

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.272742

DEVELOPMENT OF SPECIAL CLOTHING FOR BURN PATIENTS (p. 6–13)**Gulnar Shaizadanova**

Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3789-1196>**Kaldygul Kucharbaeva**

Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0030-4314>**Kamilya Abilkalamova**

Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8228-1218>**Zhazira Baizhanova**Kazakh University of Technology and Business,
Astana, Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9160-9633>**Alima Sabitova**

Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6125-0132>

The object of the study is special clothing for burn patients. The insufficiency of the range of special general-purpose clothing significantly reduces the possibilities of using medical technologies, slows down the provision of medical care, reduces the quality of life of patients in the treatment period. Consideration of protective functions and a functional and constructive approach to the development of special clothing for burn patients are important, given that such clothing should protect the patient from infections and facilitate medical procedures by medical personnel. As a result of the study, a set of special general-purpose clothing for burn patients was developed from the medical fabric «Panacea PP 180» with the antibacterial finish CleanOK, taking into account the requirements of functionality, specific features of medical procedures. The features of designing special clothing for patients with thermal skin lesions proposed in this study create more comfortable conditions for the patient compared to standard hospital clothing. The use of mesh fabric in the side parts ensures compliance with hygienic requirements for clothing that form the microclimate of the under-bed space; taking into account the peculiarities of medical procedures and the topography of their implementation, the development of functional and constructive solutions for a set of special clothing is effective. The practical significance of special clothing for burn patients lies in its protective function against infections, the effectiveness of the rehabilitation effect on the body of a sick person, as well as improving the quality of medical procedures performed by personnel in stationary conditions.

Keywords: special clothing, burn patient, medical procedures, classification, functional and constructive approach.

References

- Brusselsaers, N., Monstrey, S., Vogelaers, D., Hoste, E., Blot, S. (2010). Severe burn injury in Europe: a systematic review of the incidence, etiology, morbidity, and mortality. *Critical Care*, 14 (5), R188. doi: <https://doi.org/10.1186/cc9300>
- Empire of overalls LLP. Available at: <https://overall.kz>
- Silverts Adaptive LLC. Available at: <http://www.silverts.com/>
- Buck & Buck. URL: <https://www.buckandbuck.com/>
- Personal Touch Health Care Apparel Inc. Available at: <http://www.nursinghomeapparel.com/>
- Easy Access Clothing. Available at: <http://www.easyaccessclothing.com/>
- Production of workwear in the Republic of Kazakhstan: report on the results of marketing research. National Chamber of Entrepreneurs of the Republic of Kazakhstan «Atameken». Nur-Sultan, 74.
- Kearney, L., Francis, E. C., Clover, A. J. (2018). New technologies in global burn care - a review of recent advances. *Int J Burns Trauma*, 8 (4), 77–87.
- Mayer, C. L., Werman, H. A. (2019). Management of Burn Injuries. *Relias Media*. Available at: <https://www.reliamedia.com/articles/143698-management-of-burn-injuries>
- Shi, J. J., Shen, A. M., Sun, Y., Li, Z., Jiao, L. (2018). Occupational activity disorders of extremely severe mass burn patients in recovery period after injury: a cross-sectional survey. *Chinese Journal of Burns*, 34 (9), 624–628. doi: <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2018.09.012>
- Coghlan, N., Copley, J., Aplin, T., Strong, J. (2019). The experience of wearing compression garments after burn injury: «On the inside it is still me.» *Burns*, 45 (6), 1438–1446. doi: <https://doi.org/10.1016/j.burns.2018.08.014>
- Coghlan, N., Copley, J., Aplin, T., Strong, J. (2019). How to improve compression garment wear after burns: Patient and therapist perspectives. *Burns*, 45 (6), 1447–1455. doi: <https://doi.org/10.1016/j.burns.2019.04.018>
- DeBruler, D. M., Baumann, M. E., Zbinden, J. C., Blackstone, B. N., Bailey, J. K., Supp, D. M., Powell, H. M. (2020). Improved Scar Outcomes with Increased Daily Duration of Pressure Garment Therapy. *Advances in Wound Care*, 9 (8), 453–461. doi: <https://doi.org/10.1089/wound.2020.1161>
- Kisch, T., Stang, F. H., Mailaender, P., Schleusser, S., Michel, D., Trieb, R. et al. (2021). Smart Scar Care-Industry 4.0 in Individualized Compression Garments: A Randomized Controlled Crossover Feasibility Study. *Plast Reconstr Surg Glob Open*, 9 (7), e3683.
- Joo, S. Y., Cho, Y. S., Yoo, J. W., Kim, Y. H., Sabangan, R., Lee, S. Y., Seo, C. H. (2022). Clinical Utility of the Portable Pressure-Measuring Device for Compression Garment Pressure Measurement on Hypertrophic Scars by Burn Injury during Compression Therapy. *Journal of Clinical Medicine*, 11 (22), 6743. doi: <https://doi.org/10.3390/jcm11226743>
- Shaizadanova, G. S., Kucharbayeva, K. Zh., Mokeeva, N. S. (2020). Research of constructive and technological solutions for the development of special-purpose clothing for burn patients. *Bulletin of ATU*, 2 (127), 43–49.
- Smirnov, E. S. (1969). *Taxonomic analysis*. Moscow, 191.
- Bilon, E. (2019). Using Bloom's Taxonomy to Write Effective Learning Objectives: The ABCDs of Writing Learning Objectives: A Basic Guide. Independently published, 25–28.
- Kucharbayeva, K. Zh., Mokeeva, N. S., Shaizadanova, G. S. (2019). Development of a set of clothes for patients with thermal lesions. *Bulletin of ATU*, 4 (125), 82–87.
- Tchaikovsky textile. Available at: <https://textile.ru/products/spec-cloth/med/160p>
- Forma-odezhda. Available at: <https://forma-odezhda.com/search/?-search=%D1%82%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D1%8C%20%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D1%86%D0%B5%D1%8F>
- Shaizadanova, G. S., Kucharbayeva, K. Zh., Mokeeva, N. S. (2019). Research and selection of materials for special-purpose clothing for burn patients. Innovative development of food, light industry and hospitality industry: Materials of the International Scientific and Practical Conference. Almaty, 205–207.

23. The methodology of designing a capacious COMECON. Tkanix.info. Available at: <https://www.tkanix.info/shitye/metodika-konstruirovaniya-emko/>
24. Bykovskaya, E. V., Sitnikova, O. G. (2013). Systems of classification of reserves for the growth of the quality of functioning of production systems. Tambov: Publishing house of FGBOU VPO «TSTU», 104.
25. Surikova, G. I., Surikova, O. V., Kuzmichev, V. E., Gnidenko, A. V. (2019). Designing of light industry products in CAD (clothing CAD). Moscow: ID «FORUM»: INFRA-M, 336.
26. Shaizadanova, G. S., Kucharbayeva, K. Zh. (2019). Development of special-purpose clothing for patients with thermal lesions. Mater. International Scientific and Practical conference «Global Science and Innovations V». Gdansk: Eurasian Center for Innovative Development DARA, 302–306.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.272741

IDENTIFYING FACTORS AFFECTING COMFORT WORKWEAR FOR MOUNTAIN TOURISM (p. 14–24)

Saule Nurbay

International Educational Corporation,
Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1563-2783>

Zhaksybek Usenbekov

Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0221-1226>

Bulat Seitov

Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3659-2979>

Lazzat Sarttarova

Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7268-7620>

Nazima Seitova

«Symbat» Institute of Design and Technology
of the Almaty Humanitarian – Economic University,
Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3691-6590>

The quality and comfort of clothing for people engaged in mountain tourism are influenced by the pack of clothing materials, which determine their durability and heat resistance. In practice, wear resistance and thermal insulation of clothing materials are evaluated by standard methods for single-layer materials. To solve the problem of studying the wear resistance and heat resistance of a clothing pack, we developed an experimental setup for studying the wear resistance of the clothing pack under the influence of cyclic loads and an installation for determining the heat-shielding properties of the pack of clothing materials, allowing you to reproduce both the temperature of the underwear space, as well as environmental factors.

By studying the influence of wind flow, humidity and ambient temperature on the heat-shielding ability of packages of various compositions, the most rational package of clothing for mountain tourism was determined. The selected package provides a comfortable state of a person in the absence of air permeability and at a wind speed of 5 m/s; and at wind speeds of 10 m/s and 15 m/s, the temperature of the underwear space decreases. The heat protection of the clothing package is influenced by the breathing of the athlete's body during movements. So, at ambient temperature $T_{ok}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ and humidity within 60–70 % when the breathing simulator was turned on in the underwear space, $T_{pp}=26\text{ }^{\circ}\text{C}$, $W=62\text{ }\%$, and when it was turned off, $T_{pp}=27\text{ }^{\circ}\text{C}$, and the humidity value did not change.

The developed experimental installations and research methods can be recommended for use at the design stage in the production laboratories of enterprises producing mountain sports clothing.

Keywords: mountain tourism, pack of materials, clothes, fatigue wear, wear resistance of clothes, underwear space, heat-shielding functions of clothes.

References

1. Wan, X., Wang, F., Udayraj. (2018). Numerical analysis of cooling effect of hybrid cooling clothing incorporated with phase change material (PCM) packs and air ventilation fans. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 126, 636–648. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2018.05.155>
2. Pinto, R., Carr, D., Helliker, M., Girvan, L., Gridley, N. (2012). Degradation of military body armor due to wear: Laboratory testing. *Textile Research Journal*, 82 (11), 1157–1163. doi: <https://doi.org/10.1177/0040517511435010>
3. Ke, Y., Zheng, Q., Wang, F., Wang, M., Wang, Y. (2022). High-Performance Workwear for Coal Miners in Northern China: Design and Performance Evaluation. *Autex Research Journal*, 22 (2), 155–162. doi: <https://doi.org/10.2478/aut-2021-0020>
4. Zheng, Q., Ke, Y., Wang, H. (2020). Design and evaluation of cooling workwear for miners in hot underground mines using PCMs with different temperatures. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 28 (1), 118–128. doi: <https://doi.org/10.1080/10803548.2020.1730618>
5. Mandal, S., Mazumder, N.-U.-S., Agnew, R. J., Song, G., Li, R. (2021). Characterization and Modeling of Thermal Protective and Thermo-Physiological Comfort Performance of Polymeric Textile Materials – A Review. *Materials*, 14 (9), 2397. doi: <https://doi.org/10.3390/ma14092397>
6. Shah, M. A., Pirzada, B. M., Price, G., Shibiru, A. L., Qurashi, A. (2022). Applications of nanotechnology in smart textile industry: A critical review. *Journal of Advanced Research*, 38, 55–75. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2022.01.008>
7. Chen, B. (2021). Simulation of heat transfer process of thermal protective clothing based on FPGA and sensor processing system. *Microprocessors and Microsystems*, 81, 103672. doi: <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2020.103672>
8. Lauronen, S., Mäkinen, M., Annala, P., Huhtala, H., Yli-Hankala, A., Kalliomäki, M. (2020). Thermal suit connected to a forced-air warming unit for preventing intraoperative hypothermia: A randomised controlled trial. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 65 (2), 176–181. doi: <https://doi.org/10.1111/aas.13714>
9. Fonseca, A., Neves, S. F., Campos, J. B. L. M. (2021). Thermal performance of a PCM firefighting suit considering transient periods of fire exposure, post – fire exposure and resting phases. *Applied Thermal Engineering*, 182, 115769. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2020.115769>
10. Grave, M. F. (2004). A modelagem sob a ótica da ergonomia. São Paulo: Zennex.
11. Neves, É. P. das, Brigatto, A. C., Paschoarelli, L. C. (2015). Fashion and Ergonomic Design: Aspects that Influence the Perception of Clothing Usability. *Procedia Manufacturing*, 3, 6133–6139. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.769>
12. Pezzolo, D. B. (2009). Por dentro da moda: definições e experiências. São Paulo: EditoraSenac, 224.
13. Baudot, F. (2002). A moda do século. São Paulo: CosacNaify.
14. Gorshkov, S. M. (Ed.) (1979). *Industrial ergonomics*. Moscow: Medicine, 334.
15. Mishra, P., Pandey, C., Singh, U., Gupta, A. (2018). Scales of measurement and presentation of statistical data. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 21 (4), 419. doi: https://doi.org/10.4103/aca.aca_131_18

16. ASTM D3181-15 (2019). Standard Guide for Conducting Wear Tests on Textiles. ASTM International.
17. Buzov, B. A., Alymenkov, N. D. (2004). Material science in the production of light industry products (clothing industry). Moscow: Ed. Center «Academy», 448.
18. Pavlov, M. A. (2018). Development and research of complex materials for clothing operated in extreme conditions. Moscow.
19. Akhmedova, Z. M., Tashpulatov, S. Sh., Cherunova, I. V. (2019). Determination of the weightiness of quality indicators of textile materials and pack for heat-protective clothing. *Young scientist*, 52 (290), 17–19. Available at: <https://moluch.ru/archive/290/65783/>
20. ISO 6942:2002 (2022). Protective clothing – protection against heat and fire – method of test: evaluation of materials and material assemblies when exposed to a source of radiant heat. Available at: https://infostore.saiglobal.com/en-gb/standards/iso-6942-2002-r2015--582845_saig_iso_iso_1334360
21. ISO 13506-1:2017. Protective clothing against heat and flame – part 1: Test method for complete garments – measurement of transferred energy using an instrumented manikin. SAI Global. Available at: https://infostore.saiglobal.com/en-au/Standards/IS-EN-ISO-13506-1-2017-880631_SAIG_NSAI_NSAI_2092089
22. ASTM D1388 (2018). Standard Test Method for Stiffness of Fabrics. ASTM International (ASTM). Available at: https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?document_name=ASTM%20D1388&item_s_key=00015710
23. ASTM D3393 (2022). Standard Specification for Coated Fabrics – Waterproofness. Available at: https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?document_name=ASTM%20D3393&item_s_key=00017564
24. ASTM D1777-96 (2019). Standard Test Method for Thickness of Textile Materials. Available at: <https://webstore.ansi.org/standards/astm/astmd1777962019>
25. ASTM D2654-22 (2022). Standard Test Methods for Moisture in Textiles. European Standard. Available at: https://www.en-standard.eu/astm-d2654-22-standard-test-methods-for-moisture-in-textiles/?gclid=CjwKCAiAoL6eBhA3EiwAXDom5qMoa_6zvKikWDOB_up1CYRetl9uHzkT_yLxbnzUl1m0TNT9mivvyRoCnBUQAvD_BwE
26. ISO 20158:2018. Textiles - Determination of water absorption time and water absorption capacity of textile fabrics. Available at: <https://www.iso.org/standard/69098.html>
27. Usenbekov, Zh., Nurbay, S. K., Ashimova, E. A. (2017). Investigation of the properties of a pack of winter clothing for athletes. *Izv. universities. Technology of the textile industry*, 4 (370), 200–202.
28. Nurbay, S. K., Usenbekov, Zh., Lopandina, S. K., Kanatuly, A. (2019). Pat. No. 4202 KZ. Method for studying the wear resistance of pack of clothing materials and a device for its implementation. declared: 03.06.2019.
29. Shershneva, L. P., Larkina, L. V. (2023). Designing clothes. Theory and practice. Tutorial. Moscow: Forum, 288.
30. Rozanova, E. A., Moskalenko, N. G., Nomokonova, N. N. (2013). Development of structural indicators of the quality clothing for extreme sports. *Modern problems of science and education*, 6, 218. Available at: <https://science-education.ru/en/article/view?id=11815>
31. Sokolova, A. S., Kuznetsov, A. A., Nadezhnaya, N. L. (2016). Method for assessing the heat-shielding properties of clothing materials and their pack. *Bulletin of the Vitebsk State Technological University*, 2 (31) 27, 24–31.
32. Cherunova, I., Samarbaksch, S., Kornev, N. (2016). CFD simulation of thermo-aerodynamic interaction in a system human-cloth-environment under very low temperature and wind conditions. Proceedings of the VII European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering (ECCOMAS Congress 2016). doi: <https://doi.org/10.7712/100016.2366.10854>
33. Dell, P. A., Afanas'eva, R. F., Chubarova, Z. S. (1991). Hygiene of clothes. Moscow: Legprombytizdat, 160.
34. Climate of the Zailiysky Alatau. Available at: <https://silkadv.com/en/content/klimat-zailiyskogo-alatau>
35. ASTM F1060-18 (2018). Standard Test Method for Evaluation of Conductive and Compressive Heat Resistance (CCHR). Available at: https://www.en-standard.eu/astm-f1060-18-standard-test-method-for-evaluation-of-conductive-and-compressive-heat-resistance-cchr/?gclid=CjwKCAiAoL6eBhA3EiwAXDom5rU78RtGbJFduV_7QGu6UVYxhPB7M4xS-Ali1sVb-wCUtjCSkQm-01RoC8PUQAvD_BwE
36. ASTM D737-18. Standard Test Method for Air Permeability of Textile Fabrics. Available at: <https://webstore.ansi.org/standards/astm/astmd73718>
37. Chon, K. H., Dash, S., Ju, K. (2009). Estimation of Respiratory Rate From Photoplethysmogram Data Using Time–Frequency Spectral Estimation. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 56 (8), 2054–2063. doi: <https://doi.org/10.1109/tbme.2009.2019766>
38. Karlen, W., Raman, S., Ansermino, J. M., Dumont, G. A. (2013). Multiparameter Respiratory Rate Estimation From the Photoplethysmogram. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 60 (7), 1946–1953. doi: <https://doi.org/10.1109/tbme.2013.2246160>
39. Nurbay, S. K., Lopandin, S. K., Usenbekov, Zh. (2019). Pat. No. 3237 KZ. Men's suit from a jacket and semi-overalls for extreme conditions. declared: 07.12.2019; published: 07.07.2020.
40. Nurbay, S. K., Lopandin, S. K., Usenbekov, Zh. (2019). Pat. No. 3236 KZ. Women's suit from a jacket and semi-overalls for extreme sports. declared: 07.12.2019; published: 07.07.2020.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.273490
DETERMINING FORCES ARISING DURING THE
PASSAGE OF COTTON FIBER BETWEEN THE FIXED
KNIFE AND WORKING DRUM OF THE ROLLER
GIN (p. 25–33)

Fazil Veliev

Azerbaijan State University of Economics (UNEC), Baku, Azerbaijan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2607-2091>

The object of this study is a roller gin. Roller gins are installed in the gin shops of cotton factories and their purpose is to mechanically separate cotton fiber from seeds in fine-fiber varieties of cotton. The criteria for the technological evaluation of roller gin are the sum of defects and fiber contamination after ginning, the cleansing effect of gin on weeds, damage to seeds, and fiber tow effects.

Existing methods do not fully reveal all the reserves of increasing the productivity of the machine, improving the design of the main working bodies of the roller gin, ensuring the effective operation of the machine, and preserving the natural qualities of fiber and seeds.

The determination of the force on the surface of the drum during the ginning process is of great practical interest for designing main working bodies of roller gins.

The efficiency and quality of the processed product depend on the interaction of the working drum and knife with the breaking organ in the process of fiber separation. The design of the drum and knife, their kinematic parameters, the stability of technological wiring largely determine both the performance of the gin and the quality of the fiber and seeds.

Theoretical studies have been conducted to determine the factors that affect the performance of roller gin. Based on the results obtained, it is recommended to change the most important structural parameters of the machine.

The obtained analytical expressions for the specific pressure and specific friction forces applied from the side of the drum surface to the processed mass of raw materials make it possible to conclude that

when the load from the breaking body increases during the lower rebound, the process of grasping, dragging, and holding the fibers between the working drum and the fixed knife worsens.

Keywords: roller gin, working roller, fixed knife of roller gin, breaking organ, drum design.

References

- Zul'fanov, S. Z., Safarov, F. M., Rudovskiy, P. N. (2014). Vliyaniya fiziko-mekhanicheskikh svoystv khlopka i tekhnologiya ego pererabotki na proizvoditel'nost' valichnogo dzhina. Vestnik Tadzhikskogo tekhnicheskogo universiteta im. akad. M. S. Osimi, 2 (26), 16–19. Available at: <https://e.lanbook.com/journal/issue/294066>
- Khafizov, I. K. (2007). Noviy material rabocheho valika. Khlopkovaya promyshlennost', 4, 15–16.
- Tursunov, Kh. K. (1990). Issledovanie vliyaniya proizvoditel'nosti valichnykh dzhinov na produkty pererabotki semennogo tonkovoloknistogo khlopka selektsii T-14. Khlopkovaya promyshlennost', 6, 16–19.
- Armijo, C. B., Whitelock, D. P., Thomas, J. W., Hughes, S. E., Gillum, M. N. (2017). COTTON GINNERS HANDBOOK: Roller Ginning. Journal of Cotton Science, 21 (3), 199–209. doi: <https://doi.org/10.56454/vmim5000>
- Hosseinali, F., Thomasson, J. (2018). Multiscale Frictional Properties of Cotton Fibers: A Review. Fibers, 6 (3), 49. doi: <https://doi.org/10.3390/fib6030049>
- Alkhateeb, W. J. (2020). Response surface optimization of cotton tufts opening degree using Box-Behnken designs. International Journal of Clothing Science and Technology, 33 (2), 254–269. <https://doi.org/10.1108/ijcst-11-2019-0165>
- Usmanov, D., Umarova, M. (2022). The process of cotton raw fine-fiber ginning. Universum: Technical Sciences, 4 (97). Available at: [https://7universum.com/pdf/tech/4\(97\)%20\[15.04.2022\]/Usmanov.pdf](https://7universum.com/pdf/tech/4(97)%20[15.04.2022]/Usmanov.pdf)
- Miroshnichenko, G. I., Korabel'nikov, R. V., Yakubov, D. Ya. (1992). Issledovanie plotnosti rabocheho valika valichnogo dzhina i ee vliyaniya na usilie zatyagivaniya za nozh. Khlopkovaya promyshlennost', 2, 7–8.
- Iyer, E. V. G. (2021). Evaluating Gin Roller Covering Materials for Cotton Double Roller Gins for the Sustainable Communication, Media, Society and Culture. Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences, 12, 142. Available at: <https://www.worldcat.org/title/9664818815>
- Korabel'nikov, R. V., Ibrogimov, Kh. I. (2009). Osnovy protsessa zazhguchivaniya voloknistykh svyazey chastits khlopka-syrtsa pri netsentral'nom udare kolkov. Izvestiya VUZov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti, 4 (318), 23–28. Available at: https://ttp.ivgpu.com/wp-content/uploads/2015/11/318_6.pdf
- Turakhonov, Kh. Kh. (1991). Issledovanie vliyaniya konstruktivnykh parametrov otboynogo organa na tekhnologicheskie pokazateli raboty valichnogo dzhina. Khlopkovaya promyshlennost', 3, 14–15.
- Hosseinali, Thomasson. (2019). Probing of Nanoscale Friction and Mechanical Characteristics of Cotton Fiber's Surface. Fibers, 7 (7), 64. doi: <https://doi.org/10.3390/fib7070064>
- Akramov, A. (1982). Vliyanie ulyuchnoy kanavki na kachestvo volokna i semyan pri valichnom dzhinirovani. Khlopkovaya promyshlennost', 3, 4–5.
- Khakimov, S., Makxammadiyev, Z., Khadjayeva, M. (2022). Study of durability of the clear grooves of the working drum of the roller gin. Universum: Technical Sciences, 3 (96). doi: <https://doi.org/10.32743/unitech.2022.96.3.13300>
- Safarov, F. M., Korabel'nikov, R. V. (2006). Optimizatsiya rezhimov dzhinirovaniya novogo selektsionnogo sorta dlinnovoloknistogo khlopka 9326-V. Izvestiya Vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti, 5 (293), 49–51. Available at: https://ttp.ivgpu.com/wp-content/uploads/2015/12/293_13.pdf
- Kudratov, O. O. (1992). Issledovaniya zhestkosti sistemy rabocheho valika nepodvizhnogo nozha valichnogo dzhina i ee vliyanie na nadezhnost' protsessa. Khlopkovaya promyshlennost', 3, 14–15.
- Miroshnichenko, G. I. (1972). Osnovy proektirovaniya mashin perichnoy obrabotki khlopka. Moscow: Mashinostroenie, 486.
- Ibrogimov, Kh. I., Korabel'nikov, R. V. (2009). Parametry dvizheniya chastits khlopka-syrtsa po poverkhnosti kolkov v ochistitelyakh melkogo sora. Izvestiya Vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti, 1 (313), 34–36. Available at: https://ttp.ivgpu.com/wp-content/uploads/2015/11/313_10.pdf
- Il'yushin, A. A. (1963). Plastichnost'. Osnovy obschey matematicheskoy teorii. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 271.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.268519
DETERMINATION OF THE AVERAGE SIZE OF PRELIMINARY GRINDED WET FEED PARTICLES IN HAMMER GRINDERS (p. 34–43)

Tokhtar Abilzhanuly

Scientific Production Center of Agricultural Engineering, LTD,
 Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9513-1702>

Ruslan Iskakov

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University,
 Astana, Republic of Kazakhstan
 E-mail: rus.iskakov79@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5948-2636>

Daniyar Abilzhanov

Scientific Production Center of Agricultural Engineering, LTD,
 Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7930-0481>

Orazakhin Darkhan

Scientific Production Center of Agricultural Engineering, LTD,
 Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5251-7584>

In the conditions of farms, it becomes necessary to grind feed that has a different degree of moisture. Therefore, the choice of universal working bodies is the object of research, and the theoretical determination of the average size of pre-crushed feed particles is of great scientific and practical importance and is a problem that needs to be solved. Proceeding from this, a constructive-technological scheme of a grinder with a universal grinding working body is proposed. The grinding apparatus is equipped with a hammer working body which has cutting edges. In this case, hammers with cutting edges crush the wet mass, and also create an air flow and work as flow accelerators at high speed. As a result of theoretical studies, the steps for arranging these working bodies were determined. Analytical expressions are obtained for determining the average length of pre-crushed feed particles depending on the distance between the faces of replaceable knife working bodies, i.e. from the step of arranging them in rows. At the same time, the calculation results showed that with a distance between the faces of replaceable hammers of 20 mm, the value of the average length of the grinded particles was 38.38 mm. The average size of pre-crushed particles from feed raw materials intended for farm animals was 37.64 mm, i. e. the difference between theoretical and actual value is only 2.0 %. This proves the reliability of the obtained analytical expression, which provides the determination of the main parameter of the grinding working body, i. e. spacing of radial knives in rows. The proposed method of determining the average length of crushed particles allows theoretically finding and planning the required particle size.

Keywords: length of grinded particles, hammer working body, hammers, hammer spacing.

References

- Iskakov, R. M., Iskakova, A. M., Issenov, S. S., Beisebekova, D. M., Khaimuldinova, A. K. (2019). Technology of Multi-stage Sterilization of Raw Materials with the Production of Feed Meal of High Biological Value. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 13 (1), 307–312. doi: <https://doi.org/10.22207/jpam.13.1.33>
- Iskakov, R. M., Issenov, S. S., Iskakova, A. M., Halam, S., Beisebekova, D. M. (2015). Microbiological Appraisal of Feed Meal of Animal Origin, Produced by Drying and Grinding Installation. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 9 (1), 587–592.
- Zeng, Y., Forssberg, E. (1992). Effects of mill feed size and rod charges on grinding performance. *Powder Technology*, 69 (2), 119–123. doi: [https://doi.org/10.1016/0032-5910\(92\)85064-3](https://doi.org/10.1016/0032-5910(92)85064-3)
- Chkalova, M., Pavlidis, V. (2021). Assessment of equipment efficiency in models of technological processes for production of combined feed. *Engineering for Rural Development*. doi: <https://doi.org/10.22616/erdev.2021.20.tf193>
- Leiva, A., Granados-Chinchilla, F., Redondo-Solano, M., Arrieta-González, M., Pineda-Salazar, E., Molina, A. (2018). Characterization of the animal by-product meal industry in Costa Rica: Manufacturing practices through the production chain and food safety. *Poultry Science*, 97 (6), 2159–2169. doi: <https://doi.org/10.3382/ps/pey058>
- Hesch, C., Weinberg, K. (2014). Thermodynamically consistent algorithms for a finite-deformation phase-field approach to fracture. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 99 (12), 906–924. doi: <https://doi.org/10.1002/nme.4709>
- Lee, C. H., Gil, A. J., Ghavamian, A., Bonet, J. (2019). A Total Lagrangian upwind Smooth Particle Hydrodynamics algorithm for large strain explicit solid dynamics. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 344, 209–250. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cma.2018.09.033>
- Bonet, J., Gil, A. J. (2021). Mathematical models of supersonic and intersonic crack propagation in linear elastodynamics. *International Journal of Fracture*, 229 (1), 55–75. doi: <https://doi.org/10.1007/s10704-021-00541-y>
- Markochev, V. M., Alymov, M. I. (2017). On the brittle fracture theory by Ya. Frenkel and A. Griffith. *Chebyshevskii Sbornik*, 18 (3), 381–393. doi: <https://doi.org/10.22405/2226-8383-2017-18-3-381-393>
- Zhou, Z.-G., Du, S.-Y., Wang, B. (2001). Investigation of Anti-plane Shear Behavior of a Griffith Crack in a Piezoelectric Material by Using the Non-local Theory. *International Journal of Fracture*, 111 (2), 105–117. doi: <https://doi.org/10.1023/A:1012201923151>
- Liu, B., Zhang, D. X., Zong, L. (2010). Investigation on the Motion States of the Hammers while Hammer Mill Steady Running by High-Speed Photography. *Applied Mechanics and Materials*, 42, 317–321. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.42.317>
- Akbari, M. J., Kazemi, S. R. (2020). Peridynamic Analysis of Cracked Beam Under Impact. *Journal of Mechanics*, 36 (4), 451–463. doi: <https://doi.org/10.1017/jmech.2020.12>
- Tang, W. Y., He, Y. S., Zhang, S. K., Yuan, M. (2005). Dynamic Buckling of Cracked Beams Subject to Axial Impacting. 15th International Offshore and Polar Engineering Conference (ISOPE 2005). Seoul, 354–359. Available at: <https://onepetro.org/ISOPEIOPEC/proceedings-abstract/ISOPE05/All-ISOPE05/ISOPE-I-05-405/9537>
- Georgiadis, H. G. (1987). Finite length crack moving in a viscoelastic strip under impact – I. Theory. *Engineering Fracture Mechanics*, 27 (5), 593–599. doi: [https://doi.org/10.1016/0013-7944\(87\)90111-1](https://doi.org/10.1016/0013-7944(87)90111-1)
- Smits, M., Kronbergs, E. (2017). Determination Centre of Percussion for Hammer Mill Hammers. 16th International Scientific Conference Engineering for Rural Development. doi: <http://dx.doi.org/10.22616/ERDev2017.16.N072>
- Savinyyh, P., Isupov, A., Ivanov, I., Ivanovs, S. (2021). Research in centrifugal rotary grinder of forage grain. *Engineering for Rural Development*. doi: <https://doi.org/10.22616/erdev.2021.20.tf044>
- Verma, H. R., Singh, K. K., Basha, S. M. (2018). Effect of Milling Parameters on the Concentration of Copper Content of Hammer-Milled Waste PCBs: A Case Study. *Journal of Sustainable Metallurgy*, 4 (2), 187–193. doi: <https://doi.org/10.1007/s40831-018-0179-z>
- Warzecha, M., Michalczyk, J. (2020). Calculation of maximal collision force in kinematic chains based on collision force impulse. *Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, 58 (2), 339–349. doi: <https://doi.org/10.15632/jtam-pl/116580>
- Zhiltsov, A. P., Vlasenko, D. A., Levchenko, E. P. (2019). Research and Substantiation of Structural and Technological Parameters of the Process of Grinding Agglomeration Fluxes in a Hammer Mill. *Chernye Metally*, 10, 4–10.
- Munkhbayar, B., Bayaraa, N., Rehman, H., Kim, J., Chung, H., Jeong, H. (2012). Grinding characteristic of multi-walled carbon nanotubes-alumina composite particle. *Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed.*, 27 (6), 1009–1013. doi: <https://doi.org/10.1007/s11595-012-0590-4>
- Abilzhanuly, T. (2019). Method of Fineness Adjustment of Shredded Particles of Stem Fodder in Open-type Machines. *EurAsian Journal of BioSciences*, 13 (1), 625–631.
- Iskakov, R. M., Issenov, S. S., Iskakova, A. M., Halam, S., Beisebekova, D. M. (2013). Heat-and-Moisture Transfer at the Feed Meal Particles Drying and Grinding. *Life Science Journal*, 10 (12s), 497–502. Available at: http://www.lifesciencesite.com/ljs/life1012s/083_22175life1012s_497_502.pdf
- Issenov, S., Iskakov, R., Tergemes, K., Issenov, Z. (2022). Development of mathematical description of mechanical characteristics of integrated multi-motor electric drive for drying plant. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (8 (115)), 46–54. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.251232>
- Iskakov, R. M., Iskakova, A. M., Nurushev, M. Z., Khaimuldinova, A. K., Karbayev, N. K. (2021). Method for the Production of Fat from Raw Materials and Animal Waste. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 15 (2), 716–724. doi: <https://doi.org/10.22207/jpam.15.2.23>
- Alpeissov, Y., Iskakov, R., Issenov, S., Ukenova, A. (2022). Obtaining a formula describing the interaction of fine particles with an expanding gas flow in a fluid layer. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (1 (116)), 87–97. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255258>
- Yang, J. H., Fang, H. Y., Luo, M. (2015). Load and wear experiments on the impact hammer of a vertical shaft impact crusher. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 103, 012041. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/103/1/012041>
- Hong, S., Kim, S. (2017). Analysis of simulation result by digital filtering technique and improvement of hammer crusher. *International Journal of Mineral Processing*, 169, 168–175. doi: <https://doi.org/10.1016/j.minpro.2017.11.004>
- Kobrin, Y., Vlasov, A., Shevchenko, I. (2020). The effect of rotor balance during crushing of intermetallic compounds in hammer crushers. *METAL Conference Proceedings*. doi: <https://doi.org/10.37904/metal.2020.3617>
- Sauk, H., Selvi, K. C. (2018). Factors Affecting Energy Consumption in Hammer Mills. *Scientific Papers – Series A, Agronomy*, 61 (1), 392–396.
- Adigamov, N. R., Shaikhutdinov, R. R., Gimaltdinov, I. H., Akhmetzyanov, R. R., Basyrov, R. S. (2020). Determining the residual resource of the hammer crushers' rotor bearings. *BIO Web*

of Conferences, 17, 00239. doi: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700239>

31. Ulanov, I. A. (1976). *Mashiny dlya izmel'cheniya kormov (teoriya i raschet)*. Saratov, 86.
32. Globin, A. N. (2017). Modelirovaniye protsessa dozirovannoy vy-dachi izmel'chennykh stebel'nykh kormov. *Vestnik agrarnoy nauki Dona*, 1 (37), 5–15. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-protssesa-dozirovannoy-vydachi-izmelchennykh-stebel-nyh-kormov>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.272400

CONSTRUCTION OF SPHERICAL NON-CIRCULAR WHEELS FORMED BY SYMMETRICAL ARCS OF LOXODROME (p. 44–50)

Tetiana Kresan

Separated Subdivision of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine «Nizhyn Agrotechnical Institute», Nizhyn, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8280-9502>

Ali Kadhim Ahmed

College of Agriculture University of Diyala, Baqubah, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6625-8325>

Serhii Pylypaka

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1496-4615>

Tatiana Volina

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8610-2208>

Svitlana Semirnenko

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9304-3637>

Viktor Trokhaniak

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8084-1568>

Irina Zakharova

Sumy State Pedagogical University

named after A. S. Makarenko, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9693-5550>

Bevel gears are used to transmit torque between intersecting axes. They demonstrate high reliability and durability of work, as well as a constant gear ratio. The disadvantage of such a transmission is the mutual sliding of the surfaces of the teeth of the gears, which leads to the emergence of friction forces and wear of their working surfaces. In this regard, there is a task to design such bevel gears that would have no slip.

Non-circular wheels are understood as a pair of closed curves that rotate around fixed centers and at the same time roll over each other without sliding. They can serve as centroids for the design of cylindrical gears between parallel axes. If the axes of rotation of the wheels intersect, then the gears are called conical. An analog of gears between parallel axes, in which centroids are flat closed curves, for gears with intersecting axes are spherical closed curves. For a bevel gear with a constant gear ratio, such spherical curves are circles on the surface of the sphere, and with a variable gear ratio, spatial spherical curves.

This paper considers the construction of closed spherical curves that roll around each other without sliding when they rotate around the axes intersecting in the center of the spheres. These curves are formed from symmetrical arcs of the loxodrome, a curve that crosses all the meridians of the ball at a constant angle. This angle should

be 45°, which ensures the intersection of the loxodrome at right angles. Analytical dependences have been derived underlying the calculations of profiles of spherical non-circular wheels and their visualization by means of computer graphics. The results could be used to design non-circular wheels for textile machines, hydraulic machine pumps, pump dispensers, etc.

Keywords: noncircular wheels, rolling, bevel gear, arc length, spherical curve, loxodrome.

References

1. Konopatskiy, E., Voronova, O., Bezditnyi, A., Shevchuk, O. (2020). About one method of numeral decision of differential equalizations in partials using geometric interpolants. *CPT2020 The 8th International Scientific Conference on Computing in Physics and Technology Proceedings*. doi: https://doi.org/10.30987/conferencearticle_5fce27708eb353.92843700
2. Konopatskiy, E. V., Bezditnyi, A. A. (2020). Geometric modeling of multifactor processes and phenomena by the multidimensional parabolic interpolation method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1441 (1), 012063. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1441/1/012063>
3. Konopatskiy, E., Bezditnyi, A., Shevchuk, O. (2020). Modeling Geometric Varieties with Given Differential Characteristics and Its Application. *Proceedings of the 30th International Conference on Computer Graphics and Machine Vision (GraphiCon 2020)*. Part 2, short31-1-short31-8. doi: <https://doi.org/10.51130/graphicon-2020-2-4-31>
4. Tarel'nyk, V., Martsynkovskyy, V., Gaponova, O., Konoplianchenko, I., Dovzyk, M., Tarel'nyk, N., Gorovoy, S. (2017). New sulphiding method for steel and cast iron parts. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 233, 012049. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/233/1/012049>
5. Tarel'nyk, V., Martsynkovskyy, V., Gaponova, O., Konoplianchenko, I., Belous, A., Gerasimenko, V., Zakharov, M. (2017). New method for strengthening surfaces of heat treated steel parts. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 233, 012048. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/233/1/012048>
6. Tarel'nik, V. B., Martsinkovskii, V. S., Zhukov, A. N. (2017). Increase in the Reliability and Durability of Metal Impulse End Seals. Part 1. *Chemical and Petroleum Engineering*, 53 (1-2), 114–120. doi: <https://doi.org/10.1007/s10556-017-0305-y>
7. Pylypaka, S. F., Klendii, M. B., Trokhaniak, V. I., Kresan, T. A., Hryshchenko, I. Y., Pastushenko, A. S. (2021). External rolling of a polygon on closed curvilinear profile. *Acta Polytechnica*, 61 (1), 270–278. doi: <https://doi.org/10.14311/ap.2021.61.0270>
8. Lyashkov, A. A., Panchuk, K. L., Khasanova, I. A. (2018). Automated Geometric and Computer-aided Non-Circular Gear Formation Modeling. *Journal of Physics: Conference Series*, 1050, 012049. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1050/1/012049>
9. Lyashkov, A. A., Reinhard, A. J., Murashev, G. E. (2019). Geometric And Computer Modeling of Forming the Gear Wheels with Elliptical Centroid. *Journal of Physics: Conference Series*, 1260 (11), 112018. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1260/11/112018>
10. Lin, C., Wu, X. (2018). Calculation and Characteristic Analysis of Tooth Width of Eccentric Helical Curve-Face Gear. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Mechanical Engineering*, 43 (4), 781–797. doi: <https://doi.org/10.1007/s40997-018-0239-9>
11. Liu, J.-G., Tong, Z.-P., Yu, G.-H., Zhao, X., Zhou, H.-L. (2022). Design and Application of Non-Circular Gear with Cusp Pitch Curve. *Machines*, 10 (11), 985. doi: <https://doi.org/10.3390/machines10110985>
12. Bogdan-Roth, M., Romanet, M., Ripeanu, R. G. (2019). Device for machining non-circular gears. *Proceedings on Engineering Sciences*, 1 (1), 449–453. doi: <https://doi.org/10.24874/pes01.01.059>

13. Kalchenko, V., Kalchenko, V., Kolohoida, A., Yeroshenko, A., Kalchenko, D. (2022). Building a model of dressing the working surfaces of wheels during the two-side grinding of round end faces at CNC machines. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (1 (115)), 86–93. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252642>
14. Krawiec, P., Czarnańska-Komorowska, D., Warguła, L., Wojciechowski, S. (2021). Geometric Specification of Non-Circular Pulleys Made with Various Additive Manufacturing Techniques. *Materials*, 14 (7), 1682. doi: <https://doi.org/10.3390/ma14071682>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.273847

DEVELOPMENT OF BI-HEXAGONAL HYBRID CRASH BOX SUBJECTED TO AXIAL LOADING FOR ENHANCEMENT OF CRASHWORTHINESS (p. 51–57)

Moch Agus Choiron

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4052-4832>

Delia Hani Wakhidah

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3542-7456>

Nurchajat

State Polytechnic of Malang, Kota Malang, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6084-733X>

Crash box design had been developed to increase crashworthiness performance. The crash box cross section is one important parameter to increase the energy absorption as crashworthiness performance. In the previous study, hexagonal cross section provide the higher energy absorption than other cross section. One of strategy to increase cross section is using two cross section put together in one component of crash box design. Bi-tubular crash box shows higher energy absorption with easy manufacture opportunity. In other study, hybrid crash box is investigated to reduce crash box mass. In this study, development of bi-hexagonal hybrid crash box subjected to axial loading to enhance crashworthiness were investigated. Analysis of crash box design is developed by using computer simulation with ANSYS Workbench 19.2. The crash box materials used are Aluminum Alloy and carbon-epoxy woven. The material modeling in the crash box is assumed as deformable body while the impactor is a rigid body. The axial loading is modelled by setting impactor impact the crash box with a speed of 7.67 m/s. Fixed support is set on the bottom of crash box. Nine of frontal test models were simulated for the bi-hexagonal hybrid crash box with different layups orientation angle and composite hexagonal tube diameter. Energy absorption and deformation patterns were observed. The results indicated that the highest energy absorption and specific energy absorption is occurred on the A60 model with layups orientation angle of [0/60/0/60] and composite hexagonal tube diameter of 41 mm are 3693.8 J and 19.121 kJ/kg. The deformation pattern in the aluminum part is diamond mode, while in the composite part, the deformation pattern produce transverse shearing, lamina bending, brittle fracturing and local buckling mode.

Keywords: Bi-hexagonal hybrid crash box, energy absorption, deformation pattern, axial loading.

References

1. Kokkula, S., Langseth, M., Hopperstad, O. S., Lademo, O. G. (2006). Behaviour of an automotive bumper beam-longitudinal system at 40 % offset impact: An experimental and numerical study. *Latin American Journal of Solids and Structures*, 3, 59–73. Available at: <https://www.lajss.org/index.php/LAJSS/article/view/90/84>
2. Ma, J. (2011). Thin-walled Tubes with Pre-folded Origami Patterns as Energy Absorption Devices. University of Oxford, 212. Available at: <https://eng.ox.ac.uk/media/8615/ma.pdf>
3. Jandaghi Shahi, V., Marzbanrad, J. (2012). Analytical and experimental studies on quasi-static axial crush behavior of thin-walled tailor-made aluminum tubes. *Thin-Walled Structures*, 60, 24–37. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tws.2012.05.015>
4. Tarlochan, F., Samer, F., Hamouda, A. M. S., Ramesh, S., Khalid, K. (2013). Design of thin wall structures for energy absorption applications: Enhancement of crashworthiness due to axial and oblique impact forces. *Thin-Walled Structures*, 71, 7–17. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tws.2013.04.003>
5. Choiron, M. A. (2020). Analysis of multi-cell hexagonal crash box design with foam filled under frontal load model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1446 (1), 012022. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1446/1/012022>
6. Qiu, N., Gao, Y., Fang, J., Feng, Z., Sun, G., Li, Q. (2016). Theoretical prediction and optimization of multi-cell hexagonal tubes under axial crushing. *Thin-Walled Structures*, 102, 111–121. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tws.2016.01.023>
7. Choiron, M. A. (2020). Characteristics of deformation pattern and energy absorption in honeycomb filler crash box due to frontal load and oblique load test. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (7 (104)), 6–11. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200020>
8. Zhu, G., Sun, G., Yu, H., Li, S., Li, Q. (2018). Energy absorption of metal, composite and metal/composite hybrid structures under oblique crushing loading. *International Journal of Mechanical Sciences*, 135, 458–483. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2017.11.017>
9. Alavi Nia, A., Parsapour, M. (2014). Comparative analysis of energy absorption capacity of simple and multi-cell thin-walled tubes with triangular, square, hexagonal and octagonal sections. *Thin-Walled Structures*, 74, 155–165. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tws.2013.10.005>
10. Bai, Z., Guo, H., Jiang, B., Zhu, F., Cao, L. (2014). A study on the mean crushing strength of hexagonal multi-cell thin-walled structures. *Thin-Walled Structures*, 80, 38–45. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tws.2014.02.024>
11. Vimal Kannan, I., Rajkumar, R. (2019). Deformation and energy absorption analysis of simple and multi-cell thin-walled tubes under quasi-static axial crushing. *International Journal of Crashworthiness*, 25 (2), 121–130. doi: <https://doi.org/10.1080/13588265.2018.1542956>
12. Velmurugan, R., Muralikannan, R. (2009). Energy Absorption Characteristics of Annealed Steel Tubes of Various Cross Sections in Static and Dynamic Loading. *Latin American Journal of Solid and Structures*, 6 (4), 385–412. Available at: <https://www.lajss.org/index.php/LAJSS/article/view/232/202>
13. Zhao, X., Zhu, G., Zhou, C., Yu, Q. (2019). Crashworthiness analysis and design of composite tapered tubes under multiple load cases. *Composite Structures*, 222, 110920. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2019.110920>
14. Choiron, I., Choiron, M. A., Purnowidodo, A., Darmadi, D. B. (2021). Deformation Mode and Energy Absorption Analysis of Bi-Tubular Corrugated Crash Box Structure. *International Journal of Integrated Engineering*, 13 (7), 274–280. Available at: <https://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/ijie/article/view/7928>
15. Praveen Kumar, A., Nageswara Rao, D. (2021). Crushing characteristics of double circular composite tube structures subjected to axial impact loading. *Materials Today: Proceedings*, 47, 5923–5927. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.465>
16. Boria, S., Scattina, A., Belingardi, G. (2018). Axial Crushing of Metal-Composite Hybrid Tubes: Experimental Analysis. *Proce-*

dia Structural Integrity, 8, 102–117. doi: <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2017.12.012>

17. Obradovic, J., Boria, S., Belingardi, G. (2012). Lightweight design and crash analysis of composite frontal impact energy absorbing structures. *Composite Structures*, 94 (2), 423–430. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2011.08.005>
18. Sharifi, S., Shakeri, M., Fakhari, H. E., Bodaghi, M. (2015). Experimental investigation of bitubal circular energy absorbers under quasi-static axial load. *Thin-Walled Structures*, 89, 42–53. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tws.2014.12.008>
19. Esnaola, A., Elguezabal, B., Aurrekoetxea, J., Gallego, I., Ulacia, I. (2016). Optimization of the semi-hexagonal geometry of a composite crush structure by finite element analysis. *Composites Part B: Engineering*, 93, 56–66. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.03.002>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.272030
ESTABLISHING CHANGES IN THE PARAMETERS OF TEAT RUBBER FOR MILKING MACHINES DURING TESTING AND UNDER INDUSTRIAL CONDITIONS (p. 58–66)

Andriy Paliy

State Biotechnological University

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9525-3462>

Elchyn Aliiev

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4006-8803>

Anatoliy Paliy

National Scientific Center «Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine», Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9193-3548>

Katerina Ishchenko

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4542-0669>

Ivan Rybalko

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3663-019X>

Olena Pavlichenko

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6577-6577>

Mikola Prihodko

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5899-6662>

Vjacheslav Popsui

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3487-0923>

Larisa Bondarchuk

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1129-9848>

Tetyana Chernyavskaya

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1296-5013>

The teat rubber of milking machines is the only structural component of all milking and dairy equipment that is in contact with animals. During operation, the rubber article's original quality characteristics are compromised. This is due to mechanical wear during operation.

The task of the research is to establish changes in the parameters of the teat rubber of milking machines during testing and under

industrial conditions. The object of research was the teat rubber of milking machines from various manufacturers, made of various composite materials.

A scientific hypothesis put forward assumed that an increase in the efficiency of milking and dairy equipment could be achieved by establishing changes in the parameters of the teat rubber with subsequent maintenance planning. This would provide an opportunity to identify patterns and dependences that characterize these processes.

In the course of research, theoretical dependences were derived to determine the operation of teat rubber in idle mode and the theoretical time of its operation. It was established that the theoretical wear period of the teat rubber is about 120–170 hours.

It was determined that in the environment of SZHR-3, the coefficient of aging in terms of intensity was >2 times higher compared to Skydrol LD-4. The volume under similar conditions of exposure of liquids on samples exceeded by more than 3 times. It is proved that the change in the mass of rubber under the influence of SZHR-3 exceeds more than 2.5 times the indicators obtained from the effects of Skydrol LD-4.

It was established that during long-term operation the teat rubber undergoes changes in its physical and mechanical properties. Thus, hardness and elasticity increase, elasticity decreases due to the destruction of the internal structure of rubber due to the formation of microcracks, the vacuum of closing the walls increases.

Knowledge of the quality characteristics of the teat rubber would make it possible to find the optimal solution for the choice of rubber articles.

Keywords: teat rubber, rubber characteristic, rubber parameters, composite materials, rubber wear, closing vacuum.

References

1. Lüdi, I., Bruckmaier, R. M. (2022). The teat cup detachment level affects milking performance in an automatic milking system with teat cleaning and milking in the same teat cup. *Journal of Dairy Research*, 89 (3), 279–284. doi: <https://doi.org/10.1017/s0022029922000528>
2. Aliiev, E., Paliy, A., Kis, V., Paliy, A., Petrov, R., Plyuta, L. et al. (2022). Establishing the influence of technical and technological parameters of milking equipment on the efficiency of machine milking. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (1 (115)), 44–55. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.251172>
3. Neuheuser, A.-L., Belo, C., Bruckmaier, R. M. (2017). Technical note: Reduced pulsation chamber vacuum at normal pulsation rate and ratio provides adequate prestimulation to induce oxytocin release and milk ejection while simultaneous milk flow is prevented. *Journal of Dairy Science*, 100 (10), 8609–8613. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12937>
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., Aliiev, E., Paliy, A., Ishchenko, K., Lukyanov, I., Dobrovolsky, V. et al. (2021). Revealing changes in the technical parameters of the teat cup liners of milking machines during testing and production conditions. *EUREKA: Physics and Engineering*, 6, 102–111. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.002056>
6. Nørstebø, H., Rachah, A., Dalen, G., Rønningen, O., Whist, A. C., Reksen, O. (2018). Milk-flow data collected routinely in an automatic milking system: an alternative to milking-time testing in the management of teat-end condition? *Acta Veterinaria Scandinavica*, 60 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s13028-018-0356-x>
7. Paliy, A. P. (2016). Modern aspects of operation liner teat cups. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 18 (2). doi: <https://doi.org/10.15421/nvlvet6736>

8. Paliy, A. P., Handola, Yu. M., Shevchenko, I. O., Stotskiy, A. O., Stotskiy, O. G., Sereda, A. I. et al. (2020). Assessment of cow lactation and milk parameters when applying various milking equipment. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (4), 195–201. Available at: <https://www.ujecology.com/articles/assessment-of-cow-lactation-and-milk-parameters-when-applying-various-milking-equipment.pdf>
9. Aliiev, E. B. (2011). Teoretychne doslidzhennia vplyvu tekhnichnykh parametriv doilnoi ustanovky na shvydkist molokoviddachi. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni Petra Vasylenka: Suchasni problemy vdoskonalennia tekhnichnykh system i tekhnolohiy u tvarynnytstvi*, 108, 92–98. Available at: http://aliev.in.ua/doc/stat/2011/stat_1.pdf
10. Moon, B., Lee, J., Park, S., Seok, C.-S. (2018). Study on the Aging Behavior of Natural Rubber/Butadiene Rubber (NR/BR) Blends Using a Parallel Spring Model. *Polymers*, 10 (6), 658. doi: <https://doi.org/10.3390/polym10060658>
11. Penry, J. F., Upton, J., Leonardi, S., Thompson, P. D., Reinemann, D. J. (2018). A method for assessing teatcup liner performance during the peak milk flow period. *Journal of Dairy Science*, 101 (1), 649–660. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12942>
12. 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>
13. Vtoryi, V. F., Vtoryi, S. V. (2020). Diagnostic method of milking systems using digital technologies. *Taurida herald of the agrarian sciences*, 4 (24), 20–28. doi: <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2020-4-24-20-28>
14. Shkromada, O., Skliar, O., Pikhtirova, A., Inessa, G. (2019). Pathogens transmission and cytological composition of cow's milk. *Acta Veterinaria Eurasia*, 45, 73–79. doi: <https://doi.org/10.26650/actavet.2019.19004>
15. 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>
16. Gálik, R., Boďo Š Staroňová, L. (2016). Monitoring the inner surface of teat cup liners made from different materials. *Research in Agricultural Engineering*, 61, S74–S78. doi: <https://doi.org/10.17221/50/2015-rae>
17. ISO 1817:2022. Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of the effect of liquids. Available at: <https://www.iso.org/standard/79904.html>
18. ISO 37:2017. Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of tensile stress-strain. Available at: <https://www.iso.org/standard/68116.html>
19. ISO 815-2:2019. Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of compression set – Part 2: At low temperatures. Available at: <https://www.iso.org/standard/74944.html>
20. Lee, S. Y., Eom, S. B., Won, J. S., Bae, J. W., Park, S. H., Lee, S. G. (2021). Evaluation of Aging Behavior of Nitrile Butadiene Rubbers via Oxygen-consumption Experiments. *Fibers and Polymers*, 22 (3), 639–646. doi: <https://doi.org/10.1007/s12221-021-0345-y>
21. Aliiev, E., Paliy, A., Kis, V., Milenin, A., Ishchenko, K., Paliy, A. et al. (2022). Justifying parameters for the automatic servo control system of a rotary plate vacuum pump in the milking machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (1 (118)), 80–89. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.262215>
22. Aliiev, E. B. (2010). Doslidzhennia spratovanosti diynoi humy doilnoho aparatu z urakhuvanniam teoriyi starinnia na osnovi ploskoi zadachi. *Zbirnyk naukovykh prats IMT NAAN «Mekhanizatsiya, ekolohizatsiya ta konvertatsiya biosyrovyny u tvarynnytstvi»*, 1 (5,6), 233–242. Available at: http://aliev.in.ua/doc/stat/2010/stat_3.pdf
23. Fahim, A., Kamboj, M. L., Sirohi, A. S., Bhakat, M., Prasad, S., Gupta, R. (2018). Milking machine induced teat reactions in cross-bred cows milked in automated herringbone milking parlour. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 88 (12), 1412–1415. doi: <https://doi.org/10.56093/ijans.v88i12.85809>
24. 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>
25. Wieland, M., Virkler, P. D., Borkowski, A. H., Ålveby, N., Wood, P., Nydam, D. V. (2019). An observational study investigating the association of ultrasonographically assessed machine milking-induced changes in teat condition and teat-end shape in dairy cows. *Animal*, 13 (2), 341–348. doi: <https://doi.org/10.1017/s1751731118001246>
26. Tse, C., Barkema, H. W., DeVries, T. J., Rushen, J., Pajor, E. A. (2018). Impact of automatic milking systems on dairy cattle producers' reports of milking labour management, milk production and milk quality. *Animal*, 12 (12), 2649–2656. doi: <https://doi.org/10.1017/s1751731118000654>
27. Wang, J., Lovarelli, D., Rota, N., Shen, M., Lu, M., Guarino, M. (2022). The Potentialities of Machine Learning for Cow-Specific Milking: Automatically Setting Variables in Milking Machines. *Animals*, 12 (13), 1614. doi: <https://doi.org/10.3390/ani12131614>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.267430
ASSESSMENT OF ASSEMBLY PROCESS
COMPLEXITY USING MATERIAL COEFFICIENTS
FOR HANDLING AND INSERTION (p. 67–78)

Nelce D. Muskita

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8391-4913>

Rudy Soenoko

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0537-4189>

Achmad As'ad Sonief

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6044-6029>

Moch. Agus Choiron

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4052-4832>

Complexity principles are very important for reducing difficulty while at the same time continuously attaining the requirements of the product, process, and system. A crucial factor affecting the complexity of assembly is material selection. The material used for a product will be closely linked to the handling and insertion process. In a previous study, the methods used to select materials and assembly processes have been developed separately. In this study, those methods will be developed together into a single entity with respect to the complexity of each process. Scientific information about this matter has yet to be revealed, so it still requires intensive study. Hence, the study aims to promote a new way to measure the complexity of parts assembly by examining the material selection parameters. The proposed method involves material coefficients in establishing an assembly complexity index and consists of two phases. Numerical examples are provided to illustrate the suggested design comprehensively, which uses three material variants in piston products to calculate the complexity index of the assembly process. Variants with a small complexity index are ideal and facilitate the assembly process.

The study creates a material coefficient model to specify the assembly process, where each component has various coefficient values. The material coefficient describes the value of material characteristics related to the assembly method, namely the process of handling and insertion. The material selection requires a clear understanding of the assembly requirements for each component. The related material characteristics are density, fracture toughness, Young's modulus, elastic limit, tensile strength, elongation, and hardness. Assessment of the complexity index using methods from previous studies obtained 6.02. Using the present method, 5.777 were obtained for variant 1 and 5.769 for the second variant. The mean complexity value is compatible with the material coefficient and assembly time.

Keywords: assembly, complexity index, material coefficient, material selection, handling, insertion, fastening.

References

- Chow, W.-M. (2020). *Assembly Line Design*. CRC Press, 448. doi: <https://doi.org/10.1201/9781003066477>
- Laun, M., Czech, C., Hartmann, U., Terschüren, C., Harth, V., Karamanidis, K., Friemert, D. (2022). The acceptance of smart glasses used as side-by-side instructions for complex assembly tasks is highly dependent on the device model. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 90, 103316. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2022.103316>
- Panhalkar, N., Paul, R., Anand, S. (2014). Optimization of Automobile Assembly Process to Reduce Assembly Time. *Computer-Aided Design and Applications*, 11, S54–S60. doi: <https://doi.org/10.1080/16864360.2014.914410>
- Falck, A.-C., Örtengren, R., Rosenqvist, M., Söderberg, R. (2016). Proactive assessment of basic complexity in manual assembly: development of a tool to predict and control operator-induced quality errors. *International Journal of Production Research*, 55 (15), 4248–4260. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1227103>
- Sudhoff, M., Schüler, P., Herzog, M., Kuhlenkötter, B. (2022). Proving the Applicability of Assembly Complexity Measures for Process Time Prediction of Customer-specific Production. *Procedia CIRP*, 107, 381–386. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.04.062>
- Falck, A.-C., Tarrar, M., Mattsson, S., Andersson, L., Rosenqvist, M., Söderberg, R. (2017). Assessment of manual assembly complexity: a theoretical and empirical comparison of two methods. *International Journal of Production Research*, 55 (24), 7237–7250. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1330571>
- ElMaraghy, W., ElMaraghy, H., Tomiyama, T., Monostori, L. (2012). Complexity in engineering design and manufacturing. *CIRP Annals*, 61 (2), 793–814. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2012.05.001>
- Wang, K., Xie, G., Xiang, J., Li, T., Peng, Y., Wang, J., Zhang, H. (2022). Materials selection of 3D printed polyamide-based composites at different strain rates: A case study of automobile front bumpers. *Journal of Manufacturing Processes*, 84, 1449–1462. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2022.11.024>
- Dammann, M., Schüppstuhl, T. (2018). Automated selection and assembly of sets of blades for jet engine compressors and turbines. *Procedia Manufacturing*, 16, 53–60. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.159>
- Petunina, I., Zrazhevskiy, A., Kuzmin, O. (2022). Manufacturing Technology of complex non-assembly mechanisms with movable parts in Civil Engineering. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 37, 227–232. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2022.01.016>
- Zhang, J., Wang, S., He, W., Li, J., Wu, S., Huang, J. et al. (2022). Augmented reality material management system based on post-processing of aero-engine blade code recognition. *Journal of Manufacturing Systems*, 65, 564–578. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.10.006>
- Ukala, A. N., Sunmola, F. T. (2020). A Rule-Based Approach for Product Assembly Complexity Review in the Context of Virtual Engineering. *Procedia Manufacturing*, 51, 557–564. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.078>
- Facchini, F., Cavallo, D., Mummolo, G. (2022). A Model to Estimate Operators' Performance in Accomplishing Assembly Tasks. *Industrial Engineering and Operations Management*, 193–205. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-14763-0_16
- Li-li, L., Kun, C., Jian-min, G., Jun-kong, L., Zhi-yong, G., Hong-wei, D. (2022). Research on optimizing-assembly and optimizing-adjustment technologies of aero-engine fan rotor blades. *Advanced Engineering Informatics*, 51, 101506. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101506>
- Vučetić, N., Jovičić, G., Krstić, B., Živković, M., Milovanović, V., Kačmarčik, J., Antunović, R. (2020). Research of an aircraft engine cylinder assembly integrity assessment – Thermomechanical FEM analysis. *Engineering Failure Analysis*, 111, 104453. doi: <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.104453>
- Wang, H., Gu, T., Jin, M., Zhao, R., Wang, G. (2018). The complexity measurement and evolution analysis of supply chain network under disruption risks. *Chaos, Solitons & Fractals*, 116, 72–78. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2018.09.018>
- Grogan, P. T. (2021). Perception of complexity in engineering design. *Systems Engineering*, 24 (4), 221–233. doi: <https://doi.org/10.1002/sys.21574>
- Alkan, B., Vera, D. A., Ahmad, M., Ahmad, B., Harrison, R. (2018). Complexity in manufacturing systems and its measures: a literature review. *European J. of Industrial Engineering*, 12 (1), 116. doi: <https://doi.org/10.1504/ejie.2018.089883>
- Domoto, Y., Fujita, M. (2022). Self-assembly of nanostructures with high complexity based on metal-unsaturated-bond coordination. *Coordination Chemistry Reviews*, 466, 214605. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2022.214605>
- Mallick, P. K. (Ed.) (2021). *Materials, Design and Manufacturing for Lightweight Vehicles*. Elsevier. doi: <https://doi.org/10.1016/C2018-0-04153-5>
- Loor, R. B. S., Gómez, J. M., Hoyos, J. C. R., Cedeño, E. A. Ll. (2020). Selection of materials by multi-criteria methods applied to the side of a self-supporting structure for light vehicles. *International Journal of Mathematics in Operational Research*, 16 (2), 139. doi: <https://doi.org/10.1504/ijmor.2020.105844>
- Ghavami, S. M. (2019). Multi-criteria spatial decision support system for identifying strategic roads in disaster situations. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 24, 23–36. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2018.10.004>
- Emovon, I., Oghenyerovwho, O. S. (2020). Application of MCDM method in material selection for optimal design: A review. *Results in Materials*, 7, 100115. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rinma.2020.100115>
- Rahim, A. A., Musa, S. N., Ramesh, S., Lim, M. K. (2020). A systematic review on material selection methods. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications*, 234 (7), 1032–1059. doi: <https://doi.org/10.1177/1464420720916765>
- Athawale, V. M., Chakraborty, S. (2012). Material selection using multi-criteria decision-making methods: a comparative study. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications*, 226 (4), 266–285. doi: <https://doi.org/10.1177/1464420712448979>
- Ashby, M. F., Shercliff, H., Cebon, D. (2019). *Materials: Engineering, Science, Processing and Design*. Elsevier Butterworth-Heinemann, 806.
- Rahim, A. A., Musa, S. N., Ramesh, S., Lim, M. K. (2021). Development of a fuzzy-TOPSIS multi-criteria decision-making

- model for material selection with the integration of safety, health and environment risk assessment. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications*, 235 (7), 1532–1550. doi: <https://doi.org/10.1177/1464420721994269>
28. Maleque, M. A., Salit, M. S. (2013). *Materials Selection and Design*. Springer, 120. doi: <https://doi.org/10.1007/978-981-4560-38-2>
29. Tian, G., Zhang, H., Feng, Y., Wang, D., Peng, Y., Jia, H. (2018). Green decoration materials selection under interior environment characteristics: A grey-correlation based hybrid MCDM method. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 682–692. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.08.050>
30. Chatterjee, P., Chakraborty, S. (2012). Material selection using preferential ranking methods. *Materials & Design*, 35, 384–393. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2011.09.027>
31. Samy, S. N., ElMaraghy, H. A. (2012). Complexity mapping of the product and assembly system. *Assembly Automation*, 32 (2), 135–151. doi: <https://doi.org/10.1108/01445151211212299>
32. Ashby, M. F. (2016). *Materials Selection in Mechanical Design*. Elsevier Butterworth-Heinemann.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.272742**РОЗРОБКА СПЕЦІАЛЬНОГО ОДЯГУ ДЛЯ ОПІКОВИХ ХВОРИХ (с. 6–13)****Gulnar Shaizadanova, Kaldygul Kucharbaeva, Kamilya Abilkalamova, Zhazira Baizhanova, Alima Sabitova**

Об'єктом дослідження є спеціальний одяг для опікових хворих. Недостатність асортименту спеціального одягу загального призначення значно знижує можливості використання медичних технологій, уповільнює надання медичної допомоги, знижує якість життя пацієнтів в період лікування. Велике значення має облік захисних функцій та функціонально-конструктивний підхід до розробки спеціального одягу для пацієнтів з опіками, враховуючи, що такий одяг повинен захищати пацієнта від інфекцій і полегшувати медичні процедури медперсоналу. В результаті дослідження розроблено комплект спеціального одягу загального призначення для опікових хворих з медичної тканини «Панацея РР 180» з антибактеріальною обробкою CleanOK з урахуванням вимог функціональності, особливостей медичних процедур. Запропоновані в даному дослідженні особливості конструювання спеціального одягу для пацієнтів з термічними ураженнями шкіри створюють більш комфортні умови для пацієнта в порівнянні зі стандартним лікарняним одягом. Використання сітчастої тканини в бічних частинах забезпечує дотримання гігієнічних вимог до одягу, що утворює мікроклімат підстилкового простору; з урахуванням особливостей медичних процедур і топографії їхнього виконання ефективна розробка функціонально-конструктивних рішень для комплексу спеціального одягу. Практичне значення спеціального одягу для опікових хворих полягає у його захисній функції від інфекцій, ефективності реабілітаційного впливу на організм хворого, а також підвищенні якості медичних процедур, які виконує персонал у стаціонарних умовах.

Ключові слова: спеціальний одяг, опіковий хворий, медичні процедури, класифікація, функціонально-конструктивний підхід.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.272741**ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА КОМФОРТНІСТЬ СПЕЦОДЯГУ ДЛЯ ГІРСЬКОГО ТУРИЗМУ (с. 14–24)****Saule Nurbay, Zhaksybek Usenbekov, Bulat Seitov, Lazzat Sarttarova, Nazima Seitova**

На якість та комфортність одягу для людей, що займаються гірським туризмом, впливає комплект матеріалів одягу, які визначають його довговічність і термостійкість. На практиці зносостійкість і теплоізоляцію матеріалів одягу оцінюють стандартними методами для одношарових матеріалів. Для вирішення завдання дослідження зносостійкості і термостійкості комплекту одягу було розроблено експериментальну установку для вивчення зносостійкості комплекту одягу під впливом циклічних навантажень та установку для визначення теплозахисних властивостей комплекту матеріалів одягу, що дозволяє відтворити як температуру простору під одягом, так і фактори навколишнього середовища.

Дослідивши вплив потоку вітру, вологості і температури навколишнього середовища на теплозахисну здатність комплектів різного складу був визначений найбільш раціональний комплект одягу для гірського туризму. Обраний комплект забезпечує комфортний стан людини за відсутності повітропроникності та при швидкості вітру 5 м/с, а при швидкості вітру 10 м/с і 15 м/с температура простору під одягом знижується. На теплозахист комплекту одягу впливає дихання тіла спортсмена під час руху. Так, при температурі навколишнього середовища $T_{ok}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ і вологості в межах 60–70 %, при включеному симуляторі дихання у просторі під одягом, $T_{pp}=26\text{ }^{\circ}\text{C}$, $W=62\text{ }%$, при вимкненому, $T_{pp}=27\text{ }^{\circ}\text{C}$, а значення вологості не змінилося.

Розроблені експериментальні установки та методи дослідження можуть бути рекомендовані для застосування на стадії проектування у виробничих лабораторіях підприємств, що випускають одяг для гірських видів спорту.

Ключові слова: гірський туризм, комплект матеріалів, одяг, втомний знос, зносостійкість одягу, простір під одягом, теплозахисні функції одягу.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.273490**ВИЗНАЧЕННЯ ЗУСИЛЬ, ЩО ВИНΙΚАЮТЬ У ПРОЦЕСІ ПРОХОДЖЕННЯ БАВОВНЯНОГО ВОЛОКНА МІЖ НЕРУХОМИМ НОЖЕМ ТА РОБОЧИМ БАРАБАНОМ ВАЛИКОВОГО ДЖИНУ (с. 25–33)****Fazil Veliev**

Об'єктом дослідження є валиковий джин. Валикові джини встановлюють у джинних цехах бавовняних заводів та їх призначенням є відділення механічним способом бавовняного волокна від насіння у тонковолокнистих сортах бавовни. Критеріями технологічної оцінки валикового джину є сума пороків і засміченість волокна після джинування, очищувальний ефект джина за засміченими домішками, пошкодження насіння та заджгученність волокна.

Існуючі методи повністю не розкривають всіх резервів підвищення продуктивності машини, удосконалення конструкції основних робочих органів валикового джину, що забезпечують ефективну роботу машини та збереження природних якостей волокна та насіння.

Визначення зусилля на поверхні барабана в процесі джинування представляє великий практичний інтерес для конструювання основних робочих органів валикових джинів.

Ефективність роботи та якість продукту, що переробляється, залежать від взаємодії робочого барабана та ножа з відбійним органом у процесі волокновиділення. Конструкція барабана та ножа, їх кінематичні параметри, стабільність технологічних розводок багато в чому визначають як продуктивність джину, так і якість волокна та насіння.

Проведено теоретичні дослідження щодо визначення факторів, що впливають на продуктивності валикового джину. На основі отриманих результатів рекомендовано змінити найважливіші конструктивні параметри машини.

Отримані аналітичні вирази для питомого тиску та питомих сил тертя, прикладених з боку поверхні барабана до маси сировини, що обробляється, дозволяють зробити висновок про те, що при збільшенні навантаження з боку відбійного органу при нижньому відбою погіршується процес захоплення, затягування та утримання волокон між робочим барабаном і нерухомим ножом.

Ключові слова: валиковий джин, робочий валик, нерухомий ніж валикового джину, відбійний орган, конструкція барабана.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.268519

ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДЬОГО РОЗМІРУ ПОПЕРЕДНЬО ПОДРІБНЕНИХ ВОЛОГИХ ЧАСТИНОК КОРМІВ У МОЛОТКОВИХ ПОДРІБНЮВАЧАХ (с. 34–43)

Tokhtar Abilzhanuly, Ruslan Iskakov, Daniyar Abilzhanov, Orazakhin Darkhan

В умовах сільськогосподарства виникає необхідність подрібнення кормів, що мають різну ступінь вологості. Тому вибір універсальних робочих органів є об'єктом дослідження, а теоретичне визначення середнього розміру попередньо подрібнених кормових частинок має важливе науково-практичне значення і є проблемою, яку необхідно вирішити. Виходячи з цього, запропоновано конструктивно-технологічну схему подрібнювача, що має універсальний подрібнюючий робочий орган. Подрібнюючий апарат має молотковий робочий орган, що має ріжучі грані. При цьому молотки з ріжучими гранями подрібнюють вологу масу, створюють повітряний потік і при високій швидкості працюють як прискорювачі потоку. У результаті теоретичних досліджень було визначено кроки розміщення цих робочих органів. Отримані аналітичні вирази визначення середньої довжини попередньо подрібнених кормових частинок залежно від відстані між гранями змінних ножових робочих органів, тобто від кроку розміщення їх у рядах. При цьому результати розрахунку показали, що при відстані між гранями змінних молотків 20 мм значення середньої довжини подрібнених частинок дорівнювало 38,38 мм. Середній розмір попередньо подрібнених частинок з кормової сировини, призначеної за рецептурами для сільськогосподарських тварин, становив 37,64 мм, тобто різниця між теоретичним та дійсним значенням становить лише 2,0 %. Це доводить достовірність отриманого аналітичного виразу, що забезпечує визначення основного параметра робочого органу, що подрібнює, тобто кроку розміщення радіальних ножів у рядах. Запропонований спосіб визначення середньої довжини подрібнених частинок дозволяє теоретично знаходити та планувати необхідну крупність частинок.

Ключові слова: довжина подрібнених частинок, молотковий робочий орган, молотки, крок розміщення молотків.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.272400

КОНСТРУЮВАННЯ СФЕРИЧНИХ НЕКРУГЛИХ КОЛІС, УТВОРЕНИХ СИМЕТРИЧНИМИ ДУГАМИ ЛОКСОДРОМИ (с. 44–50)

Т. А. Кресан, Ali Kadhim Ahmed, С. Ф. Пилипака, Т. М. Воліна, С. Л. Семірненко, В. І. Троханяк, І. О. Захарова

Конічні зубчасті передачі використовуються для передачі крутного моменту між осями, що перетинаються. Вони мають високу надійність та довговічність роботи, стає передаточне число. Недоліком такої передачі є взаємне ковзання поверхонь зубців зубчастих коліс, що призводить до виникнення сил тертя і зносу їх робочих поверхонь. У зв'язку з цим постає питання проектування таких конічних передач, у яких було б відсутнє ковзання.

Під некруглими колесами розуміють пару замкнених кривих, які обертаються навколо нерухомих центрів і при цьому перекочуються одна по одній без ковзання. Вони можуть служити центроїдами для проектування циліндричних зубчастих передач між паралельними осями. Якщо осі обертання коліс перетинаються, то передачі називаються конічними. Аналогом передач між паралельними осями, у яких центроїди є плоскими замкненими кривими, для передач із осями, що перетинаються, є сферичні замкнені криві. Для конічної передачі зі сталим передавальним числом такими сферичними кривими є кола на поверхні сфери, а зі змінним передавальним числом – просторові сферичні криві. Розглянуто конструювання замкнених сферичних кривих, які обкочуються одна по одній без ковзання при їх обертанні навколо осей, що перетинаються у центрі сфери. Ці криві утворені із симетричних дуг локсодроми – кривої, яка перетинає всі меридіани кулі під сталим кутом. Цей кут має становити 45° , що забезпечує перетин локсодром під прямим кутом. Отримано аналітичні залежності, на основі яких здійснено розрахунок профілів сферичних некруглих коліс та їх візуалізацію засобами комп'ютерної графіки. Результати можуть бути використані у проектуванні некруглих коліс для текстильних станків, насосів гідромашин, насосів-дозаторів тощо.

Ключові слова: некруглі колеса, кочення, конічна передача, довжина дуги, сферична крива, локсодрома.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.273847

РОЗРОБКА БІ-ГЕКСАГОНАЛЬНОГО ГІБРИДНОГО КРАШАВАРІЙНОЇ КОРОБКИ, ПІДДАНОЇ ОСІЙНОМУ НАВАНТАЖЕННЮ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ УДАРОСТІЙКОСТІ (с. 51–57)

Moch Agus Choiron, Delia Hani Wakhidah, Nurchajat

Конструкцію аварійної коробки було розроблено для підвищення стійкості до аварій. Поперечний переріз аварійної коробки є одним з важливих параметрів для підвищення поглинання енергії як характеристики ударостійкості. У попередньому дослідженні гексагональний поперечний переріз забезпечує більше поглинання енергії, ніж інший поперечний переріз. Однією зі стратегій збільшення поперечного перерізу є використання двох поперечних перерізів, об'єднаних в один компонент конструкції аварійної коробки. Двотрубчастий аварійний бокс демонструє високе енергопоглинання з можливістю легкого виготовлення. В іншому дослідженні гібридна аварійна коробка досліджується для зменшення маси аварійної коробки. У цьому дослідженні було досліджено розробку бігексагональної гібридної коробки аварій, що піддається осьовому навантаженню для підвищення ударостійкості. Аналіз конструкції аварійної коробки розроблено за допомогою комп'ютерного моделювання за допомогою ANSYS Workbench 19.2. Використані матеріали аварійної коробки – алюмінієвий сплав і вуглецево-епоксидна смола. Моделювання матеріалу в аварійному боксі передбачається як тіло, що деформується, тоді як ударний елемент є твердим тілом. Осьове навантаження моделюється шляхом встановлення удару ударного елемента в краш-бокс зі швидкістю 7,67 м/с. Фіксована опора встановлена на дні аварійної коробки. Було змодельовано дев'ять моделей фронтальних випробувань для бігексагональної гібридної аварійної коробки з різним кутом орієнтації розкладки та діаметром композитної шестигрунтової труби. Спостерегили поглинання енергії та закономірності деформації. Результати показали, що найвище поглинання енергії та питоме поглинання енергії спостерігається на моделі A60 з кутом орієнтації накладок [0/60/0/60] і діаметром композитної шестигрунтової труби 41 мм, що становить 3693,8 Дж і 19,121 кДж/кг. Модель деформації в алюмінієвій частині є алмазною, тоді як у композитній частині модель деформації викликає поперечний зсув, вигин пластини, крихкий руйнування та локальний режим вигину.

Ключові слова: Бі-гексагональна гібридна аварійна коробка, поглинання енергії, картина деформації, осьове навантаження.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.272030

ВСТАНОВЛЕННЯ ЗМІН ПАРАМЕТРІВ ДІЙКОВОЇ ГУМИ ДОЇЛЬНИХ АПАРАТІВ ПІД ЧАС ВИПРОБУВАННЯ ТА В УМОВАХ ВИРОБНИЦТВА (с. 58–66)

А. П. Палій, Е. Б. Алієв, А. П. Палій, К. В. Іщенко, І. М. Рибалко, О. В. Павліченко, М. Ф. Приходько, В. В. Попсуй, Л. В. Бондарчук, Т. О. Чернявська

Дійкова гума доїльних апаратів є тим єдиним конструктивним компонентом з усього доїльного-молочного обладнання, який знаходиться в контакті з тваринами. Під час експлуатації гумовий виріб погіршує свої первинні якісні характеристики. Це відбувається за рахунок механічного зношування під час наробітку.

Завдання досліджень полягає у встановленні змін параметрів дійкової гуми доїльних апаратів під час випробування та в умовах виробництва. Об'єктом досліджень слугувала дійкова гума доїльних апаратів різних фірм-виробників, виконана з різних композиційних матеріалів.

Висунуто наукову гіпотезу, згідно якої підвищення ефективності роботи доїльно-молочного обладнання можна досягти шляхом встановлення змін параметрів дійкової гуми з подальшим плануванням технічного обслуговування. Це надасть можливість виявити закономірності і залежності, що характеризують зазначені процеси.

В ході досліджень отримані теоретичні залежності, що дозволяють визначити спрацьованість дійної гуми у холостому режимі і теоретичний час її наробітку. Встановлено, що теоретичний час спрацьованості дійкової гуми становить близько 120–170 год.

Визначено, що у середовищі СЖР-3 коефіцієнт старіння за напруженістю мав значення >2 рази, порівняно до Скайдрол LD-4. Об'єм за аналогічних умов впливу рідин на зразки перевищував більше ніж в 3 рази. Доведено, що зміна маси гум за впливу СЖР-3 перевищує більш ніж в 2,5 рази показники, отримані за впливу Скайдрол LD-4.

Встановлено, що за тривалої експлуатації у дійковій гумі відбуваються зміни її фізико-механічних властивостей. Так, збільшується твердість та пружність, зменшується еластичність через руйнування внутрішньої структури гуми внаслідок утворення мікротріщин, збільшується вакуум змикання стінок.

Знання якісних характеристик дійкової гуми нададуть змогу знайти оптимальне рішення щодо вибору гумових виробів.

Ключові слова: дійкова гума, характеристика гуми, параметри гуми, композиційні матеріали, спрацьованість гуми, вакуум змикання.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.267430

ОЦІНКА СКЛАДНОСТІ ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ КОЕФІЦІЕНТІВ МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ОБРОБКИ ТА УСТАНОВКИ (с. 67–78)

Nelce D. Muskita, Rudy Soenoko, Achmad As'ad Sonief, Moch. Agus Choiron

Принципи складності мають велике значення для зниження складності і в той же час для постійного виконання вимог до виробу, процесу та системи. Вирішальним фактором, що впливає на складність збирання, є вибір матеріалу. Матеріал, що використовується для виготовлення виробу, буде тісно пов'язаний з процесом обробки та встановлення. У попередньому дослідженні методи, що використовуються для вибору матеріалів та процесів збирання, були розроблені окремо. У даній роботі ці методи будуть об'єднані в єдине ціле з урахуванням складності кожного процесу. Наукова інформація з цього питання ще не розкрита, тому воно все ще потребує інтенсивного вивчення. Отже, метою дослідження є просування нового способу вимірювання складності збирання деталей шляхом вивчення параметрів вибору матеріалу. Запропонований метод включає використання коефіцієнтів матеріалу при визначенні індексу складності збирання і складається з двох етапів. Наведено чисельні приклади для повної ілюстрації запропонованої конструкції, в якій використовуються три варіанти матеріалів в поршневіх виробках для розрахунку індексу складності процесу збирання. Варіанти з невеликим індексом складності ідеальні та полегшують процес збирання.

У дослідженні створена модель коефіцієнта матеріалу для визначення процесу збирання, де кожен компонент має різні значення коефіцієнта. Коефіцієнт матеріалу описує значення характеристик матеріалу, пов'язаних зі способом збирання, а саме з процесом обробки та установки. Вибір матеріалу вимагає чіткого розуміння вимог до збирання для кожного компонента. Відповідними характеристиками матеріалу є щільність, в'язкість руйнування, модуль Юнга, межа пружності, межа міцності на розрив, відносне подовження і твердість. В результаті оцінки індексу складності з використанням методів попередніх досліджень отримано значення 6,02. За допомогою даного методу було отримано 5,777 для варіанту 1 та 5,769 для другого варіанту. Середнє значення складності сумісно з коефіцієнтом матеріалу і часом складання.

Ключові слова: збирання, індекс складності, коефіцієнт матеріалу, вибір матеріалу, обробка, установка, кріплення.