

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет залізничного транспорту



# ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД ТА БУДІВЕЛЬ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

9-ї МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

## Тези доповідей



17–19 листопада 2021 р., м. Харків, Україна

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ

**Тези доповідей 9-ої міжнародної  
науково-технічної конференції**

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

**Харків 2021**

9-а Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 17-19 листопада 2021 р.: Тези доповідей. - Харків: УкрДУЗТ, 2021. - 281 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.

© Український державний університет  
залізничного транспорту, 2021

## ЗМІСТ

### Секція

## ШЛЯХИ СПОЛУЧЕННЯ, БЕЗПЕКА РУХУ ТА УПРАВЛІННЯ НА ТРАНСПОРТІ

RESEARCH OF THE ELASTIC CLAMP IN RAIL FASTENINGS OF TYPE KPP-5 IN VARIOUS OPERATIONAL <b>М.А. Arbuzov, O.V. Hubar, R. V. Markul, O.L. Tiutkin, V.S. Andrieiev, V.M. Suslov.....</b>	14
SUBSTANTIATION OF RATIONAL NORMS OF PERIODICITY OF REPAIR WORK OF THE RAILWAY TRACK <b>У.М. Fedorenko.....</b>	15
CURRENT STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF HIGH- SPEED TRAFFIC IN UKRAIN <b>D.M. Kurhan, D.L. Kovalskyu .....</b>	17
IMPROVEMENT OF FREIGHT MANAGEMENT TECHNOLOGY <b>N. Panchenko, A. Krashenin, A. Kovalov, O. Shapatina, O. Kovalova..</b>	19
АЛГОРИТМ ПРОСТОРОВОГО ЗОНУВАННЯ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА З УРАХУВАННЯМ ПОТРЕБ ДЛЯ ШЛЯХІВ СПОЛУЧЕННЯ ВЕЛИКИХ МІСТ <b>А.О. Атинян, О.В. Завальний, Г.М. Панкеева, Ю.В. Краснокутская, Т.О. Черноносова.....</b>	20
ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПРОСТОРОВОЮ МІСЬКОЮ ІНФРАСТРУКТУРОЮ <b>О.В. Афанасьєв, С.Г. Нестеренко, Є.М. Коростельов, М.О. Пиличева, В.О. Фролов.....</b>	22
ВСТАНОВЛЕННЯ ПРИЧИН СХОДУ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗА ДОПОМОГОЮ ЧАСУ ВКЛУЧУВАННЯ ЙОГО КОЛЕСА НА ГОЛОВКУ РЕЙКИ <b>А.В. Батіг, А.Я. Кузишин, М.О.Кузін, А.Р. Мілянч, П.М. Грицишин...</b>	24
ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ТА ПОКАЗНИКІВ БЕЗПЕКИ ДО ЕЛЕМЕНТІВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ <b>О.М. Баль, І.О. Бондаренко.....</b>	26
СУЧАСНІ ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТОМ В КОНТЕКСТІ ЕКОЛОГОБЕЗПЕЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ <b>А.В.Балян, І.О. Новаковська, Н.Ф. Іщенко, Л.Р. Скрипник, М.П. Стецюк.....</b>	28
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ВАГОНПОТОКАМИ ПРИ ОБСЛУГОВУВАННІ ПІДЇЗНИХ КОЛІЙ <b>Г.С. Бауліна, Г.Є. Богомазова, В.М. Прохоров, С.М. Продащук.....</b>	30
ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ФАКТОРІВ БЕЗПЕЧНОГО ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ <b>Г.Є. Богомазова, С.М. Продащук, Г.С. Бауліна, В.І. Шевченко.....</b>	32

МОДЕЛЮВАННЯ СНІГОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ОБОЛОНКУ У ФОРМІ ГІПЕРБОЛІЧНОГО ПАРАБОЛОЇДА	
<b>М.Г. Сур'янінов, Шаріф Жгаллі.....</b>	<b>178</b>
МОДАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ТА ФІБРОБЕТОННИХ БАГАТОПУСТОТНИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ	
<b>М.Г. Сур'янінов, І.Б. Корнєєва, Д.О. Кіріченко.....</b>	<b>180</b>
ВІЛЬНІ КОЛИВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ТА ФІБРОБЕТОННИХ АЕРОДРОМНИХ ПЛИТ	
<b>М.Г. Сур'янінов, Ю.С. Крутій, З.О. Головата, І.Б. Корнєєва.....</b>	<b>183</b>
МОДАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ТА ФІБРОБЕТОННИХ БАЛОК	
<b>М.Г. Сур'янінов, С.П. Неутов, О.М. Чучмай, Д.О. Кіріченко.....</b>	<b>185</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАТИВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНУ ЗА РІЗНИХ РЕЖИМАХ НАВАНТАЖЕННЯ	
<b>С.В. Філіпчук.....</b>	<b>187</b>
МАТЕМАТИЧНА ТЕОРІЯ ДІАГРАМИ «НАПРУЖЕННЯ-ДЕФОРМАЦІЇ» БЕТОНУ В УМОВАХ ПОЖЕЖІ ТА ПРИ ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ	
<b>С.Л. Фомін, С.В. Бутенко, І.А. Плахотнікова, С.М. Колєсніков.....</b>	<b>189</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ ЗЧЕПЛЕННЯ СКЛОПЛАСТИКОВОЇ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ HARD+ З БЕТОНОМ	
<b>В.С. Шмуклер, П.М. Фірсов, А.В. Набока, О.О. Акіменко.....</b>	<b>191</b>

### Секція

## БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ЗАХИСТ І РЕМОНТ КОНСТРУКЦІЙ ТА СПОРУД

RADIATION CONTROL OF NATURAL BUILDING RAW MATERIALS	
<b>М. Chyrkina, R. Ponomarenko, E. Slepuzhnikov, D. Kozodoi.....</b>	<b>193</b>
МОДИФІКУВАННЯ НАНОМАТЕРІАЛАМИ НЕОРГАНІЧНИХ В'ЯЖУЧИХ ТА БЕТОНИХ СУМІШЕЙ НА ЇХ ОСНОВІ	
<b>А.О. Атинян, О.М. Пустовойтова, С.В. Шаповал, А.А.Жигло, О.Ю. Супрун.....</b>	<b>195</b>
ВИКОРИСТАННЯ САМОУЩІЛЬНЮЮЧОГО БЕТОНУ З ДОБАВКАМИ ПОЛІКАРБОКСИЛАТНОГО ТИПУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ДОВГОМІРНИХ ЗБК	
<b>О.Ю. Бердник, Н.О. Амеліна, А.А. Майстренко, Є.М. Петрикова.....</b>	<b>197</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЙ ПОЛІМЕРНОГО МОДИФІКАТОРА В РЕАЛІЗАЦІЇ ПОЛІПШЕНИХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АКРИЛОВИХ КЛЕЙОВИХ КОМПОЗИЦІЙ	
<b>П.А. Білим, С.М. Золотов, П.М. Фірсов, Амір Шахін, Каіс Хусаїн.....</b>	<b>199</b>
ОСОБЛИВОСТІ ФАЗОУТВОРЕННЯ ШПІНЕЛЬНИХ СПОЛУК У СИСТЕМІ MgO – Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – TiO <sub>2</sub> – FeO	
<b>О.М. Борисенко, С.М. Логвінков, І.А. Остапенко, Г.М. Шабанова, А.А. Івашура.....</b>	<b>201</b>

**ВІЛЬНІ КОЛИВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ТА ФІБРОБЕТОННИХ  
АЕРОДРОМНИХ ПЛИТ**

**FREE VIBRATIONS OF REINFORCED CONCRETE AND FIBER-  
REINFORCED CONCRETE AIRFIELD SLABS**

*д-р техн. наук М.Г. Сур'янінов, д-р техн. наук Ю.С. Крутій,  
З.О. Головата, канд. техн. наук І.Б. Корнєєва  
Одеська державна академія будівництва та архітектури (м. Одеса)*

*M.G. Surianinov, Dr.Sc. (Tech.), Y.S. Krutii, Dr.Sc. (Tech.),  
Z.O. Holovata, I.B. Korneeva, PhD (Tech.)  
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture (Odessa)*

При вирішенні практично будь-якого завдання динаміки виникає необхідність у визначенні власних частот і форм коливань, що природно, оскільки ці параметри визначають поведінку системи і при інших видах динамічних впливів.

Метою даної роботи є аналітичне, експериментальне і чисельне визначення власних частот і форм коливань залізобетонних та фібробетонних аеродромних плит. В процесі роботи були розв'язані наступні завдання: проаналізовані сучасні аналітичні, чисельні та експериментальні методи дослідження динаміки залізобетонних та фібробетонних аеродромних плит; розв'язано аналітично задачу визначення власних частот і форм коливань залізобетонних та фібробетонних аеродромних плит; виконане комп'ютерне моделювання розглянутих конструкцій і розроблено методику їх модального аналізу на базі методу скінчених елементів; виконано експериментальні дослідження вільних коливань розглянутих конструкцій та порівняльний аналіз усіх отриманих результатів.

В лабораторії кафедри будівельної механіки проводились статичні і динамічні випробування аеродромних плит з бетону і фібробетону з дисперсним армуванням 1% анкерної сталеві фібри. Досліджувалися дві повнорозмірних плити, виготовлених на заводі ЗБК, одна з яких - зі звичайної заводської серійної продукції, а друга - з тим же армуванням стрижневою арматурою, але додатково посилена сталеві фіброю. Крім того, досліджувалася серія модельних плит, виготовлених в лабораторних умовах. У всіх випадках використовувався бетон класу С16/20.

В процесі випробувань спочатку були визначені фізико-механічні характеристики двох матеріалів (бетону та фібробетону), в тому числі, і ті, які необхідні для динамічних розрахунків – щільність, початковий модуль пружності, коефіцієнт Пуассона. Ці величини були використані в аналітичних розрахунках і при чисельному моделюванні.

Відповідно до діючих в Україні норм [1, 2], аеродромні плити (як і дорожні) розраховують по двох схемах навантаження - при навантаженні зосередженою силою у середині прольоту (надалі схема I, рис. 1) та на консолі (надалі схема II, рис. 2).

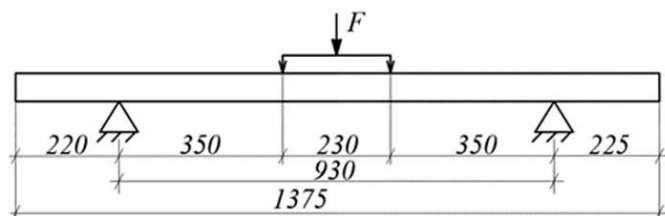


Рис. 1 Навантаження зосередженою силою у середині прольоту

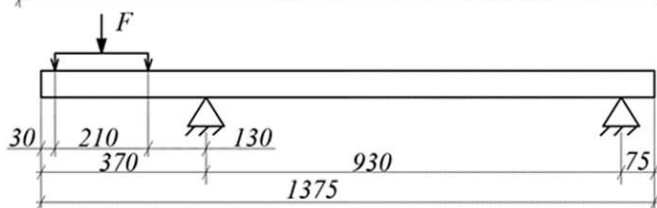


Рис. 2 Навантаження зосередженою силою на консолі

Для аналітичного визначення частот і форм коливань плит за вказаними схемами використані відомі формули [3, 4]. Комп'ютерне моделювання та скінчено-елементний модальний аналіз виконані у трьох програмних комплексах – SOFiSTiK, ЛИРА-САПР, ANSYS.

Експериментальне визначення частот і форм власних коливань аеродромних плит виконувалася на спеціально виготовленому для цього стенді *MODAL-2* [5].

Слід тільки відзначити, що модельні плити випробували за схемами I та II (рис. 1, 2), а серійні плити – тільки за схемою I.

З початком утворення тріщин деформування стає нелінійним, при цьому істотно змінюється модуль пружності. Наші дослідження показали, що в пустотних і аеродромних плитах це явище спостерігається при постійному статичному навантаженні, що змінюється в інтервалі  $(0,5 \div 0,9)F_{ult}$ . При реальному практичному використанні плит такий рівень зовнішнього навантаження досягається досить рідко, тому його розгляд в даній роботі представляється недоцільним. Однак в разі потреби можна скористатися всіма викладеними в роботі методиками з тією лише різницею, що досліджувана плита повинна бути завантажена постійним статичним навантаженням, величина якого буде продиктована практичними умовами завдання при відповідному значенні модуля пружності, визначеному в ході статичних випробувань.

Здійснений порівняльний аналіз всіх отриманих теоретичних, експериментальних і комп'ютерних результатів показав наступне: спектр частот, обчислений методом скінчених елементів (ANSYS) приблизно на 4% нижчий, чим обчислений аналітично; результати розрахунку в SOFiSTiK на 2% відрізняються від результатів, отриманих в ANSYS; розбіжність з експериментальними даними досягає 15%, причому, усі частоти, обчислені експериментально, більші частот, обчислених аналітично або методом скінчених елементів.

Отриманий спектр частот фібробетонних аеродромних плит вищий, ніж у бетонних, що дає підставу рекомендувати фібробетон для виготовлення конструкцій, які будуть працювати в умовах динамічних впливів.

[1] ДСТУ Б. В.2.6–137:2010 (ГОСТ 25912.2–91, MOD). Конструкції будинків і споруд. Плити залізобетонні попередньо напружені ПАГ–18 для аеродромного покриття. Конструкція. [Чинний від 2011–07–01]. ТОВ НТК "Будстандарт", 2011. 8 с. (Інформація та документація).

[2] Плити залізобетонні з ненапруженою арматурою для покриття міських доріг. ДСТУ Б.В.2.6-122:2010. – [чинний від 2011-07-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. 23 с. (Національний стандарт України).

[3] Бабаков И.М. Теория колебаний: учеб. пособие / И.М. Бабаков. – 4-е изд., испр. М.: Дрофа, 2004. 591 с.

[4] Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в трех томах. Том 3. Под ред. И.А. Биргера и Я.Г. Пановко. Москва, издательство "Машиностроение", 1968. 567 с.

[5] Сур'янінов М.Г. Аналітичні і експериментальні дослідження вільних коливань сталеві фібробетонних балок / М.Г. Сур'янінов, Т.С. Маковкіна // Наукові Нотатки, Вип. 66. Луцьк, 2019. С. 351 - 355.