

ABSTRACT AND REFERENCES

ENGINEERING TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.232496
DEVISING MANUFACTURING TECHNIQUES
TO CONTROL THE PROCESS OF ZONAL
SEGREGATION IN LARGE STEEL INGOTS (p. 6–13)

Anatolij Narivskij

Physico-Technological Institute of Metals and Alloys
of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1596-6401>

Abdi Nuradinov

Physico-Technological Institute of Metals and Alloys
of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7286-8648>

Ibrahim Nuradinov

Physico-Technological Institute of Metals and Alloys
of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8916-5247>

A method of physical modeling was applied to study the effect of external actions on the processes of crystallization and the formation of the structure of ingots. A brief review of existing hypotheses about the evolution of physical, structural, and chemical heterogeneities in large steel ingots is given. The parameters of the structure and the two-phase zone have been determined, as well as the nature of the distribution of segregated materials along the cross-section of ingots, depending on the conditions of their curing. The decisive importance of convective and capillary mass transfer in the interdendritic channels of hardening ingots on the formation of a zonal heterogeneity at their cross-section has been proven.

Experimentally, when crystallizing a model environment (camphe), it has been visually confirmed that the flow of segregated materials in interdendritic channels occurs when a certain amount of impurities accumulates in them. A clear dependence of the speed of this flow on the rate of melt crystallization has been established. With an increase of the hardened part of the melt, the rate of segregated material movement (V) increases while the rate of crystallization (R) decreases due to worsening heat release conditions. At a certain distance from the ingot's surface, these rates become equal, and impurities are carried to the curing border, which is the main cause of the formation of zonal segregation.

The results reported here show that the evolution of zonal segregation in ingots can be controlled using various techniques involving external influence on the hardening melt. This study has demonstrated that the adjustable intensity of heat removal from an ingot, as well as the addition of external excess pressure on the hardening melt, could be used as such tools. In the study, to obtain ingots with a minimum level of chemical heterogeneity, it would suffice to provide the following conditions for the curing of the alloy: a value of the alloy crystallization speeds at the level of $R_{cr} \geq 9 \cdot 10^{-2}$ mm/s, or external pressure on the free surface of ingots $P_{ext} \geq 135$ kPa.

The industrial implementation of the reported results could make it possible to improve the technology of obtaining large blacksmith ingots, provide savings in materials and energy resources, increase the yield of a suitable metal, and improve its quality.

Keywords: physical modeling, large ingot, zonal segregation, convective and capillary mass transfer.

References

1. Efimov, V. A. (1976). Razlivka i kristallizatsiya stali. Moscow: Metallurgiya, 552.
2. Efimov, V. A., El'darhanov, A. S. (2004). Tekhnologii sovremennoy metallurgii. Moscow: Novye tekhnologii, 784.
3. Balandin, G. F. (1979). Formirovanie kristallicheskogo stroeniya otlivok. Moscow: Mashinostroenie, 288.
4. Golikov, I. N., Maslenkov, S. B. (1977). Dendritnaya likvatsiya v stalyah i splavah. Moscow: Metallurgiya, 224.
5. Flemings, M. C. (2000). Our Understanding of Macrosegregation. Past and Present. ISIJ International, 40 (9), 833–841. doi: <https://doi.org/10.2355/isijinternational.40.833>
6. Wu, M., Ludwig, A., Kharicha, A. (2018). Simulation of As-Cast Steel Ingots. Steel Research International, 89 (1), 1700037. doi: <https://doi.org/10.1002/srin.201700037>
7. Timofeev, G. I. (1977). Mekhanika splavov pri kristallizatsii slitkov i otlivok. Moscow: Metallurgiya, 160.
8. Sang, B. G., Kang, X. H., Liu, D. R., Li, D. Z. (2010). Study on macrosegregation in heavy steel ingots. International Journal of Cast Metals Research, 23 (4), 205–210. doi: <https://doi.org/10.1179/136404610x12665088537374>
9. Chen, Z., Shen, H. (2020). Simulation of macrosegregation in a 36-t steel ingot using a multiphase model. International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials, 27 (2), 200–209. doi: <https://doi.org/10.1007/s12613-019-1875-9>
10. Lan, P., Zhang, J. Q. (2013). Numerical analysis of macrosegregation and shrinkage porosity in large steel ingot. Ironmaking & Steelmaking, 41 (8), 598–606. doi: <https://doi.org/10.1179/1743281213y.0000000172>
11. Pickering, E. J. (2013). Macrosegregation in Steel Ingots: The Applicability of Modelling and Characterisation Techniques. ISIJ International, 53 (6), 935–949. doi: <https://doi.org/10.2355/isijinternational.53.935>
12. Efimov, A. V., El'darhanov, A. S. (1998). Sovremennye tekhnologii razlivki i kristallizatsii splavov. Moscow: Mashinostroenie, 360.
13. Elliot, R. (1987). Upravlenie evtekhticheskim zatverdevaniem. Moscow: Metallurgiya, 257–260.
14. Froberg, G. (1989). Kosmicheskoe modelirovanie. Moscow: Mir, 110.
15. Haaze, R. (1969). Termodinamika nebratimyh protsessov. Moscow: Mir, 544.
16. El'darhanov, A. S., Efimov, V. A., Nuradinov, A. S. (2001). Lit'e stali pod davleniem. Metallurgiya mashinostroeniya, 3, 37–46.
17. Natsume, Y., Takahashi, D., Kawashima, K., Tanigawa, E., Ohsasa, K. (2014). Evaluation of Permeability for Columnar Dendritic Structures by Three-dimensional Numerical Flow Analysis. ISIJ International, 54 (2), 366–373. doi: <https://doi.org/10.2355/isijinternational.54.366>
18. Santos, R. G., Melo, M. L. N. M. (2005). Permeability of interdendritic channels. Materials Science and Engineering: A, 391 (1-2), 151–158. doi: <https://doi.org/10.1016/j.msea.2004.08.048>
19. Li, W., Shen, H., Liu, B. (2012). Numerical simulation of macrosegregation in steel ingots using a two-phase model. International Journal of Minerals, Metallurgy, and Materials, 19 (9), 787–794. doi: <https://doi.org/10.1007/s12613-012-0629-8>
20. Tu, W., Shen, H., Liu, B. (2014). Two-Phase Modeling of Macrosegregation in a 231 t Steel Ingot. ISIJ International, 54 (2), 351–355. doi: <https://doi.org/10.2355/isijinternational.54.351>
21. Skvortsov, A. A., Akimenko, A. D., Ul'yanov, V. A. (1991). Vliyanie vneshnih vozdeystviy na protsess formirovaniya slitkov i zagotovok. Moscow: Metallurgiya, 216.
22. El'darhanov, A. S., Efimov, V. A., Nuradinov, A. S. (2001). Protsessy formirovaniya otlivok i ih modelirovanie. Moscow: Mashinostroenie, 208.

23. Skrebtsov, A. M., Kladiti, A. T. (2000). Razmyvanie potokom rasplava tverдой poverhnosti iz togo zhe materiala. *Protsessy lit'ya*, 3, 37–43.
24. Batyshev, A. I. (1977). *Kristallizatsiya metallov i splavov pod davleniem*. Moscow: Metallurgiya, 152.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.231779

DETERMINING THE WIDTH OF A LAYER CUT WITH SAWS WITH MULTIDIRECTIONAL TEETH (p. 14–20)

Oleksandr Okhrimenko

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

Vyacheslav Vovk

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5122-6198>

Serhii Maidaniuk

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2853-8606>

Yuliia Lashyna

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3451-8740>

To predict the workability of a tool structure at the design stage, it is necessary to calculate the parameters of the cut layer when this tool is used because the cut layer's size determines the strength and dynamic characteristics of the cutting process.

It is known that the size and shape of the cut layer are affected by the allowance cutting scheme embedded in the tool design. Therefore, the parameters of the cut layer with the tool must be investigated taking into consideration the actual shapes and location of the cutting edges of the tool teeth and the cutting scheme with individual teeth.

Existing analytical dependences on determining the thickness of the cut layer do not take into consideration the group arrangement of the teeth, which have a different shape and location of their cutting edges. Therefore, a procedure for determining the thickness of the cut layer analytically has been proposed, using the example of circular saws with multidirectional teeth while taking into consideration the patterns in the arrangement of the cutting edges of individual teeth and the real movements of the tool during its operation.

The proposed procedure makes it possible to determine the parameters of the layer cut with the tool at both constant and progressive allowance cutting schemes. One can also specify the parameters of the cut layer at any time of the tool's operation and analyze the change in the shape of the slice in time.

Based on the analysis of the parameters of the cut layer, it has been established that saws with multidirectional teeth do not work with the entire width of the cutting edge but only in its part, whose share does not exceed 55 % of the width of the tool.

The procedure reported here could be used to determine the loading of the cutting tool part with a more complex cutting scheme, which also includes tools that are operated by the form-generating method.

Keywords: thickness of the cut layer, circular saw, allowance cutting scheme, cutting edge, cutting edge shape, multidirectional teeth.

References

1. Stephenson, D. A., Agapiou, J. S. (2016). *Metal Cutting Theory and Practice*. CRC Press, 969. doi: <https://doi.org/10.1201/b19559>
2. Vasin, S. A., Vereschaka, A. S., Kushner, V. S. (2001). *Rezanie materialov. Termomekhanicheskiy podhod k sisteme vzaimosvyazey pri rezanii*. Moscow: Izd-vo MGTU im. N. E. Baumana, 448.
3. Mazur, M. P., Vnukov, Yu. M., Zaloha, V. O., Novosolov, Yu. K., Yakubov, F. Ya. (2000). *Osnovy teoriiy rizannia materialiv*. Lviv: Novyi svit, 422.
4. ISO 3002-1:1982. Basic quantities in cutting and grinding – Part 1: Geometry of the active part of cutting tools – General terms, reference systems, tool and working angles, chip breakers (1982). ISO, 52.
5. Rubeo, M. A., Schmitz, T. L. (2016). Milling Force Modeling: A Comparison of Two Approaches. *Procedia Manufacturing*, 5, 90–105. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2016.08.010>
6. Li, Y., Yang, Z. J., Chen, C., Song, Y. X., Zhang, J. J., Du, D. W. (2018). An integral algorithm for instantaneous uncut chip thickness measuring in the milling process. *Advances in Production Engineering & Management*, 13 (3), 297–306. doi: <https://doi.org/10.14743/apem2018.3.291>
7. Altintas, Y. (2012). *Manufacturing automation: metal cutting mechanics, machine tool vibrations, and CNC design*. Cambridge University Press. doi: <https://doi.org/10.1017/cbo9780511843723>
8. Davim, J. P. (Ed.) (2011). *Modern Machining Technology. A Practical Guide*. Woodhead Publishing. doi: <https://doi.org/10.1533/9780857094940>
9. Insperger, T., Stepan, G. (2004). Stability Analysis of Turning With Periodic Spindle Speed Modulation Via Semidiscretization. *Journal of Vibration and Control*, 10 (12), 1835–1855. doi: <https://doi.org/10.1177/1077546304044891>
10. Duan, X., Peng, F., Yan, R., Zhu, Z., Huang, K., Li, B. (2015). Estimation of Cutter Deflection Based on Study of Cutting Force and Static Flexibility. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 138 (4). doi: <https://doi.org/10.1115/1.4031678>
11. Kim, C.-J., Mayor, J. R., Ni, J. (2004). A Static Model of Chip Formation in Microscale Milling. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 126 (4), 710–718. doi: <https://doi.org/10.1115/1.1813475>
12. Saï, L., Bouzid, W., Zghal, A. (2008). Chip thickness analysis for different tool motions: for adaptive feed rate. *Journal of Materials Processing Technology*, 204 (1-3), 213–220. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2007.11.094>
13. Yan, X., Tao, H., Zhang, D., Wu, B. (2010). Chip Thickness Analysis Based on Tooth Trajectory for Different End Milling Processes. 2010 International Conference on Manufacturing Automation. doi: <https://doi.org/10.1109/icma.2010.23>
14. Li, H. Z., Liu, K., Li, X. P. (2001). A new method for determining the undeformed chip thickness in milling. *Journal of Materials Processing Technology*, 113 (1-3), 378–384. doi: [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(01\)00586-6](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(01)00586-6)
15. ISO 2296:2018. Metal slitting saws with fine and coarse teeth – Metric series (2018). ISO, 6.
16. Karnasch tools. General catalogue 2020/2021. Available at: <https://docs.steelcam.org/karnasch/osnovnoj-katalog-karnasch-2021-page1>
17. Droba, A., Svoreň, J., Marienčík, J. (2015). The Shapes of Teeth of Circular Saw Blade and Their Influence on its Critical Rotational Speed. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 63 (2), 399–403. doi: <https://doi.org/10.11118/actaun201563020399>
18. Mikołajczyk, T., Latos, H., Pimenov, D. Y., Paczkowski, T., Gupta, M. K., Krolczyk, G. (2020). Influence of the main cutting edge angle value on minimum uncut chip thickness during turning of C45 steel. *Journal*

of Manufacturing Processes, 57, 354–362. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2020.06.040>

19. Rodin, P. R., Ravska, N. S., Kovalova, L. I. (1994). Rizalniyi instrument v prykladakh i zadachakh. Kyiv: Vyscha shkola, 293.
20. Ravska, N. S., Okhrimenko, O. A., Maidaniuk, S. V. (2013). Vyznachennia parametriv zrizuvanoho sharu bahatozubykh dyskovykh instrumentiv ta tortsevykh frez za dopomohoiu kompiuternykh system 3D proektuvannia. Nadiynist instrumenta ta optymizatsiya tekhnolohichnykh system, 32, 20–29.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.231917

IDENTIFYING CHANGES IN THE TECHNICAL PARAMETERS OF MILKING RUBBER UNDER INDUSTRIAL CONDITIONS TO ELUCIDATE THEIR EFFECT ON THE MILKING PROCESS (p. 21–28)

Andriy Paliy

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University
of Agriculture, Kharkiv, Ukraine
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>

Alexander Nanka

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University
of Agriculture, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4079-8822>

Oleksiy Bogomolov

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University
of Agriculture, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1531-7030>

Vadim Bredixin

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University
of Agriculture, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0103-585X>

Anatoliy Paliy

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

Oksana Shkromada

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

Yurii Musiienko

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

Aleksandr Stockiy

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5247-5268>

Natalia Grebenik

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1254-3374>

Many years of experience in the operation of milking machines show that milking rubber was and remains a short-lived and unreliable link in the technological process of machine milking. During operation, rubber quickly loses its strength and elastic properties, becomes stiff and less elastic, deforms, and changes its shape.

The purpose of this study is to identify changes in the technical parameters of milking rubber under industrial conditions in order to establish their impact on the milking process. The obtained results could make it possible to rationally choose the milking rubber for teat cups, which would ensure an effective milking process.

During this study's initial stage, the physical and mechanical condition of milking rubber was experimentally established at steam disinfection and as a result of saturating the article with milk fats. The following stage implied detecting the effect of milking rubber tension in a teat cup on the speed of milking.

It was established that milking rubber during operation is actively exposed to milk fat, which leads to the loss of its weight relative to its original value. On day 1,000 of work, the weight loss relative to the initial value (100 g), under the washing regime temperature of 85 °C, 50 °C, 35 °C, and 20 °C, was 1 g, 3.3 g, 5 g, and 4.2 g, respectively. The dependences have been derived for the swell mass of milking rubber M on the temperature of washing solutions T and the duration of operation t as a result of saturation with milk fats.

The dependence of milk yield rate V on the tension force of milking rubber F in teat cups has been established. Thus, it was found that when the tension force of milking rubber changes from 25 to 60 N, the difference in the average intensity of milk yield is 0.13 kg/min (10.8 %). Regarding the amount of milk yield at the specified tension, the difference is 0.15 kg (2.5 %). At rubber tension from 60 to 25 N, the average milking time increases by 0.46 min (8.3 %). Thus, it was determined that a milking machine with milking rubber at different tension over a total milking time would unevenly milk different parts of the cow's udder.

The study reported here expands the idea about the technical and manufacturing characteristics of rubber articles, namely changes in them at steam disinfection and as a result of saturation with milk fats.

Keywords: milking rubber, rubber operation, rubber parameters, milk fat, milking speed.

References

1. 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>
2. Kuhnhenne, M., Pyschny, D., Kramer, L., Brieden, M., Ummenhofer, T., Ruff, D. C. et al. (2019). Mechanical and thermal performance of new liner tray solutions. Steel Construction, 12 (1), 23–30. doi: <https://doi.org/10.1002/stco.201800025>
3. Paliy, A. P., Kovalchuk, Y. O., Boyko, Y. A., Bondaruk, Y. V., Diachuk, P. V., Duka, T. M. et al. (2020). Impact of various milking equipment on incidence of mastitis in dairy herd. Ukrainian Journal of Ecology, 10 (5), 160–165. doi: https://doi.org/10.15421/2020_224
4. 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>
5. Dzidic, A., Rovai, M., Poulet, J. L., Leclerc, M., Marnet, P. G. (2019). Review: Milking routines and cluster detachment levels in small ruminants. Animal, 13, s86–s93. doi: <https://doi.org/10.1017/s1751731118003488>
6. Mishra, A., Khatri, S., Jha, S. K., Ansari, S. (2020). Effects of Milking Methods on Milk Yield, Milk Flow Rate, and Milk Composition in Cow. International Journal of Scientific and Research Publi-

- cations (IJSRP), 10 (1), p9765. doi: <https://doi.org/10.29322/ijsrp.10.01.2020.p9765>
7. Aslam, N., Abdullah, M., Fiaz, M., Bhatti, J., Iqbal, Z., Bangulzai, N. et. al. (2014). Evaluation of different milking practices for optimum production performance in Sahiwal cows. *Journal of Animal Science and Technology*, 56 (1), 13. doi: <https://doi.org/10.1186/2055-0391-56-13>
 8. Silva Boloña, P., Reinemann, D. J., Upton, J. (2019). Effect of teatcup removal settings on milking efficiency and milk quality in a pasture-based automatic milking system. *Journal of Dairy Science*, 102 (9), 8423–8430. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15839>
 9. Jacobs, J. A., Siegford, J. M. (2012). Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, 95 (5), 2227–2247. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4943>
 10. Paliy, A. P. (2017). Study of the impact of milking systems on the teats of cow udder. *Izvestiya natsional'nogo agrarnogo universiteta Armenii*, 1 (57), 33–35.
 11. Enokidani, M., Kawai, K., Shinozuka, Y., Kurumisawa, T. (2020). A case study of improving milking cow performance and milking system performance with using a flow simulator. *Animal Science Journal*, 91 (1). doi: <https://doi.org/10.1111/asj.13389>
 12. Drach, U., Halachmi, I., Pnini, T., Izhaki, I., Degani, A. (2017). Automatic herding reduces labour and increases milking frequency in robotic milking. *Biosystems Engineering*, 155, 134–141. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2016.12.010>
 13. Aliev, E. B. (2010). Study of wear rubber nipple milking machine based theory of aging. *Zbirnyk naukovykh prats IMT NAAN «Mekhanizatsiya, ekolohizatsiya ta konvertatsiya biosyrovyny u tvarynnystvii»*, 1 (5, 6), 233–242. Available at: http://aliev.in.ua/doc/stat/2010/stat_3.pdf
 14. 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>
 15. 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>
 16. 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>
 17. Bava, L., Zucali, M., Brasca, M., Zanini, L., Sandrucci, A. (2009). Efficiency of cleaning procedure of milking equipment and bacterial quality of milk. *Italian Journal of Animal Science*, 8 (sup2), 387–389. doi: <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s2.387>
 18. Kukhtyn, M., Berhilevych, O., Kravcheniuk, K., Shynkaruk, O., Horyuk, Y., Semaniuk, N. (2017). The influence of disinfectants on microbial biofilms of dairy equipment. *EUREKA: Life Sciences*, 5, 11–17. doi: <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2017.00423>
 19. Verkholiuk, M. M., Peleno, R. A., Semaniuk, N. V. (2019). Development of a regime of disinfection of milking equipment and milk inventory with the acid detergent «Milkodez.» *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 21 (96), 153–157. doi: <https://doi.org/10.32718/nvlvet9627>
 20. Hall, C. W. (2020). Dairy machinery. *Access Science*. doi: <https://doi.org/10.1036/1097-8542.179900>
 21. Rasmussen, M. D., Frimer, E. S., Kaartinen, L., Jensen, N. E. (1998). Milking performance and udder health of cows milked with two different liners. *Journal of Dairy Research*, 65 (3), 353–363. doi: <https://doi.org/10.1017/s0022029998002994>
 22. Paliy, A. P. (2016). Modern aspects of operation liner teat cups. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 18 (2 (67)), 159–162. doi: <https://doi.org/10.15421/nvlvet6736>
 23. Antoshuk, S., Sorokin, E. (2014). Soskovaya rezina. Menyat' ili obsluzhivat'? *Belorusskoe sel'skoe hozyaystvo*, 3, 115–117.
 24. Galitcheva, M. S., Golovan', V. T., Dakhuzhev, Y. G. (2009). Correlation between elasticity of mammillar rubber of milking machine and cow's lactiferous gland function. *Novye tekhnologii*, 1, 26–29.
 25. Izmailova, N. O. (2005). Vplyv doilnoi aparatury na fiziologichni i produktyvni pokaznyky koriv. *Visnyk Sumskoho natsionalnogo ahrarnoho universytetu*, 9-10, 63–66.
 26. Shevchenko, I. A., Aliev, E. B.; Shevchenko, I. A. (Ed.) (2013). *Naukovo-metodychni rekomendatsii z bahatokryterialnogo vyrobnychoho kontroliu doilnykh ustanovok. Zaporizhzhia: Aktsent Investreid*, 156. Available at: http://aliev.in.ua/doc/knigi/kniga_1.pdf
 27. Wiercioch, M., Luberański, A., Lejman, K., Fugol, M., Prask, H. (2019). Shaping Teat Suction Forces of Liners with Varied Structure of Rubber Core. *Agricultural Engineering*, 23 (1), 105–116. doi: <https://doi.org/10.1515/agriceng-2019-0010>
 28. Il'in, V. M., Rezova, A. K. (2015). Styrene Butadiene Rubber: Production Worldwide. *International Polymer Science and Technology*, 42 (10), 35–44. doi: <https://doi.org/10.1177/0307174x1504201008>
 29. Shit, S. C., Shah, P. (2013). A Review on Silicone Rubber. *National Academy Science Letters*, 36 (4), 355–365. doi: <https://doi.org/10.1007/s40009-013-0150-2>
 30. 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>
 31. Paliy, A. P., Handola, Yu. M., Shevchenko, I. O., Stotskiy, A. O., Stotskiy, O. G., Sereda, A. I. et. al. (2020). Assessment of cow lactation and milk parameters when applying various milking equipment. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (4), 195–201. Available at: <https://www.ujecology.com/articles/assessment-of-cow-lactation-and-milk-parameters-when-applying-various-milking-equipment.pdf>
 32. 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 Sciences*, 88 (12), 1412–1415.
 33. Xu, Y., Feng, L., Cong, H., Li, P., Liu, F., Song, S., Fan, L. (2020). Preparation of TiO₂/Ser filler with ultraviolet resistance and antibacterial effects and its application in SBR/TRR blend rubber. *Journal of Rubber Research*, 23 (2), 47–55. doi: <https://doi.org/10.1007/s42464-020-00035-x>
 34. Kyselov, O. V., Komarova, I. B., Milko, D. O., Bakardzhyiev, R. O.; Milko, D. O. (Ed.) (2017). *Statystychna obrobka i oformlennia rezultativ eksperymentalnykh doslidzhen (iz dosvidu napysannia dysertatsiynykh robit)*. Zaporizhzhia: STATUS, 1181.
 35. 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>
 36. Paliy, A., Nanka, O., Ishchenko, K., Paliy, A. (2019). Research on high-yielding dairy cow treatment techniques during milking. *ABAH Bioflux*, 11 (1), 1–11. Available at: <http://www.abah.bioflux.com.ro/docs/2019.1-11.pdf>
 37. Fenenko, A. I. (2015). Technical and technological parameters of the biotechnology system of cow. *Mekhaniko-tekhnologichni protsesy, vykonavchi orhany ta mashyny dlia tvarynnystvii*, 1 (13), 111–120.

38. Artamonova, O. A. (2020). Studying sanitary and hygienic condition of delaval milking equipment units. *International Research Journal*, 6 (96), 184–187. doi: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.96.6.035>
39. Leonardi, S., Penry, J. E., Tangorra, F. M., Thompson, P. D., Reine-mann, D. J. (2015). Methods of estimating liner compression. *Journal of Dairy Science*, 98 (10), 6905–6912. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9380>
40. Christine, O. (2018). Trends in Hand Milking and Machine Milking in Kenya. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13 (14), 5655–5660. Available at: https://www.researchgate.net/publication/327682156_Trends_in_hand_milking_and_machine_milking_in_Kenya
41. Paliy, A. P., Ishchenko, K. V., Bredykhin, V. V., Gurskyi, P. V., Levkin, D. A., Antoniuik, A. A. et. al. (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

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.232536
COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE INFLUENCE
OF STRUCTURAL FRICTION IN A VEHICLE
SUSPENSION ON ITS PERFORMANCE (p. 29–36)

Valeriy Pisarev

National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3396-1492>

Decision-making regarding the application of any new structure at the design stage requires in practice that it should be compared with the existing one by many indicators. A special feature of the new design of hydropneumatic suspension is the existence of movable connections (screw and splined) as parts of the hydropneumatic element. The presence of structural friction in movable connections requires, in particular, an assessment of the impact of this friction on the process of oscillations when moving through crossed terrain based on comparative analysis. The comprehensive estimate chosen for comparison includes operational properties in terms of ergonomics (smooth movement) and adhesion to the support surface (effort in the contact of wheels with the support surface).

The results of a theoretical study involving a vehicle with parameters (weight, dimensions) close to armored personnel carriers BTR70, BTR80, but with hydropneumatic suspensions, demonstrated that when driving on crossed terrain with speeds up to 65 km/h there is a significant reserve in terms of ergonomics. Regardless of the presence (absence) of structural friction, at friction coefficients of up to 0.085. When moving on the surface with large irregularities, the reserve for the maximum allowable (3 g) acceleration in a driver seat is 4.708 times (there is no structural friction) and 3.768 times (structural friction is present). When moving on the surface with small irregularities, the reserve for the maximum permissible (0.5 g) acceleration in a driver seat is 2.093 times (there is no structural friction) and 2.616 times (structural friction is present).

Under the most dangerous modes of movement (at the highest speeds) when driving over small irregularities, the presence of structural friction has a positive effect both in terms of ergonomics and stability. Thus, when driving at a speed of 65.679 km/h, the minimum clutch margin is 1.4 times greater, and the acceleration is 1.249 times smaller.

Keywords: vehicle, operational properties, smooth movement, adhesion to the support surface, oscillations, suspension, structural friction.

References

1. Hog, E., Arora, Ya. (1983). *Prikladnoe optimal'noe proektirovanie: Mekhanicheskie sistemy i konstruktsii*. Moscow: Mir, 478.

2. Pisarev, V. P., Yurchuk, Yu. M. (2005). Udoskonalennia khodovykh yakostei boiovykh mashyn. *Zbirnyk naukovykh prats Akademiyi vnutrishnikh viysk MVS Ukrainy*, 1-2 (5-6), 30–32.
3. Avramov, V. P., Kaleychev, N. B. (1989). *Dinamika gusenichnoy mashyny pri ustanovivshemysya dvizhenii po nerovnostyam*. Kharkiv: Vischa shk. Izd-vo pri Khark. un-te, 112.
4. Pisarev, V. P. (2011). Mozhlyvosti transportnoho zasobu z halmu-vannia za vidsutnosti proboiu pidvisky. *Vestnik NTU «KhPI»*, 56, 29–33.
5. Pisarev, V. P. (2018). Working process by machine movement at cosography with evaluation of possibility of division and transmission in dynamics. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoi akademiyi Natsionalnoi hvardiyi Ukrainy*, 1 (31), 10–18.
6. Pisarev, V. P. (2015). Assessment of the stability of motion combat wheeled vehicle when turning in a transient and static cut. The collection of scientific works of the National Academy of the National Guard of Ukraine, 2 (26), 15–26.
7. Pisarev, V. (2019). Determining the parameters for connections among the elements of design of vehicles in terms of ergonomics and crew safety. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (7 (99)), 72–80. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.169944>
8. Novikov, V. V., Pozdeev, A. V., Diakov, A. S. (2015). Research and Testing Complex for Analysis of Vehicle Suspension Units. *Procedia Engineering*, 129, 465–470. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.153>
9. Novikov, V. V., Pozdeev, A. V., Chumakov, D. A., Kovalev, A. M. (2017). Combined operation of pneumatic spring of automobile vehicle with wheel dynamic absorber and hydraulic absorber. *Vestnik mashinostroeniya*, 7, 34–39. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30309324>
10. Novikov, V. V., Pozdeev, A. V., Chumakov, D. A., Golyatkin, I. A. (2015). Vibrozashchitnye svoystva pnevmaticheskoy podveski s dinamicheskim gasitelem kolebaniy koles i suhim treniem. *Oboronnaya tekhnika*, 9-10, 102–106. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42813055>
11. Chumakov, D. A., Chernyshov, K. V., Novikov, V. V., Diakov, A. S., Suchenina, A. S. (2019). Mathematical model of motor vehicle air suspension with a combined damping system. *Journal of Physics: Conference Series*, 1177, 012049. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1177/1/012049>
12. Ryabov, I. M., Chernyshov, K. V., Pozdeev, A. V. (2017). Vibroprotective and Energetic Properties of Vehicle Suspension with Pendular Damping in a Single-Mass Oscillating System. *Procedia Engineering*, 206, 519–526. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.510>
13. Farkas, Z., Bartels, G., Unger, T., Wolf, D. E. (2003). Frictional Coupling between Sliding and Spinning Motion. *Physical Review Letters*, 90 (24). doi: <https://doi.org/10.1103/physrevlett.90.248302>
14. Haussler, F. W., Wonka, A. (1959). Zur Berechnung des Stick – slip – Vorganges. *Maschinenbautechnik*, 8 (1), 45–53.
15. Kemper, J. D. (1965). Torsional instability from frictional oscillations. *Journal of the Franklin Institute*, 279 (4), 254–267. doi: [https://doi.org/10.1016/0016-0032\(65\)90338-8](https://doi.org/10.1016/0016-0032(65)90338-8)

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.227329
DEVELOPMENT OF ALTERNATIVE STEERING
MODELS FOR EV BUS: A PRELIMINARY STUDY ON
THE CONVERSION OF HYDRAULIC TO ELECTRIC
POWER STEERING (p. 37–46)

Nazaruddin

Universitas Indonesia, Pondok Cina,
 Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat, Indonesia
 Universitas Riau, Kec. Tampan Kotas Pekanbaru, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8081-7939>

Danardono A Sumarsono

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

Mohammad Adhitya

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

Ghany Heryana

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

Rolan Siregar

Universitas Indonesia, Pondok Cina,
Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0300-7094>

Sonki Prasetya

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

Fuad Zainuri

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

This study aims to develop alternative steering models for the EV bus. The EV bus uses its energy source from the main 384 VDC 300 Ah battery and the secondary battery with a capacity of 25.8 VDC 100 Ah. The use of energy in this electric bus is divided into the main components, namely the BLDC motor as the main drive of 200 kW, 15 kW of air conditioning, 7.5 kW of hydraulic power steering, a compressor for the air braking system of 4 kW, and accessory components. The other is 2.4 kW. It is expected that this 7.5 kW electric power can be reduced by an electric system by up to 20 %. This research will study the steering system with an electric power system (EPS) to convert the hydraulic steering system (HPS). With this EPS system, it is hoped that controlling the vehicle's motion towards the steer by wire will be easier. Initially, data were collected from the types of large vehicles from various well-known brands about the steering system used. A large commercial vehicle that purely uses EPS is not yet found. The model developed for EPS on this electric bus is through the reverse engineering method by redrawing all the components involved in the previous steering system. Because this type of EV bus is included in the upper mid-size class, this paper proposes two new EPS models, namely the addition of an assist motor on the drag link and on the steering rack. The links involved in this system are wheel drive, steering column, lower steering column, rack and pinion gear, assist motor, drop link, drag link, drop link extension, drag link extension, tie rod, knuckle, kingpin, tire, axle beam and several others. The values of stiffness, inertia, and damping of each link will affect the driver's torque and the assist motor as a wheel speed function on this electric bus. The steering structure of the EV bus consists of a truss structure and a frame structure with a kinematic structure consisting of two four-bar linkages joined together.

Keywords: assist motor, wheel drive, steering column, pinion, rack, vehicle speed, torsion motor, truss structure, frame structure, four-bar linkage.

References

1. Nazaruddin, Adhitya, M., Sumarsono, D. A., Siregar, R., Heryana, G. (2020). Review of electric power steering type column steering with

- booster motor and future research for EV-Bus. RECENT PROGRESS ON: MECHANICAL, INFRASTRUCTURE AND INDUSTRIAL ENGINEERING: Proceedings of International Symposium on Advances in Mechanical Engineering (ISAME): Quality in Research 2019. doi: <https://doi.org/10.1063/5.0000945>
2. Baxter, J. (1988). Analysis of Stiffness and feel for a Power-Assisted Rack and Pinion Steering Gear. SAE Technical Paper Series. doi: <https://doi.org/10.4271/880706>
3. Harrer, M., Pfeffer, P. (Eds.) (2017). Steering Handbook. Springer, 565. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05449-0>
4. De Wit, C. C., Guegan, S., Richard, A. (2001). Control design for an electro power steering system: Part I the reference model. 2001 European Control Conference (ECC). doi: <https://doi.org/10.23919/ecc.2001.7076494>
5. De Wit, C. C., Guegan, S., Richard, A. (2001). Control design for an electro power steering system: Part II the control design. 2001 European Control Conference (ECC). doi: <https://doi.org/10.23919/ecc.2001.7076495>
6. Chitu, C., Lackner, J., Horn, M., Srikanth Pullagura, P., Waser, H., Kohlböck, M. (2013). Controller design for an electric power steering system based on LQR techniques. COMPEL – The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering, 32 (3), 763–775. doi: <https://doi.org/10.1108/03321641311305737>
7. Marouf, A., Sentouh, C., Djemai, M., Pudlo, P. (2011). Control of an Electric Power Assisted Steering system using reference model. IEEE Conference on Decision and Control and European Control Conference. doi: <https://doi.org/10.1109/cdc.2011.6161144>
8. Abe, T., Fujimura, Y., Hirose, T., Hashimoto, S., Kajitani, M., Sato, K., Gonpei, K. (2017). Electric Power Steering System Design Based on Linear Quadratic Control. Journal of Technology and Social Science(JTSS), 1 (2), 37–46. Available at: <https://docplayer.net/59754681-Electric-power-steering-system-design-based-on-linear-quadratic-control.html>
9. Kurishige, M., Kifuku, T. (2001). Static steering-control system for electric-power steering. Mitsubishi Electric Advance, 94, 18–20. Available at: http://www.mitsubishielectric.com/bu/automotive/advanced_technology/pdf/vol94_tr7.pdf
10. Sugiyama, A., Kurishige, M., Hamada, H., Kifuku, T. (2006). An EPS Control Strategy to Reduce Steering Vibration Associated with Disturbance from Road Wheels. SAE Technical Paper Series. doi: <https://doi.org/10.4271/2006-01-1178>
11. Zaremba, A., Davis, R. I. (1995). Dynamic analysis and stability of a power assist steering system. Proceedings of 1995 American Control Conference – ACC'95. doi: <https://doi.org/10.1109/acc.1995.532736>
12. Jang, B., Kim, J. H., Yang, S. M. (2016). Application of rack type motor driven power steering control system for heavy vehicles. International Journal of Automotive Technology, 17 (3), 409–414. doi: <https://doi.org/10.1007/s12239-016-0042-9>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.227848

DEVELOPMENT OF PRODUCT COMPLEXITY INDEX IN 3D MODELS USING A HYBRID FEATURE RECOGNITION METHOD WITH RULE-BASED AND GRAPH-BASED METHODS (p. 47–61)

Hendri Dwi Saptioratri Budiono

Universitas Indonesia, Depok, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5407-8928>

Finno Ariandiyudha Hadiwardoyo

Universitas Indonesia, Depok, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9046-2748>

A machining process is very dependent on the model created. The more complicated the model, the greater the design difficulty and the greater the machining process. Reduced production costs can help a company increase profits. A focus on production cost can be achieved in a number of ways, the first of which is by replacing materials or changing the design. It is better to reduce product costs during the design stage than during the manufacturing stage. The main objective of this research is to develop an application that can recognize features in a CAD program and calculate the complexity index of shapes in real time. In this study, the prismatic features and slab features classified by Jong-Yun Jung were used. The feature recognition method applied in this study is a hybrid of the rule-based and graph-based methods, which uses the STL file developed by Sunil and Pande to obtain all the information needed. Then, the results are extracted from feature recognition data and are used to calculate the product complexity index of the model being studied. This study applied the product complexity index, following the model developed earlier by El Maraghy. Validation is performed by comparing the software count with the complexity index calculated with the STEP method by Hendri and Sholeh et al. This research develops a program that recognizes features in CAD software and calculates the index complexity of shapes in real time. This will allow designers to calculate the expected complexity value during the design process. As a result, the estimated production cost can be seen early on. Finally, this software is tested for calculating the index values for the complexity of a combined features model. The use of eight slots and eight pockets as a benchmark scoring for shape produces a more accurate product complexity index.

Keywords: features, feature recognition, complexity index, STL file, CAD, manufacturing process.

References

- Roy, R., Souchoroukov, P., Shehab, E. (2011). Detailed cost estimating in the automotive industry: Data and information requirements. *International Journal of Production Economics*, 133 (2), 694–707. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.05.018>
- Farineau, T., Rabenasolo, B., Castelain, J. M., Meyer, Y., Duverlie, P. (2001). Use of Parametric Models in an Economic Evaluation Step During the Design Phase. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 17 (2), 79–86. doi: <https://doi.org/10.1007/s001700170195>
- Shehab, E. M., Abdalla, H. S. (2001). Manufacturing cost modelling for concurrent product development. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 17 (4), 341–353. doi: [https://doi.org/10.1016/s0736-5845\(01\)00009-6](https://doi.org/10.1016/s0736-5845(01)00009-6)
- Wasim, A., Shehab, E., Abdalla, H., Al-Ashaab, A., Sulowski, R., Alam, R. (2012). An innovative cost modelling system to support lean product and process development. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 65 (1-4), 165–181. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-012-4158-4>
- Budiono, H. D. S., Kiswanto, G., Soemardi, T. P. (2014). Method and Model Development for Manufacturing Cost Estimation during the Early Design Phase Related to the Complexity of the Machining Processes. *International Journal of Technology*, 5 (2), 183. doi: <https://doi.org/10.14716/ijtech.v5i2.402>
- Fischer, P., Heingärtner, J., Duncan, S., Hora, P. (2020). On part-to-part feedback optimal control in deep drawing. *Journal of Manufacturing Processes*, 50, 403–411. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2019.10.019>
- Mali, R. A., Gupta, T. V. K., Ramkumar, J. (2021). A comprehensive review of free-form surface milling – Advances over a decade. *Journal of Manufacturing Processes*, 62, 132–167. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2020.12.014>
- Boothroyd, G., Dewhurst, P., Knight, W. A. (2010). *Product Design for Manufacture and Assembly*. CRC Press, 712. doi: <https://doi.org/10.1201/9781420089288>
- Limon-Leyva, P. A., Balvantín, A. J., Diosdado-De-la-Peña, J. A., Figueroa-Díaz, R. A., Rojas-Mancera, E., Ramírez, V. A. (2020). Parametric optimization of roll-hemming process in oblique planes with linear and non-linear trajectories. *Journal of Manufacturing Processes*, 50, 123–131. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2019.12.019>
- Budiono, H. D. S., Sholeh, M., Kiswanto, G., Soemardi, T. P. (2014). Application of Semi Automatic Model of Product Complexity Index Calculation by Identification and Recognition of Geometric Features Information. *Applied Mechanics and Materials*, 493, 576–582. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.493.576>
- Kresnha, P. (2010). Feature Recognition Model Facet 3D using Fuzzy Geometry Based on Drive Point on Multiaxis CAM System. Universitas Indonesia.
- Shah, J. J., Anderson, D., Kim, Y. S., Joshi, S. (2000). A Discourse on Geometric Feature Recognition From CAD Models. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, 1 (1), 41–51. doi: <https://doi.org/10.1115/1.1345522>
- Abouel Nasr, E. S., Kamrani, A. K. (2006). A new methodology for extracting manufacturing features from CAD system. *Computers & Industrial Engineering*, 51 (3), 389–415. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2006.08.004>
- Jones, T. J., Reidsema, C., Smith, A. (2006). Automated Feature Recognition System for supporting conceptual engineering design. *International Journal of Knowledge-Based and Intelligent Engineering Systems*, 10 (6), 477–492. doi: <https://doi.org/10.3233/kes-2006-10606>
- Shahin, T. M. M. (2008). Feature-Based Design – An Overview. *Computer-Aided Design and Applications*, 5 (5), 639–653. doi: <https://doi.org/10.3722/cadaps.2008.639-653>
- Salomons, O. W., van Slooten, F., Jonker, H. G., van Houten, F. J. A. M., Kals, H. J. J. (1995). Interactive feature definition. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 144–160. doi: https://doi.org/10.1007/978-0-387-34834-6_8
- Sreevalsan, P. C., Shah, J. J. (1992). Unification of form feature definition methods. *Proceedings of the IFIP WG 5.2 Working Conference on Intelligent Computer Aided Design*, 83–106.
- Pratt, M. J., Wilson, P. R. (1985). Requirements for support of form features in a solid modelling system. Final Report, CAM-I Report R-85-ASPP-01.
- Jung, J.-Y. (2002). Manufacturing cost estimation for machined parts based on manufacturing features. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 13, 227–238. doi: <https://doi.org/10.1023/A:1016092808320>
- Sunil, V. B., Agarwal, R., Pande, S. S. (2010). An approach to recognize interacting features from B-Rep CAD models of prismatic machined parts using a hybrid (graph and rule based) technique. *Computers in Industry*, 61 (7), 686–701. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2010.03.011>
- ElMaraghy, W. H., Urbanic, R. J. (2003). Modelling of Manufacturing Systems Complexity. *CIRP Annals*, 52 (1), 363–366. doi: [https://doi.org/10.1016/s0007-8506\(07\)60602-7](https://doi.org/10.1016/s0007-8506(07)60602-7)
- Sunil, V. B., Pande, S. S. (2008). Automatic recognition of features from freeform surface CAD models. *Computer-Aided Design*, 40 (4), 502–517. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cad.2008.01.006>
- ISO 2768. General Geometrical Tolerances and Technical Drawings. Available at: <https://www.plianced.com/compliance-wiki/iso-2768-general-geometrical-tolerances-and-technical-drawings/>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.232116
DESIGN OF AN AUGER THERMO-RADIATION DRYER FOR DRYING PLANT-DERIVED POMACE (p. 62–69)

Tetiana Herasymenko

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0573-8763>

Katerina Silchenko

Luhansk National Agrarian University, Starobils'k, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7499-850X>

Anna Hotvianska

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3887-3192>

Galyna Kyrsanova

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6042-8234>

Nina Budnyk

Poltava State Agrarian Academy, Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2176-0650>

Alla Kainash

Poltava State Agrarian Academy, Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2830-2580>

Lyudmila Polozhynnikova

Poltava University of Economics and Trade, Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5373-3115>

Iryna Taraymovich

Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4129-2671>

This paper reports the improved model design of an auger thermo-radiation dryer for drying plant-derived pomace under a low-temperature mode (35...80 °C) to the resulting moisture content at the level of 8...13 % of solids. The dryer has an adjustable speed of auger rotation (3...4 min⁻¹), of airflow (0.05...0.09 m/s), and is characterized by the uniform distribution of heat flux. It is equipped with an energy-saving two-circuit complex that utilizes secondary energy to heat primary air from 21.1 °C to 28.9 °C. The use of Peltier elements, installed at the heating technical surface of the dryer's auger, makes it possible to convert thermal energy into a low-voltage supply voltage for the autonomous supercharger and exhaust fans.

The duration of pomace drying in the model structure of the auger thermo-radiation dryer has been determined, in particular tomato pomace, with an initial content of 75 % of solids, which is 107 min. For apple pomace whose starting content of solids is 65 %, it is 98 min. For comparison, the duration of the convective drying of tomato pomace (75 % of solids) is 120 minutes. The drying was carried out at a temperature of 60 °C to the resulting moisture content of 10...12 % of solids. Organoleptic evaluation on the example of tomato pomace confirms the effectiveness of structural solutions in the auger dryer compared to the convective technique.

The results reported in this study could create conditions for the further design and implementation of the proposed structure of thermo-radiation dryer for drying plant-derived pomace involving an altered heat supply technique and the utilization of secondary energy. The designed structure of the device makes it possible to process and preserve the quality properties of plant-derived pomace, allowing the use of this product for a wide range of foodstuffs.

Keywords: auger thermo-radiation dryer, plant-derived pomace, drying kinetics, temperature field.

References

- Niemira, B. A., Fan, X. (2014). FRUITS AND VEGETABLES | Advances in Processing Technologies to Preserve and Enhance the Safety of Fresh and Fresh-Cut Fruits and Vegetables. *Encyclopedia of Food Microbiology*, 983–991. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384730-0.00428-6>
- Das, I., Arora, A. (2017). Post-harvest processing technology for cashew apple – A review. *Journal of Food Engineering*, 194, 87–98. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.09.011>
- Sucheta, Singla, G., Chaturvedi, K., Sandhu, P. P. (2020). Status and recent trends in fresh-cut fruits and vegetables. *Fresh-Cut Fruits and Vegetables*, 17–49. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816184-5.00002-1>
- El Sheikh, A. F. (2019). Tracing Fruits and Vegetables from Farm to Fork: Questions of Novelty and Efficiency. *Production and Management of Beverages*, 179–209. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815260-7.00006-7>
- Vincente, A. R., Manganaris, G. A., Ortiz, C. M., Sozzi, G. O., Crisosto, C. H. (2014). Nutritional Quality of Fruits and Vegetables. *Postharvest Handling*, 69–122. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-408137-6.00005-3>
- De Laurentiis, V., Corrado, S., Sala, S. (2018). Quantifying household waste of fresh fruit and vegetables in the EU. *Waste Management*, 77, 238–251. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.04.001>
- MOZ Ukrainy predstavlylo rekomendatsiyi zi zdorovoho khar-chuvannia. Available at: <https://moz.gov.ua/article/news/moz-ukraini-predstavilo-rekomendacii-zi-zdorovogo-harchuvannja>
- Román, G. C., Jackson, R. E., Gadhia, R., Román, A. N., Reis, J. (2019). Mediterranean diet: The role of long-chain ω-3 fatty acids in fish; polyphenols in fruits, vegetables, cereals, coffee, tea, cacao and wine; probiotics and vitamins in prevention of stroke, age-related cognitive decline, and Alzheimer disease. *Revue Neurologique*, 175 (10), 724–741. doi: <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2019.08.005>
- Zagorulko, A., Zahorulko, A., Kasabova, K., Chervonyi, V., Omelchenko, O., Sabadash, S. et. al. (2018). Universal multifunctional device for heat and mass exchange processes during organic raw material processing. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (1 (96)), 47–54. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.148443>
- Sanchez-Siles, L. M., Michel, F., Román, S., Bernal, M. J., Philipsen, B., Haro, J. F. et. al. (2019). The Food Naturalness Index (FNI): An integrative tool to measure the degree of food naturalness. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 681–690. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.015>
- Battacchi, D., Verkerk, R., Pellegrini, N., Fogliano, V., Steenbekkers, B. (2020). The state of the art of food ingredients' naturalness evaluation: A review of proposed approaches and their relation with consumer trends. *Trends in Food Science & Technology*, 106, 434–444. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.013>
- Pashniuk, L. O. (2012). Food industry of Ukraine: state, tendencies and perspectives of development. *Ekonomichnyi Chasopys-KhKhI*, 9-10, 60–63. Available at: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/48329/18-Pashniuk.pdf?sequence=1>
- Zagorulko, A., Zagorulko, A., Yancheva, M., Ponomarenko, N., Tesliuk, H., Silchenko, E. et. al. (2020). Increasing the efficiency of heat and mass exchange in an improved rotary film evaporator for concentration of fruit-and-berry puree. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (8 (108)), 32–38. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.218695>
- Silveira, A. C. P. (2015). Thermodynamic and hydrodynamic characterization of the vacuum evaporation process during concentration of dairy products in a falling film evaporator. *Food and Nutrition. Agrocampus Ouest. NNT: 2015NSARB269*. Available at: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01342521/document>

15. Cokgezme, O. F., Sabanci, S., Cevik, M., Yildiz, H., Icier, F. (2017). Performance analyses for evaporation of pomegranate juice in ohmic heating assisted vacuum system. *Journal of Food Engineering*, 207, 1–9. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.03.015>
16. Cherevko, O., Mykhaylov, V., Zagorulko, A., Zahorulko, A. (2018). Improvement of a rotor film device for the production of high-quality multicomponent natural pastes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (92)), 11–17. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126400>
17. Ding, Z., Qin, F. G. F., Yuan, J., Huang, S., Jiang, R., Shao, Y. (2019). Concentration of apple juice with an intelligent freeze concentrator. *Journal of Food Engineering*, 256, 61–72. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.03.018>
18. Zahorulko, A., Zagorulko, A., Fedak, N., Sabadash, S., Kazakov, D., Kolodnenko, V. (2019). Improving a vacuum-evaporator with enlarged heat exchange surface for making fruit and vegetable semi-finished products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (11 (102)), 6–13. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.178764>
19. González, M., Barrios, S., Budelli, E., Pérez, N., Lema, P., Heinzen, H. (2020). Ultrasound assisted extraction of bioactive compounds in fresh and freeze-dried *Vitis vinifera* cv Tannat grape pomace. *Food and Bioprocess Technology*, 124, 378–386. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.09.012>
20. Sengar, A. S., Rawson, A., Muthiah, M., Kalakandan, S. K. (2020). Comparison of different ultrasound assisted extraction techniques for pectin from tomato processing waste. *Ultrasonics Sonochemistry*, 61, 104812. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104812>
21. Asem, M., Jimat, D. N., Jafri, N. H. S., Wan Nawawi, W. M. F., Azmin, N. F. M., Abd Wahab, M. F. (2021). Entangled cellulose nanofibers produced from sugarcane bagasse via alkaline treatment, mild acid hydrolysis assisted with ultrasonication. *Journal of King Saud University – Engineering Sciences*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2021.03.003>
22. Cherevko, A., Kiptelaya, L., Mikhaylov, V., Zagorulko, A., Zagorulko, A. (2015). Development of energy-efficient IR dryer for plant raw materials. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (8 (76)), 36–41. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.47777>
23. Zahorulko, A. M., Zahorulko, O. Ye. (2016). Pat. No. 108041 UA. Hnuchkyi plivkovyi rezystyvnyi elektronahrivach vprominiuichoho typu. No. u201600827; declared: 02.02.2016; published: 24.06.2016, Bul. No. 12. Available at: <http://uapatents.com/5-108041-gnuchkij-plivkovij-rezistivnij-elektronagrivach-viprominyuyuchogo-tipu.html>
24. Mohana, Y., Mohanapriya, R., Anukiruthika, T., Yoha, K. S., Moses, J. A., Anandharamkrishnan, C. (2020). Solar dryers for food applications: Concepts, designs, and recent advances. *Solar Energy*, 208, 321–344. doi: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.07.098>
25. Dolgun, E. C., Karaca, G., Aktaş, M. (2020). Performance analysis of infrared film drying of grape pomace using energy and exergy methodology. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 118, 104827. doi: <https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2020.104827>
26. Cherevko, O., Mikhaylov, V., Zahorulko, A., Zagorulko, A., Gordienko, I. (2021). Development of a thermal-radiation single-drum roll dryer for concentrated food stuff. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (11 (109)), 25–32. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224990>
27. Zhou, M., Li, C., Bi, J., Jin, X., Lyu, J., Li, X. (2019). Towards understanding the enhancement of moisture diffusion during intermediate-infrared drying of peach pomace based on the glass transition theory. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 54, 143–151. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.04.003>
28. Birtic, S., Régis, S., Le Bourvellec, C., Renard, C. M. G. C. (2019). Impact of air-drying on polyphenol extractability from apple pomace. *Food Chemistry*, 296, 142–149. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.131>
29. Kiptelaya, L., Zagorulko, A., Zagorulko, A. (2015). Improvement of equipment for manufacture of vegetable convenience foods. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (10 (74)), 4–8. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.39455>
30. Berthet, M.-A., Angellier-Coussy, H., Machado, D., Hilliou, L., Staebler, A., Vicente, A., Gontard, N. (2015). Exploring the potentialities of using lignocellulosic fibres derived from three food by-products as constituents of biocomposites for food packaging. *Industrial Crops and Products*, 69, 110–122. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.01.028>
31. Lammi, S., Le Moigne, N., Djenane, D., Gontard, N., Angellier-Coussy, H. (2018). Dry fractionation of olive pomace for the development of food packaging biocomposites. *Industrial Crops and Products*, 120, 250–261. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.04.052>
32. Sashnova, M., Zahorulko, A., Savchenko, T., Gakhovich, S., Parkhomenko, I., Pankov, D. (2020). Improving the quality of the technological process of packaging shape formation based on the information structure of an automated system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (2 (105)), 28–36. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.205226>
33. Almena, A., Goode, K. R., Bakalis, S., Fryer, P. J., Lopez-Quiroga, E. (2019). Optimising food dehydration processes: energy-efficient drum-dryer operation. *Energy Procedia*, 161, 174–181. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.02.078>
34. Promyshlennaya sushka syr'ya dlya APK - obzor tekhnologiy. Available at: <https://spark.ru/startup/yavadzhra/blog/16798/promishlennaya-sushka-siriya-dlya-apk-obzor-tehnologij>
35. Liao, M., He, Z., Jiang, C., Fan, X., Li, Y., Qi, F. (2018). A three-dimensional model for thermoelectric generator and the influence of Peltier effect on the performance and heat transfer. *Applied Thermal Engineering*, 133, 493–500. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2018.01.080>
36. Zahorulko, A., Zagorulko, A., Yancheva, M., Serik, M., Sabadash, S., Savchenko-Pererva, M. (2019). Development of the plant for low-temperature treatment of meat products using IR-radiation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (11 (97)), 17–22. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.154950>
37. Montenegro-Landivar, M. F., Tapia-Quirós, P., Vecino, X., Reig, M., Valderrama, C., Granados, M. et. al. (2021). Fruit and vegetable processing wastes as natural sources of antioxidant-rich extracts: Evaluation of advanced extraction technologies by surface response methodology. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9 (4), 105330. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105330>
38. Nakov, G., Brandolini, A., Hidalgo, A., Ivanova, N., Stamatovska, V., Dimov, I. (2020). Effect of grape pomace powder addition on chemical, nutritional and technological properties of cakes. *LWT*, 134, 109950. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109950>
39. Altmok, E., Palabiyik, I., Gunes, R., Toker, O. S., Konar, N., Kurultay, S. (2020). Valorisation of grape by-products as a bulking agent in soft candies: Effect of particle size. *LWT*, 118, 108776. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108776>
40. Zahorulko, A., Zagorulko, A., Kasabova, K., Shmatchenko, N. (2020). Improvement of zefir production by addition of the developed blended fruit and vegetable paste into its recipe. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (104)), 39–45. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.185684>
41. Calvete-Torre, I., Muñoz-Almagro, N., Pacheco, M. T., Antón, M. J., Dapena, E., Ruiz, L. et. al. (2021). Apple pomaces derived from

mono-varietal Asturian ciders production are potential source of pectins with appealing functional properties. *Carbohydrate Polymers*, 264, 117980. doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.117980>

42. Canning solutions and food processing equipment. *BESTEQ-Engineering*. Available at: <https://besteq.ru/>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.232508
DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL OF VIBRATORY NON-LIFT MOVEMENT OF LIGHT SEEDS TAKING INTO ACCOUNT THE AERODYNAMIC FORCES AND MOMENTS (p. 70–78)

Anton Nikiforov

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7788-8878>

Alina Nykyforova

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7966-7777>

Roman Antoshchenkov

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0769-7464>

Vitalina Antoshchenkova

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3963-6263>

Sergey Diundik

National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3277-6765>

Vladimir Mazanov

National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4302-4347>

The modern practice of using vibratory machines when working with fine-size light-weight seeds is faced with such an undesirable phenomenon as the impact of aerodynamic forces and moments on the kinematics of vibrational movement of particles of the seed mixture fractions.

According to the results of scientific studies devoted to the solution of this problem, only mathematical models of vibrational movement are used, where the aerodynamic factor is taken into account as taking the seeds by airflow. This is typical only for cleaning modes with the rebound of seeds from the vibrating surface. Aerodynamic forces and moments are present in them only as a force of aerodynamic resistance. The action of lateral aerodynamic forces and their moments are not taken into account. Their consideration allows to extend the range of action of the aerodynamic factor on the modes of vibration cleaning (vibro-separation) without rebound (but with sliding and rolling) which are of greater interest in terms of improving the efficiency of processing fine-size seeds.

A mathematical model of seed vibration movement taking into account the action of a complete set of aerodynamic forces (dynamic resistance forces and lateral aerodynamic forces) and moments was proposed. This makes it possible to simulate non-lifting modes of vibrational movement of seeds. A system of algebraic equations that are linear with respect to the kinematic parameters of seed movement which was obtained by translating differential equa-

tions of movement into a finite-difference form was presented. The possibility of numerical solution of equations of movement by the Euler method was shown. The results of the evaluation of the model adequacy for the processes of vibration separation of tobacco seeds and false flax were presented. As shown by the results of calculations and experiments, the developed model provides an increase in the adequacy of the simulation results by 30 % in comparison with the model where the aerodynamic factor is not taken into account.

Keywords: vibratory machines, system of differential equations, aerodynamic factor, aerodynamic screen, vibrational movement, light-weight seeds.

References

1. Zaika, P. M., Il'in, V. Ya. (1978). Opredelenie statsionarnoy sostavlyayushey skorosti vozdušnogo potoka mezhdú rabochimi poverhnostyami mnogodekovogo vibroseparatora. V kn.: *Primenenie noveysshikh matematicheskikh metodov i vychislitel'noy tekhniki v reshenii inzhenernykh zadach*. Sb. n. tr. MIISP, XV (10), 54–58.
2. El-Gamal, R. A., Radwan, S. M. A., ElAmir, M. S., El-Masry, G. M. A. (2011). Aerodynamic Properties of Some Oilseeds Crops Under Different Moisture Conditions. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 2 (5), 495–507. doi: <https://doi.org/10.21608/jssae.2011.55480>
3. Lukynenko, V., Nikiforov, A., Galych, I. (2015). The method of calculating the aerodynamic characteristics of three-dimensional figures of irregular shape. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni Petra Vasylenka*, 156, 459–464
4. Chavoshgoli, Es., Abdollahpour, Sh., Abdi, R., Babaie, A. (2014). Aerodynamic and some physical properties of sunflower seeds as affected by moisture conten. *Agric Eng Int: CIGR Journal*, 16 (2), 136–142. Available at: https://www.researchgate.net/publication/322315422_Aerodynamic_and_some_physical_properties_of_sunflower_seeds_as_affected_by_moisture_content
5. Gadotti, G. I., Baudet, L., Villela, F. A. (2012). Several regulations in gravity table in quality of tobacco seeds. *Engenharia Agricola*, 32 (2), 361–368. doi: <https://doi.org/10.1590/s0100-69162012000200016>
6. Golovanevskiy, V. A., Arsentyev, V. A., Blekhan, I. I., Vasilkov, V. B., Azbel, Y. I., Yakimova, K. S. (2011). Vibration-induced phenomena in bulk granular materials. *International Journal of Mineral Processing*, 100 (3-4), 79–85. doi: <https://doi.org/10.1016/j.minpro.2011.05.001>
7. Bourges, G., Medina, M. (2013). Air-seeds flow analysis in a distributor head of an «air drill» seeder. *Acta Horticulturae*, 1008, 259–264. doi: <https://doi.org/10.17660/actahortic.2013.1008.34>
8. Aliiev, E., Gavrilchenko, A., Tesliuk, H., Tolstenko, A., Koshul'ko, V. (2019). Improvement of the sunflower seed separation process efficiency on the vibrating surface. *Acta Periodica Technologica*, 50, 12–22. doi: <https://doi.org/10.2298/apt1950012a>
9. Mehta, R. D. (1979). The aerodynamic design of blower tunnels with wide-angle diffusers. *Progress in Aerospace Sciences*, 18, 59–120. doi: [https://doi.org/10.1016/0376-0421\(77\)90003-3](https://doi.org/10.1016/0376-0421(77)90003-3)
10. Luk'janenko, V. M., Nikiforov, A. A. (2017). Statement of the problem calculation of the velocity field of the air environment between two equidistant planes committed by simultaneous harmonic. *Engineering of nature management*, 2 (8), 33–37.
11. Antoshchenkov, R., Nikiforov, A., Galych, I., Tolstolutskiy, V., Antoshchenkova, V., Diundik, S. (2020). Solution of the system of gas-dynamic equations for the processes of interaction of vibrators with the air. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (7 (104)), 67–73. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.198501>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.232017

IMPROVING THE MECHANICAL-MATHEMATICAL MODEL OF GRAIN MASS SEPARATION IN A FLUIDIZED BED (p. 79–86)**Vadym Bredykhin**

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5956-5458>**Petro Gurskyi**

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5119-6048>**Oleksiy Alfyorov**

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0357-3141>**Khrystyna Bredykhina**

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6483-0500>**Andrey Pak**

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3140-3657>

This paper has substantiated the prospect of modeling the processes of separating grain mass into fractions as one of the tasks in the production of high-quality seed material. It has been determined that this could optimize the parameters of separation processes and design new working surfaces for its implementation. It is noted that modeling should take into consideration the influence of the structural and kinematic parameters of grain cleaning machines, the physical and mechanical properties of raw materials, the intralayer processes and forces.

The reported theoretical study has improved the mechanical-mathematical model of grain mass separation in a pseudo-fluidized bed according to its density. The model establishes a relationship between the effective coefficient of dynamic viscosity and the density of particles in the discrete and continuous phases and the volumetric concentration of discrete phase particles. At the same time, the porosity of a fluidized bed has been accounted for, as well as the longitudinal and transverse angles of inclination of the base surface to the horizontal plane, the amplitude and frequency of oscillations of the particles of the continuous phase; the direction angle of oscillations relative to the perpendicular to the base surface.

The adequacy of the improved mechanical-mathematical model has been confirmed by comparing the experimental and theoretical results of grain mass fractionation modeling. It was found that the differences in the density values of the separated fractions of GM did not exceed 7...8 %, that is, they were within the margin of error.

It has been established that the improved model of grain mass separation in a fluidized bed could be used to determine the rational values for the parameters of a pneumatic sorting table that is used for the fractionation of the corresponding seed material. The initial data, in this case, are the density of the continuous and solid phases of grain mass, the friction coefficient of the seeds, and the equivalent radius of the particle. The result of modeling is the rational values of the amplitude and oscillation frequency of the working surface of the pneumatic sorting table, and the angles of inclination of the working surface.

Keywords: mechanical-mathematical model of separation, grain mass, seed material, fluidized bed.

References

1. Nechaev, V., Paptsov, A., Mikhailushkin, P. V., Arzhantsev, S. (2020). Preconditions of seeds' production enhancement: a case study. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 7 (4), 2731–2744. doi: [https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.4\(11\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.4(11))
2. Ortiz, R., Braun, H.-J., Crossa, J., Crouch, J. H., Davenport, G., Dixon, J. et. al. (2008). Wheat genetic resources enhancement by the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 55 (7), 1095–1140. doi: <https://doi.org/10.1007/s10722-008-9372-4>
3. Kroulik, M., Hůla, J., Rybka, A., Honzík, I. (2016). Pneumatic conveying characteristics of seeds in a vertical ascending airstream. *Research in Agricultural Engineering*, 62 (2), 56–63. doi: <https://doi.org/10.17221/32/2014-rae>
4. Piven, M., Volokh, V., Piven, A., Kharchenko, S. (2018). Research into the process of loading the surface of a vibrosieve when a loose mixture is fed unevenly. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (1 (96)), 62–70. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.149739>
5. Rogovskii, I., Titova, L., Trokhaniak, V., Trokhaniak, O., Stepanenko, S. (2020). Experimental study of the process of grain cleaning in a vibro-pneumatic resistant separator with passive weeders. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov. Series II: Forestry Wood Industry Agricultural Food Engineering*, 13 (62 (1)), 117–128. doi: <https://doi.org/10.31926/but.fwiae.2020.13.62.1.11>
6. Aliiev, E., Gavrilchenko, A., Tesliuk, H., Tolstenko, A., Koshul'ko, V. (2019). Improvement of the sunflower seed separation process efficiency on the vibrating surface. *Acta Periodica Technologica*, 50, 12–22. doi: <https://doi.org/10.2298/apt1950012a>
7. Li, N., Xu, R., Duan, P., Li, Y. (2018). Control of grain size in rice. *Plant Reproduction*, 31 (3), 237–251. doi: <https://doi.org/10.1007/s00497-018-0333-6>
8. Li, J., Webb, C., Pandiella, S. S., Campbell, G. M. (2002). A Numerical Simulation of Separation of Crop Seeds by Screening – Effect of Particle Bed Depth. *Food and Bioproducts Processing*, 80 (2), 109–117. doi: <https://doi.org/10.1205/09603080252938744>
9. Tishchenko, L., Kharchenko, S. (2013). To the application methods of continuum mechanics to describe the motion of grain mixes on vibrating sieves. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture: An International Journal on Operation of Farm and Agri-Food Industry Machinery*, 15 (7), 93–97. Available at: https://motrol.files.wordpress.com/2017/07/motrol_15_7_2013.pdf
10. Kharchenko, S., Olshansky, V., Kharchenko, F., Bredykhin, V. (2017). Definition of Dynamics of Grain Mixture of Buckwheat at ITS Sifting Through Openings of Flat Vibrosieves. *Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiya silskohospodarskykh mashyn*, 47, 240–248. Available at: http://www.kntu.kr.ua/doc/47_1_2017_construction.pdf
11. Tishchenko, L., Kharchenko, S., Kharchenko, F., Bredykhin, V., Tsurkan, O. (2016). Identification of a mixture of grain particle velocity through the holes of the vibrating sieves grain separators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (7 (80)), 63–69. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.65920>
12. Duan, G., Chen, B., Koshizuka, S., Xiang, H. (2017). Stable multiphase moving particle semi-implicit method for incompressible interfacial flow. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 318, 636–666. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cma.2017.01.002>
13. Kannan, A. S., Naserentin, V., Mark, A., Maggiolo, D., Sardina, G., Sasic, S., Ström, H. (2019). A continuum-based multiphase DNS method for studying the Brownian dynamics of soot particles in a rarefied gas. *Chemical Engineering Science*, 210, 115229. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ces.2019.115229>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.233062
ANALYSIS OF THE EFFECT OF STIRRER AND CONTAINER ROTATION DIRECTION ON MIXING INDEX (*I_p*) (p. 86–91)

Sugeng Hadi Susilo

State Polytechnic of Malang, Lowokwaru, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3077-2039>

Asrori Asrori

State Polytechnic of Malang, Lowokwaru, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9414-3015>

Gumono Gumono

State Polytechnic of Malang, Lowokwaru, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3550-4009>

The paper discusses the effect of the stirrer and container rotation direction on the mixing index (*I_p*). The chaos theory is the result of an in-depth study of various problems that cannot be answered by the two previous major theories, namely quantum mechanics and the theory of relativity. Effective mixing of the flow area does not depend on rapid stirring.

This study uses a container with a double stirrer, camera, programmable logic controller, tachometer, 6 A adapter, and a computer. DC electric motor (25 V) for turning stirrers and housings. The diameter of the primary and secondary stirrers is $D_p=38$ mm and $D_s=17$ mm. The diameter of the container made of transparent plastic is $D_w=160$ mm and height is 170 mm. Primary stirrer rotation (np)=10 rpm, secondary stirrer rotation (ns)=22.3 rpm, and container rotation (nw)=13 rpm, the angular velocity of the container is $\Omega w=360^\circ$ while the angular speed of the primary stirrer is $\Omega p=180^\circ$. The liquid consists of a mixture of water and paint (white). For dye, a mixture of water and paint (red) is used. For testing the Brookfield viscometer, the viscosity of the liquid and dye is used. The results showed that turning the stirrer in the opposite direction to the container, there will be stretching, bending, and folding around the stirrer, and the smallest mixing index was P2V-b (0.94). In addition, based on the mixing index value above, the highest mixing effectiveness level is obtained, namely: P2V-b, P2S-b, P2B-b, P2V-a, P2B-a, and finally P2S-a. The mixing index is inversely related to the effectiveness level. So the highest effectiveness level is given by the following treatment: 1) variation rotation (between opposite rotating mixers); 2) opposite rotation (stirrer rotation opposite direction to the container); 3) unidirectional rotation (stirrer rotation in the direction of the container).

Keywords: mixing index, chaos, stirrer, container, mixing effectiveness, rotation direction.

Reference

- McHarris, W. C. (2006). On the Possibility of Nonlinearities and Chaos Underlying Quantum Mechanics. arXiv.org. Available at: <https://arxiv.org/ftp/quant-ph/papers/0610/0610234.pdf>
- Gouillart, E. (2007). Chaotic mixing by rod-stirring devices in open and closed flows. Fluid Dynamics. Université Pierre et Marie Curie – Paris VI.
- Susilo, S. H., Asrori, A. (2021). Analysis of position and rotation direction of double stirrer on chaotic advection behavior. EUREKA: Physics and Engineering, 2, 78–86. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.001707>
- Abdillah, L. H., Winardi, S., Sumarno, S., Nurtono, T. (2018). Effect of Mixing Time to Homogeneity of Propellant Slurry. IPTEK Journal of Proceedings Series, 4 (1), 94. doi: <https://doi.org/10.12962/j23546026.y2018i1.3515>
- Kumar, S., Gonzalez, B., Probst, O. (2011). Flow past two rotating cylinders. Physics of Fluids, 23 (1), 014102. doi: <https://doi.org/10.1063/1.3528260>
- Zade, S. (2019). Experimental studies of large particles in Newtonian and non-Newtonian fluids. Stockholm. Available at: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1347711/FULLTEXT01.pdf>
- Cao, L., Shi, P.-J., Li, L., Chen, G. (2019). A New Flexible Sigmoidal Growth Model. Symmetry, 11 (2), 204. doi: <https://doi.org/10.3390/sym11020204>
- Rice, M., Hall, J., Papadakis, G., Yianneskis, M. (2006). Investigation of laminar flow in a stirred vessel at low Reynolds numbers. Chemical Engineering Science, 61 (9), 2762–2770. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ces.2005.10.074>
- Tjørve, E., Tjørve, K. M. C. (2010). A unified approach to the Richards-model family for use in growth analyses: Why we need only two model forms. Journal of Theoretical Biology, 267 (3), 417–425. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2010.09.008>
- Krolczyk, J. B. (2016). The Effect of Mixing Time on the Homogeneity of Multi-Component Granular Systems. Transactions of Famaena, 40 (1), 45–56. Available at: https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=229037
- Ayegba, P. O., Edomwonyi-Otu, L. C. (2020). Turbulence statistics and flow structure in fluid flow using particle image velocimetry technique: A review. Engineering Reports, 2 (3). doi: <https://doi.org/10.1002/eng2.12138>
- Ascanio, G. (2015). Mixing time in stirred vessels: A review of experimental techniques. Chinese Journal of Chemical Engineering, 23 (7), 1065–1076. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cjche.2014.10.022>
- Turner, M. R., Berger, M. A. (2011). A study of mixing in coherent vortices using braiding factors. Fluid Dynamics Research, 43 (3), 035501. doi: <https://doi.org/10.1088/0169-5983/43/3/035501>
- Turban, R., Lester, D. R., Heyman, J., Borgne, T. L., Méheust, Y. (2019). Chaotic mixing in crystalline granular media. Journal of Fluid Mechanics, 871, 562–594. doi: <https://doi.org/10.1017/jfm.2019.245>
- Fiordilino, E. (2020). The Emergence of Chaos in Quantum Mechanics. Symmetry, 12 (5), 785. doi: <https://doi.org/10.3390/sym12050785>
- Susilo, S. H., Suparman, S., Mardiana, D., Hamidi, N. (2016). The Effect of Velocity Ratio Study on Microchannel Hydrodynamics Focused of Mixing Glycerol Nitration Reaction. Periodica Polytechnica Mechanical Engineering, 60 (4), 228–232. doi: <https://doi.org/10.3311/ppme.8894>
- Rugh, S. E. (1994). Chaos in the Einstein equations. Chaos, Solitons & Fractals, 4 (3), 471–493. doi: [https://doi.org/10.1016/0960-0779\(94\)90059-0](https://doi.org/10.1016/0960-0779(94)90059-0)

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.232014
DEVISING A METHOD TO PARAMETRIZE THE JACKET STYLE VARIETIES THROUGH THE MODIFICATION OF TOPOLOGICAL SERIES STRUCTURES (p. 92–105)

Alla Slavinska

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

Viktoriiia Mytsa

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

Oksana Syrotenko

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

Oksana Dombrovska

Khmelnytskyi National University, Khmelnytsky, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6086-5784>

The study reported here has revealed the issue related to the inefficient scaling of the uniformity of jacket model designs in the processes involving a typical representative as a result of modification parameters uncertainty.

A variant has been proposed to synchronize the critical points of silhouetted allowances by grouping the numeric series in the vector of choosing the value for an increase in the allowance according to the characteristics of style varieties. The influence of shape-forming segmentation on the formation of a classifier of the structural and technological solutions for a jacket has been determined. The built model to support modification vectors has made it possible to describe the sequence of procedures execution by the method of typical representation. The presence of one design category, the same structural parts, the uniformity of style simplifies the processes of choosing and selecting the most characteristic models of the jacket.

It was found that the morphological combination of attributes of the physical appearance affects the adjustment of style preferences in a manufacturer's products. The parameters for typical segmentation relative to the junction points of the structural zones of the optimized five-seam prototype design have been defined as the most influential vectors of jacket modification.

A method for scaling the allowance for free fitting has been devised on the basis of data from empirical research. An adequate regression model has been derived for normalizing the silhouette allowance parameters. The constructed model makes it possible to scale silhouette structures by changing the increments at the corner points of the contour according to the prototype of gradation under an automated mode.

Practical recommendations have been compiled on the parameters of zonal-modular modification of silhouette designs of jacket varieties: a linear character of the state silhouetted transformation relative to $ASi1=5$ cm. The normalized parameters for constructing functional and decorative parts have been proposed.

Keywords: typological series, parameterization, calibration, silhouette allowance, normalization method, jacket variety.

Reference

- 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/ijest-06-2018-0077>
- Ceballos, L. M., Bejarano, M. (2018). Value segmentation of adolescents: a performance of appearance. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 11 (2), 148–159. doi: <https://doi.org/10.1080/17543266.2017.1352039>
- Hong, Y., Bruniaux, P., Zeng, X., Liu, K., Curteza, A., Chen, Y. (2018). Visual-Simulation-Based Personalized Garment Block Design Method for Physically Disabled People with Scoliosis (PDPS). *Autex Research Journal*, 18 (1), 35–45. doi: <https://doi.org/10.1515/aut-2017-0001>
- 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>
- Hong, Y., Bruniaux, P., Zeng, X., Curteza, A., Liu, K. (2017). 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>
- 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>
- Zalkind, V. V., Riabchykov, M. L. (2008). Vykorystannia teorii mentalnosti yak neobkhidna umova udoskonalennia protsesu proiektuvannia odiahu. *Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu im. V. Dalia*, 2, 130–133.
- Seo, S., Lang, C. (2019). Psychogenic antecedents and apparel customization: moderating effects of gender. *Fashion and Textiles*, 6 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s40691-019-0175-3>
- Dāboliņa, I., Viļumsone, A., Dāboliņš, J., Strazdiene, E., Lapkovska, E. (2017). Usability of 3D anthropometrical data in CAD/CAM patterns. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 11 (1), 41–52. doi: <https://doi.org/10.1080/17543266.2017.1298848>
- Slavinska, A., Zakharkevich, O., Kuleshova, S., Syrotenko, O. (2018). Development of a technology for interactive design of garments using add-ons of a virtual mannequin. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (1 (96)), 28–39. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.148984>
- Saharova, N. A., Kuzmichev, V. E., Tsan Ni (2013). Forecasting of indicators of dresses outline shape under their patterns. *Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti*, 4 (346), 92–99. Available at: https://tftp.ivgpu.com/wp-content/uploads/2015/10/346_24.pdf
- Guo M. Kuzmichev V., Adolphe D. (2015). Human-Friendly Design of Virtual System «female body-dress». *AUTEX Research Journal*, 15 (1), 19-29. doi: 10.2478/aut-2014-0033
- Nakhaychuk, O. V., Zakharova, E. A., Mizrah, A. A., Gorobchyshtyna, V. S. (2020). Pressure forecasting of textile materials in the «figure-dress» system. *Herald of Khmelnytskyi national university*, 2 (283), 135–140. Available at: <http://journals.khnu.km.ua/vestnik/wp-content/uploads/2021/01/23-4.pdf>
- Slavinska, A. L., Shtompil, O. M. (2012). Kontseptsiya rehuliuвання hnuchkosti konstruktorsko-tekhnologichnoi pidhotovky onovlennia asortymentu v umovakh pidpriemstva. *Herald of Khmelnytskyi national university*, 4, 173–178. Available at: http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/tech/2012_4/35sla.pdf
- Islam, M. M., Jalil, M. A., Parvez, M. S., Haque, M. M. (2020). Assessment of the factors affecting apparel pattern grading accuracy: Problems identification and recommendations. *Tekstilec*, 63 (3), 166–184. Available at: <http://www.tekstilec.si/wp-content/uploads/2016/03/10.14502Tekstilec2020.63.166-184.pdf>
- 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>
- 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>
- Slavinska, A., Syrotenko, O., Mytsa, V., Dombrovska, O. (2020). Development of the production model of scaling uniformity of the assortment complex clothing family look. *Fibres and Textiles*, 4, 106–117. Available at: http://vat.ft.tul.cz/2020/4/VaT_2020_4_15.pdf
- Shtompil, O. M. (2011). Vyznachennia strukturnykh zviazki v systemi vymiriv lekal modelnoi konstruktsiyi zhinochoho zhaketa. *Herald of Khmelnytskyi national university*, 4, 90–94. Available at: http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/tech/2011_4/23sto.pdf
- Vovk, Y. V. (2013). Determination of correlations of drawings primitives is in matrix of structural modules of half-length products. *Herald of Khmelnytskyi national university*, 2, 88–91. Available at: http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/tech/2013_2/23vov.pdf

21. 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>
22. Tretiakova, L., Ostapenko, N., Kolosnichenko, M., Lutsker, T. (2015). Zonally module model for development of complete sets of protective clothing. Herald of Khmelnytskyi national university, 2 (223), 69–72. Available at: [http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/tech/2015_2/\(223\)%202015-2-t.pdf](http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/tech/2015_2/(223)%202015-2-t.pdf)
23. Ihnatyshyn, M. I., Matviychuk, S. S. (2012). Osoblyvosti aproksymatsiyi konturu detalei odiahu polinomamy ta linyamy druhoho poriadku. Herald of Khmelnytskyi national university, 5, 72–79. Available at: http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/tech/2012_5/22ign.pdf
24. Bohushko, O. A., Sviatkina, A. Ye., Demerash, O. V. (2012). Pobudova kryvoliniynykh konturiv latskanu verkhnoho odiahu. Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohiy i dyzainu, 2, 60–63.
25. Slavinska, A., Syrotenko, O., Dombrovska, O., Mytsa, V. (2020). Simulation model of the morphological field of data for constructing a universal design of trousers. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (1 (103)), 52–61. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.192590>

АНОТАЦІЇ

ENGINEERING TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.232496

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ УТВОРЕННЯ ЗОНАЛЬНОЇ ЛІКВАЦІЇ У ВЕЛИКИХ СТАЛЕВИХ ЗЛИВКАХ (с. 6–13)

А. В. Нарівський, А. С. Нурадінов, І. А. Нурадінов

Методом фізичного моделювання вивчено вплив зовнішніх дій на процеси кристалізації і формування структури зливків. Проведено короткий аналіз існуючих гіпотез про розвиток фізичної, структурної та хімічної неоднорідностей у великих сталевих зливках. Визначено параметри структури і двофазної зони, а також характер розподілу лікватів по перетину зливків в залежності від умов їх затвердіння. Доведено вирішальне значення конвективного і капілярного масопереносу в міждендритних каналах зливків, що тверднуть, на формування зональної неоднорідності по їх перетину.

Експериментально при кристалізації модельного середовища (камфена) наочно підтверджено, що потік лікватів в міждендритних каналах виникає при накопиченні в них певної кількості домішок. Встановлена чітка залежність швидкості цього потоку від швидкості кристалізації розплаву. Зі збільшенням затверділої частини розплаву швидкість переміщення лікватів (V_n) збільшується, при цьому швидкість кристалізації (R) зменшується через погіршення умов тепловідведення. На певній відстані від поверхні зливка ці швидкості стають рівними один одному і домішки виносяться на кордон затвердіння, що є головною причиною утворення зональної ліквідації.

Отримані результати показують, що розвитком зональної ліквідації в зливках можна управляти, використовуючи різні прийоми зовнішнього впливу на розплав, що твердіє. Як показали проведені дослідження, в якості таких інструментів можуть бути використані: регульована інтенсивність тепловідведення від зливка, а також додаток зовнішнього надлишкового тиску на розплав, що твердіє. У даних дослідженнях для отримання зливків з мінімальним рівнем хімічної неоднорідності досить забезпечити такі умови затвердіння сплаву: значення швидкостей кристалізації сплаву на рівні $R_{кр} \geq 9 \cdot 10^{-2}$ мм/с або зовнішній тиск на вільну поверхню зливків $P_{зовн.} \geq 135$ кПа.

Впровадження отриманих результатів у виробництво дозволить удосконалити технологію отримання великих ковальських зливків, забезпечити економію матеріалів та енергоресурсів, підвищити вихід придатного металу і поліпшити його якість.

Ключові слова: фізичне моделювання, великий зливочок, зональна ліквідація, конвективний і капілярний масоперенос.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.231779

ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИНИ ЗРІЗУВАНОВОГО ШАРУ ПИЛКАМИ З РІЗНОНАПРАВЛЕНИМИ ЗУБЦЯМИ (с. 14–20)

О. А. Охріменко, В. В. Вовк, С. В. Майданок, Ю. В. Лашина

Для прогнозування працездатності конструкції інструмента на стадії його проектування необхідно провести розрахунок параметрів зрізаного шару таким інструментом, оскільки величина зрізаного шару визначає силові та динамічні характеристики процесу різання.

Відомо, що на величину та форму зрізаного шару впливає схема зрізання припуску, закладена в конструкцію інструмента. Тому параметри зрізаного шару інструментом необхідно досліджувати з урахуванням реальних форм та розташування різальних кромки зубців інструмента та схеми різання окремими зубцями.

Існуючі аналітичні залежності по визначенню товщини зрізаного шару не враховують групового розташування зубців, які мають різну форму та розташування їх різальних кромки. Тому запропоновано методику аналітичного визначення товщини зрізаного шару, на прикладі дискових пил з різнонаправленими зубцями, з урахуванням особливостей розташування різальних кромки окремих зубців та реальних рухів інструмента в процесі його роботи.

Запропонована методика дозволяє визначати параметри зрізаного шару інструментом як з постійною, так і з прогресивною схемою зрізання припуску. Крім того, можна визначити параметри зрізаного шару в довільний момент роботи інструмента та аналізувати зміну форми зрізу у часі.

На основі аналізу параметрів зрізаного шару встановлено, що пилки з різнонаправленими зубцями працюють не всією шириною різальної кромки, а лише її частиною, частка якої не перевищує 55 % ширини інструмента.

Наведена методика може використовуватися для визначення завантаження різальної частини інструментів з більш складною схемою різання, до якої також відносяться інструменти, що працюють методом обкатки.

Ключові слова: товщина зрізаного шару, дискова пила, схема зрізання припуску, різальна кромка, форма різальної кромки, різнонаправлені зубці.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.231917

ВИЯВЛЕННЯ ЗМІН ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДІЙКОВОЇ ГУМИ В ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ З ВСТАНОВЛЕННЯМ ВПЛИВУ НА ПРОЦЕС ДОІННЯ (с. 21–28)

А. П. Палій, Е. Б. Алієв, О. В. Нанка, О. В. Богомолов, В. В. Бредихін, А. П. Палій, О. І. Шкромада, Ю. В. Мусієнко, О. Г. Стоцький, Н. П. Гребеник

Багаторічний досвід експлуатації доільних апаратів засвідчує, що дійкова гума була й залишається недовговічною й ненадійною ланкою в технологічному процесі машинного доїння. У процесі експлуатації гума швидко втрачає міцність і пружні властивості, стає жорсткою й менш еластичною, деформується, змінюючи форму.

Метою дослідження є виявлення змін технічних параметрів дійкової гуми в виробничих умовах з встановленням впливу на процес доїння. Отримані результати дозволять здійснити раціональний вибір дійкової гуми доїльних стаканів, що забезпечить ефективний процес доїння.

Під час проведення досліджень на первинному етапі експериментально встановлювали фізико-механічний стан дійкової гуми за парової дезінфекції та в наслідок насичення виробу молочними жирами. На наступному етапі виявляли вплив натягу дійкової гуми у доїльному стакані на швидкість доїння.

Встановлено, що дійкова гума в процесі експлуатації активно піддається впливу молочного жиру, що призводить до втрати її ваги відносно початкового значення. На 1000 день роботи втрата ваги, по відношенню до початкового значення (100 г), за температурних режимів промивання у 85 °С, 50 °С, 35 °С та 20 °С становила 1 г, 3,3 г, 5 г та 4,2 г відповідно. Встановлені залежності маси набухання дійкової гуми M від температури миючих розчинів T і тривалості експлуатації t в наслідок насичення молочними жирами.

Встановлена залежність швидкості молоковіддачі V від сили натягу дійкової гуми F доїльних стаканів. Так встановлено, що при зміні сили натягу дійкової гуми від 25 до 60 Н різниця середньої інтенсивності молоковіддачі становить 0,13 кг/хв. (10,8 %). Стосовно величини удою за зазначеного натягу, то різниця має значення у 0,15 кг (2,5 %). За натягу гуми від 60 до 25 Н середній час доїння збільшується на 0,46 хв. (8,3 %). Отже встановлено, що доїльний апарат з дійковою гумою з різним натягом при загальному часу доїння буде нерівномірно видоювати різні частки вимені тварини. Середньоквадратичне відхилення швидкості молоковіддачі при цьому може скласти 0,07 кг/хв.

Проведені дослідження розширюють уявлення про техніко-технологічні характеристики гумових виробів, а саме її зміни за парової дезінфекції та в наслідок насичення молочними жирами.

Ключові слова: дійкова гума, експлуатація гуми, параметри гуми, молочний жир, швидкість доїння.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.232536

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ВПЛИВУ КОНСТРУКЦІЙНОГО ТЕРТЯ В ПІДВІСЦІ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ЯКОСТІ (с. 29–36)

В. П. Пісарев

Прийняття рішення на етапі проектування щодо застосування будь якої нової конструкції викликає на практиці необхідність проведення її порівняння з існуючою за багатьма показниками. Особливістю нової конструкції гідропневматичної підвіски є наявність рухомих з'єднань (гвинтового і шліцевого) у складі гідропневматичного елемента. Наявність конструкційного тертя за рухомими з'єднаннями потребує мати, зокрема, оцінку із впливу цього тертя на процес коливань при русі по перетнутій місцевості за порівняльним аналізом. У якості комплексної оцінки з порівняння вибрані експлуатаційні якості за ергономікою (плавність ходу) і зчепленням з опорною поверхнею (зусилля у контакті коліс з опорною поверхнею).

Результати теоретичного дослідження на машині з параметрами (маса, розміри) близькими до бронетранспортерів БТР70, БТР80, але з гідропневматичними підвісками, показали, що при русі по перетнутій місцевості із швидкостями до 65 км/год має місце суттєвий запас за ергономікою. Незалежно від наявності (відсутності) конструкційного тертя, при коефіцієнтах тертя до 0,085. При русі по поверхні з великими нерівностями запас по максимально допустимим (3 г) прискоренням на місці водія у 4,708 рази (конструкційне тертя відсутнє) і 3,768 рази (конструкційне тертя присутнє). При русі по поверхні з малими нерівностями запас по максимально допустимим (0,5 г) прискоренням на місці водія у 2,093 рази (конструкційне тертя відсутнє) і у 2,616 рази (конструкційне тертя присутнє).

В найбільш небезпечних режимах руху (з найбільшими швидкостями) при русі по малим нерівностям наявність конструкційного тертя позитивно впливає як за ергономікою, так і стійкістю. Так, при русі із швидкістю 65,679 км/год мінімальний запас по зчепленню більший в 1,4 рази, а прискорення в 1,249 рази менші.

Ключові слова: транспортний засіб, експлуатаційні якості, плавність ходу, зчеплення з опорною поверхнею, коливання, підвіска, конструкційне тертя.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.227329

РОЗРОБКА АЛЬТЕРНАТИВНИХ МОДЕЛЕЙ РУЛЬОВОГО УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОБУСА: ПОПЕРЕДНЄ ДОСЛІДЖЕННЯ ПО ЗАМІНІ ГІДРОПІДСИЛЮВАЧА КЕРМА НА ЕЛЕКТРОПІДСИЛЮВАЧ (с. 37–46)

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

Метою даного дослідження є розробка альтернативних моделей рульового управління електробуса. Електробус використовує енергію від основного акумулятора з напругою 384 В постійного струму і ємністю 300 Ач і вторинного акумулятора з напругою 25,8 В постійного струму і ємністю 100 Ач. Споживання енергії в даному електробусі розділене на такі основні компоненти, як вентиляційний двигун в якості головного двигуна потужністю 200 кВт, 15 кВт система кондиціонування повітря, 7,5 кВт гідропідсилювач керма, компресор для повітряної гальмівної системи потужністю 4 кВт і допоміжні компоненти. Решта становить 2,4 кВт. Очікується, що електрична потужність в 7,5 кВт може бути знижена до 20 % за допомогою електричної системи. В даному дослідженні була досліджена система рульового управління з електропідсилювачем керма (ЕПК) для заміни гідропідсилювача керма (ГПК). За допомогою ЕПК очікується спрощення управління автомобілем за допомогою електроніки. Спочатку були зібрані дані за типами великих транспортних засобів різних відомих марок про використовувану систему рульового управління. Великого комерційного автомобіля, що використовує виключно ЕПК, поки не знайдено. Модель ЕПК електробуса розроблена методом зворотного проектування шляхом перемальовування всіх компонентів, задіяних в попередній системі рульового управління. Оскільки даний тип електробуса відноситься до верхнього середнього класу, в статті пропонуються дві нові моделі ЕПК, а саме додавання допоміжного двигуна на поздовжній рульовій тязі і на рульовій рейці. Тягами в цій системі є привід колеса, рульова колонка, нижня рульова колонка, рейкова передача,

допоміжний двигун, тяга стабілізатора, поздовжня рульова тяга, подовжувач тяги стабілізатора, подовжувач поздовжньої рульової тяги, сполучна тяга, кулак, шкворень, шина, балка осі і ряд інших. Значення жорсткості, інерції і демпфірування кожної тяги будуть впливати на крутний момент водія і допоміжний двигун у вигляді функції швидкості колеса на даному електробусі. Структура рульового управління електробуса складається з фермової конструкції і каркасної конструкції з кінематичною структурою, що складається з двох з'єднаних разом суставних чотириланковиків.

Ключові слова: допоміжний двигун, привід колеса, рульова колонка, зубчасте колесо, рейка, швидкість автомобіля, торсіонний двигун, фермова конструкція, каркасна конструкція, суставний чотириланковик.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.227848

РОЗРОБКА ІНДЕКСУ СКЛАДНОСТІ ВИРОБУ В 3D-МОДЕЛЯХ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІБРИДНОГО МЕТОДУ РОЗПІЗНАВАННЯ ОЗНАК ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ НА ОСНОВІ ПРАВИЛ І ГРАФІВ (с. 47–61)

Hendri Dwi Saptioratri Budiono, Finno Ariandiyudha Hadiwardoyo

Процес обробки сильно залежить від створеної моделі. Чим складніше модель, тим вище складність проектування і тим складніше процес обробки. Зниження собівартості виробництва може допомогти компанії збільшити прибуток. Зосередити увагу на собівартості виробництва можливо декількома способами, перший з яких полягає в заміні матеріалів або зміні конструкції. Собівартість продукції краще знизити на стадії проектування, ніж на стадії виробництва. Основною метою дослідження є розробка програми, яка може розпізнавати ознаки в програмі САПР і обчислювати індекс складності форм в режимі реального часу. У даному дослідженні були використані призматичні ознаки та ознаки плит, класифіковані Чен Юн Чжуном. Метод розпізнавання ознак, що застосовується в цьому дослідженні, являє собою гібрид методів на основі правил і графів, в якому використовується STL-файл, розроблений Суніл і Панде, для отримання всієї необхідної інформації. Потім результати витягують з даних розпізнавання ознак і використовують для обчислення індексу складності виробу досліджуваної моделі. У даному дослідженні застосовувався індекс складності виробу за моделлю, розробленою раніше Ель-Марагі. Перевірка виконується шляхом порівняння програмно-реалізованого лічильника з індексом складності, розрахованим за допомогою STEP методу Хендрі і Шоле і ін. В рамках даного дослідження розробляється програма, яка розпізнає ознаки в програмному забезпеченні САПР і обчислює індекс складності форм в режимі реального часу. Це дозволить проектувальникам розрахувати очікуване значення складності в процесі проектування. В результаті орієнтовна собівартість виробництва можна побачити на ранній стадії. Нарешті, проведено випробування даного програмного забезпечення для обчислення значень індексу складності моделі комбінованих ознак. Використання восьми слотів і восьми кишень в якості еталонного показника форми дозволяє отримати більш точний індекс складності виробу.

Ключові слова: ознаки, розпізнавання ознак, індекс складності, STL-файл, САПР, виробничий процес.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.232116

РОЗРОБКА ШНЕКОВОЇ ТЕРМОРАДІАЦІЙНОЇ СУШАРКИ ДЛЯ СУШІННЯ ВИЧАВОК РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ (с. 62–69)

Т. М. Герасименко, К. П. Сільченко, А. С. Готвянська, Г. В. Кирсанова, Н. В. Будник, А. П. Кайнаш, Л. О. Положишнікова, І. В. Тараймович

Вдосконалено модельну конструкцію шнекової терморадіаційної сушарки для сушіння вичавок рослинного походження в низькотемпературному режимі (35...80 °С) до кінцевого вологовмісту на рівні 8...13 % сухих речовин. Сушарка має регульовану швидкість обертання шнеку (3...4 хв⁻¹), повітряного потоку (0,05...0,09 м/с) та характеризується рівномірністю розподілу теплового потоку. Оснащена енергоощадним двошківцевим комплексом з використання вторинної енергії для підігрівання первинного повітря з 21,1 °С до 28,9 °С. Використання елементів Пельтьє, розмішених на нагрівальній технічній поверхні шнеку сушарки, дозволяє перетворити теплову енергію в низьковольтну напругу живлення автономних нагнітального та витяжного вентиляторів.

Визначено тривалість сушіння вичавок у модельній конструкції шнекової терморадіаційної сушарки, зокрема томатних вичавок з початковим вмістом 75 % сухих речовин – 107 хв. Для яблучних вичавок з початковим вмістом 65 % сухих речовин складає 98 хв. Для порівняння тривалість конвективного сушіння томатних вичавок (75 % сухих речовин) становить 120 хв. Сушіння здійснювалося за температури 60 °С до кінцевого вологовмісту 10...12 % сухих речовин. Органолептичне оцінювання на прикладі томатних вичавків підтверджує ефективність конструктивних рішень у шнековій сушарці в порівнянні з конвективним способом.

Отримані результати дослідження забезпечать умови для подальшого проектування та впровадження запропонованої конструкції терморадіаційної сушарки для сушіння вичавок рослинного походження зі зміненим способом теплопідведення та використанням вторинної енергії. Розроблена конструкція апарату дає змогу переробляти та зберігати якісні властивості рослинних вичавків, що дозволяє використовувати даний продукт в широкому спектрі харчової галузі.

Ключові слова: шнекова терморадіаційна сушарка, рослинні вичавки, кінетика сушіння, температурне поле.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.232508

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВІБРАЦІЙНОГО БЕЗВІДРИВНОГО РУХУ ЛЕГКОГО НАСІННЯ З УРАХУВАННЯМ АЕРОДИНАМІЧНИХ СИЛ І МОМЕНТІВ (с. 70–78)

А. О. Никифоров, А. П. Никифорова, Р. В. Антощенков, В. В. Антощенкова, С. М. Дюндик, В. Г. Мазанов

Сучасна практика застосування вібраційних машин при роботі з дрібним насінням малої ваги зіштовхується з таким небажаним явищем, як вплив на кінематику вібраційного руху частинок фракції насінневої суміші аеродинамічних сил та моментів.

За результатами наукових досліджень, присвячених розв'язанню цієї проблеми, використовуються лише математичні моделі вібраційного руху, де аеродинамічний фактор враховується як відніс насіння повітряним потоком. Це характерно тільки для для режимів очищення з відскоком насіння від віброуючої поверхні. В них аеродинамічні сили та моменти присутні тільки у вигляді сили аеродинамічного опору. Не враховано дію бокових аеродинамічних сил і їх моментів. Їх врахування дозволяє поширити діапазон дії аеродинамічного фактору на режими віброочищення (вібросепарування) без відскоку (з ковзанням та перекочуванням), які мають більш великий інтерес з точки зору підвищення ефективності обробки саме мілконасінневих культур.

Запропоновано математичну модель вібраційного руху насіння з урахуванням дії повного набору аеродинамічних сил (сили аеродинамічного опору та бокових аеродинамічних сил) і моментів. Це дає можливість моделювати безвідривні режими вібраційного руху насіння. Наведено систему алгебраїчних рівнянь, які лінійні відносно кінематичних параметрів руху насіння, що отримано при переведенні диференціальних рівнянь руху у кінцево-різницеvu форму. Показано можливість чисельного розв'язання рівнянь руху методом Ейлера. Наведено результати з оцінки адекватності моделі для процесів вібраційної сепарації насіння тютюну та рижю. Як показали результати розрахунків та експериментів, розроблена модель забезпечує, у порівнянні з моделлю, де аеродинамічний фактор не враховано, підвищення ступеня адекватності результатів моделювання на 30 %.

Ключові слова: вібромашина, система диференціальних рівнянь, аеродинамічний фактор, аеродинамічний екран, вібраційних рух, легке насіння.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.232017

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СЕПАРУВАННЯ ЗЕРНОВОЇ МАСИ У ПСЕВДОРІЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ (с. 79–86)

В. В. Бредихін, П. В. Гурський, О. І. Алфьоров, Х. О. Бредихіна, А. О. Пак

Обґрунтована перспективність моделювання процесів розділення зернової маси на фракції, як однієї із задач виробництва високоякісного насіннєвого матеріалу. Відзначено, що це дозволить оптимізувати параметри процесів сепарування та розробити нові робочі поверхні для його реалізації. Відмічено, під час моделювання необхідно враховувати вплив конструктивно-кінематичних параметрів зерноочисних машин, фізико-механічні властивості сировини, внутрішньошарові процеси і сили.

Теоретичними дослідженнями удосконалена механіко-математична модель сепарування зернової маси у псевдорозрідженому шарі за її густиною. Модель встановлює зв'язок між ефективним коефіцієнтом динамічної в'язкості й густиною частинок дискретної і неперервної фаз та об'ємною концентрацією частинок дискретної фази. При цьому враховані порозність псевдорозрідженого шару, повздовжній і поперечний кути нахилу опорної поверхні до горизонтальної площини, амплітуда і частота коливань частинок неперервної фази; кут нахилу коливань відносно перпендикуляру до опорної поверхні.

Доведено адекватність удосконаленої механіко-математичної моделі шляхом порівняння експериментальних та теоретичних результатів моделювання фракціонування зернової маси. Встановлено, що відмінності у значеннях густини розділених фракцій ЗМ не перевищують 7...8 %, тобто знаходяться у межах похибки.

Відзначено, що удосконалена модель сепарування зернової маси у псевдорозрідженому шарі може бути використана для визначення раціональних значень параметрів пневмосортувального стола, на якому проводять фракціонування відповідного насіннєвого матеріалу. Вихідними даними при цьому є густина неперервної і суцільної фаз зернової маси, коефіцієнт тертя насіння та еквівалентний радіус частинки.

Результатом моделювання є раціональні значення амплітуди і частоти коливань робочої поверхні пневмосортувального стола та кути нахилу робочої поверхні.

Ключові слова: механіко-математична модель сепарування, зернова маса, насіннєвий матеріал, псевдорозріджений шар.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.233062

АНАЛІЗ ВПЛИВУ НАПРЯМКУ ОБЕРТАННЯ МІШАЛКИ І ЄМНОСТІ НА ІНДЕКС ЗМІЩЕННЯ (I_p) (с. 86–91)

Sugeng Hadi Susilo, Asrori Asrori, Gumono Gumono

У статті розглядається вплив напрямку обертання мішалки і ємності на індекс зміщення (I_p). Теорія хаосу є результатом глибокого вивчення різних завдань, рішення яких не можуть дати дві попередні основні теорії, а саме квантова механіка і теорія відносності. Ефективність змішування області потоку не залежить від швидкого переміщення.

У даному дослідженні використовується ємність з подвійною мішалкою, камера, програмований логічний контролер, тахометр, 6 А адаптер і комп'ютер, а також електродвигун постійного струму (25 В) для обертання мішалок і ємностей. Діаметр первинної і вторинної мішалок становить $D_p=38$ мм і $D_s=17$ мм. Діаметр ємності, виготовленої з прозорого пластику становить $D_w=160$ мм і висота 170 мм. Швидкість обертання первинної мішалки становить $n_p=10$ об/хв, вторинної мішалки $n_s=22,3$ об/хв і ємності $n_w=13$ об/хв, кутова швидкість ємності $\Omega_w=360^\circ$, кутова швидкість первинної мішалки $\Omega_p=180^\circ$. Рідина складається з суміші води і фарби (білої). Для барвника використовується суміш води і фарби (червоної). Для випробування віскозиметра Брукфільда використовується в'язкість рідини і барвника. Результати показали, що при повороті мішалки в напрямку, протилежному ємності, навколо мішалки будуть відбуватися розтягнення, згинання і складання, а найменший індекс зміщення склав P2V-b (0,94). Крім того, виходячи з наведеного вище значення індексу зміщення, отримано найвищий рівень ефективності змішування, а саме: P2V-b, P2S-b, P2B-b, P2V-a, P2B-a і, нарешті, P2S-a. Індекс зміщення обернено пропорційний рівню ефективності. Таким чином, найвищий рівень ефективності досягається при наступній обробці: варіативне обертання (між протилежно обертовими мішалками); протилежне обертання (обертання мішалки в напрямку, протилежному ємності); односпрямоване обертання (обертання мішалки в напрямку ємності).

Ключові слова: індекс зміщення, хаос, мішалка, ємність, ефективність змішування, напрямок обертання.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.232014

РОЗРОБКА МЕТОДУ ПАРАМЕТРИЗАЦІЇ СТИЛЬОВИХ РІЗНОВИДІВ ЖАКЕТА ЗАСОБАМИ МОДИФІКУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ ТИПОЛОГІЧНОГО РЯДУ (с. 92–105)

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

Проведеними дослідженнями виявлено проблему неефективного шкалювання однорідності модельних конструкцій жакета у процесах проробки типового представника через невизначеність параметрів модифікування.

Запропоновано варіант синхронізації критичних точок силуетних прибавок шляхом групування числових рядів у векторі вибору величини прибавки відповідно до характеристики стильових різновидів. Визначено вплив формотворних членувань на формування класифікатора конструктивно-технологічних рішень жакета. Сформована модель забезпечення векторів модифікування дала змогу описати послідовність реалізації процедур методом типового представництва. Наявність однієї конструктивної категорії, однакових конструктивних частин, єдність стилю спрощує процеси відбору і селекції найхарактерніших моделей жакета.

Виявлено, що морфологічна комбінація ознак зовнішнього вигляду впливає на корегування стильових вподобань в продукції виробника. Виділені, як найбільш впливові вектори модифікування жакета, параметри типових членувань відносно точок стикування конструктивних зон оптимізованої п'ятишовної конструкції прототипу.

Розроблено метод шкалювання прибавок на свободу прилягання за результатами досліджень емпіричних даних. Одержано адекватну регресійну модель нормалізації параметрів прибавки на силует. Розроблена модель дозволяє здійснювати масштабування силуетних конструкцій шляхом змінювання приростів у куткових точках контуру за прототипом градації в автоматизованому режимі.

Сформульовано практичні рекомендації щодо параметрів зонально-модульного модифікування силуетних конструкцій різновидів жакета: лінійний характер силуетної трансформації стану відносно $\Psi_1 = 5$ см. Запропоновано нормалізовані параметри побудови функціонально-декоративних деталей.

Ключові слова: типологічний ряд, параметризація, калібрування, силуетна прибавка, метод нормалізації, різновид жакета.