

ВИЗНАЧЕННЯ НАВАНТАЖЕНОСТІ НЕСУЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ ВАГОНА ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ПОРОМІ

А. О. Ловська, О. В. Фомін***

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

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

DETERMINATION OF LOADING OF THE CARRYING STRUCTURE DURING TRANSPORTATION BY RAILWAY FERRY

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

**Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv), **State University of*

Infrastructure and Technologies (Kyiv)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЖЕННОСТИ НЕСУЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ ВАГОНА ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ПАРОМЕ

А. А. Ловская, А. В. Фомин***

**Украинский государственный университет железнодорожного транспорта (Харьков), **Государственный университет инфраструктуры и технологий (Киев)*

Розташування України на стику транспортних коридорів між Європою та Азією забезпечує її участь у міжнародних перевезеннях. На сьогоднішній день через територію України проходять три Пан'європейські міжнародні транспортні коридори, які сполучають її з Болгарією, Грузією, Туреччиною, Білоруссю, Польщею та іншими державами, а з 2016 р. ще і з Китаєм транспортним коридором новий «Шовковий шлях», складовою якого є залізнично-поромний маршрут через акваторію Чорного моря. Це сприяє розвитку інтероперабельних транспортних систем, зокрема залізнично-поромних.

Для забезпечення надійності закріплення вагонів на палубах залізничних поромів запропоновано оснащення їх несучих конструкцій спеціальними вузлами для взаємодії з багатообертовими засобами закріплення. Розміщення вузлів здійснюється на шворневих балках вагону.

З метою визначення показників міцності кузова з урахуванням заходів щодо вдосконалення проведено дослідження динамічної навантаженості вагона при перевезенні на залізничному поромі. Для цього складено математичну модель, яка враховує кутові переміщення залізничного порому з вагонами навколо повздовжньої осі (крен), оскільки даний вид коливального процесу здійснює найбільший вплив на стійкість кузовів вагонів відносно палуб [1].

При складанні математичної моделі враховано, що кузов вагона жорстко закріплений відносно палуби і здійснює переміщення разом з нею. Ударна дія морських хвиль на корпус залізничного порому з вагонами, розміщеними на його борту, не враховувалася.

При урахуванні параметрів збурюючої дії враховані дійсні гідрометеорологічні характеристики моря, які зафіксовані під час шторму в Чорному морі. Оскільки шторм відбувався у II районі Чорного моря, то в розрахунках врахована довжина поромних маршрутів, які проходять через цей район – «Чорноморськ – Поті», «Чорноморськ – Батумі» (Україна – Грузія).

Розв'язок математичної моделі здійснений у середовищі програмного комплексу MATHCAD. Для урахування змінних параметрів збурюючої дії використано теорію рядів Фур'є. На підставі проведених розрахунків отримані прискорення, які діють на кузова вагонів при перевезенні залізничним поромом. Максимальне прискорення склало близько $0,11 \text{ м/с}^2$ (з урахуванням горизонтальної складової прискорення вільного падіння – $2,2 \text{ м/с}^2$ ($0,22 \text{ g}$)).

Отримані прискорення як складові динамічного навантаження, що діють на кузова вагонів при перевезенні на залізничному поромі, враховані при дослідженні міцності. В якості базової конструкції вагона обраний напіввагон моделі 12-757 побудови ПАТ «КВБЗ». Розрахунок проведений за методом скінчених елементів, реалізований у програмному комплексі SolidWorks Simulation (CosmosWorks) [2, 3]. При складанні комп'ютерної моделі міцності враховані елементи кузова, які жорстко взаємодіють між собою. У зв'язку з тим, що кришки люків зв'язані з рамою кузова не жорстко, а шарнірно, та виконують функцію елементів, що передають навантаження на жорстко з'єднані елементи рами, то в моделі вони не враховувалися.

Реальні зони прикладення навантажень до вузлів закріплення ланцюгових стяжок моделювалися шляхом постановки спеціальних елементів – накладок, конфігурація яких ідентична геометрії контактної зони взаємодії гака. Це дозволило з максимальним наближенням промоделювати закріплення кузова напіввагона на палубі. При визначенні навантажень на кузов напіввагона враховано, що крен викликаний статичною дією вітру на надводну проекцію залізничного порому з кузовами вагонів, розміщеними відносно верхньої палуби. З урахуванням дійсних гідрометеорологічних характеристик акваторії Чорного моря кут крену склав $12,2^\circ$.

Встановлено, що максимальні еквівалентні напруження виникають у радіальній частині вузла для закріплення ланцюгових стяжок та складають близько 302 МПа , тобто не перевищують допустимих для марки сталі металоконструкції кузова. Максимальні переміщення виникають у середній частині бокової стіни кузова напіввагона з боку його нахилу при крені та складають $5,6 \text{ мм}$.

Висновки. Проведені дослідження сприятимуть забезпеченню надійності закріплення несучих конструкцій вагонів на палубах залізничних поромів, безпеці їх перевезень, підвищенню ефективності функціонування комбінованого транспорту в міжнародному сполученні, а також посиленню економічних позицій України на міжнародному ринку транспортних послуг.

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. Improvements in passenger car body for higher stability of train ferry / O. Fomin, A. Lovska // Engineering Science and Technology an International Journal. – 2020. – Vol. 23, Issue 6. – P. 1455–1465.
<https://doi.org/10.1016/j.jestch.2020.08.010>

Відомості про авторів

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

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

Information about authors

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).

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

Сведения об авторах

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

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

ПРОФЕСІЙНО-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД ДО НАВЧАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ МАЙБУТНІХ СУДНОМЕХАНІКІВ

О. Ю. Кононова

Морський фаховий коледж Херсонської державної морської академії

PROFESSIONALLY ORIENTED APPROACH TO ENGLISH LANGUAGE TEACHING FOR FUTURE SHIP ENGINEERS

О. Yu. Kononova

Maritime Professional College of Kherson State Maritime Academy

ПРОФЕСІОНАЛЬНО-ОРИЄНТОВАНИЙ ПОДХОД К ОБУЧЕНІЮ АНГЛІЙСЬКОМУ ЯЗЫКУ БУДУЩИХ СУДОМЕХАНИКОВ

Е. Ю. Кононова

*Морской профессиональный колледж Херсонской государственной
морской академии*