

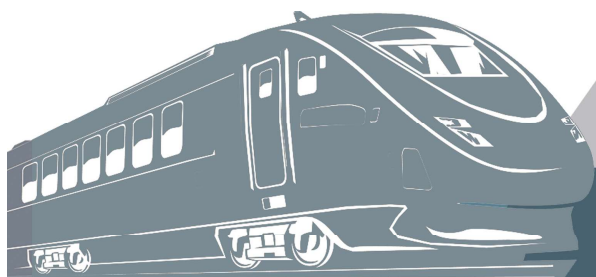
Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту



ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ
ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД І БУДІВЕЛЬ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ
VIII-ї МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

Тези доповідей

Частина 2



20–22 листопада 2019 р., м. Харків, Україна

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ

**Тези доповідей 8-ої міжнародної
науково-технічної конференції**

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

Харків 2019

8-а Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 20-22 листопада 2019 р.: Тези доповідей. Ч.2. - Харків: УкрДУЗТ, 2019. - 241 с.

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

ЗМІСТ

Секція

БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ, БУДІВЛІ ТА СПОРУДИ

ESTABLISHMENT OF THE SCOPE OF TESTING OF CIVIL STRUCTURES FOR MULTISTAGE QUALITY CONTROL M.V. Savytskyi, T.J. Shevchenko, O.M. Savytskyi, A.M. Savytskyi.....	13
STABILITY OF LIGHT STEEL THIN-WALLED STRUCTURES FILLED WITH LIGHTWEIGHT CONCRETE V.O. Semko, A.V. Hasenko, N.M. Mahas, O.G. Fenko, V.O. Sirobaba....	15
НОВІ КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ПРИ ПОСИЛЕННІ НЕРОЗРІЗНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК Т.Н. Азізов, Д.В. Кочкар'юв, Т.А. Галінська.....	17
РАСЧЕТ ЖЕСТКОСТИ ПРИ КРУЧЕНИИ ДВУТАВРОВЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С НОРМАЛЬНЫМИ ТРЕЩИНАМИ Т.Н. Азізов, О.М. Орлова, О.В. Нагайчук.....	19
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЕФОРМАТИВНОСТІ ТА ТРИЩИННОСТІЙКОСТІ НЕРОЗРІЗНИХ ДВОПРОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК ІЗ КОМБІНОВАНИМ АРМУВАННЯМ О.В. Андрійчук, М.В. Нінічук.....	21
ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНЬ У СТАЛЕФІБРОБЕТОННИХ ТОНКОСТІННИХ ПОКРИТТЯХ У ФОРМІ ГІПЕРБОЛІЧНОГО ПАРАБОЛОЇДА О.В. Андрійчук, С.О. Ужегов.....	23
РОЗРАХУНОК ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ УТОЧНЕНИМИ МЕТОДАМИ Х.З. Байтала, П.І. Бакін, Т.П. Донець, О.А. Фесенко.....	25
НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН КОНСТРУКЦІЙ З УРАХУВАННЯМ КАТЕГОРІЇ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЛІ ТА ЗМІНИ ІНТЕНСИВНОСТІ СЕЙСМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ М.С. Барабаш, Н.О. Костира, Б.Ю. Писаревський.....	27
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ФІБРОБЕТОННИХ ПРИЗМ ЩО ЗАЗНАЛИ ДІЇ ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР С.Ю. Берестянська, Є.І. Галагура, О.В. Опанасенко, І.В. Биченок А.О. Берестянська,	29
ДЕФОРМАТИВНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК АРМОВАНИХ ВИСОКОМІЩНОЮ АРМАТУРОЮ ТА СТАЛЕВИМ ЗОВНІШНІМ ЛИСТОМ Т.В. Бобало, Я.З. Бліхарський, Н.С. Копійка, М.Е. Волинець.....	31

ПРОБЛЕМИ ДОТРИМАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ	
Л.О. Богінська, О.В. Юрченко, В.І. Шушкевич.....	33
ПІДСИЛЕННЯ КАМ'ЯНИХ КОЛОН (СТОВПІВ) ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНОЮ ОБОЙМОЮ	
Ю.В. Бондаренко, В.Л. Земляков, К.В. Спіранде, І.А. Плахотнікова...	35
ДОСВІД ПРАКТИЧНОГО БУДІВНИЦТВА ГРЕБЕЛЬ З УКОЧЕНОГО БЕТОНУ	
С.В. Бутнік, А.О. Мозговий.....	37
МЕТОДИКА ВЕРОЯТНОСТНОЇ ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТІ МОНОЛИТ- НИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННИХ ОБДЕЛОК НАПОРНИХ ГИДРОТЕХНИЧЕС- КИХ ТУННЕЛЕЙ ГЭС И ГАЭС В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД	
А.И. Вайнберг.....	39
ВЛИЯНИЕ СВЕРХНОРМАТИВНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ СТАЛЬНЫХ КОЛОН НА ИХ ОГНЕСТОЙКОСТЬ	
А.В. Васильченко, Ю.А. Отрош, Д.Б. Анацкий, А.С. Гапонова.....	41
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ С МОНОЛИТНОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТОЙ	
Г.Л. Ватуля, О.В., Лобяк, С.В. Дериземля, М.А. Веревичева, Є.Ф. Орел	44
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ	
М.М. Вигнанець, С.Ф. Неутов, М.Г. Сур'янінов.....	46
МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ БАШТОВОЇ СПОРУДИ З ПРИЄДНАНИМ ГАСНИКОМ У РІВНОМІРНОМУ ВІТРОВОМУ ПОТОЦІ	
В.Є. Волкова, І.В. Шаповал.....	48
ОЦІНКА ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ БУДІВЛІ	
Л.В. Гапонова, С.С. Гребенчук.....	50
НЕНЬЮТОНОВСКИЕ ЖИДКОСТИ В БАЛЛИСТИЧЕСКИХ ПАНЕЛЯХ МОБИЛЬНОГО БРУСТВЕРА	
Г.М. Гасий, В.И. Шушкевич, Е.В. Гасий, Н.Н. Срибняк.....	52
ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ РОЗРАХУНКУ КРУТИЛЬНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛЕВИХ БАЛОК	
С.А. Гудзь, Г.М. Гасій, О.В. Гасій.....	54
РОЗРАХУНОК ПОЗАЦЕНТРОВО РОЗТЯГНУТИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ МАЛИМИ ЕКСЦЕНТРИСИТЕТАМИ ЗА ГРАНИЧНИМИ СТАНАМИ ПЕРШОЇ ГРУПИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ДЕФОРМАЦІЙНОГО МЕТОДУ	
Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко.....	56

**МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ БАШТОВОЇ СПОРУДИ
З ПРИЄДНАНИМ ГАСНИКОМ У РІВНОМІРНОМУ ВІТРОВОМУ
ПОТОЦІ**

**NUMERICAL SIMULATION OF DYNAMIC BEHAVIOUR OF A TOWER
STRUCTURE WITH AN ATTACHED DAMPER IN A UNIFORM WIND
FLOW**

д-р техн. наук В.Є. Волкова¹, І.В. Шаповал²

¹*Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» (м. Дніпро)*

²*Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна*

V.E. Volkova¹, D.Sc. (Tech.), I.V. Shapoval²

¹*Dnipro University of Technology (Dnipro)*

²*Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan (Dnipro)*

Явища, які спостерігаються при взаємодії споруд та їх окремих елементів з потоком повітря дуже різноманітні. Найбільш відомими є вітровий резонанс, голопінг і бафтинг. Вони мають дуже складний характер і не всі з них до кінця досліджені. Традиційно, припускають, що дія вітру являє собою комбінацію середнього сталого тиску і випадкових пульсацій, викликаних турбулентністю вітрового потоку. Така ідеалізація механізму взаємодії споруди з вітровим потоком дозволяє прогнозувати і дослідити основні аеродинамічні ефекти і не викликає додаткові обчислювальні труднощі.

Стале тиск вітру крім статичного ефекту, при певних умовах може призводити до встановлення тривалих (довгочасних) коливань конструкцій в широкому діапазоні швидкостей вітрового потоку. Дане явище багаторазово спостерігалось на практиці і отримало назву вітрового резонансу. Такі коливання, як правило, відбуваються в площині перпендикулярній напрямку потоку. Раніше експериментально було встановлено, що вони являють собою автоколивальний процес, викликаний зривом вихорів в крайніх точках. Пульсації вітрового потоку призводять до появи випадкових коливань в площині вітрового потоку. Амплітуда автоколивань істотно залежить від величини демпфірування. Зважаючи на це установка гасників коливань є досить ефективним способом зниження рівня вібрацій.

Дана робота присвячена дослідженню динамічної поведінки баштового споруди з приєднаним гасником. Розрахункова схема баштового споруди розглядається у вигляді консольного стрижня, що має змінний поперечний переріз. Основу стержня жорстко защемлено. До верхнього кінця стержня приєднані два гасники коливань, що розташовані в двох взаємно перпендикулярних площинах. Гасник коливань являє собою масу приєднану до стержня за допомогою пружного зв'язку і демпфера в'язкого тертя. Математична модель об'єкта досліджень це система двох нелінійних диференціальних рівнянь.

Для спрощення аналізу досліджуваної динамічної системи, внутрішнє непружний опір стержня враховувалося за гіпотезою Фойгта. Таке припущення цілком справедливо через малість величини внутрішнього опору по відношенню до величин аеродинамічної сили і в'язкого опору гасника.

Коливання башти з приєднаним маятникових гасником в рівномірному вітровому потоці описуються системою диференціальних рівнянь в частинних похідних

$$\begin{cases} \left(1 + \gamma_0 \frac{\partial}{\partial t}\right) \left[\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(EI_x \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} \right) \right] + m_x \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} - q_x + \delta(x-l) m_1 \frac{\partial^2 (y + \omega_l)}{\partial t^2} = 0 \\ \frac{\partial^2 (y + \omega_l)}{\partial t^2} + \mu \frac{\partial y}{\partial t} + f_0^2 y = 0 \end{cases} \quad (1)$$

де m_x, EI_x, γ_0 – погонна маса, згинальна жорсткість і коефіцієнт в'язкого опору стрижня;

m_1, μ, f_0 – маса, коефіцієнт в'язкого опору і парціальна частота коливань маятничого гасника;

ω, ω_l – переміщення стержня в довільному перерізі x і в перетині $x=l$,

y – відносне переміщення маятничого гасника, рівне подовженню його пружного зв'язку;

q_x – аеродинамічна сила, що діє на стрижень;

$\delta(x-l)$ – дельта функція Дірака.

Зважаючи на особливості системи при чисельному моделювання на перший план виходять питання стійкості та точності при застосуванні чисельних методів розв'язку нелінійних систем диференціальних рівнянь. Наявність функцій, що описують поведінку гасників коливань, в складі першого рівняння системи (1) не дає можливості відокремити рівняння системи, при використанні класичного прийому зниження порядку системи, і як наслідок застосувати більш прості схеми розрахунку. Тестування моделі дозволяє встановити крок інтегрування, що забезпечує необхідні вимоги до розв'язку системи та визначити допустимі діапазони значень параметрів системи. Реалізація моделі провадилась засобами системи MatLab, яка має широкі можливості програмного налаштування та модифікації методів чисельного розв'язку систем диференціальних рівнянь різних типів та візуалізації результатів.

На основі чисельного моделювання отримані часові процеси, спектральні характеристики. Так само була виконана оцінка впливу початкових умов на усталені режими коливань. Показано, що початкові умови справляють істотний вплив на динаміку досліджуваної системи. Вперше були отримані фазові траєкторії в розширеному просторі для нелінійної системи з двома степенями свободи.

Показано, що явища властиві нелінійних систем з одним степенем свободи залишаються і для систем з двома степенями свободи. У той же час, в системах з двома степенями свободи проявляються нові додаткові патерни фазових траєкторій, що мають більш складну структуру.