

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

РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ СТОЯКІВ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ТРИШАРНІРНИХ РАМ БІЛЯ ОПОР ПРИ ЗРІЗІ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ ПЛАСТИЧНОСТІ	
<b>О.О. Довженко, В.В. Погрібний, Л.В. Карабаш, О.О. Мальована.....</b>	<b>59</b>
УСТОЙЧИВОСТЬ РАВНОВЕСИЯ РЕБРИСТОЙ ТРЕХСЛОЙНОЙ ОБОЛОЧКИ	
<b>Т.А. Емельянова, А.Ю. Бажанова, Д.В. Лазарева, В.Ю. Денисенко.....</b>	<b>61</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ «ЗОНИ ВПЛИВУ» ФУНДАМЕНТІВ, ЩО СПОРУДЖУЮТЬ БЕЗ ВИЙМАННЯ ҐРУНТУ	
<b>М.Л. Зоценко, Ю.Л. Винников, С.М. Манжалій.....</b>	<b>63</b>
ВИЗНАЧЕННЯ АМПЛІТУДИ КОЛИВАНЬ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ РОБОТІ ПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ	
<b>Б.М. Ільницький, А.П. Крамарчук, С.С. Була, Т.В. Бобало.....</b>	<b>65</b>
УЧЕТ ДИНАМИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ СЫПУЧЕГО НА БОКОВУЮ ПОВЕРХНОСТЬ В МИРОВОЙ ПРАКТИКЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	
<b>О.О. Калмиков, Р. Халіфе.....</b>	<b>67</b>
РУЙНУВАННЯ ЦЕГЛЯНОЇ КЛАДКИ СТІН БУДІВЕЛЬ НА НЕРІВНОМІРНО-ДЕФОРМОВАНИЙ ОСНОВІ	
<b>О.В. Кічасєва, О.В. Доброходова, С.М. Золотов.....</b>	<b>69</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КЛЕЙОВИХ БАЗАЛЬТОПЛАСТИКОВИХ З'ЄДНАНЬ З БЕТОНОМ	
<b>О.В. Кічасєва, С.М. Золотов, П.М. Фірсов, Зафарі Тогіан.....</b>	<b>71</b>
ВРАХУВАННЯ ДІЇ МАЛОЦИКЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПРИ РОЗРАХУНКУ ШИРИНИ РОЗКРИТТЯ ТРІЩИН І ПРОГИНІВ БЕТОННИХ БАЛОК ІЗ РІЗНИМИ ВИДАМИ АРМУВАННЯ	
<b>П.М. Коваль, Р.І. Полюга, С.В. Стоянович, О.Я. Гримак.....</b>	<b>73</b>
МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ВОГНЕЗАХИСНОЇ ЗДАТНОСТІ ПОКРИТТІВ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ	
<b>А.І. Ковальов, Ю.А. Отрош, О.В. Король.....</b>	<b>75</b>
ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТА ПРИЧИН РУЙНУВАННЯ ШЛЯХОПРОВОДУ НА А/Д М-18-1	
<b>В.П. Кожушко, К.В. Бережна, С.М. Краснов, С.О. Бугаєвський.....</b>	<b>77</b>
ВЛАСТИВОСТІ БЕТОНУ ТА ДЕФОРМАЦІЇ ЛОКАЛЬНОЇ ОБЛАСТІ КОНСТРУКЦІЇ	
<b>В.В. Колохов, А.М. Сопильняк, Г.М. Гасій, А.М. Савицький.....</b>	<b>79</b>
МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ТРІЩИНІСТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОЛОН ПІДСИЛЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННОЮ ОБОЙМОЮ	
<b>П.І. Країнський, П.І. Вегера, Р.Є. Хміль, З.Я. Бліхарський.....</b>	<b>81</b>

**УСТОЙЧИВОСТЬ РАВНОВЕСИЯ РЕБРИСТОЙ ТРЕХСЛОЙНОЙ  
ОБОЛОЧКИ****EQUILIBRIUM STABILITY OF A RIBBED THREE-LAYER SHELL**

*канд. техн. наук Т.А. Емельянова<sup>1</sup>, канд. техн. наук А.Ю. Бажанова<sup>2</sup>,  
канд. техн. наук Д.В. Лазарева<sup>1</sup>, канд. техн. наук В.Ю. Денисенко<sup>1</sup>*  
<sup>1</sup>*Одесская государственная академия строительства и архитектуры (м. Одесса)*  
<sup>2</sup>*Одесский национальный политехнический университет (м. Одесса)*

*T.A. Yemelianova<sup>1</sup>, PhD (Tech.), A.Yu. Bazhanova<sup>2</sup>, PhD (Tech.),  
D.V. Lazareva<sup>1</sup>, PhD (Tech.), V.Yu. Denysenko<sup>1</sup>, PhD (Tech.)*  
<sup>1</sup>*Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture (Odessa)*  
<sup>2</sup>*Odessa National Polytechnic University (Odessa)*

Создание новых конструкционных материалов, обладающих высокими прочностными характеристиками, малым весом и незначительной теплопроводностью, привело к появлению разнообразных ограждающих конструкций в форме пластин, плит и оболочек, состоящих из двух и более слоев [1]. Наиболее эффективными оказались трехслойные конструкции, представляющие собой композицию из двух достаточно прочных наружных слоев небольшой толщины и легкого внутреннего слоя, призванного, в первую очередь, обеспечить высокие тепло- и звукоизолирующие характеристики [2].

Одной из существенных проблем, возникающих при конструировании трехслойных конструкций, является потеря устойчивости при сравнительно небольших нагрузках. Для ее решения используется устройство ребер жесткости, подкрепляющих конструкцию в одном или двух направлениях. Такое решение приводит к увеличению прочностных и деформационных характеристик, повышению спектра критических сил потери устойчивости при незначительном увеличении веса всей конструкции. Однако методы расчета подкрепленных конструкций существенно усложняются, и остается актуальной разработка новых подходов.

В работе показано построение расчетной модели и разработка алгоритма исследования устойчивости трехслойной полой оболочки, подкрепленной поперечными ребрами жесткости. Для этого вариационным методом, на основе принципа возможных перемещений, получены дифференциальные уравнения устойчивости участка оболочки, заключенного между ребрами, а также условия по линиям ребер и по краям оболочки. Для численной реализации авторской методики разработана программа "Трехслойная оболочка-II", реализованная в среде WolframMathematica 11 [3].

Рассматривается устойчивость трехслойной полой оболочки с легким трансверсально-изотропным наполнителем, которая подкреплена поперечными ребрами одинаковой жесткости и расположенными на одинаковых расстояниях

друг от друга.

Дифференциальные уравнения устойчивости участка оболочки, замкнутого между ребрами, а также условия по линиям ребер и по краям при шарнирном опирании кромок имеют вид [4]

$$\nabla^4 \Phi + \frac{\bar{B}}{R} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left( \varphi - \frac{Bh}{G_3} \nabla^2 \varphi \right) = 0; \quad (1)$$

$$\nabla^4 \varphi - \frac{1}{RD^*} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{2T_1}{D^*} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left( 1 - \frac{Bh}{G_3} \nabla^2 \right) \varphi = 0; \quad (2)$$

$$\Psi - \frac{1-\mu}{2G_3} Bh \nabla^2 \Psi = 0. \quad (3)$$

Выполнено преобразование системы дифференциальных уравнений с помощью функции перемещений  $F$ :

$$\nabla^4 \nabla^4 F + \frac{\bar{B}}{R^2 D^*} \frac{\partial^4}{\partial x^4} \left( 1 - \frac{Bh}{G^3} \nabla^2 \right) F + \frac{2T_1}{D^*} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left( 1 - \frac{Bh}{G^3} \nabla^2 \right) \nabla^4 F = 0. \quad (4)$$

Решение уравнений (3) и (4) для участка оболочки, замкнутого между ребрами, ищется в виде

$$F = f_1(x) \sin \frac{\pi}{b} y; \quad (5)$$

$$\Psi = f_2(x) \cos \frac{\pi}{b} y. \quad (6)$$

Показано, что существует конечное значение момента инерции подкрепляющих оболочку ребер, при котором может быть достигнуто максимальное критическое напряжение (критический момент инерции ребра), которое определяется из уравнения устойчивости. В качестве примера рассмотрена квадратная в плане оболочка, подкрепленная одним и тремя ребрами жесткости. Представлены значения критического момента инерции ребра, которые определялись как с учетом краевого эффекта Рейсснера, так и без его учета. Построены зависимости параметра критической нагрузки от линейных размеров оболочки, подкрепленной одним и тремя поперечными ребрами жесткости.

[1] Ugrimov, S.V. Generalized theory of multilayer plates // International Journal of Solids and Structures. – 2002. – Vol. 39. – № 4. – P. 819 – 839.

[2] Александров А.Я., Брюккер Л.Э., Куршин Л.М., Прусаков А.П. Расчет трехслойных панелей. — М.: Оборонгиз, 1960. — 272 с.

[3] Шапошников Н.Н., Кристалинский Р.Е. Решение вариационных задач строительной механики в системе Mathematica. Ъ Санкт-Петербург: Лань, 2010. Ъ 240с.

[4] Кириченко В.Л., Емельянова Т.А. Дифференциальные уравнения устойчивости полой трехслойной оболочки с легким наполнителем, подкрепленной ребрами жесткости // Вестник Херсонского государственного технического университета, 1999. Ъ №3(6). Ъ С.39-46.