

## ABSTRACT AND REFERENCES

## ENGINEERING TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224897

**GENERAL PROCEDURE FOR DETERMINING THE GEOMETRIC PARAMETERS OF TOOLS IN THE TECHNOLOGICAL SYSTEMS INVOLVING MACHINING BY CUTTING (p. 6–12)****Svitlana Botvinovska**

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1832-1342>**Galina Getun**

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3317-3456>**Alla Zolotova**

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8014-3834>**Ievgen Korbut**

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1221-4052>**Tatyana Nikolayenko**

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0960-1251>**Valeriya Parnenko**

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1450-2744>**Rodion Rodin**

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2510-8996>

This paper reports a study aiming at devising a common procedure for determining the geometric parameters of tools' cutting part in the technological systems that involve machining by cutting. Underlying the development of this procedure is the generalized theory of determining geometric parameters on tools' cutting blades.

The analysis of determining the geometry of tool cutting edges in different coordinate systems has shown that the procedure used by a given theory depends on the type and design of tool cutting edges. In the process of cutting, the geometric parameters of tools change along the cutting edges while existing ones do not fully take into account this phenomenon.

This is because geometric parameters are determined in the kinematic system of coordinates.

Particularly important to meet these requirements is for the cutting process whose effectiveness depends significantly on the accuracy in selecting methods for determining tool operational parameters.

In this regard, the current work has devised and proposed a general procedure for determining the geometry of tool

cutting edges, directly during its application in the kinematic system. The procedure is based on the consideration of the resulting speed, in the form of the vector amount of the main movement and the amount of movement of feeds, which can consider feeds specified by the system's equipment.

This approach to the development of a general procedure ensures that the geometry of the cutting part of a tool of any design is determined along its cutting edges during operation.

The devised procedure has significantly reduced the time of calculations and ensured the required geometric parameters of the cutting part of a groove cutter.

**Keywords:** cutting tool, machining by cutting, procedure for determining tool geometry, geometric parameters, groove cutters.

**References**

1. Borovskiy, G. V., Grigor'ev, S. N., Maslov, A. R. et. al. (2005). *Spravochnik instrumental'shchika*. Moscow, 464.
2. Vasin, S. A., Vereshchaka, A. S., Kushner, V. S. (2001). *Rezanie materialov. Termomechanicheskiy podhod k sisteme vzaimosvyazey pri rezanii*. Moscow, 448.
3. Grabchenko, A. I., Zaloga, V. A., Vnukov, Yu. N. et. al.; Grabchenko, A. I., Zaloga, V. A. (Eds.) (2017). *Integrirovannyye protsessy obrabotki materialov rezaniem*. Sumy, 451.
4. Grechishnikov, V. A. (1984). *Sistemy avtomatizirovannogo proektirovaniya rezhushchih instrumentov*. Moscow, 52.
5. Mazur, M. P., Vnukov, Yu. M., Zoloha, V. O.; Mazur, M. P. (Ed.) (2010). *Osnovy teorii rizannia materialiv*. Lviv, 422.
6. Tate, C. (2017). *The fundamentals of industrial sawing. Cutting Tool Engineering*. Available at: <https://www.ctemag.com/news/articles/fundamentals-industrial-sawing>
7. Altintas, Y. (2012). *Manufacturing automation: metal cutting mechanics, machine tool vibrations, and CNC design*. Cambridge University Press. doi: <https://doi.org/10.1017/cbo9780511843723>
8. Muzykant, Ya. A., Arpaz, Ya., Volosova, M. A. et. al. (2009). *Entsiklopedicheskiy spravochnik-katalog*. Moscow, 464.
9. Saharov, G. N., Arbuzov, O. B., Borovoy, Yu. L. et. al. (1989). *Metallorzhushchie instrumenty*. Moscow, 328.
10. Ordinartsev, I. A., Filippov, G. V., Shevchenko, A. N. et. al. (1987). *Spravochnik instrumental'shchika*. Leningrad, 846.
11. Klimenko, S. A., Manohin, A. S., Kopeykina, M. Yu. et. al. (2018). *Vysokoproizvoditel'naya chistovaya lezviynaya obrabotka detaley iz staley vysokoy tverdosti*. Kyiv, 304.
12. *Tungsten carbide tipped circular saw blades for steel cutting*. BLECHER GmbH & Co. Available at: <https://www.blecher.com/en/products/tungsten-carbide-tipped-circular-saw-blades-for-steel-cutting/>
13. Stephenson, D. A., Agapiou, J. S. (2016). *Metal Cutting Theory and Practice*. CRC Press, 969. doi: <https://doi.org/10.1201/b19559>
14. Tchernogorova, O. P., Bannykh, O. A., Blinov, V. M., Drozdova, E. I., Dityat'ev, A. A., Mel'nik, N. N. (2001). *Superhard carbon particles forming from fullerites in a mixture with iron powder*. *Materials Science and Engineering: A*, 299 (1-2), 136–140. doi: [https://doi.org/10.1016/s0921-5093\(00\)01400-3](https://doi.org/10.1016/s0921-5093(00)01400-3)
15. Ranganath, B. J. (2008). *Thermal Metal Cutting Processes*. I. K. International Publishing House Pvt. Limited, 164.

16. Stark. HSS Circular Saws (2017). GMV-Grafiche Marini Villorba, 27.
17. Vertriebsgesellschaft. Stark GmbH & Co. Available at: [http://www.starktools.com/sites/503250bb96803b6018000004/theme/pdfs/pdfs/Catalogo\\_Metal\\_Cutting\\_2018\\_LOW.pdf](http://www.starktools.com/sites/503250bb96803b6018000004/theme/pdfs/pdfs/Catalogo_Metal_Cutting_2018_LOW.pdf)
18. Volosatov, V. A. (1988). Spravochnik po elektrohimicheskim i elektrofizicheskim metodam obrabotki. Leningrad, 719.
19. Preimushchestva i nedostatki plazmennoj rezki (2012). Available at: <http://metalurg.su/preimushchestva-i-nedostatki-plazmennoj-rezki.html>
20. Droba, A., Svoreň, J., Marienčík, J. (2015). The Shapes of Teeth of Circular Saw Blade and Their Influence on its Critical Rotational Speed. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 63 (2), 399–403. doi: <https://doi.org/10.11118/actaun201563020399>
21. Williston, E. M. (1989). Saws: design, selection, operation, maintenance. San Francisco, CA: Miller Freeman Publications, Inc. 450.
22. Rodin, P. R. (1990). Osnovy proektirovaniya rezhushchih instrumentov. Kyiv, 423.
23. Tandon, P. (2011). Cutting Tool Geometry: 3D Perspective. LAP Lambert Academic Publishing, 240.
24. Chang, W.-T., Chen, L.-C. (2015). Design and experimental evaluation of a circular saw blade with self-clamped cutting inserts. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 83 (1-4), 365–379. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-015-7563-7>
25. Ravska, N. S. (2009). Osnovy kinematichnoi teoriiy vyznachennia heometrychnykh parametriv rizalnoi chastyny instrumentu. *Nadiynist instrumentu ta optymizatsiya tekhnolohichnykh system*, 24, 9–18.
26. Ravska, N. S., Kovalova, L. I., Okhrimenko, O. A., Vovk, V. V. (2008). Zvit pro naukovu-doslidnu robotu «Uzahalnena teoriya vyznachennia heometrychnykh parametriv rizalnoho instrumentu» vykonanyi po temi No. 2914f. Kyiv, 208.
27. Ravska, N. S., Okhrimenko, O. A. (2009). Determination of the cutting speed using different kinematic cutmaps. *The processes of mechanical processing in machine building*, 8, 158–163.
28. Ravska, N., Parnenko, V. (2016). The definition of the static front angles and static rear angles for shaped milling cutter in the vertex point of the cutting edge. *Perspektyvni tekhnolohiyi ta prylady*, 8, 89–93.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224907**  
**OPTIMIZATION OF TEMPERATURE MEASUREMENT ON THE BUS DRUM BRAKE AS A BASIS FOR DEVELOPING BRAKE FAULT SIGNALS (p. 13–19)**

**Rolan Siregar**

Universitas Indonesia, Jl. Margonda Raya, Pondok Cina, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat, Indonesia  
 Darma Persada University, Kec. Duren Sawit, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota, Jakarta, Indonesia  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-0300-7094>

**Mohammad Adhitya**

Universitas Indonesia, Jl. Margonda Raya, Pondok Cina, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat, Indonesia  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-1575-613X>

**Danardono A Sumarsono**

Universitas Indonesia, Jl. Margonda Raya, Pondok Cina, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat, Indonesia  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-9892-4855>

**Nazaruddin**

Universitas Indonesia, Jl. Margonda Raya, Pondok Cina, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat, Indonesia  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-8081-7939>

**Ghany Heryana**

Universitas Indonesia, Jl. Margonda Raya, Pondok Cina, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat, Indonesia  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-8629-8327>

**Sonki Prasetya**

Universitas Indonesia, Jl. Margonda Raya, Pondok Cina, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat, Indonesia  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-1191-5287>

**Fuad Zainuri**

Universitas Indonesia, Jl. Margonda Raya, Pondok Cina, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat, Indonesia  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-8996-281X>

Brake failure is always possible due to several factors that are difficult to control, such as a slight leak in the brake hose due to an impact or a rat bite. In the latest research, the development of a brake performance detection tool has been started, but how to detect a brake temperature more efficiently on the brakes of large vehicles has not been specified. Given the significant impact of losses due to brake failure and accidents that are still occurring, this research plays an important role. It must be completed immediately so that accident cases can be reduced. The object of this research is where the position of the maximum brake temperature occurs? How to measure brake temperature is more practical? What sensor is optimal in detecting a brake temperature? The research method is carried out in a systematic stage that ends with an experimental method. This study indicates that the maximum temperature is relative to the entire friction area between the canvas and the drum brake. The most efficient sensor placement is in the hole in the drum brake cover so that installation is more practical and the brakes are not disturbed by the sensor's presence. The optimal sensor is a thermocouple sensor because it is more stable to vibrations and more resistant to mud disturbances than infrared sensors. When using a thermocouple sensor, the temperature detection results must be corrected. The correction factor can be made with the equation  $y = 10.3670 + 1.3205x - 0.0003x^2$ , where  $y$  is the actual temperature displayed, and  $x$  is the input temperature from the thermocouple sensor's initial detection. Accurate brake temperature detection results will be developed as a signal for detecting brake faults in real-time to avoid brake failure. Finally, the safety of public transportation can be improved.

**Keywords:** brake fault, traffic accident, brake temperature, temperature measurement, drum brake.

**References**

1. Suhariyanto (2019). Land Transportation Statistics 2018. BPS-Statistics Indonesia. Jakarta, 84. Available at: <https://www.bps.go.id/publication/download.html?nrbfvefe=N2ZkZDMzNzkkMDhiNGE2MGUwNDZmNGM4&xzmn=aHR0cHM6Ly93d3cuYnBzLmdvLmIkL3B1YmXPY2F0aW9uLzIwMTkvMTEvMjcvN2ZkZDMzNzkkMDhiNGE2MGUwNDZmNGM4L3N0YXRpc3Rpay10cmFuY3BvcnRhc2ktLWRhcmF0LS0yMDE4Lmh0bWw%3D&twoadfnoarfeauf=MjAyMS0wMS0yNyAxOTowMDo1Ng%3D%3D>

2. Hasil investigasi KNKT di Ciloto, Bawen, Karangloso dan Kebumen (2017). Jakarta. Available at: [http://knkt.dephub.go.id/knkt/ntsc\\_home/Publication/FGD%2021122017/5.%20Paparan%20Kasubkom%20LLAJ-FGD%20211217%20v%204%20Keceelakaan.pdf](http://knkt.dephub.go.id/knkt/ntsc_home/Publication/FGD%2021122017/5.%20Paparan%20Kasubkom%20LLAJ-FGD%20211217%20v%204%20Keceelakaan.pdf)
3. Owusu-Ansah, P., Alhassan, T., Frimpong, A., Agyei Agyemang, A. (2014). Survey of the Causes of Brake Failure in Commercial Mini-buses in Kumasi. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 7 (23), 4877–4882. doi: <https://doi.org/10.19026/rjaset.7.878>
4. Chandra Verma, P., Menapace, L., Bonfanti, A., Ciudin, R., Gialanella, S., Straffelini, G. (2015). Braking pad-disc system: Wear mechanisms and formation of wear fragments. *Wear*, 322-323, 251–258. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wear.2014.11.019>
5. Oduro, S. (2012). Brake failure and its effect on road traffic accident in Kumasi Metropolis, Ghana. *International Journal of Science and Technology*, 1 (9), 448–454. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/279843241\\_Brake\\_Failure\\_and\\_its\\_Effect\\_on\\_Road\\_Traffic\\_Accident\\_in\\_Kumasi\\_Metropolis\\_Ghana](https://www.researchgate.net/publication/279843241_Brake_Failure_and_its_Effect_on_Road_Traffic_Accident_in_Kumasi_Metropolis_Ghana)
6. Ahmed, I., Sofan, H., Abdelwahed, K., Fatouh, Y., Allam, E. M. (2019). Effect of Changing Drum Brakes Lining Form on the Brake Performance. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 06 (02). Available at: <https://www.irjet.net/archives/V6/i2/IRJET-V6I201.pdf>
7. Awe, S. A. (2019). Developing Material Requirements for Automotive Brake Disc. *Modern Concepts in Material Science*, 2 (2). Available at: <https://irispublishers.com/mcms/pdf/MCMS.MS.ID.000531.pdf>
8. Hemchi, T. (2008). Thermal stress and Thermal expansion in a brake drum of heavy commercial truck. *Universiti Teknologi Petronas*. Available at: [http://utpedia.utp.edu.my/1001/1/THAWEESEK\\_HEMCHI.pdf](http://utpedia.utp.edu.my/1001/1/THAWEESEK_HEMCHI.pdf)
9. Yan, M., Xu, J. (2018). Prediction Model for Brake-Drum Temperature of Large Trucks on Consecutive Mountain Downgrade Routes Based on Energy Conservation Law. *Mathematical Problems in Engineering*, 2018, 1–10. doi: <https://doi.org/10.1155/2018/4587673>
10. Stephens, A. (2006). Aerodynamic Cooling of Automotive Disc Brakes. *School of Aerospace, Mechanical & Manufacturing Engineering RMIT University*, 15–20. Available at: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1012.5236&rep=rep1&type=pdf>
11. Neis, P. D., Kruze, G., Ferreira, N. (2010). Relation between the temperature of the disc measured with thermocouple and by thermography using a reduced scale dynamometer. *ABCM Symposium Series in Mechatronics*, 4, 907–913. Available at: [https://abcm.org.br/symposium-series/SSM\\_Vol4/Section\\_VII\\_SENSORS\\_AND\\_ACTUATORS/SSM4\\_VII\\_16.pdf](https://abcm.org.br/symposium-series/SSM_Vol4/Section_VII_SENSORS_AND_ACTUATORS/SSM4_VII_16.pdf)
12. Cho, H., Cho, C., Kim, C.-B. (2007). Thermal and Mechanical Performance Analysis in Accordance with Disk Stiffness Changes in Automotive Disk Brake. *SAE Technical Paper Series*. doi: <https://doi.org/10.4271/2007-01-3661>
13. Husaini, M., Krishnan, P., Yaacob, S. (2018). Data Analysis for Braking System in Time Domain for Fault Diagnosis. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 05 (08), 348–354. Available at: <https://www.irjet.net/archives/V5/i8/IRJET-V5I862.pdf>
14. Jegadeeshwaran, R., Sugumaran, V. (2015). Health monitoring of a hydraulic brake system using nested dichotomy classifier – A machine learning approach. *International Journal of Prognostics and Health Management*, 6 (1). Available at: [https://www.phmsociety.org/sites/phmsociety.org/files/phm\\_submission/2014/ijphm\\_15\\_014.pdf](https://www.phmsociety.org/sites/phmsociety.org/files/phm_submission/2014/ijphm_15_014.pdf)
15. Jegadeeshwaran, R., Sugumaran, V. (2015). Brake fault diagnosis using Clonal Selection Classification Algorithm (CSCA) – A statistical learning approach. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 18 (1), 14–23. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2014.08.001>
16. Giyarto (2018). Implementasi perangkat sensor suhu tromol mobil tangki di tbbm plumpang. Jakarta.
17. Air Brake Performance and Wear Test Code Commercial Vehicle Inertia Dynamometer (2006). SAE International. doi: [https://doi.org/10.4271/j2115\\_200608](https://doi.org/10.4271/j2115_200608)
18. Surface vehicle recommended practice. SAE International. Available at: <https://www.sae.org/standardsdev/tsb/tsb004.pdf>
19. ISO/PAS 12158:2002. Road vehicles – Braking systems – Temperature measuring methods. Available at: <https://www.iso.org/standard/33466.html>
20. Adams, F. (2004). Pat. No. US 2005/0212357 A1. Brake monitoring and sensor system for sensing temperature and wear. No. 10/806,686; declared: 23.03.2004; published: 29.09.2005. Available at: <https://patents.google.com/patent/US20050212357A1/en>
21. Ghazaly, N. M., Makrahy, M. (2014). Experimental investigation of drum brake performance for passenger car. *International Journal of Mechanical And Production Engineering*, 2 (12), 70–73. Available at: [http://www.iraj.in/journal/journal\\_file/journal\\_pdf/2-100-141760734370-73.pdf](http://www.iraj.in/journal/journal_file/journal_pdf/2-100-141760734370-73.pdf)
22. Adhitya, M., Siregar, R., Sumarsono, D. A., Nazaruddin, N., Heryana, G., Prasetyo, S., Zainuri, F. (2020). Experimental analysis in the test rig to detect temperature at the surface disc brake rotor using rubbing thermocouple. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (5 (104)), 6–11. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.191949>
23. Day, A. (2014). *Braking of Road Vehicles*. Butterworth-Heinemann, 488. doi: <https://doi.org/10.1016/c2011-0-07386-6>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224912

**DESIGNING AN IMPROVED STRUCTURE OF THE TOOL FOR REPAIRING THE BRAKE PIPE CONNECTORS IN VEHICLES (p. 20–26)**

**Sergiy Gnitko**

LLC «VESTTEPLOTECH», Poltava, Ukraine  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2388-9792>

**Ievgen Vasyliiev**

National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5133-3989>

**Stanislav Popov**

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

This paper addresses the issue of difficulties in servicing the brake pipe connectors for passenger cars, the service life of which exceeds 8–10 years, which is associated with the deteriorated loosening of connectors. The existing ways to loosen the connectors of brake pipes have been investigated, especially those whose dismantling is complicated due to the corrosion and contamination of mated surfaces as a result of their wetting when driving a car. A conventional structure of the connector has been analyzed, which is installed in that

place of the car that is the most unprotected from moisture and dirt – on the brake cylinder. The conditions that do not contribute to its failure-free loosening have been examined. The design of a specialized split clamping ring wrench has been considered, which can transmit the greatest value of the torque to the connector when loosening it; sometimes, however, its predefined value would not suffice. A computer-based finite-element simulation was employed to derive the models of the deformation state for the node «connector – wrench». Based on the analysis of the models of different deformation state of a specialized split clamping ring wrench, the required profile of the geometrically balanced locked hexagonal profile of the wrench was defined. The analysis of the efficiency of the tightening and loosening level is determined by comparing the numerical values of the torque, which is applied to the connectors of the brake pipes. The torque values are measured by a specially devised technique. The introduction of the developed measurement technique makes it possible to compare the efficiency of wrenches of different designs by analyzing the maximum values of torques, which the wrenches can transmit to the connectors. Taking into consideration the identified shortcomings in the structure of the brake pipe connectors, the shape of the connector has been designed that is free from the specified drawbacks. The new structure provides for the possibility of using a conventional carob wrench for loosening when the mated surfaces are exposed to contamination and corrosion.

**Keywords:** connector, brake pipes, box-end wrench, spanner, split wrench, crumpling of faces.

#### References

- Alemani, M., Wahlström, J., Olofsson, U. (2018). On the influence of car brake system parameters on particulate matter emissions. *Wear*, 396-397, 67–74. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wear.2017.11.011>
- Harušinec, J., Suchánek, A., Šťastniak, P., Strážovec, P. (2018). Brake actuator optimization of the brake test stand as a tool for improvement railway safety. *MATEC Web of Conferences*, 235, 00028. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201823500028>
- Kazarinova, D. A., Gogrichiani, G. V. (2016). Selection of brake control valves for brake system of freight car by set of criteria. *Vestnik of the Railway Research Institute*, 75 (6), 377–382. doi: <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2016-75-6-377-382>
- Klyuch prokachki tormozov (zazhimnoy). Available at: <https://newlifesto.com.ua/p370904170-klyuch-prokachki-tormozov.html>
- Korobko, B. O., Vasyliiev, A. V., Belei, I. M. (2012). Pat. No. 79131 UA. Car brake pipe connection. No. u201212388; declared: 29.10.2012; published: 10.04.2013, Bul. No. 7.
- Perederiy, V. P. (2008). *Ustroystvo avtomobilya*. Moscow: ID «FORUM»: INFRA-M, 288.
- Plating makes tube fittings and adapters corrosion resistant (2015). *Sealing Technology*, 2015 (12), 2. doi: [https://doi.org/10.1016/s1350-4789\(15\)30380-9](https://doi.org/10.1016/s1350-4789(15)30380-9)
- Vasilyev, A., Popov, S., Vasilyev, E., Pavelieva, A. (2017). Improving the method of rotational broaching in the production of profile openings on the lathes of turning group. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (1 (85)), 4–9. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.92256>
- Ld, I., Gu, M. (2016). Expert System for Detecting and Diagnosing Car Engine Brake Failure Fault using Dynamic Control System (DCS). *Journal of Applied & Computational Mathematics*, 05 (01). doi: <https://doi.org/10.4172/2168-9679.1000281>
- Safronov, O., Vodiannykov, U. (2019). Procedure for determination of the actual value of the specific brake force of the passenger car with disk brakes based on the results of train brake tests. *Collection of Scientific Works of the State University of Infrastructure and Technologies Series «Transport Systems and Technologies»*, 33 (1), 213–226. doi: <https://doi.org/10.32703/2617-9040-2019-33-1-18>
- Korobko, B. O., Vasyliiev, Ye. A., Popov, S. V., Vasyliiev, A. V. (2019). Pat. No. 136481 UA. Modernizovanyi kluch dlia shtutseriv halmivnykh trubok. No. u201901052; declared: 01.02.2019; published: 27.08.2019, Bul. No. 16.
- Mazur, M. (2019). Quality Assurance Processes in Series Production of Car Elements. *Quality Production Improvement – QPI*, 1 (1), 610–617. doi: <https://doi.org/10.2478/cqpi-2019-0082>
- Mathissen, M., Grigoratos, T., Lahde, T., Vogt, R. (2019). Brake Wear Particle Emissions of a Passenger Car Measured on a Chassis Dynamometer. *Atmosphere*, 10 (9), 556. doi: <https://doi.org/10.3390/atmos10090556>
- Hazlinger, M., Moravčík, R., Moravčíková, J., Delgado Sobrino, D. R. (2018). Analysis of a Broken Pin on the Brake System of a Car Trailer. *Materials Science Forum*, 919, 420–427. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.919.420>
- Iverson, D., DeVaal, J., Kerr, J., Oshkai, P. (2015). Investigation of ignited hydrogen leaks from tube fittings. *International Journal of Hydrogen Energy*, 40 (38), 13134–13145. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.08.006>
- Korobko, B., Vasyliiev, I. (2017). Test Method for Rheological Behavior of Mortar for Building Work. *Acta Mechanica et Automatica*, 11 (3), 173–177. doi: <https://doi.org/10.1515/ama-2017-0025>
- Korobko, B., Zadvorkin, D., Vasyliiev, I. (2017). Study of the operating element motion law for a hydraulic-driven diaphragm mortar pump. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (7 (88)), 25–31. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.106873>
- Klyuch razreznoy. Available at: <https://tiu.ru/p367951365-klyuch-razreznoy-berger11x13.html>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224918

DEVISING QUALITY CONTROL CRITERIA FOR MANUFACTURING CONTROL VALVES OF THE TYPE «NOZZLE-FLAP» (p. 27–34)

**Oleksandr Lytviak**

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0242-1859>

**Sergii Komar**

Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8961-2614>

**Oleksandr Derevyanko**

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3602-2055>

**Viacheslav Durieiev**

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7981-6779>

This paper is a continuation of research into the causes and ways to eliminate the generation of self-oscillations in the system of automatic regulation of rotations of the free turbine in the turboshaft gas turbine engines of helicopters. The study of dynamic processes in the system of automatic regulation of free turbine's rotations in a turboshaft GTE has shown that one of the reasons for the development of self-oscillations is the poor performance of the control valve of the type «nozzle-flap» in the rotation regulator's hydraulic drive. At a pump-regulator plant, the criterion for the quality of control valve execution or repair implies that the geometric size of the valve parts and the flow rate of working fluid through the valve when the flap is closed meet the technical requirements. As practice shows, this is not enough. With this approach, valve defects manifest themselves only during the tests of assemblies as part of the engine. This paper proposes a method to examine the characteristics of control valves such as «nozzle-flap», as well as criteria for assessing the quality of their execution. Experimental characteristics of control valves such as «nozzle-flap» for an actual regulator of free turbine rotation frequency are given. New data on the outflow of liquid from the nozzle with a flap have been obtained. It is shown that the destruction of the stagnation zone in the nozzle tip could result in that the valve flow rate increases, which negatively affects the characteristics of the hydraulic drive and regulator in general. A technique has been proposed to improve the stability of the valve's performance by increasing the relative length of the nozzle. It is shown that the most informative characteristic of the valve is the dependence of flow rate on the position of the flap. Based on this characteristic, it is possible to determine the criteria for rejecting valves without testing them as part of the assembly.

**Keywords:** turboshaft engine, self-oscillations, control valve, nozzle-flap, static characteristic, flow rate factor.

## References

- Golnaraghi, F., Kuo, B. (2017). *Automatic Control Systems*. McGraw-Hill Education, 1160.
- Harold, J., Huston, R. (2002). *Dynamics of Mechanical Systems*. CRC Press, 776. doi: <https://doi.org/10.1201/9781420041927>
- Aguilar, L., Boiko, I., Fridman, L., Iriarte, R. (2015). *Self-Oscillations in Dynamic Systems*. Basel: Birkhäuser, 163. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-23303-1>
- Kachanov, P., Lytviak, O., Derevyanko, O., Komar, S. (2019). Development of an automated hydraulic brake control system for testing aircraft turboshaft gas turbine engines. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (2 (102)), 52–57. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.185539>
- Lytviak, O. M., Durieiev, V. O., Maliarov, M. V., Chihrin, V. S. (2019). Eksperimentalne doslidzhennia kharakterystyk rehuliatora oborotiv vilnoi turbiny nasosa-rehuliatora typu NR-3. *Materialy dopovidei mizhnarod. naukovo-prakt. konf. «Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering»*. Vol. 2. Kharkiv: Natsionalnyi aerokosmichnyi universytet im. M. Ye. Zhukovskoho «Kharkivskiy avia-tsiyniy instytut», 76–79.
- Denisova, E. V., Nasibullaeva, E. Sh., Nasibullayev, I. Sh. (2014). Investigation method of dynamic processes in the fuel elements of automation. *Mehatronika, avtomatizatsiya, upravlenie*, 5, 31–36.
- Nasibullayev, I. Sh., Nasibullaeva, E. Sh., Denisova, E. V. (2015). The dynamics of fluid flow in the technical systems with jets. *Izvestiya Ufimskogo Nauchnogo TSentra RAN*, 4, 20–25.
- Al'tshul', A. D., Kiselev, P. G. (1965). *Gidravlika i aerodinamika*. Moscow: Stroyizdat, 274.
- Stochek, N. P., Shapiro, A. S. (1978). *Gidravlika zhidkostnykh raketnykh dvigateley*. Moscow: Mashinostroenie, 128.
- Polyahov, N. N. (2017). *Aerogidrodinamika*. Moscow: Lenand, 384.
- Petrov, A. G. (2017). *Analiticheskaya gidrodinamika: Ideal'naya neszhimaemaya zhidkost'*. Moscow: Lenand, 368.
- Lepeshkin, A. V., Mihaylin, A. A., Sheypak, A. A. (2019). *Gidravlika i gidropnevmooprivod. Gidravlicheskie mashiny i gidropnevmooprivod*. Moscow: Infra-M, 446.
- Razdolin, M. V., Surnov, D. N. (1973). *Agregaty vozdušno-reaktivnykh dvigateley*. Moscow: Mashinostroenie, 351.
- Pil'gunov, V. (2012). High precision wide-range compressed airflow meter – a fine movements meter. *Science and Education of the Bauman MSTU*, 8, 11–34. doi: <https://doi.org/10.7463/0812.0451962>
- Shmyrov, V., Loginov, V., Fil, S., Khaustov, A., Bondarchuk, O., Kalashnikov, A., Khmel'nitskiy, G. (2020). The modernization concept of aircraft An-26 and An-140 based on the use of a hybrid power system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (1 (107)), 6–17. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.212150>
- Pil'gunov, V. N., Efremova, K. D. (2017). Static characteristics of the pneumatic power amplifier «nozzle-shutter». *Moskovskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta MAMI*, 2 (32), 40–48.
- Xinbei, L., Vladimir, L., Songjing, L. (2018). Performance and Flow Field Analysis of Flapper Deflection Servo Valve. 2018 Global Fluid Power Society PhD Symposium (GFPS). doi: <https://doi.org/10.1109/gfps.2018.8472394>
- Lerner, D. L. (2013). Harakteristiki ustroystva soplo-zaslodka pri obratnom techenii. *Vestnik permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Aerokosmicheskaya tehnika*, 35, 85–100.
- Li, C., Choudhury, M. A. A. S., Huang, B., Qian, F. (2014). Frequency analysis and compensation of valve stiction in cascade control loops. *Journal of Process Control*, 24 (11), 1747–1760. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jprocont.2014.09.009>
- Yildirim, M. T., Kurt, B. (2018). Aircraft Gas Turbine Engine Health Monitoring System by Real Flight Data. *International Journal of Aerospace Engineering*, 2018, 1–12. doi: <https://doi.org/10.1155/2018/9570873>
- Savelyev, D. O., Gudim, A. S., Solovov, D. B. (2019). Stabilizing the Transients in the Objects and Systems Controlling the Compensation of Nonlinear ACS (Automatic Control System) Elements. 2019 International Science and Technology Conference «EastConf.» doi: <https://doi.org/10.1109/eastconf.2019.8725324>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224924

## DEVELOPMENT OF A METHOD FOR GEOMETRIC MODELING OF CENTRIFUGAL COMPRESSOR IMPELLERS (p. 35–42)

Valeriy Borisenko

V. O. Sukhomlynskyi National University  
of Mykolaiv, Mykolaiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0857-0708>

Serhiy Ustenko

Odessa National Polytechnic University, Odessa, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4968-1233>

**Iryna Ustenko**Admiral Makarov National University  
of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0003-1541-2414>**Kateryna Kuzma**V. O. Sukhomlynskyi National University  
of Mykolaiv, Mykolaiv, Ukraine**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-0937-7299>

The practice of designing centrifugal compressors in which impellers are the main components shows that there are reserves for their further improvement. One of the main reserves consists in improving flow conditions for the compressed medium in the compressor flow path and, above all, in the impeller. A method of geometric modeling flow path of the impellers of centrifugal compressors was proposed which involves the construction of meridional boundaries of impellers and the blade profile on an involute of the cylindrical surface of the outer radius of the impeller. The blade is represented by ruled surfaces. The shroud of the impeller is described by a curve in natural parameterization using cubic dependence of curvature on the arc length. Dependences and length of the arc are determined in the process of modeling the boundary based on the set source data. The problem is solved by minimizing deviations of intermediate curves from the boundary endpoint. The hub is obtained as an envelope of circles inscribed in the meridional channel of the impeller. Radii of the circles are determined taking into account the flow areas of the channel. The camber line of the blade profile on an involute of the cylindrical surface of the outer radius of the impeller is modeled using a curve that is presented in natural parameterization with quadratic law of curvature distribution. A computer code was developed in the Fortran Power Station programming environment that visualizes the obtained numerical results graphically on a computer display in addition to digital information on the modeled boundaries and the blade profile. Graphical results were presented. They confirmed the efficiency of the proposed method of modeling the flow path of centrifugal compressor impellers. The method can be useful to offices involved in the design of centrifugal compressors.

**Keywords:** centrifugal compressor, impeller, shroud and hub, blade, modeling.

**References**

- Hess, H. (1985). Centrifugal compressors in heat pumps and refrigerating plants. *Sulzer Tech. Rev.*, 3, 27–30.
- Arbekov, A., Novickii, B. (2012). Experimental study of the characteristics of the small-scale centrifugal-flow compressor. *Science and Education of the Bauman MSTU*, 8, 491–504. doi: <https://doi.org/10.7463/0812.0432308>
- Mojaddam, M., Benisi, A. H., Movahhedi, M. R. (2012). Investigation on Effect of Centrifugal Compressor Volute Cross-Section Shape on Performance and Flow Field. Volume 8: *Turbomachinery, Parts A, B, and C*. doi: <https://doi.org/10.1115/gt2012-69454>
- Shehadeh Yousef Ebaid, M., Zuhair Mohmmad Al-Hamdan, Q. (2017). Design of a Single Stage Centrifugal Compressor as Part of a Microturbine Running at 60000 rpm, Developing a Maximum of 60 kW Electrical Power Output. *American Journal of Aerospace Engineering*, 4 (2), 6–21. doi: <https://doi.org/10.11648/j.ajae.20170402.11>
- Palmer, D. L., Waterman, W. F. (1995). Design and Development of an Advanced Two-Stage Centrifugal Compressor. *Journal of Turbomachinery*, 117 (2), 205–212. doi: <https://doi.org/10.1115/1.2835648>
- Schorr, P. D., Welliver, A. D., Winslow, L. J. (1971). Design and development of small, high pressure ratio, single stage centrifugal compressors. ASME Conference on Advanced centrifugal compressors.
- Yang, C., Liu, Y., Yang, D., Wang, B. (2017). Regulating Effect of Asymmetrical Impeller on the Flow Distributions of Double-sided Centrifugal Compressor. *International Journal of Turbo & Jet-Engines*, 34 (4), 341–352. doi: <https://doi.org/10.1515/tjj-2016-0012>
- Kalinkevych, M., Ihnatenko, V., Bolotnikova, O., Obukhov, O. (2018). Design of high efficiency centrifugal compressors stages. *Refrigeration Engineering and Technology*, 54 (5), 4–9. doi: <https://doi.org/10.15673/ret.v54i5.1239>
- Mojaddam, M., Moussavi Torshizi, S. A. (2017). Design and optimization of meridional profiles for the impeller of centrifugal compressors. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 31 (10), 4853–4861. doi: <https://doi.org/10.1007/s12206-017-0933-3>
- Cho, S.-Y., Ahn, K.-Y., Lee, Y.-D., Kim, Y.-C. (2012). Optimal Design of a Centrifugal Compressor Impeller Using Evolutionary Algorithms. *Mathematical Problems in Engineering*, 2012, 1–22. doi: <https://doi.org/10.1155/2012/752931>
- Ibaraki, S., Tomita, I., Sugimoto, K. (2015). Aerodynamic design optimization of centrifugal compressor impeller based on genetic algorithm and artificial neural network. *Mitsubishi Heavy Industries Technical Review*, 52 (1), 77–82.
- Khalfallah, S., Ghenaïet, A. (2013). Shape optimization of a centrifugal compressor impeller. 8th International Conference on Compressors and Their Systems, 523–532. doi: <https://doi.org/10.1533/9781782421702.9.523>
- Zhang, W., Liu, X. (2009). Multi-Objective Automated Optimization of Centrifugal Impeller Using Genetic Algorithm. *Fluid Machinery and Fluid Mechanics*, 130–136. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-540-89749-1\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-540-89749-1_17)
- Li, X., Liu, Z., Lin, Y. (2017). Multipoint and Multiobjective Optimization of a Centrifugal Compressor Impeller Based on Genetic Algorithm. *Mathematical Problems in Engineering*, 2017, 1–18. doi: <https://doi.org/10.1155/2017/6263274>
- Xie, H., Song, M., Liu, X., Yang, B., Gu, C. (2018). Research on the Simplified Design of a Centrifugal Compressor Impeller Based on Meridional Plane Modification. *Applied Sciences*, 8 (8), 1339. doi: <https://doi.org/10.3390/app8081339>
- Liang, D., Yang, H., Xu, C., Jiang, Y., Yi, Z. (2020). The Recent Progresses in Industrial Centrifugal Compressor Designs. *International Journal of Fluid Mechanics & Thermal Sciences*, 6 (2), 61. doi: <https://doi.org/10.11648/j.ijfmts.20200602.13>
- Borisenko, V., Ustenko, S., Ustenko, I. (2019). Development of the method for geometric modeling of S-shaped camber line of the profile of an axial compressor blade. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (1 (97)), 16–23. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.154270>
- Borysenko, V. D., Ustenko, S. A., Ustenko, V. D. (2018). Heometrychne modeliuвання kryvykh liniy i poverkhon u naturalniy parametryzatsiyi. Mykolaiv: MNU, 216.
- Anselone, P. M., Laurent, P. J. (1968). A general method for the construction of interpolating or smoothing spline-functions. *Numerische Mathematik*, 12 (1), 66–82. doi: <https://doi.org/10.1007/bf02170998>

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224927**  
**DEVELOPMENT OF A DEVICE FOR CLEANSING COW UDDER TEATS AND TESTING IT UNDER INDUSTRIAL CONDITIONS (p. 43–53)**

**Andriy Paliy**

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-9525-3462>

**Elchyn Aliiev**

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

**Anatoliy Paliy**

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

**Katerina Ishchenko**

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0003-4542-0669>

**Oksana Shkromada**

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0003-1751-7009>

**Yurii Musiienko**

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-9735-4758>

**Larysa Plyuta**

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

**Oleksandr Chekan**

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-5676-1947>

**Ruslan Dubin**

Luhansk National Agrarian University, Starobilsk, Ukraine  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0003-3540-0816>

**Valentyna Mohutova**

Luhansk National Agrarian University, Starobilsk, Ukraine  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-5982-2875>

Preparing cows for milking is one of the most important operations. Not only the speed of milk production but also the quality of milk depends on the level of the work performed.

One of the most effective ways to mechanize the preparation of cows for milking implies the development of a special mechanical brush that cleans and stimulates the teat skin. As a result, there is no need to use additional foam detergents and napkins to cleanse and disinfect teats.

A device has been designed for cleansing teats with two rotating brushes.

Theoretical studies of the interaction of cleansing elements of the device for mechanical removal of pollutants from the udder teats in the course of milking operation were carried out. Assuming constancy of the modulus of elasticity, shape and roughness of teats, linear and angular velocities of brushes, nap stiffness, and homogeneity of physical and mechanical properties of contaminants on the teat, depen-

dence of force  $F_e$  of the mechanical device on length  $l$  of the cleansing element and its speed  $\omega$  was established. Under the condition that force  $F_e$  of the mechanical device is smaller than force  $F_p$  which causes pain but greater than the force retaining pollutants (adhesion), values of the main design and technological parameters of the developed device were determined:  $l=8$  mm,  $\omega=106$  rpm.

As a result of production tests, it was found that when using the developed device, the daily milk yield of the experimental group of cows exceeded that of the control group by an average of 1.1 times which has made it possible to obtain a supplement of 132.5 kg of milk. Along with this, there was a 0.19 % increase in milk fat content in the experimental group compared to the control group. The number of microorganisms decreased 2.2 times and the number of contaminant particles decreased 4.6 times.

**Keywords:** udder teats, cleansing process, cleansing device, device parameters, bacterial contamination.

## References

- Paliy, A., Nanka, O., Ishchenko, K., Paliy, A. (2019). Research on high-yielding dairy cow treatment techniques during milking. *ABAH Bioflux*, 11 (1), 1–11. Available at: <http://www.abah.bioflux.com.ro/docs/2019.1-11.pdf>
- Tikhomirov, I. A., Skorkin, V. K., Rakhmanova, T. A. (2017). The compliance with machine milking technology is the key of milk quality and cows' productive longevity improving. *Journal of VNIIMZH*, 4 (28), 53–60. doi: <http://doi.org/10.24411/2226-4302-2017-00009>
- Bernyk, I. (2019). Innovative approach to the production of high quality milk-raw materials. *Engineering, Energy, Transport AIC*, 3 (106), 46–55. doi: <https://doi.org/10.37128/2520-6168-2019-3-6>
- Kline, K., Flores, S., Joyce, F. (2018). Factors affecting Somatic Cell Count in milk of dairy cows in Costa Rica. *International Journal of Veterinary Science and Research*, 4 (1), 001–008. doi: <https://doi.org/10.17352/ijvsr.000027>
- Alrabadi, N. I., Sultan, K. I. (2018). The Effect of Using Different Detergents in Cleaning Cows' Udders on The Microbial Content of Produced Milk. *International Journal of Biology*, 10 (3), 47. doi: <https://doi.org/10.5539/ijb.v10n3p47>
- Ivanov, Yu. G., Belov, M. I., Lapkin, A. G. (2014). Research quality of cleaning contaminants from the udder. *Mehanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyaystva*, 5, 30–31.
- Paliy, A. P., Handola, Yu. M., Shevchenko, I. O., Stotskiy, A. O., Stotskiy, O. G., Sereda, A. I. et. al. (2020). Assessment of cow lactation and milk parameters when applying various milking equipment. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (4), 195–201. doi: [https://doi.org/10.15421/2020\\_188](https://doi.org/10.15421/2020_188)
- Veselov, Ye. V., Shcherbakova, I. L., Levchenko, I. S. (2019). Innovative livestock technologies and the effectiveness of smart farm implementation. *Taurian Scientific Herald*, 109 (2), 15–20. doi: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-2.3>
- Hovinen, M., Pyörälä, S. (2011). Invited review: Udder health of dairy cows in automatic milking. *Journal of Dairy Science*, 94 (2), 547–562. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3556>
- Paliy, A. P., Paliy, A. P., Rodionova, K. O., Zolotaryova, S. A., Kushch, L. L., Borovkova, V. M. et. al. (2020). Microbial contamination of cow's milk and operator hygiene. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (2), 392–397. doi: [https://doi.org/10.15421/2020\\_113](https://doi.org/10.15421/2020_113)
- Watters, R. D., Schuring, N., Erb, H. N., Schukken, Y. H., Galton, D. M. (2012). The effect of premilking udder preparation on Holstein cows milked 3 times daily. *Journal*

- of Dairy Science, 95 (3), 1170–1176. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4388>
12. Galay, O., Lutsenko, M. (2018). The influence of the technology of preparing cows for milking on installations such as «Carousel» and «Parallel» on the milk yield process. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 4, 101–105. doi: [http://doi.org/10.31521/2313-092X/2018-4\(100\)-15](http://doi.org/10.31521/2313-092X/2018-4(100)-15)
  13. Gorewit, R. C., Gassman, K. B. (1985). Effects of Duration of Udder Stimulation on Milking Dynamics and Oxytocin Release. *Journal of Dairy Science*, 68 (7), 1813–1818. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(85\)81031-6](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(85)81031-6)
  14. Yanibada, B., Boudra, H., Debrauwer, L., Martin, C., Morgavi, D. P., Canlet, C. (2018). Evaluation of sample preparation methods for NMR-based metabolomics of cow milk. *Heliyon*, 4 (10), e00856. doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00856>
  15. Lubimov, V. E. (2017). The physiological particularities of the cows adaptive reactions to machine milking. *Journal of VNIIMZH*, 4 (28), 10–15. doi: <https://doi.org/10.24411/2226-4302-2017-00002>
  16. Boltianska, N. (2019). Research of the process of mechanical stimulation of exchange. *Proceedings of the Tavria State Agrotechnological University*, 4 (19), 140–148. doi: <https://doi.org/10.31388/2078-0877-19-4-140-149>
  17. Sjostrom, L. S., Heins, B. J., Endres, M. I., Moon, R. D., Sorge, U. S. (2019). Effects of winter housing system on hygiene, udder health, frostbite, and rumination of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102 (11), 10606–10615. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15759>
  18. Gleeson, D., O'Brien, B., Flynn, J., O'Callaghan, E., Galli, F. (2009). Effect of pre-milking teat preparation procedures on the microbial count on teats prior to cluster application. *Irish Veterinary Journal*, 62 (7). doi: <https://doi.org/10.1186/2046-0481-62-7-461>
  19. Pankey, J. W. (1989). Premilking Udder Hygiene. *Journal of Dairy Science*, 72 (5), 1308–1312. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(89\)79238-9](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(89)79238-9)
  20. Gibson, H., Sinclair, L. A., Brizuela, C. M., Worton, H. L., Protheroe, R. G. (2008). Effectiveness of selected premilking teat-cleaning regimes in reducing teat microbial load on commercial dairy farms. *Letters in Applied Microbiology*, 46 (3), 295–300. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1472-765x.2007.02308.x>
  21. Wieland, M., Melvin, J. M., Nydam, D. V., Virkler, P. D. (2019). A longitudinal prospective cohort study investigating the association of premilking stimulation and teat-end shape on milking characteristics and teat tissue condition in dairy cows. *BMC Veterinary Research*, 15 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1803-2>
  22. Boltianska, N. I., Boltianskyi, O. V. (2018). Naslidky nepravylnoi pereddoilnoi stymulatsiyi vymeni vysokoproduktivnykh koriv. *Materialy VI-yi Naukovo-tekhnichnoi konferentsiyi «Tekhnichniy prohres u tvarynnystvii ta kormovyrobnystvii»*. Khlevakha, 11–13.
  23. Nigmatov, L. G., Kozlovcev, A. P., Seitov, M. S. (2015). The results of industrial research device for mechanical cleaning of the skin of cattle. *Mehanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyaystva*, 1, 12–13.
  24. 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>
  25. Baumberger, C., Guarín, J. F., Ruegg, P. L. (2016). Effect of 2 different premilking teat sanitation routines on reduction of bacterial counts on teat skin of cows on commercial dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 99 (4), 2915–2929. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10003>
  26. Córdova, H. A., Cardozo, L. L., Alessio, D. R. M., Neto, A. T. (2018). Influence of udder depth on cleaning teats and health of the mammary gland in robotic milking. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 70 (5), 1443–1452. doi: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9427>
  27. Kudrin, M. R., Astrakhantsev, A. A., Krasnova, O. A., Klimova, E. S., Kostin, A. V., Spiridonov, A. B. (2020). Increase of productivity of first-calf cows by performing udder massage. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*, 11 (10). doi: <http://doi.org/10.14456/ITJEMAST.2020.204>
  28. Bade, R., Reinemann, D., Thompson, P. (2008). Method for Assessing Teat and Udder Hygiene. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*. doi: <http://doi.org/10.13031/2013.24903>
  29. Aliev, E. B., Bandura, V. M., Pryshliak, V. M., Yaropud, V. M., Trukhanska, O. O. (2018). Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural industry. *INMATEH*, 54 (1), 95–104.
  30. Shevchenko, I. A., Aliev, E. B.; Shevchenko, I. A. (Ed.) (2013). *Naukovo-metodychni rekomendatsiyi z bahatokryterialnoho vyrobnychoho kontroliu doilnykh ustanovok*. Zaporizhzhia: Aktsent Invest-treid, 156.
  31. Vazhynskiy, S. E., Shcherbak, T. I. (2016). *Metodyka ta orhanizatsiya naukovykh doslidzhen*. Sumy: SumDPU imeni A. S. Makarenka, 260.
  32. DSTU 7357:2013. Milk and milk products. Methods of microbiological monitoring. Available at: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=84675](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=84675)
  33. GOST 8218-89. Milk. Method of purity determination. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200021604>
  34. Paliy, A. (2014). Method for determining the quality of preparation of udder for milking. *Vestnik BSAU*, 2 (30), 58–60.
  35. Hovinen, M., Aisla, A.-M., Pyoral, S. (2005). Visual Detection of Technical Success and Effectiveness of Teat Cleaning in Two Automatic Milking Systems. *Journal of Dairy Science*, 88 (9), 3354–3362. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73019-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73019-8)
  36. Ivanov, Yu. G., Lapkin, A. G. (2014). Povyshenie effektivnosti ochistki soskov vymeni korov pri primeneni shchetochnykh ustroystv na avtomaticheskikh doil'nykh ustanovkakh. *Journal of VNIIMZH*, 4, 99–100.
  37. Hattori, T., Sakai, M., Akaike, S., Koshizuka, S. (2018). Numerical simulation of droplet sliding on an inclined surface using moving particle semi-implicit method. *Computational Particle Mechanics*, 5 (4), 477–491. doi: <https://doi.org/10.1007/s40571-018-0184-9>
  38. Aliev, E. (2010). Doslidzhennia spratsovanosti diynoi humy doilnoho aparatu z urakhuvanniam teoriyi starinnia na osnovi ploskoi zadachi. *Mekhanizatsiya, ekolohizatsiya ta konvertatsiya biosyrovny u tvarynnystvii*, 1 (5, 6), 233–242.
  39. Borodina, O. V., Nosevych, D. K. (2017). Bacterial contamination of teats during caw milking in the milking area. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriya: Tekhnolohiia vyrobnyctva i pererobky produktsiyi tvarynnystva*, 271, 210–216.
  40. O'Brien, B., Jago, J., Edwards, J. P., Lopez-Villalobos, N., McCoy, F. (2012). Milking parlour size, pre-milking routine and stage of lactation affect efficiency of milking



- in single-operator herringbone parlours. *Journal of Dairy Research*, 79 (2), 216–223. doi: <https://doi.org/10.1017/s0022029912000088>
41. Gasqui, P., Trommenschlager, J. (2017). A new standard model for milk yield in dairy cows based on udder physiology at the milking-session level. *Scientific Reports*, 7, 8897. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-09322-x>
  42. Kucheruk, V. Y., Palamarchuk, E. A., Kulakov, P. I. (2014). The statistical models of machinery milking duration by group milking machines. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (4 (70)), 13–17. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.26287>
  43. Paliy, A. P., Kovalchuk, Y. O., Boyko, Y. A., Bondaruk, Y. V., Diachuk, P. V., Duka, T. M. et al. (2020). Impact of various milking equipment on incidence of mastitis in dairy herd. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (5), 160–165. doi: [https://doi.org/10.15421/2020\\_224](https://doi.org/10.15421/2020_224)
  44. Doyle, C. J., Gleeson, D., O'Toole, P. W., Cotter, P. D. (2016). Impacts of Seasonal Housing and Teat Preparation on Raw Milk Microbiota: a High-Throughput Sequencing Study. *Applied and Environmental Microbiology*, 83 (2). doi: <https://doi.org/10.1128/aem.02694-16>
  45. Paliy, A. P. (2017). Study of the impact of milking systems on the teats of cow udder. *Izvestiya natsional'nogo agrarnogo universiteta Armenii*, 1 (57), 33–35.
  46. Paliy, A., Naumenko, A., Paliy, A., Zolotareva, S., Zolotarev, A., Tarasenko, L. et al. (2020). Identifying changes in the milking rubber of milking machines during testing and under industrial conditions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (1 (107)), 127–137. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.212772>
  47. Shkromada, O., Skliar, O., Paliy, A., Ulko, L., Gerun, I., Naumenko, O. et al. (2019). Development of measures to improve milk quality and safety during production. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (11 (99)), 30–39. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.168762>
  48. Paliy, A. P., Mihalchenko, S. A., Chechui, H. F., Reshetnichenko, A. P., Rozum, Y. E., Bredykhin, V. V. et al. (2020). Milking and udder health assessment in industrial farming. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (2), 375–381. doi: [http://doi.org/10.15421/2020\\_112](http://doi.org/10.15421/2020_112)
  49. Musliu, A., Frangu, B., Popp, J. S., Kemper, N., Thomsen, M. (2019). Technical efficiency estimation of dairy farming in Kosovo. *New Medit*, 18 (3), 77–84. doi: <https://doi.org/10.30682/nm1903f>
  50. Malanski, P. D., Hostiou, N., Ingrand, S. (2017). Evolution pathways of employees' work on dairy farms according to task content, specialization, and autonomy. *Cahiers Agricultures*, 26 (6), 65005. doi: <https://doi.org/10.1051/cagri/2017052>
  51. Enokidani, M., Kawai, K., Shinozuka, Y., Kurumisawa, T. (2020). A case study of improving milking cow performance and milking system performance with using a flow simulator. *Animal Science Journal*, 91 (1). doi: <https://doi.org/10.1111/asj.13389>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224939

**ORE CRUSHING IN THE HIGH-PRESSURE ROLLER-PRESS AS A MODELLING OBJECT UNDER STOCHASTIC PROPERTIES OF FEED MATERIALS (p. 54–62)**

**Tetyana Oliinyk**

Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-0315-7308>

**Pavlo Nikolaienko**

Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-9717-1604>

**Kostiantyn Nikolaienko**

Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-6309-9050>

**Maksym Oliinyk**

Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-8398-8250>

The results of improving ore crushing in a high-pressure roller-press are presented. Application of a roller-press enables higher crushing efficiency due to both power saving and reduction of sizes of ore crush products to release mineral aggregates. Ore disintegration by compressive strain prevails among currently applied crushing methods. Disintegration occurs not only due to the compressive, but also to the shear strain. Considering smaller power consumption of the shear strain than that of the compressive strain, it is concluded that roller-press application is quite efficient.

Simulation of crushing by using the Bond law frequently applied in practice is under consideration. It is essential to consider the stochasticity of the ore flow to be crushed. Presentation of this flow as a random figure by transforming it by the Bond crushing law results in a probabilistic characteristic of the crushing result. This characteristic enables finding properties of the crush product and probabilistic formulation of the problem of improving the crushing process by setting a relevant functional. To apply the results obtained to practical uses, the crushing process is simulated. The theoretical results are confirmed by setting the stochastic properties of the input ore flow by means of Rosen-Rammner's law followed by statistical substantiation of the conducted calculations in Mathcad. After stimulation and considering stochastic properties of the feed ore flow, the solution of the optimal stabilization problem reveals that stabilization is achieved, while dispersion in relation to the stabilization goal reduces sharply almost five-fold.

**Keywords:** crushing, roller-press, ore beneficiation, distribution function, simulation, deformation, stochasticity.

**Reference**

1. Oliinyk, T. A., Skliar, L. V., Oliinyk, M. O. (2015). Doslidzhennia umov selektyvnoho ruinuвання mineralnykh kompleksiv pry zbahachenni hematyt-ilmenitovykh rud. *Zbahachennia korysnykh kopalyn*, 60 (101), 57–67.
2. Linch, A. (1981). *Tsikly drobleniya i izmel'cheniya*. Modelirovanie, optimizatsiya, proektirovanie i upravlenie. Moscow: Nedra, 343.
3. Elnikova, S. P., Gazaleeva, G. I. (2019). Reduction energy prediction for layer-type cone crushers. *Obogashchenie Rud*, 5, 3–8. doi: <https://doi.org/10.17580/or.2019.05.01>
4. Vasil'ev, P. (2012). Chislennoe reshenie uravneniya kinetiki dezintegratsii i raskrytiya mineralov polikristallicheskih chastits. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Informatika*, 7 (126), 92–101.
5. Saramak, D. (2013). Mathematical models of particle size distribution in simulation analysis of highpressure grinding roll operations. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 49 (1), 121–131. doi: <http://doi.org/10.5277/ppmp130112>
6. Anticoi, H., Guasch, E., Ahmad Hamid, S., Oliva, J., Alfonso, P., Bascompta, M. et al. (2018). An Improved High-Pressure

- Roll Crusher Model for Tungsten and Tantalum Ores. *Minerals*, 8 (11), 483. doi: <https://doi.org/10.3390/min8110483>
7. Anticoi, H., Guasch, E., Oliva, J., Alfonso, P., Bascompta, M., Sanmiquel, L. (2019). High-pressure grinding rolls: model validation and function parameters dependency on process conditions. *Journal of Materials Research and Technology*, 8 (6), 5476–5489. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2019.09.016>
  8. Djokoto, S. S., Karimi, H. R. (2011). Modeling and simulation of a High Pressure Roller Crusher for silicon carbide production. 11th International Conference on Electrical Power Quality and Utilisation. doi: <https://doi.org/10.1109/epqu.2011.6128963>
  9. Rashidi, S., Rajamani, R. K., Fuerstenau, D. W. (2017). A Review of the Modeling of High Pressure Grinding Rolls. *KONA Powder and Particle Journal*, 34, 125–140. doi: <https://doi.org/10.14356/kona.2017017>
  10. Fedotov, P. K., Pykhalov, A. A. (2014). Numerical simulation of boundary conditions and load in analysis of a breed's stress-strain when splitting it between rollers in roller press. *Sovremennye tehnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie*, 1 (37), 27–32.
  11. Fedotov, P. K. (2014). Modeling fracture of ore particles in a layer under pressure. *Journal of Mining Science*, 50 (4), 674–679. doi: <https://doi.org/10.1134/s1062739114040073>
  12. Fedotov, P. (2013). Main reason of lower energy consumption by ore fragmentation in press-rollers. *Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*, 3, 309–314.
  13. Hopunov, E. (2011). Rol' struktury i prochnostnykh harakteristik mineralov v razrushenii i raskrytii rud. *Obogashchenie rud*, 1, 25–31.
  14. Mulyavko, V., Oleynik, T., Oleynik, M., Mikhno, S., Lyashenko, V. (2014). Innovation technologies and machinery for separation of feebly magnetic ores. *Obogashchenie Rud*, 2 (350), 43–49.
  15. Morkun, V., Gubin, G., Oliinyk, T., Lotous, V., Ravinskaia, V., Tron, V. et. al. (2017). High-energy ultrasound to improve the quality of purifying the particles of iron ore in the process of its enrichment. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (12 (90)), 41–51. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.118448>
  16. Smyrnov, V. O., Biletskyi, V. S. (2012). *Pidhotovchi protsesy zbahachennia korysnykh kopalyn*. Donetsk: Skhidnyi vydavnychiy dim, Donetske viddilennia NTSh, 284.
  17. Zaytsev, V., Polyaniin, A. (2001). *Spravochnik po obyknovennym differentsial'nym uravneniyam*. Moscow: Fizmatlit, 576.
  18. Izmailov, A., Solodov, M. (2008). *Chislennye metody optimizatsii*. Moscow: Fizmatlit, 320.
  19. Alekseev, V., Tihomirov, V., Fomin, S. (2005). *Optimal'noe upravlenie*. Moscow: Fizmatlit, 384.
  20. Lavrent'ev, M., Shabat, B. (1973). *Problemy gidrodinamiki i ih matematicheskie modeli*. Moscow: Fizmatlit, 416.
  21. Olver, F. (1978). *Vvedenie v asimptoticheskie metody i spetsial'nye funktsii*. Moscow: Nauka, 375.
  22. Oliinyk, T., Nikolaienko, P. (2019). Vykorystannia matematychnoho modeliuvannia dlia vyznachennia hranulometrychnoho skladu produktu droblennia rudy v shari pid tyskom. *Zbahachennia korysnykh kopalyn*, 72 (113), 44–47.
  23. Linnik, Yu. (1962). *Metod naimen'shikh kvadratov i osnovy matematiko-statisticheskoy teorii obrabotki nablyudenyi*. Moscow, 354.
  24. Id'e, V., Drayard, D., Dzheymys, F., Rus, M., Sadule, B. (1976). *Statisticheskie metody v eksperimental'noy fizike*. Moscow: Atomizdat, 335.
  25. Dimitrova, D. S., Kaishev, V. K., Tan, S. (2017). Computing the Kolmogorov-Smirnov Distribution when the Underlying CDF is Purely Discrete, Mixed or Continuous. Available at: <https://openaccess.city.ac.uk/id/eprint/18541/8/Dimitrova%252C%20Kaishev%252C%20Tan%20%25282017%2529%20KSr1.pdf>

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224941**

**DETERMINING THE INFLUENCE EXERTED BY THE STATIC CONDITIONS OF FINAL SQUEEZING ON THE COMPACTION PROCESS OF IRON-BASED POWDER MATERIALS (p. 63–68)**

**Anatoly Minitzky**

National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-5767-4071>

**Nataliya Minitzka**

National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-5156-7328>

**Oleksandr Okhrimenko**

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

**Dmytro Krasnovyd**

National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-3189-4209>

This paper reports a study into the process of re-compaction of powder briquettes in the conditions of static pressing at a pressure of 800 MPa. The technological parameters of the pressing process have been analyzed, which make it possible to improve the compaction of powder briquettes based on iron. Such parameters are the outer greasing, which reduces friction between a green compact and the walls of the press tool matrix, and the firing, which removes the deformation strengthening of the green compacts and increases their plasticity.

The green compacts' sealing mechanism involved in the final squeezing process has been established, which is associated with the grinding of pre-compressed particles due to the strain in the contact areas. The increase in the stressed state of green compacts following the final squeezing was confirmed by the results of studying the residual micro-strains.

The change in the stressed state of iron green compacts has been confirmed by the study into the structurally sensitive characteristics, which include the materials' magnetic and electrical properties. Determining the magnetic characteristics has shown that final squeezing leads to an increase in coercive force, which can be explained by both the increase in the stressed state and the grinding of grains. Investigating the impact exerted by the annealing environment on the value of magnetic characteristics has demonstrated that annealing in hydrogen is more effective in terms of improving magnetic properties than annealing in a vacuum. This is due to the refining of grain boundaries through the processes of reduction of oxide films.

The study of the mechanical characteristics of green compact materials based on iron powder has established that final squeezing leads to an increase in the hardness and strength of materials depending on the conditions of deformation.

A significant improvement in the green compacts' strength (820–824 MPa) is due to both a decrease in porosity by 8–10 % and an increase in the contact area as a result of plastic deformation after the annealing.

**Keywords:** final squeezing, coercive force, iron, specific electrical resistance, iron powder, compaction, micro-stresses.

## References

- Ermakov, S. S., Vyaznikov, N. F. (1990). Poroshkovye stali i izdeliya. Leningrad: Mashinostroenie. Leningr. otd-nie, 319. Available at: <https://www.twirpx.com/file/1632936/>
- Baglyuk, G. A., Homenko, A. I. (2012). Sravnitel'niy analiz deformirovannogo sostoyaniya poristyyh zagotovok pri shtampovke v zakrytom i otkrytom shtampah. Obrabotka materialov davleniem, 2 (31), 147–153. Available at: [http://www.dgma.donetsk.ua/science\\_public/omd/2\(31\)-2012/article/12BGACOD.pdf](http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/omd/2(31)-2012/article/12BGACOD.pdf)
- Henriques, B., Soares, D., Teixeira, J. C., Silva, F. S. (2014). Effect of hot pressing variables on the microstructure, relative density and hardness of sterling silver (Ag-Cu alloy) powder compacts. Materials Research, 17 (3), 664–671. doi: <https://doi.org/10.1590/s1516-14392014005000022>
- Tan, L., He, G., Liu, F., Li, Y., Jiang, L. (2018). Effects of Temperature and Pressure of Hot Isostatic Pressing on the Grain Structure of Powder Metallurgy Superalloy. Materials, 11 (2), 328. doi: <https://doi.org/10.3390/ma11020328>
- Zalite, I., Zhilinska, N., Grabis, J., Sajgalik, P., Kirchner, R., Kladler, G. (2005). Hot Pressing and Spark Plasma Sintering of Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-SiC Nanocomposites. Nano 05, Brno.
- Dorofeev, Yu. G., Gasanov, B. G., Dorofeev, V. Yu. et. al. (1990). Promyshlennaya tehnologiya goryachego pressovaniya poroshkovykh izdeliy. Moscow: Metallurgiya, 206. Available at: <https://www.libex.ru/detail/book885482.html>
- Komkov, N. A., Romanenko, V. P., Fomin, A. V. (2013). Fiziko-mekhanicheskaya model' plasticheskoy deformatsii metalla pri osadke zagotovok. Problemy chernoy metallurgii, 2, 5–17.
- St-Laurent, S., Chagnon, F., Thomas, Y. (2000). Study of compaction and ejection properties of powder mixes processed by warm compaction. PM2TEC International Conference. New York. Available at: [http://qmp-powders.com/wp-content/uploads/pdfs/technical-papers/SSL\\_NY00.pdf](http://qmp-powders.com/wp-content/uploads/pdfs/technical-papers/SSL_NY00.pdf)
- Zlobin, G. P., Beshenkov, G. I. (1981). Progressivniy metod bezrassloynogo pressovaniya poroshkov. Poroshkovaya metallurgiya, 5, 35–36.
- Benson, J. M., Snyders, E. (2015). The need for powder characterisation in the additive manufacturing industry and the establishment of a national facility. The South African Journal of Industrial Engineering, 26 (2), 104. doi: <https://doi.org/10.7166/26-2-951>
- Van Laar, J. H., Van der Walt, I. J., Bissett, H., Barry, J. C., Crouse, P. L. (2016). Spheroidisation of iron powder in a microwave plasma reactor. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 116 (10), 941–946. doi: <https://doi.org/10.17159/2411-9717/2016/v116n10a8>
- Suresh, K. R., Mahendran, S., Krupashankara, M. S., Avinash, L. (2015). Influence of Powder Composition & Morphology on Green Density for Powder Metallurgy Processes. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 4 (1), 18629–18634. doi: <https://doi.org/10.15680/ijirset.2015.0401037>
- Minitsky, A. V., Loboda, P. I. (2017). Alternative Method for Determining Compressibility of Powder Systems. Powder Metallurgy and Metal Ceramics, 56 (7-8), 424–429. doi: <https://doi.org/10.1007/s11106-017-9912-6>
- Lobanov, L. M., Pivtorak, V. A., Savitskiy, V. V., Tkachuk, G. I. (2006). Determination of residual stresses in structural elements based on application of electronic speckle-interferometry and finite element method. Tehnicheskaya diagnostika i nerazrushayushchiy kontrol', 4, 15–19. Available at: <http://dSPACE.nbuv.gov.ua/handle/123456789/98555>
- Loboda, P. I., Karasevska, O. P., Trosnikova, I. Yu. (2017). Renthenostrukturniy analiz materialiv u dyspersnomu stani. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury, 140. Available at: <https://www.booklya.ua/book/rentgenostrukturniy-anal-z-mater-al-v-u-dispersnomu-stan-navchalniy-poc-bnik-184658/>
- Vasil'ev, M. A., Voloshko, S. M., Yatsenko, L. F. (2012). Microstructure and Mechanical Properties of Metals and Alloys Deformed in Liquid Nitrogen: Review. Uspehi fiziki metallov, 13 (3), 303–343. Available at: <http://dSPACE.nbuv.gov.ua/handle/123456789/98337>
- Lebedev, A. A., Lamashevskiy, V. P., Makovetskiy, I. V. (2010). Deformirovanie i prochnost' legirovannykh staley pri nizkikh temperaturah v usloviyah slozhnogo napryazhenogo sostoyaniya. Problem prochnosti, 4, 28–37. Available at: <http://dSPACE.nbuv.gov.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/111991/03-Lebedev.pdf?sequence=1>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224946

**A STUDY OF THE INFLUENCE PRODUCED BY THE DYNAMICS OF THE WORKING BODIES OF COTTON-PROCESSING MACHINES ON THE COTTON FIBRE QUALITY (p. 68–76)**

**Fazil Veliev**

Azerbaijan State University  
of Economics (UNEC), Baku, Azerbaijan  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2607-2091>

Cotton mass is considered as a compressible porous two-component medium, consisting of a mixture of cotton fibres and air included in the porous medium, which is essential in dynamic treatment processes and requires consideration when planning technological modes.

It was found that the speed of sound in multicomponent media significantly decreases with an increase in the content of the gaseous component. With a certain content of components, it can become less than in each of the components separately. This is due to the fact that with an increase in the content of the gaseous component, the density of the medium increases insignificantly, and the compressibility of air sharply decreases in the pores.

As a result of the research, it was found that the value of the dynamic change in the density of cotton raw materials can significantly exceed its density during static compression. This kind of influence can have both adverse and desirable effects on the primary stage of cotton processing.

The dynamic characteristics of raw cotton as an object of mechanical technology were studied. The values of the speed of sound as a function of the density of cotton raw materials were determined on the basis of the theory of a two-component porous medium. The types of the dynamic compression curve of raw cotton have been established. Experimental studies on the compressibility of raw cotton are generalized.

From the analysis of the cleaning processing of fibres and seeds on cleaning machines, it follows that when assigning a technological processing mode, it is necessary to comply it with the value of the sound speed for a given density of raw materials. It is necessary to avoid such rates of penetration of

the working bodies into raw materials that are commensurate with the speed of sound at a given raw material density. This local dramatic increase in cotton media characteristics is a significant cause of fibre damage.

**Keywords:** fibrous material, multicomponent medium, speed of sound, dynamic processes, layer deformation.

### References

1. Baker, R. V., Stedronsky, V. L. (1998). Seed cotton and cottonseed handling with air yet conveyers. U. S. Department of agriculture, 18.
2. Nesterov, G. P., Borodin, P. N., Belyalov, R. F. (2008). Novaya potochnaya liniya sushki i ochistki hlopka-syrtsa. Hlopkovaya promyshlennost', 1, 2–4.
3. Baydyuk, P. V. (1994). Primenenie valkovykh ustroystv pri pressovanii voloknistykh materialov. TsINTI, 4, 2–8.
4. Boldinskiy, G. I., Samandarov, S. A., Benenson, A. L. (1974). Vybory formy kolka v ochistitelyah melkogo sora. Hlopkovaya promyshlennost', 1, 16–17.
5. Korabel'nikov, R. V., Ibrogimov, H. I. (2008). Kompleksniy pokazatel' vozdeystviya ochistitelya hlopka na hlopok-syrets v protsesse ochistki. Tehnologiya tekstil'noy promyshlennosti, 3, 35–38.
6. Loytsyanskiy, L. G. (1989). Mehanika zhidkosti i gaza. Moscow: Nauka, 430.
7. Lyahov, G. M. (1998). Volny v gruntah i poristyykh mnogo-komponentnykh sredah. Moscow: Nauka, 286.
8. Hafizov, I. K., Rasulov, A. (2009). Issledovanie razryhlytel'nogo effekta razdelitelya dolek tonkovoloknistogo hlopka-syrtsa na letuchki. Hlopkovaya promyshlennost', 3, 9–21.
9. Sapon, A. L., Samandarov, S. A., Libster, S. L. (2007). Potochnaya liniya pervichnoy pererabotki hlopka-syrtsa PLPH. Hlopkovaya promyshlennost', 3, 1–3.
10. William, Y. M., Stedronsky, L. V. (1999). Effect of variations in design of gin-saw teeth on lint quality u ginning efficiency. Washington, D. C., 25.
11. Veliev, F. (2019). Construction of a theoretical method for estimating the calculation of power used by feed rollers in the cleaners of raw cotton from fine debris. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (7 (100)), 46–54. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.174213>
12. Veliev, F. (2019). Construction of a theoretical method for evaluating the kinematic and geometric parameters of loosening rollers in the cleaners of raw cotton from large impurities. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (7 (102)), 71–79. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.183864>
13. Mirochnichenko, G. I., Korabelnikov, R. V., Jakubov, D., Tjutin, P. N. Pat. No. 1.475.448. Great Britain and Northern Ireland.
14. Shaw, G. S., Franks, S. N. (1994). Hand book for cotton Guncners. Washington, 28–32.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224948

**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 (p. 77–87)**

**Kateryna Deineka**

National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7376-6734>

**Yuriy Naumenko**

National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3658-3087>

The effect of a simultaneous change in the degree of filling a chamber with load  $\kappa_{br}$  and in the content of the crushed material  $\kappa_{mbgr}$  on the efficiency of the self-oscillatory grinding process has been estimated.

Using a method of numerical modeling based on the results of experimental visualization of the flow has helped establish an emergent dynamic effect of the sharp increase in the self-oscillatory action of two-faction loading at a joint reduction in  $\kappa_{br}$  and  $\kappa_{mbgr}$ . A significant decrease in the passive quasi-solid loading motion zone has been detected, as well as an increase in the active pulsation zone and a growth of dilatancy. The manifestation of the effect is enhanced by the simultaneous interaction of increasing the scope of self-oscillations and weakening the coherent properties of particles in a loose large fraction under the influence of the particles of fine fraction. A significant decrease in the values of the inertial loading parameters has been established: maximum dilatancy  $\nu_{max}$ , the relative scale of self-oscillations  $\psi_{Rv}$ , the maximum share of the active part of  $\kappa_{famax}$ , and the generalized complex degree of dynamic activation  $K_a$ . A 2.65-time growth of  $\nu_{max}$  was detected,  $\psi_{Rv}$  increased by 5 times,  $\kappa_{famax}$  – by 4.36 times,  $K_a$  – by 18.4 times, at a joint decrease in  $\kappa_{br}$  from 0.45 to 0.25, in  $\kappa_{mbgr}$  – from 1 to 0.

The synergistic technological effect of a sharp decrease in the specific energy intensity  $E_o/E_s$  has been established, as well as an increase in the relative performance  $C_o/C_s$  in the self-oscillatory grinding, due to a significant increase in the dynamic action of loading, which is exacerbated by the joint interaction of reduced  $\kappa_{br}$  and  $\kappa_{mbgr}$ .

The process of the self-oscillatory grinding of cement clinker has been investigated. A 62 % reduction in  $E_o/E_s$  and a 125 % increase in  $C_o/C_s$  were detected at a joint decrease in  $\kappa_{br}$  from 0.45 to 0.25, in  $\kappa_{mbgr}$  – from 1 to 0.125.

The established effects make it possible to substantiate the parameters for the energy-efficient self-oscillatory process of grinding in tumbling mills with a conventional structure.

**Keywords:** tumbling mill, chamber filling degree, content of crushed material, self-oscillations, energy intensity.

### References

1. Góralczyk, M., Krot, P., Zimroz, R., Ogonowski, S. (2020). Increasing Energy Efficiency and Productivity of the Commi-nution Process in Tumbling Mills by Indirect Measurements of Internal Dynamics – An Overview. Energies, 13 (24), 6735. doi: <https://doi.org/10.3390/en13246735>
2. Deineka, K. Y., Naumenko, Y. V. (2018). The tumbling mill rotation stability. Scientific Bulletin of National Mining University, 1, 60–68. doi: <https://doi.org/10.29202/nvngu/2018-1/10>
3. 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 (97)), 6–15. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155461>
4. 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>
5. 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>
  6. De Carvalho, R. M., Tavares, L. M. (2013). Predicting the effect of operating and design variables on breakage rates using the mechanistic ball mill model. Minerals Engineering, 43–44, 91–101. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2012.09.008>
  7. Owen, P., Cleary, P. W. (2015). The relationship between charge shape characteristics and fill level and lifter height for a SAG mill. Minerals Engineering, 83, 19–32. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2015.08.009>
  8. Cleary, P. W., Owen, P. (2018). Development of models relating charge shape and power draw to SAG mill operating parameters and their use in devising mill operating strategies to account for liner wear. Minerals Engineering, 117, 42–62. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2017.12.007>
  9. Orozco, L. F., Nguyen, D.-H., Delenne, J.-Y., Sornay, P., Radjai, F. (2019). Discrete-element simulation of particle breakage inside ball mills: A 2D model. arXiv.org. Available at: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1901/1901.07402.pdf>
  10. Orozco, L. F., Delenne, J.-Y., Sornay, P., Radjai, F. (2020). Scaling behavior of particle breakage in granular flows inside rotating drums. Physical Review E, 101 (5). doi: <https://doi.org/10.1103/physreve.101.052904>
  11. Orozco, L. F., Nguyen, D.-H., Delenne, J.-Y., Sornay, P., Radjai, F. (2020). Discrete-element simulations of comminution in rotating drums: Effects of grinding media. Powder Technology, 362, 157–167. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.12.014>
  12. Gupta, V. K. (2020). Energy absorption and specific breakage rate of particles under different operating conditions in dry ball milling. Powder Technology, 361, 827–835. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.11.033>
  13. Cleary, P. W., Owen, P. (2019). Effect of particle shape on structure of the charge and nature of energy utilisation in a SAG mill. Minerals Engineering, 132, 48–68. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2018.12.006>
  14. Cleary, P. W., Owen, P. (2019). Effect of operating condition changes on the collisional environment in a SAG mill. Minerals Engineering, 132, 297–315. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2018.06.027>
  15. 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>
  16. Yin, Z., Peng, Y., Zhu, Z., Yu, Z., Li, T., Zhao, L., Xu, J. (2017). Experimental study of charge dynamics in a laboratory-scale ball mill. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, 232 (19), 3491–3499. doi: <https://doi.org/10.1177/0954406217738031>
  17. Mulenga, F. K., Mkonde, A. A., Bwalya, M. M. (2016). Effects of load filling, slurry concentration and feed flowrate on the attainable region path of an open milling circuit. Minerals Engineering, 89, 30–41. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2016.01.002>
  18. Soleymani, M., Fooladi Mahani, M., Rezaeizadeh, M. (2016). Experimental study the impact forces of tumbling mills. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering, 231 (2), 283–293. doi: <https://doi.org/10.1177/0954408915594526>
  19. Mulenga, F. K. (2019). Towards a Pool-based Model of Volumetric Slurry Hold-up for Cylindrical Ball Mills. Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review, 41 (4), 227–239. doi: <https://doi.org/10.1080/08827508.2019.1635471>
  20. Mohammadi Soleymani, M., Mirzadeh, S. (2020). Multi-objective optimization of operating parameters in tumbling mill with Neuro-Fuzzy network. Modares Mechanical Engineering, 20 (9), 2331–2341.
  21. Soleymani, M. M. (2020). Experimental study of operational parameters on product size distribution of tumbling mill. Research Square. doi: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-38045/v1>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224897

**ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ІНСТРУМЕНТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ОБРОБКИ РІЗАННЯМ (с. 6–12)**

С. І. Ботвіновська, Г. В. Гетун, А. В. Золотова, Є. В. Корбут, Т. П. Ніколаско, В. С. Парненко, Р. П. Родін

У роботі представлено дослідження, спрямовані на розробку загальної методики визначення геометричних параметрів різальної частини інструментів в технологічних системах обробки різанням. В основі розробки цієї методики лежить узагальнена теорія визначення геометричних параметрів на різальних лезах інструмента.

На основі аналізу визначення геометрії різальних лез інструменту в різних системах координат показано, що використовувана в даній теорії методика залежить від виду і конструкції різальних лез інструменту. Відомо, що в процесі різання геометричні параметри інструменту уздовж різальних кромок змінюються. Визначення цих при існуючій методиці призводить до наближеного методу розрахунку.

Для спрощення розрахунків і розробки нових конструкцій з урахуванням багатофункціонального обладнання технологічної системи розроблена і запропонована загальна методика визначення геометрії різальних кромок інструменту в процесі його роботи безпосередньо в кінематичній системі. В її основу покладено розгляд результуючої швидкості у вигляді векторної суми головного руху і суми руху подач, яка може враховувати подачі, які визначаються обладнанням системи. У разі, якщо векторна сума визначає різні рухи, подачі не враховуються, то вектор результуючого руху перетворюється в вектор головного руху.

Такий підхід до розробки загальної методики забезпечує визначення геометрії різальної частини інструменту будь-якої конструкції вздовж його різальних кромок в процесі роботи.

Наведена методика дозволила значно скоротити час розрахунків, а також спростити визначення геометричних параметрів різальної частини обкатної фрези.

**Ключові слова:** різальний інструмент, обробка різанням, методика визначення геометрії інструменту, геометричні параметри, обкатні фрези.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224907

**ОПТИМІЗАЦІЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ НА БАРАБАННОМУ ГАЛЬМІ АВТОБУСА В ЯКОСТІ ОСНОВИ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ СИГНАЛІВ НЕСПРАВНОСТІ ГАЛЬМ (с. 13–19)**

Rolan Siregar, Mohammad Adhitya, Danardono A Sumarsono, Nazaruddin, Ghany Heryana, Sonki Prasetya, Fuad Zainuri

Несправність гальм можлива внаслідок декількох факторів, які важко контролювати, наприклад, невеликий витік в гальмівному шлангу через удар або укус щура. В ході останніх досліджень була розпочата розробка приладу для визначення ефективності гальмування, проте не було вказано, як більш ефективно визначити температуру гальм великих транспортних засобів. Враховуючи значний вплив втрат через несправність гальм і аварій, які все ще відбуваються, дане дослідження відіграє важливу роль. Його необхідно виконати негайно для зниження кількості нещасних випадків. Об'єктом даного дослідження є те, де знаходиться місце виникнення максимальної температури гальм? Як виміряти температуру гальм більш практично? Який датчик є оптимальним для визначення температури гальм? Метод дослідження проводиться в систематичній стадії і завершується експериментальним методом. Дане дослідження показує, що максимальна температура знаходиться відносно всієї площі тертя між полотном і барабанним гальмом. Найбільш ефективним є розміщення датчика в отворі в кришці барабанного гальма, таким чином установка більш практична і датчик не впливає на роботу гальм. Оптимальним датчиком є термоелектричний датчик, оскільки він більш стійкий до вібрацій і впливу бруду, ніж інфрачервоні датчики. При використанні термоелектричного датчика необхідно скорегувати результати визначення температури. Поправочний коефіцієнт можна отримати за допомогою рівняння  $y = 10.3670 + 1.3205x - 0.0003x^2$ , де  $y$  – фактична температура, що відображається,  $x$  – вихідна температура при первинному визначенні термоелектричного датчика. Точні результати визначення температури гальм будуть розроблені в якості сигналу для виявлення несправностей гальм в режимі реального часу для уникнення відмови гальм. Нарешті, можна підвищити безпеку громадського транспорту.

**Ключові слова:** несправність гальм, дорожньо-транспортна пригода, температура гальм, вимірювання температури, барабанне гальмо.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224912

**РОЗРОБКА ВДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ІНСТРУМЕНТА ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ ШТУЦЕРІВ ГАЛЬМІВНИХ ТРУБОК АВТОМОБІЛІВ (с. 20–26)**

С. М. Гнітько, Є. А. Васильєв, С. В. Попов

Розглянута проблема ускладнення обслуговування штуцерів гальмівних трубок для легкових автомобілів, термін експлуатації яких перевищує 8–10 років, яка пов'язана з погіршенням розкручування штуцерів. Досліджені існуючі способи відкручування штуцерів гальмівних трубок, особливо тих, демонтаж яких ускладнений через корозію і забруднення спряжених поверхонь через потрапляння до них вологи при русі автомобіля. Проаналізована типова конструкція штуцера, яка встановлена в найбільш незахищеному від вологи та бруду місці автомобіля – на гальмівному циліндрі. Досліджені умови, які не сприяють безаварійному її відкручуванню. Розглянута конструкція спеціалізованого накидного розрізного затискного ключа, який здатний передавати найбільше значення обертового моменту на штуцер при його відкручуванні, але інколи його обумовленої величини стає недостатньо. Шляхом впрова-

дження комп'ютерного скінчено-елементного моделювання для вузла сполучення «штуцер – ключ» одержані моделі їх деформаційного стану. Ґрунтуючись на аналізі моделей різного деформаційного стану спеціалізованого накидного розрізного затискного ключа, виявлений потрібний профіль геометрично врівноваженого замкненого шестикутного профілю ключа. Аналіз ефективності рівня закручування-відкручування визначається порівнянням чисельних значень обертового моменту, який прикладається до штуцерів гальмівних трубок. Вимірювання значень обертового моменту здійснюється спеціально розробленим способом. Впровадження розробленого способу вимірювання дозволяє порівнювати між собою ефективність ключів різних конструкцій шляхом аналізу максимальних значень обертових моментів, які ключі здатні передавати до штуцерів. Враховуючи виявлені недоопрацювання у конструкції штуцерів гальмівних трубок, розроблена форма штуцера, яка вільна від вказаних недоліків. Нова конструкції передбачає можливість використання звичайного ріжкового ключа для відкручування за умови існуючого забруднення і корозії спряжених поверхонь.

**Ключові слова:** штуцер, гальмівна трубка, накидний ключ, гайковий ключ, розрізний ключ, змінання граней.

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224918**

### **РОЗРОБКА КРИТЕРІЇВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ КЕРУЮЧИХ КЛАПАНІВ ТИПУ «СОПЛО-ЗАСЛІНКА» (с. 27–34)**

**О. М. Литвяк, С. В. Комар, О. А. Дерев'янюк, В. О. Дурсєв**

Дана стаття є продовженням роботи з пошуку причин і способів усунення розвитку автоколиваний в системі автоматичного регулювання оборотів вільної турбіни турбовальних газотурбінних двигунів вертольотів. Дослідження динамічних процесів в системі автоматичного регулювання оборотів вільної турбіни турбовальних ГТД показали, що однією з причин розвитку автоколиваний є незадовільна робота керуючого клапана типу «сопло – заслінка» гідроприводу регулятора обертів. На заводі-виробнику насосів-регуляторів критерієм якості виготовлення або ремонту керуючих клапанів є відповідність технічним вимогам геометричних розмірів деталей клапана і витрата робочої рідини через клапан при закритій заслінці. Як показує практика, цього не достатньо. При такому підході дефекти клапана виявляються тільки при випробуваннях агрегатів в складі двигуна. У статті запропоновано метод дослідження характеристик керуючих клапанів типу «сопло – заслінка» і критерії оцінки якості їх виготовлення. Представлені експериментальні характеристики керуючих клапанів типу «сопло – заслінка» реального регулятора частоти обертання вільної турбіни. Отримано нові дані про перебіг рідини з насадка з заслінкою. Показано, що в результаті руйнування застійної зони в соплі насадка коефіцієнт витрати клапана може збільшуватися, що негативно відбивається на характеристиках гідроприводу і регулятора в цілому. Запропоновано спосіб підвищення стабільності характеристик клапана шляхом збільшення відносної довжини сопла. Показано, що найбільш інформативною характеристикою клапана є залежність коефіцієнта витрати від положення заслінки. На підставі цієї характеристики можливе визначення критеріїв для вибракування клапанів без проведення випробувань в складі агрегату.

**Ключові слова:** турбовальний двигун, автоколивання, керуючий клапан, сопло-заслінка, статична характеристика, коефіцієнт витрати.

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224924**

### **РОЗРОБКА МЕТОДУ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ КОЛІС ВІДЦЕНТРОВИХ КОМПРЕСОРИВ (с. 35–42)**

**В. Д. Борисенко, С. А. Устенко, І. В. Устенко, К. Т. Кузьма**

Практика створення відцентрових компресорів, головним компонентом яких є робоче колесо, свідчить про те, що існують резерви їх подальшого удосконалення. Одним із основних резервів при цьому є поліпшення умов течії стискуваного середовища в проточній частині компресора і, в першу чергу, в робочому колесі. У роботі пропонується метод геометричного моделювання проточних частин робочих коліс відцентрових компресорів, який передбачає побудову меридіональних границь коліс і профілю лопатки на розгортці циліндричної поверхні зовнішнього радіуса колеса. Лопатка подається лінійчатиими поверхнями. Зовнішня границя колеса описується кривою в натуральній параметризації із застосуванням кубічної залежності кривини від довжини дуги. Коефіцієнти залежності та довжина дуги визначаються в процесі моделювання границі на задані вихідні дані. Задача розв'язується мінімізацією відхилень проміжно побудованих кривих від кінцевої точки границі. Внутрішня границя виходить як обвідна кіл, вписаних в меридіональний канал колеса. Радіуси кіл визначаються з урахуванням площ прохідних перерізів каналу. Середня лінія профілю лопатки на розгортці циліндричної поверхні зовнішнього радіуса колеса моделюється із застосуванням кривої, яка подається у натуральній параметризації з квадратичним законом розподілу кривини. В середовищі програмування Fortran Power Station розроблено комп'ютерний код, який, окрім цифрової інформації по модельованим границям та профілю лопатки, візуалізує отримані числові результати в графічному вигляді на дисплеї комп'ютера. Наведені графічні результати, які підтвердили працездатність запропонованого методу моделювання проточних частин робочих коліс відцентрових компресорів. Метод може бути корисним організаціям, які займаються проектуванням відцентрових компресорів.

**Ключові слова:** відцентровий компресор, робоче колесо, зовнішня та внутрішня границі, лопатка, моделювання.

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224927**

### **РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ДІЙОК ВИМЕНІ КОРІВ З АПРОБАЦІЄЮ У ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ (с. 43–53)**

**А. П. Палій, Е. Б. Алієв, А. П. Палій, К. В. Іщенко, О. І. Шкромада, Ю. В. Мусієнко, Л. В. Плюта, О. М. Чекан, Р. А. Дубін, В. Ф. Могутова**

Підготовка корів до доїння – одна з найвідповідальніших операцій. Від рівня виконаної роботи залежить не тільки швидкість молоковіддачі, але і якість молока.

Один з найбільш ефективних способів механізації підготовки корів до доїння – розробка спеціальної механічної щітки, яка чистить та стимулює шкіру дійок. В результаті відпадає необхідність застосування додаткового пінного засобу для очищення і дезінфекції дійок, а також серветок.

Розроблено пристрій, при роботі якого дійки очищаються за рахунок обертання двох щіток.

Проведені теоретичні дослідження взаємодії очищувальних елементів пристрою для механічного очищення з забрудненням дійок вимені в процесі роботи. При допущенні постійності модуля пружності, форми та шорсткості дійки, лінійної та кутової швидкостей щіток та жорсткості ворсу, однорідності фізико-механічних властивостей забруднення на дійці встановлена залежність сили впливу механічного пристрою  $F_c$  від довжини очищувального елемента  $l$  і частоти його обертання  $\omega$ . При виконанні умови, при якому силовий вплив механічного пристрою  $F_c$  буде менше зусилля, при якому виникнуть больові відчуття  $F_p$ , але більше зусилля утримання (адгезії) забруднення  $F_a$ , визначені значення основних конструктивно-технологічних параметрів розробленого пристрою  $l=8$  мм,  $\omega=106$  об/хв.

В результаті виробничих випробувань встановлено, що за використання розробленого пристрою добовий удій дослідної групи корів перевищив аналогічний показник контрольної групи в середньому в 1,1 рази, що дозволило отримати надбавку у 132,5 кг молока. Поряд з цим відбулося збільшення жирності молока дослідної групи – на 0,19 % в порівнянні з контрольною. Кількість мікроорганізмів зменшилася у 2,2 рази, а вміст кількості часток забруднення – у 4,6 рази.

**Ключові слова:** дійки вимені, процес очищення, пристрій очищення, параметри пристрою, бактеріальне обсіменіння.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224939**

### **ПРОЦЕС ДРОБЛЕННЯ РУДИ В ВАЛКОВОМУ ПРЕСІ ВИСОКОГО ТИСКУ ЯК ОБ'ЄКТ МОДЕЛЮВАННЯ В УМОВАХ СТОХАСТИЧНОСТІ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЧАТКОВОЇ СИРОВИНИ (с. 54–62)**

**Т. А. Олійник, П. К. Ніколаєнко, К. В. Ніколаєнко, М. О. Олійник**

Викладено результати оптимізації процесу дроблення руди в валковому пресі високого тиску – ролер пресі. Застосування ролер преса дозволяє підвищити ефективність дроблення як за рахунок економії енергії, так і зменшення розміру продуктів дроблення з метою розкриття зростків мінералів. При існуючих методах дроблення використовується в основному руйнування руди деформацією стиснення. При дробленні за допомогою ролер преса руйнування здійснюється не тільки за допомогою деформації стиснення, а й деформацією зсуву. З огляду на, що енерговитрати на деформацію зсуву значно менше, ніж на деформацію стиску, робиться висновок про ефективність застосування ролер преса.

Розглянуто моделювання процесу дроблення шляхом використання закону дроблення Бонда, який часто застосовується на практиці. Важливим є те, що враховується стохастичність потоку руди, що надходить на дроблення. Представляючи цей потік як випадкову величину шляхом її перетворення за допомогою закону дроблення Бонда отримана диференціальна функція розподілу продукту дроблення. Знання цієї функції розподілу дає можливість знайти числові характеристики продукту дроблення. Це дозволило також сформулювати в імовірнісному сенсі завдання оптимізації процесу дроблення, задавши відповідний функціонал. З метою практичної реалізації отриманих результатів було проведено імітаційне моделювання процесу дроблення. Завдання властивостей вхідного потоку руди за допомогою закону Розена-Рамплера з подальшим статистичним обґрунтуванням проведених розрахунків при застосуванні програмного комплексу Mathcad дало можливість підтвердити теоретичні результати.

**Ключові слова:** процес дроблення, ролер-прес, рудопідготовка, функція розподілу, імітаційне моделювання, деформація, стохастичність.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224941**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ УМОВ СТАТИЧНОГО ДОПРЕСУВАННЯ НА ПРОЦЕС УЩІЛЬНЕННЯ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗУ (с. 63–68)**

**А. В. Мініцький, Н. В. Мініцька, О. А. Охріменко, Д. О. Красновид**

Досліджено процес повторного ущільнення порошкових брикетів в умовах статичного пресування при тиску 800 МПа. Проаналізовано технологічні параметри процесу допресування, що дозволяють збільшити ущільненість порошкових брикетів на основі залізу. Такими параметрами є зовнішнє мастило, що знижує тертя між пресовкою та стінками матриці прес-інструменту, та відпал, що знімає деформаційне зміцнення пресовок та підвищує їх пластичність.

Встановлено механізм ущільнення пресовок в процесі допресування, який пов'язаний із подрібненням попередньо спресованих частинок, що обумовлено напруженим станом в місцях контактів. Збільшення напруженого стану пресовок після допресування підтверджується результатами досліджень залишкових мікронапружень.

Підтвердження зміни напруженого стану залізних пресовок показали дослідження структурно-чутливих характеристик, до яких відносяться магнітні та електричні властивості матеріалів. Визначення магнітних характеристик показало, що допресування приводить до збільшення коерцитивної сили, що може бути пояснено як збільшенням напруженого стану, так і подрібненням зерен. Дослідження впливу середовища відпалу на значення магнітних характеристик показало, що відпал у водні більш ефективний з точки зору покращення магнітних властивостей, ніж відпал у вакуумі. Це пояснюється рафінуванням границь зерен через процеси відновлення оксидних плівок.

Дослідження механічних характеристик матеріалів пресовок на основі залізного порошку показало, що допресування приводить до збільшення твердості і міцності матеріалів залежно від умов деформації. Значне зростання міцності пресовок (820–824 МПа) пояснюється як зниженням пористості на 8–10 %, так і збільшенням площі контактів в результаті пластичної деформації після відпалу.

**Ключові слова:** допресування, коерцитивна сила, залізо, питомий електричний опір, залізний порошок, ущільненість, мікронапруження.



---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224946****ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ДИНАМІКИ РОБОЧИХ ОРГАНІВ БАВОВНОПЕРЕРОБНИХ МАШИН НА ЯКІСТЬ БАВОВНЯНОГО ВОЛОКНА (с. 68–76)****Ф. А. Велісв**

Розглянуто бавовняну масу як здавлюване пористе двокомпонентне середовище, яке складається із суміші волокон бавовни та повітря у складі пористого середовища, що є суттєвим у динамічних процесах переробки й потребує врахування при плануванні технологічних режимів.

Встановлено, що швидкість звуку в багатокомпонентних середовищах значно зменшується при зростанні вмісту газоподібного компонента. За певного вмісту компонентів вона може стати меншою, ніж у кожному з компонентів окремо. Це пояснюється тим, що при зростанні вмісту газоподібного компонента щільність середовища збільшується незначно, а стисливість повітря різко зменшується в порах.

У результаті досліджень встановлено, що величина динамічної зміни щільності бавовняної сировини може істотно перевищувати її щільність при статичному стисненні. Такий ефект може здійснювати як несприятливий, так і бажаний вплив на технологічний процес первинної обробки бавовни.

Досліджено динамічні характеристики бавовни-сирцю як об'єкта механічної технології. Визначено величини швидкості звуку у функції щільності бавовняної сировини на основі теорії двокомпонентного пористого середовища. Встановлено види кривої динамічного стиснення бавовни-сирцю. Узагальнено експериментальні дослідження зі стисливості бавовни-сирцю.

З аналізу процесу очищення, обробки на очисних машинах волокна і насіння очевидно, що під час призначення технологічного режиму переробки необхідно співвідносити його з величиною звукової швидкості для певної щільності сировини. Слід уникати таких швидкостей занурення в сировину робочих органів, які співмірні зі швидкістю звуку за певної щільності сировини. Таке місцеве різке збільшення значень характеристик бавовняного середовища є істотною причиною пошкодження волокон.

**Ключові слова:** волокнистий матеріал, багатокомпонентне середовище, швидкість звуку, динамічні процеси, деформація шару.

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224948****ВСТАНОВЛЕННЯ ВПЛИВУ ОДНОЧАСНОГО ЗМЕНШЕННЯ ВНУТРІШНЬОКАМЕРНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ ТА ВМІСТУ ПОДРІБНЮВАНОВОГО МАТЕРІАЛУ НА ЕНЕРГОЄМНІСТЬ АВТОКОЛИВНОГО ПОДРІБНЕННЯ В БАРАБАННОМУ МЛІНІ (с. 77–87)****К. Ю. Дейнека, Ю. В. Науменко**

Оцінено вплив одночасної зміни ступеня заповнення камери завантаженням  $\kappa_{br}$  та вмісту подрібнюваного матеріалу  $\kappa_{mbgr}$  на ефективність автоколивного процесу подрібнення в барабанному мліні.

Методом чисельного моделювання на основі результатів експериментальної візуалізації течії встановлено емерджентний динамічний ефект різкого підвищення автоколивної дії двофракційного завантаження при спільному зменшенні  $\kappa_{br}$  та  $\kappa_{mbgr}$ . Виявлено значне зменшення пасивної квазітвердої зони руху завантаження, збільшення активної пульсаційної зони та зростання дилатансії. Прояв ефекту посилюється одночасною взаємодією збільшення розмаху автоколивань та послаблення зв'язних властивостей частинок незв'язної крупної фракції під впливом частинок дрібної фракції. Встановлено суттєве спадання значень інерційних параметрів завантаження: максимальної дилатансії  $\nu_{max}$ , відносного розмаху автоколивань  $\psi_{R0}$ , максимальної частки активної частини  $\kappa_{fammax}$  та узагальненого комплексного ступеня динамічної активації  $K_a$ . Виявлено зростання  $\nu_{max}$  у 2.65 рази,  $\psi_{R0}$  у 5 разів,  $\kappa_{fammax}$  у 4.36 рази та  $K_a$  у 18.4 рази при спільному зменшенні  $\kappa_{br}$  з 0.45 до 0.25 та  $\kappa_{mbgr}$  з 1 до 0.

Встановлено синергетичний технологічний ефект різкого зниження питомої енергоємності  $E_o/E_s$  та підвищення відносної продуктивності  $C_o/C_s$  автоколивного подрібнення внаслідок значного зростання динамічної дії завантаження, що посилюється спільною взаємодією зменшення  $\kappa_{br}$  та  $\kappa_{mbgr}$ .

Розглянуто процес автоколивного помелу цементного клінкеру. Виявлено зниження  $E_o/E_s$  на 62 % та зростання  $C_o/C_s$  на 125 % при спільному зменшенні  $\kappa_{br}$  з 0.45 до 0.25 та  $\kappa_{mbgr}$  з 1 до 0.125.

Встановлені ефекти дозволяють обґрунтувати параметри енергоефективного автоколивного процесу подрібнення в барабанних млинах традиційних конструктивних рішень.

**Ключові слова:** барабанний млин, ступінь заповнення камери, вміст подрібнюваного матеріалу, автоколивання, енергоємність.

---