

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет залізничного транспорту



**ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ  
ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД І БУДІВЕЛЬ  
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ,**  
присвячена 110-річчю зі дня народження Заслуженого  
діяча науки і техніки України д.т.н. професора Ангелейка В.І.  
VII-ї МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**Тези доповідей**



14–16 листопада 2018 р., м. Харків, Україна

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ

**Тези доповідей 7-ої міжнародної  
науково-технічної конференції**

**«ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ  
ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД І БУДІВЕЛЬ НА  
ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»,**

що присвячена 110-річчю зі дня народження Заслуженого ді-  
яча науки і техніки України д.т.н., професора Ангелейка В.І.

**Харків 2018**

7-а Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», що присвячена 110-річчю зі дня народження Заслуженого діяча науки і техніки України д.т.н., професора Ангелейка В.І., Харків, 14-16 листопада 2018 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – 223 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та будівельної галузі за трьома напрямками: залізниці, метрополітени та промисловий транспорт; будівельні конструкції, будівлі та споруди; будівельні матеріали, захист і ремонт конструкцій та споруд.

## ЗМІСТ

### Секція

## ЗАЛІЗНИЦІ, МЕТРОПОЛІТЕНИ, ПРОМИСЛОВИЙ ТРАНСПОРТ

EXPERIENCE GAINED DURING EXAMINATION OF ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY BETWEEN ROLLING STOCK AND AXLE COUNTERS <b>Andrzej Białoń, Dominik Adamski, Łukasz Zawadka</b> .....	13
POSSIBILITIES FOR CONTROL OF A TRUCK SEMI-ACTIVE SUSPENSION IN ORDER TO REDUCE PITCH ANGLE AND SUSPENSION JOUNCES WHEN BRAKING ON RAILWAY CROSSING <b>N.L. Pavlov</b> .....	14
MODELING OF A PENDULUM TYPE CHILD TRAVEL SEAT <b>N.L. Pavlov</b> .....	16
НАДІЙНА ІНФРАСТРУКТУРА ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ. ВИКЛИКИ СУЧАСНОСТІ <b>О.М. Баль</b> .....	18
ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ НЕРІВНОСТЕЙ НА ХРЕСТОВИНАХ СТРІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ МЕТРОПОЛІТЕНУ <b>В. Д. Бойко, В.М. Молчанов, В.М. Твердомед</b> .....	20
ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ <b>Д.И. Бочкарев, П.В. Ковтун, О.В. Осипова</b> .....	22
ОСОБЕННОСТИ СОСТАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ В ПУТЕВОМ ХОЗЯЙСТВЕ <b>Д.И Бочкарев, А.С. Лапушкин</b> .....	24
ОЦІНКА ЗАХОДІВ ПО ЗМЕНШЕННЮ ЗНОСУ КОЛІСНИХ ПАР ТА РЕЙОК ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЛОКОМОТИВІВ В ГІРСЬКИХ УМОВАХ <b>С.І. Возненко, А.П. Фалендиш, А.Л. Сумцов, О.В. Клецька, М. Блатниці</b> .....	26
ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО УЩІЛЬНЕННЯ ГРУНТОВИХ НАСИПІВ <b>К.Ц. Главацький, В.Е. Черкудінов, О.П. Посмітюха</b> .....	28
ЗМІННІСТЬ ПРУЖНОЖОРСТКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БОКОВОГО ЗГИНУ ТА КРУЧЕННЯ РЕЙКОВОЇ НИТКИ ЗАЛЕЖНО ВІД СПІВВІДНОШЕННЯ КОЛІСНИХ НАВАНТАЖЕНЬ $R_{дин}/H_{дин}$ <b>Е.І. Даніленко, В.М. Молчанов, Т.П. Даніленко</b> .....	30
ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ДЕФЕКТІВ КОНТАКТНО-ВТОМЛЕНОГО ПОХОДЖЕННЯ В РЕЙКАХ <b>О. М. Даренський, В. Г. Вітольберг, Д. О. Потапов, Горяїнова О.В.</b> .....	32

ВПЛИВ РІВНЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА НЕСУЧУ ЗДАТНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОЛОН ПІДСИЛЕНИХ ОБОЙМОЮ <b>П.І. Країнський, Я.З. Бліхарський, П.І. Вегера, Р.Є. Хміль .....</b>	<b>117</b>
АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКІВ МІЦНОСТІ ПРОГОННИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ <b>О.М. Крантовська, М.М. Петров, Л.М. Ксьоншкевич, С.В. Синій, П.О. Сунак .....</b>	<b>119</b>
АНАЛІТИЧНІ ФОРМУЛИ ДЛЯ ЧАСТОТ КОЛИВАНЬ ШАРНІРНО ОБПЕРТИХ КОНСТРУКЦІЙ З УРАХУВАННЯМ ВЛАСНОЇ ВАГИ <b>Ю.С. Крутій, Н.Г. Сур'янінов, В. Ю. Вандинський .....</b>	<b>121</b>
ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ І ПРОЕКТУВАННЯ ПЛИТ НА ПРУЖНІЙ ОСНОВІ, АРМОВАНИХ НЕМЕТАЛЕВОЮ КОМПОЗИТНОЮ АРМАТУРОЮ <b>О.І. Лугченко, А.Х. Нажем, Д.О. Орешкін .....</b>	<b>123</b>
ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ СИЛОСНИХ ЄМНОСТЕЙ НА ВІТРОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ <b>Н.О. Махінько .....</b>	<b>113</b>
НАДІЙНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ АРХІТЕКТУРНИХ СПОРУД В УМОВАХ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИТУАЦІЙ <b>В. П. Мироненко, Д. В. Сопов .....</b>	<b>127</b>
ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНЫХ СЖИМАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ПРОЧНОСТЬ БЕТОННЫХ И СТАЛЕФИБРОБЕТОННЫХ ПРИЗМАТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ <b>С.Ф. Неутов, М.М. Сидорчук, А.С. Шиляев .....</b>	<b>129</b>
МЕТОДИКИ НАТУРНИХ ВОГНЕВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ МІЖ ДЖЕРЕЛОМ ТЕПЛООВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА ПРОМИСЛОВИМИ СПОРУДАМИ <b>В.В. Ніжник, С.В. Поздєєв, Ю.Л. Фещук .....</b>	<b>131</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПОЖЕЖІ У КАБЕЛЬНИХ ТУНЕЛЯХ <b>О.М. Нуянзін, М.А. Кришталь, А.А. Нестеренко, Д.О. Кришталь .....</b>	<b>133</b>
ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОНСТРУКЦІЙ <b>Ю.А. Отрош, О.В. Васильченко, О.М. Данілін, І.М. Хмиров.....</b>	<b>135</b>
ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ ПРИ КАПІТАЛЬНОМУ РЕМОНТІ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ МОСТІВ <b>О.П. Пінчук, В.І. Соломка, А.Ю. Решетньов.....</b>	<b>137</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БАЗАЛЬТОВОЇ ФІБРИ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ДОВГОВІЧНІСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ НА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ АВТОДОРОЖНІХ МОСТАХ <b>Є.П. Плазій, А.М. Онищенко.....</b>	<b>139</b>

- [2] Конструкции бетонные и железобетонные: СНБ 5.03.01-02. – [Дата введения 2003–07–01]. – Минск: Минстройархитектуры, Стройтехнорм, 2002. – 274 с. (Національний стандарт Білорусії).
- [3] Eurocode 2 EN 1992-1-1:2004: Design of Concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings. – Brussels, 2004. – 225 p.
- [4] Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318M-14) and Commentary (ACI 318RM-14). American Concrete Institute. – [First Printing March 2014]. – American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich.– 520 p. (Національний стандарт Сполучених Штатів Америки).
- [5] Карпюк В.М. До питання про необхідність вдосконалення нормативних методів розрахунку міцності похилих перерізів залізобетонних конструкцій / В.М. Карпюк, О.М. Крантовська, О.М. Коцюрубенко // Вісник ОДАБА. – Випуск 57. – Одеса, 2015. – С. 182-188.
- [6] Karpiuk V.M., 2014. Calculated force resistance models of span concrete structures in case of bending stress state (monograph). Odesa, OSACEA: 352.
- [7] Практичний розрахунок елементів залізобетонних конструкцій за ДБН В.2.6-98:2009 в порівнянні з розрахунками за СНиП 2.03.01-84\* і EN 1992-1-1 (Eurocode 2) / В.М. Бабаєв, А.М. Бамбура, О.М. Пустовойтова та ін. за заг. ред. В.С. Шмуклера. – Харків: Золоті сторінки, 2015. – 208 с.

УДК 550.34

## АНАЛІТИЧНІ ФОРМУЛИ ДЛЯ ЧАСТОТ КОЛИВАНЬ ШАРНІРНО ОБПЕРТИХ КОНСТРУКЦІЙ З УРАХУВАННЯМ ВЛАСНОЇ ВАГИ

### ANALYTIC FORMULAS FOR THE NATURAL FREQUENCIES OF HINGED STRUCTURES WITH TAKING INTO ACCOUNT THE DEAD WEIGHT

*д-р техн. наук Ю.С. Крутій, д-р техн. наук Н.Г. Сур'янінов,  
В. Ю. Вандинський*  
Одеська державна академія будівництва та архітектури (м. Одеса)

*Yu.S. Krutii, Dr. Sc., M.H. Suriyaninov, Dr. Sc., V.Yu. Vandynskiy*  
Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture (Odesa)

Часто при дослідженні згинних коливань вертикальних конструкцій в якості розрахункової схеми використовують стрижень сталого перерізу, що знаходиться під впливом змінної поздовжньої сили, в ролі якої виступає власна вага (рис. 1).

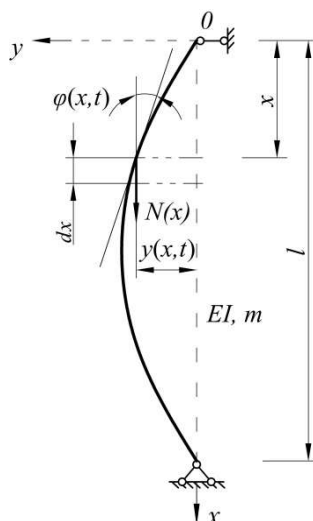


Рис. 1. Вільні згинні коливання стрижня

Як відомо [1], математичною моделлю такого фізичного явища буде диференціальне рівняння зі змінними коефіцієнтами в частинних похідних

$$EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + q \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\partial y}{\partial x} \right) + m \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

де  $EI$  – згинна жорсткість,  $q$  – розподілене поздовжнє навантаження (вага одиниці довжини стрижня),  $m$  – погонна маса,  $y = y(x, t)$  – поперечне переміщення точки осі стрижня з координатою  $x$  в момент часу  $t$  (динамічний прогин).

Як відомо з теорії стійкості [2], шарнірно обпертий стрижень, що знаходиться під дією поздовжнього розподіленого навантаження, при значенні  $q_{cr} = 18,5687EI/l^3$  втратить стійкість. Тому розглядати коливання стрижня при значеннях  $q$  більших ніж  $q_{cr}$ , з практичної точки зору позбавлено сенсу. Отже, актуальні для дослідження випадки поздовжнього навантаження лежать на проміжку

$$0 \leq q \leq q_{cr}. \quad (2)$$

В публікації авторів [3] побудовано точний розв'язок рівняння (1). Внаслідок цього, там же отримано формули для динамічних параметрів стану стрижня та аналітичне подання для частот його вільних коливань з урахуванням власної ваги

$$p_j = \frac{K_j}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{m}} \quad (j = 1, 2, 3, \dots).$$

Тут  $K_j$  – безрозмірні коефіцієнти, що залежать від  $q$  та підлягають визначенню із частотного рівняння, яке отримуємо, реалізувавши задані граничні умови.

Спираючись на результати роботи [3], в аналітичному вигляді встановлено зв'язок між частотами  $p_1, p_2, p_3$  та відповідними частотами коливань стрижня без урахування власної ваги  $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ . Нагадаємо, що останні визначаються за відомими формулами [4]:

$$\omega_1 = \frac{\pi^2}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{m}}, \quad \omega_2 = \frac{4\pi^2}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{m}}, \quad \omega_3 = \frac{9\pi^2}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{m}}.$$

Вказаний зв'язок виражається наступними співвідношеннями:

$$\frac{p_1}{\omega_1} = 1 + 0,0191\alpha + 0,000668\alpha^2 - 2,95 \cdot 10^{-5}\alpha^3 + 1,74 \cdot 10^{-5}\alpha^4; \quad (3)$$

$$\frac{p_2}{\omega_2} = 1 - 0,010\alpha - 0,000171\alpha^2 + 7,35 \cdot 10^{-5}\alpha^3 - 4,31 \cdot 10^{-7}\alpha^4; \quad (4)$$

$$\frac{p_3}{\omega_3} = 1 - 0,00256\alpha - 4,95 \cdot 10^{-6}\alpha^2, \quad (5)$$

де  $\alpha = ql^3/EI$  – безрозмірний параметр. Виходячи з нерівності (2), для даного параметру матимемо

$$0 \leq \alpha \leq 18,5687. \quad (6)$$

На підставі (3) – (6) встановлюються межі для відношення частот:

$$1 \leq \frac{p_1}{\omega_1} \leq 1,60; \quad 0,75 < \frac{p_2}{\omega_2} \leq 1; \quad 0,95 < \frac{p_3}{\omega_3} \leq 1. \quad (7)$$

Можна зробити висновок, що урахування власної ваги при дослідженнях згинних коливань стрижня приводить до збільшення першої частоти та зменшення другої та третьої частот. Також формули (7) демонструють на скільки

частоти коливань стрижня з урахуванням власної ваги можуть відрізнятись від відповідних частот, знайдених без її урахування.

- [1] Василенко М. В. Теорія коливань і стійкості руху / М. В. Василенко, О. М. Алексейчук. – К. : Вища школа, 2004. – 525 с.  
[2] Wang C. M. Exact solutions for buckling of structural members / C. M. Wang, C. Y. Wang, J. N. Reddy. – Boca Raton, Florida, USA: CRC Press, 2005. – 286 p.  
[3] Krutii, Yu. Exact solution of the differential equation of transverse oscillations of the rod taking into account own weight / Yu. Krutii, M. Suriyaninov, V. Vandynskyi // MATEC Web of Conferences. – 2017. – Vol. 116, 02022. doi:10.1051/mateconf/201711602022  
[4] Киселев В. А. Строительная механика / В. А. Киселев – М.: Стройиздат, 1980. – 616 с.

**УДК 624.012.45:624.04**

## **ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ І ПРОЕКТУВАННЯ ПЛИТ НА ПРУЖНІЙ ОСНОВІ, АРМОВАНИХ НЕМЕТАЛЕВОЮ КОМПОЗИТНОЮ АРМАТУРОЮ**

### **PECULIARITIES OF CALCULATION AND DESIGN OF SLABS ON ELASTIC CUSHION REINFORCED WITH NON-METALLIC COMPOSITE ARMATURE**

*канд. техн. наук О.І. Лугченко,<sup>1</sup> А.Х. Назем<sup>1</sup>, Д.О. Орешкін<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Харківський національний університет міського господарства імені О.М.Бекетова (м. Харків)*

*<sup>2</sup>Технологічна група «Екіпаж» (м. Харків)*

***O.I. Lugchenko<sup>1</sup>, PhD, A.H. Nazhem<sup>1</sup>, D.O. Oreshkin<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup> O. M. Beketov National University of Urban Economy (Kharkiv)*

*<sup>2</sup>Technological group "Ekipazh" (Kharkiv)*

У цей час склопластикова й базальтопластикова композитна арматура все частіше використовується в різних галузях промисловості й народного господарства. Унікальна технологія виробництва арматури дозволяє одержати високоякісний будівельний матеріал, що відповідає всім сучасним вимогам надійності, якості й безпеки. На підставі даних, отриманих у результаті багаторічних досліджень, розроблений ряд нормативних документів, що регламентують застосування неметалевої композитної арматури і виробів з неї при зведенні будинків і споруд [1].

Прикладом ефективного використання неметалевої композитної арматури для армування плит на пружній основі може служити Павловська площа, розташована в м. Харкові (рис.1), при зведенні якої, у якості арматурних виробів використані композитні сітки типу СКС-100/100 виробництва компанії ТГ «Екіпаж».

Причиною для застосування на даному об'єкті композитної арматури є несприятливе розташування ділянки, що проявляється, у першу чергу, у високому положенні й значних коливаннях рівня ґрунтової води.