

реалізувати процес отримання необхідного виробу дозволяє використання високопродуктивних роторних систем. В результаті проведеного аналізу встановлено, що момент опору обертанню ротора, так і поперечне навантаження на вал ротора є періодичними функціями імпульсного типу. Залежно від кількості розміщуваних на роторі пуансонів ці функції можуть мати значні нелінійні спотворення. Всі ці особливості обумовлюють формування своєрідного динамічного стану ротора.

---

Nowadays, there are no effective and flexible procedures and techniques of threading products and highly pro-

ductive equipment capable of improving productivity processes of such parts at terms of the mass production. The application of highly productive rotor systems enables to obtain a required product in more efficient way. In analysis result, both the resistance moment to the rotor movement and longitudinal load on the rotor shaft are considered to be periodical functions of impulse type. Depending on the quantity of rotor punches, the functions can possess significant non-linear distortions. All the peculiarities stimulate forming of the particular rotor dynamic state.

УДК 629.4.023.14:656.613

ЛОВСЬКА А.О., аспірант, (УкрДАЗТ).

### **Особливості визначення зусиль, що діють на вагон при його взаємодії з багатообертовими засобами закріплення залізнично-поромних суден**

---

#### **Постановка проблеми**

---

Україна є ланкою важливіших міжнародних транспортних коридорів, які забезпечують перевізний процес поміж окремими державами Євроазіатського материка. Для скорочення шляху від країни-відправника до країни-отримувача, а як наслідок – часу доставки вантажу та забезпечення збереження його під час транспортування, отримала поширення комбінована взаємодія поміж окремими галузями транспорту в загальній транспортній мережі. Найбільш перспективний симбіоз у цьому напрямку склався між залізничним та морським видами транспорту. Похідна від цього поєднання транспортних галузей утворює залізнично-поромні перевезення.

Аналіз експлуатації вагонів в міжнародному залізнично-водному сполученні (МЗВС) дозволив виявити ряд суттєвих недоліків невідповідності конструкційної та технологічної взаємодії кузовів з засобами закріплення їх відносно палуб залізничних поромів, які перешкоджають забезпеченню міцності, надій-

ності та збереженню вагонів при даних умовах експлуатації та суттєво впливають на остійність поромних суден, і в цілому, на безпеку комбінованих перевезень.

---

#### **Аналіз останніх досліджень**

---

З метою забезпечення стійкості кузовів вагонів відносно палуб залізничних поромів відбувається їх закріплення за допомогою багатообертових засобів.

Дослідження схем закріплень вагонів відносно палуб залізнично-поромних суден на станціях “Іллічівськ – Поромна” Одеської залізниці та ДП “ТИС – Крим” Придніпровської залізниці дозволили зробити висновок, що ланцюгові стяжки, якими відбувається закріплення вагонів відносно палуб мають несиметричне розташування відносно кузовів, внаслідок чого з’являється нерівномірність силового навантаження на несучу конструкцію вагона, що приводить до остатніх деформацій і взагалі пошкоджень елементів конструкції.

### Формулювання цілей статті

Визначення особливостей силового навантаження кузовів вагонів посередництвом засобів закріплення його відносно палуб залізничних поромів.

### Викладення основного матеріалу

На підставі досліджень типових схем закріплення конструкцій вагонів відносно палуб вітчизняних залізнично-поромних суден було зафіксовано реальні випадки закріплення за окремі елементи несучої конструкції кузовів вагонів (рисунок 1). Було встановлено, що вони носять стахостичний характер і закріплюються за елементи конструкції вагонів, які для цього зовсім не призначені.

а)



б)



в)



г)



Рисунок 1. - Випадковість місць закріплення ланцюгових стяжок за елементи конструкції вагонів.

а) критий вагон на поромі “Герои Шипки”; б) піввагон на поромі “Грейфсвальд”; в) вагон-хопер на поромі “Петровск”; г) платформа на поромі “Герои Одессы”

В умовах хвилювання моря кузов вагона буде сприймати навантаження в вузлах взаємодії його з ланцюговими стяжками, величина якого залежить від розміщення їх відносно площини кузова вагону.

Розміщення ланцюгової стяжки у просторі і схема прикладення навантаження до кузова вагону через неї наведена на рисунку 2.

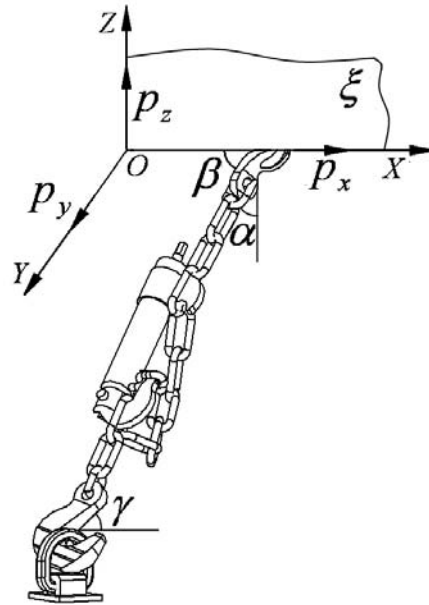


Рисунок 2. - Просторове розміщення ланцюгової стяжки відносно кузова вагону

$P_x, P_y, P_z$  – відповідно, проекції зусилля від ланцюгової стяжки, що прикладене до зони закріплення на кузові на вісі декартової системи;

$\alpha, \beta, \gamma$  – кути розміщення ланцюгової стяжки відносно площини кузова вагону

Кути розміщення ланцюгової стяжки симетричного закріплення, у відповідності з відносно площини кузова вагона у випадку [1, 2] занесені до таблиці 1.

Таблиця 1. - Кути розміщення ланцюгових стяжок відносно площини кузова вагона.

Позначення кута	Чисельне значення
$\alpha$	$<30^0$
$\beta$	$30^0 - 60^0$
$\gamma$	$<60^0$

Для аналізу випадковості розміщення ланцюгових стяжок відносно площин кузовів вагонів було досліджено біля 100 закріплень вагонів на палубах залізнично-поромних суден.

До складу вибірки ввійшли наступні типи вагонів: піввагони – 21, криті вагони – 41, АРВ, переобладнані під криті – 39 та вагони-цистерни – 13, при цьому кількість ланцюгових стяжок, якими здійснювалося закріплення складо: для піввагонів – 156, для критих – 310, для АРВ, переобладнаних під криті вагони – 304 та для вагонів-цистерн – 104.

На підставі складеної вибірки були визначені аналітичні залежності та отримані коефіцієнти, які враховують нерівномірність закріплення ланцюгових стяжок відносно площини кузова вагону.

Чисельність вибірки визначалася за формулою [3]:

$$n = \frac{t_{(p,k)}^2 \sigma^2}{\Delta^2 \sigma}, \quad (1)$$

де  $t_{(p,k)}$  – значення критерію Стьюдента при заданій імовірності та величині

$$\Delta\sigma = t_{\alpha}(n) \cdot \Delta S_{\bar{\sigma}} \quad , \quad (2)$$

де  $\Delta^2\sigma$  – абсолютна погрішність результату вимірювань

Використовуючи залежності математичної статистики та теорії імовірностей можна

Таблиця 2. - Коефіцієнти, які враховують нерівномірність розміщення ланцюгових стяжок відносно кузова вагону.

Тип вагона	Коефіцієнт нерівномірності розміщення ланцюгових стяжок за висотою кузова вагона, $k_h$		Коефіцієнт нерівномірності розміщення ланцюгових стяжок від палубного рима до вертикальної площини кузова вагона, $k_b$	
	Розрахунок на підставі фізичних вимірювань	Розрахунок на підставі нормативних документів	Розрахунок на підставі фізичних вимірювань	Розрахунок на підставі нормативних документів
Піввагон	1,17	1,09	1,17	1,1
Критий вагон	0,97	0,91	1,36	1,27
АРВ, переобладнаний під критий вагон	1,04	0,97	1,24	1,15
Вагон-цистерна	0,96	1,02	1,08	1,1

З таблиці 2 видно, що розбіжність між коефіцієнтами, які враховують нерівномірність розміщення ланцюгових стяжок відносно площини кузова вагону, що отримані на підставі фізичних вимірювань та за допомогою нормативних документів складає приблизно 1%, отже можна стверджувати про вірогідність отриманих величин.

Тому при оцінці зусилля, яке передається ланцюговою стяжкою на кузов вагона, необхідно ввести в розрахунок поправні коефіцієнти, які враховують кути розміщення ланцюгових стяжок відносно площини кузова вагону, а отже, і зусилля, що передаються через них на несучу конструкцію вагону. Тоді маємо:

$$p = p_c \cdot k_h \cdot k_b, \quad (3)$$

стверджувати, що кількість досліджуваних елементів вибірки, тобто ланцюгових стяжок, є достатнім для отримання її дійсної оцінки [4, 5].

Коефіцієнти нерівномірності закріплення ланцюгових стяжок відносно площини кузова вагона наведені в таблиці. 2.

де  $p_c$  – зусилля, яке передається через ланцюгову стяжку на кузов вагона,  $kH$ ;

$k_h, k_b$  – відповідно, коефіцієнти, які враховують геометричну нерівномірність розміщення ланцюгової стяжки за висотою кузова вагону та від палубного рима до вертикальної площини кузова вагону.

Необхідно зазначити, що кузов вагона буде сприймати також зусилля від ланцюгової стяжки, обумовлене її натягінням. Для більшої точності величини зазначеного зусилля також необхідно ввести в розрахунок коефіцієнт, який буде враховувати нерівномірність натягіння ланцюгової стяжки.

---

**Висновки**

---

На підставі проведених досліджень стає можливим отримання уточненої величини зусиль, які діють на кузов вагона через ланцюгові стяжки та проведення оцінки напружено-деформованого стану кузова при даних умовах експлуатації. Проведені дослідження сприятимуть розробці заходів, спрямованих на забезпечення міцності, надійності та збереження вагонів в умовах хвилювання моря, а також підвищенню ефективності взаємодії залізничного та водного видів транспорту в МЗВС.

**Список літератури**

1. Наставление по креплению генеральных грузов при морской перевозке для т/х "Герои Плевны". CARGO SECURING MANUAL for m/v "Geroi Plevny" № 2512. 02. Мин. транспорта Украины. Гос. департамент морского и речного транспорта. – Одесса, 1997. – 51 с.
2. ПАРОХОДСТВО БЪЛГАРСКИ МОРСКИ ФЛОТ, АД – ВАРНА. Инструкция за укрепване на товара. м/к "ГЕРОИТЕ НА ОДЕСА". – Варна, 1997. – с. 83.
3. Космин В.В. Основы научных исследований: Учебное пособие / Космин В.В. – М.: ГОУ "Учебно-методический центр по образо-

ванию на железнодорожном транспорте", 2007. – 271 с.

4. Ван дер Варден Б.А. Математическая статистика. – М.: ИЛ, 1960.

5. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2000. – 480 с.: ил.

**Анотації:**

В статті наведені результати досліджень особливостей взаємодії кузовів вагонів з технологічними пристроями закріплення відносно палуб залізнично-паромних суден. Проведені дослідження дозволять забезпечити міцність, надійність та збереження одиниць рухомого складу при експлуатації в міжнародному залізнично-водному сполученні і підвищити надійність перевезення вантажів у міжнародних напрямках.

---

В статье представлены результаты исследований особенностей взаимодействия кузовов вагонов с технологическими устройствами закрепления относительно палуб железнодорожно-паромных судов. Проведенные исследования позволят обеспечить прочность, надежность и сохранность единиц подвижного состава при эксплуатации в международном железнодорожно-водном сообщении и повысить надежность перевозки грузов в международных направлениях.

---

This article deals with the peculiarities of technical coupling wagon devices interaction relatively ferry-bridge ship decks with wagon construction. It ensures resistance reliability and unit safety of rolling stock under operation in international railway-water communication means.