

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДИНАМІКИ ЗАЛІЗНИЧНОГО
АВТОНОМНОГО ТЯГОВОГО МОДУЛЯ**

Буреш Франтішек
АТ «Українські залізниці»

Створення сучасних транспортних засобів, як правило, супроводжується теоретичними та експериментальними дослідженнями динамічних та міцнісних якостей створюваних конструкцій. Актуальним науково-прикладним завданням на сучасному етапі розвитку залізничного транспорту є розробка конструкцій автономних транспортних засобів, здатних виконувати транспортування рухомого складу залізниць на далекі відстані у безпілотному виконанні. При цьому перевезення можуть здійснюватися як вантажів, так і пасажирів. Унікальність даних транспортних засобів складається в тому, що їх конструктивне виконання дозволяє забезпечувати не тільки необхідну швидкість руху залізничною колією, а й отримувати необхідні динамічні характеристики та показники безпеки руху. Це можливо завдяки використанню оригінальних технічних рішень в конструкції механічної частини автономних тягових модулів. Дослідження динамічних якостей інноваційних конструкцій автономних тягових модулів можливо виконати за допомогою відповідної математичної моделі динаміки даного транспортного засобу з урахуванням параметрів взаємодії між екіпажною частиною та рейковою колією. Дана модель і пропонується автором для досліджень. Математична модель автономного тягового модуля, як складної механічної системи, представляє собою систему диференціальних рівнянь.

Диференціальні рівняння руху чотиривісного автономного тягового модуля складено у формі рівнянь Лагранжа другого роду [1-4]:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} + \frac{\partial \Phi}{\partial q_i} = Q_i + S_i^*, \quad (i = \overline{1,50})$$

де T и Π – кінетична та потенційна енергія системи; Φ – функція розсіювання; q_i, \dot{q}_i – узагальнені координати та їх швидкості; Q_i – відповідні їм узагальнені сили, які не мають потенціалу; S_i^* – зовнішні сили.

Математична модель враховує типи зв'язків між твердими тілами системи, а також характер сил просковзування між колесами та рейками. Розроблена математична модель представляє собою систему диференціальних рівнянь 100-го порядку, для вирішення якої розроблену відповідну програму розрахунків. Даний математичний апарат є основою для проведення комплексних теоретичних досліджень залізничних автономних тягових модулів як у одиночному русі, так і у складі поїзду. Математична модель враховує різні конструктивні виконання механічної частини автономних тягових модулів за аналогією з екіпажною частиною локомотивів [5-7], що дозволяє виконувати різноманітні теоретичні дослідження з визначенням

впливу конструктивного виконання та параметрів візків на показники динаміки та безпеки руху.

Література

1. Лазарян В. А. Динамика транспортных средств : избр. тр. / В. А. Лазарян. – Киев : Наук. думка, 1985. – 528 с.
2. Garg V. Dynamics of Railway Vehicle Systems / V. Garg, R. Dukkipati. – Toronto : Academic press, 1984. – 407 p.
3. Автоколебания и устойчивость движения рельсовых экипажей / Ю. В. Демин, Л. А. Длугач, М. Л. Коротенко, О. М. Маркова. – Киев : Наук. думка, 1984. – 160 с.
4. Математическое моделирование колебаний рельсовых транспортных средств / В. Ф. Ушкалов, Л. М. Резников, В. С. Иккол и др. – Киев : Наук. думка, 1989. – 240 с.
5. Мямлин С. В. Совершенствование конструкции ходовых частей локомотивов / С. В. Мямлин, Л. А. Недужая // Наука та прогрес трансп. Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2013. – № 5. – С. 124–136. DOI: 10.15802/stp2013/17977
6. Мямлин С. В. Особенности конструкции ходовых частей тягового подвижного состава / С. В. Мямлин, О. Лунис, Л. А. Недужая // Наука та прогрес транспорту. – 2017. – № 3 (69). – С. 130–146. DOI: 10.15802/stp2017/104824
7. Construction Analysis of Mechanical Parts of Locomotives / Sergey Myamlin, Mukolaj Luchanin, Larysa Neduzha // ТЕКА. Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. – 2013. – Vol. 13, № 3. – P. 162–169.

MATHEMATICAL MODEL OF RAILWAY DYNAMICS AUTONOMOUS TRACTION MODULE

Bures Frantisek

Abstract. In the report the author offers a mathematical description of the model of the dynamics of the railway autonomous traction module. The autonomous traction module is a multi-mass complex system moving on a railway track. The mathematical model takes into account the parameters and types of connections between the solids of the system, as well as takes into account the sliding forces between the wheels and rails. The mathematical model developed by the author can be applied at theoretical researches of innovative designs of autonomous traction means on railway transport.

Keywords: mathematical model, autonomous traction module, system of differential equations, motion dynamics.

References

1. Lazaryan V. A. Dynamics of vehicles: selected. tr. / V. A. Lazaryan. - Kiev: Nauk. Dumka, 1985. -- 528 p.
2. Garg V. Dynamics of Railway Vehicle Systems / V. Garg, R. Dukkipati. – Toronto : Academic press, 1984. – 407 p.
3. Autooscillations and stability of movement of rail vehicles / Yu. V. Demin, LA Dlugach, ML Korotenko, OM Markova. - Kiev: Nauk. Dumka, 1984. -- 160 p.
4. Mathematical modeling of oscillations of rail vehicles / VF Ushkalov, LM Reznikov, VS Ikkol et al. - Kiev: Nauk. dumka, 1989. -- 240 p.
5. Myamlin S. V. Improvement of the design of running parts of locomotives / S. V. Myamlin, L. A. Neduzhaya // Science and progress of transport. Visn. Dnipropetr. nat. un-tu zalizn. transport im. acad. V. Lazaryan. - 2013. - No. 5. - P. 124-136. DOI: 10.15802 / stp2013 / 17977
6. Myamlin S. V. Design features of running gears of traction rolling stock / S. V. Myamlin, O. Lunis, L. A. Neduzhaya // Science and progress in transport. - 2017. - No. 3 (69). - S. 130-146. DOI: 10.15802 / stp2017 / 104824
7. Construction Analysis of Mechanical Parts of Locomotives / Sergey Myamlin, Mukolaj Luchanin, Larysa Neduzha // ТЕКА. Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. – 2013. – Vol. 13, № 3. – P. 162–169.