock for Metal Injection Molding. *Materials Science Forum*, 992, 461–466. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.992.461>
3. Bazlov, V. A., Mamuladze, T. Z., Kharitonov, K. N., Efimenko, M. V., Golenkov, O. I., Pronskikh, A. A. et. al. (2020). Capabilities injection molding of metal powders (MIM – metal injection molding) the production of medical products. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, 2, 64–68. doi: <https://doi.org/10.17513/mjpf.13011>
4. Ewart, P. (2012). Metal Powder Injection Moulding, Research and Industry. A review and assessment of MIM as a commercial process and the barriers to successful manufacture. Available at: https://www.researchgate.net/publication/267271664_Metal_Powder_Injection_Moulding_Research_and_Industry_A_review_and_assessment_of_MIM_as_a_commercial_process_and_the_barriers_to_successful_manufacture
5. Parmatech: The MIM industry's first commercial producer, and still going strong (2010). *Powder Injection Moulding International*, 4 (2). Available at: <https://www.pim-international.com/wp-content/uploads/sites/2/2017/07/PIM-International-June-2010-DP.pdf>
6. Yan, X., Hao, L., Xiong, W., Tang, D. (2017). Research on influencing factors and its optimization of metal powder injection molding without mold via an innovative 3D printing method. *RSC Advances*, 7 (87), 55232–55239. doi: <https://doi.org/10.1039/c7ra11271h>
7. Chepchurov, M. S., Lubimyi, N. S., Chetverikov, B. S., Zubenko, I. N., Odobesko, I. A. (2019). Implementation of Additive printing using thermoset polymer materials and two-component printing mixture. *Additive Fabrication Technology*, 1 (1), 36–46.
8. Korotchenko, A. Y., Khilkov, D. E., Tverskoy, M. V., Khilkova, A. A. (2020). Use of additive technologies for metal injection molding. *Engineering Solid Mechanics*, 8, 143–150. doi: <https://doi.org/10.5267/j.esm.2019.10.001>
9. Roshchupkin, S. I., Golovin, V. I., Kolesov, A. G., Tarakhovskiy, A. Y. (2020). Extruder for the production of metal-polymer filament for additive technologies. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 971 (2), 022009. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/971/2/022009>
10. Strano, M., Rane, K., Briatico Vangosa, F., Di Landro, L. (2019). Extrusion of metal powder-polymer mixtures: Melt rheology and process stability. *Journal of Materials Processing Technology*, 273, 116250. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2019.116250>
11. Masood, S. H., Song, W. Q. (2004). Development of new metal/polymer materials for rapid tooling using Fused deposition modelling. *Materials & Design*, 25 (7), 587–594. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2004.02.009>
12. Fu, T., Haworth, B., Mascia, L. (2016). Analysis of process parameters related to the single-screw extrusion of recycled polypropylene blends by using design of experiments. *Journal of Plastic Film & Sheeting*, 33 (2), 168–190. doi: <https://doi.org/10.1177/8756087916649006>
13. Rauwendaal, C. (2014) *Polymer Extrusion*. Hanser, 950. doi: <https://doi.org/10.3139/9781569905395>
14. Absadykov, B. N., Mashekova, A. S. et. al. (2020). Pat. No. 35634. Continuous pressing device for producing long profiles from powdered materials. No. 2020/0905.1; declared: 31.12.2020; published: 06.05.2022, Bul. No. 18. Available at: <https://gosreestr.kazpatent.kz/Invention/Details?docNumber=335940>
15. Abdel-Ghany, W. E., Ebeid, S. J., Fikry, I. (2015). Effect of Geometry and Rotational Speed on the Axial Pressure Profile of a Single Screw Extrusion. *IJISSET – International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, 2 (1). Available at: https://www.researchgate.net/publication/308209459_Effect_of_Geometry_and_Rotational_Speed_on_the_Axial_Pressure_Profile_of_a_Single_Screw_Extrusion
16. Kim, N., Kim, H., Lee, J. (2006). Numerical analysis of internal flow and mixing performance in polymer extruder I: single screw element. *Korea-Australia Rheology Journal*, 18 (3), 143–151. Available at: <https://www.cheric.org/PDF/KARJ/KR18/KR18-3-0143.pdf>
17. Zagoruiko, M. G., Vasilchikov, V. V., Mamakhai, A. K. (2020). Simulation of the Extruder Screw Parameters. *Agricultural Machinery and Technologies*, 14 (4), 71–77.
18. Isametova, M., Nussipali, R., Karaivanov, D., Abilkhair, Zh, Isameto, A. (2022). Computational and Experimental Study of the Composite Material for the Centrifugal Pump Impellers Manufacturing. *Journal of Applied and Computational Mechanics*, 8 (4), 1407–1421. doi: <https://doi.org/10.22055/JACM.2022.40366.3574>
19. Ojolo, S. J., Ajiboye, J. S., Orisaleye, J. I. (2015). Plug flow analysis for the design of the compaction region of a tapered screw extruder biomass briquetting machine. *Agric Eng Int: CIGR Journal* September, 17 (3). Available at: https://www.researchgate.net/publication/283844646_Plug_flow_analysis_for_the_design_of_the_compaction_region_of_a_tapered_screw_extruder_biomass_briquetting_machine
20. Isametova, M., Absadykov, B., Batyrgaliyev, M., Borovik, I. (2018). Centrifugal pump rotor dynamics study. *NEWS of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, 5 (431), 226–233. doi: <https://doi.org/10.32014/2018.2518-170x.29>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263097

REVEALING THE MECHANISM OF STABILITY LOSS OF A TWO-FRACTION GRANULAR FLOW IN A ROTATING DRUM (p. 34–46)

Kateryna Deineka

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

Yuriy Naumenko

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

The qualitative nature and quantitative parameters of motion instability of a two-fraction granular filler of a rotating drum were determined.

The factors of motion instability and key parameters of the oscillating system were identified and their influence on the self-excitation of pulsed self-oscillations was estimated.

Two continuous and one periodic steady-state modes of filler motion were found. Periodic self-oscillations due to the development of instability during the transition from continuous circulation mode to the wall layer mode were revealed. As factors of motion instability, filler dilatancy and damping effect of fine fraction particles on the pulsed interaction of coarse fraction particles were taken.

It turned out that the main key parameter of the oscillating system is the drum speed, which determines a change in dilatancy. The increase in instability is realized as a reduction of the bifurcation values of speed and dilatancy. Other key parameters are the content of the fine fraction in the filler κ_{ff} and the filling degree of the chamber κ_f , the growth of which increases the self-oscillating instability.

The features of the oscillatory system are the relaxation type, discontinuous nature of self-oscillations and hard self-excitation mode under bistability. The discontinuous character and oscillatory hysteresis increase with decreasing κ_{ff} and κ_f .

The limit values of the dynamic motion parameters corresponding to the conditions of self-excitation of self-oscillations in the absence and presence of fine fraction were determined: 0.96–1.11 and 0.218–0.382 for the bifurcation value of relative speed, 0.745–0.855 and 0.24–0.322 for the bifurcation value of dilatancy.

The effects found make it possible to substantiate the parameters of the self-oscillating process of processing polygranular materials in drum-type machines.

Keywords: rotating drum, two-fraction granular filler, motion stability, self-oscillation, bifurcation speed, dilatancy.

References

- Bouchard, J., LeBlanc, G., Levesque, M., Radziszewski, P., Georges-Filteau, D. (2019). Breaking down energy consumption in industrial grinding mills. *CIM Journal*, 10 (4), 157–164. doi: <https://doi.org/10.15834/cimj.2019.18>
- Góralczyk, M., Krot, P., Zimroz, R., Ogonowski, S. (2020). Increasing Energy Efficiency and Productivity of the Comminution Process in Tumbling Mills by Indirect Measurements of Internal Dynamics – An Overview. *Energies*, 13 (24), 6735. doi: <https://doi.org/10.3390/en13246735>
- Both, H.-U. (1996). *Mahlkörperbewegungen in der Kugelmühle*. IWF (Göttingen). doi: <https://doi.org/10.3203/IWF/C-921>
- Deineka, K., Naumenko, Y. (2019). Revealing the effect of decreased energy intensity of grinding in a tumbling mill during self-excitation of auto-oscillations of the intrachamber fill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (1), 6–15. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155461>
- Deineka, K., Naumenko, Y. (2019). Establishing the effect of a decrease in power intensity of self-oscillating grinding in a tumbling mill with a reduction in an intrachamber fill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (7 (102)), 43–52. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.183291>
- Deineka, K., Naumenko, Y. (2020). Establishing the effect of decreased power intensity of self-oscillatory grinding in a tumbling mill when the crushed material content in the intra-chamber fill is reduced. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (1 (106)), 39–48. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.209050>
- Deineka, K., Naumenko, Y. (2021). Establishing the effect of a simultaneous reduction in the filling load inside a chamber and in the content of the crushed material on the energy intensity of self-oscillatory grinding in a tumbling mill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (1 (109)), 77–87. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224948>
- Naumenko, Yu. V., Deineka, K. Yu. (2014). *Teoretychni osnovy robochykh protsesiv mashyn barabannoho typu*. Rivne: NUVHP, 531.
- Naumenko, Yu. V. (1999). The antitorque moment in a partially filled horizontal cylinder. *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, 33 (1), 91–95.
- Naumenko, Yu. V. (2000). *Opredelenie ratsional'nykh skorostey vrashcheniya gorizonta'lnykh barabannykh mashin*. *Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost'*, 5, 89–92.
- Seiden, G., Thomas, P. J. (2011). Complexity, segregation, and pattern formation in rotating-drum flows. *Reviews of Modern Physics*, 83 (4), 1323–1365. doi: <https://doi.org/10.1103/revmodphys.83.1323>
- He, S. Y., Gan, J. Q., Pinson, D., Zhou, Z. Y. (2019). Particle shape-induced radial segregation of binary mixtures in a rotating drum. *Powder Technology*, 341, 157–166. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2018.06.005>
- He, S. Y., Gan, J. Q., Pinson, D., Yu, A. B., Zhou, Z. Y. (2021). Particle shape-induced axial segregation of binary mixtures of spheres and ellipsoids in a rotating drum. *Chemical Engineering Science*, 235, 116491. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ces.2021.116491>
- Gray, J. M. N. T. (2018). Particle Segregation in Dense Granular Flows. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 50 (1), 407–433. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-fluid-122316-045201>
- Inagaki, S., Ebata, H., Yoshikawa, K. (2015). Steadily oscillating axial bands of binary granules in a nearly filled coaxial cylinder. *Physical Review E*, 91 (1). doi: <https://doi.org/10.1103/physreve.91.010201>
- Marteanu, E., Andrade, J. E. (2017). A model for decoding the life cycle of granular avalanches in a rotating drum. *Acta Geotechnica*, 13 (3), 549–555. doi: <https://doi.org/10.1007/s11440-017-0609-2>
- Preud'homme, N., Opsomer, E., Vandewalle, N., Lumay, G. (2021). Effect of grain shape on the dynamics of granular materials in 2D rotating drum. *EPJ Web of Conferences*, 249, 06002. doi: <https://doi.org/10.1051/epjconf/202124906002>
- Chen, Q., Yang, H., Li, R., Xiu, W. Z., Han, R., Sun, Q. C., Zivkovic, V. (2020). Compaction and dilatancy of irregular particles avalanche flow in rotating drum operated in slumping regime. *Powder Technology*, 364, 1039–1048. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.09.047>
- Clavaud, C., Bérut, A., Metzger, B., Forterre, Y. (2017). Revealing the frictional transition in shear-thickening suspensions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114 (20), 5147–5152. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.1703926114>
- Swartz, A. G., Kalmbach, J. B., Olson, J., Zieve, R. J. (2009). Segregation and stability of a binary granular heap. *Granular Matter*, 11 (3), 185–191. doi: <https://doi.org/10.1007/s10035-009-0135-5>
- Yin, Z., Peng, Y., Zhu, Z., Yu, Z., Li, T. (2017). Impact Load Behavior between Different Charge and Lifter in a Laboratory-Scale Mill. *Materials*, 10 (8), 882. doi: <https://doi.org/10.3390/ma10080882>
- Huang, X., Bec, S., Colombani, J. (2014). Influence of fine particles on the stability of a humid granular pile. *Physical Review E*, 90 (5). doi: <https://doi.org/10.1103/physreve.90.052201>
- Huang, X., Bec, S., Colombani, J. (2015). Ambivalent role of fine particles on the stability of a humid granular pile in a rotating drum. *Powder Technology*, 279, 254–261. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2015.04.007>
- Liao, C.-C., Ou, S.-F., Chen, S.-L., Chen, Y.-R. (2020). Influences of fine powder on dynamic properties and density segregation in a rotating drum. *Advanced Powder Technology*, 31 (4), 1702–1707. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apt.2020.02.006>
- Chung, Y.-C., Liao, C.-C., Zhuang, Z.-H. (2021). Experimental investigations for the effect of fine powders on size-induced segregation in binary granular mixtures. *Powder Technology*, 387, 270–276. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2021.04.034>
- Govender, I. (2016). Granular flows in rotating drums: A rheological perspective. *Minerals Engineering*, 92, 168–175. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2016.03.021>
- Midi, G. D. R. (2004). On dense granular flows. *The European Physical Journal E*, 14 (4), 341–365. doi: <https://doi.org/10.1140/epje/i2003-10153-0>
- Forterre, Y., Pouliquen, O. (2008). Flows of Dense Granular Media. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 40 (1), 1–24. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.fluid.40.111406.102142>
- Chou, S. H., Hsiao, S. S. (2011). Experimental analysis of the dynamic properties of wet granular matter in a rotating drum. *Powder Technology*, 214 (3), 491–499. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2011.09.010>
- Breu, A. P. J., Krüelle, C. A., Rehberg, I. (2003). Pattern formation in a rotating aqueous suspension. *Europhysics Letters (EPL)*, 62 (4), 491–497. doi: <https://doi.org/10.1209/epl/i2003-00379-x>
- Rajchenbach, J. (1990). Flow in powders: From discrete avalanches to continuous regime. *Physical Review Letters*, 65 (18), 2221–2224. doi: <https://doi.org/10.1103/physrevlett.65.2221>
- Tezges, P., Vicsek, T., Schiffer, P. (2002). Avalanche Dynamics in Wet Granular Materials. *Physical Review Letters*, 89 (9). doi: <https://doi.org/10.1103/physrevlett.89.094301>
- Tezges, P., Vicsek, T., Schiffer, P. (2003). Development of correlations in the dynamics of wet granular avalanches. *Physical Review E*, 67 (5). doi: <https://doi.org/10.1103/physreve.67.051303>
- Aranson, I. S., Tsimring, L. S. (2002). Continuum theory of partially fluidized granular flows. *Physical Review E*, 65 (6). doi: <https://doi.org/10.1103/physreve.65.061303>

35. Aranson, I. S., Tsimring, L. S. (2006). Patterns and collective behavior in granular media: Theoretical concepts. *Reviews of Modern Physics*, 78 (2), 641–692. doi: <https://doi.org/10.1103/revmodphys.78.641>
36. Ouyang, H.-W., Huang, L.-H., Cheng, L., Huang, S.-C., Wang, Q., Liu, Z.-M., Zhang, X. (2013). Behavior of hysteretic transition of granular flow regimes in a slow rotating drum. *Materials Science and Engineering of Powder Metallurgy*, 18 (2), 155–162. Available at: https://www.researchgate.net/publication/286303609_Behavior_of_hysteretic_transition_of_granular_flow_regimes_in_a_slow_rotating_drum
37. Balmforth, N. J., McElwaine, J. N. (2018). From episodic avalanching to continuous flow in a granular drum. *Granular Matter*, 20 (3). doi: <https://doi.org/10.1007/s10035-018-0822-1>
38. Perrin, H., Clavaud, C., Wyart, M., Metzger, B., Forterre, Y. (2019). Interparticle Friction Leads to Nonmonotonic Flow Curves and Hysteresis in Viscous Suspensions. *Physical Review X*, 9 (3). doi: <https://doi.org/10.1103/physrevx.9.031027>
39. Kasper, J. H., Magnanimo, V., Jarray, A. (2019). Dynamics of discrete wet granular avalanches in a rotary drum. *Proceedings of the 8th International Conference on Discrete Element Methods (DEM8)*. Available at: <https://mercurylab.co.uk/dem8/wp-content/uploads/sites/4/2019/07/99.pdf>
40. Kasper, J. H., Magnanimo, V., de Jong, S. D. M., Beek, A., Jarray, A. (2021). Effect of viscosity on the avalanche dynamics and flow transition of wet granular matter. *Particuology*, 59, 64–75. doi: <https://doi.org/10.1016/j.partic.2020.12.001>
41. Santos, D. A., Scatena, R., Duarte, C. R., Barrozo, M. A. S. (2016). Transition phenomenon investigation between different flow regimes in a rotary drum. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 33 (3), 491–501. doi: <https://doi.org/10.1590/0104-6632.20160333s20150128>
42. Naumenko, Y., Deineka, K., Myronenko, T. (2021). Establishing the conditions for the formation of a near-wall layer of solid granular fill of a rotating drum. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (1 (113)), 51–61. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.240194>
43. Zimmer, F., Kollmer, J. E., Pöschel, T. (2013). Polydirectional Stability of Granular Matter. *Physical Review Letters*, 111 (16). doi: <https://doi.org/10.1103/physrevlett.111.168003>
44. Wang, Z., Zhang, J. (2015). Fluctuations of particle motion in granular avalanches – from the microscopic to the macroscopic scales. *Soft Matter*, 11 (27), 5408–5416. doi: <https://doi.org/10.1039/c5sm00643k>
45. Wang, Z., Zhang, J. (2015). Spatiotemporal chaotic unjamming and jamming in granular avalanches. *Scientific Reports*, 5 (1). doi: <https://doi.org/10.1038/srep08128>
46. Maghsoodi, H., Luijten, E. (2016). Chaotic dynamics in a slowly rotating drum. *Revista Cubana de Física*, 33 (1), 50–54. Available at: <http://revistacubanadefisica.org/index.php/rcf/article/view/24/4>
47. Balista, J. A. F. (2017). Axial segregation of granular mixtures as the rotational stabilization of the radial core. *Granular Matter*, 19 (2). doi: <https://doi.org/10.1007/s10035-017-0721-x>
48. Salinas, V., Quiñinao, C., González, S., Castillo, G. (2021). Triggering avalanches by transverse perturbations in a rotating drum. *Scientific Reports*, 11 (1). doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93422-2>
49. Andronov, A. A., Vitt, A. A., Khaykin, S. E. (1981). *Teoriya kolebaniy*. Moscow: Nauka, 568.
50. Deineka, K. Yu., Naumenko, Yu. V. (2018). The tumbling mill rotation stability. *Scientific Bulletin of National Mining University*, 1 (163), 60–68. doi: <https://doi.org/10.29202/nvngu/2018-1/10>
51. Deineka, K. Yu. (2008). Stiykist rukhu vnutrishnokamernoho zavantazhennia barabannoho mlyna. *Visn. NUVHP. Tekhnichni nauky*, 3 (43), 250–257.
52. Blekhman, I. I. (Ed.) (1979). *Kolebaniya nelineynykh mekhanicheskikh sistem: Vibratsii v tekhnike*. Vol. 2. Moscow: Mashinostroenie, 351.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263585

A NUMERICAL IMPLEMENTATION STUDY OF THE STRESSES AND NOISE GENERATED BY THE GEAR ENGAGEMENT IN THE GEARBOX (p. 47–55)

Ali Abbar Khleif

University of Technology – Iraq, Baghdad, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1235-4493>

With the development of automotive technology and the increase in the performance of the moving parts in the car, the most important of which is the engine and gearbox. Where companies are working to increase the sound insulation of the movement of these parts outside and reduce the noise and stress generated because of movement, to study these noises and stresses, and to know the vibrations that give a high sound rate and wave pressure. Where it worked on a standard gearbox and simulated the movement of gears. To find out the stresses that are calculated because of this movement, the external stress caused by this movement of the gears, as well as the speed of the gears in the case of rotation, is also known. The results proved the contact areas of the main lip on the outer cover are greatly affected during the gearbox rotation process and also at high vibrations. The effect of vibrations and the Hertzian rate is significantly affected by it. At frequencies that reached 1500 Hz the value of stresses and deformation was relatively large. The acceleration and due to the different gear teeth, the acceleration value in this case was 3000 m/s². The maximum value of shear stresses reached 9.5·10⁴ Pa at the frequency between 1500 and 2000 Hz. The value of the vibration 1500 Hz is the highest value that achieved high noise as it was 112 dB, which is a 112 dB higher than the rest of the vibrations. The achievement of the condition of the presence of large noise when vibration 1500 Hz is reached is achieved by analyzing the noise produced by a car's gearbox at that level. The amount of noise pressure and its wave through the outside air of the gearbox, where the amount of wave pressure of the noise reached a maximum value of 400 Pa and the lowest value – 500 Pa.

Keyword: COMSOL multiphysics, simulation, gearbox engagement, stresses, noise, sound pressure level.

References

- Holzappel, G. A., Linka, K., Sherifova, S., Cyron, C. J. (2021). Predictive constitutive modelling of arteries by deep learning. *Journal of The Royal Society Interface*, 18 (182), 20210411. doi: <https://doi.org/10.1098/rsif.2021.0411>
- Khleif, A. A. (2011). Computer Aided Spur Gear Data Extraction Based on Image Processing Technique. *The Iraqi Journal for Mechanical and Material Engineering*, 11 (1), 13–21. Available at: <https://www.iasj.net/iasj/download/c0b37579f22c5edc>
- Zhou, W., Zuo, Y., Zheng, M. (2018). Analysis and Optimization of the Vibration and Noise of a Double Planetary Gear Power Coupling Mechanism. *Shock and Vibration*, 2018, 1–13. doi: <https://doi.org/10.1155/2018/9048695>
- Mohammadpour, M., Theodossiadis, S., Rahnejat, H. (2015). Dynamics and efficiency of planetary gear sets for hybrid powertrains. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 230 (7-8), 1359–1368. doi: <https://doi.org/10.1177/0954406215590644>
- Wang, Y., Yang, J., Guo, D., Lim, T. C. (2016). Vibration and sound radiation analysis of the final drive assembly considering the gear-shaft coupling dynamics. *Proceedings of the Institution of Mechanical En-*

- gineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, 230 (7-8), 1258–1275. doi: <https://doi.org/10.1177/09544062166632021>
6. Fatourehchi, E., Mohammadpour, M., King, P. D., Rahnejat, H., Trimmer, G., Williams, A., Womersley, R. (2017). Effect of mesh phasing on the transmission efficiency and dynamic performance of wheel hub planetary gear sets. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, 232 (19), 3469–3481. doi: <https://doi.org/10.1177/0954406217737327>
 7. Hartono, D., Halim, D., Roberts, G. W. (2018). Gear fault diagnosis using the general linear chirplet transform with vibration and acoustic measurements. Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, 38 (1), 36–52. doi: <https://doi.org/10.1177/1461348418811717>
 8. Zhou, J., Sun, W., Cao, L. (2019). Vibration and noise characteristics of a gear reducer under different operation conditions. Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, 38 (2), 574–591. doi: <https://doi.org/10.1177/1461348419825603>
 9. Hou, L., Lei, Y., Fu, Y., Hu, J. (2020). Effects of lightweight gear blank on noise, vibration and harshness for electric drive system in electric vehicles. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part K: Journal of Multi-Body Dynamics, 234 (3), 447–464. doi: <https://doi.org/10.1177/1464419320915006>
 10. Wang, F., Xu, X., Fang, Z., Chen, L. (2017). Study of the influence mechanism of pitch deviation on cylindrical helical gear meshing stiffness and vibration noise. Advances in Mechanical Engineering, 9 (9), 168781401772058. doi: <https://doi.org/10.1177/1687814017720586>
 11. Sun, R.-B., Yang, Z.-B., Luo, W., Qiao, B.-J., Chen, X.-F. (2019). Weighted sparse representation based on failure dynamics simulation for planetary gearbox fault diagnosis. Measurement Science and Technology, 30 (4), 045008. doi: <https://doi.org/10.1088/1361-6501/ab02d8>
 12. Quang, N. H., Linh, N. H., Huy, T. Q., Lam, P. D., Tuan, N. A., Ngoc, N. D. et. al. (2022). Optimizing the partial gear ratios of the two-stage worm gearbox for minimizing total gearbox cost. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (1 (115)), 6–15. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252301>
 13. Shkaruplyo, V., Skrupsky, S., Oliinyk, A., Kolpakova, T. (2017). Development of stratified approach to software defined networks simulation. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (9 (89)), 67–73. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.110142>
 14. Aliiev, E., Paliy, A., Kis, V., Paliy, A., Petrov, R., Plyuta, L. et. al. (2022). Establishing the influence of technical and technological parameters of milking equipment on the efficiency of machine milking. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (1 (115)), 44–55. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.251172>

DOI: [10.15587/1729-4061.2022.263624](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263624)

EFFECTS OF ROTATIONAL SPEED ON THE NATURAL FREQUENCY OF THE DIFFERENTIAL BEVEL GEAR (p. 56–63)

Ali Raad Hassan

University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8021-4479>

With the development of techniques for the use of gears and their many shapes and types, the mechanical need for them has become great, especially in the use of them in the field of cars, and the most important of these types are bevel gears, as these gears are considered essential in differential gears.

The use of differential gears in mechanics in general helps to reduce noise in the movement, but there must be vibration resulting from this movement, and accordingly, bevel gears and the effect of rotating gears on free vibration have been studied.

Variable gears were used according to a simulation program and the study of the free vibrations that occur to them. The effect of rotational speed on the natural vibration greatly affects the transmission of movement in the car and increases the fault distortions that occur in the differential gearbox.

The result shows the natural vibration reached at the speed of 5000 rpm, and the value of the vibration reached 3564.5 Hz, which is the highest value compared to the remaining speed. The distortion at a speed of 1,000 rpm. The process of rotation and natural vibration affects the deformations and stresses that get on the gears themselves. The natural vibration is greatly reduced when the number of clamping places for the differential gear is increased. Compared to the presence of two spinning tires, the vibration value reduced. At a rotating speed of 5000 rpm, it is known that increasing the rotational speed raises the value 3015.9 Hz with one tire revolution with one tire rotation, the huge strains influence the little gears in the differential gearbox. The greatest value of distortion is 0.00067 m at 5000 rpm, which is the largest value of deformation compared to the rest of the employed rotational rates with one tire revolution.

Keywords: bevel gear, differential gears, natural frequency, rotational speed, vibration for bevel gear.

References

1. Holzapfel, G. A., Linka, K., Sherifova, S., Cyron, C. J. (2021). Predictive constitutive modelling of arteries by deep learning. Journal of The Royal Society Interface, 18 (182), 20210411. doi: <https://doi.org/10.1098/rsif.2021.0411>
2. Hou, X., Zhang, Y., Zhang, H., Zhang, J., Li, Z., Zhu, R. (2021). A modified damping model of vector form intrinsic finite element method for high-speed spiral bevel gear dynamic characteristics analysis. The Journal of Strain Analysis for Engineering Design, 57 (2), 144–154. doi: <https://doi.org/10.1177/03093247211018820>
3. Ebenezer, N. G. R., Ramabalan, S., Navaneethasanthakumar, S. (2022). Advanced Multi Criteria Optimal Design of Spiral Bevel Gear Pair using NSGA – II, 16 (2), 185–193. Available at: <http://jjmie.hu.edu.jo/vol16-2/03-55-21.pdf>
4. Escudero, G. G., Bo, P., González-Barrío, H., Calleja-Ochoa, A., Bartoñ, M., de Lacalle, L. N. L. (2021). 5-axis double-flank CNC machining of spiral bevel gears via custom-shaped tools-Part II: physical validations and experiments. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 119 (3-4), 1647–1658. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-021-08166-0>
5. Wang, Z., Pu, W., Pei, X., Cao, W. (2021). Contact stiffness and damping of spiral bevel gears under transient mixed lubrication conditions. Friction, 10 (4), 545–559. doi: <https://doi.org/10.1007/s40544-020-0479-8>
6. Cao, W., He, T., Pu, W., Xiao, K. (2022). Dynamics of lubricated spiral bevel gears under different contact paths. Friction, 10 (2), 247–267. doi: <https://doi.org/10.1007/s40544-020-0477-x>
7. Kim, W.-S., Kim, Y.-J., Kim, Y.-S., Park, S.-U., Lee, K.-H., Hong, D.-H., Choi, C.-H. (2021). Evaluation of the fatigue life of a tractor's transmission spiral bevel gear. Journal of Terramechanics, 94, 13–22. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2020.11.005>
8. Pei, X., Pu, W., Wang, Z. (2021). Contact stiffness and dynamic behavior caused by surface defects of spiral bevel gear in mixed lubrication. Engineering Failure Analysis, 121, 105129. doi: <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.105129>
9. Chen, X., Hong, J., Wang, Y., Ma, Y. (2021). Fatigue failure analysis of the central-driven bevel gear in a turboshaft engine arising from multi-source excitation. Engineering Failure Analysis, 119, 104811. doi: <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.104811>
10. Efstathiou, C., Tapoglou, N. (2021). A novel CAD-based simulation model for manufacturing of spiral bevel gears by face milling. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 33, 277–292. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2021.04.004>

11. Glyva, V., Kasatkina, N., Levchenko, L., Tykhenko, O., Nazarenko, V., Burdeina, N. et al. (2022). Determining the dynamics of electro-magnetic fields, air ionization, low-frequency sound and their normalization in premises for computer equipment. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (10 (117)), 47–55. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.258939>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263452
IMPLEMENTATION OF FINITE ELEMENT ANALYSIS FOR SOLVING THE CONSTRAINTS IN FORMING PROCESS OF LARGE STEEL PARTS (p. 64–71)

Kamil Jawad Kadhim

Al-Furat Al-Awsat Technical University, Kofa, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5802-4839>

Jabbar A. Jaber

PhD, Assistant Professor
 Al-Furat Al-Awsat Technical University, Kofa, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5414-5393>

Hadi Raheem Ibrihim

Al-Furat Al-Awsat Technical University, Kofa, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6890-7050>

In recent years, the demand for high-durability parts are rising too much. These challenges are difficult to overcome without an innovative framework based on an accurate database. The problems of high stress generated due to the hard friction and severe crystal dislocation during the forming process need to be solved. High frictional forces between the contact surfaces while forming lead to high sticking between the parts. In this work, forming process of the large sheet metal has been explored based on some parameters like material properties, stress generation, and their effects on the product quality. For this purpose, square sheet metal of 721*721*5 mm is considered, and the product formation through many forming steps was carried out. This work includes adopting some design steps, modeling, and analysis to control some parameters and minimize the generation stresses. The finite element software (ABAQUS/CAE) has been adopted for analyzing this process. In this simulation, the forming process evolution in different steps has been analyzed, and the influence of the effective parameters was performed. As a result, it's found that the generation stresses are highly concentrated near the fillet zones and proportional to the pressure, and depend on the nature of contact and friction. Simulation results also revealed that the uniform pressure during forming will leads to minimizing the friction and stress generation (5 %) and this will improve the product quality. Also, it's possible to identify and facilitate many difficulties and evaluate the possibilities before further investing in tooling. It's concluded that any accurate process like this must depend on some sequence steps like design, modeling, and simulation. Moreover, folding the large surface area needs accurate and adjustable types of equipment.

Keywords: sheet metal forming, square cup, stress concentration, analysis process, ABAQUS simulation.

References

1. Kumar, S., Shejkar, S. K. (2021). A Review on Optimizing Sheet Metal Forming. *International Journal of Engineering Research in Current Trends (IJERCT)*, 3 (4), 62-64. URL: <https://www.ijerct.com/papers/03-04/a-review-on-optimizing-sheet-metal-forming.pdf>
2. Baru, N. K., Teeuwen, T., Teller, M., Hojda, S., Braun, A., Hirt, G. (2021). On appropriate Finite Element discretization in simulation of gas-based hot sheet metal forming processes. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1157 (1), 012027. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1157/1/012027>

3. Hetzel, A., Schulte, R., Vogel, M., Lechner, M., Besserer, H.-B., Maier, H. J. et al. (2021). Functional Analysis of Components Manufactured by a Sheet-Bulk Metal Forming Process. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, 5 (2), 49. doi: <https://doi.org/10.3390/jmmp5020049>
4. Briesenick, D., Liewald, M., Riedmueller, K. R. (2021). New sheet metal forming process for springback reduction by continuous stress superposition. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1157(1), 012030. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1157/1/012030>
5. Centeno, G., Silva, M. B. (2022). Tube and Sheet Metal Forming Processes and Applications. *Metals*, 12 (4), 553. doi: <https://doi.org/10.3390/met12040553>
6. Roque, C. M. O. L., Button, S. T. (2000). Application of the finite element method in cold forging processes. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences*, 22 (2), 189–202. doi: <https://doi.org/10.1590/s0100-73862000000200005>
7. Chapter 8: Sheet metal forming processes. KSU - College of Engineering. Available at: https://faculty.ksu.edu.sa/sites/default/files/chapter_8_ie252-v2.pdf
8. Govik, A., Nilsson, L., Moshfegh, R. (2012). Finite element simulation of the manufacturing process chain of a sheet metal assembly. *Journal of Materials Processing Technology*, 212 (7), 1453–1462. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2012.02.012>
9. Cherouat, A., Borouchaki, H., Jie, Z. (2018). Simulation of Sheet Metal Forming Processes Using a Fully Rheological-Damage Constitutive Model Coupling and a Specific 3D Remeshing Method. *Metals*, 8 (12), 991. doi: <https://doi.org/10.3390/met8120991>
10. Hrudkina, N., Aliieva, L., Markov, O., Marchenko, I., Shapoval, A., Abhari, P., Kordenko, M. (2020). Predicting the shape formation of hollow parts with a flange in the process of combined radial-reverse extrusion. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (1 (106)), 55–62. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.203988>
11. Maiorova, K., Vorobiov, I., Andrieiev, O., Lupkin, B., Sikulskiy, V. (2022). Forming the geometric accuracy and roughness of holes when drilling aircraft structures made from polymeric composite materials. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (1 (116)), 71–80. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254555>
12. Korzhyk, V., Khaskin, V., Grynyuk, A., Peleshenko, S., Kvasnytskyi, V., Fialko, N. et al. (2022). Comparison of the features of the formation of joints of aluminum alloy 7075 (Al-Zn-Mg-Cu) by laser, microplasma, and laser-microplasma welding. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (12 (115)), 38–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253378>
13. Magid, H. M., Dabis, B. K., Abed alabas Siba, M. (2021). Analysis of the main factors affecting mass production in the plastic molding process by using the finite element method. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (1 (114)), 65–71. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.248375>
14. Lin, J., Li, M., Qu, E., Liu, W. (2018). Research on the Process of Flexible Blank-holder in Multipoint Forming for Box-shaped Parts. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 439, 042024. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/439/4/042024>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.262506
DETERMINING FOAMING REGULARITIES ENABLED BY A FIVE-NOZZLE FOAM GENERATOR FOR DRILLING TECHNOLOGIES UNDER CONDITIONS OF ABNORMALLY LOW PRESSURES (p. 72–79)

Anatolii Kaliuzhnyi

National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4768-1272>

Petro Molchanov

National University «Yuri Kondratyuk
Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5335-4281>

Vasyl Savyk

National University «Yuri Kondratyuk
Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0706-0589>

Maksym Knysh

National University «Yuri Kondratyuk
Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3516-4852>

Roman Yaremiychuk

National University «Yuri Kondratyuk
Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9041-6576>

When studying the construction of oil and gas wells, it was found that the volume of drilling wells with abnormally low reservoir pressures increases over the years. This is due to significant difficulties such as a large absorption of drilling mud, possible clogging of a productive reservoir with drilling mud, and a failure to obtain the expected effect. These complications can be prevented by using gas-liquid mixtures as drilling mud, which have a number of advantages compared to washing liquids and make it possible to eliminate the above-mentioned negative phenomena. When opening productive horizons at low anomaly coefficients, foams must be used to flush wells. It has been established that at present in the practice of drilling oil and gas wells with foam there is no equipment that makes it possible to form foam with certain specified structure and dispersion. The use of a modernized foam generator for the preparation of foam has been proposed. To study the foaming process, computer modeling was carried out, with the help of which the processes that take place during the movement of flows of liquid, gas, and gas-liquid mixture along the foam generator were investigated, namely the distribution of pressure and speed in the longitudinal cross-section of the foam generator under changing boundary conditions, that is, at a pressure in the supply pipe of 10 and 7.5 MPa.

Computer studies have confirmed the possibility of using an improved foam generator design to increase the efficiency of foaming. The results could be the basis for the development of foam generators and their experimental and industrial research and testing.

Keywords: foam, modernized five-nozzle foam generator, foaming, gas pressure, mixture speed.

References

1. Marukhniak, V. M. (2005). Heolohotekhnolohichni problemy rozkryttia horyzontiv z anomalno nyzkymy plastovymy tyskamy ta hranuliarnymy kolektoramy v Zakhidnomu rehioni Ukrainy. *Mineralni resursy Ukrainy*, 1, 35–37.
2. Tagirov, K. M., Gnoevykh, A. N., Nifontov, V. I. (1991). Burenie s promyvkoj peny po germetizirovannoy sisteme tsirkulyatsii. *Gazovaya promyshlennost'*, 8, 32–34.
3. Nesterenko, N. P., Savik, V. M., Lyakh, M. M. (2008). Vliyanie rabochikh parametrov penogeneriruyuschikh ustroystv na sokhranenie kollektorskih svoystv produktivnykh plastov. *PRACE Instytutu Nafty i Gazu: materialy konferentsii GEOPETROL 2008*. Krakov, 693–698.
4. Savyk, V. M. (2012). Otsinka vplyvu heometrychnykh parametrov na efektyvnist roboty pinoheneruiuchoho prystroiu. *Rozvidka ta rozrobka naftovykh i hazovykh rodovyshch*, 2 (43), 173–188.
5. Savyk, V. M., Liakh, M. M., Vakaliuk, V. M., Solonychnyi, Ya. V. (2012). Analiz i ratsionalizatsiia konstruktsiyi pinoheneruiucho-

ho ustatkuvannia abo prystroiu. *Rozvidka ta rozrobka naftovykh i hazovykh rodovyshch*, 3 (44). Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/rnrgr_2012_3_9

6. Savyk, V. M., Liakh, M. M., Mykhailiuk, V. V. (2012). Pat. No. 77955 UA. Multi-nozzle foam-generating unit. No. u201205435; declared: 03.05.2012; published: 11.03.2013, Bul. No. 5. Available at: <https://uapatents.com/5-77955-pinogeneruyuchijj-pristrijj-bagatosoplovijj.html>
7. Lyakh, M. M., Savyk, V. M., Molchanov, P. O. (2017). Experimental and industrial research on foamgenerating devices. *Naukovyi visnyk natsionalnoho hirnychoho universytetu*, 5 (161), 17–23.
8. Shendrik, O., Fyk, M., Biletskyi, V., Kryvulia, S., Donskyi, D., Alajmeen, A., Pokhylko, A. (2019). Energy-saving intensification of gas-condensate field production in the east of Ukraine using foaming reagents. *Mining of Mineral Deposits*, 13 (2), 82–90. doi: <https://doi.org/10.33271/mining13.02.082>
9. Isaev, Yu. M. (2008). Issledovanie techeniy v sisteme SOLIDWORKS. *FLOWWORKS. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya: nauchniy zhurnal*, 4, 36–39.
10. Savyk, V. M. (2013). Pidvyshchennia efektyvnosti pinoheneruiuchykh prystroiv nasosno-tsyrukuliatsiynykh system burovykh ustanovok. *Ivano-Frankivsk*, 139.
11. Guo, B., Lyons, W. C., Ghalambor, A. (2007). *Petroleum Production Engineering*. Gulf Professional Publishing, 312. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-8270-1.X5000-2>
12. Amiyan, V. A., Amiyan, A. V. (1985). Povyshenie kachestva vskrytiya plasta. *Obzornaya informatsiya. Ser. burenie*. Moscow: VNIIOENG, 50.
13. Mysliuk, M. A. (2005). Do otsinky pervynnoho rozkryttia horyzontiv na rodovyshchakh Ukrainy. *Naftova i hazova promyslovist*, 6.
14. Savyk, V. M., Liakh, M. M., Mamyshev, N. K., Molchanov, P. O. (2016). Pat. No. 111893 UA. Pinohenerator. No. u201605132; declared: 11.05.2016; published: 25.11.2016, Bul. No. 22. Available at: <https://uapatents.com/4-111893-pinogenerator.html>
15. Liakh, M. M., Savyk, V. M., Molchanov, P. O. (2016). Improving the efficiency of foamgenerating devices of pump-circulative systems of drilling sets. *Naukovyi visnyk natsionalnoho hirnychoho universytetu*, 3, 16–23.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.262215

JUSTIFYING PARAMETERS FOR THE AUTOMATIC SERVO CONTROL SYSTEM OF A ROTARY PLATE VACUUM PUMP IN THE MILKING MACHINE (p. 80–89)

Elchyn Aliiev

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4006-8803>

Andriy Paliy

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9525-3462>

Viktor Kis

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1316-7013>

Andriy Milenin

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3521-1652>

Katerina Ishchenko

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4542-0669>

Anatoliy Paliy

National Scientific Center «Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine», Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9193-3548>

Iruna Levchenko

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7134-2505>

Lyudmila Livoshchenko

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3735-3091>

Yevheniia Livoshchenko

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5826-4824>

Larisa Plyuta

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8935-4873>

The scientific task to improve energy efficiency and ensure the process of vacuum regime stabilization in the operation of milking machines has been solved.

A mathematical model of the process of functioning of the servo control system of a rotary plate vacuum pump was built; the numerical modeling of its workflow was carried out.

This paper reports the results of experimental studies on the influence of the regime parameters of the rotary plate vacuum pump on the efficiency of its operation, as well as the results of experimental research on the servo control system for the rotary plate vacuum pump.

The operational process of the rotary plate vacuum pump HB-1200 for a milking machine was investigated. The influence of mode parameters (rotor speed n and vacuum pressure P) on the performance of the vacuum pump, Q_a , vacuum pressure fluctuation, ΔP , and the power consumption of the vacuum pump drive, N_p , has been determined.

The servo control system of the rotary plate vacuum pump was experimentally investigated based on the developed algorithms of its operation. In a generally accepted algorithm, vacuum fluctuation increases with increasing an airflow rate: at $\Delta Q_a=45$ l/min – $\Delta P=2.3$ kPa; at $\Delta Q_a=90$ l/min – $\Delta P=4.6$ kPa; at $\Delta Q_a=135$ l/min – $\Delta P=6.4$ kPa. Unlike the generally accepted one, the developed algorithm enables a stable vacuum mode with the largest vacuum fluctuation being $\Delta P=2.4$ kPa.

For the first time, the functional dependence of the influence of the regime parameters of the rotary plate vacuum pump with its automatic servo control system on the stability of the vacuum regime of a milk-vacuum system in the milking machine was established.

The results can be applied when improving milking machines in terms of ensuring the stabilization process of the vacuum regime.

Keywords: milking machine, vacuum pump, vacuum pressure, vacuum fluctuation, servo control.

References

- Britt, J. H., Cushman, R. A., Dechow, C. D., Dobson, H., Humblot, P., Hutjens, M. F. et. al. (2018). Invited review: Learning from the future – A vision for dairy farms and cows in 2067. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 3722–3741. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14025>
- Tousova, R., Duchacek, J., Stadnik, L., Ptacek, M., Beran, J. (2014). The comparison of milk production and quality in cows from conventional and automatic milking systems. *Journal of Central European Agriculture*, 15 (4), 100–114. doi: <https://doi.org/10.5513/jcea01/15.4.1515>
- Shkromada, O., Skliar, O., Pikhtirova, A., Inessa, G. (2019). Pathogens transmission and cytological composition of cow's milk. *Acta Veterinaria Eurasia*. doi: <https://doi.org/10.26650/actavet.2019.19004>
- Nanka, O., Shigimaga, V., Paliy, A., Sementsov, V., Paliy, A. (2018). Development of the system to control milk acidity in the milk pipeline of a milking robot. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (9 (93)), 27–33. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.133159>
- Medvedskiy, O., Achkevych, O., Achkevych, V. (2019). Dynamics of the vacuummetric pressure of the dairy chamber of the collector of milking machine. *Scientific Horizons*, 5 (78), 51–57. doi: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-78-5-51-57>
- Kubina, L., Kováč, Š. (2002). Decreasing energetic demands of vacuum pumps being used in machine milking with utilization of a frequency convertor. *Res. Agr. Eng.*, 48, 103–111.
- Pavlenko, S. I., Dudin, V. Yu., Aliiev, E. B. (2011). Optymizatsiya konstruktyvno-rezhymnykh parametriv rotatsiynoho vakuumnogo nasosu individualnoi doilnoi ustanovky. *Mekhanizatsiya, ekolohizatsiya ta konvertatsiya biosyrovyiny v tvarynyntstvi: zb. nauk. prats In-tu mekh. tvarynyntstva NAAN*, 1 (7), 133–144.
- Paliy, A., Aliiev, E., Paliy, A., Ishchenko, K., Lukyanov, I., Dobrovolsky, V. et. al. (2021). Revealing changes in the technical parameters of the teat cup liners of milking machines during testing and production conditions. *EUREKA: Physics and Engineering*, 6, 102–111. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.002056>
- Odorčić, M., Rasmussen, M. D., Paulrud, C. O., Bruckmaier, R. M. (2019). Review: Milking machine settings, teat condition and milking efficiency in dairy cows. *Animal*, 13, s94–s99. doi: <https://doi.org/10.1017/s1751731119000417>
- Konovalov, O. V., Medvedskiy, O. V., Shapirenko, V. V. (2010). Doslidzhennia avtomatychnoi systemy rehuliuвання vakuummtrychnoho tysku doilnykh ustanovok. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu*, 2 (27), 172–177.
- Paliy, A., Aliiev, E., Paliy, A., Ishchenko, K., Shkromada, O., Musiienko, Y. et. al. (2021). Development of a device for cleansing cow udder teats and testing it under industrial conditions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (1 (109)), 43–53. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224927>
- Kaskous, S. (2022). Laboratory Tests to Optimize the Milking Machine Settings with Air Inlet Teat Cups for Sheep and Goats. *Dairy*, 3 (1), 29–46. doi: <https://doi.org/10.3390/dairy3010003>
- Dudin, V. Yu., Plotnytskyi, V. I., Aliev, E. B. (2013). Eksperymentalni doslidzhennia faz rozpodilu povitria rotatsiynoho plastynchatoho vakuumnogo nasosa. *Materiały IX Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Perspektywiczne opracowania są nauką i technikami – 2013»*. *Rolnictwo: Przemysł. – Nauka i studia*, 32, 24–27.
- Medvedskiy, O. V. (2015). Dynamika zminy tysku v obiemakh konstruktyvnykh elementiv vakuumnoi systemy mobilnoi doilnoi ustanovky. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy*, 212, 161–167. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_tech_2015_212%282%29_24
- Lutsenko, M., Halai, O., Legkoduh, V., Lastovska, I., Borshch, O., Nadtochii, V. (2021). Milk production process, quality and technological properties of milk for the use of various types of milking machines. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 43, e51336. doi: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v43i1.51336>
- Aliev, E. (2012). Results of experimental investigations the vacuum of milk-milking equipment. *Naukovyi visnyk Tavriyskoho derzhavnogo ahrotekhnolohichnoho universytetu*, 2 (2), 108–115. URL: http://aliev.in.ua/doc/stat/2012/stat_7.pdf
- Medvedskiy, O. V., Bushma, S. V., Kukharets, S. M., Konovalov, O. V. (2014). Obruntuvannya rezhymnykh kharakterystyk plastynchasto-rotornoho vakuumnogo nasosa dvostoronnoi diyi. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu*, 1 (1 (39)), 197–203.
- Paliy, A., Aliiev, E., Nanka, A., Bogomolov, O., Bredixin, V., Paliy, A. et. al. (2021). Identifying changes in the technical parameters of milking rubber under industrial conditions to elucidate their effect on the milking process. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (1 (111)), 21–29. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.231917>

19. Khmelovskiy, V. (2020) Improving the design of a vacuum pump for milking units. *Scientific journal «Engineering of nature management», 3 (17), 48–52. doi: [https://doi.org/10.37700/enm.2020.3\(17\).48-52](https://doi.org/10.37700/enm.2020.3(17).48-52)*
20. Dmytriv, V., Dmytriv, I., Borovets, V., Kachmar, R., Dmyterko, P., Horodetskyi, I. (2019). Analytical-experimental studies of delivery rate and volumetric efficiency of rotor-type vacuum pumps for milking machine. *INMATEH – Agricultural Engineering, 58 (2), 57–62.*
21. Paliy, A., Nanka, A., Marchenko, M., Bredykhin, V., Paliy, A., Negreba, J. et. al. (2020). Establishing changes in the technical parameters of nipple rubber for milking machines and their impact on operational characteristics. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (1 (104)), 78–87. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200635>*
22. Besier, J., Bruckmaier, R. M. (2016). Vacuum levels and milk-flow-dependent vacuum drops affect machine milking performance and teat condition in dairy cows. *Journal of Dairy Science, 99 (4), 3096–3102. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10340>*
23. Paliy, A. P., Mashkey, A. M., Sumakova, N. V., Paliy, A. P. (2018). Distribution of poultry ectoparasites in industrial farms, farms, and private plots with different rearing technologies. *Biosystems Diversity, 26 (2), 153–159. doi: <https://doi.org/10.15421/011824>*
24. Dmytriv, V. T., Dmytriv, I. V., Horodetskyi, I. M., Yatsunskiy, P. P. (2020). Adaptive cyber-physical system of the milk production process. *INMATEH Agricultural Engineering, 61 (2), 199–208. doi: <https://doi.org/10.35633/inmateh-61-22>*

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.262999

APPLICATION OF INTENSIVE TECHNOLOGIES FOR IMPROVED PRODUCTION PROCESSES IN POULTRY FARMS (p. 90–102)

Rovshan Hajiyev

University of Technology of Azerbaijan, Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5110-8140>

Kamala Salmanova

Ganja State University, Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6781-6299>

Gabil Mammadov

Azerbaijan State Agricultural University, Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7003-5995>

Urfan Taghiyev

Azerbaijan State Agricultural University, Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3063-7948>

One of the important problems in the modern world is to provide the population with high-quality food. So, today the agricultural sector faces the main task of increasing the production of agricultural products, as well as the use of agricultural waste. Poultry farming is one of the main branches of the agricultural sector. The main task facing farmers is to improve the conditions and technology for feeding and keeping farm birds, and one of the important tasks is the state of indoor air in this regard, the problem remains open. Therefore, the main way to solve this problem is the preferred transition to intensive technologies in order to realize the efficiency potential in poultry farming. However, the intensification of the area increases the anthropogenic load on the environment. The main source of environmental risk is the systems of disposal of bird droppings. Our research has shown that 85 % of the negative impact on the environment is caused by poultry and animal husbandry waste. Lighting also plays an important role in poultry farming. Thus, lighting is the basis for electricity consumption. Both natural and industrial lighting is important for the physiology of birds and their development, but,

unfortunately, it is quite energy-intensive. In this regard, the idea of solving this problem is being created, it is the development and application of new, efficient, inexpensive and environmentally friendly technologies that are important for large-scale research. Therefore, it is necessary to take into account that most poultry farms are equipped with simple mechanical ventilation systems without cooling. So, an increase in productivity is possible through the introduction of intensive technologies, while the economic assessment of the use of evaporation plants, the disposal of bird droppings and LED lighting can be of practical importance.

Keywords: poultry building, ventilation, cooling system, evaporator, fermentation of poultry droppings.

References

1. Yanvar-iyun aylarında 38 min ton quş əti istehsal edilib. Azərbaycan Dövlət İnformasiya Agentliyi. Available at: <https://azertag.az/xeber/Yanvar-iyun-aylarinda-38-min-ton-qus-eti-istehsal-edilib-1081168>
2. Abasov, İ. (2011). Ərzaq təhlükəsizliyi və kənd təsərrüfatı prioritetləri. Bakı: Elm və təhsil, 640.
3. Alisheykhov, A. M. (1987). K voprosu S vitaminnogo kormleniya kur-nesushek. *Nauchnye osnovy vitaminnogo pitaniya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh. Riga, 19–21.*
4. Bayrakdar, H., Erensoy, K., Altan, A. (2014). Tavuk kümeslerinde enerji kullanım profili ve enerji tasarrufu olanakları. *Ulusal Tavukçuluk Kongresi Malzemeleri. Elazığ, 14–19.*
5. Tsoy, Yu. N. (2015). Formirovanie zatrat na yaichnykh pitsefabrikakh. *Materialy IV mezhvuzovskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Sankt-Peterburg, 317–320.*
6. Thomson, A., Corscadden, K. W. (2018). Improving energy efficiency in poultry farms through LED usage: a provincial study. *Energy Efficiency, 11 (4), 927–938. doi: <https://doi.org/10.1007/s12053-018-9613-0>*
7. Benson, E. R., Hougentogler, D. P., McGurk, J., Herrman, E., Alphin, R. L. (2013). Durability of Incandescent, Compact Fluorescent, and Light Emitting Diode Lamps in Poultry Conditions. *Applied Engineering in Agriculture, 29 (1), 103–111. doi: <https://doi.org/10.13031/2013.42531>*
8. De Souza Granja Barros, J., dos Santos Barros, T. A., de Oliveira Morais, F. J., Sartor, K., Rossi, L. A. (2020). Proposal of LED-based linear lighting systems with low power consumption and high light distribution for laying hens. *Computers and Electronics in Agriculture, 169, 105218. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105218>*
9. Archer, G. S. (2018). Color temperature of light-emitting diode lighting matters for optimum growth and welfare of broiler chickens. *Animal, 12 (5), 1015–1021. doi: <https://doi.org/10.1017/s1751731117002361>*
10. Ricke, S. C. (2021). Strategies to Improve Poultry Food Safety, a Landscape Review. *Annual Review of Animal Biosciences, 9 (1), 379–400. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-061220-023200>*
11. Costantino, A., Fabrizio, E., Calvet, S. (2021). The Role of Climate Control in Monogastric Animal Farming: The Effects on Animal Welfare, Air Emissions, Productivity, Health, and Energy Use. *Applied Sciences, 11 (20), 9549. doi: <https://doi.org/10.3390/app11209549>*
12. Fernandes, A. M., de Lucca Sartori, D., de Oliveira Morais, F. J., Salgado, D. D., Pereira, D. F. (2021). Analysis of Cluster and Unrest Behaviors of Laying Hens Housed under Different Thermal Conditions and Light Wave Length. *Animals, 11 (7), 2017. doi: <https://doi.org/10.3390/ani11072017>*
13. Nakashydz, L., Gil'orme, T. (2015). Energy security assessment when introducing renewable energy technologies. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (8 (76)), 54–59. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.46577>*

14. Thomson, A., Corscadden, K. W. (2018). Improving energy efficiency in poultry farms through LED usage: a provincial study. *Energy Efficiency*, 11 (4), 927–938. doi: <https://doi.org/10.1007/s12053-018-9613-0>
15. Alders, R., Zhou, H. (2019). *Encyclopedia of Food Security and Sustainability*. Vol. 3. Sustainable Food Systems and Agriculture. Elsevier.
16. Maqsood, M. A., Naqsh-e-Zuhra, Ashraf, I., Rasheed, N., Shah, Z. (2022). Sources of nitrogen for crop growth: Pakistan's case. *Nitrogen Assessment*, 13–28. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-824417-3.00005-8>
17. Ricke, S. C. (2022). Poultry food safety and foodborne illness. Reference Module in Food Science. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-85125-1.00022-3>
18. Zheng, H., Zhang, T., Fang, C., Zeng, J., Yang, X. (2021). Design and Implementation of Poultry Farming Information Management System Based on Cloud Database. *Animals*, 11 (3), 900. doi: <https://doi.org/10.3390/ani11030900>
19. Neethirajan, S. (2022). Automated Tracking Systems for the Assessment of Farmed Poultry. *Animals*, 12 (3), 232. doi: <https://doi.org/10.3390/ani12030232>
20. Fisinin, V. I. (2012). Sostoyanie i perspektivy innovatsionnogo razvitiya pitsevodstva do 2020 goda. *Myasnaya industriya*, 7, 22–27.
21. Azərbaycanın ərzaq balansları. Statistika məcmuəsi. Bakı: Kiçik müəssisə, 224.
22. Hacıyev, R. M. (2014). Quşçuluqda enerjiden səmərəli istifadənin təhlili. *Azərbaycan Aqrar Elmi*, 1, 75–77.
23. Christopher, N. K., Lucy, W. K., Eric, K. B. (2017). Determinants of Adoption and Intensity of use of Brooding Technology in Kenya: The Case of indigenous chicken farmers in Makueni and Kakamega Counties, Kenya. African Published in *Journal of Agricultural Economics and Rural Development*, 5 (2), 532–538. Available at: <https://ir-library.ku.ac.ke/bitstream/handle/123456789/23163/Determinants%20of%20Adoption%20and%20...pdf?sequence=1&isAllowed=y>
24. Christopher, N. K., Lucy, W. K., Eric, K. B. (2017). Economic Analysis of Indigenous Chicken Production: The Case of Smallholder Farmers in Makueni and Kakamega Counties, Kenya. *International Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 5 (5), 564–570. Available at: <https://www.internationalscholarsjournals.com/articles/economic-analysis-of-indigenous-chicken-production-the-case-of-smallholder-farmers-in-makueni-and-kakamega-counties-kenya.pdf>
25. Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., de Basilio, V., Gourdine, J. L., Collier, R. J. (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*, 6 (5), 707–728. doi: <https://doi.org/10.1017/s1751731111002448>
26. Fitsum, M., Aliy, M. (2014). Poultry Production System and Role of Poultry Production in Tigray Region, Northern Ethiopia: A Review. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 4 (27), 154–159. Available at: <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JBAH/article/view/18646/18922>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263532
IMPROVING THE TECHNIQUE FOR ASSESSING THE CONDITION AND PREDICTING THE WEAR OF THE ROCK DESTRUCTION TOOL EQUIPMENT (p. 103–109)

Jaroslav Grydzhuk

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1429-8640>

Andriy Dzhus

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2660-5134>

Andriy Yurych

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8772-6191>

Lidiia Yurych

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2435-9785>

Maksym Dorokhov

LLC DTEK Oil&Gas, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4635-6841>

Andrii Livinskyi

LLC Endeavour, Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9256-8845>

To ensure the trouble-free operation of the rock-destroying tool, the peculiarities of its interaction with the rock at different stages of work must be additionally studied. Still unexplored in full is the relationship between the state of the equipment of the rock-destroying tool and the oscillatory processes during the operation of the drilling tool. The basic dependences for determining the wear indicators of the equipment of the rock-destroying tool have been proposed. The scheme for implementing the method of assessing the condition and predicting the wear of equipment, taking into account the peculiarities of its interaction with the rock, has been improved. Underlying its implementation is the presence of a law of change of at least one generalized coordinate of an arbitrary cross-section of a drilling tool. Bench experimental studies were carried out, according to the results of which the dependence of the depth of the face deepening on the mode parameters of drilling and the geometry of the equipment was established. It was found that the wear of the cutter by 1 mm causes a decrease in the amplitude of longitudinal oscillations by an average of 1.4 times. The obtained functions of deepening the face were used to determine the energy indicators of the process of rock destruction. Given the peculiarities of the implementation of the experiment, the work and power of the axial load for the destruction of the rocks of the pit were used for such indicators. It should also be noted that the construction of numerical models is necessary for a complete assessment and prediction of the wear of rock-destructive tools. They should reflect the mechanical system and provide the ability to obtain the values of parameters that are not determined by the results of a laboratory experiment.

Keywords: rock destruction, vibration of drilling tool, rock-destroying tool, wear of equipment.

References

1. Organization of the Petroleum Exporting Countries. OPEC Annual Statistical Bulletin. Available at: https://asb.opec.org/ASB_PDF-Download.php
2. Yurych, L. R., Ivasiv, V. M., Rachkevych, R. V., Yurych, A. R., Kozlov, A. A. (2016). The use of elastic elements for wellbore trajectory management. *OIJ*, 2, 36–37. Available at: <https://onepetro.org/OIJ/article/2016/02/36/15528/The-use-of-elastic-elements-for-wellbore>
3. Sun, T., Zhang, H., Gao, D., Liu, S., Cao, Y. (2019). Application of the Artificial Fish Swarm Algorithm to Well Trajectory Optimization. *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*, 55 (2), 213–218. doi: <https://doi.org/10.1007/s10553-019-01023-7>
4. Lyu, Z., Lei, Q., Yang, L., Heaney, C., Song, X., Salinas, P. et al. (2021). A novel approach to optimising well trajectory in heterogeneous reservoirs based on the fast-marching method. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 88, 103853. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2021.103853>

5. Chudyk, I. I., Femiak, Y., Orynychak, M. Ya., Sudakov, A. I., Riznychuk, A. I. (2021). New methods for preventing crumbling and collapse of the borehole walls. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 4, 17–22. doi: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2021-4/017>
6. Biletsky, V., Vitryk, V., Mishchuk, Y., Fyk, M., Dzhus, A., Kovalchuk, J. et. al. (2018). Examining the current of drilling mud in a power section of the screw downhole motor. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (5 (92)), 41–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126230>
7. Built for hard and abrasive formations. Varel International. Available at: <https://cdn.thomasnet.com/ccp/00080007/143518.pdf>
8. Capability. Drilling. NOV. Available at: <https://www.nov.com/products-and-services/capabilities/drilling#capabilities=&brands>
9. Schlumberger. Available at: <https://www.slb.com/drilling/bottom-hole-assemblies/drill-bits>
10. Che, D., Han, P., Guo, P., Ehmann, K. (2012). Issues in Polycrystalline Diamond Compact Cutter–Rock Interaction From a Metal Machining Point of View – Part I: Temperature, Stresses, and Forces. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 134 (6). doi: <https://doi.org/10.1115/1.4007468>
11. Che, D., Han, P., Guo, P., Ehmann, K. (2012). Issues in Polycrystalline Diamond Compact Cutter–Rock Interaction From a Metal Machining Point of View – Part II: Bit Performance and Rock Cutting Mechanics. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 134 (6). doi: <https://doi.org/10.1115/1.4007623>
12. Che, D., Ehmann, K. (2014). Experimental study of force responses in polycrystalline diamond face turning of rock. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 72, 80–91. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2014.08.014>
13. Akbari, B., Miska, S. Z., Yu, M., Rahmani, R. (2014). The Effects of Size, Chamfer Geometry, and Back Rake Angle on Frictional Response of PDC Cutters. Paper presented at the 48th U.S. Rock Mechanics/Geomechanics Symposium. Minneapolis. Available at: <https://onepetro.org/ARMAUSRMS/proceedings/ARMA14/All-ARMA14/ARMA-2014-7458/123878>
14. Akbari, B., Miska, S. (2016). The effects of chamfer and back rake angle on PDC cutters friction. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 35, 347–353. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2016.08.043>
15. Ivasiv, V., Yurych, A., Zabolotnyi, S., Yurych, L., Bui, V., Ivasiv, O. (2020). Determining the influence of the condition of rock-destroying tools on the rock cutting force. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (1 (103)), 15–20. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.195355>
16. Wiercigroch, M. (2010). Modelling and Analysis of BHA and Drill-string Vibrations. R&D project sponsored by the BG Group.
17. Kapitaniak, M., Hamaneh, V. V., Wiercigroch, M. (2016). Torsional vibrations of helically buckled drill-strings: experiments and FE modelling. *Journal of Physics: Conference Series*, 721, 012012. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/721/1/012012>
18. Vaziri, V., Kapitaniak, M., Wiercigroch, M. (2018). Suppression of drill-string stick-slip vibration by sliding mode control: Numerical and experimental studies. *European Journal of Applied Mathematics*, 29 (5), 805–825. doi: <https://doi.org/10.1017/s0956792518000232>
19. Fedorov, B., Ratov, B., Sharauova, A. (2017). Development of the model of petroleum well boreability with PDC bore bits for Uzen oilfield (the Republic of Kazakhstan). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (1 (87)), 16–22. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.99032>
20. Chudyk, I., Raiter, P., Grydzhuk, Y., Yurych, L. (2020). Mathematical model of oscillations of a drill tool with a drill bit of cutting-scraping type. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 1, 52–57. doi: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-1/052>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263023

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ КІЛЬЦЕВОГО І КОВШОВОГО ВХІДНОГО ПРИСТРОЮ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ З ТУРБОГВИНТОВЕНТИЛЯТОРНИМ ДВИГУНОМ (с. 6–12)

О. В. Жорник, І. Ф. Кравченко, М. М. Мітрахович, К. В. Балалаєва

Зростання втрат у вхідному пристрої призводить до збільшення питомої витрати палива. При інтеграції вхідного пристрою та повітряного гвинта або гвинтовентилятора необхідно врахувати їх взаємодію для забезпечення максимальної ефективності силової установки. Об'єктом дослідження є співвісний гвинтовентилятор з каналом вхідного пристрою. Отримані результати мають практичну цінність: розроблено методику проектування ковшового S-подібного каналу вхідного пристрою силової установки з турбогвинтовентиляторним двигуном. Отримано залежність коефіцієнта збереження повного тиску вхідного пристрою від висоти та швидкості польоту, яка дозволяє враховувати вплив гвинтовентилятора турбогвинтовентиляторного двигуна. Проведено порівняння характеристик кільцевого та ковшового S-подібного каналу вхідного пристрою силової установки з турбогвинтовентиляторним двигуном. Зокрема встановлено, що зміна умов польоту менш істотно впливає на зміну коефіцієнту збереження повного тиску кільцевого вхідного пристрою, ніж ковшового. Представлено порівняльну оцінку отриманих результатів математичного моделювання течії в ковшовому S-подібному каналі вхідного пристрою з урахуванням впливу гвинтовентилятора, з результатами льотних випробувань кільцевого вхідного пристрою прототипу. Порівняльна оцінка показує, що застосування ковшового вхідного пристрою, замість кільцевого вхідного пристрою, дозволяє підвищити коефіцієнт відновлення повного тиску на 5–7 %. Таким чином, є підстави стверджувати, що заміна кільцевого на ковшований вхідний пристрій дозволить мінімізувати гідравлічні втрати на вході в двигун і зменшити нерівномірність потоку на вході. Це, в свою чергу, дозволить покращити економічність двигуна.

Ключові слова: ковшований вхідний пристрій, кільцевий вхідний пристрій, гвинтовентилятор, турбогвинтовентиляторний двигун, методика.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.253415

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГОНІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕРГОНОМІЧНОСТІ І ДОСТУПНОСТІ: ПРИКЛАД ІНДОНЕЗІЙСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ (с. 13–22)

Sugiono Sugiono, Dwi H. Sulistyorini, Nurus Sakinah, Willy Satrio Nugroho

Поїзд – це високоефективний громадський транспорт, який підходить для підвищення якості життя та підтримки високої мобільності городян. Метою цього дослідження є розробка деяких рекомендацій щодо вдосконаленої конструкції залізничного вагонів, доступних для людей з обмеженими можливостями, ергономіки та економіки. Насамперед, дослідження почалося з теоретичних досліджень щодо розробки дизайну продукту, Будинку якості (HoQ), дизайну візуальних дисплеїв, антропометрії та потреб людей з обмеженими можливостями. На наступному етапі було зібрано дані відкритого опитування, а потім сформовано закрите опитування 30 респондентів з обмеженими фізичними можливостями та порушеннями зору, щоб зрозуміти потреби пасажирів. Результати опитування клієнтів показали, що найбільший негативний розрив між реальністю та очікуваннями має зручність доступу інвалідів у вагоні для 1,16, потім слідує наявність місця для інвалідного візка для 1,10, нумерація місць для пасажирів з порушеннями зору – 0,85, та легкість надання невідкладної допомоги – 0,71. HoQ надав аналіз кімнати 1 для потреб клієнтів, кімнати 2 для голосу команди, кімнати 3 для матриці відносин, кімнати 4 для порівняльного аналізу, кімнати 5 для технічного порівняльного аналізу, кімнати 6 для кореляційної матриці та кімнати 7 для зваженої важливості та відносної важливості. Результати QED показали, що першим рангом за важливістю родичів була відстань між сидіннями з оцінкою=0,618, другим – колір у нумерації місць та серія поїздів=0,561, а третім – кнопка екстреного виклику=0,439. Нові рекомендації щодо дизайну конструкції вагона повинні містити змінене розташування сидінь, покращений простір для інвалідних візків та проходів, додані напрямні блоки, кнопки екстреної допомоги, додаткові складні стільці та регулювання поручнів. Було успішно створено альтернативні конструкції, здатні збільшити кількість місць у вагоні.

Ключові слова: будинок якості (HoQ), доступна конструкція поїзда, ергономіка, порушення зору.

UDC 55.09.43

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ І ТЕХНОЛОГІЇ ЕКСТРУЗІЇ МЕТАЛОПОЛІМЕРНИХ СУМШЕЙ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СИРОВИНИ (с. 23–33)

Madina Isametova, Bakhyt Absadykov, Bauyrzhan Bazarbay, Gulbarshyn Smailova

Робота присвячена розробці нового обладнання для виробництва металополімерної нитки. 3D-друк металополімерною ниткою є одним з передових напрямків у технології виготовлення металевих деталей складної форми. Запропонована технологія є альтернативою існуючій технології лиття металу під тиском (МІМ) і технології друку методом селективного лазерного плавлення. Важливим етапом у даній роботі було проведення обчислювальних експериментів для визначення впливу обертання шнека на показник технологічного тиску і конструкцію основного вузла шнекового екструдера. В результаті проведених досліджень було визначено тиск на металополімерну композицію в залежності від частоти обертання шнека. При частоті обертання 30 об/хв тиск досягав 0,05 Па, максимальний тиск становив 0,18 МПа. Експерименти проводилися в програмі CradelSFlow. Комп'ютерний розрахунок показав коефіцієнт запасу міцності шнека $k=1,8$ і максимальний прогин $2,8 \cdot 10^{-4}$ м, що відповідає умові статичної жорсткості. Для визначення правильної величини зазору δ між гребенем шнека та стінками екструдера був проведений аналіз динаміки ротора. В результаті дослідження отримана критична частота обертання екструдера 60 об/хв, при якій може мати місце явище прецесії. Амплітудно-частотні характеристики $y_{din}=7 \cdot 10^{-4}$ м. За результатами динамічного розрахунку були скориговані розміри шнека, геометрія зменшена на $\Delta=0,5$ мм.

Проведені експерименти дозволили перевірити оптимальні параметри технологічного процесу екструзії металополімерної суміші. Отримані дані важливі для вдосконалення і розвитку технології 3D-друку металевих деталей складної геометричної форми.

Ключові слова: живильник, екструдер, комп'ютерне моделювання, тиск, зазор, динаміка обертання.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263097

ВИЯВЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ ВТРАТИ СТІЙКОСТІ ДВОФРАКЦІЙНОЇ ЗЕРНИСТОЇ ТЕЧІЇ В ОБЕРТОВОМУ БАРАБАНИ (с. 34–46)

К. Ю. Дейнека, Ю. В. Науменко

З'ясовано якісний характер та встановлено кількісні параметри прояву нестійкості руху двофракційного зернистого заповнення обертового барабана.

Виявлено фактори нестійкості руху і визначальні параметри коливальної системи та оцінено їх вплив на самозбудження автоколивань пульсаційного типу.

Встановлено два неперервних та один періодичний усталений режими руху заповнення. Виявлено встановлення періодичних автоколивань внаслідок розвитку нестійкості при переході неперервного циркуляційного режиму руху у режим пристінкового шару. Прийнято дилатансію заповнення та демпфуючу дію частинок дрібної фракції на імпульсну взаємодію частинок крупної фракції як фактори нестійкості руху.

Виявилось, що головним визначальним параметром коливальної системи є величина швидкості обертання барабана, яка зумовлює зміну дилатансії. Посилення нестійкості реалізується у зниженні біфуркаційних значень швидкості обертання та дилатансії. Натомість іншими визначальними параметрами є вміст дрібної фракції в заповненні κ_{ff} та ступінь наповнення камери κ_f , зростання яких посилює автоколивальну нестійкість.

Особливостями коливальної системи є релаксаційний тип, розривний характер автоколивань та жорсткий режим самозбудження при виникненні бістабільності. Розривний характер та коливальний гістерезис посилюються зі зниженням κ_{ff} та κ_f .

Встановлено граничні значення динамічних параметрів руху, що відповідають умовам самозбудження автоколивань за відсутності та при наявності дрібної фракції: 0.96–1.11 та 0.218–0.382 для біфуркаційного значення відносної швидкості обертання, 0.745–0.855 та 0.24–0.322 для біфуркаційного значення дилатансії.

Встановлені ефекти дозволяють обґрунтувати параметри автоколивного процесу переробки полізернистих матеріалів в машинах барабанного типу.

Ключові слова: обертовий барабан, двофракційне зернисте заповнення, стійкість руху, автоколивання, біфуркаційна швидкість, дилатансія.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263585

ЧИСЕЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУГИ І ШУМУ, СТВОРЮВАНИХ ВКЛЮЧЕННЯМ ПЕРЕДАЧ У КОРОБЦІ ПЕРЕДАЧ (с. 47–55)

Ali Abbar Khleif

З розвитком автомобільної техніки та збільшенням продуктивності рухомих частин автомобіля, найважливішими стали двигун та коробка передач. Компанії працюють над підвищенням звукоізоляції руху цих частин зовні та зниженням шуму та напружень, що виникають через рух, для вивчення цих шумів та напружень, а також для вивчення вібрацій, які створюють високу швидкість звуку та хвильовий тиск. Деякі працюють на стандартній коробці передач та імітації руху шестерень. Щоб дізнатися напруження, які розраховуються через цей рух, також необхідно знати зовнішнє напруження, викликане цим рухом шестерень, а також швидкість шестерень у разі обертання. Результати показали, що контактні майданчики основної кромки на зовнішній кришці сильно схильні до впливу процесу обертання редуктора також при високих вібраціях. На це суттєво впливає вплив вібрацій та частоти Герца. На частотах, що досягають 1500 Гц, величина напруги та деформації була відносно велика. Прискорення і з допомогою різних зубів шестерні значення прискорення у цьому разі складало 3000 м/с². Максимальне значення дотичних напружень досягало 9,5·10⁴ Па за частотою від 1500 до 2000 Гц. Значення вібрації 1500 Гц є максимальним значенням, у якому досягається високий рівень шуму, оскільки він становить 112 дБ, що у 112 дБ вище, ніж в інших вібраціях. Досягнення умови сильного шуму при досягненні вібрації 1500 Гц досягається шляхом аналізу шуму, що виробляється коробкою передач автомобіля на цьому рівні. Величина шумового тиску та його хвиля через зовнішнє повітря редуктора, де величина хвильового тиску шуму досягла максимального значення складає 400 Па та найменшого значення – 500 Па.

Ключові слова: COMSOL multiphysics, моделювання, зачеплення редуктора, напруга, шум, рівень звукового тиску.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263624

ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ НА ВЛАСНУ ЧАСТОТУ ДИФЕРЕНЦІЙНОЇ КОНІЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ (с. 56–63)

Ali Raad Hassan

З розвитком технологій використання зубчастих коліс та їх численних форм і типів механічна потреба в них стала великою, особливо при їх використанні в області автомобілів, і найбільш важливими з цих типів є зубчасті конічні колеса, тому що ці шестерні вважаються важливими у диференціальних передачах.

Застосування диференціальних передач в механіці в цілому сприяє зменшенню шуму в русі, але при цьому повинна бути вібрація, що виникає в результаті цього руху, і відповідно вивчалися конічні передачі і вплив шестерень, що обертаються, на вільні коливання.

Використовувалися змінні передачі за програмою моделювання та дослідження вільних коливань, що виникають на них. Вплив частоти обертання на власну вібрацію сильно впливає на передачу руху в автомобілі та збільшує спотворення несправності, що виникають у диференціальній коробці.

Результат показує, що власна вібрація досягається при швидкості 5000 об/хв, а значення вібрації досягає 3564,5 Гц, що є найвищим значенням у порівнянні з швидкістю, що залишилася. Спотворення відбувається на швидкості 1000 об/хв. Процес обертання та власна вібрація впливає на деформації та напруження, які потрапляють на самі шестірні. Власна вібрація значно знижується зі збільшенням кількості місць затиску диференціала. У порівнянні з наявністю двох шин, що обертаються, значення вібрації зменшилося. Відомо, що з частоти обертання 5000 об/хв збільшення частоти обертання підвищує значення 3015,9 Гц за одного обороту шини за одного обороту шини, великі навантаження впливають на дрібні шестерні в диференціальній коробці передач. Найбільше значення деформації становить 0,00067 м при 5000 об/хв, що є найбільшим значенням деформації порівняно з іншими частотами обертання, що використовуються при одному обороті шини.

Ключові слова: конічна передача, диференціальні передачі, власна частота, частота обертання, вібрація конічної передачі.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263452

РЕАЛІЗАЦІЯ СКІНЧЕНО-ЕЛЕМЕНТНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ РІШЕННЯ ОБМЕЖЕНЬ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ВЕЛИКИХ ДЕТАЛЕЙ З СТАЛІ (с. 64–71)

Kamil Jawad Kadhim, Jabbar A. Jaber, Hadi Raheem Ibrhim

В останні роки попит на високоміцні деталі дуже зростає. Ці проблеми важко вирішити без інноваційної структури, що базується на точній базі даних. Необхідно вирішити проблеми високих напружень, що виникають через сильне тертя і сильне зміщення кристалів у процесі формування. Високі сили тертя між контактними поверхнями під час штампування призводять до високого злипання між деталями. У цій роботі процес формування листового металу великого розміру було досліджено на основі деяких параметрів, таких як властивості матеріалу, виникнення напруги та їх вплив на якість продукту. Для цієї мети було розглянуто квадратний листовий метал 721*721*5 мм, і було виконано формування виробу за допомогою множини етапів формування. Ця робота включає прийняття деяких етапів проектування, моделювання та аналіз для контролю деяких параметрів і мінімізації навантажень при генерації. Програмне забезпечення кінцевих елементів (ABAQUS/CAE) було прийнято для аналізу цього процесу. У цьому моделюванні було проаналізовано еволюцію процесу формування на різних етапах, і було виконано вплив ефективних параметрів. В результаті встановлено, що генераційна напруга сильно сконцентрована поблизу галтельних зон, пропорційна тиску і залежить від характеру контакту і тертя. Результати моделювання також показали, що рівномірний тиск під час формування призведе до мінімізації тертя та утворення напруги (5%), що покращить якість продукту. Крім того, можна виявити та полегшити багато труднощів та оцінити можливості, перш ніж вкладати кошти в інструменти. Зроблено висновок, що будь-який точний процес, подібний до цього, повинен залежати від деяких послідовних кроків, таких як проектування, моделювання та симуляція. Крім того, для складання великої площі потрібне точне та регульоване обладнання.

Ключові слова: штампування листового металу, квадратна чашка, концентрація напруги, процес аналізу, моделювання ABAQUS.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.262506

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ПІНОУТВОРЕННЯ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬСЯ П'ЯТИСОПЛОВИМ ПІНОГЕНЕРАТОРОМ, ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЙ БУРІННЯ В УМОВАХ АНОМАЛЬНО НИЗЬКИХ ТИСКІВ (с. 72–79)

А. П. Каложний, П. О. Молчанов, В. М. Савик, М. І. Книш, Р. С. Яремійчук

При дослідженні спорудження нафтогазових свердловин встановлено, що об'єми робіт з буріння свердловин із аномально низькими пластовими тисками з роками збільшуються. Це пов'язано із значними складнощами: велике поглинання бурового розчину, можливе закупорювання буровим розчином продуктивного пласта і неотримання очікуваного ефекту. Запобігти цим ускладненням можна шляхом використання якості бурового розчину газорідних сумішей, які мають цілий ряд переваг в порівнянні з промивальними рідинками і дають можливість усунути вище перераховані негативні явища. При розкриванні продуктивних горизонтів при низьких коефіцієнтах аномальності для промивання свердловин необхідно використовувати піни. Встановлено, що на даний час в практиці буріння нафтогазових свердловин з піною відсутнє обладнання, яке дозволяє формувати піну із певними заданими структурою і дисперсністю. Запропоновано використання для приготування піни модернізованого піногенератора. Для дослідження процесу піноутворення проведено комп'ютерне моделювання, за допомогою якого досліджено процеси, які проходять під час руху потоків рідини, газу та газорідної суміші вздовж піногенератора, а саме розподіл тиску й швидкості в поздовжньому перерізі піногенератора при зміні граничних умов, тобто при тиску у відповідному патрубку 10 та 7,5 МПа.

Проведені комп'ютерні дослідження підтвердили можливість використання вдосконаленої конструкції піногенератора для підвищення ефективності піноутворення. Отримані результати є основою для розроблення піногенераторів та проведення експериментальних і промислових їх досліджень та випробовувань.

Ключові слова: піна, модернізований п'ятисопловий піногенератор, піноутворення, тиск газу, швидкість руху суміші.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.262215

ОБґРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ СЕРВОКОНТРОЛЮ РОТАЦІЙНОГО ПЛАСТИНЧАТОГО ВАКУУМНОГО НАСОСА ДОЇЛЬНОЇ УСТАНОВКИ (с. 80–89)

Е. Б. Алєв, А. П. Палій, В. М. Кісь, А. М. Міленін, К. В. Іщенко, А. П. Палій, І. В. Левченко, Л. П. Лівощенко, Є. М. Лівощенко, Л. В. Плюта

Вирішено наукову задачу підвищення енергоефективності та забезпечення процесу стабілізації вакуумного режиму при експлуатації доїльних установок.

Створено математичну модель процесу функціонування системи сервоконтролю ротаційного пластинчастого вакуумного насоса і проведено чисельне моделювання його робочого процесу.

Представлено результати експериментальних досліджень впливу режимних параметрів ротаційного пластинчастого вакуумного насоса на ефективність його експлуатації і результати експериментальних досліджень системи сервоконтролю ротаційного пластинчастого вакуумного насоса.

Досліджено процес роботи ротаційного пластинчастого вакуумного насоса НВ-1200 доїльної установки. Визначено вплив режимних параметрів (частота обертання ротору n і величина вакууметричного тиску P) на продуктивність вакуумного насоса Q_v , флуктуацію вакууметричного тиску ΔP і споживану потужність приводу вакуумного насоса N_p .

Експериментально досліджено систему сервоконтролю ротаційного пластинчастого вакуумного насоса на основі розроблених алгоритмів її роботи. Для загальноприйнятого алгоритму із збільшенням витрат повітря збільшується і флуктуація вакууму: при $\Delta Q_v = 45$ л/хв. – $\Delta P = 2,3$ кПа, при $\Delta Q_v = 90$ л/хв. – $\Delta P = 4,6$ кПа, при $\Delta Q_v = 135$ л/хв. – $\Delta P = 6,4$ кПа. На відміну від загальноприйнятого, розроблений алгоритм, забезпечує стабільний вакуумний режим, найбільша флуктуація вакууму складає $\Delta P = 2,4$ кПа.

Вперше отримана функціональна залежність впливу режимних параметрів ротаційного пластинчастого вакуумного насоса із автоматичною системою його сервоконтролю на стабільність вакуумного режиму молочно-вакуумної системи доїльної установки.

Результати можуть бути застосовані при удосконаленні доїльних установок в напрямі забезпечення процесу стабілізації вакуумного режиму.

Ключові слова: доїльна установка, вакуумний насос, вакуумний тиск, флуктуація вакууму, сервоконтроль.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.262999

ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕНСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА ПТАХОФАБРИКАХ (с. 90–102)

Rovshan Hacıyev, Kamala Salmanova, Gabil Mammadov, Urfan Taghiyev

Однією з важливих задач у сучасному світі є забезпечення населення якісним продовольством. Тому сьогодні перед аграрним сектором стоїть основне завдання збільшення виробництва сільгосппродукції, а також використання сільськогосподарських відходів. Однією з головних галузей сільськогосподарського сектора є птахівництво. Основним завданням, що стоїть перед фермерами, є покращення умов і технологій годівлі та утримання сільськогосподарської птиці. Важливим питанням у зв'язку з цим є стан повітря у приміщеннях. Дана проблема залишається відкритою. Тому основним способом вирішення цієї проблеми є переважний перехід на інтенсивні технології з метою реалізації потенціалу ефективності в птахівництві. Однак інтенсифікація галузі призводить до збільшення антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Основним джерелом ризиків для довкілля є системи утилізації пташиного посліду. Згідно з отриманими результатами дослідження 85 % негативного впливу на навколишнє середовище припадає на відходи птахівництва і тваринництва. Важливу роль в птахівництві також відіграє освітлення. Тому освітлення є основою споживання електроенергії. Для фізіології птахів та їхнього розвитку важливо як природне, так і промислове освітлення, але воно досить енергоємне. У зв'язку з цим вирішення даної проблеми полягає у розробці та застосуванні нових, ефективних, недорогих та екологічно чистих технологій, необхідних для масштабних досліджень. Необхідно також враховувати, що більшість птахофабрик оснащені простими системами штучної вентиляції без охолодження. Таким чином, підвищення продуктивності можливе за рахунок впровадження інтенсивних технологій, при цьому практичне значення може мати економічна оцінка використання випарних установок, утилізації пташиного посліду та світлодіодного освітлення.

Ключові слова: пташник, вентиляція, система охолодження, випарна установка, ферментація пташиного посліду.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263532

ВДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ОЦІНКИ СТАНУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЗНОШЕННЯ СПОРЯДЖЕННЯ ПОРОДУРУЙНІВНОГО ІНСТРУМЕНТУ (с. 103–109)

Я. С. Гридзук, А. П. Джус, А. Р. Юрич, Л. Р. Юрич, М. А. Дорохов, А. М. Лівінський

Для забезпечення безаварійної роботи породоруйнівного інструменту додаткового вивчення потребують особливості його взаємодії з гірською породою на різних етапах роботи. Недослідженим в повній мірі є взаємозв'язок стану спорядження породоруйнівного інструменту і коливних процесів при роботі бурового інструменту. Запропоновано базові залежності для визначення показників спрацювання спорядження породоруйнівного інструменту. Вдосконалено схему реалізації способу оцінки стану та прогнозування зношення спорядження з врахуванням особливостей його взаємодії з гірською породою. Базовою для її реалізації є наявність закону зміни хоча б однієї узагальненої координати довільного перерізу бурильного інструменту. Проведено стендові експериментальні дослідження, за результатами яких встановлено залежності величини поглиблення вибою від режимних параметрів буріння та геометрії спорядження. Встановлено, що зношення різця на 1 мм зумовлює зменшення амплітуди поздовжніх коливань в середньому у 1,4 рази. Отримані функції поглиблення вибою використані для визначення енергетичних показників процесу руйнування гірської породи. З огляду на особливості реалізації експерименту за такі показники використано роботу і потужність осьового навантаження на руйнування гірських порід вибою. Також слід зазначити, що для повної оцінки та прогнозування зношення породоруйнівного інструменту необхідним є розроблення числових моделей. Вони повинні відображати механічну систему та забезпечувати можливість отримання величин параметрів, невстановлених за результатами лабораторного експерименту.

Ключові слова: руйнування гірської породи, вібрація бурового інструменту, породоруйнівний інструмент, зношення спорядження.