

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'юв, 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 ВИСОКОМІЦНОЮ АРМАТУРОЮ ТА СТАЛЕВИМ ЗОВНІШНІМ ЛИСТОМ <b>Т.В. Бобало, Я.З. Бліхарський, Н.С. Копійка, М.Е. Волинець.....</b>	31

NEW HEAT-INSULATING DOLOMITE MATERIALS <b>V.V. Taranenkova, G.N. Shabanova, I. Tymoshenko, P. Korekian.....</b>	127
ВПЛИВ МІЖМОЛЕКУЛЯРНИХ ВЗАЄМОДІЙ КОМПОНЕНТІВ ЗВ'ЯЗУЮЧОГО НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ <b>О.С. Барабаш, Ю.В. Попов, Ю.М. Данченко.....</b>	128
ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ПОВЕРХНІ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА <b>О.Ю. Бердник, Н.О. Амеліна, А.А. Майстренко.....</b>	130
СИСТЕМИ ПІДСИЛЕННЯ КОМПОЗИТНИМИ МАТЕРІАЛАМИ ТМ МАРЕІ ДЛЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ТА ЦЕГЛЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ <b>С.М. Богдан .....</b>	132
ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОСТРУКТУРИ ЦЕМЕНТНОГО КОМПОЗИТУ НАПОВНЕНОГО АЛЮМОСИЛКАТНИМИ ТА СКЛЯНИМИ МІКРОСФЕРАМИ <b>Д.О. Бондаренко, К.В. Плахотніков, Т.О. Костюк, О.Б. Деденьова, О.А. Калінін.....</b>	134
ВПЛИВ ДОБАВКИ ВИСОКОДИСПЕРСНОГО КАЛЬЦИТУ НА КОРОЗІЙНУ СТІЙКІСТЬ ЦЕМЕНТНИХ КОМПОЗИТІВ <b>О.С. Борзяк, А.А. Плугін, С.М. Чепурна, О.В. Завальний, О.А. Дудін, О.В. Калюжна.....</b>	136
ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ФІБРОЦЕМЕНТНИХ КОМПОЗИЦІЙ ШЛЯХОМ ПРОСОЧЕННЯ ПОРИСТОГО ПРОСТОРУ ФІБРОБЕТОНУ <b>О.Г. Вандоловський, О.В. Рачковський, Т.А. Наливайко, Т.Т. Наливайко, К.В. Плахотніков.....</b>	137
ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПОШКОДЖЕНОСТІ НА ТРІЩИНОСТІЙКІСТЬ ДЕКОРАТИВНОГО КОМПОЗИТУ <b>В.М. Вировой, О.Д. Довгань, П.М. Довгань.....</b>	139
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ ЕПОКСИДНИМ ПОКРИТ- ТЯМ ПОВЕРХНІ БЕТОНУ ВІД ДІЇ СІРЧАНОКИСЛОТНОЇ КОРОЗІЇ <b>Д.Ф. Гончаренко, А.І. Алейнікова, Ю.В. Коломієць, О.В. Кабусь.....</b>	141
КИСЛОТНО-ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОВЕРХНІ ДИСПЕРСНИХ НАПОВНЮВАЧІВ НА ОСНОВІ ОКСИДІВ $TiO_2$ , $Al_2O_3$ , $CaO$ ТА $Fe_2O_3$ <b>Ю.М. Данченко, М.П. Галайда, О.С. Барабаш, Т.М. Обіженко.....</b>	143
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СТАЛЕФІБРОБЕТОНІВ ТА ПІДБІР ЇХ ЕФЕКТИВНОГО СКЛАДУ <b>Л.Й. Дворкін, В.В. Житковський, О.М. Бордюженко, В.В. Марчук, Ю.О. Степасюк.....</b>	145
НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН СТАЛЕКЛЕЕВИХ З'ЄДНАНЬ НА АКРИЛОВИХ КЛЕЯХ <b>С.М. Золотов, О.М. Пустовойтова, П.М. Фірсов, С.М. Камчатна, Хусаин Каис.....</b>	147

**ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПОШКОДЖЕНОСТІ НА  
ТРІЩИНОСТІЙКІСТЬ ДЕКОРАТИВНОГО КОМПОЗИТУ**

**EFFECT OF TECHNOLOGICAL DAMAGE ON CRACK RESISTANCE  
OF DECORATIVE COMPOSITE**

*д-р техн. наук В.М. Вировой<sup>1</sup>, канд. техн. наук О.Д. Довгань<sup>1</sup>, П.М. Довгань<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Одеська державна академія будівництва та архітектури (м. Одеса)*

<sup>2</sup>*ПП «Портал Юг» (м. Одеса)*

*V.M. Vyrovoy<sup>1</sup>, DSc. (Tech.), A.D. Dovgan<sup>1</sup>, PhD (Tech.), P.M. Dovgan<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture (Odesa)*

<sup>2</sup>*Portal Ug (Odesa)*

В наукових роботах [1-5], присвячених механізму структуроутворення композиційних будівельних матеріалів на різних масштабних рівнях, показано, що в період виготовлення матеріалу в його структуру «закладається» певний набір технологічних недосконалостей – технологічні тріщини (ТТ), внутрішні поверхні розділу (ВПР). Вид і характер розподілу ТТ й ВПР визначаються якісним складом та концентрацією часток дисперсної фази, співвідношенням поверхневої активності між твердими частинками та дисперсійним середовищем, а також технологічними особливостями переробки матричного матеріалу у виріб. Згідно з [5] наявність внутрішніх границь розділу у виді берегів ТТ й берегів ВПР передбачає здатність сприймати і перерозподіляти внутрішні деформації та деформації, викликані різними експлуатаційними навантаженнями. В роботах [2, 5, 6] продемонстровано, що тріщиностійкість полімерного і цементного композитів з мінеральними наповнювачами залежить від методу ініціювання початкових тріщин. Це обумовлено тим, що розподіл залишкових деформацій визначається геометричними характеристиками зразка, а величина деформацій залежить від початкового складу матеріалу. З урахуванням вище наведеного представляє інтерес до вивчення впливу технологічних особливостей отримання декоративного композиту на його тріщиностійкість.

При технологічній постановці задачі, з розробки складів пластифікованого бетону, припускалось, що спільне введення скляної гібридної фібри і тонкодисперсного цеоліту (характеризується меншим модулем пружності, ніж цементний камінь) при раціональній природній гранулометрії двох груп пісків (без фракціонування) дозволить знизити технологічну пошкодженість матричного матеріалу [7].

Вплив початкового складу матеріалу і технологічних особливостей його переробки у виріб оцінено через безрозмірний коефіцієнт ( $K_T$ ), чисельні значення якого визначено через співвідношення значень критичних коефіцієнтів інтенсивності напружень зразків-балочок із закладеною та

розпиленою тріщиною  $K_T = K_{Ic}^3 / K_{Ic}^P$  [2]. Варто зазначити, що випробовування зразків 27-ми різних складів на тріщиностійкість  $K_{Ic}$  проводилося згідно з ДСТУ Б В.2.7-227:2009, а обробка результатів – звикористанням методів експериментально-статистичного моделювання (Вознесенський В.А.).

Отримані значення коефіцієнту технологічного впливу на тріщиностійкість  $K_T$  знаходяться в межах від 0.7 до 1.1. Як показали результати дослідження  $K_{Ic}$ , в умовах проведених дослідів, для одного складу композиту критерій може коливатися від 3 до 40 %. Для аналізу впливу рецептурних факторів на  $K_T$  використовувалася «повна» експериментально-статистична модель (ЕС-модель). Максимальний рівень моделі ( $K_{T,max}=1.09$ ) досягається у складі композиту з вмістом волокон довжиною 6 і 12 мм на високому і вище середнього рівнях, а також – цеоліту і часток дрібного піску на нижче середніх рівнях. Для більш повного аналізу результатів моделювання за ЕС-моделлю будувалася діаграма виду «куби на квадраті». Аналіз діаграми дозволив виділити три особливості:

- порівняння максимальних значень критерію  $K_T$  на трьохфакторних полях підтверджує доцільність спільного введення гібридних волокон у композити, виготовлені на крупнозернистому піску з частковою заміною цементу цеолітовим наповнювачем від 2 до 2.6 %;

- у випадку відсутності скляних волокон довжиною 6 мм, ефективність часткової заміни цементу цеолітом збільшується до 3.4 %, але для бетонів з вмістом зерен дрібної фракції піску в суміші пісків не більше 38 %;

- знизити технологічну пошкодженість декоративних композитів, армованих тільки короткою фіброю, у 1.5 рази можливо при вмісті дрібного піску на нижче середньому рівні (< 50%) та при малій заміні в'язучого цеолітом не більше 0.6%.

Для трьох вище зазначених особливостей варто зауважити важливий факт позитивного впливу суперпластифікуючої добавки на полікарбонатній основі на формування структури композиту з високодисперсними наповнювачами.

**Висновок.** Метод закладення тріщини змінює деформативно-напружений стан цементно-піщаного композиту. Тріщиностійкість розчину значною мірою залежить від структурного оформлення, що визначається видом і вмістом високодисперсних мінеральних наповнювачів, а також співвідношенням кварцових зерен дрібного і крупного піску. Аналіз побудованої 5-ти факторної діаграми за експериментально-статистичною моделлю дозволив виявити оптимальні склади композиту з коефіцієнтом технологічного впливу на тріщиностійкість  $K_T \geq 1$ . Введення скляних лугостійких волокон при раціональній гранулометрії піску та заміні цементного в'язучого цеолітом, в кількості близько 3%, дозволяє знизити технологічну пошкодженість декоративного композиту.

[1] Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости / Соломатов В.И., Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Сиренко А.В. – К.: Будівельник, 1991. – 144с.

[2] Выровой В.Н. Особенности структурообразования и формирования свойств полимерных композиционных материалов / В.Н. Выровой, И.В. Довгань, С.В. Семенова. – Одесса: ТЭС, 2004. – 168с.

[3] Состав, структура и свойства цементных бетонов / Под ред. Г.И. Горчакова. – М.: Стройиздат, 1976. – 145с.

[4] Основы теории твердения, прочности, разрушения и долговечности портландцемента, бетона и конструкций из них: монография в 3-х тт. Т.3. Теория прочности, разрушения и долговечности бетона, железобетона и

конструкцій из них / А.Н.Плугин, А.А.Плугин, О.А.Калинин, С.В.Мирошниченко, Д.А.Плугин и др.; Под ред. А.Н.Плугина. – Київ: Наук. думка, 2012. – 288 с.

[5] Ткачук А.М. Трещиностойкость цементного камня с наполнителями // А.М.Ткачук, В.А. Лисенко, В.Н.Выровой, С.В. Сильченко // Вісник ОДАБА, 2004. – Вип. 15. – С. 296-301.

[6] Зайцев Ю.В. Механика разрушения для строителей: Учеб. пособие для строит. вузов. – М.: Высшая школа, 1991. – 288с.

[7] Довгань П.М. Планирование эксперимента в исследовании декоративных песчаных бетонов / П.М. Довгань, А.Д. Довгань, Т.В. Ляшенко, Н.В. Хлыцов // Структуроутворення, міцність та руйнування композиційних будівельних матеріалів і конструкцій. – Одеса: Друкарня ОДАБА, 2018. – С. 27-30.

**УДК 620.193.41**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ ЕПОКСИДНИМ ПОКРИТТЯМ ПОВЕРХНІ БЕТОНУ ВІД ДІЇ СІРЧАНОКИСЛОТНОЇ КОРОЗІЇ**

### **RESEARCH OF EFFICIENCY PROTECTION OF EPOXID COATINGS OF SURFACE OF CONCRETE FROM ACTION OF SULFURIC ACID CORROSION**

*д-р техн. наук Д.Ф. Гончаренко, канд. техн. наук А.І. Алейнікова,  
канд. техн. наук Ю.В. Коломієць, канд. техн. наук О.В. Кабусь  
Харківський національний університет будівництва та архітектури (м. Харків)*

***D.F. Goncharenko, DSc (Tech.), A.I. Aleinikova, PhD (Tech.),  
Y.V. Kolomiets, PhD (Tech.), O.V. Kabus, PhD (Tech.)  
Kharkov National University of Construction and Architecture (Kharkov)***

Одним із способів захисту бетону від кислотної агресії, в т.ч. в каналізаційних колекторах, є нанесення протикорозійних покриттів на основі епоксидних смол. Однак, не зважаючи на те, що самі покриття є стійкими до дії сірчаної кислоти, їх застосування при захисті бетону часто є неефективним. Наприклад, Білецький Р. та Шреммер Г. описують випадок пошкодження 4-кілометрової ділянки каналізаційного колектора в Гамбурзі через 2 роки після здачі в експлуатацію. Розенталем Н.К. також неодноразово спостерігалися ушкодження лакофарбових покриттів на бетонних зразках. Їх руйнування пов'язують з дифузійними процесами – осмосом та проникненням сірководню або кислоти під покриття. Дані масообміни та корозійні процеси в значній мірі залежать від властивостей бетону і величини зчеплення покриття з основою. Доцільним, на наш погляд, є пошук ефективних епоксидних покриттів в комбінації єдиної системи «бетон-епоксидне покриття».

Лабораторні дослідження проводилось в два етапи. На першому етапі досліджувалась стійкість бетонів в 5% розчині сірчаної кислоти. Було виготовлено 8 серій зразків по два склади на різних цементах (портландцемент та шлакопортландцемент), які відрізнялись вмістом хімічних (суперпластифікатор, гідрофобізатор, кальматуюча добавка) і мінеральної (мікрокремнезем) добавокта мали різні фізико-механічні властивості (міцність