

УДК 629.45/.46.015:629.4.027.5

Кирильчук, О. А. Исследование горизонтальных колебаний вагона, оборудованного колесными парами с независимым вращением колес [Research of horizontal oscillations of a car equipped with wheelsets with independent wheel rotation] / О. А. Кирильчук // Вісник сертифікації залізничного транспорту. – 2019. – № 4 (56). – С. 54-61.

Исследование горизонтальных колебаний вагона, оборудованного колесными парами с независимым вращением колес

*Кирильчук О. А., старший преподаватель каф. «Вагоны и вагонное хозяйство»,
Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна, Днепро, Украина*

Аннотация: Проведены теоретические исследования горизонтальных колебаний пассажирского вагона при движении по прямому участку пути без неровностей. Так как вагон оборудован колесными парами с независимым вращением, были получены результаты колебаний вагона при различных скоростях и различных видах связи между полуосями колесной пары. На основании проведенных исследований установлено, что решение проблемы устойчивости экипажей на высоких скоростях может быть достигнуто использованием колесной пары с независимым вращением колес и демпфирующим элементом в соединении полуосей, в то время как использование упругого элемента в соединении полуосей не принесло желаемого результата.

Ключевые слова: колебания, устойчивость, динамика, вагон, колесная пара, независимое вращение колес

Дослідження горизонтальних коливань вагона, обладнаного колісними парами з незалежним обертанням коліс

*Кирильчук О. А., старший викладач каф. «Вагони та вагонне господарство»,
Дніпровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В. Лазаряна, Дніпро, Україна*

Анотація: Проведено теоретичні дослідження горизонтальних коливань пасажирського вагона при русі по прямій ділянці шляху без нерівностей. Так як вагон обладнано колісними парами з незалежним обертанням, були отримані результати коливань вагону при різних швидкостях і різних видах зв'язку між півсями колісної пари. На підставі проведених досліджень встановлено, що рішення проблеми стійкості екіпажів на високих швидкостях може бути досягнуто використанням колісної пари з незалежним обертанням коліс і демпфируючим елементом в з'єднанні піввісь, в той час як використання пружного елемента в з'єднанні піввісь не принесло бажаного результату.

Ключові слова: коливання, стійкість, динаміка, вагон, колісна пара, незалежне обертання коліс

О. Kyryl'chuk, senior lecturer of department «Car and Car Facilities»,

Research of horizontal oscillations of a car equipped with wheelsets with independent wheel rotation

Abstract. Theoretical studies of horizontal oscillations of a passenger car when driving along a straight section of the road without irregularities were carried out. Since the car is equipped with wheelsets with independent rotation of the wheels, the results of the car oscillations at various speeds and different types of connection between the axles of the wheelset were obtained. Based on the research, it was found that solving the problem of crew stability at high speeds can be achieved using a wheelset with independent wheel rotation and a damping element in the semiaxis, while the use of an elastic element in the semiaxis did not bring the desired result.

Keywords: *oscillations, stability, dynamics, car, wheelset, independent rotation of wheels*

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Визначення впливу показників тертя в системі «кузов-візок» на динаміку вантажного вагона / С. В. Мямлін, Л. О. Недужа, А. О. Швець // Наука та прогрес транспорту. – 2014. – № 2 (50). – С. 152-163. doi: 10.15802/stp2014/23792.
2. Жаковський, О. Д. Вплив конструкції буксового вузла вантажного візка на навантаженість роликів касетного підшипника / О. Д. Жаковський, О. А. Кирильчук, Л. О. Недужа // Вісник сертифікації залізничного транспорту. – 2018. – № 05 (51). – С. 12-20.
3. Калівода, Я. Досвід експериментальних досліджень рухомого складу з використанням стендового обладнання / Я. Калівода, Л. Недужа // Вагонний парк. – 2017. – № 3-4. – С. 28-30.
4. Кирильчук, О. А. Разработка математической модели горизонтальных колебаний вагона с независимым вращением колес / О. А. Кирильчук // Вісник сертифікації залізничного транспорту. – 2019. – № 03 (55). – С. 64-70.
5. Кирильчук, О. А. Теоретичні дослідження горизонтальних коливань вагона, який обладнано колісними парами з незалежним обертанням коліс / О. А. Кирильчук // Вісник сертифікації залізничного транспорту. – 2019. – № 02 (54). – С. 42-49.
6. Клименко, И. В. Определение значений жесткости связи наклонной тяги с кузовом грузового локомотива / И. В. Клименко, Л. А. Недужая // Вісник сертифікації залізничного транспорту. – 2018. – № 04 (50). – С. 60-68.
7. Комп'ютерне моделювання залізничних транспортних засобів: метод. вказівки до виконання практичних робіт, курсового та дипломного проектування / М. І. Капіца, Я. Калівода, Л. О. Недужа, О. Б. Очкасов, Д. В. Черняєв. – Д.: ДНУЗТ, 2018. – 59 с.
8. Недужа, Л. О. Визначення раціональних значень параметрів екіпажної частини вантажного магістрального електровоза : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07 / Л. О. Недужа ; Дніпропетр. держ. техн. ун-т залізн. трансп. – Д., 2000. – 21 с.
9. Недужая, Л. А. К расчету параметров экипажной части электровоза / Л. А. Недужая // Придніпровський науковий вісник (Технічні науки). – 1998. – № 43 (110). – С. 51-53.

10. Мямлін, С. В. Дослідження динаміки та міцності вантажних вагонів: навч. посіб. / С. В. Мямлін, Л. О. Недужа, А. О. Швець. – Д.: «Свідлер А.Л.». – 2018. – 257 с.
11. Мямлін, С. В. Роль студентської науки у формуванні світогляду інженера-механіка / С. В. Мямлін, Л. О. Недужа // Локомотив-інформ. – 2015. – № 1-2. – С. 55-57.
12. Недужа, Л. О. Використання сучасного пакету програм при розв'язанні інженерних задач на залізничному транспорті / Л. О. Недужа, А. О. Швець // Локомотив-інформ. – 2016. – № 5–6. – С. 42-44.
13. Недужа, Л. О. Вітчизняні електровози для залізниць України // Недужа Л. О., Ботін О. В., Чернявська О. Є. // Вісник сертифікації залізничного транспорту. – 2019. – № 1. – С. 22-27.
14. Недужа, Л. О. Теоретичні та експериментальні дослідження міцнісних якостей хребтової балки вантажного вагона / Л. О. Недужа, А. О. Швець // Наука та прогрес транспорту. – 2018. – № 1 (73). – С. 131-147. doi: 10.15802/stp2018/123457.
15. Татарінова, В. А. Застосування програмних комплексів при дослідженні стану транспортних засобів / В. А. Татарінова, Я. Калівода, Л. О. Недужа // Вісник сертифікації залізничного транспорту. – 2018. – № 04 (50). – С. 82-91.
16. Татарінова, В. А. Теоретичні дослідження руху одиниці рухомого складу / В. А. Татарінова, Л. О. Недужа // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2018. – № 16. – С. 121-126.
17. Татарінова, В. А. Щодо визначення раціональних значень параметрів екіпажної частини вантажного локомотива / В. А. Татарінова, Л. О. Недужа // Вісник сертифікації залізничного транспорту. – 2018. – № 06 (52). – С. 10-19.
18. Тен, А. А. Экспериментальные исследования динамической нагруженности полувагона на перспективных тележках / А. А. Тен, С. В. Мямлин, Л. А. Недужая // Вагонный парк. – 2014. – № 10. – С. 14-18.
19. Babyak, M. O. The Investigation of Protective Strap's Wear of Pantographs Electric Rolling Stock of Direct Current / M. O. Babyak, L. O. Neduzha, V. Ya. Koty`k // Elektryfikaciya transportu. – 2011. – Vol. 2. – P. 10-12.
20. Bondarenko, I. O. Investigation of the Influence of the Rolling Stock Dynamics on the Intensity of Using of the Railway Track Elements / I. O. Bondarenko, L. O. Neduzha // Science and Transport Progress. – 2019. – Vol. 4 (82). – P. 61-73. doi: <https://doi.org/10.15802/stp2019/176661>.
21. Dailidka S., Myamlin S.V., Neduzhaya L.A. Fleet of Locomotives Renewal of the Lithuanian Railways [Renewal of locomotive stock of Lithuanian Railways]. Proc. of Donetsk Railway Transport Institute, 2011, issue 28, pp. 174-179.
22. Determination of Dynamic Performance of Freight Cars Taking Into Account Technical Condition of Side Bearers / S. Myamlin, L. Neduzha, O. Ten, A. Shvets // Наука та прогрес транспорту. – 2013. – № 1 (43). – С. 162-169. doi: 10.15802/stp2013/9589.
23. Kalivoda, J. Enhancing the Scientific Level of Engineering Training of Railway Transport Professionals / J. Kalivoda, L. O. Neduzha // Наука та прогрес транспорту. – 2017. – № 6 (72). – С. 128-137. doi: 10.15802/stp2017/119050.
24. Kyryl'chuk, O. High Speed Stability of a Railway Vehicle Equipped with Independently Rotating Wheels / O. Kyryl'chuk, J. Kalivoda, L. Neduzha // Proc. of 24th Intern. Conf. «Engineering Mechanics 2018». – P. 473-476. doi: 10.21495/91-8-473.

25. Mathematical Modeling of Dynamic Loading of Cassette Bearings for Freight Cars / S. Myamlin, O. Lunys, L. Neduzha, O. Kyryl'chuk // *Transport Means : Proc. of 21st Intern. Scientific Conf. (20–22nd Sept. 2017).* – Kaunas, 2017. – P. 973–976.
26. Myamlin, S. Estimation of Dynamic Qualities of Freight Wagons on Bogies of a Perspective Model / S. Myamlin, O. Lunys, L. Neduzha // *Proc. of IX Intern. Conf. «Transport Problems».* – 2017. – P. 459-469.
27. Myamlin, S. Experimental Research of Dynamic Qualities of Freight Cars with Bogies of Different Designs / S. Myamlin, O. Ten, L. Neduzha // *Наука та прогрес транспорту.* – 2014. – № 3 (51). – С. 136-145. doi: 10.15802/stp2014/25921.
28. Myamlin, S. V. Parametric environment in railway transport. Principles, assessment, monitoring, security: monograph / S. V. Myamlin, Yu. V. Zelenko, L. O. Neduzha. – D.: Lithographer Publ. – 2014. – 203 p.
29. Neduzha, L. O. Application of APM WinMachine Software for Design and Calculations in Mechanical Engineering / L. O. Neduzha, A. O. Shvets // *Наука та прогрес транспорту.* – 2016. – № 2 (62). – С. 129-147. doi: 10.15802/stp2016/67328.
30. Neduzha, L. The Road over Dnipro. Contemporaneity and Prospects / L. Neduzha, O. Cherniavska // *Visnik sertifikatsii zaliznichnogo transportu.* – 2019. – Vol. 1. – P. 28-32.
31. Pshin'ko, O. Influence of frequency characteristics of the locomotive on rational values of parameters of its vehicular part / O. Pshin'ko, S. Myamlin, L. Neduzha // *Proc. Intern. Scientific Conf. «Mechanics 2016».* – 2016. – P. 203-209.
32. Tatarinova, V. A. Research of Locomotive Mechanics Behavior / V. A. Tatarinova, J. Kalivoda, L. O. Neduzha // *Science and Transport Progress.* – 2018. – Vol. 5 (77). – P. 104-114. doi: 10.15802/stp2018/148026.
33. Research of Friction Indices Influence on the Freight Car Dynamics / S. Myamlin, L. Neduzha, O. Ten, A. Shvets // *TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture.* – 2013. – Vol. 13, No 4. – P. 159-166.

References:

1. Determination of Friction Performance Influence in the System "Body-Bogie" on the Freight Car Dynamics [Viznachennya vplivu pokaznikov tertya v sistemi «kuzov-vizok» na dinamiku vantazhnogo vagona] / S. V. Myamlin, L. O. Neduzha, A. O. Shvets // *Science and Transport Progress.* – 2014. – Vol. 2 (50). – P. 152-163. doi: 10.15802/stp2014/23792.
2. Zhakovskiy, O. D. Influence of Construction Axle Box of Freight Bogie on Loading Rollers Cassette Bearing / O. D. Zhakovskiy, O. A. Kirilchuk, L. O. Neduzha // *Visnik sertifikatsii zaliznichnogo transportu.* – 2018. – Vol. 05 (51). – P. 12-20.
3. Kalivoda, J. Experimental Research Experience with Rolling Stock Stand Equipment / J. Kalivoda, L. Neduzha // *Car fleet.* – 2017. – Vol. 3-4. – P. 28-30.
4. Kyryl'chuk, O. A. Development of a mathematical model of horizontal oscillations of a car with independent wheel rotation / O. Kyryl'chuk // *Visnik sertifikatsii zaliznichnogo transportu.* – 2019. – Vol. 03 (55). – P. 64-70.
5. Kyryl'chuk, O. A. Theoretical Research of Lateral Oscillations of a Railway Vehicle Equipped with Independently Rotating Wheels / O. Kyryl'chuk // *Visnik sertifikatsii zaliznichnogo transportu.* – 2019. – Vol. 02 (54). – P. 42-49.

6. Klimenko, I. V. Determination of the Values of Hardness in the Bond of the Sloping Beam with the Freight Locomotive's Body / I. V. Klimenko, L. A. Neduzhaya // *Visnik sertifikatsii zaliznichnogo transportu*. – 2018. – Vol. 04 (50). – P. 60-68.
7. Kapitsa, M. I., Kalivoda, J., Neduzha, L. O., Ochkasov, O. B., & Chernyayev, D. V. (2018). *Komp'yuterne modelyuvannya zaliznichnikh transportnikh zasobiv: metodychni vkazivky do vykonannya praktychnykh robit, kursovoho ta dyplomnoho proektuvannia*. D.: DNUZT, 59 p. (in Ukrainian)
8. Neduzha, L. O. *Viznachennya ratsionalnikh znachen parametriv ekipazhnoi chastini vantazhnogo magistralnogo elektrovoza : avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.22.07 / L. O. Neduzha ; Dnipropetr. derzh. tekhn. un-t zalizn. transp.* – D., 2000. – 21 p.
9. Neduzhaya, L. A. K raschetu parametrov ekipazhnoy chasti elektrovoza [K raschetu parametrov ekipazhnoi chasty elektrovoza] / L. A. Neduzhaya // *Pridniprovskiy naukoviy visnik (Tekhnichni nauki)*. – 1998. – Vol. 43 (110). – P. 51-53.
10. Myamlin, S. V. Research of Dynamics and Strength of Freight Cars / S. V. Myamlin, L. O. Neduzha, A. O. Shvets. – D.: «Svidler A.L.». – 2018. – 257 p.
11. Myamlin, S. V. Role of Student's Science in Forming of Technical Engineer's Ideology / S. V. Myamlin, L. O. Neduzha // *Lokomotiv-inform*. – 2015. – Vol. 1-2. – P. 55-57.
12. Neduzha L. O., & Shvets A. A. (2016). *Vykorystannia suchasnoho paketu proham pry rozv'iazanni inzhenernykh zadach na zaliznychnomu transporti [Vikoristannya suchasnogo paketu program pri rozv'yazanni inzhenernykh zadach na zaliznchnomu transporti]*. *Lokomotiv-inform*, 5-6, 42-44.
13. Neduzha, L. Electric Locomotives for Ukraine Railways / L. Neduzha, O. Botin, O. Cherniavska // *Visnik sertifikatsii zaliznichnogo transportu*. – 2019. – Vol. 1. – P. 22-27.
14. Neduzha, L. O. Theoretical and Experimental Research of Strength Properties of Spine Beam of Freight Cars / L. O. Neduzha, A. O. Shvets // *Science and Transport Progress*. – 2018. – Vol. 1 (73). – P. 131–147. doi: 10.15802/stp2018/123457.
15. Tatarinova, V. A. Application of Software Tools in the Research of Vehicles / V. A. Tatarinova, J. Kalivoda, L. O. Neduzha // *Visnik sertifikatsii zaliznichnogo transportu*. – 2018. – Vol. 04 (50). – P. 82-91.
16. Tatarinova, V. Theoretical Research of the Traction Vehicle Motion / V. Tatarinova, L. Neduzha // *Electromagnetic compatibility and safety on railway transport*. – 2018. – Vol. 16. – P. 121-126.
17. Tatarinova, V. A. For Determination of Rational Parameters Values for Vehicle Part of Freight Locomotive / V. A. Tatarinova, L. O. Neduzha // *Visnik sertifikatsii zaliznichnogo transportu*. – 2018. – Vol. 06 (52). – P. 10-19.
18. Ten, A. A. Experimental Researching of Dynamic Loading of Low-Sided Car on Long-Range Bogies / A. A. Ten, S. V. Myamlin, L. A. Neduzhaya // *Car fleet*. – 2014. – Vol. 10. – P. 14-18.
19. Babyak, M. O. The Investigation of Protective Strap's Wear of Pantographs Electric Rolling Stock of Direct Current / M. O. Babyak, L. O. Neduzha, V. Ya. Koty`k // *Elektryfikaciya transportu*. – 2011. – Vol. 2. – P. 10-12.
20. Bondarenko, I. O. Investigation of the Influence of the Rolling Stock Dynamics on the Intensity of Using of the Railway Track Elements / I. O. Bondarenko, L. O. Neduzha // *Science and Transport Progress*. – 2019. – Vol. 4 (82). – P. 61-73. doi: <https://doi.org/10.15802/stp2019/176661>.

21. Dailidka S., Myamlin S.V., Neduzhaya L.A. Fleet of Locomotives Renewal of the Lithuanian Railways [Renewal of locomotive stock of Lithuanian Railways]. Proc. of Donetsk Railway Transport Institute, 2011, issue 28, pp. 174-179.
22. Myamlin S., Neduzha L., Ten A., Shvets A., 2013.: Determination of dynamic performance of freight cars taking into account technical condition of side bearers. Science and transport progress bulletin of Dniepropetrovsk national university of railway transport named after academician V. Lazaryan. Scientific journal, 1 (43) 2013, 162-170.
23. Kalivoda, J. Enhancing the Scientific Level of Engineering Training of Railway Transport Professionals / J. Kalivoda, L. O. Neduzha // Science and Transport Progress. – 2017. – Vol. 6 (72). – P. 128-137. doi: 10.15802/stp2017/119050.
24. Kyryl'chuk, O. High Speed Stability of a Railway Vehicle Equipped with Independently Rotating Wheels / O. Kyryl'chuk, J. Kalivoda, L. Neduzha // Proc. of 24th Intern. Conf. «Engineering Mechanics 2018». – P. 473-476. doi: 10.21495/91-8-473.
25. Myamlin, S., Lunys, O., Neduzha, L., & Kyryl'chuk, O. (2017). Mathematical Modeling of Dynamic Loading of Cassette Bearings for Freight Cars. Transport Means: Proc. of 21st Intern. Scientific Conf., 973-976.
26. Myamlin, S. Estimation of Dynamic Qualities of Freight Wagons on Bogies of a Perspective Model / S. Myamlin, O. Lunys, L. Neduzha // Proc. of IX Intern. Conf. «Transport Problems». – 2017. – P. 459-469.
27. Myamlin, S. Experimental Research of Dynamic Qualities of Freight Cars with Bogies of Different Designs / S. Myamlin, O. Ten, L. Neduzha // Science and Transport Progress. – 2014. – Vol. 3 (51). – P. 136-145. doi: 10.15802/stp2014/25921.
28. Zelenko Yu. V., Miamlin C, V., Neduzha L. O., *Parametrytshna ekolohiya na zaliznytshnomu transporti: pryntsyty, otsinka, kontrol, bezpeka: monohrafiya*, Litohraf, 240 p. (2014). [in Ukrainian]
29. Neduzha, L. O. Application of APM WinMachine software for design and calculations in mechanical engineering / L. O. Neduzha, A. O. Shvets // Science and Transport Progress. – 2016. – Vol. 2 (62). – P. 129-147. doi 10.15802/stp2016/67328.
30. Neduzha, L. The Road over Dnipro. Contemporaneity and Prospects / L. Neduzha, O. Cherniavska // Visnik sertifikatsii zaliznichnogo transportu. – 2019. – Vol. 1. – P. 28-32.
31. Pshin'ko, O. Influence of frequency characteristics of the locomotive on rational values of parameters of its vehicular part / O. Pshin'ko, S. Myamlin, L. Neduzha // Proc. Intern. Scientific Conf. «Mechanics 2016». – 2016. – P. 203-209.
32. Tatarinova, V. A. Research of Locomotive Mechanics Behavior / V. A. Tatarinova, J. Kalivoda, L. O. Neduzha // Science and Transport Progress. – 2018. – Vol. 5 (77). – P. 104-114. doi: 10.15802/stp2018/148026.
33. Research of Friction Indices Influence on the Freight Car Dynamics / S. Myamlin, L. Neduzha, O. Ten, A. Shvets // TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. – 2013. – Vol. 13, No 4. – P. 159-166.