

*O.Fomin*¹
*O.Burlutskyi*²
*I. Kulbovsky*¹
*D.Burlutskyi*²

KEY ASPECTS OF CREATING DIGITAL TWINS OF FREIGHT CARS AT THE DESIGN STAGE

¹ State University of Infrastructure and Technologies

² Ukrainian State University of Railway Transport

Abstract The global industry and transport are rapidly moving into the era of digitalisation, which is radically changing approaches to the production, operation and maintenance of railway transport. Ukraine, as part of the global market, is also actively implementing innovative solutions. An approach to design based on a digital twin has been introduced, which will provide an end-to-end design workflow in a single information space regardless of the software systems used to calculate the components and systems of freight cars, and a block diagram of the operation of a digital twin of a freight car has been constructed. Modelling various operating scenarios on virtual copies allows optimising maintenance and repair modes. Scientifically based algorithms integrated into digital twins contribute to the early detection of potential malfunctions.

Keywords: transport, railway transport, wagons, digital twins, computer technology, artificial intelligence, transport technology.

Global industry and transportation are rapidly moving into the era of digitalization, which is dramatically changing approaches to the production, operation and maintenance of railway transport [1]. Ukraine, as part of the global market, is also actively implementing innovative solutions. Rail transport is the circulatory system of the Ukrainian economy and logistics, combining strategic, economic and social functions.

In [2], the "five-dimensional digital twin model" is presented, in which the problem is considered from a slightly different angle, the model is described by the formula:

$$M_{DT} = (PE, VM, Ss, DD, CN), \quad (1)$$

where PE - physical objects, VM - virtual models, Ss - services, DD - digital twin data, CN - interaction protocols.

Based on the considered model of a digital twin and the described algorithm of the digital twin's operation, taking into account the obtained defects in operation considered in [3], a new approach to the concepts of a digital twin of a freight car at all stages of the life cycle is created.

- Product development (**CD-1**);
- Production (**CD-2**);
- Operation (**CD-3**).

At the stage of product development (CD-1), a module for managing product requirements was developed, a significant amount of high-precision mathematical modeling of freight cars was performed, (Fig.1) shows a digital twin of a mineral car hopper, a dynamic model of the hopper was created, and a software package was developed to predict the technical condition and development of defects from corrosion and other operating factors. Preparations are underway for the second stage of engineering tests in real operating conditions to verify the approaches used and the developed mathematical models of freight cars.

One of the important tasks of a digital twin is to create end-to-end links between requirements and technical solutions that need to be adopted as soon as possible to minimize the number of design errors, especially at the stages of development when the car is being manufactured and tested.

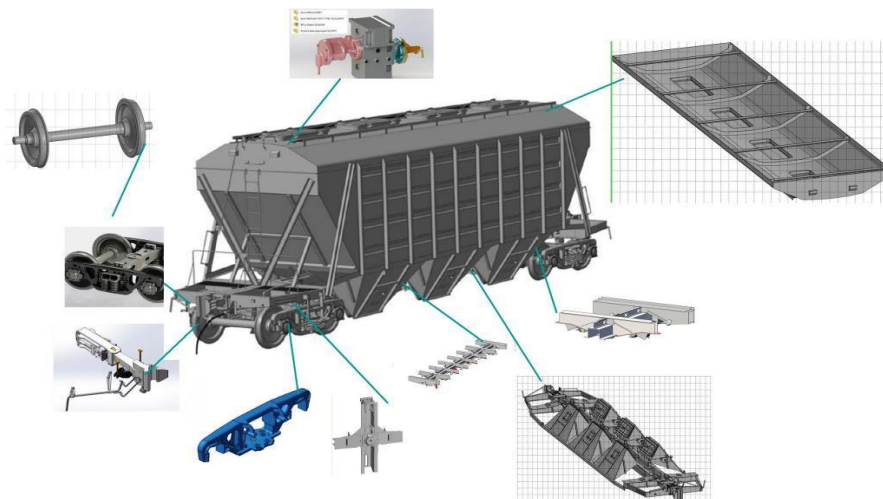


Fig.1 Digital twin of a mineral hoppers car

The applied value of digital twins lies in the ability to model the impact of various loads on the railcar structure. The introduction of this technology helps to increase the capacity of railways by reducing delays. Digital twins can be used to train personnel in the maintenance and operation of railcars. The practical use of virtual copies facilitates the certification and testing of new freight car models. The economic effect of the introduction of digital twins is manifested in the increase in the service life of railcars.

REFERENCE

1. Samsonkin VM The main aspects of the concept of digitalisation of railway transport in Ukraine / VM Samsonkin, OV Yurchak, VV Gaevskiy, VS Merkulov, IH Biziuk // Information and control systems in railway transport: abstracts of poster presentations and speeches of participants of the 33rd International Scientific and Practical Conference "Information and Control Systems in Railway Transport" (Kharkiv, 30 October 2020). - 2020.
2. Qi. Q., Tao F., Hu. T., Anwer N., Liu A., Wei Y., Wang L., Nee A. Enabling technologies and tools for digital twin // J. of Manufacturing Systems. 2019. DOI:10.1016/j.jmsy.2019.10.001.
3. Fomin O. V., Burlutskiy O. V., Analysis and classification of damages of universal gondola cars that occur during their life cycle, Bulletin of Vinnytsia Polytechnic Institute. 2012., № 4., С. 163-167.

Fomin Oleksii Victorovich., Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Wagons and Wagon Management State University of Infrastructure and Technology, fominaleksejvictorovic@gmail.com

Burlutskiy Oleksii Victorovich, PhD, Assistant, Department of Mechanical Engineering and Machine Design Ukrainian State University of Railway Transport, leha2006181@gmail.com

Kulbovsky Ivan Ivanovich, PhD, Department of Automation and computer-integrated transportation technologies, University of Infrastructure and Technology,

Burlutskiy Danilo Oleksievich, higher education student in specialty 133 Industrial Mechanical Engineering, Ukrainian State University of Railway Transport, Bdana5878@gmail.com

КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ НА ЕТАПІ ПРОЕКТУВАННЯ

Анотація. Світова промисловість і транспорт стрімко переходять в епоху діджиталізації, яка докорінно змінює підходи до виробництва, експлуатації та обслуговування залізничного транспорту. Україна, як частина глобального ринку, також активно впроваджує інноваційні рішення. Впроваджено підхід до проектування на основі цифрового двійника, який забезпечить наскрізний робочий процес проектування в єдиному інформаційному просторі незалежно від програмних комплексів, що використовуються для розрахунку вузлів та систем вантажних вагонів, та побудовано блок-схему роботи цифрового двійника вантажного вагона. Моделювання різних сценаріїв експлуатації на віртуальних копіях дозволяє оптимізувати режими технічного обслуговування та ремонту. Науково обґрунтовані алгоритми, інтегровані в цифрових двійників, сприяють ранньому виявленню потенційних несправностей.

Ключові слова: транспорт, залізничний транспорт, вагони, цифрові двійники, комп'ютерні технології, штучний інтелект, транспортні технології.

Фомін Олексій Вікторович, доктор технічних наук, професор кафедри вагонів та вагонного господарства Державного університету інфраструктури та технологій, fominaleksejvictorovic@gmail.com

Бурлуцький Олексій Вікторович, кандидат технічних наук, асистент, кафедра технології машинобудування та конструювання машин, Український державний університет залізничного транспорту, leha2006181@gmail.com

Кульбовський Іван Іванович, к.т.н., кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих транспортних технологій, Університет інфраструктури та технологій,

Бурлуцький Данило Олексійович, здобувач вищої освіти за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування, Український державний університет залізничного транспорту, Bdana5878@gmail.com