

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.292692

**LAYOUT AND CROSS-SECTIONAL SIZE
OPTIMIZATION OF TRUSS STRUCTURES WITH
MIXED DESIGN VARIABLES BASED ON GRADIENT
METHOD (p. 6–18)**

Ivan Peleshko

Lviv Polytechnical National University, Lviv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7028-9653>

Vitalina Yurchenko

Kyiv National University of Construction and Architecture,

Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4513-809X>

Pavlo Rusyn

National Technical University of Ukraine

“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1479-2244>

The object of the study was truss-type rod structures, which were investigated for the purpose of finding the optimal design solution in a mixed (continuous and discrete) space of variables. The parameters of the geometric scheme of the truss, as well as the dimensions of the cross-sections of its elements, were considered as design variables. The stated optimization problem is represented as a nonlinear programming task, in which the objective function and nonlinear constraints of the mathematical model are continuously differentiable functions of the design variables. The system of constraints includes strength and stability inequalities, formulated for the design cross-sections of the rod elements of the structure, which is subject to the effect of the design load combinations of the ultimate limit states. As a part of the system of constraints, the displacement constraints formulated for the specified structural nodes, which is subject to the action of design load combinations of the serviceability limit states, are considered. To solve the stated optimization problem, a method of the objective function gradient on the surface of active constraints was used, with the simultaneous elimination of residuals in the violated restrictions. For design variables, the variation of which must be performed according to a given set of possible discrete values, a discretization procedure for the optimal solution obtained in the continuous space of design variables is proposed. A comparison of the proposed optimization methodology with alternative metaheuristic methods and algorithms reported in the literature was performed. On the considered problem of parametric optimization of a 47-span tower structure, a design solution with a weight of 835,403 kg was obtained, which is 1.53...4.6 % better than the optimal solutions obtained by other authors.

Keywords: shape optimization, mixed variables, gradient method, finite element method, sensitivity analysis.

References

- Jawad, F. K. J., Mahmood, M., Wang, D., AL-Azzawi, O., Al-Jameily, A. (2021). Heuristic dragonfly algorithm for optimal design of truss structures with discrete variables. *Structures*, 29, 843–862. doi: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.11.071>
- Dede, T., Ayvaz, Y. (2015). Combined size and shape optimization of structures with a new meta-heuristic algorithm. *Applied Soft Computing*, 28, 250–258. doi: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2014.12.007>
- Yang, X. (2010). *Engineering Optimization: An Introduction with Metaheuristic Applications*. John Wiley & Sons, Inc. doi: <https://doi.org/10.1002/9780470640425>
- Ahrari, A., Atai, A. A., Deb, K. (2014). Simultaneous topology, shape and size optimization of truss structures by fully stressed design based on evolution strategy. *Engineering Optimization*, 47 (8), 1063–1084. doi: <https://doi.org/10.1080/0305215x.2014.947972>
- Kaveh, A., Kalatjari, V. (2004). Size/geometry optimization of trusses by the force method and genetic algorithm. *ZAMM - Journal of Applied Mathematics and Mechanics / Zeitschrift Für Angewandte Mathematik Und Mechanik*, 84 (5), 347–357. doi: <https://doi.org/10.1002/zamm.200310106>
- Degertekin, S. O., Lamberti, L., Ugur, I. B. (2018). Sizing, layout and topology design optimization of truss structures using the Jaya algorithm. *Applied Soft Computing*, 70, 903–928. doi: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.10.001>
- Gonçalves, M. S., Lopez, R. H., Miguel, L. F. F. (2015). Search group algorithm: A new metaheuristic method for the optimization of truss structures. *Computers & Structures*, 153, 165–184. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compstruc.2015.03.003>
- Lamberti, L., Pappalettere, C. (2010). Metaheuristic Design Optimization of Skeletal Structures: A Review. *Computational Technology Reviews*, 4, 1–32. doi: <https://doi.org/10.4203/ctr.4.1>
- Gholizadeh, S. (2013). Layout optimization of truss structures by hybridizing cellular automata and particle swarm optimization. *Computers & Structures*, 125, 86–99. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compstruc.2013.04.024>
- Xiao, A., Wang, B., Sun, C., Zhang, S., Yang, Z. (2014). Fitness Estimation Based Particle Swarm Optimization Algorithm for Layout Design of Truss Structures. *Mathematical Problems in Engineering*, 2014, 1–11. doi: <https://doi.org/10.1155/2014/671872>
- Sonmez, M. (2011). Artificial Bee Colony algorithm for optimization of truss structures. *Applied Soft Computing*, 11 (2), 2406–2418. doi: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2010.09.003>
- Rao, R. V., Patel, V. (2012). An improved teaching-learning-based optimization algorithm for solving unconstrained optimization problems. *Scientia Iranica*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scient.2012.12.005>
- Yurchenko, V., Peleshko, I. (2022). Optimization of cross-section dimensions of structural members made of cold-formed profiles using compromise search. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (7 (119)), 84–95. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.261037>
- Yurchenko, V., Peleshko, I. (2021). Methodology for solving parametric optimization problems of steel structures. *Magazine of Civil Engineering*, 107 (7), 10705. doi: <https://doi.org/10.34910/MCE.107.5>
- Yurchenko, V. V., Peleshko, I. D., Biliaiev, N. (2021). Application of improved gradient projection method to parametric optimization of steel lattice portal frame. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1164 (1), 012090. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1164/1/012090>
- Perelmuter, A., Kriksunov, E., Gavrilenko, I., Yurchenko, V. (2010). Designing bolted end-plate connections in compliance with Eurocode and Ukrainian codes: consistency and contradictions. 10th International Conference “Modern Building Materials, Structures and Techniques”. Available at: <https://www.yumpu.com/en/document/view/5533140/designing-bolted-end-plate-connections-in-compliance-with>
- Yurchenko, V., Peleshko, I. (2020). Improved gradient projection method for parametric optimisation of bar structures. *Magazine of Civil Engineering*, 98 (6), 9812. doi: <https://doi.org/10.18720/MCE.98.12>
- Peleshko, I. D., Yurchenko, V. V. (2021). Parametric Optimization of Metal Rod Structures Using the Modified Gradient Projection

- Method. *International Applied Mechanics*, 57 (4), 440–454. doi: <https://doi.org/10.1007/s10778-021-01096-0>
19. Salajegheh, E., Vanderplaats, G. N. (1993). Optimum design of trusses with discrete sizing and shape variables. *Structural Optimization*, 6 (2), 79–85. doi: <https://doi.org/10.1007/bf01743339>
 20. Hasancebi, O., Erbatur, F. (2001). Layout optimization of trusses using improved GA methodologies. *Acta Mechanica*, 146 (1-2), 87–107. doi: <https://doi.org/10.1007/bf01178797>
 21. Hasancebi, O., Erbatur, F. (2002). On efficient use of simulated annealing in complex structural optimization problems. *Acta Mechanica*, 157 (1-4), 27–50. doi: <https://doi.org/10.1007/bf01182153>
 22. Kaveh, A., Zaerreza, A. (2020). Size/Layout Optimization of Truss Structures Using Shuffled Shepherd Optimization Method. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*. doi: <https://doi.org/10.3311/ppci.15726>
 23. Tang, W., Tong, L., Gu, Y. (2005). Improved genetic algorithm for design optimization of truss structures with sizing, shape and topology variables. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 62 (13), 1737–1762. doi: <https://doi.org/10.1002/nme.1244>
 24. Panagant, N., Bureerat, S. (2018). Truss topology, shape and sizing optimization by fully stressed design based on hybrid grey wolf optimization and adaptive differential evolution. *Engineering Optimization*, 50 (10), 1645–1661. doi: <https://doi.org/10.1080/0305215x.2017.1417400>
 25. Jawad, F. K. J., Ozturk, C., Dansheng, W., Mahmood, M., Al-Azzawi, O., Al-Jemely, A. (2021). Sizing and layout optimization of truss structures with artificial bee colony algorithm. *Structures*, 30, 546–559. doi: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.01.016>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.291247

DETECTING THE EFFECT OF AN INTERMEDIATE ADAPTER ON THE LOAD OF THE BEARING STRUCTURE OF AN OPEN WAGON (p. 19–25)

Allyona Lovska

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8604-1764>

Ján Dižo

University of Zilina, Zilina, Slovak Republic
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9433-392X>

Ihor Prokopovych

Odesa Polytechnic National University, Odesa, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8059-6507>

Oksana Zharova

Odesa Polytechnic National University, Odesa, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0106-1716>

Serhii Voronenko

Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9606-6538>

The object of the research is the processes of occurrence, perception, and redistribution of loads in the load-bearing structure of an open wagon body, taking into account the use of an intermediate adapter.

To reduce the vertical dynamic loads acting on the supporting structure of the railroad car, it is suggested to use an intermediate adapter between the frame and the load. The dynamic load of the supporting structure of the open wagon was modeled, taking into account the use of an intermediate adapter. The research was carried out in the vertical plane during the oscillations of the bouncing of the car. The results of the calculations showed that the acceleration acting in the center of mass of the supporting structure of the open wagon is 4.2 % lower than that acting on the supporting structure of

the open wagon without using an adapter. The obtained acceleration results are taken into account when determining the strength of the supporting structure of the open wagon. It was established that the use of an intermediate adapter contributes to the reduction of stresses in the supporting structure of the open wagon by 6 % compared to the typical scheme of cargo transportation.

A feature of the results is that the proposed solution to reduce the dynamic load of the supporting structure of the car can be implemented without improving its design.

The field of practical use of the results is the engineering industry, in particular, railroad transport. The conditions for the practical use of the research results are the placement of the adapter over the entire floor area of the car body.

The research will contribute to devising recommendations on reducing the load on the load-bearing structures of cars, the costs of their unplanned repairs, and to increasing the efficiency of railroad transport operation.

Keywords: railroad transport, intermediate adapter, open wagon strength, open wagon dynamic loading, cargo safety.

References

1. Marczuk, A., Caban, J., Aleshkin, A. V., Savinykh, P. A., Isupov, A. Y., Ivanov, I. I. (2019). Modeling and Simulation of Particle Motion in the Operation Area of a Centrifugal Rotary Chopper Machine. *Sustainability*, 11 (18), 4873. doi: <https://doi.org/10.3390/su11184873>
2. Caban, J., Brumerčik, F., Vrābel, J., Ignaciuk, P., Misztal, W., Marczuk, A. (2017). Safety of Maritime Transport in the Baltic Sea. *MATEC Web of Conferences*, 134, 00003. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201713400003>
3. Melnik, R., Kostrzewski, M. (2012). Rail Vehicle's Suspension Monitoring System - Analysis of Results Obtained in Tests of the Prototype. *Key Engineering Materials*, 518, 281–288. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.518.281>
4. Płaczek, M., Wróbel, A., Olesiejuk, M. (2017). Modelling and arrangement of composite panels in modernized freight cars. *MATEC Web of Conferences*, 112, 06022. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201711206022>
5. Al-Sukhon, A., ElSayed, M. S. (2021). Design optimization of hopper cars employing functionally graded honeycomb sandwich panels. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, 236 (8), 920–935. doi: <https://doi.org/10.1177/09544097211049640>
6. Jeong, D. Y., Tyrell, D. C., Carolan, M. E., Perlman, A. B. (2009). Improved Tank Car Design Development: Ongoing Studies on Sandwich Structures. *2009 Joint Rail Conference*. doi: <https://doi.org/10.1115/jrc2009-63025>
7. Lee, H.-A., Jung, S.-B., Jang, H.-H., Shin, D.-H., Lee, J. U., Kim, K. W., Park, G.-J. (2015). Structural-optimization-based design process for the body of a railway vehicle made from extruded aluminum panels. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, 230 (4), 1283–1296. doi: <https://doi.org/10.1177/0954409715593971>
8. Chuan-jin, O., Bing-tao, L. (2020). Research and application of new multimodal transport equipment-swap bodies in China. *E3S Web of Conferences*, 145, 02001. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014502001>
9. Wróbel, A., Płaczek, M., Buchacz, A. (2017). An Endurance Test of Composite Panels. *Solid State Phenomena*, 260, 241–248. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/ssp.260.241>
10. Panchenko, S., Gerlici, J., Vatulia, G., Lovska, A., Pavliuchenkov, M., Kravchenko, K. (2022). The Analysis of the Loading and the Strength of the FLAT RACK Removable Module with Viscoelastic Bonds in the Fittings. *Applied Sciences*, 13 (1), 79. doi: <https://doi.org/10.3390/app13010079>

11. Vatulia, G., Lovska, A., Pavliuchenkov, M., Nerubatskyi, V., Okorokov, A., Hordiienko, D. et al. (2022). Determining patterns of vertical load on the prototype of a removable module for long-size cargoes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (7 (120)), 21–29. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266855>
12. Vatulia, G., Lovska, A., Myamlin, S., Stanovska, I., Holofieieva, M., Horobets, V., Nerubatskyi, V., Krasnokutskyi, Y. (2023). Revealing the effect of structural components made of sandwich panels on loading the container transported by railroad. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (7 (121)), 48–56. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.272316>
13. Domin, Yu. V., Cherniak, H. Yu. (2003). *Osnovy dynamiky vahoniv*. Kyiv: KUETT, 269.
14. Yang, Y., Zeng, W., Qiu, W., Wang, T. (2016). Optimization of the suspension parameters of a rail vehicle based on a virtual prototype Kriging surrogate model. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, 200 (8), 1890–1898. doi: <https://doi.org/10.1177/0954409715617213>
15. Lovskaya, A. (2014). Assessment of dynamic efforts to bodies of wagons at transportation with railway ferries. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (4 (69)), 36–41. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.24997>
16. Pievtsov, H., Turinskyi, O., Zhyvotovskiy, R., Sova, O., Zvieriev, O., Lanetskii, B., Shyshatskyi, A. (2020). Development of an advanced method of finding solutions for neuro-fuzzy expert systems of analysis of the radioelectronic situation. *EUREKA: Physics and Engineering*, 4, 78–89. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001353>
17. Goolak, S., Liubarskyi, B., Riabov, I., Chepurina, N., Pohosov, O. (2023). Simulation of a direct torque control system in the presence of winding asymmetry in induction motor. *Engineering Research Express*, 5 (2), 025070. doi: <https://doi.org/10.1088/2631-8695/acde46>
18. Goolak, S., Liubarskyi, B., Riabov, I., Lukoševičius, V., Keršys, A., Kilikevičius, S. (2023). Analysis of the Efficiency of Traction Drive Control Systems of Electric Locomotives with Asynchronous Traction Motors. *Energies*, 16 (9), 3689. doi: <https://doi.org/10.3390/en16093689>
19. Goolak, S., Tkachenko, V., Bureika, G., Vaičiūnas, G. (2021). Method of spectral analysis of traction current of AC electric locomotives. *Transport*, 35 (6), 658–668. doi: <https://doi.org/10.3846/transport.2020.14242>
20. Zadachyn, V. M., Koniushenko, I. H. (2014). *Chyselni metody*. Kharkiv, 180. Available at: http://kist.ntu.edu.ua/textPhD/CHM_Zadachyn.pdf
21. Hoi, T. P., Makhnei, O. V. (2012). *Dyferentsialni rivniannia*. Ivano-Frankivsk, 352. Available at: <http://lib.pnu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/5998/1/deinf.pdf>
22. Koziar, M. M., Feshchuk, Yu. V., Parfeniuk, O. V. (2018). *Kompiuterna hrafika: SolidWorks*. Kherson: Oldi-plius, 252. Available at: <https://ep3.nuwm.edu.ua/22175/1/Комп%27ютерна%20графіка.pdf>
23. Pustiulha, S. I., Samostian, V. R., Klak, Yu. V. (2018). *Inzhenerna hrafika v SolidWorks*. Lutsk: Vezha, 172. Available at: <https://lib.lntu.edu.ua/sites/sites/default/files/2021-02/Інженерна%20графіка%20в%20SolidWorks.pdf>
24. Stoilov, V., Simić, G., Purgić, S., Milković, D., Slavchev, S., Radulović, S., Maznichki, V. (2019). Comparative analysis of the results of theoretical and experimental studies of freight wagon Sdggmrss-twin. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 664 (1), 012026. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/664/1/012026>
25. Panchenko, S., Gerlici, J., Vatulia, G., Lovska, A., Rybin, A., Kravchenko, O. (2023). Strength Assessment of an Improved Design of a Tank Container under Operating Conditions. *Communications - Scientific Letters of the University of Zilina*, 25 (3). doi: <https://doi.org/10.26552/com.c.2023.047>
26. Panchenko, S., Vatulia, G., Lovska, A., Ravlyuk, V., Elyazov, I., Huseynov, I. (2022). Influence of structural solutions of an improved brake cylinder of a freight car of railway transport on its load in operation. *EUREKA: Physics and Engineering*, 6, 45–55. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2022.002638>
27. Kondratiev, A. V., Kovalenko, V. O. (2019). Optimization of design parameters of the main composite fairing of the launch vehicle under simultaneous force and thermal loading. *Space science and technology*, 25 (4), 3–21. doi: <https://doi.org/10.15407/knit2019.04.003>
28. Fomin, O., Gorbunov, M., Gerlici, J., Vatulia, G., Lovska, A., Kravchenko, K. (2021). Research into the Strength of an Open Wagon with Double Sidewalls Filled with Aluminium Foam. *Materials*, 14 (12), 3420. doi: <https://doi.org/10.3390/ma14123420>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.292522

IDENTIFYING REGULARITIES OF FLUID THROTTLING OF AN INERTIAL HYDRODYNAMIC INSTALLATION (p. 26–32)

Bekbolat Nussupbekov

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2907-3900>

Yerlan Oshanov

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4419-2625>

Michael Ovcharov

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7436-813X>

Bayan Kutum

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6410-4111>

Moldir Duisenbayeva

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3733-7662>

Aitkul Kongyrbayeva

Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4241-0346>

The article presents the results of experimental research conducted on a specially designed setup for pressurizing various types of fluids through throttle orifices. To determine the optimal operating mode of the thermal system, throttle nozzles of different diameters, specifically 1.5 mm, 2 mm, and 3 mm, were utilized.

One of the primary advantages of vortex heaters is their high heat exchange efficiency. This is attributed to the vortical motions and turbulence generated within the device, which promote more vigorous fluid mixing, thus enhancing heat transfer efficiency.

However, vortex heaters do have certain drawbacks. Vortical components may experience wear and require regular maintenance and replacement.

Subsequently, during the course of experimental work, an alternative inertia-based hydrodynamic system for heating heat carriers was developed and installed in a laboratory experimental facility. The research focus was on technical water. The results indicated that the static pre-pressure generated by the supply of water from the water main into the system decreases as the rotor's angular velocity increases. Experimental investigations demonstrated that rotor rotation leads to a redistribution of flow characteristics in throttle orifices for both static and dynamic inertial fluid discharge. Given that any static column of liquid results in level flow through throttle orifices, their flow static parameters were established.

Furthermore, the research revealed that with the increase in rotor angular velocity, the fluid pressure at the throttle orifices rises, while the share of fluid discharge from the initial static pressure decreases in the overall fluid flow.

Keywords: process water, pressure, angular velocity, throttle nozzles, fluid flow, hydrodynamic heater.

References

- Ruonan, W., Bin, L., Haodong, L. (2021). Experimental results and analysis of throttling refrigeration with ternary mixed refrigerant. E3S Web of Conferences, 236, 01008. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123601008>
- Guo, G., Lu, K., Xu, S., Yuan, J., Bai, T., Yang, K., He, Z. (2023). Effects of in-nozzle liquid fuel vortex cavitation on characteristics of flow and spray: Numerical research. International Communications in Heat and Mass Transfer, 148, 107040. doi: <https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2023.107040>
- Alia, M. A. K. (2010). Hydraulic Domestic Heating by Throttling. Engineering, 02 (06), 461–465. doi: <https://doi.org/10.4236/eng.2010.26060>
- Poláček, T., Hružík, L., Bureček, A., Ledvoň, M. (2022). Experimental Analysis of Flow Through Throttle Valve During Gaseous Cavitation. MATEC Web of Conferences, 369, 02008. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/202236902008>
- Vasina, M., Hruzik, L., Burecek, A. (2018). Energy and Dynamic Properties of Hydraulic Systems. Tehnicki Vjesnik - Technical Gazette, 25, 382–390. doi: <https://doi.org/10.17559/tv-20131209081056>
- Mokhammad, A. A., Khorosh, I. A., Titov, M. A., Kulikova, N. P. (2015). The calculation of the throttle device heating working fluid of hydraulic drive having a temperature dependence. Vestn. Kras GAU, 12, 38–44.
- Shumilov, I. (2016). Fluid Temperature of Aero Hydraulic Systems. Machines and Plants: Design and Exploiting, 16 (02). doi: <https://doi.org/10.7463/aplts.0216.0837432>
- Marinin, M. G., Mosalev, S. M., Naumov, V. I., Sysa, V. P. (2007). Pat. No. RU2357161C1. Throttle Type Heat Generator. declared: 06.11.2007; published: 27.05.2009.
- Saleh, H., Hashim, I. (2013). Unsteady heat transfer in an enclosure with a time-periodic rotating cylinder. Heat Transfer Research, 44 (2), 145–161. doi: <https://doi.org/10.1615/heattransres.2012005450>
- Alpeissov, Y., Iskakov, R., Issenov, S., Ukenova, A. (2022). Obtaining a formula describing the interaction of fine particles with an expanding gas flow in a fluid layer. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (1 (116)), 87–97. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255258>
- Maiorova, K., Vorobiov, I., Andrieiev, O., Lupkin, B., Sikulskiy, V. (2022). Forming the geometric accuracy and roughness of holes when drilling aircraft structures made from polymeric composite materials. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (1 (116)), 71–80. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254555>
- Aghakashi, V., Saidi, M. H. (2018). Turbulent decaying swirling flow in a pipe. Heat Transfer Research, 49 (16), 1559–1585. doi: <https://doi.org/10.1615/heattransres.2018021519>
- Oshanov, Y., Ovcharov, M., Nussupbekov, B., Stoev, M. (2020). The influence of the main properties of the liquid on the temperature indicators of the inertial heat generator. Bulgarian Chemical Communications, 52, 188–191. Available at: http://www.bcc.bas.bg/BCC_Volumes/Volume_52_Special_A_2020/BCC-52-A.pdf
- Bashta, T. M. (1972). Engineering Hydraulics. Moscow: Mashinostroenie.
- Nussupbekov, B., Oshanov, Y., Ovcharov, M., Mussenova, E., Ospanova, D., Bolatbekova, M. (2022). Development and creation of a hydrodynamic liquid heating unit. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (8 (119)), 62–69. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.264227>
- Oshanov, Y. Z., Ovcharov, M. S., Nussupbekov, B. R. (2022). Influence of inertial forces on the flow rate velocity of fluid outflow through the throttle bores of the rotor. Heat Transfer Research, 53 (14), 1–8. doi: <https://doi.org/10.1615/heattransres.2022038753>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.292258

DETERMINATION OF THE PARTICULARITIES OF THE HYDRAULIC FRICTION FACTOR VARIATION OF COLLECTING DRAINAGE PIPELINES (p. 33–38)

Andriy Kravchuk

Kyiv National University of Construction and Architecture,
Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8732-9244>

Volodymyr Cherniuk

The John Paul II Catholic University of Lublin, Lublin, Poland

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7913-579X>

Gennadii Kochetov

Kyiv National University of Construction and Architecture,
Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0041-7335>

Oleksandr Kravchuk

Kyiv National University of Construction and Architecture,
Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6578-8896>

Tamara Airapetian

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv,
Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8834-5622>

The object of the study in this paper is collecting perforated drainage pipelines, in particular, the determination of the hydraulic friction factor λ_{dr} , which significantly affects the parameters of the investigated pipes. Clarifying this issue will solve an important engineering problem – to develop a reliable method for hydraulic calculation of collecting perforated drainage pipes. As the main drawback of most of the available theoretical and experimental works on this topic is the insufficient consideration of the filtration characteristics of the surrounding soil and the material of the pipeline walls. Experimental studies of pressure drainage pipes with different design characteristics made it possible to find out the real picture of fluid flow in the pipe. Based on the research results, experimental dependences of λ_{dr} on the ratio of the fluid inflow velocity to the average flow velocity in the corresponding section (U_h/V), as well as on the design characteristics of the channel were obtained. The maximum possible flow that can be collected and passed by a collecting drainage pipeline with the specified design and filtration characteristics is determined. It is shown that a larger value of the specified ratio corresponds to larger values of λ_{dr} . This result can be explained by the effect of the attached flow on the main flow. Obviously, some energy is spent on the interaction of the attached and the main flow in the pipe, which leads to additional head losses. In the paper, dependencies were obtained for calculating the studied factor for collecting drainage pipelines. Using them in the calculation of drainage pipes will increase the reliability and efficiency of land reclamation systems, in which these pipelines are important structural elements.

Keywords: collecting drainage pipeline, variable flow, filtration resistance, hydraulic friction factor.

References

1. Valipour, M., Krasilnikof, J., Yannopoulos, S., Kumar, R., Deng, J., Roccaro, P. et al. (2020). The Evolution of Agricultural Drainage from the Earliest Times to the Present. *Sustainability*, 12 (1), 416. doi: <https://doi.org/10.3390/su12010416>
2. Castellano, M. J., Archontoulis, S. V., Helmers, M. J., Poffenbarger, H. J., Six, J. (2019). Sustainable intensification of agricultural drainage. *Nature Sustainability*, 2 (10), 914–921. doi: <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0393-0>
3. Cao, Y., Xu, M., Ni, P., Mei, G. (2021). Physical and numerical modelling of infiltration from drainage holes for perforated storm sewer. *Acta Geotechnica*, 17 (2), 527–543. doi: <https://doi.org/10.1007/s11440-021-01247-0>
4. Cherniuk, V., Hnativ, R., Kravchuk, O., Orel, V., Bihun, I., Cherniuk, M. (2021). The problem of hydraulic calculation of pressure distribution pipelines. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (7 (114)), 93–103. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.246852>
5. Li, P., Wu, J. (2019). Drinking Water Quality and Public Health. *Exposure and Health*, 11 (2), 73–79. doi: <https://doi.org/10.1007/s12403-019-00299-8>
6. Kravchuk, O. A. (2021). Particularities of hydraulic calculation of collecting pressure drainage pipelines. *Bulletin of Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*, 83, 130–138. doi: <https://doi.org/10.31650/2415-377x-2021-83-130-138>
7. Kravchuk, A., Kochetov, G., Kravchuk, O. (2020). Improving the calculation of collecting perforated pipelines for water treatment structures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (10 (108)), 23–28. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.216366>
8. Clemo, T. (2006). Flow in Perforated Pipes: A Comparison of Models and Experiments. *SPE Production & Operations*, 21 (02), 302–311. doi: <https://doi.org/10.2118/89036-pa>
9. Murphy, P., Kaye, N. B., Khan, A. A. (2014). Hydraulic Performance of Aggregate Beds with Perforated Pipe Underdrains Flowing Full. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 140 (8). doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)ir.1943-4774.0000740](https://doi.org/10.1061/(asce)ir.1943-4774.0000740)
10. Kravchuk, A., Cherniuk, V., Kravchuk, O., Airapetian, T. (2022). Assessing the value of the hydraulic friction factor in pipelines working with a flow connection along the path. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (7 (119)), 61–67. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.265670>
11. Liu, H., Zong, Q., Lv, H., Jin, J. (2017). Analytical equation for outflow along the flow in a perforated fluid distribution pipe. *PLOS ONE*, 12 (10), e0185842. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185842>
12. Krogstad, P.-A., Kourakine, A. (1999). The Response of a Turbulent Boundary Layer to Injection through a Porous Strip. *Proceeding of First Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena*. doi: <https://doi.org/10.1615/tsfp1.700>
13. Qin, Z., Liu, H., Wang, Y. (2017). Empirical and quantitative study of the velocity distribution index of the perforated pipe outflowing along a pipeline. *Flow Measurement and Instrumentation*, 58, 46–51. doi: <https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2017.09.010>
14. Oleinyk, A. Ya., Poliakov, V. L. (1987). *Drenazh pereuvlazhnennykh zemel*. Kyiv: Naukova dumka, 279.
15. Oyarce, P., Gurovich, L., Duarte, V. (2017). Experimental Evaluation of Agricultural Drains. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 143 (4). doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)ir.1943-4774.0001134](https://doi.org/10.1061/(asce)ir.1943-4774.0001134)
16. Zhang, Q., Wang, Z. (2014). Modeling Study on Fluid Flow in Horizontal Perforated Pipes with Wall Influx. *International Journal of Fluid Mechanics Research*, 41 (6), 556–566. doi: <https://doi.org/10.1615/interfluidmechres.v41.i6.80>
17. Kravchuk, A., Kravchuk, O., Lomako, A., Kravchuk, O. (2022). Variation of the collective drainage pipelines parameters when passing the transit flow. *Problems of Water Supply, Sewerage and Hydraulic*, 41, 52–58. doi: <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2022.41.52-58>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.293007

DETERMINING THE ENERGY OF IMPACT OF A RAILROAD ROLLING STOCK WHEELSET WHEN DERAILING OVER REINFORCED CONCRETE SLEEPERS USING IMPACT TRACE PARAMETERS (p. 39–46)

Yaroslav Bolzhelarskyi

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4787-1781>

Josyp Luchko

Lviv National Environmental University, Dubliany, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3675-0503>

Olena Bal

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2188-4098>

Vitalii Kovalchuk

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4350-1756>

The object of research is reinforced concrete sleepers that are subjected to the impact of a wheel in a railroad rolling stock.

A procedure is given to theoretically estimate the energy at the impact of a wheel into a reinforced concrete sleeper when a rolling stock wheelset derails.

Experimental studies of the geometric parameters of impact traces that occur on reinforced concrete sleepers, depending on the height of the center of mass of the striker above the impact site, were conducted. Based on the results of the experiments, the average geometric parameters of the impact traces were obtained. It was established that the dependence of impact traces on the height of the center of mass of the striker above the place of impact into the reinforced concrete sleeper has a non-linear distribution.

Experimental studies of the effect of the location of the reinforced concrete sleeper base on the geometric parameters of impact traces were conducted. It was established that the location of the reinforced concrete sleeper on a solid base and on crushed stone ballast does not exert a significant effect on change in the geometric parameters of impact traces. The obtained experimental values are within the limits of 3σ determined for the rigid abutment of the sleeper.

It was established that when testing a reinforced concrete sleeper in a crushed stone box, the amount of energy depends on the height of the striker. At a height of 0.95 m, the amount of energy absorbed by the sleeper together with the ballast was 475 J, and at a height of 1.42 m – 710 J.

Analytical dependences were obtained between the length of the face of the impact trace and the amount of absorbed energy, as well as the depth along the direction of the force and the amount of absorbed energy. It was established that the length of the impact trace has an extremum, which does not allow recommending this parameter for estimating the amount of absorbed energy for energy values $E < 200$ J. To determine the amount of energy absorbed by the sleeper, it is recommended to use the parameter of the depth of the impact trace.

Keywords: reinforced concrete sleepers, impact traces, derailment, railroad rolling stock.

References

1. Sysyn, M., Nabochenko, O., Kluge, F., Kovalchuk, V., Pentsak, A. (2019). Common Crossing Structural Health Analysis with Track-Side Monitoring. *Communications - Scientific Letters of the University of Zilina*, 21 (3), 77–84. doi: <https://doi.org/10.26552/com.c.2019.3.77-84>
2. Bolzhelarskyi, Ya. V. (2016). Nablyzhene vyznachennia dodatkovoho oporu rukhu poizda v avariynomu rezhymi. XIV Mizhnarodna konferentsiya. *Problemy mekhaniky zaliznychnoho transportu. Bezpeka rukhu, dynamika, mitsnist rukhomoho skladu ta enerhozberezhennia. Dnipropetrovsk*, 24–25.
3. Kalivoda, J., Bauer, P., Novák, Z. (2021). Assessment of Active Wheelset Steering System Using Computer Simulations and Roller Rig Tests. *Applied Sciences*, 11 (24), 11727. doi: <https://doi.org/10.3390/app112411727>
4. Kovalchuk, V., Kuzyshyn, A., Kostriysya, S., Sobolevska, Y., Batig, A., Dovganyuk, S. (2018). Improving a methodology of theoretical determination of the frame and directing forces in modern diesel trains. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (7 (96)), 19–26. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.149838>
5. Kovalchuk, V., Bolzhelarskyi, Y., Parneta, B., Pentsak, A., Petrenko, O., Mudryi, I. (2017). Evaluation of the stressed-strained state of crossings of the 1/11 type turnouts by the finite element method. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (7 (88)), 10–16. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.107024>
6. Kovalchuk, V., Koval, M., Onyshchenko, A., Kravets, I., Bal, O., Markul, R. et al. (2022). Determining the strained state of prefabricated metal corrugated structures of a tunnel overpass exposed to the dynamic loading from railroad rolling stock. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (7 (117)), 50–58. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.259439>
7. Tang, Z., Hu, Y., Wang, S., Ling, L., Zhang, J., Wang, K. (2023). Train post-derailment behaviours and containment methods: a review. *Railway Engineering Science*. doi: <https://doi.org/10.1007/s40534-023-00313-5>
8. Lai, J., Xu, J., Wang, P., Chen, J., Fang, J., Ma, D., Chen, R. (2020). Numerical investigation on the dynamic behaviour of derailed railway vehicles protected by guard rail. *Vehicle System Dynamics*, 59 (12), 1803–1824. doi: <https://doi.org/10.1080/00423114.2020.1792941>
9. Zhu, X., Lu, X.-Z., Cheng, Q.-L., Li, Y. (2019). Simulation of the running attitude of a train after derailment. *International Journal of Crashworthiness*, 25 (2), 213–219. doi: <https://doi.org/10.1080/13588265.2019.1571749>
10. Bae, H.-U., Moon, J., Lim, S.-J., Park, J.-C., Lim, N.-H. (2019). Full-Scale Train Derailment Testing and Analysis of Post-Derailment Behavior of Casting Bogie. *Applied Sciences*, 10 (1), 59. doi: <https://doi.org/10.3390/app10010059>
11. Bae, H.-U., Kim, K.-J., Park, S.-Y., Han, J.-J., Park, J.-C., Lim, N.-H. (2022). Functionality Analysis of Derailment Containment Provisions through Full-Scale Testing—I: Collision Load and Change in the Center of Gravity. *Applied Sciences*, 12 (21), 11297. doi: <https://doi.org/10.3390/app122111297>
12. Sunami, H., Terumichi, Y., Adachi, M. (2012). Numerical Analysis of Derailed Vehicle Motion from Wheel-Sleeper Impacts. *Proceedings of the First International Conference on Railway Technology: Research, Development and Maintenance*. doi: <https://doi.org/10.4203/ccp.98.30>
13. Goto, K., Sogabe, M., Asanuma, K. (2011). Experimental Study on Contact Force between a Train Wheel and a Prestressed Concrete Sleeper. *Applied Mechanics and Materials*, 82, 253–258. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.82.253>
14. Raj, A., Nagarajan, P., Shashikala, A. P. (2020). Failure prediction of impact behaviour of self-compacted rubcrete sleepers. *Material Design & Processing Communications*, 3 (5). doi: <https://doi.org/10.1002/mdp2.174>
15. Lim, N.-H., Kim, K.-J., Bae, H.-U., Kim, S. (2020). DEM Analysis of Track Ballast for Track Ballast–Wheel Interaction Simulation. *Applied Sciences*, 10 (8), 2717. doi: <https://doi.org/10.3390/app10082717>
16. Lim, J., Kong, J. (2023). Simplified Dynamic FEA Simulation for Post-Derailment Train-Behaviour Estimation through the Enhanced Input of Wheel–Ballast Friction Interactions. *Applied Sciences*, 13 (11), 6499. doi: <https://doi.org/10.3390/app13116499>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.292692

ОПТИМІЗАЦІЯ ГЕОМЕТРИЧНОЇ СХЕМИ ТА РОЗМІРІВ ПЕРЕРІЗІВ ЕЛЕМЕНТІВ ФЕРМ ЗА НАЯВНОСТІ ЗМІШАНИХ ЗМІННИХ ПРОЄКТУВАННЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ГРАДІЄНТНОГО МЕТОДУ (с. 6–18)

І. Д. Пелешко, В. В. Юрченко, П. Р. Русин

Об'єктом дослідження виступали стержневі конструкції типу ферм, які досліджувались на предмет пошуку оптимального проектного рішення у змішаному (неперервному та дискретному) просторі змінних. В якості змінних проектування розглядалися параметри геометричної схеми ферми, а також розміри поперечних перерізів її елементів. Сформульована задача оптимізації представлена як задача нелінійного програмування, в якій функція мети та нелінійні обмеження математичної моделі є неперервно диференційованими функціями змінних проектування. До системи обмежень залучені обмеження міцності та стійкості, сформульовані для розрахункових перерізів стержневих елементів конструкції, що підлягає дії розрахункових комбінацій навантажень першої групи граничних станів. У складі системи обмежень розглянуті обмеження переміщень, сформульовані для визначених вузлів конструкції, що підлягає дії розрахункових комбінацій навантажень другої групи граничних станів. Для розв'язку сформульованої задачі оптимізації використовувався метод градієнту функції мети на поверхню активних обмежень з одночасною ліквідацією нев'язок у порушених обмеженнях. Для змінних проектування, варіація яких повинна виконуватись відповідно до заданої множини можливих значень, запропонована методика дискретизації оптимального рішення, отриманого у неперервному просторі змінних проектування. Виконане порівняння запропонованої оптимізаційної методології з альтернативними представленими в літературі метаевристичними методами та алгоритмами. На розглянутій задачі параметричної оптимізації 47-мистержневої конструкції башти отримане проектне рішення масою 835.403 кг, що на 1,53...4,6 % є кращим за оптимальні рішення, отримані іншими авторами.

Ключові слова: оптимізація форми, змішані змінні, градієнтний метод, метод скінченних елементів, аналіз чутливості.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.291247

ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВУ ПРОМІЖНОГО АДАПТЕРА НА НАВАНТАЖЕНІСТЬ НЕСУЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ НАПІВВАГОНА (с. 19–25)

А. О. Ловська, Ján Dižo, І. В. Прокопович, О. В. Жарова, С. В. Вороненко

Об'єктом дослідження є процеси виникнення, сприйняття та перерозподілу навантажень в несучій конструкції кузова напіввагона з урахуванням використання проміжного адаптера.

Для зменшення вертикальних динамічних навантажень, які діють на несучу конструкцію залізничного вагона, пропонується використання проміжного адаптера між рамою та вантажем. Проведено моделювання динамічної навантаженості несучої конструкції напіввагона з урахуванням застосування проміжного адаптера. Дослідження проведено у вертикальній площині при коливаннях підсакавання вагону. Результати проведених розрахунків показали, що прискорення, яке діє в центрі мас несучої конструкції напіввагона, на 4,2 % нижче за те, що діє на несучу конструкцію напіввагона без використання адаптера. Отримані результати прискорень враховано при визначенні міцності несучої конструкції напіввагона. Встановлено, що використання проміжного адаптера сприяє зменшенню напружень в несучій конструкції напіввагона на 6 % у порівнянні з типовою схемою перевезень вантажів.

Особливістю отриманих результатів є те, що запропоноване рішення щодо зменшення динамічної навантаженості несучої конструкції вагона є можливим реалізувати без удосконалення його конструкції.

Сферою практичного використання отриманих результатів є машинобудівна галузь, зокрема, залізничний транспорт. Умовами практичного використання результатів дослідження є розміщення адаптера за всією площею підлоги кузова вагона.

Проведені дослідження сприятимуть створенню рекомендацій щодо зменшення навантаженості несучих конструкцій вагонів, витрат на їх позапланові види ремонтів та підвищенню ефективності експлуатації залізничного транспорту.

Ключові слова: залізничний транспорт, проміжний адаптер, міцність напіввагона, динамічна навантаженість напіввагона, схоронність вантажу.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.292522

ВИЯВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ДРОСЕЛЮВАННЯ РІДИНИ ІНЕРЦІЙНОЇ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ УСТАНОВКИ (с. 26–32)

Bekbolat Nussupbekov, Yerlan Oshanov, Michael Ovcharov, Bayan Kutum, Moldir Duisenbayeva, Aitkul Kongyrbayeva

У статті наведено результати експериментальних досліджень, проведених на спеціально розробленій установці для наддуву різних типів рідин через дросельні отвори. Для визначення оптимального режиму роботи теплової системи використовувалися дросельні форсунки різного діаметру, а саме 1,5 мм, 2 мм, 3 мм.

Однією з головних переваг вихрових обігрівачів є їх висока ефективність теплообміну. Це пов'язано з вихровими рухами та турбулентністю, створеними всередині пристрою, які сприяють більш енергійному перемішуванню рідини, таким чином підвищуючи ефективність теплопередачі.

Однак у вихрових обігрівачів є певні недоліки. Вихрові компоненти можуть зношуватися та вимагати регулярного обслуговування та заміни.

У подальшому в ході експериментальних робіт в лабораторній дослідній установці була розроблена і встановлена альтернативна інерційна гідродинамічна система нагріву теплоносіїв. Основним напрямком дослідження була технічна вода. Результати показали, що статичний попередній тиск, який створюється подачею води з водопроводу в систему, зменшується зі збільшенням кутової швидкості ротора. Експериментальні дослідження показали, що обертання ротора призводить до перерозподілу характеристик потоку в дросельних отворах як для статичного, так і для динамічного інерційного розряду рідини. Враховуючи те, що будь-який статичний стовп рідини призводить до рівня течії через дросельні отвори, встановлено їх потокові статичні параметри.

Крім того, дослідження показали, що зі збільшенням кутової швидкості ротора тиск рідини на дросельних отворах зростає, а частка рідини, що випускається від початкового статичного тиску, зменшується в загальному потоці рідини.

Ключові слова: технологічна вода, тиск, кутова швидкість, дросельні форсунки, потік рідини, гідродинамічний нагрівач.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.292258

ВИЗНАЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗМІНИ ВЕЛИЧИНИ ГІДРАВЛІЧНОГО КОЕФІЦІЄНТА ТЕРТЯ ЗБІРНИХ ДРЕНАЖНИХ ТРУБОПРОВІДІВ (с. 33–38)

А. М. Кравчук, В. В. Чернюк, Г. М. Кочетов, О. А. Кравчук, Т. С. Айрапетян

Об'єктом дослідження в даній роботі є збірні дренажні перфоровані трубопроводи, зокрема визначення гідралічного коефіцієнта тертя $\lambda_{др}$, який суттєво впливає на параметри досліджуваних труб. З'ясування даного питання дозволить вирішити важливу інженерну задачу – розробити надійну методику гідралічного розрахунку збірних дренажних перфорованих труб. Адже основним недоліком більшості існуючих теоретичних та експериментальних робіт з даної тематики є недостатнє врахування фільтраційних характеристик навколишнього ґрунту і матеріалу стінок трубопроводу. Проведені експериментальні дослідження напірних дренажних труб з різними конструктивними характеристиками дозволили з'ясувати реальну картину потоку рідини в трубі. За результатами досліджень було отримано експериментальні залежності $\lambda_{др}$ від величини співвідношення швидкостей втікаючої рідини до середньої швидкості руху потоку у відповідному перерізі (U_0/V), а також від конструктивних характеристик каналу. Визначено максимальну можливу витрату, яку може зібрати і пропустити збірний дренажний трубопровід із заданими конструктивними і фільтраційними характеристиками. Показано, що більшому значенню вказаного співвідношення відповідають більші значення $\lambda_{др}$. Даний результат можна пояснити впливом приєднуваної витрати на основний потік. Очевидно, що на взаємодію приєднуваного і основного потоку в трубі витрачається певна енергія, а це призводить до додаткових втрат напору. В роботі отримано залежності для розрахунку досліджуваного коефіцієнта для збірних дренажних трубопроводів. Їх застосування при розрахунку дренажних труб дозволить підвищити надійність і ефективність роботи меліоративних систем, в яких дані трубопроводи є важливими конструктивними елементами.

Ключові слова: збірний дренажний трубопровід, змінна витрата, фільтраційний опір, гідралічний коефіцієнт тертя

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.293007

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ УДАРУ КОЛІСНОЇ ПАРИ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ ПРИ СХОДІ ІЗ РЕЙОК ПО ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ШПАЛАХ ЗА ПАРАМЕТРАМИ СЛІДІВ УДАРУ (с. 39–46)

Я. В. Болжеларський, Й. Й. Лучко, О. М. Баль, В. В. Ковальчук

Об'єктом досліджень є залізобетонні шпали, які зазнають дії удару колеса рухомого складу залізниці.

Наведено методику теоретичної оцінки енергії при ударі колеса в залізобетонну шпалу при сході колісної пари рухомого складу із рейки.

Проведено експериментальні дослідження геометричних параметрів слідів ударів, які виникають на залізобетонних шпалах у залежності від висоти підйому центра мас бойка, над місцем удару. За результатами експериментів отримано середньостатистичні геометричні параметри слідів удару. Встановлено, що залежність слідів ударів від висоти підйому центра мас бойка над місцем удару в залізобетонну шпалу має нелінійний розподіл.

Проведено експериментальні дослідження впливу основи розташування залізобетонної шпали на геометричні параметри слідів ударів. Встановлено, що розташування залізобетонної шпали на твердій основі і на щебеневому баласті не має суттєвого впливу на зміну геометричних параметрів слідів удару. Отримані експериментальні значення знаходяться у межах 3σ , визначених для жорсткого обпирання шпали.

Встановлено, що при випробуванні залізобетонної шпали у щебеневому ящику величина енергії залежить від висоти підйому бойка. При висоті підйому бойка 0,95 м величина енергії, яка поглиналась шпалою разом з баластом, становила 475 Дж, а при висоті 1,42 м – 710 Дж.

Отримано аналітичні залежності між довжиною грані сліду удару та величиною поглиної енергії, а також – глибиною по напрямку дії сили та величиною поглиної енергії. Встановлено, що довжина сліду удару має екстремум, що не дозволяє рекомендувати цей параметр для оцінки кількості поглинутої енергії для значень енергії $E < 200$ Дж. Для визначення величини поглинутої шпалою енергії рекомендується використовувати параметр глибини сліду удару.

Ключові слова: залізобетонні шпали, сліди ударів, схід з рейок, рухомий склад залізниць.