

3. Проведено зіставлення результатів розрахунків зусиль, прикладених до гребенів при відсутності ковзання (традиційна постановка задачі) і для кривої того ж радіуса при наявності ковзання (запропонована постановка), яке показало, що в разі другої ситуації спрямовуюче зусилля не на багато зменшується порівняно з першою, але разом з тим сила дії на гребінь другої колісної пари сягає 36% від спрямовуючої сили.

4. Приведений в роботі приклад розрахунку енергетичних витрат на тертя гребеня другої колісної пари показує їх вагомість при роботі рухомого складу в режимі «вписування в криві малого радіуса».

### **Дослідження динаміки та стійкості кузовів напіввагонів відносно палуб залізнично-поромних суден в умовах морського хвилювання при комбінованих перевезеннях**

Візник Р.І., Ловська А.О.

Українська державна академія залізничного транспорту

The report deals with the freight car body dynamics under the operation in the international railway and water communication in the conditions of rolling taking into account different wave route angles in relation to the ferry vessel body. Principle kinds of the freight car oscillatory movement are considered under sea roughness conditions that make impact on it's durability and stability relatively to the vessel deck. Ways for wagon structures adaptation for operation in international railway-ferry communication were developed.

Історично склалося, що Україна була і залишається перехрестям важливих шляхів руху вантажів, які в дійсний час є ланкою міжнародних транспортних коридорів. З метою зменшення відстані цих шляхів від відправника до отримувача, скорочення часу доставки вантажу, а також забезпечення його схоронності під час перевезень широке розповсюдження отримали комбіновані транспортні системи між окремими галузями транспортного комплексу. Найбільш продуктивний та перспективний симбіоз в цьому напрямку склався між залізничним та водним видами транспорту. Успішною похідною даного об'єднання є залізнично-поромні перевезення, які стали невід'ємною частиною міжнародних транспортних коридорів.

Дослідження зі збереження кузовів вагонів при експлуатації їх в міжнародному залізнично-водному сполученні (МЗВС) дозволили зробити висновок, що при даному виді комбінованої взаємодії має місце великий відсоток пошкоджень кузовів вагонів, що перш за все обумовлено їх конструкційною непристосованістю до надійної взаємодії із багатобертовими засобами закріплення відносно палуб судна в умовах морського хвилювання.

Найбільший відсоток пошкоджень вагонів приходить на кузова напіввагонів, як найбільш поширений тип вагону у МЗВС. За останні роки кількість пошкоджених напіввагонів у МЗВС складає 50% – 56% (близько 80 вагонів) від загальної кількості пошкоджених вагонів або 7% від загальної кількості напіввагонів, які оберталися через переправу.

У зв'язку з чим необхідним є дослідження умов експлуатації вагонів в МЗВС та розробка заходів щодо забезпечення їх збереження.

З метою визначення динамічної складової загального силового навантаження, яке приходить на кузов при даних умовах експлуатації, були складені системи диференціальних рівнянь кузова в узагальнених координатах в умовах морського хвилювання. При цьому до уваги були прийняті поперечні (бортові) коливання залізничного порому, як випадок найбільшої навантаженості конструкції кузова напіввагона.

Перше рівняння системи характеризує переміщення поромного судна відносно акваторії моря, друге – кузов напіввагона відносно палуби поромного судна.

$$\left\{ \begin{aligned} & \left( \frac{D}{12 \cdot g} (B^2 + 4z_g)^2 \right) \ddot{\theta}_1 + \left( \omega_0' \sqrt{\frac{(I_\theta' + \lambda)g}{D \cdot h^2}} (2 + 2Fr + 10Fr^2) \right) \dot{\theta}_1 - F_\theta \cdot \theta_1 = F(t) \\ & I_k^\theta (\ddot{\theta}_2 + \ddot{\theta}_1) + P_{\text{сп}} (\theta_2 + \theta_1) = F(t), \end{aligned} \right. \quad (1)$$

де  $D$  – водовитіснення поромного судна, т;

$h$  – висота борта судна, м;

$z_g$  – координата центру величини, м;

$Fr$  – число Фруда, що характеризує швидкість руху судна;

$\omega_0'$  – коефіцієнт, який визначається посередництвом графічних залежностей

А.3. Салькаєва;

$I_\theta'$  – момент інерції маси судна, т·м<sup>2</sup>;

$\lambda$  – приєднаний момент інерції, м<sup>3</sup>;

$\theta_i; \dot{\theta}_i; \ddot{\theta}_i$  – відповідно, узагальнені координати, швидкості та прискорення;

$F_\theta$  – зусилля, що викликало бортову качку поромного судна;

$F(t)$  – збурююче зусилля при бортовій качці;

$I_k^\theta$  – момент інерції кузова вагона при бортовій качці поромного судна, т·м<sup>2</sup>;

$P_{\text{сп}}$  – вага бруто кузова вагона, т;

Рішення диференціальних рівнянь відбувалося в середовищі програмного забезпечення Mathcad. При завданні початкових умов враховувалися можливі переміщення кузова напіввагона відносно палуби поромного судна, обумовлені нежорстким закріпленням його відносно палуби та переміщеннями елементів кузова відносно візка. Швидкості поступових та кутових переміщень приймалися рівними нулю.

На підставі проведених розрахунків були отримані величини прискорень, які діють відносно штатних місць кузовів напіввагонів на палубах судна. В умовах бортової качки залізнично-поромного судна прискорення, яке діє на крайні від фальшборта вагони верхньої палуби складає близько 1,0g, на другі від фальшборта кузова напіввагонів – близько 0,5g, на напіввагони, розміщені на діаметральній вісі судна – 0,15g. Наведені величини прискорень, які діють відносно штатних місць кузовів напіввагонів на палубах залізнично-поромних суден не враховують горизонтальної складової прискорення вільного падіння.

Отримані результати дозволили визначити коефіцієнти стійкості кузовів вагонів відносно палуб судна та встановити, що при кутах крену залізничного порому близько 10<sup>0</sup> стійкість їх не забезпечується. Варто зазначити, що в “Нормах для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных)” п. [2.18] зазначається, що вузли кузовів вагонів, які проектується та встановлюються на них за потребою замовника, повинні розраховуватися на кут крену в 30<sup>0</sup>.

Крім того, були проведені дослідження стійкості руху кузовів напіввагонів залізничним поромом в умовах хвилювання моря. Вирішення рівнянь відбувалося з використанням критерію Рауса – Гурвиця. На підставі проведених розрахунків було встановлено, що стійкість руху кузова напіввагона залізничним поромом в умовах хвилювання моря не забезпечується. Це може стати причиною втрати стійкості кузова відносно палуби, перекидання та порушення остійності залізничного порому з вагонами на його борту.

З метою забезпечення збереження кузовів вагонів в умовах морського хвилювання необхідним є доповнення “Норм для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных)” п. [2.18], за умови експлуатації вагонів в МЗВС.

Для підвищення збереження кузовів напіввагонів в умовах морського хвилювання на кафедрі “Вагони” УкрДАЗТ (м. Харків) були розроблені спеціальні вузли кузовів вагонів, призначені для їх надійного закріплення відносно палуби судна.

З метою визначення прискорень, які діють на кузова напіввагонів з урахуванням нової схеми закріплення відносно палуби судна були розроблені математичні моделі коливань кузова в умовах морського хвилювання. При цьому кузов напіввагона був розглянутий як прикріплена зосереджена маса відносно штатного місця на палубі судна. Початкове переміщення та швидкості кутових та поступових переміщень були завдані рівними нулю.

Отримані результати показали, що з урахуванням закріплення кузовів напіввагонів з новою схемою прискорення відносно штатних місць кузовів в умовах бортової качки судна становлять: для крайнього від фальшборта кузова напіввагона – 0,22g, для другого від фальшборта кузова напіввагона – 0,21g, для кузова напіввагона, розміщеного на діаметральній вісі судна – 0,2g. Наведена величина прискорення визначена з урахуванням складової прискорення вільного падіння.

Проведені дослідження показали, що з урахуванням закріплення кузова напіввагона відносно палуби поромного судна за новою схемою вдається знизити величину прискорення, яке діє відносно штатного місця його на палубі судна, для крайнього від фальшборта вагона верхньої палуби на 82%, для другого від фальшборта кузова напіввагона на 70,4%, для кузова напіввагона, розміщеного на діаметральній вісі судна – на 43%.

На підставі проведених теоретичних та експериментальних досліджень можна зробити висновок, що удосконалення конструкції кузовів вагонів шляхом дообладнання спеціальними вузлами для закріплення відносно палуби поромного судна, дозволить підвищити показники їх міцності та надійності при даних умовах комбінованої взаємодії та ефективність експлуатації вагонів в МЗВС.

### **Исследование эксплуатационных свойств образцов новой вагонной техники**

Мурадян Л.А., Мищенко А.А., Бруякин В.К.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна

Неотъемлемой частью процесса создания новой техники железнодорожного транспорта является проведение эксплуатационных испытаний. В связи с этим, распоряжением по УЗ созданы постояннодействующие маршруты из вагонов с опытными образцами.

Основной задачей испытаний является оценка основных показателей надежности и прогнозирование ресурса новых образцов по сравнению с прототипами с целью совершенствования конструкции узлов и деталей грузовых вагонов.

В настоящее время на одном из маршрутов проходят испытания вагоны: на тележках модели 18-100, модернизированные по технологии «А.Стаки», вагон с восстановленными шейками и отверстиями шеек осей, вагоны с новыми втулками в шарнирах рычажной передаче тележек и вагон с фрикционными клиньями, восстановленными по новой технологии, вагоны на модернизированных и немодернизированных тележках модели 18-100 на литых колесах производства США, а на другом – вагоны нового поколения модели 12-7023-01 на тележках модели 18-7020 постройки Крюковского вагоностроительного завода;

При проведении эксплуатационных испытаний во время поездок, комиссионных и внеочередных осмотрах фиксировались следующие показатели:

- толщина гребня;
- наличие подреза гребня или его остроконечного наката;
- величина зазоров в пятниковом узле и челюстях букс;
- износы фрикционных планок и клиньев;