

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 ВИСОКОМІЦНОЮ АРМАТУРОЮ ТА СТАЛЕВИМ ЗОВНІШНІМ ЛИСТОМ Т.В. Бобало, Я.З. Бліхарський, Н.С. Копійка, М.Е. Волинець.....	31

ЛАБОРАТОРНІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ ДОВАНТАЖУВАЛЬНИХ СИЛ ТЕРТЯ, ЩО ДІЮТЬ ПО БІЧНІЙ ПОВЕРХНІ КОНУСОПОДІБНИХ ПАЛЬ	
О.В. Самородов, А.В. Убийвовк, А.Ю. Купрейчик.....	106
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЦИОНАЛЬНОГО НЕСУЩЕГО ЭЛЕМЕНТА ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ СТОЛБЧАТОЙ МОСТОВОЙ ОПОРЫ	
Е.В. Синьковская, А.В. Игнатенко.....	108
СЕЙСМІЧНИЙ ЗАХИСТ ПРИКАР'ЄРНИХ ЗАБУДОВ	
А.А. Скачков, О.А. Паливода, С.О. Жуков, Д.А. Єрмоленко.....	110
РОЗВ'ЯЗОК ЗАДАЧІ ПРО ВІЛЬНІ КОЛИВАННЯ КРУГОВИХ АРОК ЧИСЕЛЬНО-АНАЛІТИЧНИМ МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ	
М.Г. Сур'янінов, Ю.С. Крутій, А.М. Чучмай.....	112
СКІНЧЕННО-ЕЛЕМЕНТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АРМОКАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ У ПК «ЛІРА-САПР»	
А.В. Томашевський.....	114
ДБН БЕТОННІ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННІ КОНСТРУКЦІЇ, ЩО ПРИЗНАЧЕНІ ДЛЯ РОБОТИ ЗА УМОВ ВПЛИВУ ПІДВИЩЕНИХ І ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР	
С.Л. Фомін, Ю.В. Бондаренко, С.В. Бутенко, І.А. Плахотнікова.....	116
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДІАГРАМИ ДЕФОРМУВАННЯ БЕТОНУ ПРИ НАГРІВАННІ	
С.Л. Фомін, С.В. Бутенко, К.В. Спіранде, М.В. Якименко.....	118
НАДІЙНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК ПІДСИЛЕНИХ ПРИ РІЗНИХ РІВНЯХ НАВАНТАЖЕННЯ	
Р.Є. Хміль, Р.Ю. Титаренко, Я.З. Бліхарський, Р.В. Вашкевич.....	120
СТАТИСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОЗПОДІЛУ МІЦНОСТІ НОРМАЛЬНИХ ПЕРЕРІЗІВ ЗІГНУТИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ	
О.А. Шкурупій, П.Б. Митрофанов, Ю.О. Давиденко.....	122

**Секція
БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ЗАХИСТ І РЕМОТ КОНСТРУКЦІЙ
ТА СПОРУД**

BASALT FIBER CONCRETE IS A NEW CONSTRUCTION MATERIAL FOR ROADS AND AIRFIELDS	
К. Krayushkina, Т. Khymeryk, А. Bieliatynskiy.....	124
SHORT-TERM STRENGTH OF ANCHOR SCREWS ON MODIFIED ACRYLIC ADHESIVES	
V.O. Sklyarov, N.M. Zolotova, O.Y. Suprun.....	125

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДІАГРАМИ ДЕФОРМУВАННЯ БЕТОНУ ПРИ НАГРІВАННІ

MATHEMATICAL MODEL OF THE CONCRETE DEFORMATION DIAGRAM ON HEATING

*д-р техн. наук С.Л.Фомін, канд. техн. наук С.В. Бутенко,
канд. техн. наук К.В. Спіранде, канд. техн. наук М.В. Якименко
Харківський національний університет будівництва та архітектури (м. Харків)*

*S.L. Fomin, D.Sc. (Tech.), S.V. Butenko, PhD (Tech.),
K.V. Spirande, PhD (Tech.), M.V. Iakymenko, PhD (Tech.)
Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture (Kharkiv)*

Розрахунок елементів залізобетонних конструкцій складається з двох стадій. Перша стадія починається з визначення їх несучої здатності при нормальній температурі 20°C, тобто при використанні Єврокоду 2 EN 1992-1-1:2005 [1]:

$$\frac{\sigma_c}{f_{cm}} = \frac{k\eta - \eta^2}{1 + (k - 2)\eta}, \quad (1)$$

де $\eta = \varepsilon_c / \varepsilon_{cl}$, ε_{cl} - деформації при максимальних напруженнях, згідно з таблицею 1.

$k = 1,05 E_{cm} \times |\varepsilon_{cl}| / f_{cm}$ (f_{cm} - згідно з таблицею).

Визначені межі використання:

$$0 < |\varepsilon_c| < |\varepsilon_{cul}|, \quad (2)$$

де ε_{cul} - номінальні граничні деформації бетону.

Приведені класи бетонів, значення відносних деформації стиску бетону e_{cl} при максимальних напруженнях $\hat{\sigma}_c$, номінальні граничні деформації бетону e_{cul} (значення відносних граничних деформації стиску бетону) і середнє значення початкового модуля пружності бетону E_{cm} (ГПа). Приведених даних у таблиці 1 достатньо для розрахунку залізобетонних конструкцій при температурі 20°C.

Таким чином, за допомогою базового Єврокоду 2 EN 1992-1-1:2005 проводяться розрахунки залізобетонних конструкцій при температурі 20°C.

При цьому визначені класи міцності бетону, деформації стиснення бетону e_{cl} при максимальних напруженнях $\hat{\sigma}_c$, номінальні граничні деформації бетону e_{cul} , середнє значення початкового модуля пружності бетону E_{cm} і повна діаграма «напруження - деформації» бетону.

Якщо розрахунок показав необхідність класу міцності бетону 30 по Єврокоду 2 EN 1992-1-1 деформації бетону при максимальних напруженнях $\hat{\sigma}_c = 30$ МПа рівні $e_{cl} = 0,0021 = 2,1\text{‰}$, граничні деформації бетону $e_{cul} = 0,0035 = 3,5\text{‰}$, модуль пружності бетону $E_{cm} = 31$ ГПа = 31000 МПа, повна діаграма «напруження - деформації» бетону при температурі 20°C визначається за

формулою (1).

Таблиця 1

Класи міцності бетону по Єврокоду 2 EN 1992-1-1: 2005

$f_{ck,cube}$ (МПа)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105
e_{c1} (‰)	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,25	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8
e_{cu1} (‰)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,2	3,0	2,8	2,8	2,8
E_{cm} (ГПа)	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44

У розділі 3 стандарту [2] зазначено, що міцність і механічні властивості бетону при підвищених температурах можуть бути визначені по залежностям «напруження - деформації», наведеним в EN 1992-1-2:2004. У дійсності в таблиці 3.1 деформації $e_{c1, u}$ прийняті однаковими для усіх класів бетону, в тому числі для силікатних (колонка 4) та карбонатних (колонка 7) наповнювачів. Таким чином, в залежності від класу бетону в формулі (4) можна варіювати тільки значенням міцності на стиск f_c , тому ці діаграми навіть на висхідній гілці невірно відображають дійсні властивості фізичної нелінійності.

Основні результати проведених досліджень не узгоджені з базовим Єврокодом 2 EN 1992-1-1: 2005 [1]. Проведена корекція в указаних таблицях і методика визначення $e_{cu1, u}$ на підставі енергетичного підходу [3-6] дозволила сформулювати скориговану залежність граничної деформації від температури, залежність максимальної деформації від температури і таблицю 3.3 - Значення параметрів діаграми "напруження-деформація".

За цими даними за допомогою формули (1) розраховані діаграми "напруження - деформації" бетону класу 30 при стиску і нагріванні по Єврокоду EN 1992-1-2:2004.

[1] EN 1992-1-1:2005. Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings.

[2] EN 1992-1-2:2004. Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-2: General rules - Structural fire design.

[3] Фомин С.Л., Давиденко А.И., Поклонский В.Г. Уточнение параметров диаграммы "напряжение-деформация" бетона при повышенных температурах // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Вип. № 46. – Одеса: ОДАБА, 2012. – С.360–367.

[4] Бамбура А.Н., Давиденко А.И. Экспериментальные исследования закономерности деформирования бетона при двухосном сжатии // Строит. конструкции. –1989. – Вып. 42 – С. 95–100.

[5] Пановко Я.Г. О критической силе сжатого стержня в неупругой области. – М.: Наука, 1954. – 179 с.

[6] Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. – М.: Наука, 1979. – 774 с.