

ABSTRACT AND REFERENCES

APPLIED MECHANICS

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.329840

DETERMINING THE LOAD ON A CONTAINER WITH A TRUSS FRAME DURING RAILROAD TRANSPORTATION (p. 6–13)**Alyona Lovska**Ukrainian State University of Railway Transport,
Kharkiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8604-1764>**Oksana Zharova**Odesa Polytechnic National University,
Odesa, UkraineORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0106-1716>**Arsen Muradian**Odessa National Maritime University,
Odesa, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6488-6627>**Valeriia Kyryllova**Odessa National Maritime University,
Odesa, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0738-0408>**Yevhen Pelypenko**National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»,
Kharkiv, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8988-791X>

The object of this study is the processes of perception and redistribution of loads in the structure of a container with a truss frame during railroad transportation. The task addressed is to ensure the strength of the container walls under operational loads.

To provide for the strength of the container walls, it is proposed to increase the rigidity of the frame. In this case, it is assumed to install braces between the corner and vertical posts, as well as a reinforcing horizontal belt between the vertical posts.

To substantiate the proposed improvement, a calculation of the container strength was performed. Two modes of its loading were taken into account: lateral loading and vertical loading. The calculation results showed that the stresses in the container structure under the considered loading modes do not exceed the permissible ones. At the same time, the maximum stresses when the container perceives lateral loads are almost 12% lower than those that operate in a typical structure, and when perceiving vertical loads – by 5%.

In addition, a modal analysis of the container was performed as part of the study. The results of the calculation showed that the safety of its transportation from the point of view of modal analysis is observed.

A feature of the results of this study is that ensuring the strength of the container is achieved not by using high-cost materials in its design but by introducing truss components into the frame.

The scope of practical application of the research results is railroad transport. The conditions for practical use of the results are the fabrication of truss components from the same material as the container frame.

The results of the study could also contribute to compiling the recommendations for the design of new and modernization of existing containers.

Keywords: railroad transport, universal container, container improvement, truss structure, container strength, container transportation.

References

- Gerlici, J., Lovska, A., Vatulia, G., Pavliuchenkov, M., Kravchenko, O., Solčanský, S. (2023). Situational Adaptation of the Open Wagon Body to Container Transportation. *Applied Sciences*, 13 (15), 8605. <https://doi.org/10.3390/app13158605>
- Lee, C.-Y., Song, D.-P. (2017). Ocean container transport in global supply chains: Overview and research opportunities. *Transportation Research Part B: Methodological*, 95, 442–474. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2016.05.001>
- Vatulia, G. L., Lovska, A. O., Krasnokutskyi, Y. S. (2023). Research into the transverse loading of the container with sandwich-panel walls when transported by rail. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1254 (1), 012140. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1254/1/012140>
- Zha, X., Zuo, Y. (2016). Theoretical and experimental studies on in-plane stiffness of container structure with holes. *Advances in Mechanical Engineering*, 8 (6). <https://doi.org/10.1177/1687814016651372>
- Yildiz, T. (2019). Design and Analysis of a Lightweight Composite Shipping Container Made of Carbon Fiber Laminates. *Logistics*, 3 (3), 18. <https://doi.org/10.3390/logistics3030018>
- Lovska, A., Stanovska, I., Kyryllova, V., Okorokov, A., Vernigora, R. (2024). Determining the vertical load on a container with a floor made of sandwich panels transported by a flat wagon. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (7 (132)), 36–44. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.315059>
- Rahimov, R. V., Khadjimukhametova, M. A., Rakhmatov, Z. X. (2016). Development of improved technical means for transportation fruits and vegetables. *European Science Review*, 1-2, 175–177. <https://doi.org/10.20534/esr-16-1.2-175-177>
- Jakovlev, S., Eglynas, T., Jusis, M., Jankunas, V., Voznak, M. (2025). Mitigating Container Damage and Enhancing Operational Efficiency in Global Containerisation. *Sensors*, 25 (7), 2019. <https://doi.org/10.3390/s25072019>
- Cheng, K. J., Lees, C. H., Peng, C. C. (2024). Design and structural analysis of high payload C1 container. *Journal of Physics: Conference Series*, 2878(1), 012012. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2878/1/012012>
- Oterkus, S., Wang, B., Oterkus, E., Galadima, Y. K., Cocard, M., Stefanos, S. et al. (2022). Structural Integrity Analysis of Containers Lost at Sea Using Finite Element Method. *Sustainable Marine Structures*, 4 (2), 11–17. <https://doi.org/10.36956/sms.v4i2.505>
- Ling, P. C. H., Tan, C. S. (2019). Numerical Simulation of ISO Freight Container Using Finite Element Modelling. *Proceedings of AICCE'19*, 463–469. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32816-0_31
- Kondratiev, A., Pištěk, V., Smovziuk, L., Shevtsova, M., Fomina, A., Kučera, P., Prokop, A. (2021). Effects of the Temperature-Time Regime of Curing of Composite Patch on Repair Process Efficiency. *Polymers*, 13 (24), 4342. <https://doi.org/10.3390/polym13244342>
- 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. <https://doi.org/10.1177/0954409715593971>
- Lee, W. G., Kim, J.-S., Sun, S.-J., Lim, J.-Y. (2016). The next generation material for lightweight railway car body structures: Magnesium alloys. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, 232 (1), 25–42. <https://doi.org/10.1177/0954409716646140>

15. Koziar, M. M., Feshchuk, Yu. V., Parfeniuk, O. V. (2018). *Kompiuterna hrafika: SolidWorks*. Kherson: Oldi-plius, 252.
16. Pustiulha, S. I., Samostian, V. R., Klak, Yu. V. (2018). *Inzhenerna hrafika v SolidWorks*. Lutsk: Vezha, 172.
17. Gerlici, J., Lovska, A., Kozáková, K. (2025). Research into the Longitudinal Loading of an Improved Load-Bearing Structure of a Flat Car for Container Transportation. *Designs*, 9 (1), 12. <https://doi.org/10.3390/designs9010012>
18. Golovanevskiy, V., Kondratiev, A. (2021). Elastic Properties of Steel-Cord Rubber Conveyor Belt. *Experimental Techniques*, 45 (2), 217–226. <https://doi.org/10.1007/s40799-021-00439-3>
19. Panchenko, S., Gerlici, J., Vatulia, G., Lovska, A., Ravlyuk, V., Harusinec, J. (2023). Studying the load of composite brake pads under high-temperature impact from the rolling surface of wheels. *EUREKA: Physics and Engineering*, 4, 155–167. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2023.002994>
20. Koshel, O., Sapronova, S., Kara, S. (2023). Revealing patterns in the stressed-strained state of load-bearing structures in special rolling stock to further improve them. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (7 (124)), 30–42. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.285894>
21. Gerlici, J., Lovska, A. (2024). Study of the Strength of the Open Wagon Hatch Door with Rectangular Corrugations under Static Loads. *Communications - Scientific Letters of the University of Zilina*, 26 (3), B216–B225. <https://doi.org/10.26552/com.c.2024.039>
22. Gerlici, J., Lovska, A., Pavliuchenkov, M. (2024). Study of the Dynamics and Strength of the Detachable Module for Long Cargoes under Asymmetric Loading Diagrams. *Applied Sciences*, 14 (8), 3211. <https://doi.org/10.3390/app14083211>
23. Gerlici, J., Lovska, A., Pavliuchenkov, M., Harušinec, J. (2024). Investigation of the Strength and Dynamic Load on a Wagon Covered with Tarpaulin for 1520 mm Gauge Lines. *Applied Sciences*, 14 (15), 6810. <https://doi.org/10.3390/app14156810>
24. Stoilov, V., Slavchev, S., Maznichki, V., Purgic, S. (2023). Method for Theoretical Assessment of Safety against Derailment of New Freight Wagons. *Applied Sciences*, 13 (23), 12698. <https://doi.org/10.3390/app132312698>
25. Lovska, A., Gerlici, J., Dižo, J., Ishchuk, V. (2023). The Strength of Rail Vehicles Transported by a Ferry Considering the Influence of Sea Waves on Its Hull. *Sensors*, 24 (1), 183. <https://doi.org/10.3390/s24010183>
26. Dižo, J., Blatnický, M., Harušinec, J., Suchánek, A. (2022). Assessment of Dynamics of a Rail Vehicle in Terms of Running Properties While Moving on a Real Track Model. *Symmetry*, 14 (3), 536. <https://doi.org/10.3390/sym14030536>
27. Soukup, J., Skočilas, J., Skočilasová, B., Dižo, J. (2017). Vertical Vibration of Two Axle Railway Vehicle. *Procedia Engineering*, 177, 25–32. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.178>
28. Goolak, S., Sapronova, S., Tkachenko, V., Riabov, I., Batrak, Y. (2020). Improvement of the model of power losses in the pulsed current traction motor in an electric locomotive. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (5 (108)), 38–46. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.218542>
29. Domin, Yu. V., Cherniak, H. Yu. (2003). *Osnovy dynamiky vagoniv*. Kyiv: KUETT, 269.
30. 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. <https://doi.org/10.3846/transport.2020.14242>
31. Goolak, S., Liubarskiy, B., Sapronova, S., Tkachenko, V., Riabov, Ie. (2021). Refined Model of Asynchronous Traction Electric Motor of Electric Locomotive. The proceedings of the 25th International Scientific Conference Transport Means 2021 - Sustainability: Research and Solutions. Kaunas, 455–460.
32. Steišūnas, S., Dižo, J., Bureika, G., Žuraulis, V. (2017). Examination of Vertical Dynamics of Passenger Car with Wheel Flat Considering Suspension Parameters. *Procedia Engineering*, 187, 235–241. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.370>
33. Dizo, J., Blatnický, M. (2019). Evaluation of Vibrational Properties of a Three-wheeled Vehicle in Terms of Comfort. *Manufacturing Technology*, 19 (2), 197–203. <https://doi.org/10.21062/ujep/269.2019/a/1213-2489/mt/19/2/197>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.327147

IDENTIFYING THE STRESS-STRAIN STATE OF RAILROAD OVERPASS SPANS (p. 14–28)

Ivan Bondar

ALT University, Almaty,
Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7376-5643>

Seidulla Abdullayev

Satbayev University, Almaty,
Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5028-8143>

Arailym Tursynbayeva

Satbayev University, Almaty,
Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0249-4991>

Asel Abdullayeva

Satbayev University, Almaty,
Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5188-3008>

Yerlan Auyesbayev

Caspian University, Almaty,
Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2143-855X>

Aliya Izbairova

Satbayev University, Almaty,
Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1727-7498>

This paper presents the results of the study of stress-strain state of reinforced concrete spans of two overpasses. With increasing volumes of cargo transportation by rail, the axle load increases up to 25 tons. Bridges and overpasses built about 100 years ago have acquired hidden defects during the years of operation. The safe operation of artificial structures requires additional research using the TENZO software and hardware complex, which processes digital records from primary transducers based on strain gauges. In 2018 and 2023, deflections, strains and stresses were obtained for typical beam spans of 11.5 m and 16.5 m of two reinforced concrete overpasses, from static and dynamic loads. For example, in 2018, the “spread” of stresses from the test load (TEM18) for the right-hand blocks of the 11.5 m spans ranged from 3.7 MPa to 3.71 MPa at different loading stages, and for the left-hand blocks of the 11.5 m spans ranged from 3.46 MPa to 3.9 MPa at different loading stages. In 2023, the stress range was from 2.58 MPa to 4.65 MPa for the right span blocks of 11.5 m span and from 2.67 MPa to 4.7 MPa for the left span blocks at different stages of loading. The 2018 data show uneven loading of the span blocks, indicating that the track axis is offset from the axis of the transportation structure. In 2023, the span structure blocks worked uniformly, which indicates that the track axis and the axis of the transportation structure are aligned (coincide). The obtained dependences “deformations and stresses” for typical beam spans of

11.5 m show the technical condition of the structures of the investigated objects, confirming the possibility of increasing the passage through them of a larger tonnage of transported cargo (increase in axial load up to 25 tons per axle). The spans have demonstrated reliable behavior under dynamic loads, with no signs of significant degradation in the period from 2018 to 2023. The use of data from scientific monitoring methods with the use of digital hardware and software systems will significantly reduce the cost of maintaining artificial structures on railroads and improve the safety of transportation infrastructure.

Keywords: railroad overpass, span structure, monitoring system, stress-strain state, deformations, strains, stresses.

References

1. Abdullayev, S. S., Bondar, I. S., Bakyt, G. B., Ashirbayev, G. K., Budiukin, A. M., Baubekov, Ye. Ye. (2021). Interaction of frame structures with rolling stock. *Series of Geology and Technical Sciences*, 445 (1), 22–28. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170x.3>
2. Abdullayev, S. S., Bakyt, G. B., Aikumbekov, M. N., Bondar, I. S., Auyesbayev, Y. T. (2021). Determination of natural modes of railway overpasses. *Journal of Applied Research and Technology*, 19 (1), 1–10. <https://doi.org/10.22201/icat.24486736e.2021.19.1.1487>
3. Zhussupov, K., Toktamyssova, A., Abdullayev, S., Bakyt, G., Yesengaliyev, M. (2018). Investigation of the Stress-Strain State of a Wheel Flange of the Locomotive by the Method of Finite Element Modeling. *Mechanics*, 24 (2). <https://doi.org/10.5755/j01.mech.24.2.17637>
4. Abdullayev, S., Tokmurzina, N., Bakyt, G. (2016). The Determination of Admissible Speed of Locomotives on the Railway Tracks of the Republic of Kazakhstan. *Transport Problems*, 11 (1), 61–68. <https://doi.org/10.20858/tp.2016.11.1.6>
5. Zhumanov, A. U. (2018). Locomotive fleet of the Republic of Kazakhstan. *Transport vehicles and equipment. Journal “Transport of the Russian Federation”*, 6 (79), 45–48.
6. Abdullayev, S., Imasheva, G., Tomkurzina, N., Adilova, N., Bakyt, G. (2018). Prospects for the Use of Gondola Cars on Bogies of Model ZK1 in the Organization of Heavy Freight Traffic in the Republic of Kazakhstan. *Mechanics*, 24 (1). <https://doi.org/10.5755/j01.mech.24.1.17710>
7. Bondar, I. S. (2016). Effect of moving load on deformations of the superstructure of a railway bridge. *Collection of papers with international participation*, 7, 64–67.
8. Bondar, I. S., Makhmetova, N. M., Kvashnin, M. Ya., Khasenov, S. S. (2023). Determination of the stress state and dynamic coefficients of beam bridges. *Bulletin of the Siberian State Transport University*, 4 (67), 92–100.
9. Plevris, V., Papazafeiropoulos, G. (2024). AI in Structural Health Monitoring for Infrastructure Maintenance and Safety. *Infrastructures*, 9 (12), 225. <https://doi.org/10.3390/infrastructures9120225>
10. Aktan, E., Bartoli, I., Glišić, B., Rainieri, C. (2024). Lessons from Bridge Structural Health Monitoring (SHM) and Their Implications for the Development of Cyber-Physical Systems. *Infrastructures*, 9 (2), 30. <https://doi.org/10.3390/infrastructures9020030>
11. Vijayan, D. S., Sivasuriyan, A., Devarajan, P., Krejsa, M., Chalecki, M., Żółtowski, M. et al. (2023). Development of Intelligent Technologies in SHM on the Innovative Diagnosis in Civil Engineering – A Comprehensive Review. *Buildings*, 13 (8), 1903. <https://doi.org/10.3390/buildings13081903>
12. Lanis, A., Razuvaev, D., Lomov, P. (2016). Conjugation of approach fill with bridge and overbridge. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2 (48), 110–120.
13. Bonessio, N., Lomiento, G., Benzoni, G. (2011). Damage identification procedure for seismically isolated bridges. *Structural Control and Health Monitoring*, 19 (5), 565–578. <https://doi.org/10.1002/stc.448>
14. Yang, Y., Li, Q., Yan, B. (2017). Specifications and applications of the technical code for monitoring of building and bridge structures in China. *Advances in Mechanical Engineering*, 9 (1). <https://doi.org/10.1177/1687814016684272>
15. Vičan, J., Gocál, J., Odrobiňák, J., Hlinka, R. (2012). Analysis and Load-carrying Capacity Estimation of Existing Railway Filler-beam Deck Bridges. *Sspjce*, 7 (2), 5–14. <https://doi.org/10.2478/v10299-012-0001-6>
16. Kvočák, V., Kožlejová, V., Chupayeva, K. (2013). State of the Art in the Utilization of Deck Bridges with Encased Filler-Beams in the Standard Construction Practice. *Sspjce*, 8 (1), 107–114. <https://doi.org/10.2478/sspjce-2013-0012>
17. Odrobiňák, J., Bujňák, J., Žilka, J. (2012). Study on Short Span Deck Bridges with Encased Steel Beams. *Procedia Engineering*, 40, 333–338. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.104>
18. Samani, R. R., Nunez, A., De Schutter, B. (2024). A Bidirectional Long Short Term Memory Approach for Infrastructure Health Monitoring Using On-board Vibration Response. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.02643>
19. Febrianto, E., Butler, L., Girolami, M., Cirak, F. (2022). Digital twinning of self-sensing structures using the statistical finite element method. *Data-Centric Engineering*, 3. <https://doi.org/10.1017/dce.2022.28>
20. Wang, X., Zhuo, Y., Li, S. (2023). Damage Detection of High-Speed Railway Box Girder Using Train-Induced Dynamic Responses. *Sustainability*, 15 (11), 8552. <https://doi.org/10.3390/su15118552>
21. Barkhordari, P., Galeazzi, R., Blanke, M. (2021). Monitoring of Railpad Long-term Condition in Turnouts Using Extreme Value Distributions. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2101.02567>
22. Sasy Chan, Y. W., Wang, H.-P., Xiang, P. (2021). Optical Fiber Sensors for Monitoring Railway Infrastructures: A Review towards Smart Concept. *Symmetry*, 13 (12), 2251. <https://doi.org/10.3390/sym13122251>
23. Radicioni, L., Bernardini, L., Bono, F. M., Anghileri, M., Capacci, L., Cazzulani, G. et al. (2023). Structural Health Monitoring of a steel truss railway bridge studying its low frequency response. *Ce/Papers*, 6 (5), 876–885. <https://doi.org/10.1002/cepa.2184>
24. Saravanan, U., Lenka, K. (2023). On condition monitoring of a corroding steel truss bridge – a case study. *Proceedings of the 14th International Workshop on Structural Health Monitoring*. <https://doi.org/10.12783/shm2023/36929>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.324343

IDENTIFICATION OF OPTIMAL BAMBOO FIBER
CONTENT TO ENHANCE IMPACT RESISTANCE OF
REINFORCED CONCRETE (p. 29–39)

Vega Aditama

Institut Teknologi Nasional Malang, Malang, Indonesia
Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9803-0926>

Sri Murni Dewi

Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7624-6283>

Ari Wibowo

Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9423-2248>

Ming Narto Wijaya

Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3269-8878>

This research focuses on the impact resistance of reinforced concrete enhanced with bamboo fibers, aiming to evaluate the influence of varying bamboo fiber content on impact energy, deflection, and impact force. Reinforced concrete beams were prepared with bamboo fiber contents of 1.25%, 2.5%, and 3.75%, representing a range of low to high volume fractions. The primary objective was to examine how bamboo fiber addition improves the concrete's mechanical performance under repeated impact loads and to determine the optimal fiber dosage for structural efficiency. The results indicate that the incorporation of bamboo fibers significantly reduces both maximum deflection and peak impact force. Notably, the 1.25% fiber content exhibited the highest increase in the Toughness Modulus (MoT), reflecting superior energy absorption capacity. Conversely, higher fiber contents (2.5% and 3.75%) led to a noticeable decline in MoT values, likely due to poor fiber dispersion and agglomeration effects. Graphical analysis of polynomial regression curves revealed that although bamboo fiber generally enhances energy absorption, each energy parameter exhibits a different trend. Released energy shows a moderately increasing trend with higher fiber content, but with high variability at elevated percentages, indicating inconsistency. Absorbed energy displays minor and inconsistent fluctuations across all fiber contents, suggesting limited fiber influence. In contrast, deformation energy peaked at 1.25% fiber content and declined sharply beyond 2.5%, implying that excessive fiber reduces the material's deformation ability. These findings confirm that bamboo fibers are a viable, sustainable additive to improve the impact resistance of concrete.

Keywords: reinforced concrete, bamboo fibers, impact resistance, Toughness Modulus, impact force, deflection reduction.

References

- Kazemi, M. T., Golsorkhtabar, H., Beygi, M. H. A., Gholamitabar, M. (2017). Fracture properties of steel fiber reinforced high strength concrete using work of fracture and size effect methods. *Construction and Building Materials*, 142, 482–489. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.03.089>
- Dewi, S. M., Wijaya, M. N., N., C. R. (2017). The use of bamboo fiber in reinforced concrete beam to reduce crack. *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/1.5003486>
- Imbeau, P. (2012). Response of reinforced concrete columns subjected to impact loading. University of Ottawa. Available at: <https://ruor.uottawa.ca/items/a8bc0aa4-3c8b-4d33-b657-2a6e3ec86a72>
- Pham, T. M., Hao, H. (2016). Prediction of the impact force on reinforced concrete beams from a drop weight. *Advances in Structural Engineering*, 19 (11), 1710–1722. <https://doi.org/10.1177/1369433216649384>
- Li, X., Ashraf, M., Li, H., Zheng, X., Wang, H., Al-Deen, S., Hazell, P. J. (2019). An experimental investigation on Parallel Bamboo Strand Lumber specimens under quasi static and impact loading. *Construction and Building Materials*, 228, 116724. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.116724>
- Bala, A., Gupta, S., Paradeshi, K. P., Dash, A. K. (2020). Behavior of bamboo wall panel under bullet impact load. *Materials Today: Proceedings*, 32, 904–909. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.673>
- Ramaswamy, H. S., Ahuja, B. M., Krishnamoorthy, S. (1983). Behaviour of concrete reinforced with jute, coir and bamboo fibres. *International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete*, 5 (1), 3–13. [https://doi.org/10.1016/0262-5075\(83\)90044-1](https://doi.org/10.1016/0262-5075(83)90044-1)
- Zhang, X., Hao, H., Li, C. (2016). Experimental investigation of the response of precast segmental columns subjected to impact loading. *International Journal of Impact Engineering*, 95, 105–124. <https://doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2016.05.005>
- Zhou, Y., Yang, J., Luo, X., Hwang, H.-J., Chen, H., Sun, J. et al. (2022). Pendulum impact loading tests of precast concrete columns with various column base connections. *Engineering Structures*, 252, 113736. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.113736>
- Kim, Y., Oh, H. (2021). Comparison between Multiple Regression Analysis, Polynomial Regression Analysis, and an Artificial Neural Network for Tensile Strength Prediction of BFRP and GFRP. *Materials*, 14 (17), 4861. <https://doi.org/10.3390/ma14174861>
- Chen, B. C., Zou, M., Liu, G. M., Song, J. F., Wang, H. X. (2018). Experimental study on energy absorption of bionic tubes inspired by bamboo structures under axial crushing. *International Journal of Impact Engineering*, 115, 48–57. <https://doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2018.01.005>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.330924

DETERMINATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE APPLICATION OF RADIAL WHEEL PAIR INSTALLATION AND BODY TILT ON HIGH-SPEED VEHICLES WHEN DRIVING ON CURVED SECTIONS OF THE TRACK (p. 40–49)

Vyacheslav Masliev

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»,
Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4575-7077>

Oleksandr Yakunin

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»,
Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6398-5195>

The object of this study is a high-speed railroad vehicle. The introduction of high-speed traffic on Ukrzaliznytsia is constrained by the structure of the track, which has up to 30% of curved sections where the speed is limited in terms of traffic safety and passenger comfort. In addition, with increasing speed, the wear of wheel rims increases significantly. This gives rise to the problem of organizing high-speed traffic. One direction to solve it (very expensive) is to design a high-speed track where curved sections are absent or have a radius of several kilometers. Another option (less expensive) is to design vehicles with devices that partially compensate for centrifugal force – gravitational, by tilting the body. To reduce the wear of wheel rims, systems for radial installation of wheelsets in curves are quite effective.

Almost 50 years of experience in using radial wheelset and body tilt systems on curved track sections in Switzerland, Norway, etc. proves their high efficiency in solving the problems of rim wear and passenger comfort.

The study reported here was conducted by computer simulation. For this purpose, a mathematical model of the dynamics of high-speed rail vehicle movement along a curved track section with a radius of 350 m and an increase in the outer rail by 0.15 m was synthesized. The feasibility of simultaneously equipping vehicles with systems for forced radial wheelsets and forced body tilt has been proven.

On routes containing 30% of curves with a radius close to 350 m, this will reduce train travel time by 8.3%. This percentage will increase proportionally in accordance with the increase in the length of curved sections along the route.

Keywords: railroad transport, radial installation, wheelset, body inclination, undamped acceleration.

References

- Lawrence, M., Bullock, R., Liu, Z. (2019). China's High-Speed Rail Development. Washington, DC: World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1425-9>

2. Huang, Y., Zong, H. (2020). The spatial distribution and determinants of China's high-speed train services. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 142, 56–70. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.10.009>
3. Tkachenko, V., Saponova, S., Braikovska, N., Tverdomed, V. (2021). Dynamic interaction of rolling stock and track on lines of speed motion combined with freight. Vinnytsia: NGO "European Scientific Platform". <https://doi.org/10.36074/dvrsklshrsv-mono-graph.2021>
4. Hubar, O., Markul, R., Tiutkin, O., Andriev, V., Arbuzov, M., Kovalchuk, O. (2020). Study of the interaction of the railway track and the rolling stock under conditions of accelerated movement. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 985 (1), 012007. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/985/1/012007>
5. Matej, J. L., Orliński, P. (2023). Reducing wheel wear of a motorised metro car on a curved track with a small curve radius. *Rail Vehicles/ Pojazdy Szynowe*, 3-4, 25–32. <https://doi.org/10.53502/rail-175921>
6. Yeritsyan, B., Liubarskyi, B., Iakunin, D. (2016). Simulation of combined body tilt system of high-speed railway rolling stock. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (9 (80)), 4–17. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.66782>
7. Lin, Y., Qin, Y., Xie, Z. (2021). Does foreign technology transfer spur domestic innovation? Evidence from the high-speed rail sector in China. *Journal of Comparative Economics*, 49 (1), 212–229. <https://doi.org/10.1016/j.jce.2020.08.004>
8. Gerlici, J., Lovska, A., Pavliuchenkov, M. (2024). Study of the Dynamics and Strength of the Detachable Module for Long Cargoes under Asymmetric Loading Diagrams. *Applied Sciences*, 14 (8), 3211. <https://doi.org/10.3390/app14083211>
9. Masliev, V. G., Kalinina, S. A., Yakunin, D. I. (2000). Bazovaya matematicheskaya model' gorizontaľnoy dinamiki lokomotiva. *Visnyk Kharkivskoho politekhnichnoho universytetu*, 118, 17–20.
10. Masliev, V. G. (2008). *Dinamika teplovozov s ustroystvami, umen'shayuschimi iznos bandazhey koles*. Kharkiv: NTU «KhPI», 288.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.329840

ВИЯВЛЕННЯ НАВАНТАЖЕНОСТІ КОНТЕЙНЕРА З КАРКАСОМ ФЕРМОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПРИ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ (с. 6–13)

А. О. Ловська, О. В. Жарова, А. О. Мурад'ян, В. Ю. Кириллова, Є. С. Пелипенко

Об'єктом дослідження є процеси сприйняття та перерозподілу навантажень в контейнері з каркасом фермової конструкції при залізничних перевезеннях. Проблема, на вирішення якої спрямоване дане дослідження, полягає у забезпеченні міцності стін контейнера при експлуатаційних навантаженнях.

Для забезпечення міцності стін контейнера пропонується підвищення жорсткості каркаса. При цьому передбачається встановлення розкосів між кутовими та вертикальними стійками, а також посилюючого горизонтального поясу між вертикальними стійками.

Для обґрунтування запропонованого удосконалення проведено розрахунок на міцність контейнера. До уваги прийнято два режими його навантаження: бокову навантаженість та вертикальну. Результати розрахунку показали, що напруження в конструкції контейнера при розглянутих режимах навантаження не перевищують допустимі. При цьому максимальні напруження при сприйнятті контейнером бокових навантажень майже на 12% нижчі за ті, що діють у типовій конструкції, а при сприйнятті вертикальних – на 5%.

Також в рамках дослідження проведено модальний аналіз контейнера. Результати проведеного розрахунку показали, що безпека його перевезень з точки зору модального аналізу дотримується.

Особливістю результатів даного дослідження є те, що забезпечення міцності контейнера досягається не використанням високо-вартісних матеріалів в його конструкції, а впровадженням фермових складових у каркас.

Сфера практичного застосування результатів дослідження – залізничний транспорт. Умовами практичного використання результатів є створення фермових складових з того ж матеріалу, що і каркасу контейнера.

Також результати дослідження сприятимуть створенню рекомендацій щодо проектування нових та модернізації існуючих контейнерів.

Ключові слова: залізничний транспорт, універсальний контейнер, удосконалення контейнера, фермова конструкція, міцність контейнера, контейнерні перевезення.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.327147

ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРОГОНОВИХ БУДОВ ЗАЛІЗНИЧНИХ ШЛЯХОПРОВІДІВ (с. 14–28)

Ivan Bondar, Seidulla Abdullayev, Arailym Tursynbayeva, Asel Abdullayeva, Yerlan Auyesbayev, Aliya Izbairova

Представлено результати дослідження напружено-деформованого стану залізобетонних прогонових будов двох шляхопроводів. Зі збільшенням обсягів вантажоперевезень залізничним транспортом навантаження на вісь зростає до 25 тонн. Мости та шляхопроводи, побудовані близько 100 років тому, за роки експлуатації набули прихованих дефектів. Безпечна експлуатація штучних споруд потребує додаткових досліджень з використанням програмно-апаратного комплексу TENZO, який обробляє цифрові записи з первинних перетворювачів на основі тензOMETричних датчиків. У 2018 та 2023 роках були отримані прогини, деформації та напруження для типових прогонових будов 11,5 м та 16,5 м двох залізобетонних шляхопроводів від статичних та динамічних навантажень. Наприклад, у 2018 році «розкид» напружень від тестового навантаження (ТЕМ18) для правих блоків прогонових будов 11,5 м становив від 3,7 МПа до 3,71 МПа на різних стадіях навантаження, а для лівих блоків прогонових будов 11,5 м – від 3,46 МПа до 3,9 МПа на різних стадіях навантаження. У 2023 році діапазон напружень становив від 2,58 МПа до 4,65 МПа для блоків правого прольоту 11,5 м і від 2,67 МПа до 4,7 МПа для блоків лівого прольоту на різних етапах навантаження. Дані 2018 року показують нерівномірність навантаження прогонових будов, що свідчить про зміщення осі колії від осі транспортної споруди. У 2023 році блоки прогонової будови працювали рівномірно, що свідчить про те, що вісь колії та вісь транспортної споруди вирівняні (співпадають). Отримані залежності «деформації-напруження» для типових прогонових будов 11,5 м показують технічний стан конструкцій досліджуваних об'єктів, підтверджуючи можливість збільшення пропуску через них більшого тоннажу вантажів, що перевозяться (збільшення осьового навантаження до 25 т на вісь). Прогонові будови продемонстрували надійну поведінку при динамічних навантаженнях, без ознак суттєвої деградації в період з 2018 по 2023 роки. Використання даних наукових методів моніторингу із застосуванням цифрових апаратно-програмних комплексів дозволить суттєво зменшити витрати на утримання штучних споруд на залізницях та підвищити безпеку транспортної інфраструктури.

Ключові слова: залізничний шляхопровід, прогонова будова, система моніторингу, напружено-деформований стан, деформації, напруження, деформації, напруження.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.324343

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВМІСТУ БАМБУКОВОГО ВОЛОКНА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ УДАРІСТОТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОНУ (с. 29–39)

Vega Aditama, Sri Murni Dewi, Ari Wibowo, Ming Narto Wijaya

Це дослідження зосереджено на ударній стійкості залізобетону, посиленого бамбуковими волокнами, з метою оцінки впливу різного вмісту бамбукового волокна на енергію удару, прогин та силу удару. Залізобетонні балки були виготовлені з вмістом бамбукового

волокна 1,25%, 2,5% та 3,75%, що представляє діапазон від низької до високої об'ємної частки. Основною метою було дослідити, як додавання бамбукового волокна покращує механічні характеристики бетону при повторних ударних навантаженнях, та визначити оптимальне дозування волокна для структурної ефективності. Результати показують, що додавання бамбукового волокна значно зменшує як максимальний прогин, так і пікову силу удару. Примітно, що вміст волокна 1,25% продемонстрував найбільше збільшення модуля міцності (ММ), що відображає кращу здатність до поглинання енергії. І навпаки, вищий вміст волокна (2,5% та 3,75%) призвів до помітного зниження значень ММ, ймовірно, через погану дисперсію та ефекти агломерації волокна. Графічний аналіз кривих поліноміальної регресії показав, що хоча бамбукове волокно загалом покращує поглинання енергії, кожен параметр енергії демонструє різну тенденцію. Вивільнена енергія демонструє помірно зростаючу тенденцію з вищим вмістом волокна, але з високою мінливістю при підвищених відсотках, що вказує на нестабільність. Поглинена енергія демонструє незначні та нестабільні коливання для всіх вмістів волокна, що свідчить про обмежений вплив волокна. Навпаки, енергія деформації досягла піку при вмісті волокна 1,25% і різко знизилася після 2,5%, що свідчить про те, що надмірна кількість волокна знижує здатність матеріалу до деформації. Ці результати підтверджують, що бамбукові волокна є життєздатною та стійкою добавкою для покращення ударостійкості бетону.

Ключові слова: залізобетон, бамбукові волокна, ударостійкість, модуль міцності, ударна сила, зменшення прогину.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.330924

ВИЯВЛЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НА ШВИДКІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ РАДІАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ КОЛІСНИХ ПАР ТА НАХИЛУ КУЗОВА ПРИ РУХУ ПО КРИВИХ ДІЛЯНКАХ КОЛІЇ (с. 40–49)

В. Г. Маслієв, О. О. Якунін

Об'єктом дослідження є швидкісний залізничний транспортний засіб. Впровадження швидкісного руху на Укрзалізниці стримується будовою колії, яка має до 30% кривих ділянок, де швидкість обмежено за умов безпеки руху та комфорту пасажирів. Також із ростом швидкості руху суттєво збільшується знос гребнів коліс. Тому виникає одна з проблем при організації швидкісного руху. Один з напрямків її вирішення (дуже коштовний), полягає у створенні швидкісної колії, де криві ділянки відсутні, або мають радіус декілька кілометрів. Другий (менш коштовний) напрямок полягає у створенні транспортних засобів з пристроями, які частково компенсують відцентрову силу – гравітаційною, шляхом нахилу кузова. Для зменшення зносу гребнів коліс достатньо ефективні системи для радіальної установки колісних пар у кривих.

Майже 50-річний досвід використання систем радіальної установки колісних пар та нахилу кузова на кривих ділянках колії у Швейцарії, Норвегії та ін. доводить їх високу ефективність у вирішенні проблем зносу гребнів та комфорту пасажирів.

Дослідження проведено шляхом моделювання з використанням комп'ютерних технологій. Для цього синтезовано математичну модель динаміки руху швидкісного залізничного транспортного засобу по кривій ділянці колії з радіусом 350 м та підвищенням зовнішньої рейки на 0,15 м. Доведено доцільність одночасного обладнання транспортних засобів системами для примусової радіальної установки колісних пар та примусового нахилу кузова. На маршрутах, які містять 30% кривих з радіусом, що наближений до 350 м, це дозволить зменшити час руху поїздів на 8,3%. Цей відсоток буде пропорційно зростати – відповідно до збільшення на маршруті протяжності кривих ділянок.

Ключові слова: залізничний транспорт, радіальна установка, колісна пара, нахил кузова, непогашене прискорення.