

викликами, існують і значні переваги, які підтверджують актуальність та важливість розвитку даного напрямку моделювання. Також були проаналізовані та наведені приклади інструментів, які можна використати для моделювання процесів.

Таким чином, моделювання процесів реагування на надзвичайні ситуації є важливим інструментом для підготовки та управління кризовими ситуаціями. Шляхом врахування викликів та переваг моделювання можна підвищити ефективність реагування відповідних служб та зменшити наслідки надзвичайних подій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кодекс цивільного захисту України (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2013, № 34-35, ст.458). [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://web.archive.org/web/20170912044125/http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>
2. Jennex, Murray. Modeling Emergency Response Systems. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/224686794_Modeling_Emergency_Response_Systems
3. AnyLogic. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/AnyLogic>

УДК 004.942

ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАЛЬНИХ РУХІВ ПОЇЗДА, ВИКЛИКАНИХ НЕРІВНОСТЯМИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ

ЗАКОВОРОТНИЙ О.Ю., РЕШЕТНИКОВА П.Е. (polina.reshetnikova@cit.khpi.edu.ua)

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

У роботі розглядається розробка математичної та імітаційної моделей руху рухомого складу для системи підтримки прийняття рішень машиністом. Розроблені моделі враховують вимушені коливання рухомого складу, викликані нерівностями залізничної колії.

Під час руху поїзда залізничною колією виникають складні коливальні рухи колісних пар, які згодом розповсюджуються на надресорні частини вагона та можуть суттєво впливати на рівень безпеки та комфорту пасажирів. В інерційній системі координат зазвичай виділяють шість видів коливань, які можна розділити на дві групи: поступальні – підстрибування, посмикування, боковий винос, та обертальні – бокове хитання, галопування та виляння. Кожен з видів коливань за різних умов може виникати як незалежно від інших, так і разом.

Колівання рухомого складу можуть бути зумовлені рядом причин, до яких можна віднести нерівності залізничної колії, наявність зазорів на стикових з'єднаннях рейок, конічністю поверхні катання коліс, а також нерівностями цих поверхонь, типом наявного у вагоні ресорного підвішування та інших факторів.

Сучасні українські дизель-поїзди обладнані бортовою комп'ютерною інформаційно-вимірною системою, яка дозволила впровадження на її основі перших вітчизняних систем підтримки прийняття рішень машиністом. Впровадження цих систем дозволяє без суттєвих фінансових витрат на їх розробку раціонально використовувати наявні паливні ресурси залізниць та підвищити швидкості руху рухомого складу від наявних швидкостей, що обмежені 100 – 120 км/год, до швидкостей понад 140 км/год на тих ділянках колії, де це дозволяє якість залізничного полотна. Для створення таких систем необхідно розробити математичні моделі, які будуть враховувати коливання та інші динамічні процеси у рухомому складі.

У доповіді наводяться приклади впливу різних видів коливань на рухомий склад та розроблена математична та імітаційна моделі руху поїзда з урахування різних видів коливань, що були викликані нерівностями з різними довжинами хвиль. Дані, отримані на імітаційній моделі, можуть бути використані для коригування керуючих впливів комп'ютерної системи керування рухомого складу, що у подальшому допоможе зменшити кількість аварійних ситуацій та підвищить комфорт пасажирів залізничного транспорту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Schiehlen W. *Dynamical Analysis of Vehicle Systems* / CISM International Centre for Mechanical Sciences. – 2009.
2. В.Г. Маслієв. *Сучасні конструкції та динаміка рухомого складу залізниць: навч. посіб.* / В.Г. Маслієв. – Х. : НТУ «ХПІ», 2014. – 120 с.
3. Bogacz R. *On new effects of wheel-rail interaction* / R. Bogacz, R. Konowrocki // *Archive of Applied Mechanics*. – Switzerland: Springer Berlin Heidelberg, 2012. – Vol. 82. – P. 1313-1323.

UDC 378.147:629.331

COMPUTER SIMULATION OF THE STRESSED AND DEFORMED STATE OF MOTOR VEHICLE PARTS

RUDYK O.YU., VOYTYUK I.S., GERASYMCHUK M.I., NIKOLAYENKO V.V.

(yuhymovych@gmail.com)

Khmelnytskyi National University

Mathematical and computer modeling of complex processes has advantages over other traditional calculation methods. Therefore, in this study, the SolidWorks program and its SolidWorks Simulation application were used to replace the material of the primary shaft of the gearbox of the GAZ-24 car (alloy steel) with structural steel (after chemical and thermal treatment), which is cheaper and more accessible in repair shops.

In order to increase efficiency, prevent breakdowns, extend the service life and properly analyze the operation of structures under deformations of any magnitude with very high accuracy, it is suggested to use mathematical modeling of individual units and parts of motor vehicles in the SolidWorks program and its SolidWorks Simulation application [1-5].

The method of numerical modeling of car parts has the following advantages over other traditional methods [6]:

- allows to model and study the phenomena predicted by any theories;
- is environmentally friendly and does not pose a danger to nature and humans;
- makes it possible to simulate effects, the study of which in real conditions is impossible or very difficult for technological reasons;
- provides clarity and is accessible to use.

As an example [6], the primary shaft of the gearbox of the GAZ-24 car, the material of which is steel 12X18H10T, was studied using SolidWorks Simulation. An analogue of this material was selected from the SolidWorks library - steel DIN 1.4541. As a result of the calculations, it was established that the minimum safety factor of FOS is $n = 2.1957$, which is more than the permissible $[n] = 1.5$. Therefore, the aim of the work was to study the possibility of replacing this material [7] with a cheaper and more accessible one in repair shops – steel 15 after chemical-thermal treatment (cementation, an analogue of this material – steel 1.0401 – fig. 1).