

УДК 656.022.8:656.66: 656.613

**ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СХЕМИ ВЗАЄМОДІЇ
КОНТЕЙНЕРА З ВАГОНОМ-ПЛАТФОРМОЮ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ
ЗАЛІЗНИЧНИМ ПОРОМОМ**

О. В. Фомін**, *А. О. Ловська**

**Державний університет інфраструктури та технологій (Київ),*

***Український державний університет залізничного транспорту (Харків)*

**RATIONALE FOR IMPROVEMENT OF THE SCHEME OF INTERACTION
OF THE CONTAINER WITH THE PLATFORM WAGON WHEN
TRANSPORTING BY RAILWAY FERRY**

O. V. Fomin**, *A. O. Lovska**

**State University of Infrastructure and Technologies (Kyiv), **Ukrainian State*

University of Railway Transport (Kharkiv)

**ОБОСНОВАНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СХЕМЫ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОНТЕЙНЕРА С ВАГОНОМ-ПЛАТФОРМОЙ
ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ПАРОМОМ**

А. В. Фомин**, *А. А. Ловская**

**Государственный университет инфраструктуры и технологий (Киев),*

***Украинский государственный университет железнодорожного
транспорта (Харьков)*

Розвиток та посилення зовнішньоекономічних зв'язків між окремими державами вимагає введення в експлуатацію комбінованих транспортних систем. Такі системи вже давно зарекомендували себе як надійна та безперебійна складова транспортної інфраструктури.

Відомо, що одними з найбільш успішних та поширених серед комбінованих систем транспорту є контейнерні перевезення. Для підвищення ефективності даного виду перевезень дістало поширення перевезення контейнерних поїздів морем. В якості прикладу можна привести транспортний коридор «Новий шовковий шлях», складовою якого є два залізнично-поромні маршрути через акваторію Чорного та Каспійського морів.

Перевезення контейнерних поїздів морем супроводжується дією на них навантажень, які не притаманні умовам експлуатації відносно рейкових колій. Типова схема взаємодії контейнера з вагоном-платформою (фітинг – фітинговий упор) в умовах коливань залізничного порому не забезпечує стійкості рівноваги. Така ситуація може сприяти порушенню безпеки руху комбінованого транспорту. Тому виникає необхідність удосконалення схеми взаємодії контейнерів з несучими конструкціями вагонів-платформ при перевезення на залізничних поромах.

Попередні дослідження встановили, що типова схема взаємодії вагона-платформи з контейнером не забезпечує стійкості контейнера при перевезенні морем [1]. У зв'язку з цим для перевезення контейнерів у складі комбінованих поїздів доцільним є використання вагонів-платформ моделі 13-9744 (ТУ 3182-002-47766175-2004) зі спеціальними надбудовами.

Також є можливою постановка подібних зйомних надбудов на несучі конструкції інших моделей вагонів-платформ, які використовуються при залізнично-поромних перевезеннях.

В рамках даного дослідження в якості прототипу обрано вагон-платформу моделі 13-401. Для зменшення динамічної навантаженості контейнерів пропонується встановлення на внутрішніх поверхнях надбудов матеріалу з в'язкими властивостями. Для обґрунтування запропонованого рішення проведено математичне моделювання.

При цьому враховано, що закріплення вагона відносно палуби залізничного порома здійснюється за типовою схемою. Тобто для обезвантаження ресорного підвішування вагона-платформи використовуються чотири механічних упор-домкрати, що встановлюються під шворневі балки рами. Також використовуються вісім ланцюгових стяжок, які одним кінцем кріпляться до несучої конструкції вагона, а іншим за палубний рим. Під крайні в зчехах вагони встановлюються гальмівні башмаки. Також крайні в зчехах вагони взаємодіють з тупіковими упорами.

При визначенні прискорень, які діють на вагон-платформу з контейнерами, враховані курсові кути хвилі по відношенню до корпусу залізничного порому. До уваги не прийнята ударна дія морських хвиль. Рух хвилі описувався у вигляді трохгойдального закону.

При визначенні моментів сил, що виникають між вагоном-платформою та палубою, а також між вагоном-платформою та контейнером до уваги взяті горизонтальні складові ваги бруто, відповідно, вагона-платформи та контейнера. Розрахунки проведені стосовно залізничного порому «Герои Шипки», що рухається акваторією Чорного моря.

Розв'язання диференціальних рівнянь здійснено за допомогою метода Рунге-Кутта в середовищі програмного комплексу MathCad [2–3]. Для цього здійснювався перехід від систем диференціальних рівнянь другого порядку до систем диференціальних рівнянь першого порядку, з послідовним використанням стандартних алгоритмів вирішення систем за допомогою функції rkfixed Mathcad.

Початкові переміщення та швидкості прийняті рівними нулю. Загальна величина прискорення, яке діє на контейнер, склала $3,57 \text{ м/с}^2$ ($0,36g$), а на несучу конструкцію вагона-платформи – $2,47 \text{ м/с}^2$ ($0,25g$). Коефіцієнт в'язкого опору при цьому повинен знаходитися в діапазоні $0,5\text{--}1,2 \text{ кН}\cdot\text{с/м}$.

Отже з урахуванням введення в'язкого зв'язку між несучою конструкцією вагона-платформи та контейнерами стає можливим знизити динамічну навантаженість, відповідно, на 38 % та 23 % у порівнянні з типовою схемою взаємодії.

Висновки. З урахуванням використання в'язкого зв'язку між вагоном-платформою та контейнером при перевезенні на залізничному поромі стає можливим знизити динамічну навантаженість несучої конструкції контейнера та підвищити безпеку перевезень морем. Проведені дослідження сприятимуть підвищенню ефективності комбінованих перевезень, а також можуть бути корисними напрацюваннями при створенні нових конструкцій вагонів-платформ.

Література

1. Alyona Lovska. Dynamic load modelling within combined transport trains during transportation on a railway ferry / Lovska Alyona, Fomin Oleksij, Píštěk Václav, Kučera Pavel // Applied Science. – 2020. – Vol. 10, Issue 16, 5710. doi:10.3390/app10165710
2. Fomin O. Determination of dynamic load features of tank containers when transported by rail ferry / O. Fomin, A. Lovska, O. Melnychenko, I. Shpylovyi, V. Masliyev, O. Bambura, M. Klymenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2019. – № 5/7 (101). – P. 19–26.
3. Fomin O. Determining the dynamic loading and strength of the bearing structure of a covered wagon when firing from it / O. Fomin, A. Lovska, V. Kudelya, I. Smyrnova // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. – № 4/7 (106). – P. 33–41.

Відомості про авторів

Фомін Олексій Вікторович – д.т.н., професор, професор кафедри «Вагони та вагонне господарство», Державний університет інфраструктури та технологій (Київ).

Ловська Альона Олександрівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри інженерії вагонів та якості продукції, Український державний університет залізничного транспорту (Харків).

Information about authors

Fomin Oleksij Viktorovych – D.Sc., Professor, Professor of the Department of Cars and Carriage Facilities, State University of Infrastructure and Technologies (Kyiv).

Lovska Alyona Oleksandrivna – Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Wagon Engineering and Product Quality, Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv).

Сведения об авторах

Фомин Алексей Викторович – д.т.н., профессор, профессор кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Государственный университет инфраструктуры и технологий (Киев).

Ловская Алена Александровна – к.т.н., доцент, доцент кафедры инженерии вагонов и качества продукции, Украинский государственный университет железнодорожного транспорта (Харьков).