

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет залізничного транспорту



# ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ НА ТРАНСПОРТІ

МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

## Тези доповідей



18–20 листопада 2020 р., м. Харків, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ З МЕТОЮ ПОЛІПШЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОСНОВ	
<b>О.В. Михайловська, М.Л. Зоценко.....</b>	<b>90</b>
СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ОБЛІКУ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ ПІДПРИЄМСТВА	
<b>В.І. Мойсеєнко, Л. П.Єрмоленко.....</b>	<b>92</b>
РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПОЖЕЖІ У КАБЕЛЬНОМУ ТУНЕЛІ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЙОГО ПАРАМЕТРІВ	
<b>О.М. Нуянзін, С.О. Сідней, П.І. Заїка, С.М. Федченко, Б. О. Алі.....</b>	<b>94</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ДЕРЕВ'ЯНИХ БАЛОК ІЗ ВОГНЕЗАХИСНИМ ОБЛИЦЮВАННЯМ З ПРОСОЧЕНОЇ ФАНЕРИ	
<b>С.В. Поздєєв, С.О. Сідней, М.І. Змага, О.В. Некора, Я.В. Змага.....</b>	<b>96</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ ВОГНЕЗАХИСНОГО МІНЕРАЛОВАТНОГО ОБЛИЦЮВАННЯ СТАЛЕВОЇ БАЛКИ В УМОВАХ ПОЖЕЖІ	
<b>С.В. Поздєєв, В.О. Нуянзін, О.В. Борсук, І.А. Неділько .....</b>	<b>98</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗКРИТТЯ ПРОРІЗІВ ЛЕГКОСКИДНИХ КОНСТРУКЦІЙ З ПОЛІКАРБОНАТНИМ ОГОРОДЖЕННЯМ В УМОВАХ ВИБУХУ	
<b>С.В. Поздєєв, В.В. Ніжник, Ю.Ю. Підгорецький, А.В. Швиденко.....</b>	<b>100</b>
МЕХАНІКА ДЕФОРМУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ І КОНСТРУКЦІЙ	
<b>В.М. Ромашко.....</b>	<b>101</b>
ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ РІВНОСТІ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЛАЗЕРНИХ ДОРОЖНІХ СКАНЕРІВ	
<b>Р.В. Смолянюк, Н.В. Смолянюк, І.В. Кіяшко .....</b>	<b>103</b>
ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВІЗІЙНОГО ОБСТЕЖЕННЯ ДЛЯ ЕКОНОМІЇ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ В ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ	
<b>А.Л. Сумцов, Н.Д. Чигирик .....</b>	<b>105</b>
ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ НОВАЦІЙ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ	
<b>Ю.Л. Тулей, А.І. Підпригора, Д.В. Чупахіна.....</b>	<b>107</b>
НАУКОВИЙ ПІДХІД ЩОДО РОЗРАХУНКУ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК ТА КОЛОН	
<b>С.Л. Фомін, Ю.В. Бондаренко, С.В. Бутенко, С.М. Колесніков.....</b>	<b>109</b>
ВИПРОБУВАННЯ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ: ІСТОРІЯ, СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ	
<b>С.Л. Фомін, І.А. Плахотникова, С.В. Бутенко, С.М. Колесніков.....</b>	<b>110</b>

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ ВОГНЕЗАХИСНОГО  
МІНЕРАЛОВАТНОГО ОБЛИЦЮВАННЯ СТАЛЕВОЇ БАЛКИ В  
УМОВАХ ПОЖЕЖІ**

**RESEARCH OF INTEGRITY OF FIRE INSULATION CLADDING WITH  
MINERAL WOOL OF STEEL BEAM UNDER FIRE IMPACT**

*докт. техн. наук, професор С.В. Поздєєв, канд. техн. наук, В.О. Нуянзін,  
О.В. Борсук, І.А. Неділько,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного  
університету цивільного захисту України (м. Черкаси)*

*S.V. Pozdieiev, Dr.Sc. (Tech.), O.M. Nuianzin, PhD (Tech.), O.V. Borsuk,  
I.A. Nedilko, PhD (Tech.)  
Cherkassy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes National University of Civil  
Protection of Ukraine (Cherkasy)*

Сталеві конструкції широко застосовують у сучасному будівництві. Зокрема, використання набувають сталеві конструкції у будівлях швидкого зведення та із застосуванням енергозберігаючих технологій. Це промислові та сільськогосподарські будівлі (деревообробні цехи, склади будматеріалів, зерносклади, птахоферми, теплиці), гаражі для спецтехніки, фізкультурно-оздоровчі комплекси та виставково-розважальні центри, торговельні павільйони, адміністративні будівлі тощо.

Одним з недоліків сталевих конструкцій є низька вогнестійкість. Через високу теплопровідність металу та невеликі розміри перерізів сталеві конструкції швидко нагріваються. При температурі від 450 °С до 600 °С сталь переходить в пластичний стан [1]. При цьому відбувається повне руйнування конструкції. Для підвищення вогнестійкості сталевих конструкцій використовують засоби вогнезахисту.

Ефективним засобом забезпечення проектної вогнестійкості сталевих конструкцій залишається застосування вогнезахисного облицювання. Перспективним матеріалом для вогнезахисного облицювання є мінераловатні плити. З огляду на це, дослідження з питань вогнестійкості сталевих балок з вогнезахисним облицюванням з мінераловатним покриттям є актуальними, оскільки вони також застосовуються для зведення конструкцій із функцією енергозбереження.

Для моделювання напружено-деформованого стану (НДС) у сталевій балці із вогнезахисним облицюванням з мінеральної вати, нами був використаний узагальнений інженерний підхід, який базується на наступних положеннях.

1. Для розрахунку НДС деформованого тіла використовується загальний теоретичний підхід, який базується на ініціації переміщень точок системи деформованих тіл з використанням системи узагальнених рівнянь динаміки та

рівнянь НДС як відклик на дані переміщення, що апроксимується за допомогою метода кінцевих елементів (МКЕ), реалізованій у комп'ютерній системі LS-DYNA.

2. Для моделювання сталеві балки використовується двовимірні оболонкові кінцеві елементи (КЕ) прямокутної форми типу Беличко-Цая [2] із чотирма вузловими точками та п'ятьма точками інтегрування по товщині.

3. Для моделювання мінераловатних пластин вогнезахисного облицювання використовується тривимірні масивні КЕ гексаедричної форми із вісьма вузловими точками.

4. У якості моделі матеріалу сталеві балки використовується термопружний матеріал із можливістю пластичних деформацій, діаграми деформування якого відповідають рекомендаціям другої частини Eurocode 3, форма яких включає тільки ділянку зростання та горизонтальну ділянку. Спадає гілка не враховується, оскільки її наявність суттєво не впливає на характер деформування сталеві балки, унаслідок переважає поперечних переміщень за умов втрати стійкості перерізу.

5. Для описання нелінійної поведінки матеріалу мінераловатних пластин вогнезахисного облицювання застосовується модель Блатц-Ко [2].

6. Припускається, що порушення щільності з'єднання між пластинами мінераловатних пластин вогнезахисного облицювання та поверхнею балки відбувається за умови розшарування мінеральної вати, оскільки за технічними умовами виробника клей має добру адгезію та є стійким до впливу високих температур, тоді як міцність на розшарування при відриві та зсуві самої мінеральної вати набагато менша [3].

7. Для описання роботи з'єднання між пластинами мінераловатних пластин вогнезахисного облицювання та поверхнею використовується модель контактної взаємодії із його порушенням за умови досягнення міцності на зсув та відрив між контактуючими поверхнями, що дорівнюють відповідній міцності самої мінеральної вати як найменш міцного матеріалу.

8. Прикладання навантаження має динамічну історію та відбувається поступово із початковим прикладанням власної ваги, діючого навантаження та прикладання температурного навантаження згідно із обчисленим на останній стадії.

У результаті розрахунку виявлені умови втрати цілісності вогнезахисного мінераловатного облицювання і відповідно втрати вогнезахисної здатності сталевих конструкцій, що є частиною конструкцій із функціями енергозбереження.

[1] Nuianzin O. et al. Experimental study of temperature mode of a fire in a cable tunnel //Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2018. №. 3 (10). С. 21-27.

[2] Hallquist, J.O.: LS-DYNA Theory Manual, Livermore Software Technology Corporation: California, USA 2005.

[3] ТУ 5762-004-74182181-2014 Плиты технические минераловатные теплоизоляционные "ТЕХНО"