

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

трудомісткості складання армокаркаса безпосередньо на робочому майданчику більш ніж в 10 разів.

[1] Настанова з проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальто- і склоровінгу: ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012 - [Чинні 2012-09-28]. – К.: Мінрегіон України, 2012. – 43с. – (Національний стандарт України)

[2] Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98:2009 - [Чинний 2011-06-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 118с. – (Національний стандарт України)

[3] Практичний розрахунок елементів залізобетонних конструкцій за ДБН В.2.6-98:2009 у порівнянні з розрахунками за СніП 2.03.01-84\* і EN 1992-1-1 (Eurocode 2) [Текст]: навчальний посібник /В.М.Бабаєв, А.М.Бамбура, О.М.Пустовойтова та ін.; за заг. Ред.. В.С.Шмуклера. – Харків: Золоті сторінки, 2015 – 208с.

**УДК 624.042**

## **ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ СИЛОСНИХ ЄМНОСТЕЙ НА ВІТРОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ**

### **FEATURES OF CALCULATING SILOS FOR WIND LOAD**

*канд. техн. наук Н.О. Махінко*

*Національний авіаційний університет (м. Київ)*

*N. Makhinko PhD*

*National Aviation University (Kyiv)*

Дана стаття присвячена дослідженню роботи вертикальних сталевих циліндричних ємностей для зберігання зерна зі змінною за висотою товщиною листів корпусу та ребер жорсткості при дії асиметричного вітрового навантаження. Розрахунок конструкції сформований на базі аналітичної методики, що полягає в розкладанні навантаження в скінчений тригонометричний ряд та відповідного додавання окремих напружено-деформованих станів  $k$ -го впливу. При аналізі була використана експоненціальна залежність для опису закону зміни товщин листів корпусу і ребер жорсткості та припущення щодо рівності швидкості зміни цих характеристик.

Відповідно загальній теорії оболонок обертання добре відомо, що будь-яке навантаження можливо розкласти в тригонометричний ряд скінченої довжини [1]. Аналітична методика розрахунку вертикальних циліндричних ємностей для зберігання зерна на несиметричне вітрове навантаження також побудована на можливості розкладення аеродинамічного коефіцієнту  $C_{aer}(\varphi)$ , і відповідно вітрового навантаження  $W_k$ , в скінчений тригонометричний ряд. Це дозволяє проводити розрахунок до кожної зі складових навантаження окремо. Невідомі складові напружено-деформованого стану від навантаження  $W_k = A_k \cos(k\varphi)$  визначені через диференційне рівняння

$$\frac{d^4 \xi_k(x)}{dx^4} + 4\eta_{w,k}^4 \xi_k(x) = 4\eta_{w,k}^4 \xi_{k,0}. \quad (1)$$

Для опису закону зміни товщин корпусу і ребер за висотою використаємо експоненціальну залежність [2]

$$t_{ef}(x) = t_{ef,r} g_w(x) = t_{ef,r} \exp[-\varepsilon_w(x/H_w)]. \quad (2)$$

Також введемо припущення, що швидкість зміни товщин листів корпусу та ребер жорсткості є рівною, тобто використаємо однакові параметри  $\varepsilon_w$  в обох залежностях. Для функції  $\eta_{w,k}$  можливо тоді записати, додатково розгорнувши формулу циліндричної жорсткості  $D_r(x)$

$$\eta_{w,k}^4(x) = 16k^4(k^2 - 1)^2 t_w^2(x) \Delta J_w(x) / \left[ (1 + \alpha_{wp}) D_w^6 \right]. \quad (3)$$

Аналізуючи формули та спираючись на дослідження [3] для ємностей з гофрованим корпусом, підкріплених вертикальними ребрами жорсткості можливо зробити висновок, що функція  $\xi_k(x)$  не залежить від абсолютного значення товщин і закону їх зміни за висотою, а визначається відношенням сумарної площі поперечного перерізу всіх ребер до площі поперечного перерізу ємності за умови сталості цього відношення на всіх висотах.

Відповідно до загальних залежностей теорії оболонок для складових напружено-деформованого стану циліндричної ємності з гофрованою стінкою та змінними по висоті товщинами корпусу і вертикальних ребер жорсткості, можна записати розрахункові формули для радіальних  $w_k(y, \varphi)$ , кільцевих  $v_k(y, \varphi)$ , поздовжніх  $u_k(y, \varphi)$  переміщень, а також напружень в поперечних перерізах  $\sigma_{p,k}(y, \varphi)$  і  $\tau_{p,k}(y, \varphi)$

$$\begin{aligned} w_k(y, \varphi) &= 2D_w A_w \frac{[1 - \psi_{m,k}(y)]}{(k^2 - 1)^2} a_k \cos(k\varphi); \\ v_k(y, \varphi) &= 2D_w A_w \frac{[1 - \psi_{m,k}(y)]}{k(k^2 - 1)^2} a_k \sin(k\varphi); \\ u_k(y, \varphi) &= \frac{D_w}{\Delta_w} A_w \frac{\psi_{u,k}(y)}{k^2(k^2 - 1)^2} \lambda_{\mu,k} a_k \cos(k\varphi). \\ \sigma_{p,k}(y, \varphi) &= \frac{A_w E}{\Delta_w^2} \frac{\psi_{\sigma,k}(y)}{k^2(k^2 - 1)^2} \lambda_{\eta,k}^2 a_k \cos(k\varphi); \\ \tau_{p,k}(y, \varphi) &= \frac{A_w E}{\Delta_w^3} \frac{\psi_{\tau,k}(y)}{k^3(k^2 - 1)^2} \lambda_{\eta,k}^3 a_k \sin(k\varphi). \end{aligned} \quad (4)$$

$$(5)$$

Особливу увагу варто звернути на коефіцієнт податливості ємності  $A_w$ , що являється коефіцієнтом пропорційності в формулах (7)-(11) і виступає функцією безрозмірної висоти  $y = x / H_w$

$$A_w(y) = \frac{3\delta_{Dt}^6 (1 - \mu^2)}{8\Delta J_w} \frac{w_p}{E} \exp[\varepsilon_w(1 - y)]. \quad (6)$$

Для ємностей з плоскою стінкою всі сформульовані вище висновки залишаться в силі, якщо плоский лист розглядувати як граничний випадок гофрованого.

Отримані результати також підтверджуються висновками дослідження [3], де вирішувалось основне диференціальне рівняння напружено-деформованого стану ємності змінної товщини в умовах осесиметричного завантаження.

[1] Власов В.З. Избранные труды : в 3 т. – М. : Издательство Академии наук СССР, 1962-1964. – Т.1:Очерк научной деятельности «Общая теория оболочек». Статьи. – 1962. – 528 с. ; т.2: Тонкостенные упругие стержни. Принципы построения общей технической теории оболочек. – 1963. – 507 с.; т.3: Тонкостенные пространственные системы. – 1964. – 481 с.

[2] Makhinko A. Analysis of the deflective mode of thin-walled barrel shell / A. Makhinko, N. Makhinko // Academic journal. Industrial Machine Building, Civil Engineering. – PoltNTU, 2018. – P. 69-78.

[3] Лапенко О.І. Вплив профілювання листів на жорсткісні характеристики ємностей для зберігання зерна / О.І. Лапенко, Н.О. Махінко // Наука та будівництво. – К. : НДІБК, 2018. – № 2(16). – С. 40-45.

**УДК 72.023**

## **НАДІЙНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ АРХІТЕКТУРНИХ СПОРУД В УМОВАХ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИТУАЦІЙ**

### **RELIABILITY AND DURABILITY OF ARCHITECTURAL STRUCTURES IN CONDITIONS OF EXTREME SITUATIONS**

*д-р архітектури В. П. Мироненко, Д. В. Сопов*

*Харківський національний університет будівництва та архітектури (м. Харків)*

*V. P. Mironenko, Dr. arch., D.V. Sopov*

*Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture (Kharkiv)*

В умовах глобальної зміни клімату, природних катаклізмів, що почастишали: землетруси, повені, виверження вулканів, цунамі, урагани, сілі, лісові пожежі тощо, архітектура виявилася «заручницею» природи, вимушеної розвиватися за її жорсткими законами [1].

Залежно від місця розташування і характерних природних катаклізмів регламентуються вимоги до архітектурних об'єктів.

Загроза майбутніх катаклізмів дає привід до орієнтації діяльності архітекторів на створення проектів будівель і міст майбутнього, здатних протистояти стихії, що розбушувалася.

Перед людством вже зараз стоїть низка завдань, вирішення яких вимагає прийняття термінових заходів по:

- виробленню конструктивних, технологічних та інженерних рішень, що підвищують стійкість до зовнішніх природних впливів вже побудованих архітектурних споруд;

- проектуванню нових буферних зон для масового переселення людей з постраждалих районів;

- будівництву нових екопоселень з можливістю автономного існування.

В якості одного з перспективних напрямків у всьому світі розглядається пе-