

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>Y.M. 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>

**МАТЕМАТИЧНА ТЕОРІЯ ДІАГРАМИ «НАПРУЖЕННЯ-  
ДЕФОРМАЦІЇ» БЕТОНУ В УМОВАХ ПОЖЕЖІ ТА ПРИ ВИСОКИХ  
ТЕМПЕРАТУРАХ**

**THE MATHEMATICAL THEORY STRESS-DEFORMATION DIAGRAM  
OF CONCRETE IN FIRE CONDITIONS AND AT HIGH TEMPERATURES**

*д-р техн. наук С.Л. Фомін,  
канд. техн. наук С.В. Бутенко,  
канд. техн. наук І.А. Плахотнікова,  
С.М. Колесніков*

*Харківський національний університет будівництва та архітектури (м. Харків)*

*S.L. Fomin, Dr.Sc. (Tech.),  
S.V. Butenko, PhD (Tech.),  
I.A. Plakhotnikova, PhD (Tech.),  
S.M. Koliesnikov*

*Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture (Kharkiv)*

Механічні властивості бетону в умовах підвищених, високих температур та пожежі не можна вважати достатньо вивченими. Хоча вони викладені в нормах проектування [1-3] і базуються на експериментальних випробуваннях, але, як показують останні дослідження, мають місце значні неточності, що приводять в свою чергу до отримання неточних результатів при розрахунках вогнестійкості не тільки окремих конструкцій, а й будівель в цілому [4]. На сучасному етапі розвитку будівельної науки математичний апарат, що описує напружено-деформований стан бетону при підвищених, високих температурах і в умовах пожежі не є досить розвиненим і потребує подальшої теоретичної та математичної розробки.

В чинних нормах проектування [1-3] така характеристика бетону як зниження максимального напруження стиску  $f_{c,\theta}$  подана як відношення максимального напруження стиску при заданій температурі  $f_{cm,\theta}$  до максимального напруження при нормальній температурі  $f_{ck}$ . Деформація максимального напруження  $\varepsilon_{c1,\theta}$  при даній температурі вказана чисельна. В той час, як даних про зміну початкового модуля пружності  $E_{c,\theta}$  при заданій температурі не наведено зовсім, в нормах проектування [5] при нормальних температурах такі дані наведені для різних класів бетону. Також не наведені теоретичні залежності, що описують зміну вищевказаних параметрів з температурою.

В нормах проектування [5], які розповсюджуються виключно на нормальні температурні умови, повна діаграма «напруження-деформації» для бетону описується наступною формулою:

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

де

$$\eta = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{c1}} \quad (2)$$

$$k = \frac{1.05E_{cm}\varepsilon_{c1}}{f_{cm}} \quad (3)$$

$\varepsilon_c$  – поточна деформація;  $\sigma_c$  – поточне напруження;  $f_{cm}$  – максимальне напруження стиску;  $\varepsilon_{c1}$  – деформація максимального напруження при стиску;  $E_{cm}$  – початковий модуль пружності бетону.

Фізичний зміст величини  $k$  можна сформулювати як величину нелінійності деформації бетону або ступінь відхилення від лінійної деформації.

Використавши відомі діаграми «напруження-деформації» для бетону [6] та виконавши обчислення  $f_{cm}$ ,  $\varepsilon_{c1}$  та  $E_{cm}$  отримуємо, що коефіцієнт  $k$  є величиною постійною, не залежить від температури, а залежить виключно від класу бетону.

$$k = \frac{1.05E_{cm,\theta}\varepsilon_{c1,\theta}}{f_{cm,\theta}} = const \neq f(\theta) \quad (4)$$

де  $f_{cm,\theta}$  – максимальне напруження стиску при температурі  $\theta$ ;  $\varepsilon_{c1,\theta}$  – деформація максимального напруження стиску при температурі  $\theta$ ;  $E_{cm,\theta}$  – модуль пружності бетону при температурі  $\theta$ .

З рівняння (4) отримуємо

$$\frac{E_{cm,\theta}\varepsilon_{c1,\theta}}{f_{cm,\theta}} = const \quad (5)$$

Виразимо вище наведені величини через добуток значення при нормальній температурі на відповідний температурний коефіцієнт.

$$f_{cm,\theta} = f_{cm} \cdot K_{f,\theta} \quad (6)$$

$$\varepsilon_{c1,\theta} = \varepsilon_{c1} \cdot K_{\varepsilon,\theta} \quad (7)$$

$$E_{cm,\theta} = E_{cm} \cdot K_{E,\theta} \quad (8)$$

Враховуючи початкові умови при нормальних температурах отримуємо:

$$\frac{K_{E,\theta} \cdot K_{\varepsilon,\theta}}{K_{f,\theta}} = 1 \quad (9)$$

Таким чином формула (9) встановлює зв'язок між температурними коефіцієнтами максимального напруження стиску, деформаціями максимального напруження стиску і січним модулем пружності бетону.

- [1] ДСТУ-Н Б В.2.6-196:2014 Національний стандарт України. Настанова з проектування залізобетонних балок Розрахунок на вогнестійкість. Мінрегіон України. Київ 2015.
- [2] ДСТУ-Н Б В.2.6-197:2014 Національний стандарт України. Настанова з проектування залізобетонних колон Розрахунок на вогнестійкість. Мінрегіон України. Київ 2015.
- [3] ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1992-1-2:2004, IDT).
- [4] Scientific approach to fire resistance calculation of reinforced concrete beams and columns SL Fomin, YV Bondarenko, SV Butenko and SM Koliesnikov. Published under licence by IOP Publishing Ltd IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1021, International Scientific Conference Energy Efficiency in Transport (EET 2020) 18th-20th November, Kharkiv, Ukraine <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1021/1/012013>.
- [5] ДСТУ-Н Б EN 1992-1-1:2012. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1992-1-1:2004, IDT+ EN 1992-1-1:2004/AC:2010, IDT+NA:2013).
- [6] DD ENV 1992-1-2:1996 Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1.2 General rules – Structural fire design – (together with United Kingdom National Application Document).