

ABSTRACT AND REFERENCES

ENGINEERING TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.238266

DEVELOPMENT OF A TOPOLOGY OPTIMIZATION METHOD FOR THE DESIGN OF COMPOSITE LATTICE RING STRUCTURES (p. 6–13)**Zheng Hu**National Aerospace University
«Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine
Nanchang Hangkong University, Nanchang, China
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5655-3953>**Oleksii Vambol**National Aerospace University
«Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1719-8063>**Shiping Sun**Nanchang Hangkong University, Nanchang, China
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3726-8302>**Qinglong Zeng**Guangxi Yuchai Machinery
Company Limited, Yu Lin, China
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1608-2111>

Composite lattice ring structures are known for their lightweight and high efficiency, which have a strong attraction in the aeronautical and aerospace industries. The general manufacturing process for such structures is to use wet filament winding technology. Due to the anisotropic properties of continuous fibers, the filament winding trajectory determines the mechanical properties of the composite lattice ring structures. In this work, a topology optimization method is proposed to generate the efficient filament winding trajectory, which follows the load transfer path of the composite part and can offer higher mechanical strengths. To satisfy the periodicity requirement of the structure, the design space is divided into a prescribed number of identical substructures during the topology optimization process. In order to verify the effectiveness and capability of the proposed approach, the topological design of ring structures with the different number of substructures, the ratio of outer to inner radius and the loading case is investigated. The results reflect that the optimal topology shape strongly depends on the substructure numbers, radius ratio and loading case. Moreover, the compliance of the optimized structures increases with the total number of substructures, while the structural efficiency of the optimized structures decreases with the radius ratio. Finally, taking the specified topological structure as the object, the conceptual design of a robotic filament winding system for manufacturing the composite lattice ring structure is presented. In particular, the forming tooling, integrated deposition system, winding trajectory and manufacturing process are carefully defined, which can provide valuable references for practical production in the future.

Keywords: composite lattice ring structures, topology optimization, winding trajectory, robotic filament winding.

References

- Xu, Y., Zhu, J., Wu, Z., Cao, Y., Zhao, Y., Zhang, W. (2018). A review on the design of laminated composite structures: constant and variable stiffness design and topology optimization. *Advanced Composites and Hybrid Materials*, 1 (3), 460–477. doi: <https://doi.org/10.1007/s42114-018-0032-7>
- Totaro, G., De Nicola, F. (2012). Recent advance on design and manufacturing of composite anisogrid structures for space launchers. *Acta Astronautica*, 81 (2), 570–577. doi: <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2012.07.012>
- Mack, J., McGregor, O., Mitschang, P. (2014). Prepreg lay-up technology for manufacturing of lattice structure fuselage sections. *ECCM16 – 16th European Conference on Composite Materials*. Seville.
- Giusto, G., Totaro, G., Spina, P., De Nicola, F., Di Caprio, F., Zallo, A. et. al. (2021). Composite grid structure technology for space applications. *Materials Today: Proceedings*, 34, 332–340. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.05.754>
- Gagauz, F., Kryvenda, S., Shevtsova, M., Smovziuk, L., Taranenko, I. (2014). Manufacturing and testing of composite wafer components with dual-purpose integrated semi-loop joints. *ECCM16 – 16th European Conference on Composite Materials*. Seville.
- Cerqueira, J., Faria, H., Funck, R. (2014). Fabrication of composite cylinders with integrated lattice structure using filament winding. *ECCM16 – 16th European Conference on Composite Materials*. Seville.
- Vasiliev, V. V., Razin, A. F. (2006). Anisogrid composite lattice structures for spacecraft and aircraft applications. *Composite Structures*, 76 (1-2), 182–189. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2006.06.025>
- Sugiyama, K., Matsuzaki, R., Malakhov, A. V., Polilov, A. N., Ueda, M., Todoroki, A., Hirano, Y. (2020). 3D printing of optimized composites with variable fiber volume fraction and stiffness using continuous fiber. *Composites Science and Technology*, 186, 107905. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2019.107905>
- Zhu, J.-H., Zhang, W.-H., Xia, L. (2015). Topology Optimization in Aircraft and Aerospace Structures Design. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 23 (4), 595–622. doi: <https://doi.org/10.1007/s11831-015-9151-2>
- Hu, Z., Vambol, O., Sun, S. (2021). A hybrid multilevel method for simultaneous optimization design of topology and discrete fiber orientation. *Composite Structures*, 266, 113791. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2021.113791>
- Hu, Z., Vambol, O. (2020). Topological designing and analysis of the composite wing rib. *Aerospace Technic and Technology*, 6, 4–14. doi: <https://doi.org/10.32620/aktt.2020.6.01>
- Fu, J., Yun, J., Jung, Y., Lee, D. (2017). Generation of filament-winding paths for complex axisymmetric shapes based on the principal stress field. *Composite Structures*, 161, 330–339. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2016.11.022>
- Li, N., Link, G., Wang, T., Ramopoulos, V., Neumaier, D., Hofele, J. et. al. (2020). Path-designed 3D printing for topological optimized continuous carbon fibre reinforced composite structures. *Composites Part B: Engineering*, 182, 107612. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.107612>
- Chen, Y., Ye, L. (2021). Topological design for 3D-printing of carbon fibre reinforced composite structural parts. *Composites Science and Technology*, 204, 108644. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2020.108644>
- Wang, T., Li, N., Link, G., Jelonnek, J., Fleischer, J., Dittus, J., Kupzik, D. (2021). Load-dependent path planning method for

- 3D printing of continuous fiber reinforced plastics. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 140, 106181. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2020.106181>
16. Bendsoe, M. P., Sigmund, O. (2004). *Topology optimization: theory, methods, and applications*. Springer, 370. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-05086-6>
 17. Kabir, S. M. F., Mathur, K., Seyam, A.-F. M. (2020). A critical review on 3D printed continuous fiber-reinforced composites: History, mechanism, materials and properties. *Composite Structures*, 232, 111476. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2019.111476>
 18. Sorrentino, L., Marchetti, M., Bellini, C., Delfini, A., Del Sette, F. (2017). Manufacture of high performance iso-grid structure by Robotic Filament Winding. *Composite Structures*, 164, 43–50. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2016.12.061>
 19. Sorrentino, L., Anamateros, E., Bellini, C., Carrino, L., Corcione, G., Leone, A., Paris, G. (2019). Robotic filament winding: An innovative technology to manufacture complex shape structural parts. *Composite Structures*, 220, 699–707. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2019.04.055>
 20. Carrino, L., Polini, W., Sorrentino, L. (2003). Modular structure of a new feed-deposition head for a robotized filament winding cell. *Composites Science and Technology*, 63 (15), 2255–2263. doi: [https://doi.org/10.1016/s0266-3538\(03\)00174-x](https://doi.org/10.1016/s0266-3538(03)00174-x)

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239067

DEVELOPMENT AND SUBSTANTIATION OF PARAMETERS OF THE MECHANISM WITH FLEXIBLE DRIVE FOR THE CUTTERBAR OF THE MOWER OF DOUBLE KNIFE STROKE (p. 14–25)

Omirsarik Zhortuylov

Scientific Production Center of Agricultural Engineering, LTD, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5365-4989>

Gani Zhumatay

Scientific Production Center of Agricultural Engineering, LTD, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4196-5987>

Askar Rzaliyev

Scientific Production Center of Agricultural Engineering, LTD, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9130-221X>

Tokhtar Abilzhanuly

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

Orynzhamal Sarsembenova

Eurasian Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7992-0381>

Serik Bekbossynov

Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3753-1388>

Daniyar Abilzhanov

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

Bauyrzhan Boranbayev

Scientific Production Center of Agricultural Engineering, LTD, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5784-1308>

This paper presents the results of experimental research on the development and substantiation of parameters and operating modes of the drive mechanism of the cutting apparatus in a mower with a double knife stroke.

A structural and technological scheme of the drive mechanism of the cutting device of the segment-finger type mower has been developed, in which a double stroke of the cutting device knife is provided. Analytical relationships were obtained to determine the knife stroke, speed and acceleration. Based on the results of theoretical and experimental studies, the main parameters of the mower drive mechanism were substantiated. Based on the condition of a high-quality cut of plants, at a minimum grass cutting speed, the minimum crank shaft speed was determined. By calculation, the feed area and the load area of the cutter for normal cutting with a double cut of the knife are determined. Analytical relationships were obtained to determine the power required to drive the cutterbar of a mower with a double knife stroke. Based on the research results, the main parameters of the mower with an improved drive are substantiated. An experimental sample was made and preliminary tests of the drive mechanism were carried out, agrotechnical and energy indicators of the mower operation were determined.

Keywords: mower, drive, cutting device, toe bar, segment-finger mower, alfalfa, grass mowing, double stroke, knife, speed, crank.

References

1. Torekhanov, A. E. (2007). Development ways in fodder production. *Bulletin of «Bastau» LLP*, 29–37.
2. Osobov, V. I., Vasiliev, G. K. (1983). *Hay-harvesting machines and complexes*. Moscow: Mechanical Engineering, 304.
3. *Logistics in fodder production (2003)*. New agriculture, 1, 16–20.
4. Khalansky, V. M., Gorbachev, I. V. (2004). *Agricultural machines*. Moscow: Kolos, 249–260.
5. Zinoviev, V. A. (1972). *Course of the theory of mechanisms and machines*. Moscow: Nauka, 384.
6. Adilshiev, A. S. (2017). Scientific and technical basis for the development of mechanisms, etc. and water cutting machines sweepers. Almaty: the AD Time The, 159.
7. Suranchiev, M. T. (2006). Substantiation of the parameters of the drive mechanism of the cutting device of a front mower with a movable finger bar. Almaty, 24.
8. Rustamov, S. I. (1981). Physical and mechanical properties of plants and the improvement of cutting devices of harvesting machines. Kyiv-Donetsk: Visshaya shkola, 170.
9. Reznikov, L. A., Eshchenko, V. T., Dyachenko, G. N. (1991). Basis of design and calculation of agricultural mashin. Moscow: Agropromizdat, 225–257.
10. Dolgov, I. A. (Ed.) (1987). *Complex mechanization of fodder production*. Moscow: VO «Agropromizdat», 351.
11. Adilshiev, A. S., Zhortuylov, O. (2015). Study of mechanism kinematic with flexible elastic links of double cutter bar grass reaper. *Mechanization in agriculture & Conserving of the resources*, 61 (1), 6–8. Available at: <https://stumejournals.com/journals/am/2015/1/6.full.pdf>
12. Bobovich, I. S., Kostyuchenko, V. M. (1974). To the study of mechanisms with an elastic closed loop for driving mower

- knives. Scientific works of the Kazakh Agricultural Institute, XVII (4), 96–102.
13. Bosoy, E. S. (1978). Theory, design and calculation of agricultural products machines. Moscow: Mashinostroenie, 268.
 14. Popov, I. F. (1978). Machines for harvesting grasses for hay. Moscow: Mashgiz, 268.
 15. Drozdov, N. I. (1961). Investigation of the process of cutting grasses and grain crops by cutting devices of harvesting machines. Moscow, 301.
 16. Zhortuylov, O., Seitbekov, L. S., Zhumatay, G. S., Adilshiev, A. S., Surzhin, V. I. (2008). Innovation Pat. No. 21946 Republic of Kazakhstan. The mechanism of the drive of the knife cutting device. No. 2008/1336; declared: 02.12.2008; published: 15.12.2009, Bul. No. 12.
 17. Zhortuylov, O., Evtifeev, A. T., Alekseev, A. A., Adilshiev, A. S., Bekenov, U. E. (2011). Innovative Pat. No. 26421 Republic of Kazakhstan. The drive mechanism of the cutting device of the mower and reaper. No. 2011/1293.1; declared: 12.12.2011; published: 02.14.2012, Bul. No. 2.
 18. Zhortuylov, O., Adilshiev, A. S., Evtifeev, A. T., Alekseev, A. A., Bekenov, U. E. (2013). Innovative Pat. No. 29916 Republic of Kazakhstan. Segment-finger mower. No. 2013/1928.1; declared: 12.23.2013; published: 15.06.2015, Bul. No. 6.
 19. Klenin, N. I., Popov, I. F., Sakun, V. A. (1970). Agricultural machines: elements of the theory of working processes, calculation of control parameters and operating modes. Moscow: Kolos, 208–240.
 20. Zhumatay, G. S. (2010). Substantiation of parameters and development of the drive of the mower cutter with a double run of the knife. Almaty, 26.
 21. Zhortuylov, O., Adilshiev, A. S., Zhumatay, G. S. (2008). Substantiation of the parameters of the drive mechanism of the mower with a double run of the knife. Bulletin, Almaty, 8, 61–63.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.238171
FORECASTING THE DURABILITY OF PUBLIC
TRANSPORT BUS BODIES DEPENDING ON
OPERATING CONDITIONS (p. 26–33)

Dmytro Ruban

JSC Cherkasy Bus, Cherkasy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0671-3226>

Lubomir Krainyk

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0524-9126>

Hanna Ruban

Cherkasy State Business College, Cherkasy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8702-8430>

Andrii Sosyk

Zaporizhzhia Polytechnic National University,
Zaporizhzhia, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0771-8683>

Andriy Shcherbyna

Zaporizhzhia Polytechnic National University,
Zaporizhzhia, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6664-5720>

Olga Dudarenko

Zaporizhzhia Polytechnic National University,
Zaporizhzhia, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3072-7748>

Alexander Artyukh

Zaporizhzhia Polytechnic National University,
Zaporizhzhia, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5043-7038>

This paper addresses the issue related to forecasting the durability indicators of public transport buses under operational conditions. It has been established that when buses are operated to transport passengers the bus bodies wear at different intensities. During operation, the strength of the body frame weakens under the influence of corrosion in combination with sites of fatigue destruction. As it was established, the intensity of corrosion of the bus body depends on the number of residents in the city where the bus is operated. The earlier established dependences were taken into consideration; the current study has identified two conditional variants of corrosion evolution based on the number of inhabitants: up to 1 million and exceeding 1 million. The expediency of repairs and their impact on the bus passive safety has been analyzed. It was found that the elements of the body frame, without external characteristic damage, no longer meet the specified conditions of strength as a result of sign-alternating loads and during long-term operation.

Determining the durability of the bus body was made possible through the construction of a mathematical model. The model's adequacy was confirmed by road tests of the bus. The devised model describes the movement of the bus over a road surface with different micro profiles, with different corrosion penetration, different loading by passengers, and bus speeds.

It was established that the reason for the evolution of structural corrosion is the influence of salt mixtures preventing the icing of roads, as well as ignoring the washing of buses after such trips.

It is recommended to use new software for the in-depth study into this issue addressing the combination of various factors of destruction: cyclic loads at variable bus speeds and the corrosion progress. The study results could make it possible to predict a life cycle of the body frame under factors that correspond to actual operating conditions.

Keywords: bus operation, durability modeling, body frame, body corrosion, fatigue strength.

References

1. ECE Regulation No. 66, Agreement, E/ECE/TRANS/505, Rev. 1/Add. 65/Rev.1 (2006). United Nations.
2. Scania Omni City Omni Link Body Workshop Manual (2004). Body workshop. Scania CV AB 2004. Sweden.
3. Krainyk, L., Ruban, D., Ruban, H. (2017). Estimation of change of physical and mechanical properties elements to framework of basket of bus in the process of exploitation. Journal of Mechanical Engineering and Transport, 1, 47–52. Available at: <https://vmt.vntu.edu.ua/index.php/vmt/article/view/70>
4. Corrosion Cost and Preventive Strategies in the United States. FHWA-RD-01-156. Available at: <https://trid.trb.org/view/707382>
5. Kyröläinen, A., Vilpas, M., Hänninen, H. (2000). Use of Stainless Steels in Bus Coach Structures. Journal of Materials Engineering and Performance, 9 (6), 669–677. doi: <https://doi.org/10.1361/105994900770345548>
6. Ruban, D. P., Krainyk, L. V., Rouban, A. Y. (2018). Estimation of influence of introduction of grounds of subzero entrance «low-entry» in structure of bearing basket

- on resource descriptions of bus in exploitation. *Automobile Transport*, 43, 31–35. doi: <https://doi.org/10.30977/at.2219-8342.2018.43.0.31>
7. D'souza, C., Paquet, V., Lenker, J., Steinfeld, E., Bareria, P. (2012). Low-floor bus design preferences of walking aid users during simulated boarding and alighting. *Work*, 41, 4951–4956. doi: <https://doi.org/10.3233/wor-2012-0791-4951>
 8. D'Souza, C., Zhu, X. (2014). Ambulation Aid Use and User Performance for Transit Vehicle Interior Design. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 58 (1), 510–514. doi: <https://doi.org/10.1177/1541931214581106>
 9. Ruban, D. P., Krainyk, L. V. (2017). Otsinka rehlamentovano-ho terminu ekspluatatsiyi avtobusiv z umov vidpovidnosti normatyvam pasyvnoi bezpeky vnaslidok koroziyi ta vtom-noi mitsnosti kuzova. *Systemy I Šrodky transportu samocho-dowego. Seria: Transport – Rzeszów*, 10, 95–100.
 10. Fakić, B., Burić, A., Horoz, E. (2018). Science of Metals Through Lens of Microscope. *New Technologies, Development and Application*, 113–120. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-90893-9_13
 11. Ruban, D., Krainyk, L. (2018). Methodology of predictive estimation of lifetime buses. *Suchasni tekhnolohiyi v mashy-nobuduvanni ta transporti*, 2 (11), 117–121.
 12. Salgado, R. M., Ohishi, T., Ballini, R. (2010). A short-term bus load forecasting system. *2010 10th International Conference on Hybrid Intelligent Systems*. doi: <https://doi.org/10.1109/his.2010.5600075>
 13. Ruban, D. P. (2020). Mathematical Model of Forecasting Durability of Bus Bodies and Checking it for Adequacy. *Visnyk of Vinnytsia Politechnical Institute*, 3 (150), 81–89. doi: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2020-150-3-81-89>
 14. Georgiou, G., Badarlis, A., Natsiavas, S. (2008). Modelling and ride dynamics of a flexible multi-body model of an urban bus. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part K: Journal of Multi-Body Dynamics*, 222 (2), 143–154. doi: <https://doi.org/10.1243/14644193jmbd130>
 15. Pohmurskiy, V. I. (1985). *Korrozionnaya ustalost' metallov*. Moscow: Metallurgiya, 207.
 16. Hülser, P., Krüger, U. A., Beck, F. (1996). The cathodic corrosion of aluminium during the electrodeposition of paint: Electrochemical measurements. *Corrosion Science*, 38 (1), 47–57. doi: [https://doi.org/10.1016/0010-938x\(96\)00101-1](https://doi.org/10.1016/0010-938x(96)00101-1)
 17. Besuden, D. L. (2020). School Bus Corrosion. *Automotive International, Inc.* Available at: <http://www.valugard.net/index.php/school-bus-corrosion-2/>
 18. Vertin, T. (2011). Protecting Your Vehicles from Corrosion. *Mass Transit*. Available at: <https://www.masstransitmag.com/home/article/10454360/protecting-your-vehicles-from-corrosion>
 19. Nazari, M. H., Bergner, D., Shi, X. (2015). *Manual of for the Prevention of Corrosion on Vehicles and Equipment used by Transportation Agencies for Snow and Ice Control*. Minnesota Department of Transportation Research Services & Library.
 20. *Corrosion Protection – Proof That It Matters* (2018). Daimler Trucks North America LLC. Available at: <https://thomasbuiltbuses.com/bus-advisor/articles/corrosion-protection-proof-that-it-matters/>
 21. Dassault Systemes Matlab Corporation. Available at: <https://www.matlab.com/>
 22. Ruban, D. (2020). Research of tension change in the elements of a bus body frame during operation. *Automobile Transport*, 46, 27–32. doi: <https://doi.org/10.30977/at.2219-8342.2020.46.0.27>
 23. Ruban, D. P., Ruban, H. Ya. (2016). Research on Determination of Terms of Exploitation of Busses. *Visnyk of Vinnytsia Politechnical Institute*, 5 (128), 105–109.
 24. Cagri, I., Izzet, C., Anil, Y., Namik, K., Karoseri, O. (2010). Fatigue Life Prediction of a Bus Body Structure Using CAE Tools. *Conference: Fisita 2010 World Automotive Congress*. Vol. 1 Budapest, 319–329.
 25. Verros, G., Natsiavas, S. (2002). Ride Dynamics of Nonlinear Vehicle Models Using Component Mode Synthesis. *Journal of Vibration and Acoustics*, 124 (3), 427–434. doi: <https://doi.org/10.1115/1.1473828>
 26. Papalukopoulos, C., Natsiavas, S. (2006). Dynamics of Large Scale Mechanical Models Using Multilevel Substructuring. *Journal of Computational and Nonlinear Dynamics*, 2 (1), 40–51. doi: <https://doi.org/10.1115/1.2389043>
 27. Yu, F., Guan, X., Zhang, J. (2002). Modeling and Performance Analysis for a City Low-floor Bus Based on a Non-linear Rigid-elastic Coupling Multi-body Model. *SAE Technical Paper Series*. doi: <https://doi.org/10.4271/2002-01-3094>
 28. Krishnamoorthy, M., Sam Paul Albert, M. (2014). Durability Analysis of a Vehicle by Virtual Test Model (VTM). *Ashok Leyland Ltd.* Available at: <https://www.techbriefs.com/component/content/article/tb/pub/techbriefs/test-and-measurement/19542>
 29. White, M. (2010). Analyzing Durability. Available at: <https://altairuniversity.com/2791-analyzing-durability/>
 30. Suresh, B. A., Klinikowski, D. J., Gilmore, B. J. (1993). Comparison of Vehicle Durability Testing Methods. *SAE Technical Paper Series*. doi: <https://doi.org/10.4271/932967>
 31. Ramakrishnan, S. (2019). Proving ground durability simulations. Degree project in mechanical engineering, second cycle, 30 credits. Stockholm. Available at: <http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:1352854/FULLTEXT01.pdf>
 32. *Bus and Coach Durability and Reliability Testing*. Available at: <https://www.millbrook.co.uk/services/vehicle-and-component/vehicle-durability-testing/bus-and-coach-durability-and-reliability-testing/>
 33. Silaev, A. A. (1972). *Spektral'naya teoriya podressorivaniya transportnyh mashin*. Moscow: Mashinostroenie, 192.
 34. Pevzner, Ya. M., Tihonov, A. A. (1963). *Rezultaty obsledovaniya mikroprofiley osnovnyh tipov avtomobil'nyh dorog*. Moscow: Trudy NAMI, 17–39.
 35. Burian, M. V., Bodnar, M. F. (2016). Otsinka plavnosti rukhu avtobusa metodom modeliuвання v systemi matlab/simulink. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politehnika»*. *Dynamika, mitsnist ta proektuvannya mashyn i pryladiv*, 838, 115–120.
 36. Kelman, I. I. (2001). *Osnovy zabezpechennia systemnoi efektyvnosti ekspluatatsiynykh vlastyvostei avtobusiv*. Lviv, 200.
 37. Dodds, C. J., Robson, J. D. (1973). The description of road surface roughness. *Journal of Sound and Vibration*, 31 (2), 175–183. doi: [https://doi.org/10.1016/s0022-460x\(73\)80373-6](https://doi.org/10.1016/s0022-460x(73)80373-6)
 38. Brovtsyn, Y. N. (2015). Modeling of surface microprofile of fields and roads. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktii rastenievodstva i zhivotnovodstva. Sbornik nauchnyh trudov. IAEP*, 86, 59–68.
 39. Rayher, V. L. (1968). Gipoteza spektral'nogo summirovaniya i ee primenenie k opredeleniyu ustalostnoy dolgovechnosti pri deystvii sluchaynyh nagruzok. *Probl. nadezhnosti v stroitel'noy mekhanike*. Vil'nyus, 263–267.
 40. Adler, Yu. P., Markova, E. V., Granovskiy, Yu. V. (1976). *Planirovanie eksperimenta pri poiske optimal'nyh usloviy*. Moscow: Izd-vo «Nauka», 280.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239235

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE CONFIGURATION OF THE FIRE FURNACE CHAMBER ON THE TEMPERATURE REGIME DURING THE IMPLEMENTATION OF TESTS FOR FIRE RESISTANCE (p. 34–40)

Serhii Pozdieiev

Institute of Public Administration and
Research in Civil Protection, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9085-0513>

Vadym Nizhnyk

Institute of Public Administration and
Research in Civil Protection, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3370-9027>

Yurii Feshchuk

Institute of Public Administration and
Research in Civil Protection, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4328-8473>

Valeriia Nekora

Institute of Public Administration and
Research in Civil Protection, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4354-4422>

Oleksandr Nuianzin

Cherkasy Institute of Fire Safety
named after Chernobyl Heroes of National University
of Civil Protection of Ukraine, Cherkasy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2527-6073>

Taras Shnal

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4226-9513>

The issue related to the conditions for creating the required temperature regime of fire when testing structures for fire resistance has not been studied in detail up to now. That necessitated determining the technical conditions under which it is possible to comply with the standard temperature regime of fire in the fire chamber of the furnace. The influence of the design parameters of the fire furnace chamber on the condition of compliance with the standard fire temperature regime when tested for fire resistance has been established. One of the most effective methods for examining such an impact is computer simulation. A computer model of the fire furnace was built on the basis of a comprehensive analysis and earlier work on the study of such furnaces, taking into consideration technical characteristics, in particular, geometrical parameters, fuel and air supply systems. The obtained research results are a prerequisite for scientific substantiation of the design parameters of fire furnaces and their engineering systems, which is necessary to comply with the standard temperature regime of fire in the furnace fire chamber. This makes it possible to provide the necessary conditions for testing building structures for fire resistance in compliance with the requirements of the relevant standards. The computer model constructed makes it possible to create the necessary temperature regime in the fire chamber of the furnace (in this study, the standard temperature of fire). As a result of the study, the technical parameters of the fuel supply and ventilation system were determined, which ensure compliance with the standard temperature regime in the fire

chamber of the furnace. That makes it possible to build an automated complex of the testing process for fire resistance of building structures. In addition, the data obtained can be the basis for the design of such fire furnaces with the ability to comply with different fire temperature regimes without the intervention of the operator.

Keywords: fire resistance, fire tests, fire furnace, thermal impact of fire, mathematical modeling.

References

1. DBN V.1.1.7-2016. Fire safety of construction. General requirements (2017). Kyiv, 47. Available at: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-88>
2. DSTU B V.1.1-4-98*. Budivelni konstruktivni. Metody vyprovban na vohnestiykist. Zahalni vymohy. Pozhezhna bezpeka (ISO 831:1975) (2005). Kyiv: Ukrarkhbudininform, 20.
3. Nuyanzin, O. M., Pozdeyev, S. V., Sidney, S. O., Nekora, O. V. (2014). Analysis of existing mathematical models of heat in the chamber furnaces firing installations for fire resistance tests on reinforced concrete construction construction. *Pozhezhna bezpeka: teoriya i praktyka*, 18, 93–101. Available at: http://edu-mns.org.ua/nmc/521/Pozhezhna_bezpeka__18-2014.pdf
4. Nuianzin, O., Kryshchal, M., Bolzhalarskyi, K., Sidney, S. (2016). Study of configuration firing furnace at the temperature field uneven heating on surface reinforced concrete walls in its fire resistance test. *Naukovyi visnyk: tsyvilnyi zakhyst ta pozhezhna bezpeka*, 1, 38–43.
5. Veselivskiy, R. B., Polovko, A. P., Vasylenko, O. O. (2013). Experimental study of walling fire resistance with fiberboard plates. *Pozhezhna bezpeka*, 23, 33–38.
6. Novak, S., Drizhd, V., Dobrostan, O. (2020). Thermal state of steel structures with a combined fire protection system under conditions of fire exposure. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (10 (105)), 17–25. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.206373>
7. Krumov, K. S., Penkova, N. Y. (2019). Numerical analysis of the transient heat transfer in high temperature chamber furnaces. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 595, 012005. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/595/1/012005>
8. Ming Wang, Perricone, J., Chang, P. C., Quintiere, J. G. (2008). Scale Modeling of Compartment Fires for Structural Fire Testing. *Journal of Fire Protection Engineering*, 18 (3), 223–240. doi: <https://doi.org/10.1177/1042391508093337>
9. Geraschenko, O. A. (1971). *Osnovy teplometrii*. Kyiv: Naukova dumka, 192.
10. Vetoshnikov, V. S., Dobrovolsky, Yu. G., Presniak, I. S., Shabashkevich, B. G., Shafran, L. M. (2007). Gauging of density of the heat flux in combustion chamber. *Actual problems of transport medicine*, 1, 119–126.
11. Zavorin, A. S., Khaustov, S. A., Zaharushkin, R. N. A. (2014). Computer simulation of processes in the dead-end furnace. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 66, 012029. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/66/1/012029>
12. Tabunshchikov, Yu. A., Brodach, M. M. (2002). *Matematicheskoe modelirovanie i optimizatsiya teplovoy effektivnosti zdaniy*. Moscow, 194.
13. Panferov, V. I., Anisimova, E. Yu., Nagornaya, A. N. (2006). K teorii matematicheskogo modelirovaniya teplovogo rezhima zdaniy. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Komp'yuternye tekhnologii, upravlenie, radioelektronika*, 14, 128–132.

14. Chalaya, I. V., Krukovskii, P. G. (2015). Computational Analysis of the Thermal State of Metal Load-Carrying Structures of a Stadium for Various Fire Scenarios. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, 88 (2), 439–446. doi: <https://doi.org/10.1007/s10891-015-1208-4>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239150
DEVELOPMENT OF THE MODEL AND THE METHOD FOR DETERMINING THE INFLUENCE OF THE TEMPERATURE OF GUNPOWDER GASES IN THE GUN BARREL FOR EXPLAINING VISUALIZE OF FREE CARBON AT SHOT (p. 41–53)

Olexander Brunetkin

Odessa Polytechnic State University, Odessa, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6701-8737>

Maksym Maksymov

National University «Odessa Maritime Academy»,
Odessa, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7536-2570>

Vladimir Brunetkin

Odessa Polytechnic State University, Odessa, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4266-4353>

Oleksii Maksymov

Odessa Polytechnic State University, Odessa, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2504-0853>

Yevhenii Dobrynin

National University «Odessa Maritime Academy»,
Odessa, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2777-3137>

Vitalii Kuzmenko

National University «Odessa Maritime Academy»,
Odessa, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8064-0726>

Pavlo Gultsov

Odessa Polytechnic State University, Odessa, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5083-380X>

A phenomenon that is present in almost every shot is highlighted. It manifests itself in the muzzle discharge as a certain amount of free carbon. The thermochemical reaction of Boudouard-Bell (disproportionation of carbon monoxide) was determined, which explains the formation of free carbon in the gunpowder gases during the firing process. A feature of this reaction is the formation of a condensed phase of carbon during the firing process after the gasification of the gunpowder charge.

The reason is revealed that does not allow describing the formation of free carbon during firing on the basis of existing models of internal ballistics processes. It is the lack of taking into account the temperature distribution of the gunpowder gases along the length of the gun barrel and its change. A mathematical model is proposed that makes it possible to estimate the temperature distribution during the shot.

A method has been developed for solving the problem of internal ballistics with the ability to determine the temperature of gunpowder gases along the length of the gun barrel at different times and at different positions of the projectile in the barrel. The original model is built using generally ac-

cepted assumptions. Modeling results can only be estimated. For this reason, the method is based on simple calculations, which makes it possible not to involve high-power computing equipment.

The modeling of the temperature distribution of gunpowder gases in the space of the gun barrel between the charging ball and the moving projectile in the model system is carried out. The possibility of changing the length of the zone of the Boudouard-Bell reaction (the zone of formation of free carbon) depending on the initial data is shown. The use of a fresh gunpowder charge and a degraded one is simulated. Full and reduced charges are considered. The simulation results showed the reason for the possibility of initiating a secondary muzzle discharge flash both from the front side and from the side of the muzzle brake.

Keywords: gun, gunpowder gases, temperature distribution, disproportionation reaction, free carbon, muzzle flash.

References

- Serebriakov, M. E. (1962). *Vnutrenniaia ballistika stvolnykh sistem i porokhovykh raket*. Moscow, 702.
- Carlucci, D. E., Jacobson, S. S. (2008). *Ballistics: theory and design of guns and ammunition*. Taylor & Francis Group, 502.
- Rashad, M. M., Zhang, X. B., Elsadek, H. (2013). Numerical simulation of interior ballistics for large caliber guided projectile naval gun. *Journal of Engineering and Applied Science*, 60 (2), 163–176. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/264786882>
- Jang, J.-S., Oh, S.-H., Roh, T.-S. (2016). Development of three-dimensional numerical model for combustion-flow in interior ballistics. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 30 (4), 1631–1637. doi: <http://doi.org/10.1007/s12206-016-0319-y>
- Rusiak, I. G., Ushakov, V. M. (2001). *Vnutrikamernye geterogennye protsessy v stvolnykh sistemakh*. Ekaterinburg: UrO RAN, 259.
- Li, P., Zhang, X. (2021). Numerical research on adverse effect of muzzle flow formed by muzzle brake considering secondary combustion. *Defence Technology*, 17 (4), 1178–1189. doi: <http://doi.org/10.1016/j.dt.2020.06.019>
- Steward, B. J., Perram, G. P., Gross, K. C. (2011). Visible and Near-Infrared Spectra of the Secondary Combustion of a 152 mm Howitzer. *Applied Spectroscopy*, 65 (12), 1363–1371. doi: <http://doi.org/10.1366/11-06445>
- Steward, B. J., Bauer, K. W., Perram, G. P. (2012). Remote discrimination of large-caliber gun firing signatures. *Journal of Applied Remote Sensing*, 6 (1), 063607. doi: <http://doi.org/10.1117/1.jrs.6.063607>
- Steward, B. J., Gross, K. C., Perram, G. P. (2011). Reduction of optically observed artillery blast wave trajectories using low dimensionality models. *Airborne Intelligence, Surveillance, Reconnaissance (ISR) Systems and Applications VIII*. doi: <http://doi.org/10.1117/12.883524>
- Zakharenkov, V. F. (2010). *Vnutrenniaia ballistika i avtomatizatsiia proektirovaniia artilleriiskikh orudii*. Saint Petersburg, 276. Available at: <https://ua1lib.org/book/3064917/757a40?id=3064917&secret=757a40>
- Li, X., Mu, L., Zang, Y., Qin, Q. (2020). Study on performance degradation and failure analysis of machine gun barrel. *Defence Technology*, 16 (2), 362–373. doi: <http://doi.org/10.1016/j.dt.2019.05.008>
- Kriukov, O., Melnikov, R., Bilenko, O., Zozulia, A., Herasimov, S., Borysenko, M. et. al. (2019). Modeling of the

process of the shot based on the numerical solution of the equations of internal ballistics. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (5 (97)), 40–46. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155357>

13. Alemasov, V. E., Glushko, V. (1974–1976). Thermodynamic and thermophysical properties of combustion products. Jerusalem: Israel Program for Scientific Translations. Available at: <https://searchworks.stanford.edu/view/892711>
14. Brunetkin, O., Maksymov, M. V., Maksymenko, A., Maksymov, M. M. (2019). Development of the unified model for identification of composition of products from incineration, gasification, and slow pyrolysis. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (6 (100)), 25–31. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.176422>
15. Rout, K. R., Gil, M. V., Chen, D. (2019). Highly selective CO removal by sorption enhanced Boudouard reaction for hydrogen production. *Catalysis Science & Technology*, 9 (15), 4100–4107. doi: <http://doi.org/10.1039/c9cy00851a>
16. Krylova, A. Y. (2014). Products of the Fischer-Tropsch synthesis (A Review). *Solid Fuel Chemistry*, 48 (1), 22–35. doi: <http://doi.org/10.3103/s0361521914010030>
17. Kogler, M., Köck, E.-M., Klötzer, B., Schachinger, T., Wallisch, W., Henn, R. et al. (2016). High-Temperature Carbon Deposition on Oxide Surfaces by CO Disproportionation. *The Journal of Physical Chemistry C*, 120 (3), 1795–1807. doi: <http://doi.org/10.1021/acs.jpcc.5b12210>
18. Mianowski, A., Robak, Z., Tomaszewicz, M., Stelmach, S. (2012). The Boudouard – Bell reaction analysis under high pressure conditions. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 110 (1), 93–102. doi: <http://doi.org/10.1007/s10973-012-2334-2>
19. Burnham, A. K., Fried, L. E. (2006). Kinetics of PBX9404 aging. UCRL-CONF-224391. 7th aging, compatibility and stockpile stewardship conference. Los Alamos, 6. Available at: <https://www.osti.gov/biblio/894349-kinetics-pbx9404-aging>
20. Anipko, O. B., Khaikov, V. L. (2012). Methods analysis for assessment of propellant charges as a part of the artillery ammunition monitoring system. *Integrirovannye tekhnologii i energoberezhenie*, 3, 60–71. Available at: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/2199>
21. Brunetkin, O., Davydov, V., Butenko, O., Lysiuk, G., Bondarenko, A. (2019). Determining the composition of burned gas using the method of constraints as a problem of model interpretation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (6 (99)), 22–30. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.169219>
22. Pelykh, S. N., Maksimov, M. V., Baskakov, V. E. (2008). Model of cladding failure estimation under multiple cyclic reactor power changes. The 2-nd International Conference 'Current Problems in Nuclear Physics and Atomic Energy', 638–641. Available at: https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:40062726

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.236938
IMPROVING THE MECHANICAL-MATHEMATICAL MODEL OF PNEUMATIC VIBRATION CENTRIFUGAL FRACTIONATION OF GRAIN MATERIALS BASED ON THEIR DENSITY (p. 54–60)

Vadym Bredykhin

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University
of Agriculture, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5956-5458>

Andrey Pak

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University
of Agriculture, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3140-3657>

Petro Gurskyi

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University
of Agriculture, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5119-6048>

Sergey Denisenko

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University
of Agriculture, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6638-9763>

Khrystyna Bredykhina

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University
of Agriculture, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6483-0500>

This paper has substantiated the mechanical-mathematical modeling of the process of fractionation of grain material into fractions. It has been established that this could optimize the process parameters and would make it possible to design new or improve existing working surfaces of centrifugal separators.

A mechanical-mathematical model of the pneumatic vibratory centrifugal separation of grain material by density has been improved. This research is based on the method of hydrodynamics of multiphase media. The improved mechanical-mathematical model takes into consideration the interaction between the discrete and continuous phases of grain material by introducing conditions of interaction at the interface of these phases. In the hydrodynamic modeling of the movement of the circular layer of seeds, the coefficient of dynamic viscosity of discrete and continuous phases was taken into consideration.

It was established that the pneumatic vibratory centrifugal separation process parameters are critically affected by the circular frequency of rotation of the cylindrical working surface, the frequency and amplitude of its oscillations. As well as such process characteristics as the airflow rate, dynamic viscosity coefficient, the average thickness of a grain material layer, and the mean density of its particles. Rational values for the technical parameters of the grain material pneumatic vibratory centrifugal fractionation process in terms of density have been determined by using the improved mechanical-mathematical model. The amplitude and oscillation frequency of the working surface are in the ranges $A=(35..50) \cdot 10^{-5}$ m, $\omega=15.0..15.6$ rad/s. The circular rotation frequency of the working surface, $\omega=24..25$ rad/s. The airflow rate, $V=2$ m/s.

It was established that using the improved mechanical-mathematical model of fractionation makes it possible to improve the performance of a pneumatic vibratory centrifugal separator by 9 %. At the same time, the effectiveness of grain material separation could reach 100 %.

Keywords: mechanical-mathematical model of separation, grain material, seed material, pneumatic vibratory centrifugal separator.

References

1. Wang, P., Deng, X., Jiang, S. (2019). Global warming, grain production and its efficiency: Case study of major grain

- production region. *Ecological Indicators*, 105, 563–570. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.05.022>
2. Stepanenko, S. P., Kotov, B. I. (2019). Theoretical research of separation process grain mixtures. *Naukovij Žurnal «Tehnika Ta Energetika»*, 10 (4), 137–143. doi: <https://doi.org/10.31548/machenergy2019.04.137>
 3. Qi, X., Li, J., Yuan, W., Wang, R. Y. (2021). Coordinating the food-energy-water nexus in grain production in the context of rural livelihood transitions and farmland resource constraints. *Resources, Conservation and Recycling*, 164, 105148. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105148>
 4. Kumar, D., Kalita, P. (2017). Reducing Postharvest Losses during Storage of Grain Crops to Strengthen Food Security in Developing Countries. *Foods*, 6 (1), 8. doi: <https://doi.org/10.3390/foods6010008>
 5. Kharchenko, S., Borshch, Y., Kovalyshyn, S., Piven, M., Abduev, M., Miernik, A. et. al. (2021). Modeling of Aerodynamic Separation of Preliminarily Stratified Grain Mixture in Vertical Pneumatic Separation Duct. *Applied Sciences*, 11 (10), 4383. doi: <https://doi.org/10.3390/app11104383>
 6. Linenko, A., Aipov, R., Yarullin, R., Gabitov, I., Tuktarov, M., Mudarisov, S. et. al. (2018). Experimental vibro-centrifugal grain separator with linear asynchronous electric drive. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13, 6551–6557. Available at: <https://www.mendeley.com/catalogue/40e793af-2945-3942-a1cb-ce1f63899029/>
 7. Ol'shanskii, V., Spol'nik, O., Slipchenko, M., Znaidiuk, V. (2019). Modeling the elastic impact of a body with a special point at its surface. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (7 (97)), 25–32. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155854>
 8. Wan, X., Liao, Y., Yuan, J., Wang, C., He, K., Liao, Q. (2020). Parameters Analysis and Experiment of Cyclone Separation Cleaning System with Replaceable Parts for Rapeseed Combine Harvester. *Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 51 (s2), 202–211. doi: <https://doi.org/10.6041/j.issn.1000-1298.2020.S2.024>
 9. Ma, Q., Lu, A., Gao, L., Wang, Z., Tan, Z., Li, X. (2015). Aerodynamic characteristics of lotus seed mixtures and test on pneumatic separating device for lotus seed kernel and contaminants. *Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 31 (6), 297–303. Available at: <https://www.mendeley.com/catalogue/9b938f17-fcee-3484-9bc7-c5f3ad56499e/>
 10. Badretdinov, I., Mudarisov, S., Tuktarov, M., Dick, E., Arslanbekova, S. (2019). Mathematical modeling of the grain material separation in the pneumatic system of the grain-cleaning machine. *Journal of Applied Engineering Science*, 17 (4), 529–534. doi: <https://doi.org/10.5937/jaes17-22640>
 11. Bulgakov, V., Nikolaenko, S., Holovach, I., Adamchuk, V., Kiurchev, S., Ivanovs, S., Olt, J. (2020). Theory of grain mixture particle motion during aspiration separation. *Agronomy Research*, 18 (1), 18–37. doi: <https://doi.org/10.15159/ar.20.057>
 12. Bredykhin, V., Gurskyi, P., Alfyorov, O., Bredykhina, K., Pak, A. (2021). Improving the mechanical-mathematical model of grain mass separation in a fluidized bed. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (1 (111)), 79–86. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.232017>
 13. 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>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239304

SUBSTANTIATION OF THE PRESENCE AND PARAMETERS OF SEED GUIDES IN THE OPENERS, WHICH INCREASE THE QUALITY OF SOWING AND YIELD (p. 61–75)

Alexander Nanka

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4079-8822>

Ivan Morozov

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3969-8288>

Vladimir Morozov

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3984-349X>

Mykola Krekot

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3449-3336>

Anatolii Poliakov

Luhansk National Agrarian University, Starobilsk, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5332-3696>

Ivan Kiralhazi

Luhansk National Agrarian University, Starobilsk, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2784-8787>

Mykhailo Lohvynenko

Luhansk National Agrarian University, Starobilsk, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5650-158X>

Viktor Ryndiaiev

Luhansk National Agrarian University, Starobilsk, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0473-8059>

Sergey Dyakonov

Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchaiev, Kharkiv dist., Kharkiv reg., Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2451-5610>

Mykola Stashkiv

Ternopil Ivan Puluj National

Technical University, Ternopil, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7325-8016>

One of the promising methods for improving the uniformity of seed distribution in the soil is the control of the grain flow by guiding elements in the openers. This creates favorable conditions for the flight of seeds in the openers and when leaving them backwards, which equalizes the speed, in modulus, of seeds and the unit, improves the uniformity of their distribution in the soil.

The presence and parameters of the guiding elements of the openers was theoretically substantiated, which gave the development of the process of controlling the grain flow in the openers and at the exit from them by using the guiding elements.

Analytical expressions have been obtained to determine the characteristics of the movement of particles on

various surfaces, which are recommended to be used for guides in the openers.

Experimental studies have shown that openers with guides reduce the coefficient of variation along the row by 20...45 % and have it 88...98 %, and in depth – 24...27 %.

On the basis of experiments, it is recommended that 3...4 guides are recommended for front openers (arithmetic mean interval along the row 18.5...23.5 mm, coefficient of variation 88...98 %).

The advantage of the experimental opener in the distribution of seeds by depth is due to the use of guide elements in combination with an improved soil shedding process. This eliminated the technological drawback – the formation of a sub-opener inclined surface (arithmetic mean interval 42...37 mm, coefficient of variation 24...27 %).

For a double disc opener, an improved guide is recommended, the bottom edge of which protrudes 2 cm in front of the vertical diameter of the discs and is located at a distance of 9 cm from the reference plane. The arithmetic mean spacing along the row of this opener is 15 mm, the coefficient of variation is 106 %.

Keywords: improved seed drill opener, seed guide, seed management, uniformity of seed distribution.

References

- Parhomenko, Y., Kondratec, V., Parhomenko, M. (2011). The definition of mathematical model of the process of formation of a grain stream on an output of the bobbin sowing device. *Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiya silskohospodarskykh mashyn*, 41 (2), 62–68. Available at: <http://dSPACE.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/2075/1/12.pdf>
- Liu, D., Dong, H., Zhang, B., You, J., Yu, X. (2021). Design of Seed Rope Guiding Opener Based on DEM. *Journal of Physics: Conference Series*, 1744 (2), 022127. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1744/2/022127>
- Lopareva, S. G., Mekshun, Y. N., Loparev, D. V. (2021). Field Tests of Colters with Two-Plane Grass Seed Spreader. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 666 (2), 022070. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/666/2/022070>
- Priporov, E. V., Levchenko, D. S. (2015). Analysis of openers of seeders in resource saving technologies of grain planting. *Nauchnyy zhurnal KubGAU*, 109 (05). Available at: <http://ej.kubagro.ru/2015/05/pdf/23.pdf>
- Kuvaitsev, V. N., Larushin, N. P., Karasyov, I. Ye. (2016). Construction of combined opener for planting small-seeded oilseed crops. *Niva Povolzh'ya*, 1 (38), 67–73. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/konstruktsiya-kombinirovannogo-soshnika-dlya-poseva-melkosemennyyh-maslichnyh-kultur/viewer>
- Makarenko, A. N. (2014). Modelirovanie protsessov dvizheniya pochvy po poverhnosti rabochih organov pochvoobrabatyvayuschih mashin s izmenennoy geometriey na primere kul'tivatornoy lapy. *Problemy mekhanizatsii i elektrifikatsii sel'skogo hozyaystva: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Krasnodar: Kubanskiy GAU, 149–153. Available at: <https://kubsau.ru/upload/iblock/654/6545dfa0ca4d4b3b7870153b96ee73c1.pdf>
- Salo, V., Haidenko, O. (2016). Osnovni typy soshnykiv dlia priamoj sivby zernovykh kultur. *Ahrobiznes sohodni*. Available at: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiya-apk/item/1242-osnovni-typy-soshnykiv-dlia-priamoj-sivby-zernovykh-kultur.html>
- Savinych, P. A., Kurbanov, R., Kuboń, M., Kamionka, J. (2015). Stability of semi-mounted sod seeder motion. *Agricultural Engineering*, 3 (155), 101–108. Available at: [https://ir.ptir.org/artykuly/en/155/IR\(155\)_3672_en.pdf](https://ir.ptir.org/artykuly/en/155/IR(155)_3672_en.pdf)
- Adamchuk, V., Bulgakov, V., Gorobey, V. (2016). Theory of two-disc anchor opener of grain drill. *Scientific proceedings of international scientific conference «Conserving Soils and Water» 2016*, 24, 71–73. Available at: <http://conserving-soils.eu/sbornik/2016/18.THEORY%20OF%20TWO-DISC%20ANCHOR%20OPENER%20OF%20GRAIN%20DRILL.pdf>
- Kornienko, S., Pashenko, V., Melnik, V., Kharchenko, S., Khramov, N. (2016). Developing the method of constructing mathematical models of soil condition under the action of a wedge. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (7 (83)), 34–43. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.79912>
- Zubrilina, E., Vysochkina, L., Danilov, M., Maliyev, V. (2017). Design modification of seed distributor of pneumatic seeder for corn sowing. *Engineering for rural development*, 772–778. doi: <https://doi.org/10.22616/erdev2017.16.n158>
- Soloviev, S. V., Abrosimov, A. G., Dyachkov, S. V., Bakhariev, A. A., Kartechina, N. V., Zavrzhnov, A. A. (2021). Theoretical substantiation of the design of the opener of the beet seeder. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 677 (4), 042114. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/4/042114>
- Zhao, S., Tan, H., Wang, J., Yang, C., Yang, Y. (2018). Design and experiment of multifunctional integrated seeding opener. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 34 (11), 58–67. doi: <https://doi.org/10.11975/j.issn.1002-6819.2018.11.008>
- Gao, Q., Chen, Y., Zhou, H., Al-Amin Sadek, M. (2015). Simulation of a seed opener using the discrete element method (DEM). *Agricultural Engineering International: The CIGR e-journal*, 17 (3), 72–82.
- Hasimu, A., Chen, Y. (2014). Soil disturbance and draft force of selected seed openers. *Soil and Tillage Research*, 140, 48–54. doi: <https://doi.org/10.1016/j.still.2014.02.011>
- Dmytro, A., Mykola, S., Volodymyr, O., Viktor, D., Vitaliy, M. (2021). Grounding of Design and Technology Parameters of Combined Coulter Furrow Opener of Precision Seed Drill. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 36 (2), 53–61. doi: <https://doi.org/10.47059/alinteri/v36i2/ajas21114>
- Mazorenko, D. I., Boichenko, S. F., Bakum, M. V., Nikitin, S. P., Nikitina, O. S. (2002). Pat. No. 55681 UA. Method of sowing agricultural crops and a ploughshare for carrying out thereof. No. 2002043366; declared: 23.04.2002; published: 15.04.2003, Bul. No. 4. Available at: <https://uapatents.com/6-55681-sposib-posivu-silskogospodarskikh-kultur-ta-soshnik-dlya-jjogo-zdijjsnennya.html>
- Aikins, K. A., Jensen, T. A., Antille, D. L., Barr, J. B., Ucgul, M., Desbiolles, J. M. A. (2021). Evaluation of bentleg and straight narrow point openers in cohesive soil. *Soil and Tillage Research*, 211, 105004. doi: <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105004>
- Morozov, I. V. (1974). Issledovanie soshnikov v laboratornykh usloviyah. *Sel'skohozyaystvennye mashiny: Sb. nauchn. tr. MIISP. Moscow*, XI (1 (II)), 43–47.
- Morozov, I. V., Soloshenko, A. V. (1984). Ob ustoychivosti dvizheniya soshnikov po glubine. *Povyshenie effektivnosti s.h. mashin i orudiy dlya rastenievodstva. Mezhvuzovskiy sb. nauchn. tr. MIISP. Moscow*, 94–96.
- Trofimchenko, Yu. I., Morozov, I. V., Kirichenko, V. A., Slobodyuk, A. V. (1986). O dvizhenii semyan ili tukov v mezhdiskovom prostranstve soshnikov. *Sovershenstvovanie tekhnologicheskikh protsessov i rabochih organov sel'sko-*

hozyaystvennyh mashin: Sb. nauchn. tr. MIISP. Moscow, 28–34.

22. Morozov, I. V., Vlasenko, V. H., Doan Dyk Vin (1988). Perspektivni naukovu obrgruntovani udoskonalennia zarobliuichykh robochykh orhaniv zernovykh sivalok. Naukovyi visnyk Natsionalnoho ahrarnoho universytetu, 9, 85–87.
23. Zaika, P. M. (1922). Izbrannye zadachi zemledel'cheskoy mekhaniki. Kyiv: Izdatel'stvo USKHA, 507.
24. Nanka, A., Morozov, I., Morozov, V., Krekot, M., Poliakov, A., Kiralhazi, I. et. al. (2019). Improving the efficiency of a sowing technology based on the improved structural parameters for colters. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (1 (100)), 33–45. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.174445>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.237070
DETERMINING THE EFFICIENCY OF CLEANING
A MILK LINE MADE FROM DIFFERENT MATERIALS
FROM CONTAMINANTS (p. 76–85)

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>

Anatoliy Paliy

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

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

Oleksandr Nechyporenko

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9915-5915>

Yuliia Baidevliatova

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4437-957X>

Yurii Baydevliatov

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5042-7414>

Andrey Lazorenko

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0916-3901>

Vitalii Ukhovskiy

State Scientific and Research Institute of Laboratory
Diagnostics and Veterinary
and Sanitary Expertise, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7532-3942>

Leonid Korniienko

State Scientific and Research Institute
of Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary
Expertise, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6962-8272>

Pavlo Sharandak

«Ukrvetprompostach» LLC, Brovary, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5434-666X>

While moving along the milk-conducting systems in a milking machine, milk is in contact with the inner surface whose area exceeds 20 m². That leads to the formation of protein-fat biofilms of contamination, which are a nutrient medium for the development of microorganisms. With insufficiently effective cleaning of these contaminants, in the periods between milking, the number of microflorae located in milk-conducting systems increases by tens of thousands of times.

When cleaned with ineffective cleaning agents, mineral elements from milk are adsorbed on the surface of a protein-fat bio-film, which are subsequently compacted, changed, and converted into milk stone. In this case, the technical implementation of milk conducting systems is of critical importance.

It has been established that a milk line made from any material is better cleaned with a hot washing solution than a cold one. Thus, with an increase in the temperature of a washing solution from 60 °C to 85 °C, the cleaning time of the milk line is reduced from 9.5 minutes to 1.5 minutes, or by 6 times.

It was established that during the washing phase of a milk line there is a significant decrease in the temperature of the washing solution (≈30 %), which reduces the effectiveness of cleaning the parts of the system. Therefore, there is a need to maintain the solution temperature throughout the entire cleaning process.

It is proved that the specific energy of adhesion of pollution in water is 2 times higher than that in a washing solution. With an increase in the temperature of the solution for every 10 °C, the decrease in the specific energy of pollution adhesion is on average 13 %. With an increase in the period after the end of milking before washing the milk line, the specific energy of its purification increases.

The study reported here could lead improve the productivity of milking machines and the quality of the resulting product. That involves designing milking and dairy equipment from innovative materials.

Keywords: milking equipment, cleaning process, washing a milk line, washing solution, pollution adhesion.

References

1. Hogenboom, J. A., Pellegrino, L., Sandrucci, A., Rosi, V., D'Incecco, P. (2019). Invited review: Hygienic quality, composition, and technological performance of raw milk obtained by robotic milking of cows. *Journal of Dairy Science*, 102 (9), 7640–7654. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16013>
2. Islam, M., Islam, M., Khan, M., Rashid, M., Obaidullah, S. (1970). Effect Of Different Hygienic Condition During Milking On Bacterial Count Of Cows' Milk. *Bangladesh Journal of Animal Science*, 38 (1-2), 108–114. doi: <https://doi.org/10.3329/bjas.v38i1-2.9919>
3. Bava, L., Zucali, M., Sandrucci, A., Brasca, M., Vanoni, L., Zanini, L., Tamburini, A. (2011). Effect of cleaning procedure and hygienic condition of milking equipment on bacterial count of bulk tank milk. *Journal of Dairy Research*, 78 (2), 211–219. doi: <https://doi.org/10.1017/s002202991100001x>
4. Pandey, N., Kumari, A., Varma, A. K., Sahu, S., Akbar, M. A. (2014). Impact of applying hygienic practices at farm on bacteriological quality of raw milk. *Veterinary World*, 7 (9), 754–758. doi: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2014.754-758>
5. Paliy, A., Aliiev, E., Paliy, A., Ishchenko, K., Shkromada, O., Musiienko, Y. et. al. (2021). Development of a device for

- cleansing cow udder teats and testing it under industrial conditions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (1 (109)), 43–53. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224927>
6. Krushelnytska, N. V. (2013). The influence of sanitary processing of milking equipment and milking technologies on hygienic quality of milk. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterinarnoi medytsyny ta biotekhnolohiy im. S. Z. Hzhyskoho*, 15 (1 (55)), 93–97.
 7. 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>
 8. Latorre, A. A., Van Kessel, J. S., Karns, J. S., Zurakowski, M. J., Pradhan, A. K., Boor, K. J. et. al. (2010). Biofilm in milking equipment on a dairy farm as a potential source of bulk tank milk contamination with *Listeria monocytogenes*. *Journal of Dairy Science*, 93 (6), 2792–2802. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2717>
 9. Paliy, A. (2016). Improvement technological method of cleaning milking dairy equipment. *Naukovo-tekhnichnyi biuletyn*, 116, 104–108.
 10. Ohnstad, I. (2013). Effective cleaning of the milking machine. *Livestock*, 18 (1), 28–31. doi: <https://doi.org/10.1111/j.2044-3870.2012.00174.x>
 11. Wang, X., Demirci, A., Graves, R. E., Puri, V. M. (2019). Conventional and Emerging Clean-in-Place Methods for the Milking Systems. *Raw Milk*, 91–115. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-810530-6.00005-5>
 12. Zhmyrko, A. M. (2005). Kachestvo ochistki detaley molokoprovoda ot zagryazneniy pri ego tsirkulyatsionnoy moyke. *Sovershenstvovanie protsessov i tekhnicheskikh sredstv v APK*, 6, 62–65.
 13. Calcante, A., Tangorra, F. M., Oberti, R. (2016). Analysis of electric energy consumption of automatic milking systems in different configurations and operative conditions. *Journal of Dairy Science*, 99 (5), 4043–4047. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10490>
 14. Boguniewicz-Zablocka, J., Klosok-Bazan, I., Naddeo, V. (2017). Water quality and resource management in the dairy industry. *Environmental Science and Pollution Research*, 26 (2), 1208–1216. doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0608-8>
 15. Aliyev, Y., Yaropud, V., Gavrilenko, O., Kostenikov, O. (2019). Automated system of management of the technological process of milking. *Engineering, Energy, Transport AIC*, 3 (106), 5–12. doi: <https://doi.org/10.37128/2520-6168-2019-3-1>
 16. Dmytriv, V. (2020). Model of forced turbulence for pulsing flow. *Diagnostyka*, 21 (1), 89–96. doi: <https://doi.org/10.29354/diag/118651>
 17. Willers, C. D., Ferraz, S. P., Carvalho, L. S., Rodrigues, L. B. (2014). Determination of indirect water consumption and suggestions for cleaner production initiatives for the milk-producing sector in a Brazilian middle-sized dairy farming. *Journal of Cleaner Production*, 72, 146–152. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.02.055>
 18. Kirsanov, V. V., Matveev, V. Yu. (2011). Energoeffektivnaya sistema promyvk molokoprovodov doil'nyh ustanovok. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*, 6, 20–21.
 19. Santos, F. F., Queiroz, R. de C. S. de, Almeida Neto, J. A. de (2017). Evaluation of the application of Cleaner Production techniques in a dairy industry in Southern Bahia. *Gestão & Produção*, 25 (1), 117–131. doi: <https://doi.org/10.1590/0104-530x2234-16>
 20. Jones, G. M. (2009). *Cleaning and Sanitizing Milking Equipment*. Virginia Cooperative Extension, 400–404.
 21. Vaughn, C. (2004). Successful CIP Cleaning. *ASME 2004 Citrus Engineering Conference*. doi: <https://doi.org/10.1115/cec2004-5006>
 22. Alvarez, N., Daufin, G., Gésan-Guiziu, G. (2010). Recommendations for rationalizing cleaning-in-place in the dairy industry: Case study of an ultra-high temperature heat exchanger. *Journal of Dairy Science*, 93 (2), 808–821. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2760>
 23. Fan, M., Phinney, D. M., Heldman, D. R. (2015). Effectiveness of Rinse Water during In-Place Cleaning of Stainless Steel Pipe Lines. *Journal of Food Science*, 80 (7), E1490–E1497. doi: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12914>
 24. Paliy, A. P. (2016). Innovations in ensuring the control of the purity of milk handling systems of milking machines. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*, 95, 123–129.
 25. Skarbye, A. P., Thomsen, P. T., Krogh, M. A., Svennesen, L., Østergaard, S. (2020). Effect of automatic cluster flushing on the concentration of *Staphylococcus aureus* in teat cup liners. *Journal of Dairy Science*, 103 (6), 5431–5439. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17785>
 26. Paliy, A. P. (2016). Innovative approach in determining the action of washing solutions for treating milk leading systems. *Tvarynyntstvo Ukrainy*, 9-10, 11–13.
 27. Memisi, N., Moracanin, S. V., Milijasevic, M., Babic, J., Djukic, D. (2015). CIP Cleaning Processes in the Dairy Industry. *Procedia Food Science*, 5, 184–186. doi: <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.09.052>
 28. 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>
 29. 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 «Milkozdez». *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 21 (96), 153–157. doi: <https://doi.org/10.32718/nvlvet9627>
 30. Gleeson, D., O'Brien, B., Jordan, K. (2013). The effect of using nonchlorine products for cleaning and sanitising milking equipment on bacterial numbers and residues in milk. *International Journal of Dairy Technology*, 66 (2), 182–188. doi: <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12037>
 31. Ostrov, I., Harel, A., Bernstein, S., Steinberg, D., Shemesh, M. (2016). Development of a Method to Determine the Effectiveness of Cleaning Agents in Removal of Biofilm Derived Spores in Milking System. *Frontiers in Microbiology*, 7. doi: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01498>
 32. Paliy, A. (2016). Control of clearing of milk line on the basis of technological innovations. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 94 (10), 26–29. doi: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk201610-05>
 33. Berezutskiy, V. I., Zhmyrko, A. M. (2001). Zakonomernosti izmeneniya temperaturnogo rezhima moyki molokoprovoda. *Sovershenstvovanie protsessov i tekhnicheskikh sredstv v APK*, 3, 27–32.
 34. Paliy, A. (2015). Vstanovlennia chynnykiv, yaki vplyvaiut na protses promyvannya molokoprovodu. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademiyi*, 1-2, 80–83.
 35. Marchand, S., De Block, J., De Jonghe, V., Coorevits, A., Heyndrickx, M., Herman, L. (2012). Biofilm Formation in

- Milk Production and Processing Environments; Influence on Milk Quality and Safety. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11 (2), 133–147. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00183.x>
36. 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>
 37. Hocevar, M., Jenko, M., Godec, M., Drobne, D. (2014). An overview of the influence of stainless-steel surface properties on bacterial adhesion. *Materials and technology*, 48 (5), 609–617.
 38. Hilbert, L. R., Bagge-Ravn, D., Kold, J., Gram, L. (2003). Influence of surface roughness of stainless steel on microbial adhesion and corrosion resistance. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 52 (3), 175–185. doi: [https://doi.org/10.1016/s0964-8305\(03\)00104-5](https://doi.org/10.1016/s0964-8305(03)00104-5)
 39. Paliy, A. (2016). Studying the process of pollution on milking dairy equipment. *Tekhnolohiya vyrobnytstva i pererobky produktsiyi tvarynyntstva*, 2 (129), 88–91.
 40. Weber, M., Liedtke, J., Plattes, S., Lipski, A. (2019). Bacterial community composition of biofilms in milking machines of two dairy farms assessed by a combination of culture-dependent and -independent methods. *PLOS ONE*, 14 (9), e0222238. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222238>
 41. Liu, Y., Wang, C., Shi, Z., Li, B. (2020). Optimization and Modeling of Slightly Acidic Electrolyzed Water for the Clean-in-Place Process in Milking Systems. *Foods*, 9 (11), 1685. doi: <https://doi.org/10.3390/foods9111685>
 42. Monds, R. D., O'Toole, G. A. (2009). The developmental model of microbial biofilms: ten years of a paradigm up for review. *Trends in Microbiology*, 17 (2), 73–87. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tim.2008.11.001>
 43. Zheng, H., Jiménez-Flores, R., Everett, D. W. (2014). Lateral lipid organization of the bovine milk fat globule membrane is revealed by washing processes. *Journal of Dairy Science*, 97 (10), 5964–5974. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2014-7951>
 44. Paliy, A. (2015). Analysis requirements for modes washing of milk milking machines. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva im. Petra Vasylenka*, 157, 28–32.
 45. Sutariya, S., Sunkesula, V., Kumar, R., Shah, K. (2018). Emerging applications of ultrasonication and cavitation in dairy industry: a review. *Cogent Food & Agriculture*, 4 (1), 1549187. doi: <https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1549187>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239027

IMPLEMENTATION OF PACKED COLUMN FOR BIOGAS PURIFICATION AS FUEL FOR MOTORCYCLE INJECTION SYSTEMS FOR PERFORMANCE IMPROVEMENT (p. 86–93)

Syamsuri

Adhi Tama Institute of Technology Surabaya,
Sukolilo Surabaya, East Java, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7177-5466>

Yustia Wulandari Mirzayanti

Adhi Tama Institute of Technology Surabaya,
Sukolilo Surabaya, East Java, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8647-9638>

Zain Lillahulhaq

Adhi Tama Institute of Technology Surabaya,
Sukolilo Surabaya, East Java, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2318-9072>

Achmad Bagus Hidayat

Adhi Tama Institute of Technology Surabaya,
Sukolilo Surabaya, East Java, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9383-7664>

The use of gasoline for primary energy consumption can reduce crude oil, contained in the earth. The development of alternative fuels such as biogas and biofuel is very critical to overcoming this problem. Biogas requires purification to remove some contaminant particles that interfere with the combustion process. The packed column is generally applied to absorb and separate gas and liquid mixture. It is more efficient due to the liquid flows down the column of steam naturally without the supply of energy from outside the system. This study focuses on determining the effect of the packed column biogas purification process. Biogas is applied as an alternative fuel in spark-ignition engines (SIE). The test is carried out using a chassis dynamometer to obtain power and torque data. The use of the packed column for biogas fuel purification can produce higher performance compared to unrefined biogas. The unrefined biogas still contains impurities that can interfere with the combustion process. This condition is proven by measuring the power and torque of the vehicle on the chassis dynamometer, where the filtered biogas produces higher power and torque.

Tests were carried out both using the packed column and without the packed column. Variations from speed to torque, to power, to SFC and BMEP are considered. In this study, validation is in good agreement with previous studies. Overall, the results show that the average error between using the packed column and without the packed column for torque, power, SFC and BMEP is increased by approximately 7 %. Purification of biogas using the packed column using $\text{Ca}(\text{OH})_2$ can bind CO_2 and obtain pure methane gas with a higher heating value.

In conclusion, the packed column for biogas purification as fuel for motorcycle injection systems can be applied.

Keywords: biogas, packed column, torque, power, SFC, BMEP, motorcycles, injection, performance.

References

1. Neshat, S. A., Mohammadi, M., Najafpour, G. D., Lahijani, P. (2017). Anaerobic co-digestion of animal manures and lignocellulosic residues as a potent approach for sustainable biogas production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 79, 308–322. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.137>
2. Mu, L., Zhang, L., Zhu, K., Ma, J., Ifran, M., Li, A. (2020). Anaerobic co-digestion of sewage sludge, food waste and yard waste: Synergistic enhancement on process stability and biogas production. *Science of The Total Environment*, 704, 135429. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135429>
3. Fu, S., Angelidaki, I., Zhang, Y. (2021). In situ Biogas Upgrading by CO_2 -to- CH_4 Bioconversion. *Trends in Biotechnology*, 39 (4), 336–347. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2020.08.006>
4. Olugasa, T. T., Odesola, I. E., Oyewola, M. O. (2018). Biogas purification and compression for use in spark ignition

- engines. *International Conference of Mechanical Engineering, Energy Technology and Management, IMEETMCON 2018*. Available at: <https://imeetmcon.com.ng/wp-content/uploads/2019/08/32.pdf>
5. Madhania, S., Abdurrahman, F. M., Naufal, M., Kusidanto, K., Machmudah, S., Winardi, S. (2021). Simultaneous Biogas Upgrade and Production of Precipitated Calcium Carbonate. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1053 (1), 012093. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1053/1/012093>
 6. Hotta, S. K., Sahoo, N., Mohanty, K. (2019). Comparative assessment of a spark ignition engine fueled with gasoline and raw biogas. *Renewable Energy*, 134, 1307–1319. doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.09.049>
 7. Da Costa, R. B. R., Valle, R. M., Hernández, J. J., Malaquias, A. C. T., Coronado, C. J. R., Pujatti, F. J. P. (2020). Experimental investigation on the potential of biogas/ethanol dual-fuel spark-ignition engine for power generation: Combustion, performance and pollutant emission analysis. *Applied Energy*, 261, 114438. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114438>
 8. Bui, V. G., Tran, V. N., Hoang, A. T., Bui, T. M. T., Vo, A. V. (2020). A simulation study on a port-injection SI engine fueled with hydroxy-enriched biogas. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 1–17. doi: <https://doi.org/10.1080/15567036.2020.1804487>
 9. Verma, S., Das, L. M., Kaushik, S. C. (2017). Effects of varying composition of biogas on performance and emission characteristics of compression ignition engine using exergy analysis. *Energy Conversion and Management*, 138, 346–359. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.01.066>
 10. Ullah Khan, I., Hafiz Dzarfan Othman, M., Hashim, H., Matsuura, T., Ismail, A. F., Rezaei-DashtArzhandi, M., Wan Azelee, I. (2017). Biogas as a renewable energy fuel – A review of biogas upgrading, utilisation and storage. *Energy Conversion and Management*, 150, 277–294. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.08.035>
 11. Pioquinto García, S., Garza Rodríguez, L. Á., Bustos Martínez, D., Cerino Córdova, F. de J., Soto Regalado, E., Giraudet, S., Dávila Guzmán, N. E. (2021). Siloxane removal for biogas purification by low cost mineral adsorbent. *Journal of Cleaner Production*, 286, 124940. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124940>
 12. Noorain, R., Kindaichi, T., Ozaki, N., Aoi, Y., Ohashi, A. (2019). Biogas purification performance of new water scrubber packed with sponge carriers. *Journal of Cleaner Production*, 214, 103–111. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.209>
 13. Fernández-Delgado Juárez, M., Mostbauer, P., Knapp, A., Müller, W., Tertsch, S., Bockreis, A., Insam, H. (2018). Biogas purification with biomass ash. *Waste Management*, 71, 224–232. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.09.043>
 14. Wang, G., Zhang, Z., Hao, Z. (2019). Recent advances in technologies for the removal of volatile methylsiloxanes: A case in biogas purification process. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 49 (24), 2257–2313. doi: <https://doi.org/10.1080/10643389.2019.1607443>
 15. Belaissaoui, B., Favre, E. (2018). Novel dense skin hollow fiber membrane contactor based process for CO₂ removal from raw biogas using water as absorbent. *Separation and Purification Technology*, 193, 112–126. doi: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2017.10.060>
 16. Sutanto, R., Putra, I. G. B. D. M., Mulyanto, A. (2013). Pemanfaatan biogas termurnikan berbasis metode kalsinasi pada kendaraan bermotor. *Dinamika Teknik Mesin*, 3 (1), 34–40. doi: <https://doi.org/10.29303/d.v3i1.86>
 17. Sutanto, R., Alit, I. B., Nurchayati, N. (2014). Analisa unjuk kerja motor bakar berbahan bakar biogas termurnikan berbasis absorber Fe₂O₃. *Dinamika Teknik Mesin*, 4 (2), 83–87. doi: <https://doi.org/10.29303/d.v4i2.56>
 18. Monde, J. (2018). Pengaruh penggunaan tipe packing dalam pemisahan CO₂ menggunakan K₂CO₃ berpromotor DEA dengan metode absorpsi reaktif dalam reaktor packed column. ITS Surabaya. Available at: https://repository.its.ac.id/50116/1/02211550012001-Master_Thesis.pdf
 19. Syamsuri, Mirzayanti, Y. W., Widjajanti, W. W., Bani, S. K. (2020). Pengaruh Variasi Konsentrasi NaOH sebagai Nutrisi pada Performansi Biogas Tipe Portabel. *Journal of Research and Technology*, 6 (2), 195–207. Available at: <https://journal.unusida.ac.id/index.php/jrt/article/view/353/275>
 20. Syamsuri (2020). Performansi biogas type drum portabel dengan variasi ph 6.8, 7, 7.2, 7.6, 7.8, 8. *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*, 5 (2), 40–45. Available at: <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/JZR/article/view/4030/2647>
 21. Gersen, S., van Essen, M., Darmeveil, H., Hashemi, H., Rasmussen, C. T., Christensen, J. M. et. al. (2016). Experimental and Modeling Investigation of the Effect of H₂S Addition to Methane on the Ignition and Oxidation at High Pressures. *Energy & Fuels*, 31 (3), 2175–2182. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.6b02140>
 22. Ilminnafik, N., Setiyawan, D. L., Sutjahjono, H., Rofiq, A., Hadi, A. S. (2019). Flame Characteristics of Biogas From Coffee Waste Materials. *Journal of Physics: Conference Series*, 1175, 012273. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1175/1/012273>
 23. Munawaroh, J. (2010). Perancangan dan pembuatan miniatur penghasil biogas. Malang, Indonesia.
 24. Vidian, F., Putra, D. H. (2020). An Experimental on Small Scale Gasoline Engine Performance. *Universal Journal of Mechanical Engineering*, 8 (4), 237–241. doi: <https://doi.org/10.13189/ujme.2020.080409>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.238266

РОЗРОБКА МЕТОДУ ОПТИМІЗАЦІЇ ТОПОЛОГІЇ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ КОМПОЗИТНИХ СІТЧАСТИХ КІЛЬЦЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ (с. 6–13)**Zheng Hu, O. C. Вамболь, Shiping Sun, Qinglong Zeng**

Композитні сітчасті кільцеві конструкції відомі своєю легкістю і високою ефективністю, що представляє великий інтерес для авіаційної та аерокосмічної промисловості. Загальний процес виготовлення таких конструкцій полягає у використанні технології мокрого філаментного намотування. Завдяки анізотропним властивостям безперервних волокон траєкторія філаментного намотування визначає механічні властивості композитних сітчастих кільцевих конструкцій. У даній роботі запропоновано метод оптимізації топології для створення ефективної траєкторії філаментного намотування, яка слідує за траєкторією передачі навантаження композитної деталі і підвищує механічну міцність. Для задоволення вимоги до періодичності конструкції, в процесі оптимізації топології простір проектних параметрів ділиться на задану кількість ідентичних підструктур. Для перевірки ефективності і можливостей запропонованого підходу досліджується топологічне проектування кільцевих конструкцій з різною кількістю підструктур, відношенням зовнішнього радіуса до внутрішнього і випадком навантаження. Результати показують, що оптимальна форма топології сильно залежить від числа підструктур, відношення радіусів і випадку навантаження. Крім того, податливість оптимізованих конструкцій збільшується зі збільшенням загального числа підструктур, в той час як структурна ефективність оптимізованих конструкцій зменшується зі збільшенням відношення радіусів. На закінчення, з урахуванням зазначеної топологічної структури в якості об'єкта представлений концептуальний проект роботизованої системи філаментного намотування для виготовлення композитної сітчастої кільцевої конструкції. Зокрема, ретельно визначені формувальне оснащення, інтегрована система наплавлення, траєкторія намотування і виробничий процес, що може служити цінним матеріалом для практичного виробництва в майбутньому.

Ключові слова: композитні сітчасті кільцеві конструкції, оптимізація топології, траєкторія намотування, роботизоване філаментне намотування.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239067

РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЗМУ З ГНУЧКИМ ПРИВОДОМ ДЛЯ РІЖУЧОГО АПАРАТУ КОСАРКИ З ПОДВІЙНИМ ПРОХОДОМ НОЖА (с. 14–25)**Omirserik Zhortuylov, Gani Zhumatay, Askar Rzaliyev, Tokhtar Abilzhanuly, Orynzhamal Sarsembenova, Serik Bekbossynov, Daniyar Abilzhanov, Bauyrzhan Boranbayev**

У даній роботі представлені результати експериментальних досліджень з розробки та обґрунтування параметрів і режимів роботи механізму приводу ріжучого апарату косарки з подвійним проходом ножа.

Розроблено структурно-технологічну схему механізму приводу ріжучого апарату косарки сегментно-пальцевого типу, в якій передбачений подвійний прохід ножа ріжучого апарату. Були отримані аналітичні залежності для визначення проходу, швидкості і прискорення ножа. На підставі результатів теоретичних і експериментальних досліджень були обґрунтовані основні параметри механізму приводу косарки. Виходячи з умови якісного зрізу рослин, при мінімальній швидкості скошування трави була визначена мінімальна частота обертання колінчастого вала. Розрахунковим шляхом визначаються площа подачі і площа навантаження різця при нормальному різанні з подвійним проходом ножа. Були отримані аналітичні залежності для визначення потужності, необхідної для приводу ріжучого апарату косарки з подвійним проходом ножа. За результатами досліджень обґрунтовані основні параметри косарки з поліпшеним приводом. Був виготовлений експериментальний зразок і проведені попередні випробування механізму приводу, визначені агротехнічні та енергетичні показники роботи косарки.

Ключові слова: косарка, привід, ріжучий апарат, пальцевий брус, сегментно-пальцева косарка, люцерна, скошування трави, подвійний прохід, ніж, швидкість, кривошип.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.238171

ПРОГНОЗУВАННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ КУЗОВІВ АВТОБУСІВ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ (с. 26–33)**Д. П. Рубан, Л. В. Крайник, Г. Я. Рубан, А. Ю. Сосик, А. В. Щербина, О. В. Дударенко, О. М. Артюх**

Розглянуто проблему прогнозування показників довговічності автобусів громадського транспорту в експлуатаційних умовах. Встановлено, що під час експлуатації автобусів при перевезенні пасажирів кузова автобусів зношуються з різною інтенсивністю. Під час експлуатації міцність каркасу кузова послаблюється під дією корозії у поєднанні із осередками втомного руйнування. Як встановлено, інтенсивність корозії кузова автобуса залежить від кількості жителів у місті де експлуатується автобус. Враховано встановлені раніше залежності та в дослідження було умовно поділено на два варіанти протікання корозії за кількістю жителів: до 1 млн. та понад 1 млн. Проаналізовано доцільність відновлювальних ремонтів та їх вплив на пасивну безпеку автобуса. Встановлено, що елементи каркасу кузова, без зовнішніх характерних пошкоджень, в результаті знакозміних навантажень та при тривалій експлуатації вже не відповідають заданим умовам міцності.

Визначення довговічності кузова автобуса стало можливим в результаті розробки математичної моделі. Адекватність моделі підтверджено дорожніми випробуваннями автобуса. Розроблена модель описує рух автобуса по дорожньому покриттю різного

мікропрофілю, з різним проникненням корозії, різним завантаженням пасажирями та швидкостями руху автобуса. Встановлено, що причиною розвитку структурної корозії є вплив соляних сумішей проти обледеніння доріг та ігнорування миття автобусів після таких поїздок.

Рекомендовано використовувати нові програмні продукти для поглибленого дослідження даної проблеми суміщенням різних факторів руйнування: циклічних навантажень при змінних швидкостях руху автобуса та протіканням корозії. Результати дослідження дозволять спрогнозувати ресурс каркасу кузова при факторах, що відповідають реальним умовам експлуатації.

Ключові слова: експлуатація автобуса, моделювання довговічності, каркас кузова, корозія кузова, втомна міцність.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239235

ВСТАНОВЛЕННЯ ВПЛИВУ КОНФІГУРАЦІЇ КАМЕРИ, ПАЛИВНОЇ ТА ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМ ВОГНЕВОЇ ПЕЧІ НА ТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ ВИПРОБУВАНЬ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ (с. 34–40)

С. В. Поздсєв, В. В. Ніжник, Ю. Л. Фещук, В. С. Некора, О. М. Нуянзін, Т. М. Шналь

На даний час недостатньо вивчене питання, пов'язане з умовами створення необхідного температурного режиму пожежі при випробуванні конструкцій на вогнестійкість. Виникла необхідність у визначенні технічних умов, за яких можливе дотримання стандартного температурного режиму пожежі у вогневій камері печі. Встановлено вплив конструктивних параметрів камери вогневої печі на умови дотримання стандартного температурного режиму пожежі при випробуванні на вогнестійкість. Одним з найбільш ефективних методів дослідження такого впливу є комп'ютерне моделювання. Створено комп'ютерну модель вогневої печі на основі комплексного аналізу і раніше виконаних робіт щодо дослідження подібних печей з врахуванням технічних характеристик, зокрема геометричних параметрів, систем подачі палива та повітря. Отримані результати досліджень є передумовою для наукового обґрунтування конструктивних параметрів вогневих печей та їх інженерних систем, що необхідне для дотримання стандартного температурного режиму пожежі у вогневій камері печі. Це дає можливість забезпечити необхідні умови випробування будівельних конструкцій на вогнестійкість з дотриманням вимог відповідних стандартів. Розроблена комп'ютерна модель дозволяє створити необхідний температурний режим у вогневій камері печі (в даному дослідженні – стандартний температурний режим пожежі). В результаті дослідження визначені технічні параметри системи паливоподачі та вентиляції, які забезпечують дотримання стандартного температурного режиму у вогневій камері печі. Це дозволяє створити автоматизований комплекс процесу випробування на вогнестійкість будівельних конструкцій. Також отримані дані можуть бути підґрунтям для проектування подібних вогневих печей з можливістю дотримання різних температурних режимів пожежі без втручання оператора.

Ключові слова: вогнестійкість, вогневі випробування, вогнева піч, тепловий вплив пожежі, математичне моделювання.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239150

РОЗРОБКА МОДЕЛІ І МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ ПОРОХОВИХ ГАЗІВ У СТВОЛЬНІЙ СИСТЕМІ, ЯКІ ПОЯСНЮЮТЬ ВІЗУАЛЬНЕ ПРОЯВЛЕННЯ ВІЛЬНОГО ВУГЛЕЦЮ ПРИ ПОСТРІЛІ (с. 41–53)

О. І. Брунеткін, М. В. Максимов, В. О. Брунеткін, О. М. Максимов, Є. В. Добринін, В. В. Кузьменко, П. С. Гульцов

Виділено явище, присутнє майже при кожному пострілі. Воно проявляється у вигляді викиду деякого об'єму вільного вуглецю з дула гармати. Визначено термохімічну реакцію Будауара – Белла (диспропорціонування монооксиду вуглецю), яка пояснює утворення вільного вуглецю в порохових газах в процесі пострілу. Особливістю цієї реакції є утворення конденсованої фази вуглецю в процесі пострілу після газифікації порохового заряду.

Виявлено причину, яка не дозволяє уявити утворення вільного вуглецю при пострілі на основі існуючих моделей процесів внутрішньої балістики. Нею є відсутність врахування розподілу температури порохових газів по довжині стволу гармати і її зміна. Запропоновано математичну модель, яка дозволяє оцінювати розподіл температури в процесі пострілу.

Розроблено метод розв'язання задачі внутрішньої балістики з можливістю визначення температури порохових газів по довжині стволу гармати в різні моменти часу і при різному положенні снаряда в стволі. Запропонована модель побудована з використанням загальноприйнятих припущень. Результати моделювання можуть носити лише оціночний характер. З цієї причини метод заснований на простих обчисленнях, що дозволяє не залучати обчислювальну техніку великої потужності.

Проведено моделювання розподілу температури порохових газів в просторі стволу гармати між зарядної коморою і рухомих снарядом в модельній системі. Показана можливість зміни довжини зони протікання реакції Будауара – Белла (зони виникнення вільного вуглецю) в залежності від вихідних даних. Моделювалося використання свіжого порохового заряду та і такого який мав відому ступінь деградації. Було розглянуто повний і зменшений заряди. Результати моделювання підтвердили причину можливості ініціювання вторинного спалаху дульного викиду як з фронтальної сторони, так і з боку дульного гальма.

Ключові слова: гармата, порохові гази, розподіл температури, реакція диспропорціонування, вільний вуглець, дуловий спалах.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.236938

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВІБРОПНЕВМОВІДЦЕНТРОВОГО ФРАКЦІОНУВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА ГУСТИНОЮ (с. 54–60)

В. В. Бредихін, А. О. Пак, П. В. Гурський, С. А. Денисенко, Х. О. Бредихіна

Обґрунтовано механіко-математичне моделювання процесу фракціонування зернового матеріалу на фракції. Відзначено, що це дозволить оптимізувати параметри означеного процесу та розробити нові або удосконалити існуючі робочі поверхні відцентрових сепараторів.

Удосконалено механіко-математичну модель вібропневмовідцентрового розділення зернового матеріалу за густиною. В основу дослідження покладено метод гідродинаміки багатофазних середовищ. Удосконалена механіко-математична модель враховує взаємодію дискретної та неперервної фаз зернового матеріалу шляхом введення умов взаємодії на границях розподілу цих фаз. При гідродинамічному моделюванні руху кільцевого шару насіння враховано коефіцієнт динамічної в'язкості дискретної та неперервної фаз.

Встановлено, що на параметри процесу вібропневмовідцентрової сепарації визначальний вплив мають кругова частота обертання циліндричної робочої поверхні, частота та амплітуда її коливань. Вплив мають також такі характеристики процесу як швидкість повітряного потоку, коефіцієнт динамічної в'язкості, середня товщина шару зернового матеріалу та середня густина його частинок. Визначені раціональні значення технічних параметрів процесу вібропневмовідцентрового фракціонування зернового матеріалу за густиною з використанням удосконаленої механіко-математичної моделі. Амплітуда і частота коливань робочої поверхні знаходяться в діапазонах $A=(35...50) \cdot 10^{-5}$ м, $\omega=15,0...15,6$ рад/с. Кругова частота обертання робочої поверхні $\omega=24...25$ рад/с. Швидкість потоку повітря $V=2$ м/с.

Встановлено, що використання удосконаленої механіко-математичної моделі фракціонування надає можливість збільшити продуктивність вібропневмовідцентрового сепаратора на 9 %. При цьому ефективність розділення зернового матеріалу може бути доведена до 100 %.

Ключові слова: механіко-математична модель розділення, зерновий матеріал, насіннєвий матеріал, вібропневмовідцентровий сепаратор.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239304

ОБҐРУНТУВАННЯ НАЯВНОСТІ І ПАРАМЕТРІВ НАПРЯМНИКІВ НАСІННЯ В СОШНИКАХ, ЩО ПІДВИЦЮЮТЬ ЯКІСТЬ СІВБИ І УРОЖАЙ (с. 61–75)

О. В. Нанка, І. В. Морозов, В. І. Морозов, М. М. Крекот, А. М. Поляков, І. І. Кіральгазі, М. В. Логвиненко, В. І. Риндяєв, С. О. Д'яконов, М. Я. Сташків

Одним із перспективних методів поліпшення рівномірності розподілу насіння в ґрунті є управління зерновим потоком направляючими елементами в сошниках. Це створює сприятливі умови польоту насіння в сошниках і при виході з них назад, що зрівнює швидкості, по модулю, насіння і агрегату, покращує рівномірність їх розподілу в ґрунті.

Теоретично обґрунтовано наявність і параметри направляючих елементів сошників, що дало розвиток процесу керування зерновим потоком у сошниках і на виході з них шляхом застосування направляючих елементів.

Отримано аналітичні вирази для визначення характеристик руху часток по різних поверхнях, які рекомендується використовувати для напрямників у сошниках.

Експериментальні дослідження показали, що сошники з напрямниками знижують коефіцієнт варіації вздовж рядка на 20...45 % і мають його 88...98 %, а по глибині – 24...27 %. На підставі експериментів рекомендується для наральникових сошників 3...4 напрямника (середньоарифметичний інтервал вздовж рядка 18,5...23,5 мм, коефіцієнт варіації 88...98 %).

Перевага експериментального сошника, в розподілі насіння по глибині, пояснюється застосуванням направляючих елементів в поєднанні з вдосконалим процесом осипання ґрунту. Це ліквідувало технологічний недолік – формування підсошникової похилої поверхні (середньоарифметичний інтервал 42...37 мм, коефіцієнт варіації 24...27 %).

Для дводискового сошника рекомендується удосконалений напрямник, нижній обріз якого виступає на 2 см попереду вертикального діаметру дисків і розташований від опорної площини на відстані 9 см. Середньоарифметичний інтервал вздовж рядка цього сошника 15 мм, коефіцієнт варіації 106 %.

Ключові слова: удосконалений сошник сівалки, напрямник насіння, управління насінням, рівномірність розміщення насіння.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.237070

ВСТАНОВЛЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ МОЛОКОПРОВОДУ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ ЗА РІЗНОГО ВИКОНАННЯ (с. 76–85)

А. П. Палій, Е. Б. Алієв, А. П. Палій, О. Л. Нечипоренко, Ю. В. Байдевятова, Ю. А. Байдевятов, А. Б. Лазоренко, В. В. Уховський, Л. Є. Корнієнко, П. В. Шарандак

Проходячи по молокопровідним системам доїльної установки, молоко контактує з внутрішньою поверхнею, площа якої становить понад 20 м². При цьому утворюються білково-жирові біоплівки забруднень, які є поживним середовищем для розвитку мікроорганізмів. При недостатньо ефективному очищенні цих забруднень, в періоди між доїннями, чисельність мікрофлори, що знаходиться в молокопровідних системах, збільшується в десятки тисяч разів.

При очищенні малоефективними мийними засобами на поверхні білково-жирової біоплівки адсорбуються мінеральні елементи з молока, які згодом ущільнюються, видозмінюються і перетворюються в молочний камінь. І провідне значення при цьому належить технічному виконанню молокопровідних систем.

Встановлено, що молокопровід з будь-якого матеріалу краще очищається більш гарячим мийним розчином, ніж холодним. Так, при збільшенні температури мийного розчину від 60 °С до 85 °С час очищення молокопроводу скорочується з 9,5 хв до 1,5 хв або в 6 разів.

Встановлено, що за час фази миття молокопроводу відбувається значне зменшення температури мийного розчину (≈ 30 %), що знижує ефективність очищення деталей системи. Тому виникає необхідність підтримки температури розчину протягом процесу очищення.

Доведено, що питома енергія адгезії забруднення у воді в 2 рази вище, ніж в мийному розчині. З підвищенням температури розчину на кожні 10 °С зниження питомої енергії адгезії забруднень складає в середньому 13 %. Зі збільшенням проміжку часу після закінчення доїння до початку миття молокопроводу питома енергія його очищення підвищується.

Проведені дослідження зумовлюють підвищення продуктивності доїльних установок і якості одержуваної продукції. Відбувається це в напрямі новостворювання доїльно-молочного обладнання з інноваційних матеріалів.

Ключові слова: доїльне обладнання, процес очищення, промивання молокопроводу, мийний розчин, адгезія забруднення.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239027

ВИКОРИСТАННЯ НАСАДКОВОЇ КОЛОНИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ БІОГАЗУ В ЯКОСТІ ПАЛИВА СИСТЕМ УПОРСКУВАННЯ МОТОЦИКЛІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ (с. 86–93)

Syamsuri, Yustia Wulandari Mirzayanti, Zain Lillahulhaq, Achmad Bagus Hidayat

Використання бензину для споживання первинної енергії може призвести до зменшення кількості сирої нафти, що міститься в землі. Для вирішення цієї проблеми вкрай важливе значення має розробка альтернативних видів палива, таких як біогаз і біопаливо. Біогаз вимагає очищення для видалення забруднюючих речовин, які заважають процесу горіння. Для поглинання і розділення газорідної суміші зазвичай застосовується насадкова колона. Це більш ефективно, оскільки рідина стікає по стовпу пари природним шляхом без подачі енергії ззовні. Дане дослідження спрямоване на визначення результатів очищення біогазу в насадковій колоні. Біогаз застосовується в якості альтернативного палива в двигунах з іскровим запалюванням. Проводиться випробування з використанням динамометричного стенду для отримання даних про потужність і крутний момент. Використання насадкової колоні для очищення біогазового палива може забезпечити більш високу продуктивність в порівнянні з неочищеним біогазом. Неочищений біогаз містить домішки, які можуть перешкодити процесу згоряння. Ця умова підтверджується вимірюванням потужності і крутного моменту транспортного засобу на динамометричному стенді, де відфільтрований біогаз забезпечує більш високу потужність і крутний момент.

Випробування проводилися як з використанням насадкової колоні, так і без. Розглядаються зміни швидкості, крутного моменту, потужності, питомої витрати палива і середнього ефективного гальмівного тиску. Дане дослідження узгоджується з попередніми дослідженнями. В цілому, результати показують, що середня похибка при використанні насадкової колоні і без насадкової колоні для крутного моменту, потужності, питомої витрати палива і середнього ефективного гальмівного тиску збільшується приблизно на 7 %. Очищення біогазу за допомогою насадкової колоні з використанням $\text{Ca}(\text{OH})_2$ може зв'язувати CO_2 і дозволяє отримувати чистий газ метан з більш високою теплотворною здатністю.

На закінчення можна відзначити можливість застосування насадкової колоні для очищення біогазу в якості палива для систем упорскування мотоциклів.

Ключові слова: біогаз, насадкова колона, крутний момент, потужність, питома витрата палива, середній ефективний гальмівний тиск, мотоцикли, упорскування, продуктивність.