

Міністерство освіти і науки України  
Одеська державна академія будівництва та архітектури  
Інститут проблем міцності імені Г. С. Писаренка  
Національної академії наук України  
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова  
University of West Attica  
Університет «Sjever» (Хорватія)

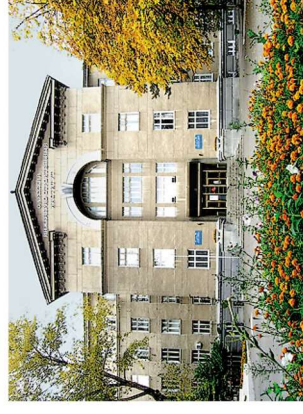
## **VI Міжнародна конференція**

### **АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ІНЖЕНЕРНОЇ МЕХАНІКИ**



# **ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ**

**Одеса, 20-24 травня 2019 року**



Міністерство освіти і науки України  
Одеська державна академія будівництва та архітектури  
Інститут проблем міцності імені Г. С. Писаренка  
Національної академії наук України  
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова  
University of West Attica  
Університет «Sjever» (Хорватія)

## **VI Міжнародна конференція**

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ  
ІНЖЕНЕРНОЇ МЕХАНІКИ**

***ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ***

**Одеса, 20-24 травня 2019 року**

**А 38** Актуальні проблеми інженерної механіки : тези доп. VI Міжнар. наук.-практ. конф. / під заг. ред. М. Г. Сур'янінова.. — Одеса : ОДАБА, 2019. — 393 с. ISBN 978-617-7195-87-9

### ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

**Антоноук Н.Р.** - технічний редактор журналу «Вісник ОДАБА», к.т.н., доцент, [vestnik@ogasa.org.ua](mailto:vestnik@ogasa.org.ua)

**Балдук П.Г.** - відповідальний секретар конференції, к.т.н., професор кафедри будівельної механіки Одеської державної академії будівництва та архітектури, [pavel9baldoock@gmail.com](mailto:pavel9baldoock@gmail.com)

**Зінковський А.П.** - заст. директора з наукової роботи Інституту проблем міцності імені Г.С. Писаренка, д. т. н., професор, [zinkovskii@ipp.kiev.ua](mailto:zinkovskii@ipp.kiev.ua)

**Клименко Є.В.** - зав. каф. залізобетонних та кам'яних конструкцій Одеської державної академії будівництва та архітектури, д.т.н., професор

**Вайсфельд Н.Д.** - зав. каф. методів математичної фізики Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, д.ф.-мат.н., професор, [mdttde@onu.edu.ua](mailto:mdttde@onu.edu.ua)

**Ковров А.В.** - голова оргкомітету конференції, ректор Одеської державної академії будівництва та архітектури, к.т.н., професор, [rector@ogasa.org.ua](mailto:rector@ogasa.org.ua)

**Круглов В.Є.** - директор Інституту математики, економіки та механіки ОНУ імені І.І.Мечникова, к.ф.-мат.н., професор, [imem@onu.edu.ua](mailto:imem@onu.edu.ua)

**Крутій Ю.С.** - проректор Одеської державної академії будівництва та архітектури, д.т.н., професор, [yurii.krutii@gmail.com](mailto:yurii.krutii@gmail.com)

**Сур'янінов М.Г.** - заступник голови оргкомітету конференції, зав. кафедри будівельної механіки Одеської державної академії будівництва та архітектури, д.т.н., професор, [sng@ogasa.org.ua](mailto:sng@ogasa.org.ua)

**Харченко В.В.** - директор Інституту проблем міцності імені Г.С. Писаренко Національної академії наук України, академік НАН України, д. т. н., професор, [khar@ipp.kiev.ua](mailto:khar@ipp.kiev.ua)

**Шваб'юк В.І.** - Луцький національний технічний університет, д.т.н., професор, [Shvabyuk@lutsk-ntu.com.ua](mailto:Shvabyuk@lutsk-ntu.com.ua)

**Хендрік Досс** - Професор університета прикладних наук м. Майнц (Німеччина), [hendrik.doss@dosscom.de](mailto:hendrik.doss@dosscom.de)

**Kyriazopoulos A.** - Professor, University of West Attica, [akyriazo@teiath.gr](mailto:akyriazo@teiath.gr)

**Demakos K.** - Professor, University of West Attica, [cdemakos@gmail.com](mailto:cdemakos@gmail.com)

**Pnevmatikos N.** - Associate Professor, University of West Attica, [pnevma@teiath.gr](mailto:pnevma@teiath.gr)

**Milkovich Marin** - rector of the University «Sjever», professor, [rektor@unin.hr](mailto:rektor@unin.hr)

УДК 621.01  
А 38

ISBN 978-617-7195-87-9

© Одеська державна академія  
будівництва та архітектури, 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

Azizov T., Tychyna P., Derkowski W., Jurkowska N. К расчету перекрытий из железобетонных многопустотных плит с учетом их крутильной жесткости	12
Антоненко Н.М., Ткаченко І.Г., Долгорукий П.Ю. Плоска термопружна деформація багатопорової основи з неідеальним тепловим контактом між шарами	16
Афонин В.В., Ерофеева И.В., Кондращенко В.И., Емельянов Д.В., Федорцов В.А. Принятие решений о качестве композиционных материалов, подвергавшихся температурным перепадам	20
Бабич С.Ю., Корниенко В.Ф., Дегтярь С.В., Швардак Т.М. Некоторые родственные в математическом плане осесимметричные задачи со смешанными граничными условиями для упругого слоя с начальными напряжениями	24
Бабич С.Ю., Дихтярук Н.Н., Случинский А.А., Шушарин Ю.В. О плоской задаче контактного взаимодействия упругого стрингера и двух полос с начальными напряжениями	26
Багно О.М., Щурук Г.І. Математичне моделювання впливу скінченних початкових деформацій на характеристики хвильового процесу в системі: нестисливий пружний шар - півпростір ідеальної стисливої рідини	27
Бажанова А.Ю., Маковкина Т.С., Чопенко С.В. Экспериментальные исследования свободных колебаний железобетонных и фибробетонных балок	29
Блажко В.В. Технологічний комплект обладнання для приготування сухих будівельних сумішей	31
Балдук П.Г., Курган А.Ю. Модель енергоспоживання будівлі	33
Банніков Д.О., Радкевич А.В., Нікіфорова Н.А. Конструктивна схема сталевого каркасу для будівель сейсмічних регіонів Індії	37
Баранова-Шишкова Л.И., Симпольская К.С., Звонарева Е.А., Гончаренко В.В. Исследование способов изготовления стекла и его физико-химические свойства	40
Бекирова М.М. Методика расчета стержней с учетом малых и больших эксцентриситетов	47
Березин Л. Н. Исследование условий отскока игл при кулировании	49
Бистров В.М., Декрет В.А., Зеленський В.С. Втрата стійкості шаруватого композитного матеріалу при стисканні поверхневим навантаженням	52
Васильченко А.В., Отрош Ю.А., Ковалев А.И. Оценка огнестойкости железобетонных балок с фиброармированием	55
Мартынов В.И., Ветох А.М. Явления самоорганизации в затвердевающей пенобетонной смеси	58

Равлюк В.Г., Бондаренко В.В., Равлюк М.Г., Гребенюк В.А. Дослідження гібридної розрахункової схеми навантаження колодок гальмової важільної передачі вантажного вагона	247
Равлюк В.Г., Бондаренко В.В., Равлюк М.Г., Гребенюк В.А. Дослідження процесу утворення та параметрична оцінка дуального знос гальмових колодок вантажних вагонів	251
Ромашко В.М., Ромашко О.В. Основи загальної теорії опору бетону та залізобетону силовим впливам	254
Саєнко Н.В., Биков Р.О., Саєнко Л.В., Ільєнко К.О. Демідов Д.В. Вплив мінеральних наповнювачів на паропроникність та водопоглинання водно-дисперсійних полімерних покриттів	256
Сахно С.І., Янова Л.О., Пищикова О.В. Аналіз напруженого стану металоконструкцій мостового крана методом кінцевих елементів	258
Семенюк Н.П., Жукова Н.Б. Чувствительность цилиндрических композитных оболочек к начальным несовершенствам различного вида	260
Сліпич О.О., Романенко К.М. Обстеження, аналіз, розрахунок та проекткування встановлення стаціонарного бутобю в корпусі крупного дробління полтавського гірничозбагачувального комбінату	261
Гребенюк С.Н., Клименко М.И., Смолянкова Т.Н., Коваль Р.А. Эффективные характеристики разномодульных композитов при поперечном растяжении	263
Солодей И.И., Затылюк Г.А. Реализация теории линейно- деформированной среды в ПК Plaxis при исследовании осадок основания	267
Сорока Н.Н. Построение области прочности сечения	269
Starykov M.A. Fatigue life assessment approaches comparison based on typical welded joint of chassis frame	271
Суханевич М.В., Анопко Д.В. Бетони спеціального призначення на основі цементів, модифікованих мікро- та нано- добавками	278
Суханевич М.В. Гідроізоляційні та захисні розчини на основі цементів, модифікованих вуглецевими нано добавками	280
Тарельник В.Б., Коноплянченко Е.В., Тарельник Н.В., Козаченко А. Моделирование технологических параметров формирования комбинированных электроискровых покрытий	281
Телишко Л.П. Методические подходы к вопросу диагностирования технического состояния промышленных зданий и сооружений	285
Хорошун Л.П., Левчук О.І. Моделювання ефективних пружних властивостей шаруватих стохастичних композитів при недосконалії адгезії	292
Цапко Ю.В., Бондаренко О.П., Цапко О.Ю. Вогнезахисна покрівельна композиція для очерету	293
Чаюн И.М., Вовк П.Е. Трение нити, расположившейся по винтовой линии, при растяжении на цилиндрической поверхности	295

- [1]. Панасюк В.В., Саврук М.П. Модель смуг пластичності в пружнопластичних задачах механіки руйнування // Фіз.-хім. механіка матеріалів.- 1992.- Т.28, №1.- С. 49-68.
- [2]. Нобл Б. Применение метода Винера-Хопфа для решения дифференциальных уравнений в частных производных. - М.: 1962. - 279 с.
- [3]. Уфлянд Я.С. Интегральные преобразования в задачах теории упругости. - Л.: 1967. - 402 с.
- [4]. Кипнис Л.А. Однородная задача для клина с симметричной трещиной в вершине // Прикладная математика и механика. - 1981. - 45, №2.- С.396-400.
- [5]. Каминский А.А., Кипнис Л.А., Хазин Г.А. Исследование напряженного состояния вблизи угловой точки при моделировании начальной пластической зоны линиями скольжения // Прикл. механика. - 2001.- 37, №5.- С.93 - 99.

#### **ON CALCULATION OF THE PREFRACTURE ZONE AT THE CORNER POINT OF THE WEDGE-SHAPED CUT THAT OUTGOES ON THE ROUGH INTERFACE OF MEDIA**

*The plane symmetric problem of the prefracture zone calculation at the corner point of the wedge-shaped cut that outgoes on the rough interface of isotropic elastic media is considered. The prefracture zone is modeled by lines of rupture of tangential displacement located on the interface. The solution of the corresponding problem of the theory of elasticity is constructed by the Wiener-Hopf method.*

УДК 629.463.004.4:656.211.7

#### **ДОСЛІДЖЕННЯ ГІБРИДНОЇ РОЗРАХУНКОВОЇ СХЕМИ НАВАНТАЖЕННЯ КОЛОДОК ГАЛЬМОВОЇ ВАЖЛИВОЇ ПЕРЕДАЧІ ВАНТАЖНОГО ВАГОНА**

**Равлюк В. Г., к.т.н., доц., Бондаренко В. В., к. т. н., доц.  
Равлюк М. Г., ст. викладач, Гребенюк В. А., ст. викладач**  
Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків,  
ravvg@ukr.net

Для забезпечення своєчасних перевезень рухомий склад, нарівні з іншими технічними засобами, повинен працювати безвідмовно та гарантувати безпеку руху особливо при гальмуванні. Тому гальма є однією з основних складових частин сучасного рухомого складу, від рівня досконалості конструкції, ефективності, надійності й безвідмовної роботи яких в значній мірі залежить безпека руху поїздів, а також пропускна та перевізна спроможність залізниць. Техніко-економічні показники використання вантажних вагонів АТ «Укрзалізниця» свідчать про те, що за чверть століття гальмові системи

вантажних поїздів стали найбільш вразливі в сучасних умовах експлуатації й у більшості вагонного парку знаходиться у незадовільному стані. У зв'язку з цим в АТ «Укрзалізниця» і у провідних установах, які відносяться до залізничного транспорту, виконуються роботи щодо підвищення довговічності та надійності гальм вантажних поїздів.

Встановлено, що конструкція гальмової важільної передачі (ГВП) вагонів не забезпечує рівномірного розподілу сил натиснення колодок на колеса [1]. Це виникає через те, що під час руху поїзда без гальмування колодки притиснуті верхніми крайками до поверхонь кочення коліс і здійснюють шкідливе тертя з утворенням ненормативного зносу робочого тіла гальмових колодок. На рис. 1, а наведено пошкодження замка 1, і стертість розпірки 2 триангеля в контакті з петлею 3 пристрою рівномірного зносу колодок, що стає причиною схиляння гальмової колодки 1 (рис. 1, б) й утворення стертості її верхівки 5 в колесо при попушених гальмах [2].

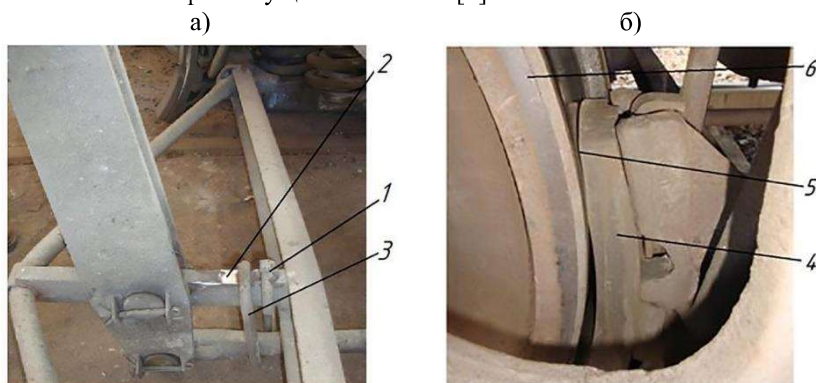


Рис. 1. Характерний вигляд в умовах експлуатації: а) – пошкодженого типового пристрою рівномірного зносу колодок; б) – схиленої та притиснутої верхівки гальмової колодки до поверхні кочення колеса; 1 – зруйнований замок; 2 – стертість розпірки триангеля; 3 – петля; 4 – гальмова колодка; 5 – стертість верхівки колодки; 6 – колесо

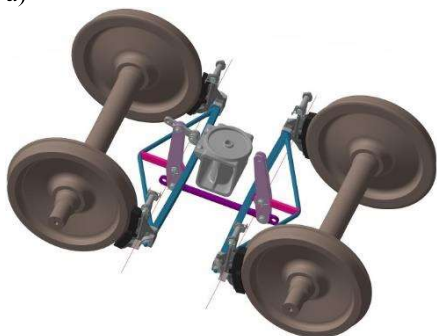
Для вирішення проблеми ненормативного зносу колодок у гальмовій системі трьохелементних візків вантажних вагонів — поставлена задача досягти ліквідації шкідливо діючого моменту сил, який виникає внаслідок невірноваженості елементів ГВП. Тому наводимо схему просторової моделі ГВП візка вантажного вагона (рис. 2, а), яку умовно поділимо на дві частини та віднесемо їх до першої і другої колісної пари. Далі побудуємо схему розподілу зовнішніх і частково внутрішніх сил, які діють на відповідні елементи ГВП візка при гальмуванні (рис. 2, б).

Одна з частин (права) має підвішений триангель №1, з ведучим вертикальним важелем 1 та інші деякі деталі ГВП. Зовнішнє гальмове зусилля  $T_0(t)$  нескінченної потужності від пневмосистеми гальма передається через

ведучий вертикальний важіль 1 на триангель №1, який своїми гальмовими башмаками з колодками натискає на колеса першої колісної пари та гальмує її. Таким чином, перший ведучий вертикальний важіль (при поки не визначених умовах) врівноважується двома реакціями від дії сил натискання на колеса  $T_1$ , дією внутрішньої сили  $\delta T_1$ , яку внаслідок наявності зайвої ступені вільності ГВП візка знайти звичайним методом сил [3] одразу не вдається, а також двома силами  $N_1$ , що діють на маятникові підвіски триангеля №1 з гальмовими башмаками і колодками.

Друга колісна пара має триангель №2, вертикальний ведений важіль 2, на який через затяжку обох важелів передається поки невизначена частка сили натиснення  $T_0(t)$ , яка є такою ж за величиною, але протилежною за напрямком до внутрішньої сили  $\delta T_2$ . У свою чергу ця сила врівноважується двома реакціями  $T_2$  від натискання колодок на колеса при гальмуванні другої колісної пари, двома силами  $N_2$  підвішування триангеля №2 з башмаками і гальмовими колодками та силою, що виникає в кріпленні вертикального важеля за «мертву точку» надресорної балки, яка підресорена пружними комплектами візка, що являють собою елементи центрального підвішування вагона.

а)



б)

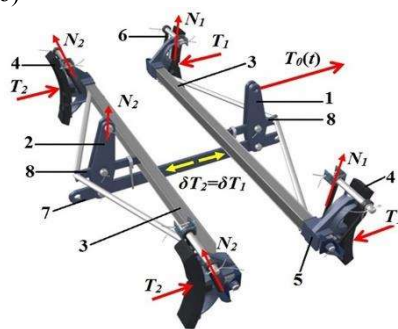


Рис. 2. Загальний вигляд: а) – просторової моделі гальмової важільної передачі візка вантажного вагона; б) – схема передачі гальмового зусилля

$T_0(t)$  без урахування гравітаційних сил: 1 і 2 – вертикальні важелі;

3 – триангель; 4 – гальмова колодка; 5 – гальмовий башмак; 6 – маятникова підвіска; 7 – затяжка вертикальних важелів; 8 – розпірка;  $N_1 (X_1, Z_1)$  і  $N_2 (X_2, Z_2)$  – сили в маятникових підвісках триангелів (зовнішні);  $T_1$  і  $T_2$  – зовнішні гальмові реакції;  $\delta T_2 = \delta T_1$  – розпірні внутрішні «віртуальні» сили

Тому при складанні гібридної розрахункової моделі роботи ГВП до уваги приймається припущення, що триангель №2 має абсолютно жорсткий стрижень, який підвішений по краях за дві шарнірно-рухомі опори до бокових рам візка так, що його кінцеві частини взаємодіють з маятниковими підвісками на кінцях яких навішені башмаки з гальмовими колодками, як у випадку підвішування триангеля №1 (сили  $N_2$  подібні силам  $N_1$ ). Однак, у своєму центрі

цей стрижень з розпіркою триангеля і струною, що створюють триангель №2, приєднано вертикальним веденим важелем 2 до «мертвої точки», як до своєї шарнірної опори (реакція  $N_3$  діє в середині надресорної балки). Оскільки надресорна балка має відповідні ступені свободи зміщень, то вона взагалі приймає участь у лінійних коливаннях (вертикальна динаміка) та у кутових бічних хитаннях вагона. Ці коливання на першому етапі досліджень враховуватися не будуть.

Щоб з'ясувати сенс роботи триангельних ГВП доцільно обмежитися аналізом дій силових факторів, без урахування ваги (маси) всіх її елементів та припустити, що сили  $N_3 = N_2$ , які рівномірно розподілені по балці триангеля №2.

**Висновки.** На підставі проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. Доведено, що плоскі розрахункові загальновідомі схеми гальмової важільної передачі трьохелементних візків вантажних вагонів не враховуються особливості та характер роботи триангеля №1 і №2 при гальмуванні вантажного вагона.

2. Визначено адекватне припущення при побудові гібридної розрахункової схеми гальмової важільної передачі щодо визначення сил натискання колодок на колеса трьохелементного візка вантажного вагона.

3. Отримані результати роботи, будуть надалі враховуватися для вирішення проблемних питань щодо ненормативного зносу гальмових колодок у трьохелементних візках вантажних вагонів.

[1] Zhang, Y, Zhang M. The application status of unit brakes on metro vehicles in China. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE). 3 (15) (2018) 17-23. DOI: 10.9790/1684-1503031723.

[2] Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України. ЦТ – ЦВ – ЦЛ – 0015. – Затверджена наказом Укрзалізниці №264-Ц 28.10.1997. – Київ: (2004) с. сс. 77-95.

[3] Губська В.В., Кришталь В.Ф. Кінематика твердого тіла та динаміка точки. Конспект лекцій. – Київ: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», (2018). сс. 75 – 99.

## **STUDY OF THE HYBRID COMPUTATIONAL MODEL OF LOADING OF BRAKE PADS OF BRAKE RIGGING OF THE FREIGHT CAR**

*In the article, the points of load application effecting the pads and other parts of the freight car three-element bogie during braking is considered theoretically using the example of the 2D diagram of the brake rigging. The special differences between the operating conditions of the first and second triangles of the car brake rigging and their effect on the wear of the pads when the train is moving without braking are described. The different operating conditions of the triangles are described to establish a causal relationship regarding the abnormal wear of the brake pads of the three-element bogies. For the first time, a calculation algorithm of a more accurate approach to theoretical calculations was proposed to determine the actual*

Наукове видання

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ІНЖЕНЕРНОЇ МЕХАНІКИ**

**ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ  
VI Міжнародної конференції**

Одеса, 20-24 травня 2019 року

*(українською, російською та англійською мовами)*

Підписано до друку 11.05.2019 р.  
Формат 60×84/16 Папір офісний Гарнітура Times  
Друк-різографія. Ум.-друк. арк. 22,84.  
Наклад 300 прим. Зам. №19-24

Видавець і виготовлювач:  
**Одеська державна академія будівництва та архітектури**  
**Свідоцтво ДК № 4515 від 01.04.2013 р.**  
Україна, 65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4.  
тел.: (048) 729-85-34, e-mail: [gio@ogasa.org.ua](mailto:gio@ogasa.org.ua)

Надруковано в авторській редакції з готового оригінал-макету  
в редакційно-видавничому відділі ОДАБА