

## ABSTRACT AND REFERENCES

## ENGINEERING TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252301

**OPTIMIZING THE PARTIAL GEAR RATIOS OF THE TWO-STAGE WORM GEARBOX FOR MINIMIZING TOTAL GEARBOX COST (p. 6–15)****Nguyen Huu Quang**University of Economics – Technology  
for Industries, Hanoi, VietnamORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1010-085X>**Nguyen Hong Linh**

Electric Power University, Hanoi, Vietnam

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1400-7513>**Trieu Quy Huy**University of Economics – Technology  
for Industries, Hanoi, VietnamORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8231-8148>**Pham Duc Lam**

Nguyen Tat Thanh University, Ho Chi Minh City, Vietnam

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8808-9120>**Nguyen Anh Tuan**University of Economics – Technology  
for Industries, Hanoi, VietnamORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8655-9216>**Nguyen Dinh Ngoc**

Thai Nguyen University of Technology, Thainguayen City, Vietnam

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0631-0961>**Le Xuan Hung**

Thai Nguyen University of Technology, Thainguayen City, Vietnam

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3223-6280>**Vu Ngoc Pi**

Thai Nguyen University of Technology, Thainguayen City, Vietnam

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8878-5919>

Optimizing the design of a worm gearbox is complex to get due to considering multiple objectives and numerous main design parameters. Hence, a more consistent and robust optimization technique will be considered in obtaining the optimized results. This paper presents the optimization process of the Two-Stage Worm Gearbox with the objective function of minimizing total gearbox cost. Ten main design parameters are chosen as input parameters for evaluating their impacts on the response of the partial gear ratio  $u_2$ . In this study, the simulation experiments were used, which do not need cost to perform all potential tests. In order to do this, a  $2^{(10-3)}$  model and using 1/16 fractional model were selected due to the limitation of the built-in function in Minitab@18. Moreover, the screening experiments are purposely used to determine the number of parameters, which has a minor influence on the response. Compared to using the Taguchi technique, the model of  $2^{11}$  corresponding to L32 or 32 tests is a simple method to achieve the objectives.

The results show that Total gearbox ratio exhibits the biggest effect on the response compared to others. Furthermore, the interactions between these factors to the remaining are significant. The high reliability of the proposed model is verified by simulation experiments. The random tendency of data shows that  $u_2$  is not crucially influenced by other than the input parameters. The data in versus order prove that the response is not varied to the time factor. Moreover, the coefficients of adjusted  $R^2$  and  $R^2$  are both greater than 99 %, it can be concluded that the proposed regression model

is appropriate. The proposed optimization process in this study is reliable and the optimal design method can provide a useful reference on performance improvement of other worm gears.

**Keywords:** bearing cost, gearbox cost, screen experiment, two-stage worm gearbox.

**References**

1. Cam, N. T. H., Pi, V. N., Tuan, N. K., Hung, L. X., Thao, T. T. P. (2018). Determining Optimal Partial Transmission Ratios of Mechanical Driven Systems Using a V-Belt Drive and a Helical Reducer with Second-Step Double Gear-Sets. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 261–269. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-04792-4\\_35](https://doi.org/10.1007/978-3-030-04792-4_35)
2. Cam, N. T. H., Pi, V. N., Tuan, N. K., Hung, L. X., Thao, T. T. P. (2018). A Study on Determination of Optimum Partial Transmission Ratios of Mechanical Driven Systems Using a Chain Drive and a Three-Step Helical Reducer. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 91–99. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-04792-4\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-04792-4_14)
3. Tuan, N. K., Pi, V. N., Thi Hong Cam, N., Thao, T. T. P., Thanh, H. K., Hung, L. X., Tham, H. T. (2018). Determining Optimal Gear Ratios of a Two-stage Helical Reducer for Getting Minimal Acreage of Cross Section. *MATEC Web of Conferences*, 213, 01008. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201821301008>
4. Hong, T. T., Cuong, N. V., Ky, L. H., Tuan, N. K., Pi, V. N. (2019). Calculating optimum gear ratios of two step bevel helical reducer. *International Journal of Applied Engineering Research*, 14 (16), 3494–3499. Available at: [https://www.ripublication.com/ijaer19/ijaerv14n16\\_05.pdf](https://www.ripublication.com/ijaer19/ijaerv14n16_05.pdf)
5. Pi, V. N., Thi Hong, T., Thi Phuong Thao, T., Khac Tuan, N., Hung, L. X., Anh Tung, L. (2019). Calculating optimum gear ratios of a two-stage helical reducer with first stage double gear sets. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 542 (1), 012017. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/542/1/012017>
6. Tuan, N. K., Thao, T. T. P., Cam, N. T. H., Hung, L. X., Pi, V. N. (2018). Optimum Calculation of Partial Transmission Ratios of Mechanical Driven Systems Using a V-Belt and a Three-Step Bevel Helical Gearbox. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 469–476. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-04792-4\\_61](https://doi.org/10.1007/978-3-030-04792-4_61)
7. Milou, G., Dobre, G., Visa, F., Vitila, H. (1996). Optimal design of two step gear units, regarding the main parameters. *VDI Berichte*, 1230, 227.
8. Pi, V. N. (2008). A Study on Optimal Determination of Partial Transmission Ratios of Helical Gearboxes with Second-Step Double Gear-Sets. *International Journal of Mechanical and Mechatronics Engineering*, 2 (1), 26–29. Available at: <https://publications.waset.org/8837/a-study-on-optimal-determination-of-partial-transmission-ratios-of-helical-gearboxes-with-second-step-double-gear-sets>
9. Pi, V. N. (2008). A new study on optimal calculation of partial transmission ratios of two-step helical gearboxes. *CEA'08: Proceedings of the 2nd WSEAS International Conference on Computer Engineering and Applications*, 162–165. Available at: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/1373936.1373963>
10. Pi, V. N. (2008). Optimal determination of partial transmission ratios for four-step helical gearboxes with first and third step double gear-sets for minimal mass of gears. *APPLIED COMPUTING CONFERENCE*. Istanbul, 53–57. Available at: [http://www.wseas.us/e-library/conferences/2008/istanbul/acc/acc\\_07.pdf](http://www.wseas.us/e-library/conferences/2008/istanbul/acc/acc_07.pdf)
11. Pi, V. N. (2007). A new study on the optimal prediction of partial transmission ratios of three-step helical gearboxes with second-step double gear-sets. *WSEAS TRANSACTIONS ON APPLIED and THEORETICAL MECHANICS*, 11 (2), 229–238. Available

- at: [https://www.researchgate.net/profile/Vu-N/publication/237522436\\_A\\_new\\_study\\_on\\_the\\_optimal\\_prediction\\_of\\_partial\\_transmission\\_ratios\\_of\\_three-step\\_helical\\_gearboxes\\_with\\_second-step\\_double\\_gear-sets/links/54356dfa0cf2bf1f1f2b0645/A-new-study-on-the-optimal-prediction-of-partial-transmission-ratios-of-three-step-helical-gearboxes-with-second-step-double-gear-sets.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Vu-N/publication/237522436_A_new_study_on_the_optimal_prediction_of_partial_transmission_ratios_of_three-step_helical_gearboxes_with_second-step_double_gear-sets/links/54356dfa0cf2bf1f1f2b0645/A-new-study-on-the-optimal-prediction-of-partial-transmission-ratios-of-three-step-helical-gearboxes-with-second-step-double-gear-sets.pdf)
12. Pi, V. N. (2008). Optimal Calculation of Partial Transmission Ratios of Four-Step Helical Gearboxes for Getting Minimal Gearbox Length. *International Journal of Mechanical and Mechatronics Engineering*, 2 (1), 22–25. Available at: <https://publications.waset.org/14628/optimal-calculation-of-partial-transmission-ratios-of-four-step-helical-gearboxes-for-getting-minimal-gearbox-length>
  13. Pi, V. N. (2001). A method for optimal calculation of total transmission ratio of two step helical gearboxes. *Proceedings of the National Conference on Engineering Mechanics*, 179–188.
  14. Cuong, N. V., Ky, L. H., Hong, T. T., Tu, N. T., Pi, V. N. (2019). Splitting total gear ratio of two-stage helical reducer with first-stage double gears for minimal reducer length. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, 9 (6), 595–608. Available at: [https://www.academia.edu/41331684/SPLITTING\\_TOTAL\\_GEAR\\_RATIO\\_OF\\_TWO-STAGE\\_HELICAL\\_REDUCER\\_WITH\\_FIRST-STAGE\\_DOUBLE\\_GEAR-SETS\\_FOR\\_MINIMAL\\_REDUCER\\_LENGTH](https://www.academia.edu/41331684/SPLITTING_TOTAL_GEAR_RATIO_OF_TWO-STAGE_HELICAL_REDUCER_WITH_FIRST-STAGE_DOUBLE_GEAR-SETS_FOR_MINIMAL_REDUCER_LENGTH)
  15. Tung, L. A., Hong, T. T., Cuong, N. V., Ky, L. H., Tu, N. T., Hung, L. X., Vu, N. P. (2019). A Study on Determination of Optimum Gear Ratios of a Two-Stage Worm Gearbox. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 76–84. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-37497-6\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-37497-6_8)
  16. Ky, L. H., Hong, T. T., Van Cuong, N., Tung, L. A., Tu, N. T., Tham, H. T., Hung, L. X. (2019). Calculation of Optimum Gear Ratios of Mechanical Driven Systems Using Worm-Helical Gearbox and Chain Drive. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 66–75. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-37497-6\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-37497-6_7)
  17. Pi, V. N., Tuan, N. K. (2019). Determining Optimum Partial Transmission Ratios of Mechanical Driven Systems Using a Chain Drive and a Two-step Bevel Helical Gearbox. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 708–712. doi: <https://doi.org/10.18178/ijmerr.8.5.708-712>
  18. Chong, T. H., Lee, J. S. (2000). A design method of gear trains using a genetic algorithm. *International Journal of the Korean society of precision engineering*, 1 (1), 62–70. Available at: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.114.2506&rep=rep1&type=pdf>
  19. Padmanabhan, S. (2013). Worm gear drive optimization using modified artificial immune algorithm. *Journal of Current Engineering Research*, 3, 48–51.
  20. Stojanović, B., Radosavljević, S., Veličković, S., Miladinović, S., Bukvić, M. (2017). The influence of lubricant viscosity on the efficiency of worm gear reducer. *8th International Scientific Conference Research and development of mechanical elements and systems*, 219–224.
  21. Yaman, M., Saruhan, H., Mendi, F. (2006). Power loss optimization of a worm gear mechanism by using genetic algorithm. In *11th international FIGES user conference for computer aided engineering and system modeling*. Bolu, 13–15.
  22. Pi, V. N., Dac, V. Q. (2007). Optimal calculation of partial transmission ratios of worm-helical gear reducers for minimal gearbox length. *J. of Science & Technology - Technical Universities*, 61, 73–77.
  23. Nguyen, M. C., Hoang, T. T., Tran, T. H., Nguyen, V. C., Le, H. K., Nguyen, T. T. et. al. (2019). Calculation of Optimum Gear Ratios of Two Step Worm Gearbox. *International Conference on Engineering Research and Applications*, 179–188.
  24. Pi, V. N., Thi Hong, T., Hung, L. X., Anh Tung, L., Khac Tuan, N. (2019). A study on determination of optimum gear ratios of a worm-helical gearbox. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 635 (1), 012010. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/635/1/012010>
  25. Romhild, I., Linke, H. (1992). Gezielte Auslegung Von Zahnradgetrieben mit minimaler Masse auf der Basis neuer Berechnungsverfahren. *Konstruktion*, 44 (7-8), 229–236.
  26. Trinh Chat, L. V. U. (1996). *Calculation of mechanical driven systems*. Ha Noi: Education Publisher.
  27. Romhild, I., Linke, H. (1992). Gezielte Auslegung Von Zahnradgetrieben mit minimaler Masse auf der Basis neuer Berechnungsverfahren. In *Advances in Engineering Research and Application*, 249–261.

---

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252045

## DESIGN AND CONSTRUCTION OF A MULTIFUNCTIONAL DISINFECTION ROBOT (p. 16–23)

**Amandyk Tuleshov**

Institute of Mechanics and Engineering Science  
named after academician U. A. Dzholdasbekov KN MES RK,  
Almaty, Republic of Kazakhstan  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9775-3049>

**Nutpulla Jamalov**

Al-Farabi Kazakh National University,  
Almaty, Republic of Kazakhstan  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6524-1070>

**Nurbibi Imanbayeva**

Institute of Mechanics and Engineering Science  
named after academician U. A. Dzholdasbekov KN MES RK,  
Almaty, Republic of Kazakhstan  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6889-3421>

**Ayaulym Rakhmatulina**

Institute of Mechanics and Engineering Science  
named after academician U. A. Dzholdasbekov KN MES RK,  
Almaty, Republic of Kazakhstan  
Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6670-7496>

This paper proposes a robot designed for automated routine or emergency disinfection in closed premises. The robot is related to the combined type robots.

The robot consists of two functional parts: a universal mobile platform (lower part) and a disinfectant (upper part), which, if necessary, can be freely moved by personnel on 4 wheels. In the initial position, the upper part of the disinfection robot is at the charging station. The mobile robot drives up to the disinfectant, «hooks» it (puts it on itself) and moves along the planned route. The upper part of the disinfectant will have its own independent intelligent system, separate from the mobile robot, which, when a person is recognized, stops liquid disinfection: in this case, the UV lamps turn through 180°, the cylindrical body closes and ventilation of the disinfected air from the enclosed space is turned on. In addition, liquid disinfection is only enabled when detecting beds, tables and chairs.

With the spray nozzles located at a height of 400 mm, the disinfectant can carry out a simultaneous combined treatment of rooms with equipment and furniture, including high-quality processing of the lower surfaces of tables, chairs and beds.

To improve the functional characteristics of robotic disinfectants and to simplify their design, a multifunctional robotic disinfectant has been proposed.

It was found that the result is achieved by the fact that in a multifunctional disinfection robot containing a mobile cart with an autonomous positioning and navigation system, a disinfection platform with a disinfection liquid spraying system and UV lamps with reflectors installed on it, the disinfection platform will have its own autonomous control and power systems.

**Keywords:** multifunctional disinfection robot, COVID-19 pandemic, UV lamps, combined type of disinfection, medical robot.

## References

1. Yang, G.-Z., Nelson, B. J., Murphy, R. R., Choset, H., Christensen, H., Collins, S. H. et. al. (2020). Combating COVID-19 – The role of robotics in managing public health and infectious diseases. *Science Robotics*, 5, eabb5589. Available at: <https://www.science.org/doi/pdf/10.1126/scirobotics.abb5589>
2. McKeen, L. (2012). Introduction to Food Irradiation and Medical Sterilization. The Effect of Sterilization on Plastics and Elastomers, 1–40. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-1-4557-2598-4.00001-0>
3. Vickery, K., Deva, A., Jacombs, A., Allan, J., Valente, P., Gosbell, I. B. (2012). Presence of biofilm containing viable multiresistant organisms despite terminal cleaning on clinical surfaces in an intensive care unit. *Journal of Hospital Infection*, 80 (1), 52–55. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2011.07.007>
4. Carling, P. C., Huang, S. S. (2013). Improving Healthcare Environmental Cleaning and Disinfection Current and Evolving Issues. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 34 (5), 507–513. doi: <https://doi.org/10.1086/670222>
5. Sverhmoschnyy i bezopasnyy UVD-robot dlya dezinfektsii pomescheniy i poverhnostey. Available at: <https://ufrobot.ru/>
6. Chanprakon, P., Sae-Oung, T., Treebupachatsakul, T., Hannanta-Anan, P., Piyawattanametha, W. (2019). An Ultra-violet sterilization robot for disinfection. 2019 5th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology (ICEAST). doi: <https://doi.org/10.1109/iceast.2019.8802528>
7. LD UVC: Automating UV Disinfection Process Safely and Wisely. OMRON. U Available at: <https://web.omron-ap.com/th/ld-uv/>
8. Cleaning reimagined. Akara. Available at: <https://www.akara.ai/#intro>
9. Indoor Disinfection RoboCop. Available at: <https://milagrowthumantech.com/healthcare-robots/1105-robocop-indoor-disinfection-robot.html>
10. Solution Antivirus. Available at: [https://www.youibot.com/solution\\_antivirus](https://www.youibot.com/solution_antivirus)
11. Milvus Robotics. Available at: <https://milvusrobotics.com/>
12. Anscer Robotics. Available at: <https://anscer.com/>
13. Wellwit Robotics. Available at: <https://www.wellwit.com.cn/en/>
14. PBA Group. Available at: <https://www.pbarobotics.com/>
15. How to build a solution for fighting coronavirus using the TIAGo Base robot. Available at: <https://blog.pal-robotics.com/how-to-build-a-solution-for-fighting-coronavirus-using-the-tiago-base-robot/>
16. Robot-dezinfektor Pudu Robotics Pductor 2. Available at: <https://drone.kz/catalog/robo/robot-dezinfektor-pudu-robotics-pductor-2/#property>
17. Lebed', N. N. (2021). Pat. No. RU 202443 U1. Portativnyy dezinfektor vozduha. No. 2021101354; declared: 22.01.2021; published: 18.02.2021. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44759928>
18. UVD Robots | Part of Blue Ocean Robotics. Available at: <https://uvd.blue-ocean-robotics.com/>
19. Abdulaevich, M. M., Ramzanovich, T. A., Musaevich, B. D., Magomedovich, H. E., Validovich, M. A. (2021). Pat. No. RU 207129 U1. Ustroystvo dlya obezrazhivaniya vozduha v pomeschenii ul'tra-fioletovym izlucheniem. No. 2021109972; declared: 04.09.2021; published: 13.10.2021. Available at: [https://yandex.ru/patents/doc/RU207129U1\\_20211013](https://yandex.ru/patents/doc/RU207129U1_20211013)
20. TMiRobotics. Available at: <http://www.tmirob.com/en>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252930

## MODELING OF THERMAL DISTRIBUTIONS BY ANALYZING THE HEAT TOLERANCE OF A ROBOTIC GRIPPER PIVOT EXPOSED TO HEATED ELECTRONICS (p. 24–28)

Hasan Shakir Majdi

Al-Mustaqbal University College, Babil, Iraq  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6752-4835>

Atheer Raheem Abdullah

Al-Rafidain University College, Baghdad, Iraq  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0385-0778>

Auday Shaker Hadi

University of Technology – Iraq, Baghdad, Iraq  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6639-9400>

Laith Jaafar Habeeb

University of Technology – Iraq, Baghdad, Iraq  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2808-4432>

There are several applications in the aerospace, automotive and energy industries, for example, that often require high fidelity modeling or problems involving structural mechanics, heat transfer, or electromagnetic. Finite element analysis (FEA) is a popular method for solving the underlying partial differential equations (PDE) for these problems. 3D finite element analysis or 3D-FEA accurately captures the physics of these problems. The relevance of this study is to show how to set up finite element analysis (FEA) simulations and leverage the model of the environment to solve problems typically encountered by engineers and scientists in a variety of fields such as aerospace, automotive and energy. This study analyzes the behavior of mechanical components under different physical effects and shows a thermal analysis of a commercial KUKA YouBot robotic arm component by finding temperature distributions, figures, code, and test results for multiple materials. The developed model allows understanding and assessing the responsive component under loading, vibration or heat and determining deformation stresses among many things to select the best material and even prevent failure or undesired resonance as an example. These systems are typically modeled using partial differential equations or PDEs that capture the underlying physics of the problem and FEA is just one of the most common methodologies to solve this type of equation. The linear regression model can be a good predictive model that represents the relationship between thermal conductivity and max temperature to avoid undesired performance of the robotic arm.

**Keywords:** finite element analysis (FEA), heat transfer, partial differential equations (PDE), robotic gripper pivot.

## References

1. Lin, A.-D., Poon, S. Z., Tu, H.-W., Chen, C.-Y., Hsu, C.-M. (2020). Study on Thermoelectric Conversion and Conjugate Heat Transfer for PCBA by Finite Element Analysis. *Applied Sciences*, 10 (1), 197. doi: <https://doi.org/10.3390/app10010197>
2. Lewis, R. W., Morgan, K., Thomas, H. R., Seetharamu, K. N. (1996). The finite element method in heat transfer analysis. John Wiley & Sons, 350. Available at: <https://www.wiley.com/en-us/The+Finite+Element+Method+in+Heat+Transfer+Analysis+-p-9780471943624>
3. Ameri, M., Mansourian, A., Heidary Khavas, M., Aliha, M. R. M., Ayatollahi, M. R. (2011). Cracked asphalt pavement under traffic loading – A 3D finite element analysis. *Engineering Fracture Mechanics*, 78 (8), 1817–1826. doi: <https://doi.org/10.1016/j.engfrac-mech.2010.12.013>
4. Zhang, H., Xu, W., Xu, Y., Lu, Z., Li, D. (2018). The thermal-mechanical behavior of WTaMoNb high-entropy alloy via selective laser melting (SLM): experiment and simulation. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 96 (1-4), 461–474. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-017-1331-9>
5. Kozłowski, M., Bedon, C., Honfi, D. (2018). Numerical Analysis and 1D/2D Sensitivity Study for Monolithic and Laminated
6. Structural Glass Elements under Thermal Exposure. *Materials*, 11 (8), 1447. doi: <https://doi.org/10.3390/ma11081447>
7. Ma, S., Wang, Z., Luo, J., Feng, T. (2015). Modelling and simulation of temperature distribution in 0.1 THz power probe. *Zhenkong*

- Kexue yu Jishu Xuebao/Journal Vac. Sci. Technol., 35 (09), 1064–1068. doi: <https://doi.org/10.13922/j.cnki.cjovst.2015.09.06>
8. Chua, B.-L., Lee, H.-J., Ahn, D.-G., Wang, Y. (2019). A Study on Activation Algorithm of Finite Elements for Three-Dimensional Transient Heat Transfer Analysis of Directed Energy Deposition Process. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 20 (5), 863–869. doi: <https://doi.org/10.1007/s12541-019-00118-9>
  9. Muhammad, A., Haruna, S. I. (2020). Finite element analysis of the heat transfer in a piston. *Journal of Modern Manufacturing Systems and Technology*, 4 (1), 45–51. doi: <https://doi.org/10.15282/jmmst.v4i1.3722>
  10. Francis, J., Bian, L. (2019). Deep Learning for Distortion Prediction in Laser-Based Additive Manufacturing using Big Data. *Manufacturing Letters*, 20, 10–14. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2019.02.001>
  11. Heilemann, M., Jothi Prakash, V., Beulting, L., Emmelmann, C. (2021). Effect of heat accumulation on the single track formation during laser metal deposition and development of a framework for analyzing new process strategies. *Journal of Laser Applications*, 33 (1), 012003. doi: <https://doi.org/10.2351/7.0000307>
  12. KUKA youBot. EXPO21XX. Available at: [https://www.expo21xx.com/industrial-robots/20317\\_st3\\_educational-robots/default.htm](https://www.expo21xx.com/industrial-robots/20317_st3_educational-robots/default.htm)
  13. Li, S., Yang, X., Hou, J., Du, W. (2020). A review on thermal conductivity of magnesium and its alloys. *Journal of Magnesium and Alloys*, 8 (1), 78–90. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jma.2019.08.002>
  14. Zhou, J., Yang, Y., Magne, L., Wang, G. (2001). Determination of thermal conductivity of magnesium-alloys. *Journal of Central South University of Technology*, 8 (1), 60–63. doi: <https://doi.org/10.1007/s11771-001-0027-2>

**DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251983**  
**DEVISING AN APPROACH TO THE GEOMETRIC MODELING OF RAILROAD TRACKS ALONG CURVILINEAR SECTIONS (p. 29–35)**

**Valeriy Borisenko**

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

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

**Serhiy Ustenko**

Odessa Polytechnic National University, Odessa, Ukraine

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

**Iryna Ustenko**

Admiral Makarov National University  
of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1541-2414>

This paper proposes an approach to arranging curvilinear sections of the railroad track, which involves the replacement of two transitional ones and a circular curve with one curvilinear section. Modeling this section implies the construction of a curve in the plan and profile, the joint consideration of which forms the spatial appearance of the curve, which ensures a smooth transition between the rectilinear rails. The need for such transitions is due to the terrain, the need to bypass settlements, and the presence of geological, geographical, and other obstacles that occur when laying railroads. A curvilinear section is modeled in the plan using a curve that is represented in natural parameterization under the law of curvature distribution in the form of a fifth-power polynomial. At the same time, at the start and end points of the section, the curvature and its derivative accept zero values. The outer rail elevation retraction (modeling in the profile) is performed using the curve built, whose sections are also represented in natural parameterization with the dependences of the curvature distribution on the arc length in the form of fourth-power polynomials. At the docking point of the sections, the third order of smoothness is ensured, which implies the

equality of values of the functions, their derivatives, the curvature, and a derivative of the curvature from the length of its natural arc. Measures have been proposed to ensure the predefined track gauge retraction. The application of the proposed approach to model a railroad track along the curvilinear section with a variable-radius curve could make it possible to achieve a favorable curvature distribution, a smooth elevation retraction of the outer rail and the track gauge. That would consequently improve the safety of rolling stock running along the curvilinear section of the track, reduce the lateral and vertical efforts that predetermine the wear of rails and wheelsets.

**Keywords:** railroad track, curvilinear section, outer rail elevation retraction, track gauge.

**References**

1. Turrière, É. (1939). Une nouvelle courbe de transition pour les raccordements progressifs: la radioïde pseudo-elliptique. *Bulletin de la Société mathématique de France*, 67, 62–99. doi: <https://doi.org/10.24033/bsmf.1291>
2. Tari, E., Baykal, O. (2005). A new transition curve with enhanced properties. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 32 (5), 913–923. doi: <https://doi.org/10.1139/105-051>
3. Levent, A., Sahin, B., Habib, Z. (2018). Spiral transitions. *Applied Mathematics-A Journal of Chinese Universities*, 33 (4), 468–490. doi: <https://doi.org/10.1007/s11766-018-3554-4>
4. Eliou, N., Kaliabetsos, G. (2013). A new, simple and accurate transition curve type, for use in road and railway alignment design. *European Transport Research Review*, 6 (2), 171–179. doi: <https://doi.org/10.1007/s12544-013-0119-8>
5. Shen, T.-I., Chang, C.-H., Chang, K.-Y., Lu, C.-C. (2013). A numerical study of cubic parabolas on railway transition curves. *Journal of Marine Science and Technology*, 21, 191–197. doi: <https://doi.org/10.6119/JMST-012-0403-1>
6. Pirtti, A., Yucel, M. A., Ocalan, T. (2016). Transrapid and the transition curve as sinusoid. *Tehnički Vjesnik*, 23 (1), 315–320. doi: <https://doi.org/10.17559/tv-20140217144435>
7. Zboinski, K., Woznica, P. (2021). Optimum Railway Transition Curves – Method of the Assessment and Results. *Energies*, 14 (13), 3995. doi: <https://doi.org/10.3390/en14133995>
8. Kobryń, A. (2011). Polynomial Solutions of Transition Curves. *Journal of Surveying Engineering*, 137 (3), 71–80. doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)su.1943-5428.0000044](https://doi.org/10.1061/(asce)su.1943-5428.0000044)
9. Kobryń, A. (2015). Vertical arcs design using polynomial transition curves. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 20 (1), 376–384. doi: <https://doi.org/10.1007/s12205-015-0492-z>
10. Kobryń, A., Stachera, P. (2019). S-Shaped Transition Curves as an Element of Reverse Curves in Road Design. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 14 (4), 484–503. doi: <https://doi.org/10.7250/bjrbe.2019-14.454>
11. Koc, W. (2019). Smoothed transition curve for railways. *Transportation Overview – Przegląd Komunikacyjny*, 2019 (7), 19–31. doi: [https://doi.org/10.35117/a\\_eng\\_19\\_07\\_03](https://doi.org/10.35117/a_eng_19_07_03)
12. Brustad, T. F., Dalmo, R. (2020). Exploring Benefits of Using Blending Splines as Transition Curves. *Applied Sciences*, 10 (12), 4226. doi: <https://doi.org/10.3390/app10124226>
13. Ahmad, A., Ahmat, N., Adnan, M. (2020). Fair Transition Spiral Using a Single Rational Quadratic Bézier Curve. *Journal of Computer Science & Computational Mathematics*, 10 (1), 7–12. doi: <https://doi.org/10.20967/jcscm.2020.01.002>
14. Kisgyörgy, L., Barna, Z. (2014). Hyperbolic transition curve. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 58 (1), 63. doi: <https://doi.org/10.3311/ppci.7433>
15. Hooke, R., Jeeves, T. A. (1961). «Direct Search» Solution of Numerical and Statistical Problems. *Journal of the ACM*, 8 (2), 212–229. doi: <https://doi.org/10.1145/321062.321069>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251385

## COMPARISON BETWEEN HAZEN-WILLIAMS AND DARCY-WEISBACH EQUATIONS TO CALCULATE HEAD LOSS THROUGH CONVEYANCING TREATED WASTEWATER IN KERBALA CITY, IRAQ (p. 36–43)

Layth Saeed Abdulameer

Moscow State University of Civil Engineering,  
Moscow, Russian Federation

University of Kerbala, Kerbala, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5317-4299>

Nazira Dzhumagulova

Moscow State University of Civil Engineering,  
Moscow, Russian FederationRussian State Agrarian University – Moscow Timiryazev  
Agricultural Academy, Moscow, Russian FederationORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0586-9464>

Hayder Algretawee

University of Kerbala, Kerbala, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2983-1134>

Larisa Zhuravleva

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev  
Agricultural Academy, Moscow, Russian FederationORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1660-9385>

Musa Habib Alshammari

University of Kerbala, Kerbala, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9538-3870>

Reuse of wastewater has been widespread in this era to support the water sustainability process. Therefore, treated wastewater should be conveyed to suitable places and adopted for different uses. This study presents an empirical relationship between the Darcy-Weisbach and Hazen-Williams equations for four types of pipe material (ductile iron, GRP, concrete, and plastic) by using WaterCAD Version 8i. Two hydraulic models were developed to estimate the head loss in pipes by using different diameters: first, using pipe diameters from 800 mm to 1,200 mm for a flow rate of 1.16 m<sup>3</sup>/s, second, adopting pipe diameter from 1,600 mm to 2,000 mm for a flow rate of 4.63 m<sup>3</sup>/s. The study results are the head loss values obtained from the Darcy-Weisbach and Hazen-Williams equations, which were used to correlate them using IBM SPSS Statistics. The correlation coefficient between both equations turned out to be 0.991, 0.990, 0.990, and 0.990 for ductile iron, GRP, concrete, and plastic pipe materials. Additionally, the relationship between head loss and pipe diameter is negatively proportioned for both equations. Also, both head loss equation results are the same. The head loss values in the Darcy's equation were higher for ductile iron and GRP materials, while being lower for concrete and plastic materials for both models. Selecting concrete or plastic pipes to convey treated wastewater is better than other pipe materials. Another conclusion is that the pipe diameter affects the head loss magnitude irrespective of the kind of equation whether Darcy-Weisbach or Hazen-William equation. Finally, this relationship is very useful for designers in converting the head loss values obtained using these equations.

**Keywords:** Hazen-Williams equation, Darcy-Weisbach equation, WaterCAD V8i, head loss, correlation coefficient.

### References

- Travis, Q. B., Mays, L. W. (2007). Relationship between Hazen-Williams and Colebrook-White Roughness Values. *Journal of Hydraulic Engineering*, 133 (11), 1270–1273. doi: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(2007\)133:11\(1270\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(2007)133:11(1270))
- Elhay, S., Simpson, A. R. (2011). Dealing with Zero Flows in Solving the Nonlinear Equations for Water Distribution Systems. *Journal of Hydraulic Engineering*, 137 (10), 1216–1224. doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)hy.1943-7900.0000411](https://doi.org/10.1061/(asce)hy.1943-7900.0000411)
- Niazkar, M., Talebbeydokhti, N., Afzali, S. H. (2017). Relationship between Hazen-Williams coefficient and Colebrook-White friction factor: Application in water network analysis. *European Water*, 58, 513–520. Available at: [http://www.ewra.net/ew/pdf/EW\\_2017\\_58\\_74.pdf](http://www.ewra.net/ew/pdf/EW_2017_58_74.pdf)
- Rossman, L. A. (2000). EPANET 2 Users Manual. USEPA. Available at: <https://www.microimages.com/documentation/Tutorials/Epanet2UserManual.pdf>
- Liou, C. P. (1998). Limitations and Proper Use of the Hazen-Williams Equation. *Journal of Hydraulic Engineering*, 124 (9), 951–954. doi: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(1998\)124:9\(951\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(1998)124:9(951))
- Valiantzas, J. D. (2005). Modified Hazen-Williams and Darcy-Weisbach Equations for Friction and Local Head Losses along Irrigation Laterals. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 131 (4), 342–350. doi: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(2005\)131:4\(342\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(2005)131:4(342))
- Jamil, R., Mujebe, M. A. (2019). Empirical Relation between Hazen-Williams and Darcy-Weisbach Equations for Cold and Hot Water Flow in Plastic Pipes. *WATER*, 10, 104–114. doi: <https://doi.org/10.14294/water.2019.1>
- Kuok, K. K., Chiu, P. C., Ting, D. C. M. (2020). Evaluation of «C» Values to Head Loss and Water Pressure Due to Pipe Aging: Case Study of Uni-Central Sarawak. *Journal of Water Resource and Protection*, 12 (12), 1077–1088. doi: <https://doi.org/10.4236/jwarp.2020.1212064>
- Hashemi, S., Filion, Y., Speight, V., Long, A. (2020). Effect of Pipe Size and Location on Water-Main Head Loss in Water Distribution Systems. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 146 (6), 06020006. doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)wr.1943-5452.0001222](https://doi.org/10.1061/(asce)wr.1943-5452.0001222)
- Valiantzas, J. D. (2008). Explicit Power Formula for the Darcy-Weisbach Pipe Flow Equation: Application in Optimal Pipeline Design. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 134 (4), 454–461. doi: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(2008\)134:4\(454\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(2008)134:4(454))
- Achour, B., Amara, L. (2020). New Formulation of the Darcy-Weisbach Friction Factor. *Larhyss Journal*, 43, 13–22. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/344467645\\_NEW\\_FORMULATION\\_OF\\_THE\\_DARCY-WEISBACH\\_FRICTION\\_FACTOR](https://www.researchgate.net/publication/344467645_NEW_FORMULATION_OF_THE_DARCY-WEISBACH_FRICTION_FACTOR)
- Simpson, A., Elhay, S. (2011). Jacobian Matrix for Solving Water Distribution System Equations with the Darcy-Weisbach Head-Loss Model. *Journal of Hydraulic Engineering*, 137 (6), 696–700. doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)hy.1943-7900.0000341](https://doi.org/10.1061/(asce)hy.1943-7900.0000341)
- WaterCAD Users Guide. Available at: [https://www.academia.edu/30192668/WaterCAD\\_Users\\_Guide](https://www.academia.edu/30192668/WaterCAD_Users_Guide)
- Al-Shammari, M. H. J., Algretawee, H., Al-Aboodi, A. H. (2020). Using Eight Crops to Show the Correlation between Paucity Irrigation and Yield Reduction of Al-Hussainiyah Irrigation Project in Kerbala, Iraq. *Journal of Engineering*, 2020, 1–12. doi: <https://doi.org/10.1155/2020/4672843>
- Ntengwe, W., Chikwa, M., Witika, L. K. (2015). Evaluation of Friction Losses In Pipes And Fittings Of Process Engineering Plants. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 4 (10), 330–336. Available at: <https://www.ijstr.org/final-print/oct2015/Evaluation-Of-Friction-Losses-In-Pipes-And-Fittings-Of-Process-Engineering-Plants.pdf>
- Jamil, R. (2019). Frictional head loss relation between Hazen-Williams and Darcy-Weisbach equations for various water supply pipe materials. *International Journal of Water*, 13 (4), 333–347. doi: <https://doi.org/10.1504/ijw.2019.106047>
- Layth Saeed Abdulameer, A., Dzhumagulova, N. T. (2021). Feasibility study of the choice of pipe parameters and wastewater transportation system for irrigation on the example of the administrative district of Kerbala (Iraq). *School of Engineering Bulletin*, 49, 81–89. doi: <https://doi.org/10.24866/2227-6858/2021-4/81-89>

18. Santos-Ruiz, I., López-Estrada, F.-R., Puig, V., Valencia-Palomo, G. (2020). Simultaneous Optimal Estimation of Roughness and Minor Loss Coefficients in a Pipeline. *Mathematical and Computational Applications*, 25 (3), 56. doi: <https://doi.org/10.3390/mca25030056>
19. Ormsbee, L., Walski, T. (2016). Darcy-Weisbach versus Hazen-Williams: No Calm in West Palm. World environmental and water resources congress 2016. doi: <https://doi.org/10.1061/9780784479865.048>
20. Amaral Madeira, A. (2020). Major and minor head losses in a hydraulic flow circuit: experimental measurements and a Moody's diagram application. *Eclética Química Journal*, 45 (3), 47–56. doi: <https://doi.org/10.26850/1678-4618eq.v45.3.2020.p47-56>
21. Jaćimović, N., Stamenić, M., Kolendić, P., Dorđević, D., Radanov, B., Vladić, L. (2015). A novel method for the inclusion of pipe roughness in the Hazen-Williams equation. *FME Transaction*, 43 (1), 35–39. doi: <https://doi.org/10.5937/fmet1501035j>
22. Marušić-Paloka, E., Pažanin, I. (2020). Effects of boundary roughness and inertia on the fluid flow through a corrugated pipe and the formula for the Darcy-Weisbach friction coefficient. *International Journal of Engineering Science*, 152, 103293. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijengsci.2020.103293>

**DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251172**

**ESTABLISHING THE INFLUENCE OF TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF MILKING EQUIPMENT ON THE EFFICIENCY OF MACHINE MILKING (p. 44–55)**

**Elchyn Aliiev**

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

**Andriy Paliy**

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

**Viktor Kis**

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

**Anatoliy Paliy**

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

**Roman Petrov**

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6252-7965>

**Larysa Plyuta**

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

**Oleksandr Chekan**

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

**Oleksii Musiienko**

Veterinary Clinic «Vet Services», Sumy, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4873-7023>

**Vitalii Ukhovskiy**

State Scientific and Research Institute of Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-7532-3942>

**Leonid Korniienko**

State Scientific and Research Institute of Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6962-8272>

One of the tasks that imply increasing the milk productivity of cows is to create optimal maintenance conditions that ensure the

increased use of the genetic potential of cattle based on the implementation of engineering and technological solutions.

A mathematical model has been built that links the technical and technological parameters of the vacuum system of milking equipment, namely, the value of the working vacuum  $P$ , the pulsation frequency  $n$ , the ratio of pulsation cycles, and the tension strength of milking rubber  $F_H$  to cows' milk yield rate  $V$ . The range of milking plant operating parameters for milking in the milk line has been determined, at which the milk yield rate is maximum:  $P=52$  kPa,  $n=57.6–58.8$  min<sup>-1</sup>,  $\delta=0.59–0.64$ ,  $F_H=59.3–60.4$  H. Under these parameters, the milk yield rate is  $V=1.48–1.53$  l/min.

The results of the multifactor experiment have helped construct an adequate mathematical model of the second order, which confirms the theoretical dependence of the influence of the technical and technological parameters of the vacuum system of milking equipment on milk yield rate and the air flow of the milking machine. Analysis of the mathematical model has made it possible to establish the rational structural and technological parameters for the vacuum system of a milking machine: the value of the working vacuum,  $P=50.6$  kPa; pulsation frequency,  $n=55.9$  min<sup>-1</sup>, the ratio of pulsation cycles and the tension force of milking rubber  $F_H=64.8$  H. Under these parameters, the milk yield rate is maximum:  $V=1.47–1.52$  l/min; the air flow consumption of the milking machine is  $Q=2.19$  m<sup>3</sup>/h.

The mathematical model built fully reveals the influence of technical and technological parameters of milking equipment on the efficiency of machine milking. Owing to this, the issue related to the rational choice of equipment is resolved.

**Keywords:** milking equipment, milking machine, teat rubber, vacuum system, milk yield rate.

**References**

1. Kurak, A. S. (2011). Tandem «tekhnyka-korova» – vazhnoe zveno v tekhnolohiy mashynnoho doenyia. *Nashe selskoe khoziaistvo*, 8, 59–61.
2. Ferneborg, S., Stadtmüller, L., Pickova, J., Wiking, L., Svennersten-Sjaunja, K. (2016). Effects of automatic cluster removal and feeding during milking on milking efficiency, milk yield and milk fat quality. *Journal of Dairy Research*, 83 (2), 180–187. doi: <https://doi.org/10.1017/s0022029916000170>
3. Pezzuolo, A., Cillis, D., Marinello, F., Sartori, L. (2017). Estimating efficiency in automatic milking systems. Contents of Proceedings of 16th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, 736–741. doi: <https://doi.org/10.22616/erdev2017.16.n148>
4. Odorčić, M., Rasmussen, M. D., Paulrud, C. O., Bruckmaier, R. M. (2019). Review: Milking machine settings, teat condition and milking efficiency in dairy cows. *Animal*, 13, s94–s99. doi: <https://doi.org/10.1017/s1751731119000417>
5. Paliy, A. P., Handola, Yu. M., Shevchenko, I. O., Stotskyi, A. O., Stotskyi, 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. Available at: <https://www.ujecology.com/articles/assessment-of-cow-lactation-and-milk-parameters-when-applying-various-milking-equipment.pdf>
6. Dmytriv, V., Dmytriv, I., Lavryk, Y., Horodeckyy, I. (2018). Models of adaptation of the milking machines systems. *BIO Web of Conferences*, 10, 02004. doi: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20181002004>
7. Tremblay, M., Hess, J. P., Christenson, B. M., McIntyre, K. K., Smink, B., van der Kamp, A. J. et. al. (2016). Factors associated with increased milk production for automatic milking systems. *Journal of Dairy Science*, 99 (5), 3824–3837. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10152>
8. Paliy, A. P., Ishchenko, K. V., Paliy, A. P. (2021). Effect of various milking equipment on milk ejection in high-yielding cows.

- Ukrainian Journal of Ecology, 11 (1), 18–24. doi: [https://doi.org/10.15421/2020\\_303](https://doi.org/10.15421/2020_303)
9. Gaworski, M., Kamińska, N., Kic, P. (2017). Evaluation and optimization of milking in some Polish dairy farms differed in milking parlours. *Agronomy Research*, 15 (1), 112–122. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/317746017\\_Evaluation\\_and\\_optimization\\_of\\_milking\\_in\\_some\\_polish\\_dairy\\_farms\\_differed\\_in\\_milking\\_parlours](https://www.researchgate.net/publication/317746017_Evaluation_and_optimization_of_milking_in_some_polish_dairy_farms_differed_in_milking_parlours)
  10. Fahim, A., Kamboj, M., Sirohi, A., Bhakat, M., Prasad, S., Gupta, R. (2018). Milking machine induced teat reactions in crossbred cows milked in automated herringbone milking parlour. *Indian Journal of Animal Science*, 88 (12), 1412–1415.
  11. Grinchenko, V. A., Laguta, I. I. (2014). Problemy mashinnogo doeniya i puti ikh resheniya. *Novye zadachi tekhnicheskikh nauk i puti ikh resheniya*. Ufa: Aeterna, 17–18.
  12. Lutsenko, M., Zvoleiko, D. (2012). Doslidzhennia protsesu doinnia koriv u spetsializovanykh doilnykh zalakh. *Tekhnika i tekhnolohiyi APK*, 9 (36), 31–34.
  13. Dmytriv, V. T. (2006). Alhorytmizatsiya protsesu mashynnoho doinnia koriv. *Pratsi Tavriyskoi derzhavnoi ahrotekhnichnoi akademiyi*, 40, 36–41.
  14. Grigor'ev, D. A., Sosin, I. P. (2013). Osobennosti sovremennykh doil'nykh mashin. *Sovremennye tekhnologii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva. Veterinariya. Zootekhniya: sbornik nauchnykh statey po materialam XVII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Grodno, 341–343.
  15. Golisz, E., Kupczyk, A., Majkowska, M., & Trajer, J. (2021). Simulation Tests of a Cow Milking Machine – Analysis of Design Parameters. *Processes*, 9 (8), 1358. doi: <https://doi.org/10.3390/pr9081358>
  16. Radu, R., Ioan, T., Petru, C. (2017). Assessment of the milking machine parameters using a computer driven test system. *Journal of Agricultural Informatics*, 8 (1), 32–44. doi: <https://doi.org/10.17700/jai.2017.8.1.321>
  17. 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>
  18. Achkevych, V. I., Khmelevsky, V. S., Achkevych, O. M. (2020). The influence of the design parameters of the milking machine collector on the oscillation of the vacuum pressure in the suction phase. *Mechanization and electrification of agriculture*, 11 (110), 117–123. doi: <https://doi.org/10.37204/0131-2189-2020-11-13>
  19. Dmytriv, V. T. (2006). Model vytraty povitria elementamy doilnoho aparata. *Visnyk Lvivskoho derzhavnogo ahrarynnoho universytetu: Ahroinzhenerni doslidzhennia*, 10, 483–488.
  20. Enokidani, M., Kawai, K., Shinozuka, Y., Watanabe, A. (2016). Milking performance evaluation and factors affecting milking claw vacuum levels with flow simulator. *Animal Science Journal*, 88 (8), 1134–1140. doi: <https://doi.org/10.1111/asj.12741>
  21. Adamchuk, V. V., Dmytriv, I. V. (2018). Funktsionalna realizatsiya adaptivnoho doilnoho aparata. *Materialy VI-yi Naukovo-tekhnichnoi konferentsiyi «Tekhnichniy prohres u tvarynyystvi ta kormovyrobnystvi»*. Hlevakha, 6–8.
  22. Zabolotko, O. O., Darchyk, P. D. (2013). Analiz parametrov vyvedennia moloka doilnymi aparatamy. *Pratsi Tavriyskoho derzhavnogo ahrotekhnolohichnoho universytetu*, 13 (1), 45–49.
  23. Paliy, A. P. (2019). Annotation research of work pulsator milking apparatus and influence of their working parameters on the indicators of milk removal in cows. *Zbirnyk naukovykh prats: Ahraryna nauka ta kharchovi tekhnolohiyi*, 3 (106), 83–90. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/anxt\\_2019\\_3\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/anxt_2019_3_10)
  24. Paliy, A., Aliiev, E., Nanka, A., Bogomolov, O., Bredixin, V., Paliy, A. et. al. (2021). Identifying changes in the technical parameters of milking rubber under industrial conditions to elucidate their effect on the milking process. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (1 (111)), 21–29. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.231917>
  25. Demba, S., Ammon, C., Rose-Meierhöfer, S. (2018). The influence of different milking settings on the measured teat load caused by a collapsing liner. *Computers and Electronics in Agriculture*, 153, 54–61. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.08.011>
  26. Paliy, A., Naumenko, A., Paliy, A., Zolotaryova, 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>
  27. Borodin, S. A., Andrianov, E. A., Andrianov, A. A., Tertychnaya, T. N. (2020). Sub stantiating Design Parameters of a multi functional milking machine. *Journal of mechanics of continua and mathematical sciences*, 8, 176–190. doi: <https://doi.org/10.26782/jmcs.spl8/2020.04.00014>
  28. 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. Available at: <https://www.ujecology.com/articles/milking-and-udder-health-assessment-in-industrial-farming.pdf>
  29. Bykovskaya, N. V. (2015). Innovatsii v molochnom skotovodstve. *Innovatsii*, 4, 215–217.
  30. Paliy, A., Aliiev, E., Paliy, A., Ishchenko, K., Shkromada, O., Musiienko, Y. et. al. (2021). Development of a device for cleansing cow udder teats and testing it under industrial conditions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (1 (109)), 43–53. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224927>
  31. Krasovskiy, G. I., Filaretov, G. F. (1982). *Planirovanie eksperimenta*. Minsk: Izd-vo BGU, 302.
  32. Hnasevych, N. V., Honcharuk, T. V., Huryk, M. I. et. al.; Honcharuk, T. V. (Ed.) (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen*. Ternopil, 272.
  33. Kopylova, I. B. (2017). *Metody obrabotki eksperimental'nykh danyakh*. Blagoveschensk: Izd-vo AmGU, 48.
  34. Uzhik, V. F., Shakhov, V. A., Tetryadchenko, A. I., Nekipelov, S. I., Kitaeva, O. V., Kabashko, A. A. (2017). K obosnovaniyu konstruktivno-rezhimnykh parametrov pnevmoregulyatora vakuummetericheskogo davleniya adaptivnogo doil'nogo aparata. *Izvestiya Orenburgskogo ahrarynnoho universyteta*, 3 (65), 101–105.
  35. Uzhik, V. F., Klesov, D. N., Kitaeva, O. V. (2018). K izmeneniyu konstruktivno-rezhimnykh parametrov pul'satora doil'nogo aparata. *Nauchnaya zhizn'*, 12, 37–44.
  36. Dmytriv, I., Krasnytsia, B. (2017). Analysis of methods and means for evaluating the parameters of modern milking systems. *Visnyk LNAU: Ahraryni doslidzhennia*, 21, 134–140.
  37. Aliev, E. B. (2012). Doslidzhennia metrolohichnykh kharakterystyk komplektu ustakuvannia kontroliu vakuummeterichnykh parametrov molochno-doilnoho obladnannia. *Materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf.: Ahraryna nauka ta praktyka na suchasnomu etapi rozvytku: dosvid, problemy ta shliakhy yikh vyrishennia*. Lviv, 13–15.
  38. Nørstebø, H., Dalen, G., Rachah, A., Heringstad, B., Whist, A. C., Nødtvedt, A., Reksen, O. (2019). Factors associated with milking-to-milking variability in somatic cell counts from healthy cows in an automatic milking system. *Preventive Veterinary Medicine*, 172, 104786. doi: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104786>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251065

## DEVISING A METHOD FOR THE INTERACTIVE ARRANGEMENT OF STRUCTURAL ELEMENTS OF MEN'S JACKET MODELS (p. 56–66)

Alla Slavinska

Khmelnyskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0663-9422>

Serhii Matiukh

Khmelnyskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9899-109X>

Viktoriia Mytsa

Khmelnyskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5453-9787>

Oksana Syrotenko

Khmelnyskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6816-6467>

Oksana Dombrovska

Khmelnyskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6086-5784>

This paper has established that one of the directions to correct a designer's idea is the close relationship between the metric characteristics of a model and the dynamics of updating the shape structure. The need to convolute information about model varieties of a men's jacket is due to the cyclical nature of fashion. Regression analysis of this study's results has confirmed the impact of the accumulation of quantitative changes in style attributes on the transition to qualitative changes in shape over 15 years. The periodic repeatability of the five-seam design of a men's jacket as a typical representative indicates the possibility of using clusters of standard elements. Correlation analysis of the update of mobile attributes (an increase along the waistline and the lapel width) confirms a high level of connection with the silhouette characteristic.

Information and analytical material for encoding classification features of the functional components of model designs for an industrial product range collection has been formed. A variant for convoluting the sets of classification features in the process of sampling sorting relative to the basic list of functional nodes has been proposed. The 24x24 compatibility matrix built makes it possible to apply the morphological box method to compare sample sets. The presence of uniformity of the average value of accumulated frequencies  $K_{c.u.}=0.72$ ,  $K_{t.u.}=0.69$  confirms the membership of the sample in the typological series. Having a common encoding system simplifies the selection of models from the internet-based product range collections.

The method of sorting the models-proposals of the resulting layout set has been confirmed by the validity coefficient  $K_v=0.71$ , which makes it possible to verify the perception of a jacket design as a typical representative of modern structure.

Practical recommendations have been compiled on grouping the records of industrial product range collection model codes into industrial series, which enable control over the launch of articles within the manufacturing process.

**Keywords:** interactive layout, model sampling, structural element, men's jacket, convolution matrix.

### References

- Yang, Z., Kim, C., Laroche, M., Lee, H. (2014). Parental style and consumer socialization among adolescents: A cross-cultural investigation. *Journal of Business Research*, 67 (3), 228–236. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.05.008>
- KHonguang, E., Disskaya, T. N., Kuz'michev, V. E. (2006). Izuchenie konstruktivnogo napravleniya mody v muzhskikh kostyumakh vtoroy poloviny XX – nachala XXI veka. Chast' II. zakonmernosti izmeneniya konstruktivnykh parametrov muzhskikh pidzhakov. *Shveytnaya promyshlennost'*, 2, 53–55. Available at: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=33376687>
- Nayak, R., Padhye, R., Wang, L., Chatterjee, K., Gupta, S. (2015). The role of mass customisation in the apparel industry. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 8 (2), 162–172. doi: <https://doi.org/10.1080/17543266.2015.1045041>
- Nasibov, E., Demir, M., Vahaplar, A. (2019). A fuzzy logic apparel size decision methodology for online marketing. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 31 (2), 299–315. doi: <https://doi.org/10.1108/ijcst-06-2018-0077>
- Hong, Y., Bruniaux, P., Zeng, X., Curteza, A., Liu, K. (2018). Design and evaluation of personalized garment block for atypical morphology using the knowledge-supported virtual simulation method. *Textile Research Journal*, 88 (15), 1721–1734. doi: <https://doi.org/10.1177/0040517517708537>
- Voroncova, E. A., Danilova, O. N., Slesarchuk, I. A. (2015). Combined method with 3D design for creation complex shapes of costume. *Fundamental research*, 7 (1), 111–115. Available at: <https://s.fundamental-research.ru/pdf/2015/7-1/38735.pdf>
- Slavinska, A. L., Mytsa, V. V., Syrotenko, O. P., Dombrovska, O. M. (2021). Method of optimization of geometric transformations of design surfaces of a man's jacket. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1031 (1), 012021. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1031/1/012021>
- Elizarov, A. A. (2011). Razvitie stilisticheskikh form muzhskogo klassicheskogo kostyuma i ikh prognozirovanie. *Dizayn i Tekhnologii*, 26 (68), 12–24. Available at: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=33819779>
- Zarezade, T., Payvandy, P. (2019). 3D Garment Design using Interactive Genetic Algorithm and Clustering. *Trends in Textile Engineering & Fashion Technology*, 5 (1). doi: <https://doi.org/10.31031/tteft.2019.05.000604>
- Gavish, Y., Shoham, A., Ruvio, A. (2010). A qualitative study of mother-adolescent daughter-vicarious role model consumption interactions. *Journal of Consumer Marketing*, 27 (1), 43–56. doi: <https://doi.org/10.1108/07363761011012949>
- Paço, A., Leal Filho, W., Ávila, L. V., Dennis, K. (2020). Fostering sustainable consumer behavior regarding clothing: Assessing trends on purchases, recycling and disposal. *Textile Research Journal*, 91 (3-4), 373–384. doi: <https://doi.org/10.1177/0040517520944524>
- Slavinskaya, A. L., Troyan, G. F. (1989). Prognozirovanie dinamiki razvitiya konstruktivnykh resheniy bytovoy odezhdy. *Izvestiya vsshikh uchebnykh zavedeniy. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti*, 1, 72–75.
- Johnson, K., Lennon, S. J., Rudd, N. (2014). Dress, body and self: research in the social psychology of dress. *Fashion and Textiles*, 1 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s40691-014-0020-7>
- Porterfield, A., Lamar, T. A. M. (2016). Examining the effectiveness of virtual fitting with 3D garment simulation. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 10 (3), 320–330. doi: <https://doi.org/10.1080/17543266.2016.1250290>
- Slavinska, A. L., Mytsa, V. V. (2021). Innovative technologies of modular design of constructive-unified series of stable assortment. *Fashion Industry*, 2, 34–42. doi: <https://doi.org/10.30857/2706-5898.2021.2.2>
- Slavinska, A., Mytsa, V. (2021). Functional aspect of grouping unified forms of working documentation on the model of production clothing. *Herald of Khmelnytskyi National University*, 2 (295), 254–258. doi: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2021-295-2-254-258>
- Kozlova, T. V., Stepuchev, R. A., Petushkova, G. I., Rytvinskaya, L. B., Rybkina, E. A., Yakovleva, N. B. (1988). *Osnovy teorii proektirovaniya kostyuma*. Moscow: Legprombytzdat, 352.



18. Mok, P. Y., Xu, J., Wu, Y. Y. (2016). Fashion design using evolutionary algorithms and fuzzy set theory – a case to realize skirt design customizations. *Information Systems for the Fashion and Apparel Industry*, 163–197. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100571-2.00009-9>
19. Pei, J., Fan, J., Ashdown, S. P. (2020). A novel optimization approach to minimize aggregate-fit-loss for improved breast sizing. *Textile Research Journal*, 90 (15-16), 1823–1836. doi: <https://doi.org/10.1177/0040517519901318>
20. Kim, Y.-K., Sullivan, P. (2019). Emotional branding speaks to consumers' heart: the case of fashion brands. *Fashion and Textiles*, 6 (2). doi: <https://doi.org/10.1186/s40691-018-0164-y>
21. Slavinska, A., Mytsa, V., Syrotenko, O., Dombrovska, O. (2021). Devising a method to parametrize the jacket style varieties through the modification of tipological series structures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (1 (111)), 92–105. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.232014>
22. Guo, M., Kuzmichev, V. E., Adolphe, D. C. (2015). Human-Friendly Design of Virtual System «female Body-dress». *Autex Research Journal*, 15 (1), 19–29. doi: <https://doi.org/10.2478/aut-2014-0033>
23. Kuz'mina, O., Silaeva, M. (2010). Pidzhak: noviy siluet. *Atel'e*, 4, 28–35.
24. Galadaseva, G. (2007). Evolyutsiya kroya. Muzhskoy kostyum na styke vekov: klassicheskie obratzysy muzhskoy odezhdy. *Atel'e*, 3, 49–51.
25. Cholovichyi odiah Versace – suchasni trendy v cholovichiy modi. Available at: <http://crazytrend.com.ua/cholovichij-odyag-versace-suchasni-trendi-v-cholovichij-modi/>
26. Tsenosti potrebiteley v strategiyakh brendov: kak pokupatel'skoe povedenie menyaet litso riteyla (2020). *Retail&Loyalti*, 8 (95). Available at: [https://retail-loyalty.org/journal\\_retail\\_loyalty/read\\_online/art2916238/](https://retail-loyalty.org/journal_retail_loyalty/read_online/art2916238/)
27. Muzhskie kostyummy 2020-2021 goda – modnye tendentsii. Available at: <https://www.pinterest.com/pin/834221530971602490/>

**DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251126**  
**DEVISING TECHNOLOGIES FOR HARVESTING**  
**HEMP WITH BELT THRESHERS (p. 67–75)**

**Viktor Sheichenko**

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

**Vitaliy Shevchuk**

Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8305-4714>

**Igor Dudnikov**

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5957-7555>

**Serhii Koropchenko**

Institute of Bast Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Hlukhiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-4520-4763>

**Viktor Dnes**

National Scientific Center «Institute of Agricultural Engineering and Electrification», Hlevakha, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4166-2276>

**Yuliia Skoriak**

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

**Volodymyr Skibchuk**

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5724-6691>

This paper reports the system of devised technologies for harvesting hemp with belt hemp threshers. It is proposed to form a roll of mowed hemp stems on a belt and tramp it to the field edge for further processing of stems. That makes it possible to significantly improve the efficiency of mechanized processes when harvesting and processing the entire biological harvest of hemp. Thus, the level of handling hemp production systems has been increased. At the same time, the management of the process of roll formation of hemp stems has been improved.

The technology of hemp harvesting has been improved with the possibility of obtaining raw materials for long fiber and therapeutic preparations. Two-phase harvesting (for seeds and fiber) has been proposed to be implemented by using belt hemp threshers included in the stationary (semi-stationary) complexes.

The possibility of preparing the combed hemp retted stalks by spreading them on materials of various types has been systematically substantiated.

The influence of the thickness of a layer of hemp stalks spread out for the preparation of retted stalks on the timing of their preparation and fiber quality indicators has been investigated.

It was established that in terms of the quality indicators of the produced fiber, the retted stalks from all experiments are properly aged while the efficiency of their processing for medium- and large-stalk fraction is high.

The fibers produced in all experiments were characterized by purity, as well as high indicators of breaking load and handful length.

As regards the linear density, the fibers' values in all experimental variants exceeded the normative ones by 1.65–2.64 times, which rendered them non-standard.

An increase in the values of quality indicators has been established with the corresponding change, from 1 to 3 kilograms per meter, in the thickness of the layer of combed hemp stalks. The breaking load, under such conditions, increased by 16.6 %; the linear density, by 20 %; the content of shives, by 60 %; the «paw» content, by 12.5 %, the content of bast strands, by 10.8 %.

**Keywords:** industrial hemp, belt harvesting technology, shale retted stalks, retted stalk quality.

**References**

1. Tkachenko, S. M., Mokher, Yu. V., Laiko, I. M., Zhuplatova, L. M., Vyrovets, V. H., Mishchenko, S. V. et al. (2021). *Dovidnyk konopliara*. Sumy: Ellada, 27.
2. Sheichenko, V., Marynchenko, I., Shevchuk, V., Zadosnaia, N. (2019). Development of Technology for the Hemp Stalks Preparation. *Modern Development Paths of Agricultural Production*, 223–232. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_24)
3. Wasko, J., Kozlovski, R., Markovski, J. (2004). The state and the perspective of flax and hemp utilization in Poland and in the World. *Euroflax*, 1, 6–10.
4. Small, E., Marcus, D. (2002). Hemp: A new crop with new uses for North America. *Trends in new crops and new uses*. ASHS Press, 284–326. Available at: <https://www.hort.purdue.edu/newcrop/ncnu02/v5-284.html>
5. Réquillé, S., Mazian, B., Grégoire, M., Musio, S., Gautreau, M., Nuez, L. et al. (2021). Exploring the dew retting feasibility of hemp in very contrasting European environments: Influence on the tensile mechanical properties of fibres and composites. *Industrial Crops and Products*, 164, 113337. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113337>
6. Kolodinsky, J. (1997). *Natural fibers*. Special Edition, 58–63.
7. Lyalina, N., Yudicheva, O., Votchenikova, O., Berezovskiy, Y. (2020). Prognosis applications nonnarcotic hemp based on the criterial characteristics. *Fibres and Textiles*, 1, 35–41. Available at: [http://vat.ft.tul.cz/2020/1/VaT\\_2020\\_1\\_6.pdf](http://vat.ft.tul.cz/2020/1/VaT_2020_1_6.pdf)

8. Virovetc, V. G., Laiko, I. M., Kirichenko, G. I. (2007). Modern Hemp Collection As Not Primary Source of Selection Material. Selection, Production Technology and Primary Processing of Flax and Hemp, 4, 35–42.
9. Duque Schumacher, A. G., Pequito, S., Pazour, J. (2020). Industrial hemp fiber: A sustainable and economical alternative to cotton. *Journal of Cleaner Production*, 268, 122180. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122180>
10. Venturi, P., Amaducci, S., Amaducci, M. T., Venturi, G. (2007). Interaction Between Agronomic and Mechanical Factors for Fiber Crops Harvesting: Italian Results-Note II. Hemp. *Journal of Natural Fibers*, 4 (3), 83–97. doi: [https://doi.org/10.1300/j395v04n03\\_06](https://doi.org/10.1300/j395v04n03_06)
11. Carus, M. (2017). The European hemp industry: Cultivation, processing and applications for fibres, shivs, seeds and flowers. European Industrial Hemp Association. Available at: [http://eiha.org/media/2017/12/17-03\\_European\\_Hemp\\_Industry.pdf](http://eiha.org/media/2017/12/17-03_European_Hemp_Industry.pdf)
12. Koropchenko, S. P., Mokher, Yu. V. (2018). Pidsumky nauko-vo-doslidnykh robot z mekhanichnoi pererobky konopel na pidpriemstvakh maloho ta serednoho biznesu. *Engineering sciences: development prospects in countries of Europe at the beginning of the third millennium. Vol. 2*. Riga: Izdavnictva «Baltija Publishing», 112–137. Available at: [https://www.researchgate.net/profile/Grigoriy-Kovalenko/publication/344882569\\_ENGINEERINGSCIENCES\\_DEVELOPMENTPROSPECTSINCOUNTRIESOFEUROPEATTHEBEGINNINGOFTHEHIRDMILLENNIUM/links/5f968fe7299bf1b53e45ea52/ENGINEERINGSCIENCES-DEVELOPMENTPROSPECTSINCOUNTRIESOFEUROPEATTHEBEGINNINGOFTHEHIRDMILLENNIUM.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Grigoriy-Kovalenko/publication/344882569_ENGINEERINGSCIENCES_DEVELOPMENTPROSPECTSINCOUNTRIESOFEUROPEATTHEBEGINNINGOFTHEHIRDMILLENNIUM/links/5f968fe7299bf1b53e45ea52/ENGINEERINGSCIENCES-DEVELOPMENTPROSPECTSINCOUNTRIESOFEUROPEATTHEBEGINNINGOFTHEHIRDMILLENNIUM.pdf)
13. GOST 9993-2014. Hemp fiber tow. Specifications. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200119074>
14. GOST 10379-76. Scutched hemp. Technical specification. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200020250>
15. GOST 6729-60. Tresta konoplyanaya. Tekhnicheskie usloviya. Available at: [https://allgosts.ru/65/020/gost\\_6729-60](https://allgosts.ru/65/020/gost_6729-60)

**DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252612**  
**EXPERIMENTAL METHOD FOR DETERMINING**  
**THE DEFORMATION OF WARP THREADS ON**  
**LOOMS (p. 76–85)**

**Nigar Makhmudova**

Azerbaijan State Economic University (UNEC), Baku, Azerbaijan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7839-911X>

There is a large body of theoretical and experimental research aimed at determining the warp thread deformation and tension. Analytical solutions and mathematical models of the stressed state of the warp and weft threads in the formation of fabric were proposed. In almost all studies, the deformation of the warp thread was determined separately when shedding and beating the weft. There is an experimental method for determining the deformation of warp threads, which makes it possible to eliminate some of the shortcomings inherent in the theoretical techniques. However, that method has some drawbacks, such as the low accuracy of strain measurement and the complexity of certain measuring operations, which leads to an increase in the time spent on the experiment.

This paper reports a study that addresses those shortcomings by proposing to photograph the object being measured using a digital camera connected to a computer system to print the image. An electronic caliper that is used to measure the deformation of warp threads on printing paper takes into consideration a fraction of a millimeter when measuring.

The proposed method makes it possible to determine with sufficient accuracy and speed the deformation of warp threads in the

elastic feed system of the loom, as well as allows visual control over the changes in the deformation of warp threads in the machine. The use of this method makes it possible to reduce the time of measuring the deformation of one thread from 30–40 seconds to 5–7 seconds, which is 5–6 times less than that in the existing one and provides measurement accuracy to at least one dozen mm.

The results of this work could be applied to determine the warp thread deformation and tension on looms when making the main weave fabrics in order to reduce the uneven tension of the main threads, increase labor productivity, and improve the quality of the fabric.

**Keywords:** warp threads, thread deformation, tension, elastic feed system, loom.

**References**

1. Gordeev, V. A. (1959). Issledovanie tsiklicheskoj deformatsii uprugoy sistemy zapravki tkatskogo stanka. *Izv. Vuzov, Tekhnologiya Tekstil'noy promyshlennosti*, 3, 103–108.
2. Bondarchuk, M. M. (2015). Podhody k klassifikatsii tekhnicheskogo tekstilya. *Problemy sovremennoy nauki i obrazovaniya*, 11 (41). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/podhody-k-klassifikatsii-teknicheskogo-tekstilya>
3. Gordeev, V. A. (1955). Raschet koeffitsienta zhestkosti uprugoy sistemy zapravki tkatskogo stanka. *Tekstil'naya promyshlennost'*, 5.
4. Kashnikova, M. L. (1984). Optimizatsiya zapravki tkatskogo stanka po velichine summarnoy raboty deformatsii nitey osnovy vsledstvie priboya, kandidatskaya dissertatsiya. Kostroma, 185. Available at: [https://rusneb.ru/catalog/000199\\_000009\\_004027525/](https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_004027525/)
5. Shlyahina, V. G., Kozlov, A. A. (2016). Issledovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya niti osnovy po shirine zapravki tkatskogo stanka tipa STB. *Nauchnye trudy SWORLD*, 1 (45), 92–96. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28117535>
6. Bashmetov, V. S. (2016). Opredelenie natyazheniya osnovnykh nitey na tkatskih stankah. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*, 1 (30), 7–11. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-natyazheniya-osnovnykh-nitey-na-tkatskih-stankah>
7. Brut-Bruljako, A. B., Erohova, M. N., Tjagunov, V. A. (2011). The tension of warp threads on STB loom when manufacturing linen weave fabrics. *Tekhnologiya Tekstil'noy Promyshlennosti*, 2 (331), 37–40. Available at: [https://tp.ivgpu.com/wp-content/uploads/2015/11/331\\_10.pdf](https://tp.ivgpu.com/wp-content/uploads/2015/11/331_10.pdf)
8. Ahunbabaeva, O. A. (2018). Teoreticheskaya zavisimost' prirascheniya natyazheniya niti osnovy na tkatskom stanke. *Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya. Chast' 1. Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoj promyshlennosti (INNOVATSII-2018)*. Moscow: FGBOU VO «RGU im. A.N. Kosygina», 8–11. Available at: [https://kosygin-rgu.ru/filemanag/Uploads/onti/24-10-2018/Сборник%20трудов\\_Ч.1.pdf](https://kosygin-rgu.ru/filemanag/Uploads/onti/24-10-2018/Сборник%20трудов_Ч.1.pdf)
9. Celik, O., Eren, R. (2014). Mathematical analysis of warp elongation in weaving machines with positive backrest system. *Tekstil ve konfeksiyon*, 24 (1), 56–65. Available at: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tekstilvekonfeksiyon/issue/23655/251988>
10. Gloy, Y.-S., Renkens, W., Herty, M., Gries, T. (2015). Simulation and optimisation of warp tension in the weaving process. *Journal of Textile Science & Engineering*, 5 (1). doi: <https://doi.org/10.4172/2165-8064.1000179>
11. Shcherban', V., Melnyk, G., Sholudko, M., Kalashnyk, V. (2018). Warp yarn tension during fabric formation. *Fibres and Textiles*, 2, 97–104. Available at: [http://vat.ft.tul.cz/2018/2/VaT\\_2018\\_2\\_16.pdf](http://vat.ft.tul.cz/2018/2/VaT_2018_2_16.pdf)
12. Shcherban', V., Kolysko, O., Melnyk, G., Sholudko, M., Shcherban', Y., Shchutka, G. (2020). Determining tension of yarns when interacting with guides and operative parts of textile machinery having the torus form. *Fibres and Textiles*, 4, 87–95. Available at: [http://vat.ft.tul.cz/2020/4/VaT\\_2020\\_4\\_12.pdf](http://vat.ft.tul.cz/2020/4/VaT_2020_4_12.pdf)

13. Shcherban', V., Makarenko, J., Petko, A., Melnyk, G., Shcherban', Y., Shchutska, H. (2020). Computer implementation of a recursion algorithm for determining the tension of a thread on technological equipment based on the derived mathematical dependences. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (1 (104)), 41–50. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.198286>
14. Nazarova, M., Romanov, V. (2018). Research of Influence of Initial Parameters of STBM-180 Loom on Warp Yarns Tension. *Materialy i tekhnologii*, 1 (1), 18–22. doi: <https://doi.org/10.24411/2617-1503-2018-11003>
15. Bykadorov, R. V., Besedin, C. C., Sokerin, R. V. (2010). Pat. No. 2409713 RU. *Ustroystvo dlya opredeleniya deformatsii zapravki tkatskogo stanka*. No. 2010100767/12; declared: 11.01.2010; published: 20.01.2010. Available at: <https://findpatent.ru/patent/240/2409713.html>
16. Fatdahov, R. M. (2002). Metod opredeleniya deformatsii nitey osnovy na tkatskom stanke. Tezisy dokladov Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Sovremennye tekhnologii i oborudovanie v tekstil'noy promyshlennosti» (TEKSTI'-2002). Moscow.
17. Fettahov, R., Kaplan, V., Keskin, R. (2005). Dokuma esnasında çözgü uzamalarının belirlenmesi. *Tekstil Maraton, Mayıs/Haziran*.
18. Gordeev, V. A., Volkov, P. V. (1984). *Tkachestvo*. Moscow: Legkaya i pischevaya promyshlennost', 488.
19. Kaplan, V. (2014). Remote Detection Warp Tension During the Weaving. *İsparta: Suleyman Demirel Universty*, 153.
20. Şule, G. (2008). Dokuma Kumaş Yapısının Tezgah Eni Boyunca Çözgü Gerginlik Dağılımina Etkisi. *Electronic Journal of Textile Technologies*, 1, 11–17. Available at: <https://docplayer.biz.tr/62103272-Dokuma-kumas-yapisinin-tezgah-eni-boyunca-cozgu-gerginlik-dagilimina-etkisi.html>
21. Gordeev, V. A. (1965). Dinamika mekhanizmov otpuska i natyazheniya osnovy tkatskih stankov. Moscow: Legkaya industriya, 228.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252642

## BUILDING A MODEL OF DRESSING THE WORKING SURFACES OF WHEELS DURING THE TWO-SIDE GRINDING OF ROUND END FACES AT CNC MACHINES (p. 86–93)

**Volodymyr Kalchenko**

Chernihiv Polytechnic National University, Chernihiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9072-2976>

**Vitalii Kalchenko**

Chernihiv Polytechnic National University, Chernihiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9850-7875>

**Antonina Kolohoida**

Chernihiv Polytechnic National University, Chernihiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1742-2686>

**Andrii Yeroshenko**

Chernihiv Polytechnic National University, Chernihiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1629-9516>

**Dmytro Kalchenko**

Genix Solutions Limited Liability Company, Chernihiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7380-6625>

This paper reports the spatial mathematical modeling of the process of dressing the working surface of grinding wheels for implementing the double-sided grinding of the ends of cylindrical components. Parts with high-precision end surfaces that are commonly used include bearing rollers, piston fingers, crosspieces of cardan shafts, and others. The geometric accuracy of surfaces is ensured by simultaneously grinding the ends at two-sided end-grinding machines with crossed axes of the part and wheels that operate under a self-blunt-

ing mode. Before starting the machining, the wheels are dressed in a working position. Moreover, the total orientation angle of the tools is selected subject to the condition of uniform distribution of allowance along the rough sections of wheels. Dressing involves a single-crystal diamond tool with a variable feed. That ensures different development of the surface of abrasive tools, which prolongs their operating time between dressings and improves overall stability. The constant size of micro irregularities at the calibration site enhances the quality of machining. The calibration site is made in the form of a straight line belonging to the plane that passes through the axis of rotation of the wheel and is perpendicular to the plane of the machined part. Based on the spatial mathematical models of the processes of removal of allowance and shape formation when dressing the wheel, the surface of the grinding wheel was investigated. Mathematical models for shaping the ends of parts when grinding with wheels with conical calibration sites have been proposed; it is shown that when applying the proposed machining scheme, there is no geometric error in the size of the part. In addition, due to the uniform distribution of the allowance along the rough area of the wheel, the quality of the surface layer of the ends of parts increases. The devised method for dressing the working surface of wheels could be used to grind the ends of non-circular components.

**Keywords:** double-sided grinding, crossed axes, wheel dressing, diamond pencil.

## References

1. Shkarlet, S., Kholiavko, N., Dubyna, M. (2019). Information economy: management of educational, innovation, and research determinants. *Marketing and Management of Innovations*, 3, 126–141. doi: <https://doi.org/10.21272/mmi.2019.3-10>
2. Gnanasekaran, K., Heijmans, T., van Bennekom, S., Woldhuis, H., Wijnia, S., de With, G., Friedrich, H. (2017). 3D printing of CNT- and graphene-based conductive polymer nanocomposites by fused deposition modeling. *Applied Materials Today*, 9, 21–28. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apmt.2017.04.003>
3. Aoki, T., Sencer, B., Shamoto, E., Suzuki, N., Koide, T. (2015). Development of a high-performance chip-guiding turning process – tool design and chip flow control. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 85 (1-4), 791–805. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-015-7990-5>
4. Shlifoval'nye stanki zavod Harverst. Har'kovskiy stankostroitel'niy zavod «Harverst», 20. Available at: [http://harverst.com.ua/upload/files/Buklet\\_stanko\\_ru.pdf](http://harverst.com.ua/upload/files/Buklet_stanko_ru.pdf)
5. Double-wheel surface grinding machines. Junker. Available at: <https://www.junker-group.com/grinding-machines/product-category/double-wheel-surface-grinding-machines/>
6. Zhou, W. H., Yao, W. F., Feng, M., Lv, B. H., Deng, Q. F. (2013). The Polishing Process of Cylindrical Rollers by Using a Double-Side Lapping Machine. *Key Engineering Materials*, 589-590, 447–450. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.589-590.447>
7. Wang, L., Hu, Z., Fang, C., Yu, Y., Xu, X. (2018). Study on the double-sided grinding of sapphire substrates with the trajectory method. *Precision Engineering*, 51, 308–318. doi: <https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2017.09.001>
8. Vainer, L. G. (2019). Measurement and Diagnostics of Parameters of the End Grinding. *Vestnik Tihookeanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2 (53), 35–42. Available at: [https://vestnik.pnu.edu.ru/media/vestnik/articles-2019/035-042\\_%D0%92%D0%B0%D0%B9%D0%BD%D0%B5%D1%80\\_%D0%9B\\_%D0%93.pdf](https://vestnik.pnu.edu.ru/media/vestnik/articles-2019/035-042_%D0%92%D0%B0%D0%B9%D0%BD%D0%B5%D1%80_%D0%9B_%D0%93.pdf)
9. Gorelov, V. V. (2018). Pat. No. RU 186385. *Ustroystvo dlya pravki soosno ustanovlennyyh tortseshlifoval'nyh krugov dvuhshpindel'nyh stankov prohodnogo tipa*. No. 2018124389; declared: 03.07.2018; published: 17.01.2019. Available at: [https://i.moscow/patents/RU186385U1\\_20190117](https://i.moscow/patents/RU186385U1_20190117)

10. Vayner, L. G. (2011). Opredelenie parametrov tekhnologicheskogo prostranstva pri dvustoronney tortseshlifoval'noy obrabotke. *Vestnik mashinostroeniya*, 12, 72–77.
11. Vainer, L. G., Flusov, N. I. (2013). Geometrical modification of the face-grinding wheels in the dressing. *Vestnik Tihoockanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 17. Available at: [http://science-bsea.bgita.ru/2013/mashin\\_2013\\_17/vainer\\_geometr.htm](http://science-bsea.bgita.ru/2013/mashin_2013_17/vainer_geometr.htm)
12. Kalchenko, V., Kalchenko, V., Sira, N., Yeroshenko, A., Kalchenko, D. (2020). Three-Dimensional Simulation of Machined, Tool Surfaces and Shaping Process with Two-Side Grinding of Cylindrical Parts Ends. *Advanced Manufacturing Processes*, 118–127. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-40724-7\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-40724-7_12)
13. Kalchenko V., Kalchenko V., Slednikova O., Kalchenko D. (2016). Modular 3D modeling of ends bilateral grinding process by wheels with conical calibrating sections. *Scientific Journal of the Ternopil National Technical University*, 4 (84), 82–92. Available at: <https://visnyk.tntu.edu.ua/pdf/84/337.pdf>
14. Kalchenko, V., Kalchenko, V., Kalchenko, O., Sira, N., Kalchenko, D., Morochko, V., Vynnyk, V. (2020). Development of a model of tool surface dressing when grinding with crossed wheel and cylindrical part axes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (1 (105)), 23–29. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.202441>
15. Li, H. N., Axinte, D. (2016). Textured grinding wheels: A review. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 109, 8–35. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijmactools.2016.07.001>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.253034

### IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE COAL GRINDING PROCESS IN BALL DRUM MILLS AT THERMAL POWER PLANTS (p. 93–105)

**Saule Kamarova**

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8464-7204>

**Saule Abildinova**

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9502-6208>

**Angel Terziev**

Technical University of Sofia, Sofia, Bulgaria

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1666-2781>

**Galym Baidyussenov**

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6145-7117>

Ensuring the reliable operation of the dust fuel preparation system at thermal power plants (TPP) is a topical issue since it determines the energy strategy of any country that fires coals for thermal energy production. This unit is one of the most energy-intensive units in TPP. Those systems are outdated, poorly automated and high energy-intensive. Furthermore, they must ensure efficient and safe operation of the facility while being environmentally friendly. The current work focuses on the process of grinding coals in ball drum mills for further pulverized combustion. An experimental study was performed in order to determine the main factors (rotational speed of the drum mill, the degree of loading with the grinding balls, and the velocity of the supplied air) that affect the efficiency of the fuel preparation system. The obtained experimental data and performed mathematical modeling resulted in regression equations describing the energy performance of the mill. Three regression equations for mill productivity, power consumed, and specific surface area of the

final product were obtained and validated. The study reveals that the lowest specific energy consumption is achieved when the relative rotational speed of the mill is between 0.81 and 0.87; the weighted average diameter of the balls ranges from 33.5 up to 34.5 mm; the load factor of the grinding media ranges from 0.325 up to 0.335, the supplied air velocity is between 0.2 and 0.3 m/s. The proposed methodology allows adjustment of the operating parameters of the grinding process to achieve the lowest energy consumption. The power consumption for the preparation can be reduced up to 5 % for the selected operation mode of the grinding facility.

**Keywords:** drum ball mill, coal grinding, efficiency improvement, thermal power plant, regression analysis.

### References

1. Kazhumukhanova, M. Z. (2015). Trace elements in coal deposits of Kazakhstan. Problems of geology and subsoil development: proceedings of the XIX Problems of Geology and Subsurface Development: Proceedings of the 19th International Scientific Symposium of students, Postgraduates and young Scientists devoted to the 60th Anniversary Soviet People's Victory against fascism in the Great Patriotic War 191-1945 years. Part I; Tomsk Polytechnic University. Tomsk: TPU Publishing House, 105–106. Available at: [https://portal.tpu.ru/files/conferences/usovma/2015/vol1\\_2015.pdf](https://portal.tpu.ru/files/conferences/usovma/2015/vol1_2015.pdf)
2. Roslyakov, P. V., Stepanova, A. N., Sivakovskiy, A. M. (2018). Development of an algorithm for the optimal selection of the best available technologies at TPPs. Modern trends in environmentally sustainable development: International scientific conference dedicated to the memory of academician T.S. Khachaturov. Moscow: Faculty of Economics, Moscow State University, M.V. Lomonosov, 142–143. Available at: <https://www.econ.msu.ru/sys/raw.php?o=51223&p=attachment>
3. Mingalieva, A. S., Zatsarinnaya, Y. N., Vatchagina, E. K. (2005). Analysis of the operation of the fuel preparation system of the pulverized coal TPP. *Energy problems*, 1-2, 22–31. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-raboty-sistemy-podgotovki-topliva-pyleugolnoy-tes>
4. Huang, P., Miao, Q., Ding, Y., Sang, G., Jia, M. (2021). Research on surface segregation and overall segregation of particles in a rotating drum based on stacked image. *Powder Technology*, 382, 162–172. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.12.063>
5. Huang, P., Miao, Q., Sang, G., Zhou, Y., Jia, M. (2021). Research on quantitative method of particle segregation based on axial center nearest neighbor index. *Minerals Engineering*, 161, 106716. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2020.106716>
6. Ivanov, S. D., Kudryashov, A. N., Oshchepkov, V. V. (2021). Determining Optimum Productivity of a Ball Drum Mill When Milling Brown Coals. *Thermal Engineering*, 68 (2), 136–141. doi: <https://doi.org/10.1134/s0040601521010134>
7. Machado, M. V. C., Santos, D. A., Barrozo, M. A. S., Duarte, C. R. (2017). Experimental and Numerical Study of Grinding Media Flow in a Ball Mill. *Chemical Engineering & Technology*, 40 (10), 1835–1843. doi: <https://doi.org/10.1002/ceat.201600508>
8. Golyshev, L. V., Mysak, I. S. (2012). The method for determining the ball load and the grinding capacity of a ball-tube mill from the power consumed by its electric motor. *Thermal Engineering*, 59 (8), 589–592. doi: <https://doi.org/10.1134/s0040601512080058>
9. Huang, P., Ding, Y., Wu, L., Fu, S., Jia, M. (2019). A novel approach of evaluating crushing energy in ball mills using regional total energy. *Powder Technology*, 355, 289–299. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.07.050>
10. Naumova, M. G., Morozova, I. G., Aliev, K. B. (2020). Creating a project for modernizing the feeding balls device to a ball mill using 3D modeling. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 971 (5), 052025. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/971/5/052025>

11. Romanovich, A., Osalou, A., Mamatova, V., Pahomov, E. (2019). The grinding bodies movement dynamics study in a ball mill equipped with energy-exchanging devices. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 698 (6), 066037. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/698/6/066037>
12. Stoimenov, N., Karastoyanov, D., Klochkov, L. (2018). Study of the factors increasing the quality and productivity of drum, rod and ball mills. *AIP Conference Proceedings* 2022, 020024. doi: <https://doi.org/10.1063/1.5060704>
13. Nazmeev, Yu. G., Mingaleeva, G. R. (2005). Fuel supply and dust preparation systems for TPPs. Moscow: Publishing house of MEI, 479.
14. Sidelkovsky, P. N., Yurenev, V. N. (1988). Boiler plants of industrial enterprises. Moscow: Energoatomizdat, 528.
15. Levit, G. T. (1990). Dust preparation at thermal power plants. Moscow: Energoatomizdat, 384.
16. Industrial technical instruction (PTI) 102-47-11. ArcelorMittal Temirtau JSC CHP-2. Production and technological instruction for the operation of the dust preparation system with ball mills of the type BDM-320/570. Temirtau, 19.
17. Pletnev, G. P. (2016). Automation of technological processes and production in heat power engineering. Moscow: MPEI, 352.
18. Kamarova, S., Abildinova, S., Terziev, A., Elemanova, A. (2020). The efficiency analysis of the SH-25A ball drum mill when grinding industrial products of fossil fuels. *E3S Web of Conferences*, 180, 01003. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202018001003>
19. Isaev, V., Kamarova, S. N. (2019). Pat. RK No. 5046. Coal crushing device. No. 2019/1145.2; declared: 25.12.2019, published: 12.06.2020.
20. Pellet Feed Grinding Process Optimization Through Simulation Tools And Mathematical Modeling (2015). Rio de Janeiro, 189. Available at: <https://www.metalmat.ufrj.br/index.php/br/pesquisa/producao-academica/dissertacoes/2015-2/285-pellet-feed-grinding-process-optimization-through-simulation-tools-and-mathematical-modeling/file>
21. Shuvalov, S. I., Novoseltseva, S. S., Verenin, A. A., Voroshilov, O. A. (2017). Mathematical model of a dust-system with a ball-type drum mill for the analysis of classification schemes. *Bulletin of ISEU*, 5, 10–18. doi: <https://doi.org/10.17588/2072-2672.2017.5.010-018>
22. Mikheev, P. G. (2005). Mathematical modeling of the motion of coal particles in a ball mill drum. Abstracts reports Int. scientific and technical conf.: State and prospects for the development of electrical technology (XII Benardos readings). Ivanovo: ISEU, 167.
23. Kamarova, S. N., Abildinova, S. K. (2019). Optimization of electricity consumption for dust preparation in ball-drum mills Sh-25A at TPP-2 of ArcelorMittal Temirtau JSC. Energy management, quality and efficiency of energy use: Proceedings of the IX International Scientific and Technical Conference. Blagoveshchensk, 370–377.
24. GOST 2093-82. Solid fuel. Size analysis. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200024037>
25. Laser particle analyzers «Microsizer» model 201A and 201C. Operation manual C 201.001. RE (2008). Saint Petersburg.
26. Sokolov, N. V. Kiselgof, M. L. et. al. (1971). Calculation and design of dust preparation plants of boiler units (Normative materials). Leningrad: NPO CKTI; VTI, 312.
27. Lebedev, A. N. (1969). Preparation and grinding of fuel at power plants. Moscow: Energiya, 520.
28. Andreev, A. A. (2009). About the model of the grinding process in a ball drum mill. *Processing of ores*, 4, 3–7.
29. Zhukov, V. P. (1987). Optimal size distribution of grinding bodies in drum mills. Intensification of mechanical processing of bulk materials. Ivanovo, 40–43.
30. Petrov, A. V. (2015). Modeling of processes and systems. Saint Petersburg: Lan, 288. Available at: <https://e.lanbook.com/book/68472>
31. Kamarova, S. N. (2020). Study of the thermodynamic efficiency of solid fuel preparation systems at ArcelorMittal Temirtau JSC. Energy and energy saving: theory and practice. Collection of materials v All-Russian scientific and practical conference. Kemerovo. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45771865>
32. Bogdanov, V. S. (1990). Calculation of energy parameters of interaction of grinding bodies in ball drum mills. *Cement*, 12, 18–22.
33. Abildinova, S. K., Kamarova, S. N. (2019). Optimization of electricity costs power of schemes of preparation of coal dust of B-25A ball drum mill of CHPP-2 JS of «ArcelorMittalTemirtau». Proceedings of the IX International Scientific and Technical Conference. Energy: management, quality and efficiency of energy use. Blagoveshchensk: Amur state. un-t, 370–376. Available at: <https://www.amursu.ru/upload/files/education/enf/konf/sbornik.pdf>
34. Zhukov, V. P. (1991). Experimental study of the influence of the surface of grinding bodies on the grinding rate. *Izv. University, Chemistry and chemical technology*, 34 (11), 110–111.
35. Zhukov, N. P., Chekh, A. S. et. al. (2007). Determination of particle size distribution of solid fuels by the sieve method. *Tambov: Izd-vo Tamb. state tech*, 12. Available at: <http://window.edu.ru/resource/816/64816/files/jukov-l.pdf>
36. Antony, J. (2014). Design of experiments for Engineers and Scientist. Elsevier. doi: <https://doi.org/10.1016/C2012-0-03558-2>
37. Balakhtina, E. E. et. al. (2005). Study of the motion of balls in the grinding chamber of a drum mill using numerical modeling. *Announcements University of Mining Journal*, 12, 198–204. Available at: [https://giab-online.ru/files/Data/2005/12/7\\_Balahnina15.pdf](https://giab-online.ru/files/Data/2005/12/7_Balahnina15.pdf)
38. Krykhtin, G. S., Kuznetsov, L. N. (1993). Intensification of the work of mills. Novosibirsk: VO «Science», Siberian Publishing Company, 240. Available at: <https://ru.ua1lib.org/book/3254139/d33877>
39. Zheng, Y., Kuznetsova, M. M., Ved', V. E., Aleksina, A. A. (2016). Experimental studies of the energetically effective conditions of grinding of solids. *Technical Physics*, 61 (5), 703–706. doi: <https://doi.org/10.1134/s1063784216050273>
40. Dmitrak, Yu. V. (2003). Features of the motion of the grinding charge in a ball drum mill. *Mining Journal*, 2, 54–57.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252301

**ОПТИМІЗАЦІЯ ЧАСТКОВИХ ПЕРЕДАТНИХ ЧИСЕЛ ДВОСТУПЕНЕВОГО ЧЕРВ'ЯЧНОГО РЕДУКТОРА ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ ЗАГАЛЬНОЇ ВАРТОСТІ РЕДУКТОРА (с. 6–15)**

Nguyen Huu Quang, Nguyen Hong Linh, Trieu Quy Huy, Pham Duc Lam, Nguyen Anh Tuan, Nguyen Dinh Ngoc, Le Xuan Hung, Vu Ngoc Pi

Оптимізація конструкції черв'ячного редуктора є складним завданням з огляду на безліч завдань і основних конструктивних параметрів. Отже, для отримання оптимальних результатів розглянуто більш послідовний і надійний метод оптимізації. У даній роботі представлений процес оптимізації двоступеневого черв'ячного редуктора з цільовою функцією мінімізації загальної вартості редуктора. В якості вхідних параметрів для оцінки впливу на відгук часткового передатного числа  $u_2$  обрані десять основних конструктивних параметрів. У дослідженні використовувалися імітаційні експерименти, які не вимагають витрат для виконання всіх можливих випробувань. Для цього була обрана модель  $2^{k(10-3)}$  і використання дробової моделі  $1/16$  через обмеження вбудованої функції в Minitab@18. Більш того, використовуються відсіваючі експерименти для визначення кількості параметрів, що має незначний вплив на відгук. У порівнянні з використанням методу Тагучі, модель  $2^{k11}$ , що відповідає випробуванням L32 або 32, є простим методом для досягнення цілей.

Результати показують, що загальне передатне число редуктора має найбільший вплив на відгук в порівнянні з іншими. Крім того, велике значення має взаємодія між цими факторами та іншими. Висока достовірність запропонованої моделі підтверджена імітаційними експериментами. Випадкова тенденція даних показує, що на  $u_2$  істотно не впливають інші параметри, крім вхідних. Дані в зворотному порядку доводять, що відгук не залежить від фактора часу. Більш того, скоригований коефіцієнт  $R^2$  і  $R^2$  перевищують 99 %, можна зробити висновок, що запропонована регресійна модель є підходящою. Запропонований в даному дослідженні процес оптимізації є надійним, а оптимальний метод проектування може служити корисним інструментом для підвищення продуктивності інших черв'ячних редукторів.

**Ключові слова:** вартість підшипника, вартість редуктора, відсіваючий експеримент, двоступеневий черв'ячний редуктор.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252045

**РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ТА ПРОЕКТУВАННЯ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО РОБОТА-ДЕЗИНФЕКТОРА (с. 16–23)**

Amandyk Tuleshov, Nutpulla Jamalov, Nurbibi Imanbayeva, Ayaulym Rakhmatulina

У даній роботі пропонується робот, призначений для автоматизованої планової або екстреної дезінфекції в замкнутих приміщеннях. Робот відноситься до роботів комбінованого типу.

Робот складається з двох функціональних частин: універсальної мобільної платформи (нижня частина) та дезінфектора (верхня частина), який при необхідності може вільно пересуватися персоналом на 4 колесах. У вихідному положенні верхня частина робота-дезінфектора знаходиться на зарядній станції. Мобільний робот під'їжджає до дезінфектора, «зачіпляє» його (ставить на себе) і рухається наміченим маршрутом. Верхня частина дезінфектора має власну незалежну інтелектуальну систему, окрему від мобільного робота, яка при розпізнаванні людини припиняє розпилення дезінфікуючої рідини: у цьому випадку УФ-лампи повертаються на  $180^\circ$ , циліндричний корпус закривається і включається вентиляція знезараженого повітря із замкнутого приміщення. Крім того, розпилення дезінфікуючої рідини включається тільки при виявленні ліжок, столів та стільців.

Завдяки розпилювальним форсункам, розташованим на висоті 400 мм, дезінфектор може проводити одночасну комплексну обробку приміщень з обладнанням і меблями, включаючи якісну обробку нижніх поверхонь столів, стільців та ліжок.

Для поліпшення функціональних характеристик роботів-дезінфекторів та спрощення їхньої конструкції запропонований багатофункціональний робот-дезінфектор.

Встановлено, що результат досягається за рахунок того, що в багатофункціональному роботі-дезінфекторі, що містить пересувний візок з автономною системою позиціонування та навігації, дезінфекційну платформу з системою розпилення дезінфікуючої рідини та встановленими на ній УФ-лампами з відбивачами, дезінфекційна платформа має власні автономні системи керування і живлення.

**Ключові слова:** багатофункціональний робот-дезінфектор, пандемія COVID-19, УФ-лампи, комплексна дезінфекція, медичний робот.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252930

**МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ РОЗПОДІЛІВ ШЛЯХОМ АНАЛІЗУ ТЕПЛОСТІЙКОСТІ ШАРНІРА СХОПУ ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА ПІД ДІЄЮ НАГРІТОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ (с. 24–28)**

Hasan Shakir Majdi, Atheer Raheem Abdullah, Auday Shaker Hadi, Laith Jafer Habeeb

У ряді випадків, наприклад, в аерокосмічній, автомобільній та енергетичній промисловості, часто необхідне високоточне моделювання або рішення задач, пов'язаних з будівельною механікою, теплопередачею або електромагнітними впливами. Для цих задач, поширеним методом розв'язання основних диференціальних рівнянь в частинних похідних (PDE) є аналіз методом скінченних елементів (FEA). Фізика цих задач точно відображає тривимірний аналіз методом скінченних елементів або 3D-FEA. Актуальність даного дослідження полягає в тому, щоб показати, як налаштувати моделювання методом скінченних елементів (FEA) та використовувати модель навколишнього середовища для вирішення задач, з якими зазвичай стикаються інженери та вчені в різних областях, таких як аерокосмічна промисловість, автомобілебудування та енергетика. У дослідженні аналізуються характеристики механічних компонентів за різних фізичних впливів, а також показаний термічний аналіз компонента промислового робота-маніпулятора KUKA YouBot шляхом визначення розподілу температур, значення, код та результати випробувань для декількох матеріалів. Розроблена модель дозволяє визначити і оцінити чутливий компонент при навантаженні, вібрації або нагріванні, а також визначити деформаційні напруги, серед іншого, для вибору найкращого матеріалу і навіть запобігання руйнування або небажаного резонансу. Ці системи

завичай моделюються за допомогою диференціальних рівнянь в частинних похідних або PDE, які відображають основну фізику завдання, і FEA є лише одним з найбільш поширених методів вирішення рівнянь такого типу. Модель лінійної регресії може служити хорошою прогнозною моделлю, що представляє взаємозв'язок між теплопровідністю та максимальною температурою для уникнення незадовільної продуктивності маніпулятора.

**Ключові слова:** аналіз методом скінченних елементів (FEA), теплопередача, диференціальні рівняння в частинних похідних (PDE), шарнір схопу промислового робота.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251983

### РОЗРОБКА ПІДХОДУ ДО ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІЙ НА КРИВОЛІНІЙНИХ ДІЛЯНКАХ (с. 29–35)

В. Д. Борисенко, С. А. Устенко, І. В. Устенко

Пропонується підхід до влаштування криволінійних ділянок залізничного шляху, який передбачає заміну двох перехідних і кругової кривої однією криволінійною ділянкою. Моделювання цієї ділянки передбачає побудову кривої в плані та профілі, сумісний розгляд яких формує просторовий вигляд кривої, яка забезпечує плавний перехід між прямолінійними рейками шляху. Необхідність подібних переходів обумовлюється рельєфом місцевості, потребою обходження населених пунктів та наявністю геологічних, географічних та інших перешкод, які зустрічаються при прокладанні залізничних шляхів. Моделювання криволінійної ділянки в плані виконується із застосуванням кривої, яка подається в натуральній параметризації із законом розподілу кривини у вигляді поліному  $p$ 'ятого степеня. При цьому в початковій та кінцевій точках ділянки кривина та її похідна мають нульові значення. Відвід підвищення зовнішньої рейки (моделювання в профілі) виконується із застосуванням складеної кривої, ділянки якої також подаються у натуральній параметризації із залежностями розподілу кривини від довжини дуги у вигляді поліномів четвертого степеня. У точці стикування ділянок забезпечується третій порядок гладкості, який передбачає рівність значень функцій, її похідних, кривини та похідної від кривини від довжини власної дуги. Запропоновані заходи для забезпечення заданого відводу ширини колії. Застосування пропонованого підходу до моделювання залізничного шляху на криволінійній ділянці кривою змінного радіуса дозволить отримати сприятливий розподіл кривини, плавний відвід підвищення зовнішньої рейки та ширини колії. У підсумку це підвищить безпеку проходження рухомого складу по криволінійній ділянці шляху, зменшить бічні та вертикальні зусилля, які обумовлюють знос рейок і колісних пар.

**Ключові слова:** залізничний шлях, криволінійна ділянка, відвід підвищення зовнішньої рейки, ширина колії.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251385

### ПОРІВНЯННЯ РІВНЯНЬ ХЕЙЗЕНА-ВІЛЬЯМСА І ДАРСІ-ВЕЙСБАХА ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ГІДРАВЛІЧНИХ ВТРАТ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ОЧИЩЕНИХ СТИЧНИХ ВОД В МІСТІ КЕРБЕЛА, ІРАК (с. 36–43)

Layth Saeed Abdulameer, Nazira Dzhumagulova, Hayder Algretawee, Larisa Zhuravleva, Musa Habib Alshammari

В даний час для підтримки процесу сталого використання водних ресурсів широко поширене повторне використання стічних вод. Тому очищені стічні води можна транспортувати у відповідні місця та використовувати для різних цілей. У даному дослідженні за допомогою WaterCAD Version 8i представлена емпірична залежність між рівняннями Дарсі-Вейсбаха та Хейзена-Вільямса для чотирьох типів матеріалів труб (ковкий чавун, склопластик, бетон та пластик). Були розроблені дві моделі для оцінки гідравлічних втрат у трубах з використанням різних діаметрів: перша з діаметром труби від 800 мм до 1200 мм при витраті  $1,16 \text{ м}^3/\text{с}$ , друга з діаметром труби від 1600 мм до 2000 мм при витраті  $4,63 \text{ м}^3/\text{с}$ . Результати дослідження являють собою значення гідравлічних втрат, отримані з рівняння Дарсі-Вейсбаха та Хейзена-Вільямса, які використовувалися для їх кореляції за допомогою IBM SPSS Statistics. Коефіцієнт кореляції між обома рівняннями склав  $0,991, 0,990, 0,990$  і  $0,990$  для ковкого чавуну, склопластику, бетону і пластика. Крім того, залежність між гідравлічними втратами та діаметром труби обернено пропорційна для обох рівнянь. Також, обидва результати рівняння гідравлічних втрат однакові. Значення гідравлічних втрат у рівнянні Дарсі були вищими для ковкого чавуну та склопластику, але нижчими для бетону та пластику в обох моделях. Вибір бетонних або пластикових труб для транспортування очищених стічних вод краще, ніж інших матеріалів. Ще один висновок полягає в тому, що діаметр труби впливає на величину гідравлічних втрат незалежно від виду рівняння, будь то рівняння Дарсі-Вейсбаха чи Хейзена-Вільяма. Нарешті, дане співвідношення дуже корисне для проєктувальників при перетворенні значень гідравлічних втрат, отриманих за допомогою представлених рівнянь.

**Ключові слова:** рівняння Хейзена-Вільямса, рівняння Дарсі-Вейсбаха, WaterCAD V8i, гідравлічні втрати, коефіцієнт кореляції.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251172

### ВСТАНОВЛЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МОЛОЧНО-ДОЇЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ МАШИНОГО ДОЇННЯ (с. 44–55)

Е. Б. Алієв, А. П. Палій, В. М. Кісь, А. П. Палій Р. В. Петров, Л. В. Плюта, О. М. Чекан, О. В. Мусієнко, В. В. Уховський, Л. Є. Корнієнко

Одним із завдань, які передбачають підвищення молочної продуктивності корів, є створення оптимальних умов обслуговування, що забезпечують підвищення використання генетичного потенціалу тварин на основі реалізації інженерно-технологічних рішень.

Розроблено математичну модель, яка зв'язала техніко-технологічні параметри вакуумної системи молочно-доїльного обладнання, а саме величину робочого вакууму  $P$ , частоту пульсацій  $n$ , співвідношення тактів пульсацій і силу натягу дійкової гуми  $F_H$  зі швидкістю молоковіддачі корів  $V$ . Визначено діапазон робочих параметрів доїльної установки за доїння у молокопровод, за яких швидкість молоковіддачі максимальна:  $P=52 \text{ кПа}$ ,  $n=57,6-58,8 \text{ хв}^{-1}$ ,  $\delta=0,59-0,64$ ,  $F_H=59,3-60,4 \text{ Н}$ . При цих параметрах швидкість молоковіддачі складає  $V=1,48-1,53 \text{ л/хв}$ .

За результатами багатофакторного експерименту одержано адекватну математичну модель другого порядку, яка підтверджує теоретичну залежність впливу техніко-технологічних параметрів вакуумної системи молочно-доїльного обладнання на швидкість

молоковіддачі і витрати повітря доїльного апарата. Аналіз математичної моделі дозволив отримати раціональні конструктивно-технологічні параметри вакуумної системи доїльної установки: величина робочого вакууму  $P=50,6$  кПа, частота пульсацій  $n=55,9$  хв<sup>-1</sup>, співвідношення тактів пульсацій і сила натягу дійкової гуми  $F_H=64,8$  Н. При цих параметрах швидкість молоковіддачі максимальна та складає  $V=1,47-1,52$  л/хв, а витрати повітря доїльного апарата  $Q=2,19$  м<sup>3</sup>/год.

Розроблена математична модель в повній мірі розкриває вплив техніко-технологічних параметрів молочно-доїльного обладнання на ефективність машинного доїння. Завдяки цьому вирішується задача у раціональному виборі устаткування.

**Ключові слова:** молочно-доїльне обладнання, доїльний апарат, дійкова гума, вакуумна система, швидкість молоковіддачі.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251065

### РОЗРОБКА МЕТОДУ ІНТЕРАКТИВНОЇ КОМПОНОВКИ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МОДЕЛЕЙ ЧОЛОВІЧОГО ПІДЖАКА (с. 56–66)

А. Л. Славінська, С. А. Матюх, В. В. Мица, О. П. Сиротенко, О. М. Домбровська

Одним із напрямків корегування дизайнерської ідеї визначено тісноту зв'язку метричних характеристик моделі з динамікою оновлення структури форми. Необхідність згортання інформації модельних різновидів чоловічого піджака обумовлена циклічним повторенням моди. Регресійним аналізом результатів дослідження доведено вплив накопичення кількісних змін стилєвих ознак на перехід в якісні зміни форми на протязі 15 років. Періодична повторюваність п'ятишовної конструкції чоловічого піджака в якості типового представника свідчить про можливість застосування кластерів типових елементів. Кореляційний аналіз оновлення мобільних ознак (прибавка по лінії талії і ширина лацкана) підтверджує високий рівень зв'язку з силуетною характеристикою.

Сформовано інформаційно-аналітичний матеріал кодування класифікаційних ознак функціональних вузлів модельних конструкцій промислової колекції. Запропоновано варіант згортання множин класифікаційних ознак в процесі сортування вибірок відносно базового переліку функціональних вузлів. Розроблена матриця сумісності  $24 \times 24$  дозволяє застосувати метод морфологічної скриньки для порівняння множин вибірок. Наявність однорідності середньої величини накопичуваних частот  $K_{к.о.}=0,72$ ,  $K_{г.о.}=0,69$  підтверджує належність вибірок до типологічного ряду. Наявність спільної системи кодування спрощує відбір моделей з колекцій інтернет-ресурсів.

Метод сортування моделей-пропозицій кінцевої множини компоновки підтверджено коефіцієнтом валідності  $K_v=0,71$ , який дозволяє верифікувати сприйняття образу піджака як типового представника сучасної конструкції.

Сформульовані практичні рекомендації щодо групування записів кодів моделей промислової колекції в промисловій серії, що забезпечують контроль запуску виробів в технологічний процес.

**Ключові слова:** інтерактивна компоновка, вибірка моделей, структурний елемент, чоловічий піджак, матриця згортання.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251126

### РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ КОНОПЕЛЬ СТРІЧКОВИМИ НАКОПИЧУВАЧАМИ (с. 67–75)

В. О. Шейченко, В. В. Шевчук, І. А. Дудніков, С. П. Коропченко, В. І. Днесь, Ю. Б. Скоряк, В. І. Скібчик

Розроблено систему технології збирання врожаю конопель стрічковими накопичувачами. Запропоновано формувати валок скошених стебел конопель на стрічку і волочити її до краю поля для подальшого перероблення стебел. Завдяки цьому уможливується суттєве підвищення ефективності механізованих процесів збирання і перероблення усього біологічного врожаю конопель. Рівень керованості системами виробництва конопель підвищено. Одночасно покращено управління процесом валкоутворення стрічки стебел коноплі.

Удосконалено технологію збирання конопель з можливістю отримання сировини для довгого волокна і лікувальних препаратів. Двофазне збирання (на насіння і волокно) запропоновано реалізовувати із використанням стрічкових накопичувачів стаціонарними (напівстаціонарними) комплексами.

Системно обґрунтовано можливість приготування трести обчесаних стебел коноплі методом розстелення на матеріали різного виду.

Досліджено вплив товщини шару стебел конопель, розстелених для приготування трести, на терміни її приготування та показники якості волокна. Встановлено, що за показниками якості виробленого волокна треста всіх дослідів вилежана, ефективність її переробки для середньо- та крупностеблової фракції – висока. Вироблене волокно у всіх дослідях характеризувалося чистотою, високими показниками розривного навантаження та жменьовою довжиною. За значенням лінійної щільності волокно у всіх варіантах досліджень перевищувало нормативне у 1,65–2,64 рази, що обумовило віднести його до нестандартного.

Встановлено зростання значень показників якості за відповідного змінення від 1 до 3 кг/м.п. товщини шару обчесаних стебел коноплі. Розривне навантаження, за таких умов, збільшилося на 16,6 %, лінійна щільність на 20 %, вміст костриці на 60 %, вміст лапи на 12,5 %, вміст ликоподібних пасм на 10,8 %.

**Ключові слова:** технічна конопля, стрічкова технологія збирання, сланцева треста, якість трести.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252612

### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФОРМАЦІЇ НИТОК ОСНОВИ НА ТКАЦЬКИХ ВЕРСТАТАХ (с. 76–85)

Nigar Makhmudova

Існує багато теоретичних та експериментальних робіт з визначення деформації та натягу ниток основи. Запропоновано аналітичні рішення та математичні моделі напруженого стану ниток основи та уток при формуванні тканини. Практично у всіх дослідженнях деформація ниток основи визначалася при зевотворенні та прибою утоку окремо. Існує експериментальний метод визначення деформації ниток основи, що дозволяє усунути деякі недоліки, притаманні теоретичним. Але цей метод не позбавлений властивих йому недоліків, таких як низька точність виміру деформації та складність деяких операцій при вимірі, що призводить до збільшення часу, що витрачається на проведення експерименту.



Проведено дослідження для усунення цих недоліків, в якому пропонується фотографувати об'єкт, що вимірюється, за допомогою цифрової камери, підключеної до комп'ютерної системи для друку зображення. Електронний штангенциркуль використовується для вимірювання деформації ниток основи на друкованому папері, який враховує при вимірюванні частки міліметра.

Запропонований метод дозволяє з достатньою точністю та швидко визначити деформацію ниток основи пружної системи заправки ткацького верстата та дає можливість візуально контролювати зміни деформації ниток основи на верстаті. Використання цього методу дозволяє скоротити час вимірювання деформації однієї нитки з 30–40 секунд до 5–7 секунд, що в 5–6 разів менше в порівнянні з існуючим і забезпечує точність вимірювання щонайменше до одного десятка мм.

Результати роботи можна використовувати для визначення деформації та натягу ниток основи на верстатах при виробленні тканин головного переплетення з метою зменшення нерівномірності натягу основних ниток, підвищення продуктивності праці та покращення якості тканини.

**Ключові слова:** нитки основи, деформація нитки, натяг, пружна система заправки, ткацький верстат.

---

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252642

### РОЗРОБКА МОДЕЛІ ПРАВКИ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ КРУГІВ ПРИ ДВОСТОРОННЬОМУ ШЛІФУВАННІ КРУГЛИЙ ТОРЦІВ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК (с. 86–93)

В. В. Кальченко, В. І. Кальченко, А. В. Кологойда, А. М. Єрошенко, Д. В. Кальченко

Проведено просторове математичне моделювання процесу правки робочої поверхні шліфувальних кругів для здійснення двостороннього шліфування торців циліндричних деталей. Широко поширені деталі з високоточними торцевими поверхнями, серед яких ролики підшипників, поршневі пальці, хрестовини карданних валів та інші. Забезпечення геометричної точності поверхонь здійснюється шляхом одночасного шліфування торців на двосторонніх торцешліфувальних верстатах зі схрещеними осями деталі та кругів, які працюють у режимі самозатуплення. Перед початком обробки круги правлять у робочому положенні. Причому сумарний кут орієнтації інструментів обирається з умови рівномірного розподілу припуску вздовж чорнових ділянок кругів. Правка здійснюється однокристальним алмазним інструментом з різною подачею. Таким чином забезпечується різна розвиненість поверхні абразивних інструментів, що збільшує їх період роботи між правками та збільшує загальну стійкість. Постійна величина мікронерівностей на калібрувальній ділянці збільшує якість обробки. Калібрувальна ділянка виконується у вигляді прямої, що належить площині, яка проходить через вісь обертання круга та перпендикулярна площині деталі, що обробляється. На базі просторових математичних моделей процесів зняття припуску і формоутворення при правці круга проведено дослідження поверхні шліфувального круга. Запропоновані математичні моделі формоутворення торців деталей при шліфуванні кругами з конічними калібрувальними ділянками, показано що за запропонованою схемою обробки геометрична похибка розміру деталі відсутня. Крім того, за рахунок рівномірного розподілу припуску вздовж чорнової ділянки круга підвищується якість поверхневого шару торців деталей. Розроблений спосіб правки робочої поверхні кругів може бути використаний для шліфування торців некруглих деталей.

**Ключові слова:** двостороннє шліфування, схрещені осі, правка круга, алмазний олівець.

---

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.253034

### ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ВУГІЛЛЯ В БАРАБАННО-КУЛЬОВИХ МЛИНАХ НА ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ (с. 93–105)

Saule Kamarova, Saule Abidinova, Angel Terziev, Galym Baidyussenov

Забезпечення надійної роботи системи підготовки пилоподібного палива на теплових електростанціях (ТЕС) є актуальним питанням, оскільки вона визначає енергетичну стратегію будь-якої країни, що використовує вугілля для виробництва теплової енергії. Даний агрегат є одним з найбільш енергоємних на ТЕС. Ці системи є застарілими, погано автоматизованими та відрізняються високою енергоємністю. Крім того, вони повинні забезпечувати ефективну та безпечну експлуатацію об'єкта, при цьому не завдаючи шкоди навколишньому середовищу. У даній роботі розглядається процес подрібнення вугілля в барабанно-кульових млинах для подальшого спалювання вугільного пилу. Для визначення основних факторів (частота обертання барабанного млина, ступінь завантаження мелючими кулями та швидкість подачі повітря), що впливають на ефективність системи підготовки палива було проведено експериментальне дослідження. За даними експериментів та проведеного математичного моделювання були отримані рівняння регресії, що описують енергоефективність млина. Було отримано та обґрунтовано три рівняння регресії для продуктивності млина, споживаної потужності та питомої поверхні кінцевого продукту. Дослідження показало, що найменші питомі енерговитрати досягаються за відносної частоти обертання млина від 0,81 до 0,87; середньозваженого діаметру куль від 33,5 до 34,5 мм; коефіцієнту завантаження мелючих тіл від 0,325 до 0,335, швидкості подачі повітря від 0,2 до 0,3 м/с. Запропонована методика дозволяє регулювати робочі параметри процесу подрібнення для досягнення найменших енерговитрат. При обраному режимі роботи подрібнювальної установки енерговитрати на підготовку можуть бути знижені до 5 %.

**Ключові слова:** барабанно-кульовий млин, подрібнення вугілля, підвищення ефективності, тепла електростанція, регресійний аналіз.