

Influence of Parameters of Electric Locomotive on its Critical Speed

Klimenko, I. Influence of Parameters of Electric Locomotive on its Critical Speed / I. Klimenko, J. Kalivoda, L. Neduzha // Proceedings of the International Conference Transbaltica XI: Transportation Science and Technology. Transbaltica 2019. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure. Springer, Cham. – 2020. – P. 531-540. https://doi.org/10.1007/978-3-030-38666-5_56

Abstract. A high speed is one of the most important today's requirements for the rail transport. However, increasing the maximum speed brings also the problem of a vehicle stability. The parameters of the vehicle suspension should be tuned in order to achieve vehicle stability in the entire speed range. The article presents the results of theoretical study of the impact of the suspension parameters of the mainline electric locomotive type DS3 on the magnitude of its critical speed. The stability and critical speed are assessed by eigenvalues calculation of the linear model of the vehicle. The study compares 9 variants of vehicle parameters. The sensitivity of the critical speed on the individual parameters is shown and discussed. At the same time, it is shown that by tuning vehicle parameters in order to achieve high critical speed, some other vehicle characteristics may deteriorate. As the result, the optimal range of the stiffness values of the connection of axle-boxes and bogie-frame is recommended.

Keywords: Electric Locomotive, Critical Speed, Suspension Parameters, Linear Model, Eigenvalues.

Вплив параметрів електровоза на його критичну швидкість

Анотація. Висока швидкість – одна з найважливіших сучасних вимог до залізничного транспорту. Однак, підвищення максимальної швидкості також приносить проблему стійкості транспортного засобу. Параметри підвішування транспортного засобу повинні бути налаштовані для досягнення стійкості транспортного засобу у всьому діапазоні швидкостей. У статті представлені результати теоретичного вивчення впливу параметрів підвішування магістрального електровоза типу DS3 на величину його критичної швидкості. Стійкість і критична швидкість оцінюються шляхом розрахунку власних значень лінійної моделі транспортного засобу. Дослідження порівнює 9 варіантів параметрів транспортного засобу. Показано та порівнюється вплив критичної швидкості на окремі параметри. У той же час показано, що, вар'їруючи параметри транспортного засобу для досягнення високої критичної швидкості, деякі інші характеристики транспортного засобу можуть погіршуватися. Як результат, рекомендується оптимальний діапазон значень жорсткості з'єднання букс і та рами візка.

Ключові слова: електровоз, критична швидкість, параметри підвішування, лінійна модель, власні значення.

References

1. Kortum, W., Goodall, R. M., Hedrick, J. K.: Mechatronics in ground transportation-current trends and future possibilities, Annual Reviews in Control, Vol. 22, pp. 133–144 (2008).
2. Myamlin, S., Dailydka, S., Neduzha, L.: Mathematical Modeling of a Cargo Locomotive. Proc. of 16th Intern. Conf. "Transport Means 2012", pp. 310–312 (2012).
3. Myamlin, S., Luchanin, M., Neduzha, L.: Construction Analysis of Mechanical Parts of Locomotives. TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture, Vol. 13, No 3, 162–169 (2013).
4. Tatarinova, V. A., Kalivoda, J., Neduzha, L. O.: Research of Locomotive Mechanics Behavior. Science and Transport Progress, Vol. 5 (77), 104–114 (2018). DOI: 10.15802/stp2018/148026.
5. Myamlin, S., Kalivoda, J., Neduzha, L.: Testing of Railway Vehicles Using Roller Rigs. Procedia Engineering. Proc. of 10th Intern. Scientific Conf. "Transbaltica 2017", Vol. 187, pp. 688–695 (2017). DOI: 10.1016/j.proeng.2017.04.439.

6. Myamlin, S., Neduzha, L., Urbutis, Ž.: Research of Innovations of Diesel Locomotives and Bogies. Proc. of 9th Intern. Scientific Conf. «Transbaltica 2015», Vol. 134, pp. 470–475 (2016). DOI: 10.1016/j.proeng.2016.01.069.
7. Kalivoda, J., Bauer, P.: Roller Rig Tests with Active Stabilization of a Two-Axle Bogie. In: Civil-Comp Proceedings. Railways 2016, The Third International Conference on Railway Technology: Research, Development and Maintenance, Cagliari, 2016-04-05/2016-09-08. Stirling: Civil-Comp Press Ltd (2016). DOI:10.4203/ccp.110.96.
8. Vorobiev, V. I., Izmerov, O. V., Kopylov, S. O.: Features of Decision-Making Simulation When Designing Locomotive Underframe Part. Proc. of the 4th Intern. Conf. on Industrial Engineering, pp. 2347–2356 (2018).
9. Knothe, K. and Böhm, F.: History of Stability of Railway and Road Vehicles. Vehicle System Dynamics, Vol. 31, Issue 11, pp. 283–323 (1999).
10. Braghin, F., Bruni, S., Resta, F.: Active yaw damper for the improvement of railway vehicle stability and curving performances: simulations and experimental results. Vehicle System Dynamics, Vol. 44, Issue 5-6, pp. 857–869 (2007).
11. Polach, O.: Curving and stability optimisation of locomotive bogies using interconnected wheelsets. Vehicle System Dynamics, Vol. 41, Supplement, pp. 53–62 (2004).
12. Kyryl'chuk, O., Kalivoda, J., Neduzha, L.: High Speed Stability of a Railway Vehicle Equipped with Independently Rotating Wheels. Proc. of 24th Intern. Conf. Engineering Mechanics 2018, pp. 473–476 (2018). DOI: 10.21495/91-8-473.
13. Klimenko, I., Kalivoda, J., Neduzha, L.: Parameter Optimization of the Locomotive Running Gear. Proc. of 22nd Intern. Scientific Conf. «Transport Means. 2018», pp. 1095–1098 (2018).
14. Klimenko, I., Černiauskaite, L., Neduzha, L., Ochkasov, O.: Mathematical Simulation of Spatial Oscillations of the "Underframe-Track" System Interaction. Intelligent Technologies in Logistics and Mechatronics Systems – ITELMS'2018: Proc. of 12th Intern. Conf., pp. 105–114 (2018).
15. Gorbunov, M., Fomin, O., Kovalenko, V., Domin, R.: Theoretical foundations for conceptually new rolling stock modules. Part 1: monograph. Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Akcept PP, 100 (2017).
16. Dub, M.; Kolář, J.; Lopot, F.: Axle gearbox hinge as a diagnostic member for rail vehicle drive. EAN 2018 56th conference on experimental stress analysis, Conference Proceedings. Praha: Česká společnost pro mechaniku, pp. 77–83 (2018).
17. Dub, M.; Kolář, J.; Lopot, F.; Dynybyl, V.: Dynamic simulation of a driving wheelset on the roller test rig. In: Civil-Comp Proceedings. Railways 2016, The Third International Conference on Railway Technology: Research, Development and Maintenance, Cagliari, 2016-04-05/2016-09-08. Stirling: Civil-Comp Press Ltd (2016). DOI:10.4203/ccp.110.260.
18. Bauer, P.; Kalivoda, J.: System of Axle-Box Force Measurement for Experimental Railway Bogie. In: Experimental Stress Analysis - 56th International Scientific Conference, EAN 2018, Conference Proceedings, Praha: Česká společnost pro mechaniku, 9–16 (2018).
19. Блохин, Е. П., Коротенко, М. Л., Луханин, Н. И.: О конструкционной скорости локомотива. Залізничний транспорт України, Vol. 4, 41–42 (2007).