УДК 656.022.8

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ НАВАНТАЖЕНОСТІ КОНТЕЙНЕРА-ЦИСТЕРНИ, РОЗМІЩЕНОГО НА РОЛ-ТРЕЙЛЕРІ, ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ЗАЛІЗНИЧНИМ ПОРОМОМ

О. В. Фомін*, А. О. Ловська, А. С. Литвиненко***, С. С. Сова*****
*Державний університет інфраструктури та технологій, **Український державний університет залізничного транспорту, ***Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Анотація: *Наведені результати визначення динамічної навантаженості несучої конструкції контейнера-цистерни, розміщеного на рол-трейлері при перевезенні залізничним поромом. Враховано, що рол-трейлер жорстко закріплений на палубі, а контейнер-цистерна та наливний вантаж у котлі мають власні ступені вільності. Максимальні прискорення, що діють на контейнер-цистерну склали 0,45g. Отримані прискорення враховано при розрахунку стійкості контейнера-цистерни на рол-трейлері. При цьому стійкість контейнера-цистерни забезпечується при кутах крену до 24°.*

Проведені дослідження дозволять підвищити безпеку перевезень контейнерів-цистерн на залізничних поромах морем, а також ефективність функціонування комбінованих перевезень у міжнародному сполученні.

Ключові слова: *транспортна механіка, контейнер-цистерна, динамічна навантаженість, стійкість рівноваги, залізнично-поромні перевезення.*

EXAMINATION OF THE DYNAMIC LOADING OF THE TANK CONTAINER PLACED ON THE ROLL-TRAILER DURING TRANSPORTATION BY RAILROAD FERRY

O. V. Fomin*, A. O. Lovska, A. S. Lytvynenko***, S. S. Sova*****
*State University of Infrastructure and Technologies, **Ukrainian State University of Railway Transport, ***Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

Abstract: *The results of dynamic load-carrying capacity determination of tank-container placed on the roll-trailer when transported by railroad ferry. It is taken into account that the roll-trailer is rigidly fixed on the deck, and the tank-container and the liquid cargo in the boiler have their own degrees of flexibility. The maximum acceleration acting on the tank container was 0.45g. The acceleration taken into account in the calculation of the tank container's stability on the roll-trailer. At the same time, the tank-container's stability is ensured at rolls of up to 24°.*

The conducted research will allow increasing the safety of tank-container transportation by sea on the railroad tracks, as well as the efficiency of combined transport in the international cooperation.

Key words: *transport mechanics, tank-container, dynamic loading, stability of equilibrium, railroad-promotional transport.*

Зростання вантажоперевезень наливних вантажів через міжнародні транспортні коридори зумовлює впровадження в експлуатацію

контейнерів-цистерн. Затребуваність контейнерів-цистерн у перевізному процесі зумовлена їх мобільністю як транспортних засобів та інтермодальністю.

Останнім часом простежується ефективність експлуатації контейнерів-цистерн і на залізнично-поромних маршрутах у складі поїздів комбінованого транспорту. При цьому перевезення контейнерів-цистерн може здійснюватися і на рол-трейлерах (рис. 1).

Рисунок 1 – Розміщення рол-трейлерів на верхній палубі залізничного порому «Грейфсвальд»

Важливо зазначити, що процес навантаженості несучих конструкцій контейнерів-цистерн при перевезенні залізничними поромами морем значно відрізняється від експлуатації відносно магістральних колій [1]. Внаслідок дії навантажень, які притаманні даним умовам експлуатації, може відбуватися порушення стійкості контейнерів-цистерн відносно транспортних засобів. Така ситуація загрожує порушенню остійності залізничного порому та його безпеці руху. У зв’язку з цим для забезпечення безпеки слідування контейнерів-цистерн морем необхідним є дослідження їх стійкості при коливаннях залізничного порому [2].

Для визначення динамічної навантаженості контейнера-цистерни, розміщеного на рол-трейлері при перевезенні залізничним поромом складено математичну модель, яка враховує переміщення системи «залізничний пором – контейнер-цистерна – наливний вантаж» при кутових переміщеннях відносно повздовжньої осі.

Розрахунки проведені стосовно залізничного порому «Грейфсвальд» при русі акваторією Чорного моря. В якості прототипу обрано контейнер-цистерну типорозміру 1СС, який розміщений на рол-трейлері довжиною 6,09 м та вантажопідйомністю 20 т.

Рух наливного вантажу у котлі контейнера-цистерни описаний коливаннями математичного маятника. В якості наливного вантажу прийнятий бензин. Визначення гідродинамічних характеристик наливного вантажу

здійснювалося з урахуванням максимально допустимої завантаженості котла контейнера-цистерни – 95 % від його загальної місткості.

Розв'язок математичної моделі здійснений в програмному комплексі MathCad [3, 4] . В якості розрахункового використаний метод Рунге-Кутта. При цьому початкові переміщення та швидкості покладені рівними нулю.

Загальна величина прискорення включає прискорення, яке діє відносно штатного місця контейнера-цистерни, розміщеного на рол-трейлері, а також горизонтальну складову прискорення вільного падіння, обумовлену кутом крену залізничного порому. Враховано, що крен залізничного порому викликаний вітровим навантаженням на надводну поверхню залізничного порому.

Встановлено, що при відсутності переміщень рол-трейлера відносно палуби та наявності переміщень контейнера-цистерни на рол-трейлері максимальні прискорення, що діють на контейнер-цистерну, дорівнюють 0,45g.

Визначено стійкість контейнера-цистерни, розміщеного на рол-трейлері при перевезенні залізничним поромом. Встановлено, що стійкість контейнера-цистерни на рол-трейлері з урахуванням типової схеми взаємодії забезпечується при кутах крену до 24°.

Висновки. Проведені дослідження дозволять підвищити безпеку перевезень контейнерів-цистерн на залізничних поромах морем, а також ефективність функціонування комбінованих перевезень у міжнародному сполученні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Fomin O., Vatulia G., Gerlici J., Lovska A., Kravchenko K. Determination of the Loading of the Carrying Structure of a Tank Wagon During Transportation by a Railway Ferry. The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 2021, Vol. 15, No. 2. pp. 317–323. doi: 10.12716/1001.15.02.07

2. Alyona Lovska, Juraj Gerlici, Oleksij Fomin, Kateryna Kravchenko, Pavlo Prokopenko, Tomas Lack. Improvement of the bearing structure of the wagon-platform of the articulated type to ensure the reliability of the fixing on the deck of the railway ferry. MATEC Web of Conferences, 2019, Vol. 254, 02035. https://doi.org/10.1051/matecconf/201925402035

3. Кирьянов Д. В. Mathcad 13. СПб.: БХВ. Петербург, 2006.

4. Дьяконов В. MATHCAD 8/2000: специальный справочник. СПб.: Питер.

Фомін Олексій Вікторович *д.т.н., професор, професор кафедри «Вагони та вагонне господарство» Державного університету інфраструктури та технологій, м. Київ. ORCID: http://orcid.org/0000-0003-2387-9946; fomin1985@ukr.net.*

Ловська Альона Олександрівна *д.т.н., доцент, доцент кафедри інженерії вагонів та якості продукції Українського державного університету залізничного транспорту, м. Харків. ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8604-1764; alyonaLovskaya.vagons@gmail.com.*

Литвиненко Андрій Сергійович *аспірант кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, м. Сєвєродонецьк. ORCID: http://orcid.org/0000-0002-5182-9607; andrijlitvinenko7@gmail.com.*

Сова Сергій Сергійович *аспірант кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, м. Сєвєродонецьк. ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3380-7604;*

gorbunov0255@gmail.com.