

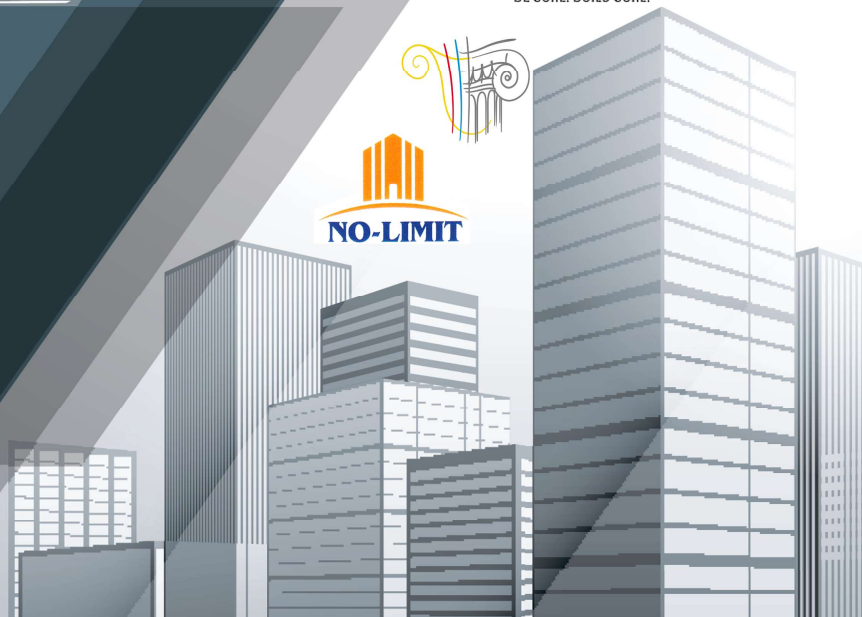
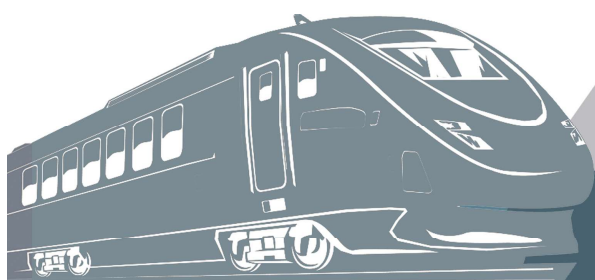
Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту



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

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

- [1] Danchenko Yu., Andronov V., Barabash E., Obigenko T., Rybka E., Meleshchenko R., Romin A. Research of the intramolecular interactions and structure in epoxyamine composites with dispersed oxides // Eastern-Europ. J. of Enterprise Tech. 6, 12 (90). 2017. – pp. 4-12.
- [2] Danchenko Yu., Kachomanova M., Barabash Ye. The acid-base interaction role in the processes of the filled diene epoxy resin structuring // Chem. & Chem. Tech. 12, 2. 2018. – pp. 188-195.
- [3] Danchenko Y., Andronov V., Sopov V., Khmyrov I., Khryapynskyy A. Acid-basic surface properties of clay disperse fillers // MATEC Web of Conferences. 230. 2018. – 8 p.
- [4] Danchenko Yu., Andronov V., Rybka E., Skliarov S. Investigation into acid-basic equilibrium on the surface of oxides with various chemical nature // Eastern-Europ. J. of Enterprise Tech. 4, 12 (88). 2017. – pp. 17-25.

УДК 691.328

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СТАЛЕФІБРОБЕТОНІВ ТА ПІДБІР ЇХ ЕФЕКТИВНОГО СКЛАДУ

MATHEMATICAL MODELING OF STEEL FIBER REINFORCED CONCRETE PROPERTIES AND SELECTING ITS EFFECTIVE COMPOSITION

*д-р техн. наук Л.Й. Дворкін, канд. техн. наук В.В. Житковський,
канд. техн. наук О.М. Бордюженко, канд. техн. наук В.В. Марчук,
канд. техн. наук Ю.О. Степасюк*

Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне)

*L. Dworkin, DSc (Tech.), V. Zhitkovsky, PhD. (Tech.),
O. Bordyuzhenko, PhD. (Tech.), V. Marchuk, PhD. (Tech.),
Y. Stepasyuk, PhD. (Tech.)*

National University of Water and Environmental Engineering (Rivne)

Сучасні бетони є багатокомпонентними системами, вартість окремих компонентів яких може наближатись або перевищувати вартість цементу. До таких бетонів можна віднести фібробетони. Вони відрізняються наявністю трьох компонентів (цементу, фібри та добавки пластифікатора), вміст яких може змінюватись в широкому діапазоні і які чинять основний вплив на сумарну вартість фібробетону.

На практиці задача мінімізації вартості фібробетону при застосуванні традиційного підходу суттєво ускладнюється. Для її вирішення доцільно застосовувати методи математичного програмування [1].

Для визначення параметрів складів сталевих фібробетонів реалізовано серію експериментів, алгоритмізованих відповідно до трьохфакторного плану експерименту B_3 [2] за умов планування, наведених в табл. 1.

Таблиця 1 - Умови планування експерименту

№	Фактори		Рівні варіювання			Інтервал
	Кодований	Натуральний вид	-1	0	+1	
1	X_1	Витрата цементу, кг/м ³ (Ц)	450	500	550	50
2	X_2	В/Ц	0,3	0,35	0,4	0,05
3	X_3	Витрата фібри, кг/м ³ (Ф)	80	100	120	20

Після проведення обробки і статистичного аналізу експериментальних даних отримані математичні моделі міцності на стиск та на розтяг при згині у віці 28 діб стандартних бетонних кубів, у вигляді поліноміальних рівнянь регресії (1-3).

Моделі міцності, представлені в кодованому вигляді, МПа:

$$\text{при стиску: } f_{cm}^{28} = 78,9 + 4,8 \cdot X_1 - 13,8 \cdot X_2 + 0,4 \cdot X_3 - 1,53 \cdot X_1^2 - 0,43 \cdot X_2^2 - X_3^2 - 0,5 \cdot X_1 \cdot X_2 \quad (1)$$

$$\text{на згин: } f_{c.tf}^{28} = 17,2 + 0,59 X_1 - 2,08 X_2 + 2,5 \cdot X_3 + 0,36 X_1^2 + 0,38 \cdot X_2^2 - 4,01 X_3^2 - 0,98 \cdot X_1 X_2 \quad (2)$$

Для визначення витрат суперпластифікатора Melflux 2651f отримана наступна математична модель, % від маси цементу:

$$СП' = 0,29 + 0,095 \cdot X_1 - 0,35 \cdot X_2 + 0,11 \cdot X_3 - 0,05 \cdot X_1^2 + 0,23 \cdot X_2^2 + 0,03 \cdot X_3^2 - 0,04 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (3)$$

Постановка задачі знаходження оптимального складу фібробетону із заданими показниками якості можна сформулювати наступним чином: знайти значення факторів складу фібробетону $x_1 \dots x_n$, що дозволяють мінімізувати вартість фібробетону:

$$V_{\Phi B} = V_{\Psi} \cdot \Psi + V_{\Delta} \cdot \Delta + V_{\Phi} \cdot \Phi \rightarrow \min \quad (4)$$

за умови забезпечення необхідних показників якості

$$P_1 \geq f(x_1, x_2, \dots, x_n); \quad (5)$$

$$P_2 \geq f(x_1, x_2, \dots, x_n);$$

.....

$$P_m \geq f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$\text{при } x_1 \dots x_n \in [a \dots b], \quad (6)$$

де V_{Ψ} , V_{Δ} , V_{Φ} – відповідно вартість цементу, добавки модифікатора (суперпластифікатора, активної мінеральної добавки тощо) та фібри, у.о./кг; Ψ , Δ , Φ – відповідно витрата цементу, добавки модифікатора та фібри, кг/м³; $P_1 \dots P_m$ – задані показники якості фібробетону; $x_1 \dots x_n$ – фактори складу; a , b – обмеження на можливі значення факторів.

Найбільш раціональним способом вирішення такої задачі є використання програмного середовища Microsoft Excel, зокрема його додаток "Пошук рішення". Ця надбудова призначена для пошуку рішення рівнянь та задач оптимізації.

Послідовність розрахунку наступна. Підставляємо у моделі (1) і (2) значення міцностей, що повинні забезпечуватись, а у вираз (4) – значення вартості компонентів фібробетону. У виразі 3 встановлюємо обмеження значень факторів (в кодованих значеннях від -1 до 1). Далі програма перебирає різні комбінації факторів забезпечуючи не менше заданих значення міцностей за виразами (1) та (2) мінімізуючи при цьому функцію (4). Для встановлення вартості фібробетону під час ітерацій паралельно визначається необхідний вміст суперпластифікатора за виразом (3) при знайдених проміжних значеннях факторів $x_1 \dots x_3$. Результатом таких ітерацій є визначення оптимальних значень факторів складу: витрати цементу, фібри, В/Ц та суперпластифікатора.

Висновки. Запропонований метод розрахунку складу фібробетону дозволяє враховувати конкретні особливості досліджуваних матеріалів і досить легко оптимізувати склад за заданим критерієм, наприклад критерієм мінімальної вартості. Також до переваг методу варто віднести можливість задавання довільної кількості обмежень (5), що дозволяє одночасно забезпечувати значну

кількість показників якості, які можуть бути як не більшими, так і не меншими заданого значення.

[1] Dvorkin L., Dvorkin O., Ribakov Y. Multi-Parametric Concrete Compositions Design. Nova Science Publishers, New York, 2013. – 223 p.

[2] Dvorkin L., Dvorkin O., Ribakov Y. Mathematical experiments planning in concrete technology. Nova Science Publishers. New York, 2011, . – 173 p

УДК 692.2

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН СТАЛЕКЛЕЕВИХ ЗЕДНАНЬ НА АКРИЛОВИХ КЛЕЯХ

STRESS-DEFORMED STATE OF ANCHOR CONNECTION ON ACRYLIC ADHESIVES

*канд. техн. наук С.М. Золотов¹, канд. техн. наук О.М. Пустовойтова¹,
канд. техн. наук П.М. Фірсов¹, канд. техн. наук С.М. Камчатна²,
Хусаин Каис¹*

¹ Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова
(м. Харків)

² Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

*S. Zolotov¹, PhD (Tech.), O. Pustovoitova¹, PhD (Tech.),
P. Firsov¹, PhD (Tech.), S. Kamchatna², PhD (Tech.), Husain Kais¹*

¹ O.M.Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv (Kharkiv)

² Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

При модернізації, ремонті та реконструкції сучасних будівель і споруд різних галузей промисловості широко застосовуються полімерні клеї для з'єднання бетонних елементів, причому як старого бетону зі старим, так і старого з новим, для закладення тріщин в бетоні, а також для кріплення будівельних конструкцій, в тому числі залізобетонних шляхом закладення арматурних випусків і анкерних болтів в бетон для різних цілей. Однак застосовувані полімерні клеї мають ряд недоліків, яких позбавлені акрилові [1]. Склади цих клеїв розроблені за участю авторів Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова. Вони дешевші, більш технологічні, прості і надійні в приготуванні [2-3].

У зв'язку з широким застосуванням в будівництві акрилових клеїв, були визначені їх фізико-механічні властивості з урахуванням виду впливу зусиль на них в з'єднаннях будівельних конструкцій та елементів. До таких зусиллям відносяться: стиснення, розтягнення і зріз. В процесі експериментів в складі акрилового клею враховувалося співвідношення полімеру, затверджувача і наповнювача. В результаті експериментів по визначенню фізико-механічних властивостей зазначених складів клеїв було встановлено, що їх міцність дорівнює: при стисканні $f_{ct} = 60 \dots 80$ МПа, розтягуванні $f_p = 13 \dots 15$ МПа, зрізі $f_{зріз} = 21 \dots 26$ МПа.