

IV

ВСЕУКРАЇНЬСЬКА СТУДЕНТСЬКА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ



ЦНТУ

кафедра БДМБ

Кропивницький 2024

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

**IV ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ СТУДЕНТСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

**“ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС СУЧАСНИХ
КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ”**

21-22 листопада 2024 року

Матеріали доповідей надруковано в авторській редакції.

Відповідальна за випуск: Костенко В.Є.

**Підписано до друку _____
Ум друк.арк. 9,8125. Тираж 80 прим**

**©МОВ ЦНТУ, м.Кропивницький, пр.Університетський, 8.
Тел. 55-10-49**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА, ТРАНСПОРТУ ТА ЕНЕРГЕТИКИ
КАФЕДРА БУДІВЕЛЬНИХ, ДОРОЖНІХ МАШИН І БУДІВНИЦТВА

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

IV Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції

**“ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС СУЧАСНИХ
КОМП’ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ”**

21-22 листопада 2024 року

м. Кропивницький

Збірник матеріалів IV Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції “Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп’ютерних технологій”. - Кропивницький: ЦНТУ, 2024. – 139 с.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова – **Андрій Тихий** – канд. техн. наук, доцент, проректор з наукової роботи та міжнародних зв’язків, Центральноукраїнський національний технічний університет.

Заступник голови: **Владислав Настоящий**, канд. техн. наук, проф., зав. кафедри БДМБ Центральноукраїнський національний технічний університет.

Члени оргкомітету:

Олег Бевз, канд. техн. наук, доц., декан факультету будівництва, транспорту та енергетики, Центральноукраїнський національний технічний університет.

Віктор Пашинський, д-р. техн. наук, проф., кафедра БДМБ, Центральноукраїнський національний технічний університет.

Антон Гасенко, д-р. техн. наук, проф., кафедра автомобільних доріг, геодезії та землеустрою, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

Петро Довченко, академік Академії будівництва України, генеральний директор ТОВ «Проектно-вишукувальний інститут «Агропроект», заслужений будівельник України.

Володимир Вол. Яцун, канд. техн. наук, доц., кафедра БДМБ, Центральноукраїнський національний технічний університет.

Микола Пашинський, канд. техн. наук, доц., голова ради молодих вчених, Центральноукраїнський національний технічний університет.

Микола Нестеренко, канд. техн. наук, доц., кафедра галузевого машинобудування та мехатроніки, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

Володимир Пантелесенко, канд. техн. наук, доц., кафедра будівельних і дорожніх машин, Український державний університет науки і технологій.

Зоя Аносова, заступник директора з навчальної роботи, Кропивницький будівельний коледж.

Олексій Смірнов, керівник МОБ, Центральноукраїнський національний технічний університет.

Ілона Андрощук, канд. екон. наук, доц., завідувач аспірантурою, Центральноукраїнський національний технічний університет.

Редакційна колегія: Владислав Настоящий, к.т.н., проф. (відповідальний редактор); Віктор Пашинський, д.т.н., проф. (заст. відп. редактора); Віктор Дарієнко, к.т.н., доц. (відповідальний секретар); Володимир Яцун, к.т.н., доц.; Олександр Лізунков, к.т.н., доц., Іван Скриннік, к.т.н., доц.

Адреса редакційної колегії: 25006, м. Кропивницький, пр. Університетський, 8, Центральноукраїнський національний технічний університет, тел.: (0522) 390-471, 551-049, e-mail: kbrmb@kntu.kr.ua

Відповідальна за випуск: Костенко В.Є.

Збірник містить матеріали IV Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції “Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп’ютерних технологій”, що відбулась 21-22 листопада 2024 року на базі кафедри будівельних, дорожніх машин і будівництва Центральноукраїнського національного технічного університету.

Матеріали збірника надруковано у авторській редакції.

ЗМІСТ

Аносова З., Заблодська О. <i>АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ В БУДІВНИЦТВІ</i>	
Артеменко Д.Ю., Настоящий В.А. <i>ОПТИМІЗАЦІЯ ХАРАКТЕРИСТИК ФЕРМ КАРКАСА ЦЕХУ ПО ВИГОТОВЛЕННЮ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ САПР «SOLIDWORKS»</i>	5
Бабій В., Скриннік І. <i>ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ В РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА АНАЛІЗІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ</i>	10
Босенко М., Квятковська Н., Дарієнко В. <i>ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕВАГ ФІБРОПІНОБЕТОНУ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА БУДІВЕЛЬ</i>	12
Босько О.В., Пашинський В.А., Жарова А.М. <i>МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ АДМІНІСТРАТИВНО-ТЕРИТОРІАЛЬНОГО РАЙОНУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОЖЕЛЕДНО-ВІТРОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ</i>	14
Бурхан М.О., Гавриш Т.В. <i>МОДЕЛЮВАННЯ АРХІТЕКТУРНИХ ОБ’ЄКТІВ ТА ПРОСКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ЗА ДОПОМОГОЮ ETABS</i>	17
Владов К., Скриннік І. <i>ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ЗАПОБІГАННЯ ЗВОЛОЖЕННЮ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ</i>	19
Гарбуз Д., Яцун В. <i>ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОШАРОВИХ ПЛИТ</i>	21
Головач Д., Кожуховський О., Дарієнко В. <i>ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ФАСАДНІ СИСТЕМИ: ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ</i>	22
Головченко Д.Л., Настоящий В.А. <i>ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ АВТОЗАПРАВНОГО КОМПЛЕКСУ ПРИ КАПІТАЛЬНОМУ РЕМОНТІ В М.ВІННИЦЯ З ВИКОРИСТАННЯМ САПР «SOLIDWORKS»</i>	24
Голубченко О., Мацевич І. <i>АНАЛІЗ НАПРЯМКІВ І ПЕРСПЕКТИВНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ТА ПІДГОТОВКИ СИРОВИНИ З ПОШКОДЖЕНИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ</i>	30
Гриневич В.В., Пашинський М.В., Тиха М.В., Аносова З.Б. <i>ПОПЕРЕДНЄ ОЦІНЮВАННЯ ВИТРАТ СТАЛІ НА ЦЕНТРАЛЬНО СТИСНУТІ СТАЛЕВІ ЧОТИРИГІЛКОВІ КОЛОНИ НА ПЛАНКАХ</i>	34
Долина Ю.О., Бурхан Н.М. <i>ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ У РОЗРОБЦІ КРЕСЛЕНЬ, ПРОСКТУВАННІ ТА МОДЕЛЮВАННІ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ</i>	36
Єрошкін Д., Яцун В. <i>МОДУЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО ЯК ВИКЛИК СЬОГОДЕННЯ</i>	38
Кайгаз А., Дарієнко В. <i>ВПЛИВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ВЛАСТИВОСТІ ПІСКУ</i>	39
Карпушин С., Печончик С., Луценко А. <i>ОБГРУНТУВАННЯ ТИПУ ПОКРІВЕЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ МАЛОПОВЕРХОВОЇ ЗАБУДОВИ М.КРОПИВНИЦЬКИЙ</i>	40
Карпушин С., Русаченко О., Ющук Д. <i>ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ КОМПОЗИТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ФУТЕРОВОК БАРАБАННИХ МЛИНІВ САМОПОДРІБНЕННЯ</i>	44
Касян О., Яцун В. <i>ВПЛИВ КОМПЛЕКСНИХ ДОБАВОК НА КІНЕТИКУ ТВЕРДОСТІ БЕТОНУ</i>	47
Катана М., Джирма С. <i>ВЕНТИЛЬОВАНИЙ ФАСАД ЯК БУДІВЕЛЬНА СИСТЕМА</i>	48

Киба Ю.А., Настоящий В.А. <i>ОПТИМІЗАЦІЯ ПОПЕРЕЧНИХ ПЕРЕТИНІВ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ КАРКАСА СКЛАДУ В М. ЗАПОРІЖЖЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ «ЛІРА-САПР»</i>	49
Когтєва А.В., Міщенко Р.А. <i>ІННОВАЦІЙНИЙ ВПЛИВ ЛАЗЕРНОГО 3D СКАНУВАННЯ НА ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ</i>	53
Корженко А.О., Кочерженко О.Д., Пашинський М.В. <i>АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРОФІЛЬОВАНОГО ЛИСТА ПРИ ДІЇ УДАРНИХ НАВАНТАЖЕНЬ</i>	55
Коротич Ю.Ю. <i>РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО КОНСТРУКЦІЇ ВАЖЕЛЯ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ ВІБРОЗБУДЖУВАЧА НА МАЛОГАБАРИТНОМУ ВІБРОФОРМУВАЛЬНОМУ ОБЛАДНАННІ</i>	57
Костенко О, Яцун В. <i>ВПЛИВ ДЕФЕКТІВ ТА ПОШКОДЖЕННЯ НА НЕСУЧУ ЗДАТНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОНУ</i>	59
Кулик Н., Скриннік І. <i>ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ В УКРАЇНІ</i>	60
Кулик Н., Федотова М., Скриннік І. <i>ПРИЧИНИ, НАСЛІДКИ ТА ШЛЯХИ МІНІМІЗАЦІЇ КОРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РЕЗЕРВУАРАХ</i>	62
Литвин Ю., Яцун В. <i>КУТОВІ АНКЕРНІ УПОРИ У МОНОЛІТНИХ ПЕРЕКРИТТЯХ</i>	64
Майборода Д.Г., Джирма С.О. <i>ДО ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННОГО НЕРОЗРІЗНОГО РИГЕЛЯ З УРАХУВАННЯМ ВИНИКНЕННЯ ПЛАСТИЧНИХ ШАРНІРІВ</i>	65
Мартиненко Б., Костенко В., Дарієнко В. <i>ТИПИ КАМ'ЯНИХ КЛАДОК І ЇХ ВПЛИВ НА МІЦНІСТЬ КОНСТРУКЦІЙ</i>	67
Марченко В.Ю., Гудзь С.А. <i>ФОТОРЕАЛІСТИЧНА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ВЗАЄМОДІЇ З КЛІЄНТОМ НА СТАДІЇ РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЄКТУ</i>	69
Мельник С., Яцун В. <i>АРМУВАННЯ ЦЕГЛЯНИХ СТОВПІВ</i>	71
Міщенко Р.Р., Гасенко А.В. <i>ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ МОСТОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ: ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ</i>	72
Молчанов П.О., Срібна Ю.А., Кондель В.М. <i>СУЧАСНІ ІНСТРУМЕНТИ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЄКТУВАННЯ У ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ ПРОФЕСІЙНОЇ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ</i>	74
Нестеренко М.М., Колодочка В.О., Аніщенко А.І. <i>КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ГРЕЙФЕРА ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ</i>	76
Недєлков Р.А., Юрченко М.К., Пашинський М.В., Аносова З.Б. <i>АНАЛІЗ БОЛТОВИХ ВУЗЛІВ КРІПЛЕННЯ ПРОКАТНИХ БАЛОК ДО РЕБЕР ЖОРСТКОСТІ ГОЛОВНОЇ БАЛКИ</i>	79
Новожилов О.О., Настоящий В.А. <i>ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ УЧАСНИКІВ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ МУРАХІВСЬКОГО ЛІЦЕЮ БЕРЕЗНЕГУВАТСЬКОЇ СЕЛИЩНОЇ РАДИ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ВДОСКОНАЛЕНОЇ СИСТЕМИ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ ПРИ КАПІТАЛЬНОМУ РЕМОНТІ БУДІВЛІ</i>	82
Новохатько О.В., Невешкін А.В., Богатирьова К.Д., Пашинський М.В. <i>ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ДЕРЕВ'ЯНИХ ФЕРМ</i>	86
Палівода О., Томаченко Н., Скриннік І. <i>ПЕРЕВАГИ ТА СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ ОДНОШАРОВИХ ТА БАГАТОШАРОВИХ БЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ</i>	88
Панасенко Р.О., Карюк А.М. <i>КООРДИНАТНА ОСНОВА ДЕРЖАВНОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД</i>	89

Пантелієнко В., Карпушин С., Червоноштан А., Гончаренко Р. <i>МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПУСТОТЛИХ ФУНДАМЕНТНИХ БЛОКІВ В СЕРЕДОВИЩІ SOLID WORKS.....</i>	91
Перехрест С.О., Статівка А.О. <i>ДОПОВНЕНА РЕАЛЬНІСТЬ ЯК ВАЖЛИВИЙ ІНСТРУМЕНТ ДИЗАЙН-ПРОЄКТУВАННЯ.....</i>	94
Петренко В.А., Криворот А.І., Захарченко Р.В. <i>МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ПНЕВМОГІДРАВЛІЧНОГО БУФЕРНОГО ПРИСТРОЮ ВАНТАЖНИХ КРАНІВ.....</i>	95
Подрез А.М., Симонов С.І. <i>МОДЕЛЮВАННЯ ЕКСТЕР’ЄРІВ ТА ІНТЕР’ЄРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІМ-ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИКОНАННІ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ НА КАФЕДРІ «АРХІТЕКТУРА» ПДТУ.....</i>	97
Полтавець М.М., Настоящий В.А. <i>ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ МЕТАЛЕВОГО КАРКАСУ ПРИМІЩЕННЯ КАСОВОГО ПАВІЛЬОНУ ПРИ АЕРОВОКЗАЛЬНОМУ КОМПЛЕКСІ, ЩО ВІДБУДОВУЄТЬСЯ В М. ХЕРСОН.....</i>	99
Постолатій Я., Дарієнко В. <i>ОСОБЛИВОСТІ ПІДБОРУ СКЛАДУ ЛЕГКИХ БЕТОНІВ НА ПОРИСТИХ ЗАПОВНЮВАЧАХ.....</i>	105
Потоцька Ю., Красота Г., Дарієнко В. <i>РОЛЬ ВОЛОГИ У ВТРАТІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ.....</i>	107
Приходько Я.Є., Хачатурян С.Л. <i>ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОПЛИВУ БУДІВЕЛЬ І ПІДЗЕМНИХ СПОРУД В УМОВАХ ІЦЬНОЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ.....</i>	108
Приходько Я.Є., Хачатурян С.Л., Хачатурян О.С. <i>КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ.....</i>	110
Романенко Д.Б. <i>РЕЗУЛЬТАТИ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ АРМОВАНОЇ БІБЕТОННОЇ БАЛКИ.....</i>	113
Руденко О.О., Яцун В.В., Джирма С.О. <i>ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ ПОДРІБНЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ГУМОВИХ ФУТЕРОВОК.....</i>	115
Савик В.М., Суржко Т.О., Книш М.І. <i>КОМП’ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ КОЛИВАНЬ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИВАЛЬНОЇ РІДИНИ.....</i>	117
Семко О.В., Ільченко Т.М., Ільченко В.В. <i>СТВОРЕННЯ СКІНЧЕННО-ЕЛЕМЕНТНОЇ МОДЕЛІ ПОШКОДЖЕНОЇ ЦЕГЛЯНОЇ КОЛОНИ.....</i>	119
Сметана Ю., Заворуєва І., Скриннік І. <i>ВПЛИВ ЗОВНІШНІХ І ВНУТРІШНІХ ФАКТОРІВ НА ДОВГОВІЧНІСТЬ ЦЕГЛЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....</i>	121
Таран Р., Костенко В., Дарієнко В. <i>ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ БЕТОНУВАННЯ ПРИ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ.....</i>	122
Темрюк В.С., Хачатурян С.Л. <i>ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ВУЗЛІВ ПРИ БУДІВНИЦТВІ МАНСАРДНИХ ПОВЕРХІВ.....</i>	123
Ткаченко А., Дуденко Д., Еміров Е., Карпушин С. <i>ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПАЛЬОВО-РОСТВЕРКОВИХ ФУНДАМЕНТІВ ДЛЯ ВИСОТНИХ БУДИНКІВ.....</i>	125
Фоміна Т.В., Пашинський В.А., Жарова А.М. <i>АДМІНІСТРАТИВНО-ТЕРИТОРІАЛЬНЕ РАЙОНУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ГРАДУСО-ДІБ ОПАЛЮВАЛЬНОГО ПЕРІОДУ.....</i>	128
Хачатурян О.С., Слонь В.В., Хачатурян С.Л. <i>МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІНИ ДОВАНТАЖУВАЛЬНОЇ СИЛИ ТЕРТЯ ПЛИТИ ІЗ ОТВОРОМ, ЯКА НЕЗ’ЄДНАНА ІЗ ПАЛЕЮ.....</i>	130
Цююков А., Луценко А., Шеляєв І., Карпушин С. <i>ВПЛИВ ПРИРОДНИХ І ТЕХНОГЕННИХ ФАКТОРІВ НА ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ, БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ФУНДАМЕНТІВ БАГАТОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ.....</i>	133

Червоноштан А.Л., Колісник М.П., Пантелесенко В.І.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИТЯГАННЯ МЕТАЛЕВОГО ШПУНТУ З ҐРУНТУ ЗА ДОПОМОГОЮ КРАНА З ВІБРОЗАНУРЮВАЧЕМ.....135

Яцун В.В.

КОМПЛЕКСНІ АНАЛІТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРАЦІЙНОПНЕВОТРАНСПОРТНИХ МАШИН ЦИКЛІЧНОЇ136

Яцун В.В.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІКИ РУХУ ЦЕМЕНТНОЇ АЕРОСУМІШІ В ЕЖЕКТОРНИХ ПНЕВОТРАНСПОРТНИХ УСТАНОВКАХ З УРАХУВАННЯМ ІНТЕГРАЛЬНОГО КОЕФІЦІЄНТУ ОПОРУ ПРИ РОЗВАНТАЖЕННІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГОНІВ.....138

УДК 633.853.32

ОПТИМІЗАЦІЯ ХАРАКТЕРИСТИК ФЕРМ КАРКАСА ЦЕХУ ПО ВИГОТОВЛЕННЮ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ САПР «SOLIDWORKS»

Д.Ю. Артеменко, *магістрант гр. БІ-23МЗ,*
В.А. Настоящий, *проф., канд. техн. наук*
Центральноукраїнський національний технічний університет

Мета цієї роботи полягала у застосуванні САПР «SolidWorks» для вивчення напружено-деформаційного стану та обґрунтованого вибору оптимальних параметрів металевих ферм. Об’єктом дослідження стала металева ферма каркасу цеху з виготовлення будівельних конструкцій в Одеській області. Ферма зображена на рис. 1.

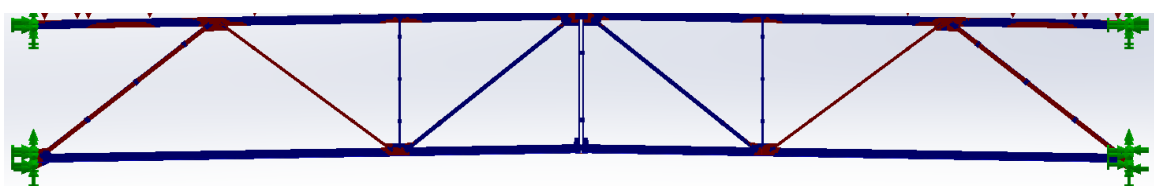


Рисунок 1 – Металева ферма каркасу цеху виготовлення будівельних конструкцій

Після збору навантажень було проведено статичний розрахунок ферми з використанням програми „SCAD” та обрано перерізи для металевих ферм каркасу. Для уточнення розрахунків і оптимізації металоконструкції, яке полягало в зменшенні ваги ферм при збереженні їхньої міцності та жорсткості, здійснено комп’ютерне моделювання ферми в середовищі САПР «SolidWorks».

На рис. 2, 3, 4, 5, 6 в графічному вигляді наведено результати досліджень ферми металевого каркасу та її елементів.

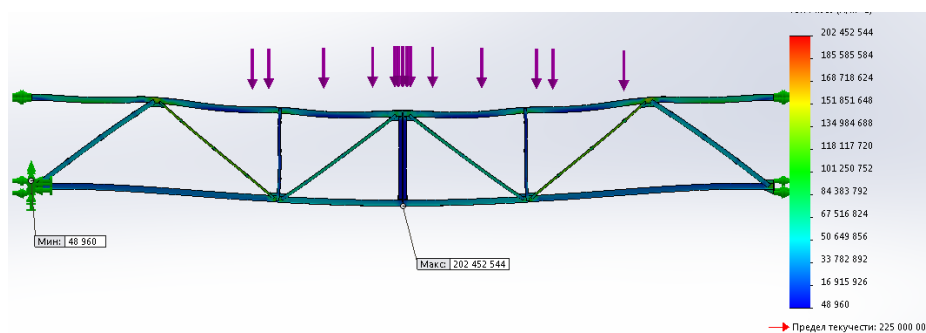


Рисунок 2 – Розподілення напружень в елементах ферми

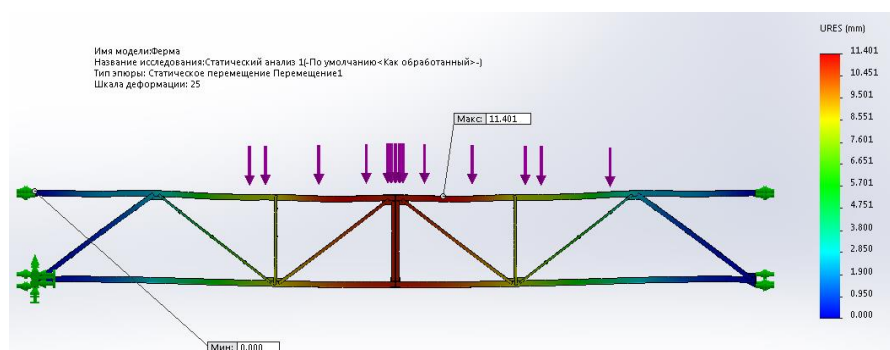


Рисунок 3 – Розподілення переміщень елементів ферми

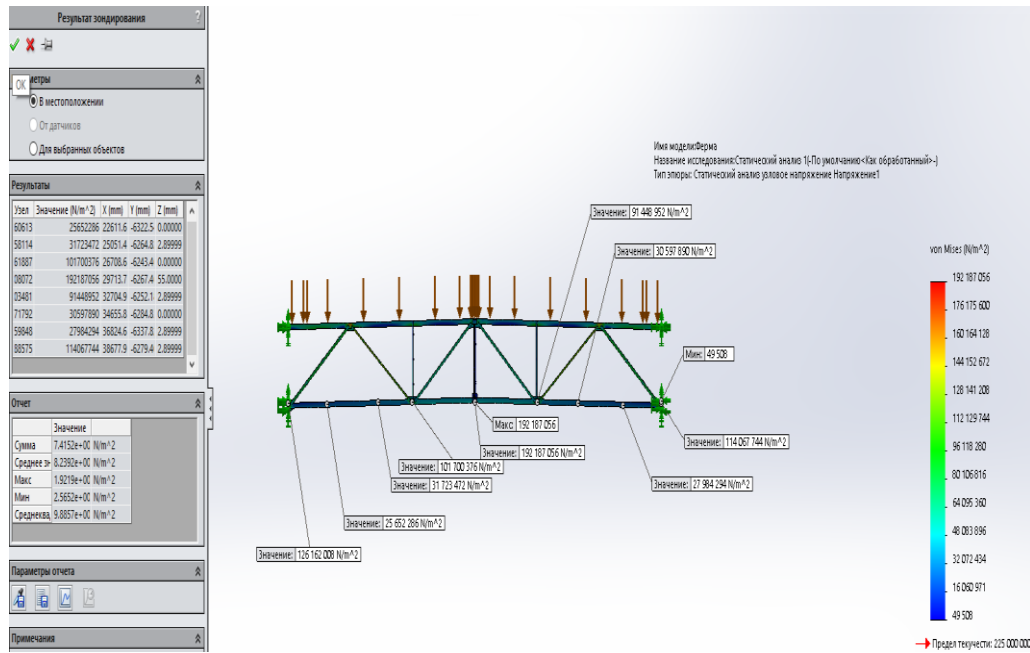


Рисунок 4 – Результати використання опції «зондування» для визначення напружень в узлах ферми

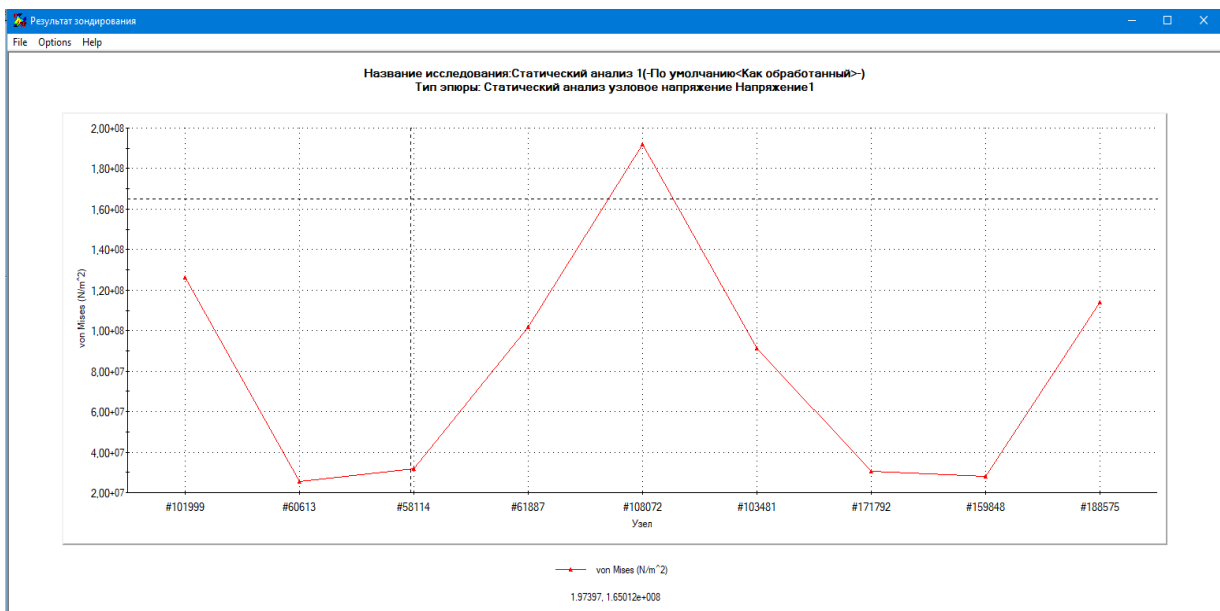


Рисунок 5 – Графічне визначення напружень в вузлах ферми

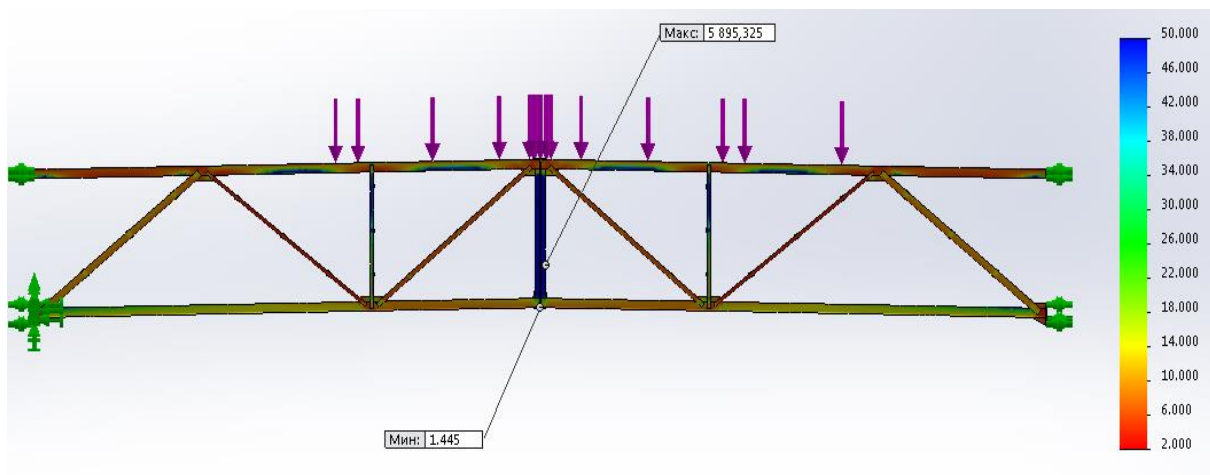


Рисунок 6 – Графічне розподілення коефіцієнту запасу міцності елементів ферми

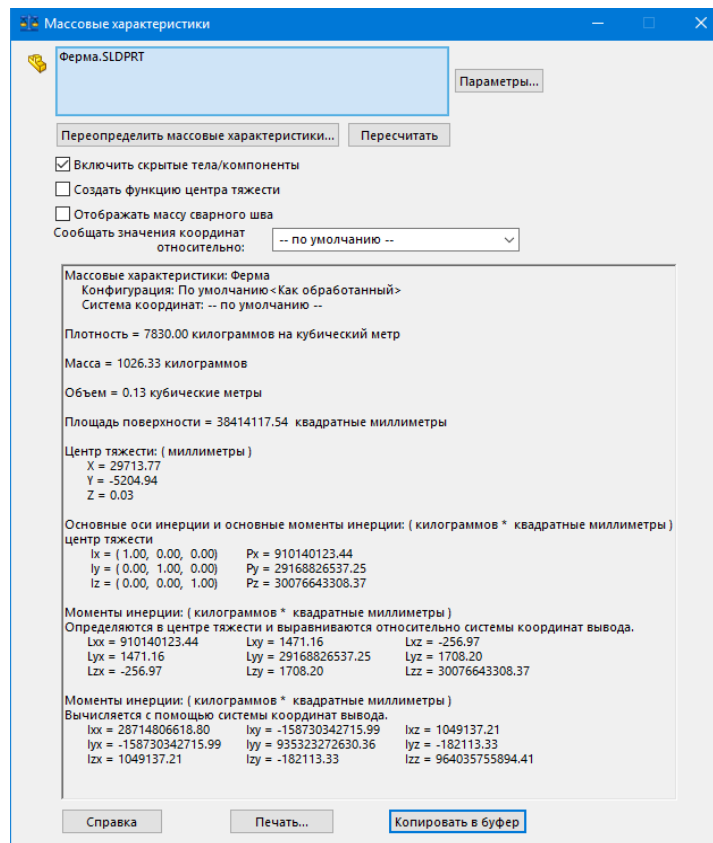


Рисунок 7 – Масові характеристики ферми, визначені за САПР «Solid works»

Дослідження показали, що для стояків і розкосів ферми спостерігається недонапруження, зокрема для центрального стояка діюче напруження в 2 рази зменшено порівняно з допустимими. Це призводить до значного перевищення (більше ніж у вдвічі) оптимального коефіцієнта запасу міцності.

У зв’язку з цим було ухвалено рішення знизити масові характеристики найбільш недовантажених елементів ферми. Це дозволить покращити конструкцію, підвищить ефективність використання матеріалів та знизить коефіцієнт запасу міцності елементів до оптимальних значень.

На рис. 8 представлена нова металокопструкція ферми з полегшеними елементами. Результати досліджень, проведених у САПР «SolidWorks 2013», показані на рис.9—2.13, де в графічному вигляді відображені зміни, внесені до металокопструкції, та їх вплив на характеристики ферми. Аналіз свідчить, що отримана більш раціональна конструкція з покращеними експлуатаційними властивостями.

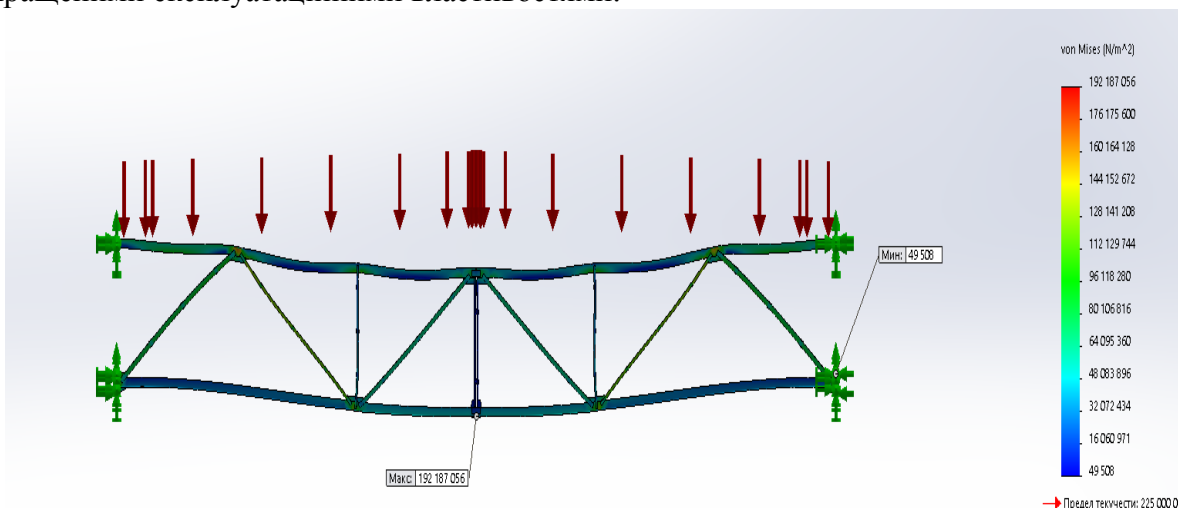


Рисунок 8 – Графічне розподілення напруження в елементах покращеної ферми.

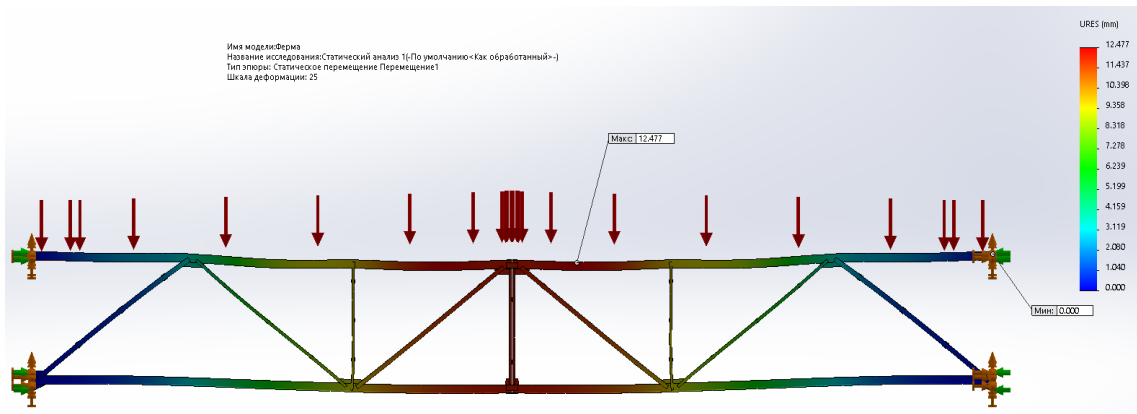


Рисунок 9 – Графічне розподілення деформацій в в елементах покрашеної ферми

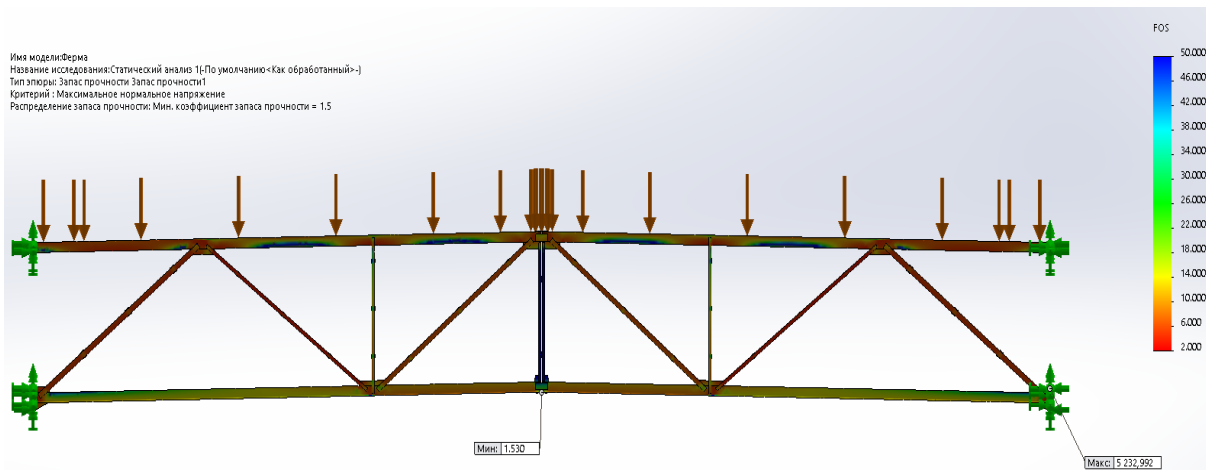


Рисунок 10 – Графічне розподілення коефіцієнту запаса міцності в елементах покрашеної ферми

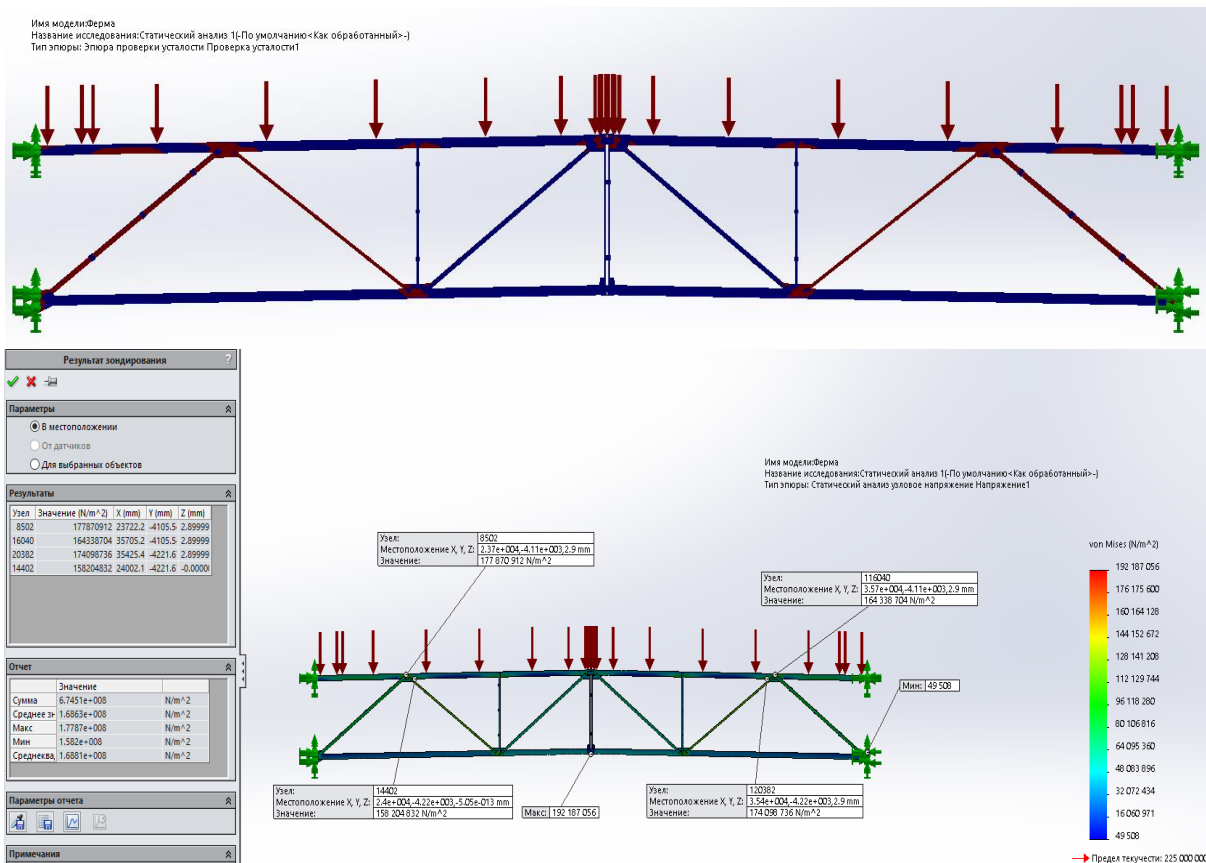


Рисунок 11 – Результати перевірки напружень в вузлах покрашеної ферми з використанням опції «зондування»

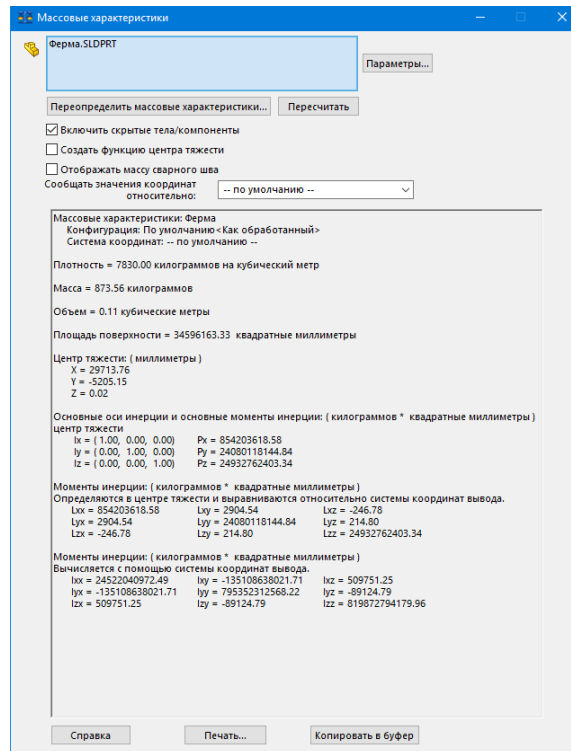


Рисунок 12 – Масові характеристики ферми, покращеної за допомогою САПР «Solid works»

Аналіз наведених результатів підтверджує досягнення основних цілей дослідження, а саме оптимізацією металевої конструкції ферм покрівлі корпусу для виробництва будівельних конструкцій:

Напруження і деформація: Максимальне напруження в центральному стояку оптимізованої ферми становить 192 МПа, що менше границі міцності матеріалу (225 МПа), та свідчить про надійність конструкції. Мінімальне напруження 4,9 МПа також вказує на адекватний розподіл навантаження. Максимальна деформація в 0,0125 м є значно меншою за допустимі прогини (0,212 м) для ферм довжиною 18 м.

Запас міцності: Мінімальний коефіцієнт запасу міцності оптимізованої ферми складає 1,513, що відповідає рекомендованим значенням, та підтверджує надійність і безпечність конструкції.

Оптимізація: Порівняння масових характеристик показує, що маса оптимізованої ферми зменшилась з 2052 кг до 1747 кг (на 17,4%), а об’єм з 0,26 м³ до 0,22 м³ (на 18%). Це свідчить про успішну оптимізацію конструкції без втрати міцності.

Отже, всі поставлені задачі виконано, і оптимізована конструкція ферми готова до подальшого проектування.

Список літератури

1. Клименко Ф.Є., Барабаш В.М., Стороженко Л.І. Металеві конструкції. / За ред. Ф.Є. Кліменка. Підручник 2-ге видання - Львів.: Світ, 2002. - 312 с.
2. Пустюльга С.І. Інженерна графіка в SolidWorks - Луцьк : Вежа-Друк, 2018. – 174 с.

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ В РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА АНАЛІЗІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

В. Бабій *ст. гр. БІ-23М-1,*
І. Скриннік, *доц., канд. техн. наук*
Центральноукраїнський національний технічний університет

Реконструкція багатоповерхових будівель в Україні є нагальною потребою через значну зношеність житлового фонду та підвищені вимоги до сучасних будівельних стандартів [1-3]. Умови експлуатації старих будівель, що будувалися за застарілими нормами, створюють ризики для їхньої безпеки, енергоефективності та комфорту. Запропоновані сучасні підходи до реконструкції дозволяють вдосконалити існуючі споруди, зробити їх відповідними до сучасних умов експлуатації та зберегти архітектурну спадщину.

Реконструкція багатоповерхових будівель включає комплекс заходів, спрямованих на поліпшення стану будівель, підвищення їх функціональності та безпеки [4-6]. Головною задачею є відновлення несучих конструкцій, які зазнали пошкоджень внаслідок тривалого використання чи несприятливих умов. У роботі розглянуто сучасні рішення, такі як:

Використання новітніх конструктивних систем: наприклад, інтегровані збірно-монолітні системи, які поєднують надійність та швидкість монтажу. Це дозволяє зменшити витрати часу та матеріалів при реконструкції.

Енергозбереження та утеплення: застосування нових матеріалів, таких як мінераловатні утеплювачі, допомагає скоротити теплові втрати будівель на 30–50%. Це не лише покращує умови проживання, а й зменшує витрати на опалення.

Покращення архітектурного вигляду: модернізація фасадів з урахуванням історичного стилю дозволяє зберегти унікальність будівель, одночасно додаючи їм сучасного вигляду.

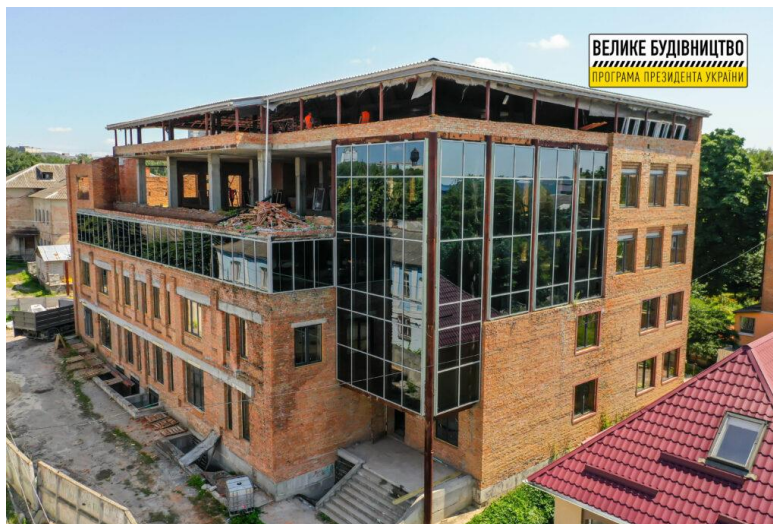


Рисунок 1 - Реконструкція будівлі під ЦНАП у м. Біла Церква

Детально проаналізовано вплив дефектів, таких як тріщини в бетоні та корозія арматури, на несучу здатність будівель. Встановлено, що основні проблеми виникають через неправильне проектування, порушення технології будівництва та тривалий вплив несприятливих умов. Запропоновано інноваційні методи оцінки стану конструкцій, які дозволяють заздалегідь визначити критичні елементи та оптимізувати витрати на їх відновлення/

Важливу роль у реконструкції відіграють **кліматичні умови**, особливо ожеледно-вітрові навантаження. Наприклад, утворення льоду на конструкціях збільшує їх вагу, а

сильний вітер створює додатковий тиск, що може призводити до аварій. Застосована методика районування кліматичних навантажень дає змогу враховувати специфіку кожного регіону, що підвищує надійність будівель.

Окрім цього, під час реконструкції важливо враховувати **зручність для мешканців**. Наприклад, створення зон для відпочинку, благоустрій території та поліпшення внутрішнього планування. У роботі розглянуто приклади оновлення житлових будинків із використанням багаторівневих квартир, які надають більше можливостей для комфортного проживання.

Одним із пріоритетів є **енергоефективність**. Завдяки сучасним теплотехнічним рішенням, таким як багат шарові стіни з утеплювачем, можна зменшити витрати на опалення до 40%. Це не лише знижує фінансове навантаження на мешканців, але й робить будівлі більш екологічними.

Сучасні підходи до реконструкції будівель дозволяють значно підвищити їхню надійність, комфортність та енергоефективність.

1. Використання нових матеріалів та технологій забезпечує швидкість і економічність реконструкцій.

2. Врахування кліматичних факторів, таких як ожеледно-вітрові навантаження, дозволяє уникнути аварій та підвищує тривалість експлуатації будівель.

3. Комплексний підхід до проектування включає врахування потреб мешканців, архітектурних особливостей і сучасних норм безпеки.

Список літератури

1. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. Норми проектування. – К.: Мінрегіон України, 2006. – 28 с.
2. ДСТУ Б В.2.6-36:2008. Конструкції будівель і споруд. Метод визначення енергетичної ефективності будівель. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2008. – 24 с.
3. Пашинський В.А. Методика адміністративно-територіального районування кліматичних навантажень на будівельні конструкції // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2016. – Вип. 32. – С. 387–393.
4. Олійник П.П., Цай Т.Н., Афанасьєв В.А. Реконструкція житлових будинків: проблеми та перспективи // Будівництво та реконструкція. – 2015. – №4. – С. 15–22.
5. Бадьїн Г.М. Сучасні підходи до реконструкції житлових будівель // Вісник будівельної науки України. – 2019. – №3. – С. 32–39.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕВАГ ФІБРОПІНОБЕТОНУ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА БУДІВЕЛЬ

М. Босенко, *ст. гр. БІ-23М-1,*
Н. Квятковська, *асист.,*
В. Дарієнко, *доц., канд. техн. наук,*
Центральноукраїнський національний технічний університет

На сучасному етапі будівництва особливо актуальним є підвищення теплоізоляційних характеристик будівельних матеріалів, зниження їхньої щільності та підвищення механічних властивостей.

Фібропінобетон, як різновид пористих бетонів, має низку переваг, таких як високі теплоізоляційні властивості, низька щільність і економічність у порівнянні з автоклавними матеріалами. У будівництві житлових і громадських споруд цей матеріал має великий потенціал завдяки своїй здатності поєднувати теплоізоляцію та механічну міцність. Основною особливістю фібропінобетону є можливість його дисперсного армування поліамідними та поліпропіленовими волокнами, що дозволяє значно покращити його властивості.

У ході досліджень було розроблено методику виготовлення фібропінобетону із введенням поліамідних волокон. Цей процес передбачає підбір оптимального складу матеріалу, що забезпечує його стійкість до тріщиноутворення і деформацій. Зокрема, важливим етапом є визначення оптимальної концентрації волокон, яка складає до 2% об'єму твердої фази. Додавання волокон створює в матеріалі мікроструктуру, що дозволяє зменшити локальні напруження, які виникають під дією експлуатаційних навантажень, і підвищити стійкість до руйнування.

Особливу увагу було приділено тріщиностійкості фібропінобетону, яка є ключовим фактором його використання у конструкціях, що зазнають значних навантажень. Експериментальні дослідження показали, що введення поліамідних волокон у складі до 2% від об'єму твердої фази збільшує міцність матеріалу на стиск і розтяг на 20–25%. Завдяки цьому вдається зменшити ризик руйнування конструкцій під дією статичних і динамічних навантажень. Важливим досягненням є покращення рівномірності розподілу внутрішніх напружень у матеріалі, що робить його більш надійним для використання в несучих конструкціях.



Рисунок 1 - Фібра поліпропіленова

Застосування фібропінобетону також дозволяє значно скоротити тепловтрати через зовнішні стіни споруд. Завдяки високій теплоізоляційній здатності матеріал забезпечує зниження витрат на опалення до 30–50%. Це особливо актуально для будівель у регіонах із суворими кліматичними умовами. Водночас низька щільність фібропінобетону сприяє зменшенню ваги конструкцій, що дозволяє знизити навантаження на фундамент і зменшити загальну вартість будівництва.

У роботі також досліджено вплив фібропінобетону на загальні експлуатаційні характеристики споруд. Зокрема, використання цього матеріалу у несучих і огорожувальних конструкціях сприяє підвищенню енергоефективності будівель, що відповідає сучасним будівельним стандартам. Додатковим позитивним фактором є екологічність матеріалу, оскільки його виготовлення не потребує значних енерговитрат, а процес твердіння відбувається без застосування автоклавного обладнання.

Важливим аспектом дослідження було оцінювання впливу поліамідних волокон на процеси усадки матеріалу. Встановлено, що введення волокон зменшує рівень усадки фібропінобетону, забезпечуючи його стабільність у розмірах під час експлуатації. Це особливо важливо для несучих конструкцій, де навіть незначні деформації можуть призводити до порушення цілісності споруди.

Таким чином, результати досліджень демонструють, що фібропінобетон є високоефективним будівельним матеріалом, який поєднує низьку щільність, високу теплоізоляцію, тріщиностійкість і міцність. Його застосування у будівництві дозволяє знизити матеріаломісткість конструкцій, скоротити тепловтрати та забезпечити їхню довговічність.

Список літератури

1. Баженов Ю.М., Сатин М.С., Баранов А.Т. Технологія виробництва ніздрюватих бетонів. – М.: Будівельна наука, 2015. – 328 с.
2. Монфред Ю.Б., Ніколаєв С.В., Білоусов Е.Д. Інноваційні технології реконструкції житлових будівель. – К.: Будівельник, 2016. – 210 с.
3. Махамбетов У.К. Вплив структури пористих бетонів на їх фізико-механічні властивості // Матеріали і технології. – 2020. – Т. 12. – С. 45–53.

**МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ
АДМІНІСТРАТИВНО-ТЕРИТОРІАЛЬНОГО РАЙОНУВАННЯ
ПАРАМЕТРІВ ОЖЕЛЕДНО-ВІТРОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ**

О.В. Босько, магістрант гр. БІ-23М-1

В.А. Пашинський, проф., д-р. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

А.М. Жарова, викл.

Кропивницький будівельний фаховий коледж

Ожеледь утворюється у результаті замерзання води на деревах, відкритих поверхнях конструкцій, проводах ліній електропередачі та зв'язку. Це явище реалізується при високій вологості повітря, під час туману, дощу чи мокрого снігу при температурах повітря від 0°C до -6°C та невеликих швидкостях вітру. Відкладення ожеледі не лише створюють значні навантаження від її ваги, але й збільшують вітрові навантаження за рахунок значного зростання навітряної площі відкритих елементів. Ожеледь може спричинити значні збитки унаслідок аварій на лініях електропередачі та зв'язку, ускладнення роботи автомобільного транспорту, зниження продуктивності сільського господарства у результаті пошкодження дерев, виноградників та інших культур. Тому правильна оцінка можливих ожеледних навантажень та їх урахування при проектуванні є важливою інженерно-технічною та економічною задачею.

Залежно від погодних умов, можуть утворюватися різні види ожеледі: суцільна ожеледь, кристалічна чи зерниста паморозь або їх суміш, а також замерзлі відкладення мокрого снігу. Легка паморозь може мати густину 0,1 г/см³, а густина суцільного льоду становить 0,9 г/см³. Спостереження за ожеледдю проводяться на метеостанціях за методикою [1]. Кожен випадок ожеледі відображається значеннями ваги ожеледі на проводі ожеледного станка, а також швидкості вітру й температури повітря на початку утворення та в момент найбільшої ожеледі. Повторюваність ожеледі виражається середнім числом випадків ожеледі по місяцях і протягом року.

Вихідні дані для нашого дослідження запозичені з чотирьох джерел:

- 1) нормативний документ Мінпаливенерго України [2];
- 2) довідковий посібник [3];
- 3) дані, використані для розроблення карт районування з розділу 2.5 ПУЕ [4];
- 4) дані, використані для розроблення карт районування з ДБН [5].

Вказані джерела містять (повністю або частково) статистичні характеристики річних максимумів та характеристичні значення трьох складових ожеледно-вітрового навантаження, які використовуються в розрахунках будівельних конструкцій, для 196...200 метеостанцій України:

- ваги ожеледі на проводі G_0 у Н/м;
- товщини стінки ожеледі B_0 у мм;
- вітрового тиску при ожеледі W_0 в Па.

Значення ваги ожеледі на проводі, наведені в різних джерелах даних, мають істотні відмінності, а дані про вітровий тиск при ожеледі є більш стабільними. З метою підвищення достовірності результатів територіального районування виконане узагальнення даних чотирьох джерел метеорологічної інформації шляхом осереднення характеристичних значень складових ожеледно-вітрового навантаження для кожної метеостанції з ваговими множниками, рівними кількості років спостереження.

Адміністративно-територіальне районування характеристичних значень трьох складових ожеледно-вітрового виконане за даними 187 рівнинних метеостанцій, розміщених на висоті до 400 м над рівнем моря. Згідно з методикою [6], за результатами статистичної

обробки вибірок для кожної з областей України встановлені обласні характеристичні значення кожної складової ожеледно-вітрового навантаження, як найбільші по області імовірні значення при рівнях забезпеченості 0,9 і 0,95. Обласні характеристичні значення для рівня забезпеченості 0,9 наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Обласні характеристичні значення складових ожеледно-вітрового навантаження

Області	G _{0,9}	B _{0,9}	W _{0,9}
АР Крим	12	19	352
Вінницька	17	23	237
Волинська	11	17	182
Дніпропетровська	19	25	262
Донецька	27	29	348
Житомирська	18	24	208
Закарпатська	10	16	127
Запорізька	27	30	379
Івано-Франківська	31	32	187
Київська	18	24	216
Кіровоградська	25	28	257
Луганська	42	38	355
Львівська	15	22	234

Області	G _{0,9}	B _{0,9}	W _{0,9}
Миколаївська	20	25	272
Одеська	27	30	306
Полтавська	16	21	234
Рівненська	13	19	233
Сумська	15	21	222
Тернопільська	18	23	245
Харківська	19	25	231
Херсонська	18	24	347
Хмельницька	17	23	222
Черкаська	20	26	210
Чернівецька	22	30	254
Чернігівська	12	20	215
Мінімум	10	16	127
Максимум	42	38	379

Наведені в таблиці обласні характеристичні значення рекомендується використовувати на усій території відповідної області. Порівняння з картами територіального районування ПУЕ [4] та ДБН [5] виявило помітне збільшення обласних характеристичних значень ваги й товщини стінки ожеледі у середньому на 20...27% порівняно з картами чинних норм. Тому використання обласних характеристичних значень з таблиці 1 призведе до зростання рівня надійності запроектованих будівельних конструкцій для більшості областей України.

Список літератури

1. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Вип. 3. Частина 1. Метеорологічні спостереження на станціях. : Видання офіційне – К.: Державна гідрометеорологічна служба, 2011. – 280 с.
2. Кліматичні дані для визначення навантажень на повітряні лінії електропередавання. Методика опрацювання. К.: Міністерство палива та енергетики України, 2009.– 89 с.
3. Нарожний В.Б., Княжевська С.Я., Глей Л.В. Кліматичні навантаження на повітряні лінії електромереж. (Довідковий посібник). – К., 1994. – 211 с.
4. Правила улаштування електроустановок. Глава 2.5. Повітряні лінії електропередавання напругою до 750 кВ. - К.: ОЕП „ГРІФРЕ”, 2006.- 190 с.
5. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі зміною №1 і №2. К.: Мінбуд України, 2020. – 68 с.
6. Пашинський В.А. Методика адміністративно-територіального районування кліматичних навантажень на будівельні конструкції // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : Збірник наукових праць.– Рівне, 2016. – Випуск 32. – С. 387–393.

МОДЕЛЮВАННЯ АРХІТЕКТУРНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА ПРОЄКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ЗА ДОПОМОГОЮ ETABS

М.О. Бурхан, здобувач освіти групи Б-41

Т.В. Гавриш, викл. спеціальних дисциплін будівництва та архітектури
Кропивницький будівельний фаховий коледж

У сучасному будівництві точність розрахунків є ключовим фактором для забезпечення надійності, економічності та безпеки будівельних конструкцій. Розвиток комп'ютерних технологій сприяв появі спеціалізованого програмного забезпечення, яке дозволяє автоматизувати складні інженерні розрахунки. Використання таких програм не лише підвищує ефективність проектування, але й знижує ризик помилок, забезпечуючи відповідність будівельних рішень чинним стандартам і нормам. Розглянуто основні програми, які застосовуються для проектування та аналізу будівельних конструкцій. Також проаналізовано їх переваги, функціональні можливості та сферу застосування, що дозволяє вибрати найбільш підходящий інструмент для конкретних завдань.

Серед широкого спектра інженерного програмного забезпечення можна виділити кілька ключових рішень, які стали незамінними у роботі фахівців.

Програмним забезпеченням, на яке хочеться звернути увагу, це **ETABS** (рис.1). Це програма, що обслуговує аналіз і проектування багатоповерхових будівель. Інструменти та шаблони моделювання, приписи навантажень на основі коду, методи аналізу та техніки вирішення — все це узгоджується з унікальною для цього класу конструкцій геометрією, подібною до сітки. Базові або вдосконалені системи в статичних або динамічних умовах можна оцінити за допомогою ETABS. Для складної оцінки сейсмічних характеристик модальний і прямий інтегрований аналіз в часі можуть поєднуватися з ефектами P-Delta і Large Displacement. Нелінійні зв'язки та зосереджені шарніри PMM або волокна можуть вловлювати нелінійність матеріалу за монотонної або істерезисної поведінки. Інтуїтивно зрозумілі та інтегровані функції роблять програми будь-якої складності практичними у реалізації. Взаємодія з низкою платформ проектування та документації робить ETABS скоординованим і продуктивним інструментом для проектування, яке варіюється від простих двовимірних каркасів до складних сучасних багатоповерхівок.

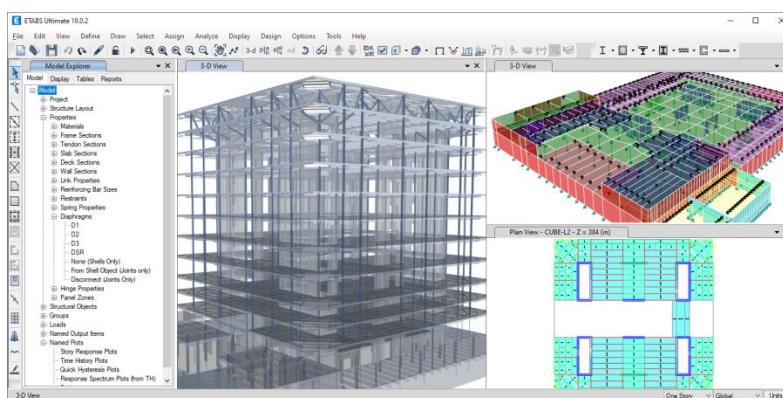


Рисунок 1

Фундаментальним для моделювання ETABS є узагальнення того, що багатоповерхові будівлі зазвичай складаються з ідентичних або схожих планів поверхів, які повторюються у вертикальному напрямку. Функції моделювання, які спрощують генерацію аналітичної моделі та імітують розширені сейсмічні системи, перераховані нижче:

- Шаблони для моделювання глобальної системи та локального елемента;
- Індивідуальна геометрія розділу та складова поведінка;

- Групування об’єктів каркаса та оболонки;
- Специфікація нелінійного шарніра;
- Автоматичне створення сітки з ручними параметрами;
- Функції редагування та призначення для плану, фасаду та 3D-видів.

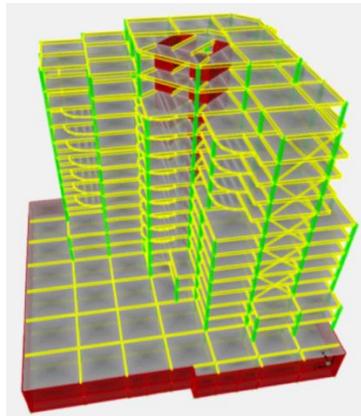


Рисунок 2

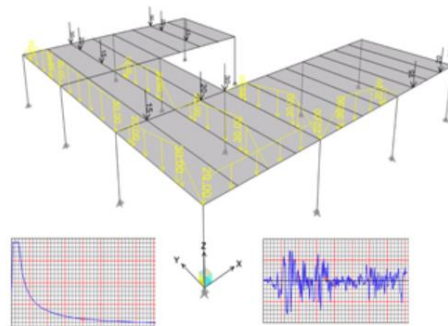


Рисунок 3

Після завершення моделювання (рис.2) ETABS автоматично генерує та призначає умови навантаження на основі коду для сил тяжіння, сейсмічних, вітрових і теплових сил. Користувачі можуть вказати необмежену кількість випадків навантаження та комбінацій.

Можливості аналізу пропонують розширені нелінійні методи для характеристики статичного поштовху та динамічного відгуку. Динамічні міркування можуть включати модальний аналіз, аналіз спектру відповідей або аналіз часу. P-дельта-ефект враховує геометричну нелінійність (рис.3). Враховуючи охоплюючі специфікації, конструктивні особливості автоматично визначатимуть розміри елементів і систем, проєктуватимуть схеми підсилення та іншим чином оптимізуватимуть структуру відповідно до бажаних показників ефективності.

Формати виведення та відображення також практичні та інтуїтивно зрозумілі. Діаграми моментів, зсувів і осьових сил, представлені в 2D і 3D режимах з відповідними наборами даних, можна організовувати в настроювані звіти, доступні детальні розрізи розділів із зображенням різних місцевих заходів реагування, доступні глобальні перспективи, що зображують статичні зміщені конфігурації, або відеоанімація реакції в часі.

ETABS також підтримує взаємодію з відповідними програмними продуктами, забезпечуючи імпорт архітектурних моделей із різних програм для технічного креслення або експорт на різні платформи та формати файлів, щоб інженери могли більш детально деталізувати, проаналізувати та спроектувати окремі рівні моделі ETABS.

ETABS є незамінним інструментом для реалізації проєктів різної складності, від простих каркасів до сучасних висотних будівель. Його функціональні можливості та інтеграція з іншими платформами роблять цей продукт одним із найбільш затребуваних у будівельній галузі.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ЗАПОБІГАННЯ ЗВОЛОЖЕННЮ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

К. Владов, *ст. гр. БІ-23М-1,*
І. Скриннік, *доц., канд. техн. наук*
Центральноукраїнський національний технічний університет

Волога є одним із ключових факторів, що впливають на довговічність і функціональність будівельних конструкцій. Її накопичення може знижувати міцність матеріалів, погіршувати їх теплотехнічні властивості, а також спричиняти появу цвілі й грибка, які негативно впливають на здоров'я людей. Тому заходи для запобігання зволоженню будівель є важливим етапом під час проектування, будівництва та експлуатації споруд.

Основними причинами зволоження будівельних конструкцій є будівельна волога, що залишається в матеріалах після виготовлення, атмосферні опади, які проникають через пошкоджену покрівлю чи несправні водостоки, витoki з водопровідної або каналізаційної системи, конденсат, що утворюється через різницю температур і вологості, та капілярне підсмоктування ґрунтової вологи через відсутність належної горизонтальної гідроізоляції. Зволоження конструкцій призводить до їхнього руйнування, підвищення теплопровідності матеріалів, порушення цілісності утеплювачів, погіршення якості повітря та створення несприятливого мікроклімату в приміщеннях.



Рисунок 1 – Зволоження стін в наслідок поганої вентиляції

Для захисту конструкцій від вологи використовують такі заходи: регулярний ремонт покрівлі та водостоків, збільшення довжини карнизів, застосування водостійких матеріалів для захисту від атмосферних опадів. Усунення витоків водопровідної чи каналізаційної системи передбачає ремонт пошкоджених труб і сушіння конструкцій теплим повітрям. Електроосмотичне осушення здійснюється із застосуванням струму низької напруги або гальванічних елементів. Запобігання конденсаційному зволоженню забезпечується теплоізоляцією стін і використанням пароізоляційних матеріалів.

Раціональне зовнішнє оздоблення передбачає вибір матеріалів із відповідною паропроникністю. Для зменшення вологості в приміщенні організують якісну вентиляцію або застосовують осушувачі повітря. Правильне чергування шарів у конструкції передбачає розташування пароізоляції з теплої сторони стіни та паропроникного шару з холодної сторони.

Запобігання зволоженню будівельних конструкцій потребує комплексного підходу, який включає правильний вибір матеріалів і дотримання будівельних технологій. Грамотно спроектовані й виконані гідро- та пароізоляційні роботи забезпечують надійний захист конструкцій, підвищують їх довговічність і створюють комфортні умови для проживання.

Список літератури

1. Карапузов Є. К., Соха В. Г. Системи захисту будівельних конструкцій від зволоження: навч. посіб. Київ: Ліра-К, 2019. 324 с.
2. Менейлюк О. І., Петровський А. Ф., Борисов О. О. Технологія влаштування гідроізоляції будівель і споруд: монографія. Одеса: ОДАБА, 2020. 240 с.
3. Пашинський В. А., Настоящий В. А. Захист будівельних конструкцій від корозії та забезпечення довговічності. Будівництво України. 2021. № 4. С. 18-24.
4. Савицький М. В., Бабенко М. М. Сучасні методи захисту будівельних конструкцій від вологи. Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. 2022. № 2. С. 45-52.
5. Лівінський О. М., Стоянов В. В. Ремонт і реконструкція будівель та споруд: підручник. Київ: УАН, 2018. 586 с.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОШАРОВИХ ПЛИТ**Д. Гарбуз** *ст. гр. БІ-23М-1,***В. Яцун**, доц., канд. техн. наук*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Розвиток будівельної галузі в сучасних умовах потребує пошуку та пропозиції нових інноваційних матеріалів, технологій та конструктивних рішень. Одним із потенційно перспективних напрямів досліджень є застосування багатошарових сталевих плит як конструкцій перекриттів та покриттів для житлових та цивільних будівель. Для підвищення згинальних характеристик перерізів, і, як наслідок, зростання ефективності несучих елементів у практиці проектування прагнуть застосовувати перерізи, у яких матеріал розташований якнайдалі від центру тяжіння. На цьому принципі засновано формування сортаментів металопрокату, конструювання прогонових конструкцій ферм, оболонок, перфорованих балок, виготовлення стінових та покрівельних сендвіч-панелей для елементів, що огорожують. Даний принцип застосовується також і в інших галузях, таких, як суднобудування та авіабудування, де використання багатошарових оболонок на основі стільникових панелей дозволяє отримати високу жорсткість при відносно невеликій загальній вазі конструкції.

Нещодавно на ринках зарубіжних країн набуло розвитку застосування багатошарових плит перекриттів з нержавіючої сталі, які на аналогічних прольотах дозволяють знизити навантаження в кілька разів – до 30...50 кг/кв. Теоретично використання таких плит може суттєво вплинути на загальні конструктивні рішення у бік підвищення їх ефективності.

Економічний розрахунок ефективності застосування багатошарових сталевих плит неможливо оцінити у відриві від аналізу загальних витрат на будівництво. З одного боку, необхідно брати до уваги додаткові витрати на організацію вогнезахисту таких плит, з іншого – враховувати ефекти економії від спрощення монтажних операцій, підвищення технологічності виробництва, зниження навантажень на елементи нижче, а також розширюється можливість повторного використання нержавіючої сталі.

У цій роботі запропоновано застосування багатошарових сталевих плит як нового типу конструкцій перекриттів. Дані конструкції мають як вагомі переваги, так і певні недоліки, які стримують їх поширення. Описані вище проблеми потребують детального вивчення та проведення додаткових досліджень. Серед основних напрямів подальших досліджень можна виділити: визначення оптимальних параметрів виготовлення конструкцій під різні цілі, експериментальні дослідження несучої здатності та вогнестійкості плит з урахуванням різних способів вогнезахисту, а також дослідження у напрямі розрахунку економічного ефекту.

Незважаючи на наявні невирішені питання застосування конструкцій, даний тип конструкцій зараз тільки виходить на ринок будівельної продукції і йому ще належить знайти ефективну область свого застосування.

Список літератури

1. Shu Xing-Ping, Li Ke, Li Yi, Xiong Zhi-Qi, Huang Yi-Heng, Li Shi-Jie Experimental investigation on brazing residual stress distribution in 304 L stainless steel core plate // Journal of Constructional Steel Research. – 2022. – Vol. 193. URL: [sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0143974X22001298](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0143974X22001298)

УДК 69.059.3

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ФАСАДНІ СИСТЕМИ: ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ

**Д. Головач, ст. гр. БІ-23М-1,
О. Кожуховський, асист.,
В. Дарієнко, доц., канд. техн. наук,
Центральноукраїнський національний технічний університет**

Енергоефективні фасадні системи відіграють ключову роль у сучасному будівництві, сприяючи значному зниженню споживання енергоресурсів та покращенню експлуатаційних характеристик будівель. У наш час, коли проблема обмеженості енергетичних ресурсів стає дедалі гострішою, важливість таких систем складно переоцінити. Особливу актуальність вони мають для України, де житловий сектор споживає до 40% річного обсягу енергоресурсів.

Фасадні системи з вентиляльованим прошарком є одним із найефективніших методів забезпечення теплового захисту будівель. Їх конструкція включає теплоізоляційний шар, повітряний зазор для природної вентиляції та зовнішній захисно-декоративний екран. Така система не лише значно знижує тепловтрати, але й забезпечує довговічність зовнішніх стін, захищаючи їх від впливу атмосферних явищ і температурних коливань.

Енергоефективність фасадних систем полягає у здатності мінімізувати втрати тепла через зовнішні стіни. У країнах Європи, завдяки широкому впровадженню подібних технологій, втрати тепла через огорожувальні конструкції значно нижчі порівняно з Україною. Для нашої держави це особливо важливо, адже застарілі будівельні технології та неякісні матеріали, що використовувалися раніше, призводять до значних перевитрат енергії.



Рисунок 1 – Приклади будівель з вентиляльованими фасадами

Впровадження енергоефективних фасадних систем має численні переваги. Зниження витрат на опалення та гаряче водопостачання є одним із головних стимулів. Покращення мікроклімату в приміщеннях та зменшення екологічного впливу є не менш важливими аспектами. Крім того, впровадження сучасних систем сприяє розвитку будівельної галузі, створенню нових робочих місць і розширенню міжнародної співпраці у сфері енергоефективності.

Розвиток технологій фасадних систем в Україні демонструє позитивну динаміку. Світовий досвід показує, що зовнішнє утеплення стін є найбільш дієвим способом підвищення теплозахисту будівель. Такі конструкції дозволяють не лише зменшити споживання енергії, а й зробити внесок у боротьбу зі зміною клімату завдяки скороченню викидів вуглекислого газу.

Проте для масштабного впровадження енергоефективних фасадних систем необхідні інвестиції в оновлення матеріально-технічної бази будівельної галузі. Стимулювання

інновацій, створення сприятливих умов для залучення капіталу та впровадження державних програм підтримки енергоефективності сприятимуть значному прогресу в цій сфері.

З огляду на зростаючі вимоги до енергоефективності будівель та обмеженість ресурсів, фасадні системи з вентиляваним прошарком залишаються одним із найперспективніших рішень. Їх впровадження не лише забезпечує економічні вигоди, але й підвищує якість життя мешканців, створюючи комфортне та здорове середовище у приміщеннях. Для України цей напрямок є стратегічно важливим, адже дозволяє ефективно використовувати наявні ресурси та сприяти розвитку будівельної індустрії.

Список літератури

1. Гавриш О. М., Гетун Г. В. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією : навч. посіб. Київ : КНУБА, 2019. 124 с.
2. Карюк А. М., Кошлатий О. Б. Теплоізоляційні матеріали і системи : навч. посіб. Полтава : ПолтНТУ, 2020. 308 с.
3. Менейлюк О. І., Черепашук Л. А. Сучасні фасадні системи : монографія. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. 186 с.
4. Фаренюк Г. Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій : монографія. Київ : Гама-Принт, 2019. 176 с.
5. Швець Л. М., Воронцова Д. С. Дослідження впливу утеплення фасадів будівель на енергоефективність. Науковий вісник будівництва. 2020. Т. 100, № 2. С. 192-197.

УДК 633.853.32

ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ АВТОЗАПРАВНОГО КОМПЛЕКСУ ПРИ КАПІТАЛЬНОМУ РЕМОНТІ В М.ВІННИЦЯ З ВИКОРИСТАННЯМ САПР «SOLIDWORKS»

Д.Л. Головченко, *магістрант гр. Бі 23 М-2,*
 В.А. Настоящий, *проф., канд.техн. наук*
 Центральноукраїнський національний технічний університет

Мета роботи полягала у застосуванні САПР «SolidWorks» для обґрунтованого вибору оптимальних параметрів металевих несучих елементів конструкції навісу над паливо - розподільними колонками (далі ПРК) при капітальному ремонті автозаправного комплексу в м. Вінниця.

Збір навантажень на несучі ферми навісу виконувався згідно ДБН В.1.2.-2:2006 «Навантаження і впливи».

Далі за ПК «SolidWorks» виконувалось моделювання напружено-деформаційного стану, результати яких наведено на рис. 1,2,3,4,5,6,7.

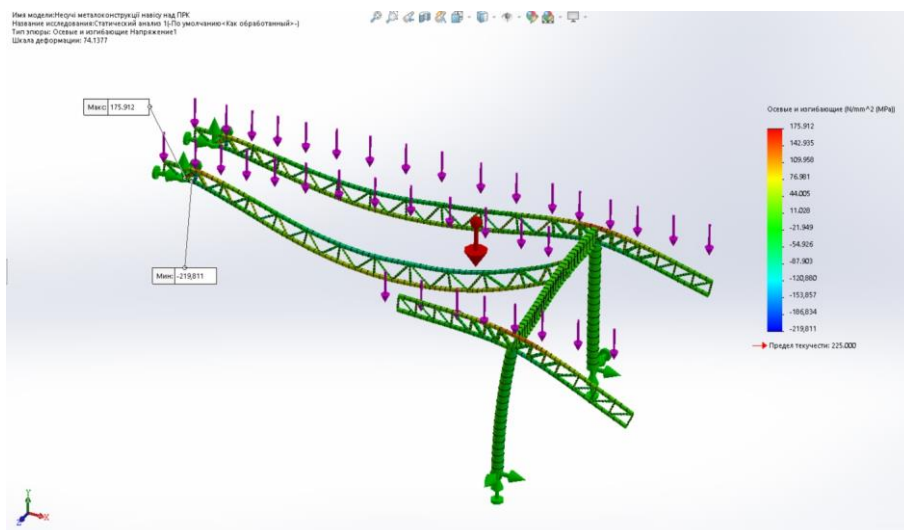


Рисунок 1 – Графічне зображення розподілення осевих та згинаючих напружень, що діють на конструкції навісу

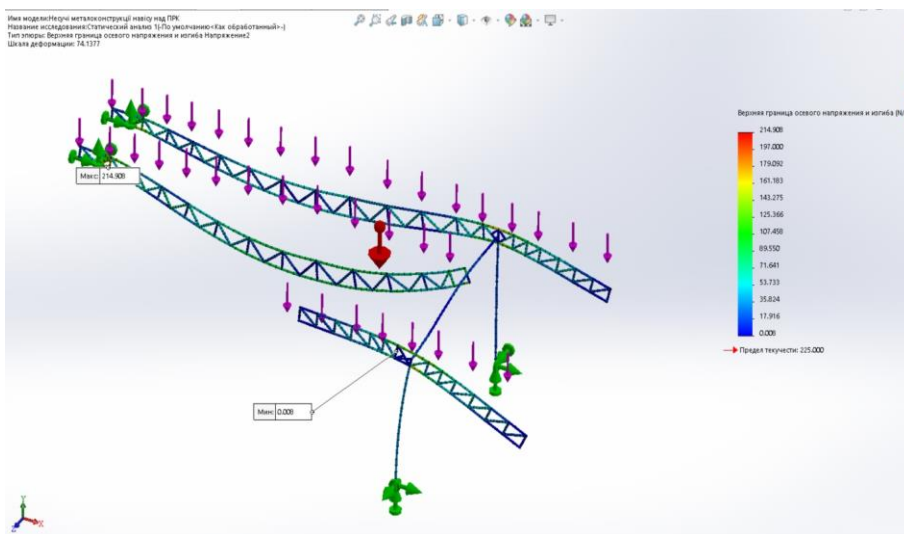


Рисунок 2 – Графічне зображення верхньої границі осевого напруження, що діє на конструкції навісу

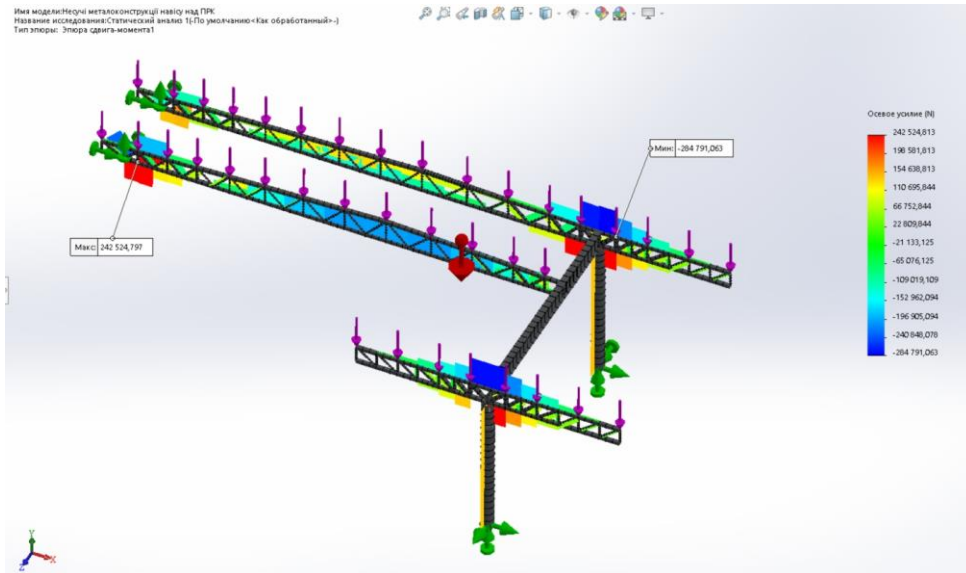


Рисунок 3 – Графічне зображення розподілення повздовжніх сил, що діють на конструкції навесу

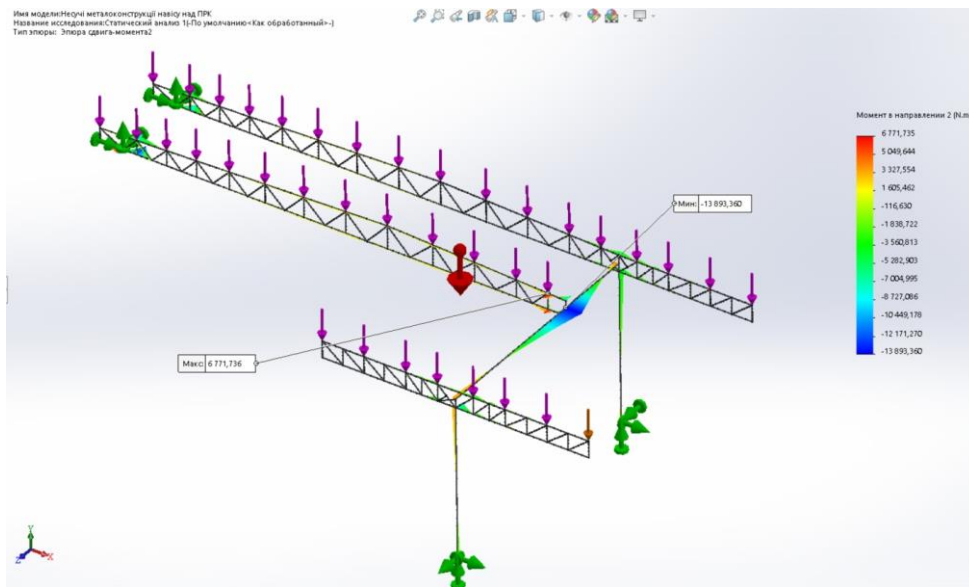


Рисунок 4 – Графічне розподілення моментів, що діють на конструкції навесу

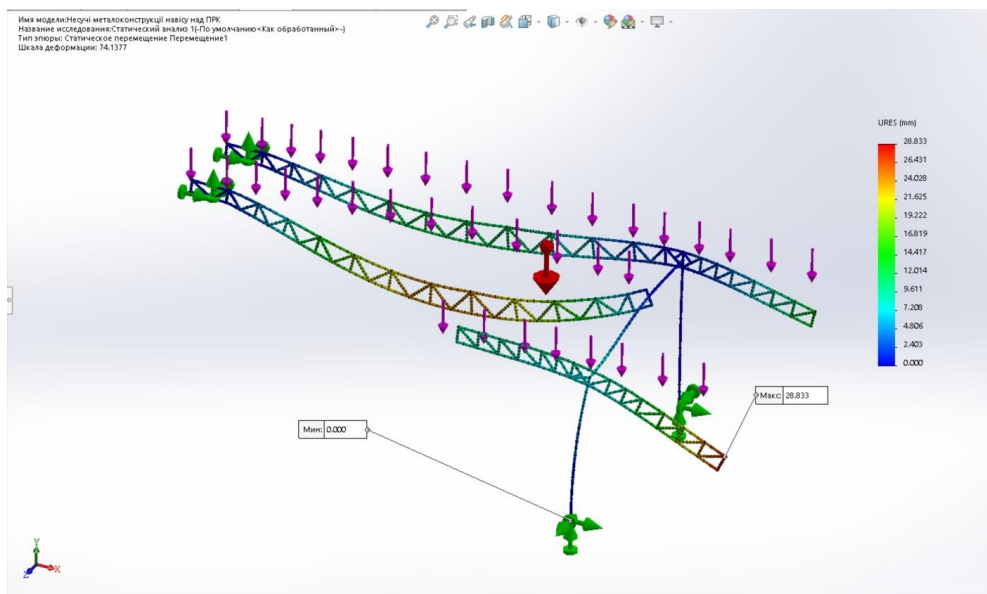


Рисунок 5 – Графічне зображення переміщень елементів навесу

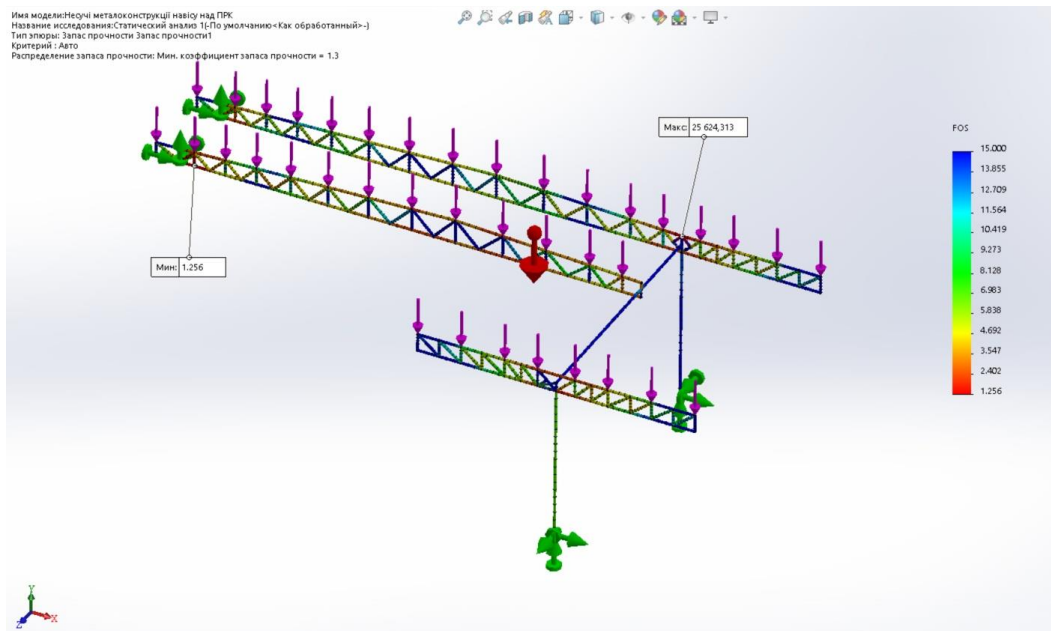


Рисунок 6 – Графічне зображення розподілу запасу міцності елементів конструкції навісу для забезпечення мінімальних значень коефіцієнту запасу міцності 1,2

Перед прийняття рішення щодо зміни профілів важливо врахувати кілька аспектів:

1. Аналіз напружень: Після зменшення товщини металу необхідно повторно провести розрахунок напружень, щоб впевнитись, що нові профілі зможуть витримати максимальні навантаження без перевищення допустимих значень.
2. Запас міцності: Необхідно перевірити, чи залишиться мінімальний запас міцності на прийнятному рівні (в даному випадку, більше 1,26).
3. Деформації: Перевірити, як зміна профілів вплине на максимальні деформації конструкції. Важливо, щоб вони залишалися в межах допустимих значень.

Якщо всі ці аспекти будуть враховані, можна виконати заміну профілів (рис. 7,8,) і провести новий розрахунок конструкції.

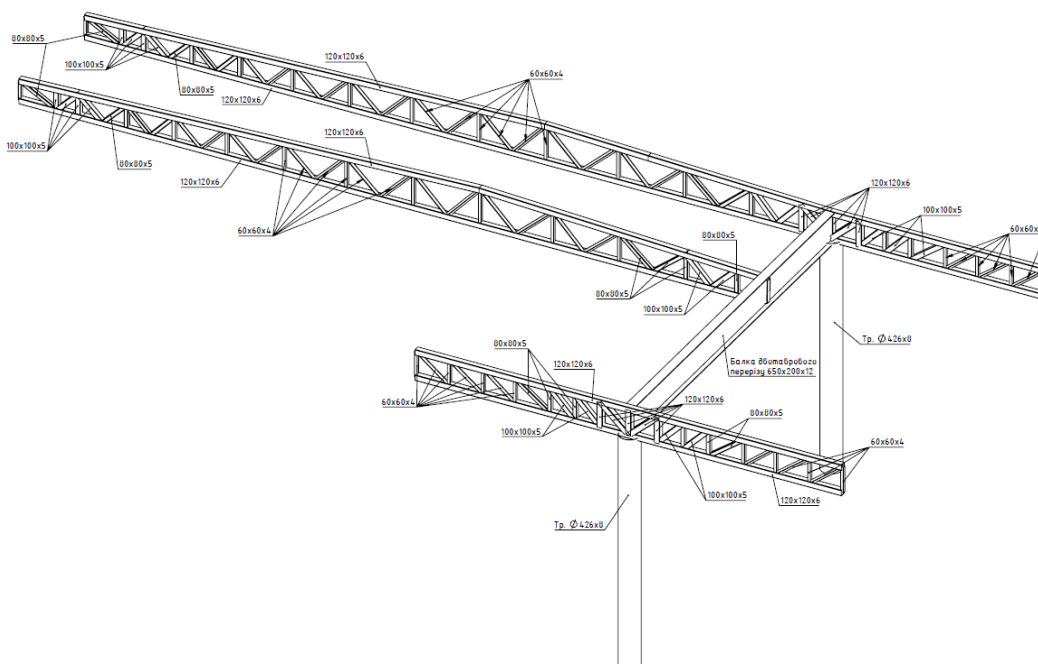


Рисунок 7 – Схема навісу з запроєкованими профілями елементів конструкції

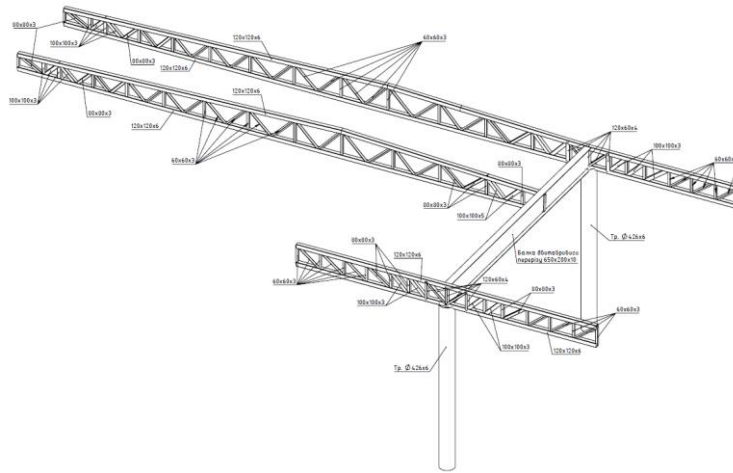


Рисунок 8 – Схема навісу з запропонованими профілями елементів конструкції

Для проведення розрахунку нових профілів елементів конструкції навісу над ПРК, потрібно:

Далі виконувалась моделювання головних несучих елементів конструкції навісу над ПРК з заміненями стандартними профілями, результати якого наведено на рис.9, 10,11, 12,13,14.

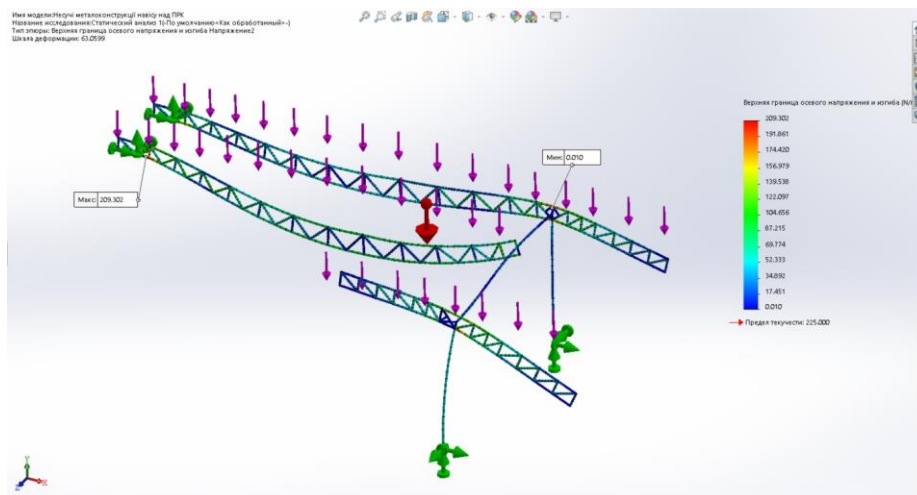


Рисунок 9 – Графічне зображення верхньої границі осьового напруження рекомендованих профілів елементів конструкції навісу

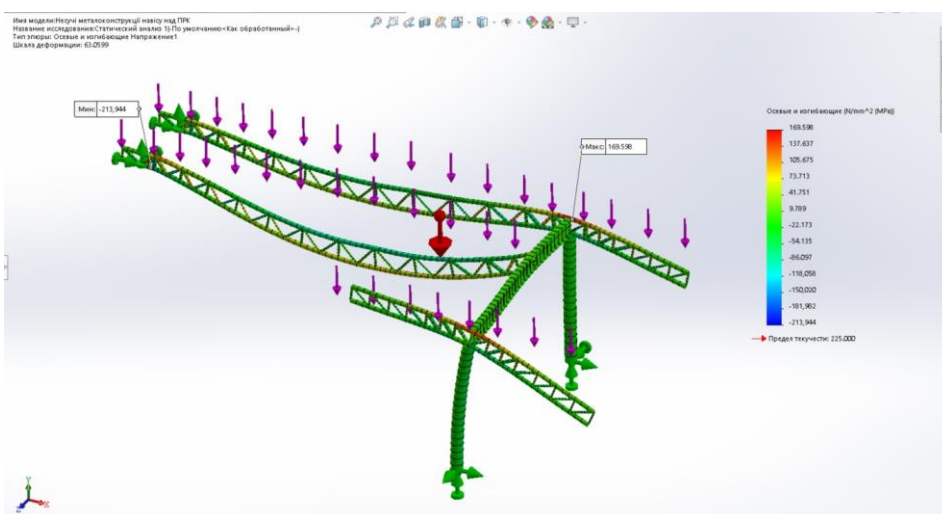


Рисунок 10 – Графічне зображення розподілення осьових та згинаючих напружень в рекомендованих профілях конструкції навісу

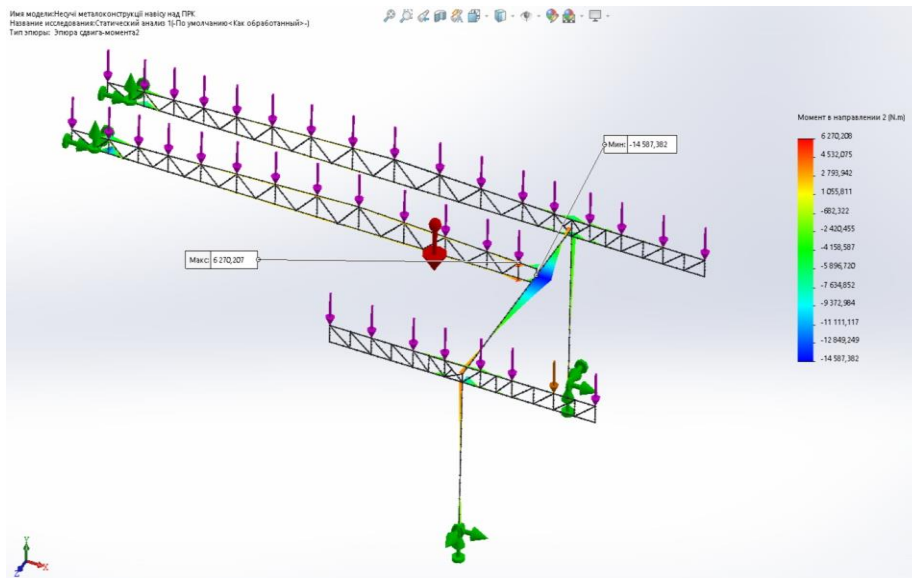


Рисунок 11 – Графічне зображення моментів, що діють на замінені профілі елементів конструкції навісу

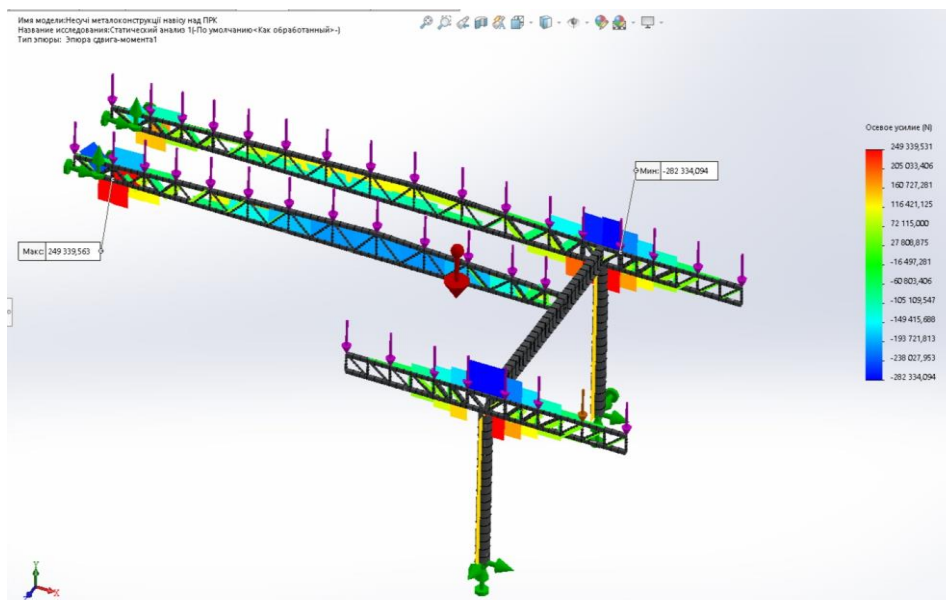


Рисунок 12 – Графічне зображення повздовжніх зусиль в заміненіх профілях елементів конструкції навісу

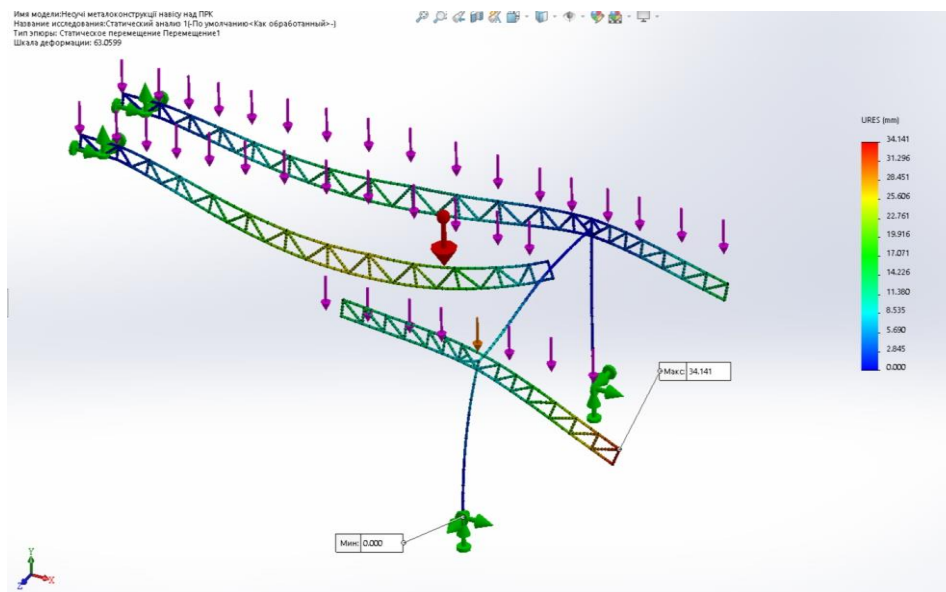


Рисунок 13 – Графічне зображення переміщень заміненіх профілів елементів конструкції навісу

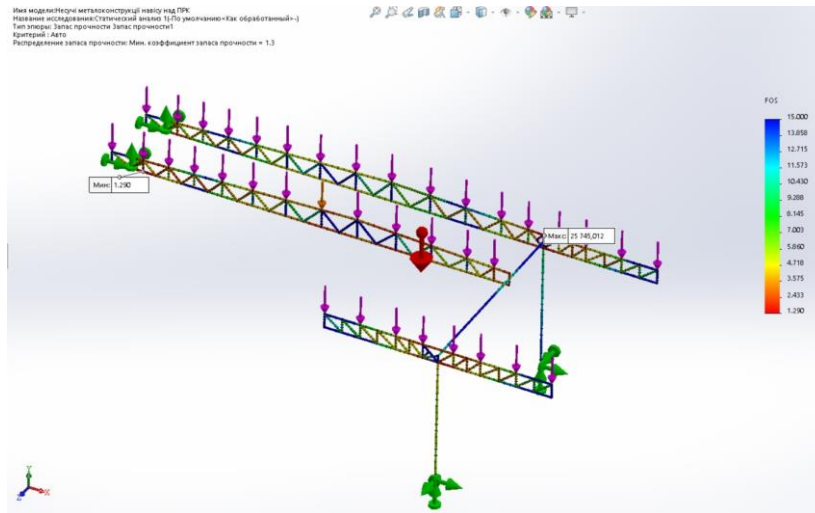


Рисунок 14 – Графічне зображення розподілу запаса міцності профілів елементів конструкції навесу, рекомендованих за результатами досліджень

Відповідно до проведених розрахунків, нова оптимізована конструкція демонструє покращені показники. Максимальне напруження становить 209,3 МПа, а максимальне переміщення — 34,1 мм. Запас міцності зріс з 1,26 до 1,29, що свідчить про підвищення надійності конструкції.

Маса нової (оптимізованої) конструкції становить 3773,2 кг, що на 581,3 кг (13,3%) менше, ніж у проектній конструкції (4354,5 кг). Це свідчить про економію металу, що є важливим фактором для зниження витрат і покращення ефективності. Незважаючи на незначне збільшення переміщення з 28,83 до 34,14 мм, загалом досягнуто позитивних результатів щодо оптимізації конструкції, що в цілому свідчить про досягнення мети роботи.

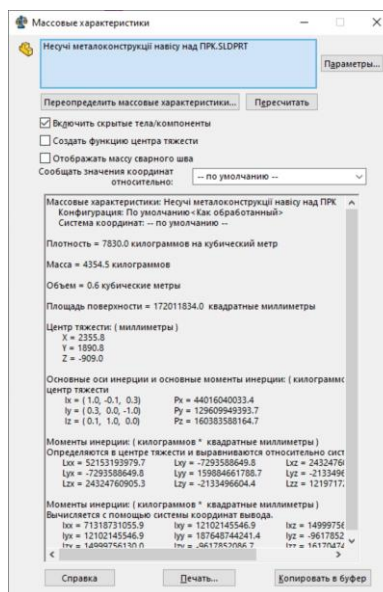


Рисунок 15 – Масові характеристики оптимізованої за ПК «SolidWorks» конструкції

Список літератури

1. Клименко Ф.С., Барабаш В.М., Стороженко Л.І. Металеві конструкції. / За ред. Ф.С. Кліменка. Підручник 2-ге видання - Львів.: Світ, 2002. - 312 с.
2. Пустульга С.І. Інженерна графіка в SolidWorks - Луцьк : Вежа-Друк, 2018. – 174 с.

УДК

АНАЛІЗ НАПРЯМКІВ І ПЕРСПЕКТИВНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ТА ПІДГОТОВКИ СИРОВИНИ З ПОШКОДЖЕНИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

О. Голубченко – доц., канд. техн. наук

*Український державний університет науки і технологій, навчально-науковий інститут
«Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»,*

І. Мацевич - доц., канд. техн. наук

*Український державний університет науки і технологій, навчально-науковий інститут
«Придніпровська державна академія будівництва та архітектури».*

Повномасштабна війна в Україні «забезпечила» будівельним сміттям міста, які деякий час підпадали під зону бойових дій або у зону обстрілів. Тони небезпечних відходів можуть утворити екокатастрофу - сміття накопичується, забруднює навколишнє середовище. Від місць тимчасового збереження будівельних відходів та полігонів страждає рослинний та тваринний світ [1].

Зменшити навантаження на довкілля можна переробкою будівельного сміття, яке утворилося внаслідок руйнувань будівель та споруд, під час обстрілів українських населених пунктів. Відбудова місць проживання громадян вже близька (зрозуміло після перемоги нашої держави), Україну можна буде частково забезпечити будівельними матеріалами за рахунок переробки будівельного сміття.

Повторне використання будівельного сміття потребує впровадження ефективних технологій перероблення та повторного використання будівельних відходів.

Подолання наслідків війни щодо визначення обсягів та управління відходами від руйнувань повинно відбуватися завдяки механізму управління відходів. Діючий на цей час механізм має два етапи:

1) створення безпечних умов для роботи:

- розчищення територій, перш за все від підозрілих предметів та залишків небезпечних предметів (проведення операцій з розмінування);
- визначення та відокремлення від будівельного брухту небезпечних відходів з відходів від руйнувань;
- якщо будівля не підлягає відновленню, її демонтаж та облік відходів на місці їх утворення;

2) первинне розчищення території руйнувань:

- транспортування відходів до місць їх тимчасового зберігання;
- обов’язковий фактичний облік;
- збереження відходів від руйнувань до їх оброблення/відновлення (якщо є можливість, обробляються/відновлюються на тимчасових місцях зберігання).

Діючий механізм управління будівельних відходів має проблеми і виклики щодо впровадження нових підходів до проблем сьогодення.

За оцінками експертів, під час війни, внаслідок масштабних руйнувань інфраструктури проблема утилізації та використання будівельного сміття з проблеми перетворилася на гостру проблему. Що доби у країні накопичується достатня кількість відходів будівництва (близько 12-15 млн тонн вже накопичено), їхній обсяг постійно збільшується [2].

Полігони та місця тимчасового зберігання переповнені будівельним сміттям, виникають стихійні скупчення та неконтрольовані зберігання на яких присутня достатня кількість небезпечних матеріалів (зокрема, азбестовмісних). Це надзвичайні екологічні ризики: забруднення ґрунтів та ґрунтових вод токсичним фільтратом, небезпечні речовини появляються в атмосферному повітрі.

Потужний поштовх для становлення внутрішнього ринку вторинних матеріалів може дати добре продумана, вдосконалена система збору, сортування та переробка будівельного сміття.

Із-за перешкод щодо налагодження ефективної моделі поводження з будівельним сміттям, яке було утворено внаслідок ворожих атак ракетами, бомбами та дронами виникли глибинні виклики, які треба подолати:

1) Відсутність технологій та інфраструктури - утилізацію складних потоків будівельних відходів багато громад розв'язують шляхом вивезення їх на полігони. Технологій та розвинутої спеціалізованої інфраструктури по збору, сортуванню, транспортуванню, зберіганню, обробки та утилізації будівельного сміття в Україні фактично немає;

2) слабкі економічні стимули - утилізації будівельного сміття не вигідна будівельному бізнесу, вартість таких робіт залишається низькою, що робить його переробку нерентабельною. Дієвих фінансово-економічних механізмів щодо стимулювання відновлення будівельного сміття та брухті не створено;

3) низька інформаційно-роз'яснювальна робота - необхідна кропітка робота серед населення та бізнесу щодо культури поводження з відходами;

4) регулювання та стандартизація - в частині комплексного регулювання питань рециклінгу та поводження з будівельними відходами чинна нормативно-правова база повинна бути більш чіткою та не мати значних прогалин. Треба підсилити нормативно-правову роботу щодо наявності стандартів з якості та безпечності будматеріалів із вторинної сировини.

В Україні діє два основних законодавчих акта щодо класифікації та обліку будівельних відходів, це Закон України «Про управління відходами» (2023р) та Постанова КМУ № 1073 «Порядок поводження з відходами від руйнувань» (2022р). Закон визначає загальні принципи управління відходами, у тому числі відходами від будівництва та руйнувань [3]. В ньому зазначено, повинен бути рециклінг та повторне використання відходів будівництва. Постанова 1073 класифікує облік відходів та висуває вимоги до їх обробки, терміналів, полігонів, визначає шляхи повторного використання відходів у будівництві.

Враховуючи сьогоденний стан в Україні, найбільш реалістичний сценарій, це локальне перероблення будівельних відходів. Новий бетон при високотехнологічному переробленні будівельного сміття потребує вхідну сировину найвищої якості без домішок, тому локальне перероблення відходів на дорожнє покриття та підсіпку є більш прийнятним, завдяки економічній доцільності. Доречно і зведення нанівець логістичних витрат на транспортування та утилізацію будівельного сміття в інші регіони.

Рециклінг та повторне використання будівельних відходів у Європейському Союзі має за мету зменшення обсягів звалищ та збереження природних ресурсів (за рік переробляється приблизно 88% будівельних відходів). Будівельні відходи використовуються при облаштуванні спортивних майданчиків, зміцнення берегів річок, виробництва штучного каменю тощо.

Аналіз ситуації, що склалася в м. Кременчук Полтавської області у сфері управління з будівельними відходами показав, що щороку на території громади утворюється понад 70 тис. тонн змішаного побутового сміття, 10 тис. тонн будівельного сміття близько 1 тис. тонн відходів інших, що не є небезпечними і утворюються у виробничій діяльності організацій, підприємств [4].

До 2023 року класифікація відходів в Україні здійснювалась відповідно до державної системи класифікації та кодування техніко-економічної та соціальної інформації. Законом "Про управління відходами" уведено нову класифікацію відходів відповідно до вимог рамкової директиви ЄС. Згідно з цим законом відходи розподіляються на дві категорії: небезпечні та відходи, що не є небезпечними.

Також до будівельних відходів, які необхідно збирати окремо, належать відходи групи металів, ґрунту, ізоляційні матеріали із вмістом азбесту, будівельне сміття, що містить

небезпечні речовини. Деякі види відходів за новою класифікацією можуть бути віднесені до небезпечних відходів. Тому, для належної класифікації та присвоєння відходу шестизначного коду, необхідним може бути проведення лабораторних досліджень.

Отже, утворювачі відходів будівництва мають самостійно класифікувати свої відходи, забезпечити їх роздільне збирання та передачу спеціалізованим підприємствам з метою відновлення чи оброблення. Змішування та скидання відходів будівництва на контейнерні майданчики для збирання побутового сміття є недопустимим.

В умовах воєнного стану, одними із найпоширеніших утворюваних відходів у всіх містах України, окрім відходів будівництва, стали відходи руйнувань, які утворюються під час проведення бойових дій.

Управління цією групою відходів вимагає спеціальної уваги та включає в себе комплекс організаційно-технічних заходів для забезпечення безпечного збирання, транспортування, сортування, зберігання, оброблення (в тому числі перероблення), видалення, нейтралізації та захоронення. Відходи від руйнувань відрізняються від звичайного будівельного сміття тим, що вони мають неоднорідну структуру та походження. Особливо складними є термічно деформовані відходи, походження яких майже неможливо встановити візуально. Хоча супутні компоненти відходів руйнувань подібні до побутового сміття, вони можуть містити багато небезпечних складників. Якщо візуально не вдається встановити походження та рівень небезпечності відходу, необхідно провести лабораторні аналізи для визначення хімічного складу. На основі цих даних робиться висновок про безпечність відходів та встановлюється можливість їх видалення на полігоні.

З метою зниження негативного впливу відходів будівництва на довкілля проводиться оцінювання матеріалів з використанням різних систем сертифікації, таких як LEED, BREEAM, DGNB, що дозволяє визначити екологічну вартість будівельних матеріалів і їх відповідність екологічним нормам і стандартам [5].

Для забезпечення життєдіяльності однієї людини доводиться видобувати щонайменше 20 тонн різної сировини. У масштабах країни загальний обсяг видобутку корисних копалин через кожні десять років практично подвоюється, при цьому на готову продукцію перетворюються лише 5-10% сировини, решта йде у відходи. Вже зараз у світі накопичено близько 200-300 мільярдів тонн відходів. Режим економії природних ресурсів одна із найважливіших складових елементів управління народним господарством. Один з них - це комплексна переробка корисних копалин, перехід на так звані маловідходні та безвідходні технології [6].

Екологічне будівництво, або «зелене будівництво» - це підхід до проектування, облаштування та утримання споруд з метою скорочення негативного впливу на навколишнє середовище і підвищення благоустрою населення [7]. Збереження довкілля: вибір на користь «зеленого» будівництва - це вибір на користь чистішого оточення і ощадного його використання. «Зелене» будівництво пропонує реальні рішення особистого вкладу у вирішення цих проблем. Альтернативні джерела енергії, відновлювані ресурси, висока енергоефективність і ефективне споживання води, продумані рішення будівництва і обслуговування будівель, перевага місцевих матеріалів - ось основні ключові слова для ощадного будівництва.

Висновки:

Україні потрібно успішно реалізувати ключові завдання:

1. за допомогою пілотних проектів, найкращих європейських практик переробити та утилізувати «воєнне» будівельне сміття на локальному рівні;
2. запровадити та ухвалити законодавчі акти з питань поводження з ремонтними та будівельними відходами;
3. розробити та впровадити спеціальні методики та вимоги щодо відсорткування небезпечних матеріалів;
4. запровадження національних стандартів якості будівельних матеріалів зі вторинної сировини;
5. запровадження системи стимулів: податкові, митні та кредитні;

6. стимулювання попиту на альтернативну вторинну сировину;

7. проводити інформаційну кампанію для бізнесу та населення щодо переваг відновлювального будівництва;

8. залучення міжнародної технічної допомоги та грантів, підтримка стартапів, наукових досліджень та інновацій, створення нових екологічних матеріалів.

Список літератури

1. В Україні через бойові дії стрімко зростає кількість будівельного сміття: що робити з токсичними відходами. Андрій Кузьмін: Суспільство; 21_10_2024_OVOZ.UA.htm.
2. Рециклінг та утилізація будівельних відходів в Україні: виклики та перешкоди. В'ячеслав КУРЕПН. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Green Construction» («Зелене будівництво»). Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури. 2024. С. 192 – 197.
3. Пранович К. О. Охорона земель, інженерно-технічні заходи цивільного захисту та благоустрій територій об'єднаних громад // Інформаційно-психологічна та техногенна безпека: історичні аспекти, особливості захисту суспільства та особистості : тези доповідей за результатами тематичного «круглого столу», м. Миколаїв, 9 грудня 2022 р. Миколаїв: МНАУ, 2022. С. 43-46.
URL:<https://dspase.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12080>.
4. Проблеми управління відходами будівництва. Анна ТІТОВА, Володимир ШМАНДІВ. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Green Construction» («Зелене будівництво»). Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури. 2024. С.341 – 344.
5. Екологічне оцінювання будівельних матеріалів згідно з різними системами сертифікації: LEED, BREEAM, DGNB тощо. Ювіта КОЛОШКО. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Green Construction» («Зелене будівництво»). Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури. 2024. С. 161 - 162.
6. Рециклізація та утилізація будівельних відходів з використанням інформаційного моделювання. Анатолій БОБРАКОВ, Юрій ЯКИМЦОВ, Дмитро ІВАНЕНКО. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Green Construction» («Зелене будівництво»). Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури. 2024. С. 33 - 37.
7. Перспективи зеленого будівництва в Україні. Тетяна ГЕРАСИМИК-ЧЕРНОВА. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Green Construction» («Зелене будівництво»). Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури. 2024. С. 80 - 82.

УДК 624.14

ПОПЕРЕДНЄ ОЦІНЮВАННЯ ВИТРАТ СТАЛІ НА ЦЕНТРАЛЬНО СТИСНУТІ СТАЛЕВІ ЧОТИРИГІЛКОВІ КОЛОНИ НА ПЛАНКАХ

В.В. Гриневич, магістрант гр. БІ-23Мз,

М.В. Пашинський, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет,

М.В. Тиха, викл.,

З.Б. Аносова, викл.

Кропивницький будівельний фаховий коледж

Колони наскрізного перерізу з чотирьох кутиків, з'єднаних планками, рекомендується використовувати при великих довжинах і малих навантаженнях [1, 2]. У такому випадку провідним фактором забезпечення стійкості є радіус інерції перерізу, який можна збільшувати за рахунок збільшення габаритного розміру перерізу, тобто відстані між обушками кутиків. При проектуванні таких колон можна в певних межах змінювати габарит перерізу та відстані між планками, добиваючись мінімальних витрат сталі на стержень колони. З метою вибору оптимальних конструктивних параметрів в середовищі Microsoft Excel розроблений розрахунковий бланк, який дозволяє виконати усі необхідні розрахунки стержня наскрізної центрально стиснутої колони на планках згідно з вимогами ДБН [3] і рекомендаціями [1, 2] та обчислити його погонну масу в кг/м з урахуванням маси гілок і планок.

Шляхом експериментального проектування колон при різних співвідношеннях висоти й навантаження встановлено, що найменші витрати сталі на стержень колони реалізуються при таких відстанях між планками, коли гнучкості гілок становлять 25...30, але не перевищують приведеної гнучкості колони в цілому.

Пошук оптимального габариту поперечного перерізу, який дає мінімальні витрати сталі на колону, виконано шляхом експериментального проектування колон з висотою $L = 4, 8, 12, 16, 20$ м під навантаження $N = 1, 3, 5, 7, 9$ МН. Для кожної комбінації L і N запроєктовані колони з 5...7 значеннями габариту перерізу, за якими виявлено габарит, що забезпечує мінімальні витрати сталі на один погонний метр колони. Отримані оптимальні габарити перерізів колон наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Оптимальні значення габариту перерізу колон

N МН	Оптимальний габарит перерізу в см колон висотою				
	4 м	8 м	12 м	16 м	20 м
1	40	50	55	70	75
3	50	60	50	70	80
5	60	60	55	75	85
7	60	65	75	70	90
9	70	60	60	80	100

З таблиці 1 видно, що оптимальні значення габариту перерізу колони зростають при збільшенні висоти й навантаження на колону. З використанням методу найменших квадратів у середовищі Microsoft Excel ця залежність описана аналітичним виразом:

$$B = 3,14N - 1,22L + 0,148L^2 - 0,096NL + 44,4, \quad (1)$$

де B – габарит перерізу в сантиметрах;

N – поздовжня сила в меганьютонах;

L – висота колони в метрах.

Вибірка значень погонної маси стержнів колон при оптимальному значенні габариту перерізу утворює залежність витрат сталі на стержень колони від висоти й навантаження (поздовжньої сили в колоні), яка наведена в таблиці 2.

Таблиця 2 – Погонна маса чотиригілкових колон на планках

N, МН	Погонна маса стержня в кг/м колон висотою				
	4 м	8 м	12 м	16 м	20 м
1	50,0	57,0	61,0	68,1	71,2
3	140,6	146,5	156,7	167,6	175,6
5	223,0	233,4	249,3	262,2	274,1
7	314,6	318,9	331,9	356,4	373,8
9	391,8	405,0	426,2	446,8	466,6

З таблиці 2 видно, що погонна маса стержня колони зростає при збільшенні висоти й навантаження на колону. За даними таблиці залежність погонної маси колон p (кг/м) від їх висоти L (м) та навантаження N (МН) описана аналітичним виразом:

$$p = 41,2 N + 0,93 L + 0,43 N L + 4,2 \text{ кг/м.} \quad (2)$$

Повну масу стержня колони легко визначити множенням (2) на висоту колони L . Встановлення гнучкості гілки в межах 25...35 та оптимального значення габариту поперечного перерізу колони за формулою (1) зводить багатоваріантну задачу проектування стержня чотиригілкової колони на планках до чіткої послідовності дій:

1. За відомими значеннями навантаження й висоти колони за формулою (2) попередньо оцінити прогнозовані витрати сталі на чотиригілкову колону з прокатних кутиків на планках.
2. Порівняти отриманий результат з іншими можливими варіантами конструкції колон та встановити доцільність використання в даних умовах чотиригілкових колон з прокатних кутиків на планках.
3. За формулою (1) визначити оптимальне значення габариту поперечного перерізу колони та ув'язати його із загальною конструктивною схемою будівлі чи споруди.
4. З використанням описаного розрахункового бланку Microsoft Excel, вручну за рекомендаціями [1, 2], або іншим способом визначити перерізи гілок та планок і виконати усі перевірки згідно з вимогами ДБН [3].

Виконання наведених рекомендацій повинно забезпечити вибір конструкції чотиригілкової колони з прокатних кутиків на планках з витратами сталі, близькими до мінімально можливих.

Список літератури

1. Нілов О.О., Пермяков В.О., Шимановський О.В. та ін. Металеві конструкції: Загальний курс: Підручник для вищих навчальних закладів. – Видання 2-е, перероблене і доповнене. – К.: Видавництво "Сталь", 2010. – 869 с.
2. Клименко Ф. Є., Барабаш В. М., Стороженко Л.І. Металеві конструкції: / За ред. Ф.Є Клименка : Підручник. – 2-ге видання, випр. і доп. – Львів: Світ, 2002. – 312 с.
3. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. Зі зміною № 1. – К., 2022. – 220 с.

УДК

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ У РОЗРОБЦІ КРЕСЛЕНЬ, ПРОЄКТУВАННІ ТА МОДЕЛЮВАННІ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Ю.О. Долина, здобувач освіти групи А-41,
Н.М. Бурхан, викл. спеціальних дисциплін будівництва та архітектури
Кропивницький будівельний фаховий коледж

Будівництво будь-якої сучасної споруди, де використовуються металоконструкції, неможливе без аналізу навантажень на конструкції та створення робочих креслень.

Металеві конструкції (металоконструкції, КМ та КМД) — каркас будівельного об’єкта, в ролі якого може виступати житлова або промислова будова. Від того, наскільки якісно буде проведено проєктування металоконструкцій, залежить міцність будівлі, її довговічність та відповідність навантаженням, яким вона піддаватиметься.

Конструктор, починаючи проєктування металоконструкцій, повинен розуміти такі технічні характеристики: корисне навантаження на каркас будівель, точні технологічні навантаження, тиск на фундамент, склад перекриття, марки сталі, види металопрокату та іншу технічну інформацію.

Проєктування металоконструкцій складається із робочої документації, куди входять креслення марок КМ та КМД (конструкції металеві деталювальні), незалежно від призначення будівель.

На першому етапі виконується проєктування КМ, до нього відноситься:

- Розрахунок навантажень та тиску на фундамент;
- Визначення марок сталі та видів металопрокату;
- Проєктування основних вузлів;
- Визначення сполучення основних елементів;
- Виявлення зв’язку металевих конструкцій із залізобетонними фундаментами;

На другому етапі відбувається розробка КМД – креслень з деталізацією всієї інформації та наближенням проектних рішень першого етапу до загальноприйнятих.

Креслення КМД включають:

- Загальні параметри металоконструкцій;
- Специфікації металу, металовиробів, додаткових елементів;
- Креслення складання;
- Схеми вузлів;
- Схеми та технології монтажу.

У сучасному світі автоматизовані системи проєктування значно спрощують процес проєктування та моделювання, дозволяючи інженерам забезпечити високий рівень точності та швидкості виконання завдань. Новітні програмні забезпечення, такі як TeklaStructures та Autodesk Revit мають інструменти для розрахунку навантажень, створення моделей і деталізації креслень, інтеграції даних і співпраці між учасниками проєкту. Мій досвід роботи з цими програмами у реальних будівельних проєктах дозволив оцінити їхні можливості у проєктуванні металоконструкцій, автоматизації розрахунків і підготовці робочої документації.

Autodesk Revit є програмним забезпеченням для інформаційного моделювання будівель (BIM). Revit дозволяє формувати тривимірні аналітичні моделі конструкцій (рис.1), які можна використовувати для розрахунків у спеціалізованих програмах, таких як Autodesk Robot Structural Analysis (рис.2). Це забезпечує точність розрахунків і врахування навантажень на етапі проєктування.

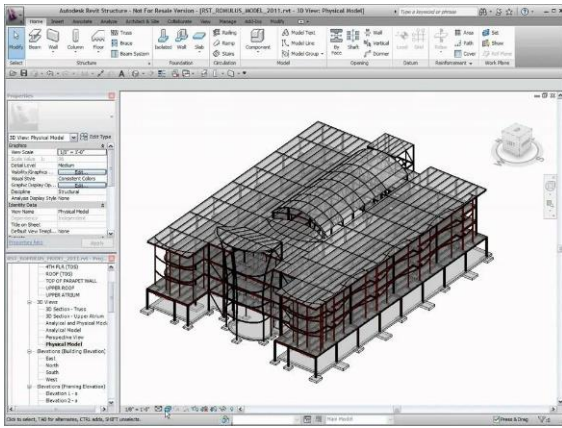


Рисунок 1

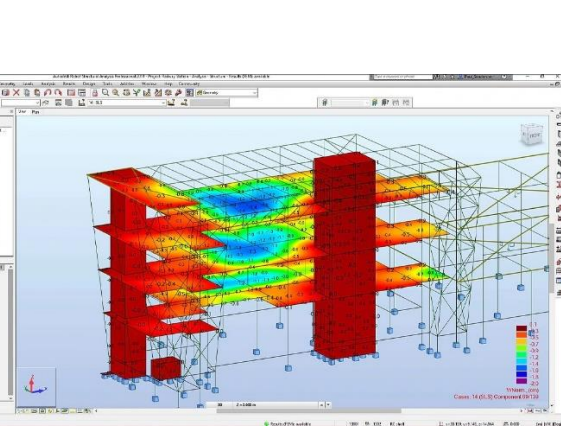


Рисунок 2

Програма дозволяє створювати креслення металоконструкцій відповідно до стандартів. Завдяки інтеграції з Autodesk Advance Steel (рис.3), можна деталізувати вузли та підготувати креслення для виробництва.

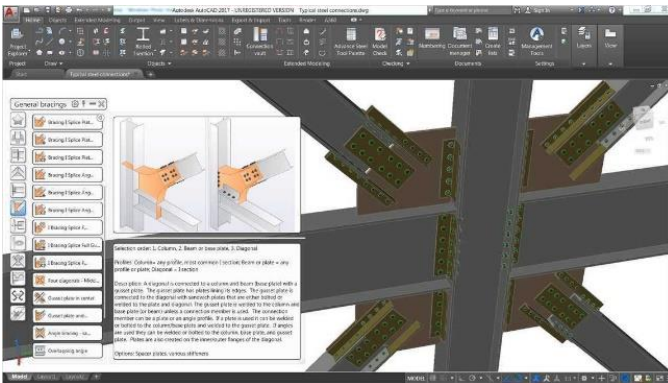


Рисунок 3

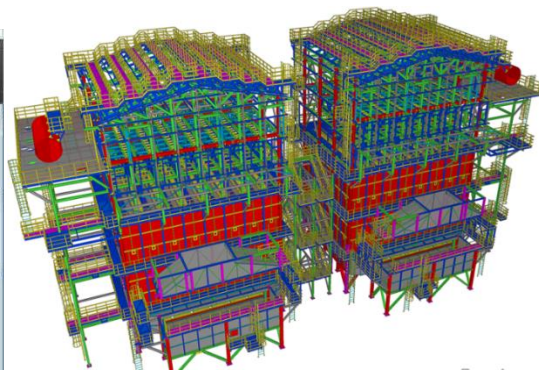


Рисунок 4

Використовуючи можливості BIM, забезпечує інтеграцію моделей різних спеціальностей, наприклад, технології та конструювання, що дозволяє уникнути колізій у проєкті.

Revit підтримує різні рівні деталізації моделі (LOD 100–400), що дозволяє використовувати її на різних етапах проєктування: від концепції до виробництва і монтажу.

У свою чергу, Tekla Structures є програмним забезпеченням для створення моделей і креслень КМД. Програма дозволяє створювати повністю деталізовані моделі конструкцій, включаючи болти, зварні шви, пластини та інші елементи. Це забезпечує повне розуміння проєкту на ранніх етапах і дозволяє уникнути помилок під час виготовлення та монтажу.

Програма автоматично генерує креслення КМД на основі 3D-моделі (рис.4). Всі креслення синхронізовані з моделлю, тому будь-які зміни в моделі автоматично відображаються на кресленнях, що зменшує ризик помилок. Забезпечує автоматизований розрахунок матеріалів та створення специфікацій.

Tekla Structures дозволяє проводити детальну перевірку сумісності різних елементів конструкції. Це дає змогу усувати колізії до початку виробництва, знижуючи ризик помилок і додаткових витрат.

МОДУЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО ЯК ВИКЛИК СЬОГОДЕННЯ

Д. Єрошкін, ст. гр. БІ-23М-1,

В. Яцун, проф., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Попит на комфортне та функціональне житло зростає з кожним днем. Разом з цим на ринку з'являється все більше нових матеріалів, з яких люди виробляють унікальні конструкції. Так розвиваються найсучасніші будівельні технології. Така тенденція не лише підвищує техніко-економічні показники, а й підштовхує людство йти в ногу з часом, використовуючи сучасні методи зведення будівель та споруд.

Існує три види модульних конструкцій: каркасно-панельні, блокові контейнерні, блокові каркасно-модульні. Але тільки два з них можна побудувати з дерева. Каркасно-панельні будинки – найпопулярніші серед забудов приватних секторів. Особливістю такої конструкції є збирання каркасу та обшивка його щитами-панелями з дерева з утеплювачем поетапно одразу на майданчику. Найчастіше доводиться їздити в будівельний магазин, щоб докупити елементи, що бракують, і складальні одиниці, що призупиняє процес монтажу.

Багато хто вважає, що будівництво такого будинку економічно не вигідне. Але витрати знижуються вже через зручний і швидкий монтаж, а матеріали, що застосовуються, підвищують показники енергоефективності, що надалі дає економію споживаної енергії і, як наслідок, ресурсів нашої країни. Блокові контейнерні модульні конструкції набули своєї популярності у влаштуванні побутових містечок. Пізніше люди почали купувати такі контейнери і для установки на приватних ділянках для тимчасового сезонного перебування. Для цілорічного проживання така конструкція потребує додаткового утеплення та облицювання. Незважаючи на те, що площу житла можна збільшувати шляхом доповнення блоків, такому будинку необхідне додаткове фасадне оздоблення, адже, як правило, матеріалами є металеві профілі у вигляді каркасу та огорожувальні конструкції з листової або профільованої сталі. Швидкокомтованість, комфортабельність, багатофункціональність, енергоефективність, естетичність, мобільність – все це об'єднано в блочному каркасно-модульному будинку. Модулі при такому будівництві виготовляються повністю у заводських умовах із застосуванням екологічних матеріалів, у тому числі дерева, з улаштуванням необхідних комунікацій та обладнання (сантехніка, електрика, котельні тощо), а на майданчик з уже готовим фундаментом модулі транспортують та збирають краном на автомобільному ході за принципом "конструктор". Такі підприємства, які займаються виготовленням каркасних модулів, пропонують великий вибір варіантів планування та дизайнерських рішень. Це означає, що рівень комфорту, який мають модульні приміщення, ні в чому не поступається умовам усередині більшості капітальних об'єктів.

Багато хто вважає, що будівництво такого будинку економічно не вигідне. Але витрати знижуються вже через зручний і швидкий монтаж, а матеріали, що застосовуються, підвищують показники енергоефективності, що надалі дає економію споживаної енергії і, як наслідок, ресурсів нашої країни.

Список літератури

1. Srisangeerthan, S. Fully-modular buildings through a proposed inter-module connection / S. Srisangeerthan, M.J. Hashemi, P. Rajeev, E. Gad, S. Fernando // Proceedings of the 10th International Conference on Structural Engineering and Construction Management (ICSECM 2019). - 2020. - V.94. - Pp. 303-312.

ВПЛИВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ВЛАСТИВОСТІ ПІСКУ

А. Кайтаз, *ст. гр. БІ-23М-1*,
В. Дарієнко, *доц., канд. техн. наук*,
Центральноукраїнський національний технічний університет

Пісок – один із ключових компонентів будівельних матеріалів, який визначає їхні фізико-механічні властивості. У будівельній галузі активно досліджуються способи модифікації піску з метою покращення характеристик цементно-піщаних сумішей. Серед найбільш перспективних методів — термічна обробка, яка змінює стан поверхні зерен піску та впливає на структуру утворюваного матеріалу.

Головна мета термічної обробки піску – зміна його активності та забезпечення оптимальних умов взаємодії із цементним в'язучим. Завдяки нагріванню до певних температур вдається знизити або стабілізувати активність поверхні піщаних зерен, що впливає на міцність і довговічність будівельних сумішей. Також видаляється волога, яка може негативно впливати на процес гідратації цементу.

Технологія термічної обробки передбачає нагрівання піску до різних температур. Найчастіше використовуються температури у діапазоні від 100 до 600 °С. Нагрівання здійснюється у сталевих ємностях з рівномірним розподілом тепла, після чого пісок охолоджується в природних умовах [1, 2]. Такий підхід забезпечує рівномірну модифікацію поверхні зерен.

Після термічної обробки пісок змінює свої фізико-хімічні властивості, що безпосередньо впливає на будівельні суміші:

1. **Поліпшення структури цементного каменю.** Термооброблений пісок сприяє утворенню щільнішої структури, що зменшує пористість та покращує довговічність матеріалу.
2. **Зниження активності поверхні.** Оптимальні температури нагрівання забезпечують стабільність властивостей заповнювача та знижують небажані хімічні взаємодії з цементом.
3. **Видалення органічних домішок.** Високі температури усувають домішки, які можуть впливати на процеси гідратації цементу.

Термічна обробка має низку переваг, які роблять її ефективним рішенням для будівельної галузі:

- Покращення фізико-механічних властивостей будівельних матеріалів.
- Підвищення стійкості до впливу вологи та температурних коливань.
- Зменшення ризику утворення тріщин у затверділих матеріалах.

Висновки

Термічна обробка піску є важливим інструментом для вдосконалення будівельних сумішей. Її застосування дозволяє досягти значного покращення характеристик матеріалів, що особливо важливо для сучасного будівництва з підвищеними вимогами до якості та довговічності. Використання цього методу відкриває нові перспективи у створенні ефективних та стійких до зовнішніх впливів будівельних конструкцій.

Список літератури

1. Сидоренко Ю. В., Коваленко О. В. Вплив термічної обробки на властивості дрібних заповнювачів для будівельних розчинів. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. 2021. № 15. С. 104-112.
2. Пушкарьова К. К., Савченко О. Г. Фізико-хімічні основи модифікації будівельних матеріалів. Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. 2020. Вип. 61. С. 45-52.

ОБГРУНТУВАННЯ ТИПУ ПОКРІВЕЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ МАЛОПОВЕРХОВОЇ ЗАБУДОВИ М.КРОПИВНИЦЬКИЙ

С. Карпушин, доц., канд., техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький,

С.Печончик, здобувач гр. 192-2ДМГ

Херсонський державний аграрно-економічний університет,

А.Луценко, здобувач гр. БІ-23М-2

Центральноукраїнський національний технічний університет

Дах, як верхній елемент захисту будь-якої споруди, сприймає на себе «негативний» вплив великої кількості кліматичних факторів. Це: температурний вплив, опади у вигляді дощу, снігу, туману, граду, вітрові навантаження, сонячна радіація, ультрафіолетове випромінювання, механічні навантаження: шум, вага снігового покриву, птахи та інші тварини, захист від диму та інших хімічно-активних речовин і газів, інше [1].

Тип покрівлі та вид застосовуваного покрівельного матеріалу визначаються у першу чергу кліматичними характеристиками району розташування об’єкта, потім архітектурною виразністю, що ґрунтується на традиціях та культурі народів, що тут проживають з давніх часів.

Покрівля загалом та покрівельний матеріал зокрема мають відповідати технічним вимогам щодо водонепроникності, корозійної стійкості, екологічної безпеки, міцності, морозостійкості, деформативності, теплостійкості, пожежної безпеки, водопоглинання, гнучкості, крихкості, хімічної стійкості та ін., а також бути достатньо довговічним, легким в монтажі, транспортуванні, естетичним і економічно доступним.

Науково обґрунтований вибір типу і матеріалу покрівельної конструкції є визначальним для таких критеріїв, як: довговічність, надійність та естетична виразність усієї споруди.

Наявна велика кількість типів покрівельних матеріалів, а також фірм виробників, торговельних брендів, представництв з продажу та надання покрівельних послуг свідчить про:

- відсутність ідеального, або універсального покрівельного матеріалу;
- актуальність даного питання, що обумовлюється попитом;
- резерви щодо удосконалення і пошуку нових типів покрівельних матеріалів;
- необхідність розробки і практичного застосування наукового підходу при виборі і обґрунтуванні покрівельного матеріалу для умов реконструкції приватного малоповерхового сектору.

Слід зауважити, що в умовах сьогодення головним споживачем, а це більше 80% об’ємів замовлень, є саме власники приватних будівельних об’єктів.

Актуальність тематики полягає у системному аналізі, збиранні практичного досвіду, розробці критеріїв та дослідженні суб’єктивних критеріїв вибору покрівельного матеріалу (краса, архітектурна виразність, авторська неповторність) та розробці наукових основ щодо обґрунтованого вибору покрівельного матеріалу для умов вже існуючої приватної малоповерхової забудови (ПМЗ).

Метою є: розробити практично-втілювану методику вибору покрівельного матеріалу для умов реконструкції малоповерхової приватної забудови, що орієнтована на головного споживача даної продукції – пересічного громадянина.

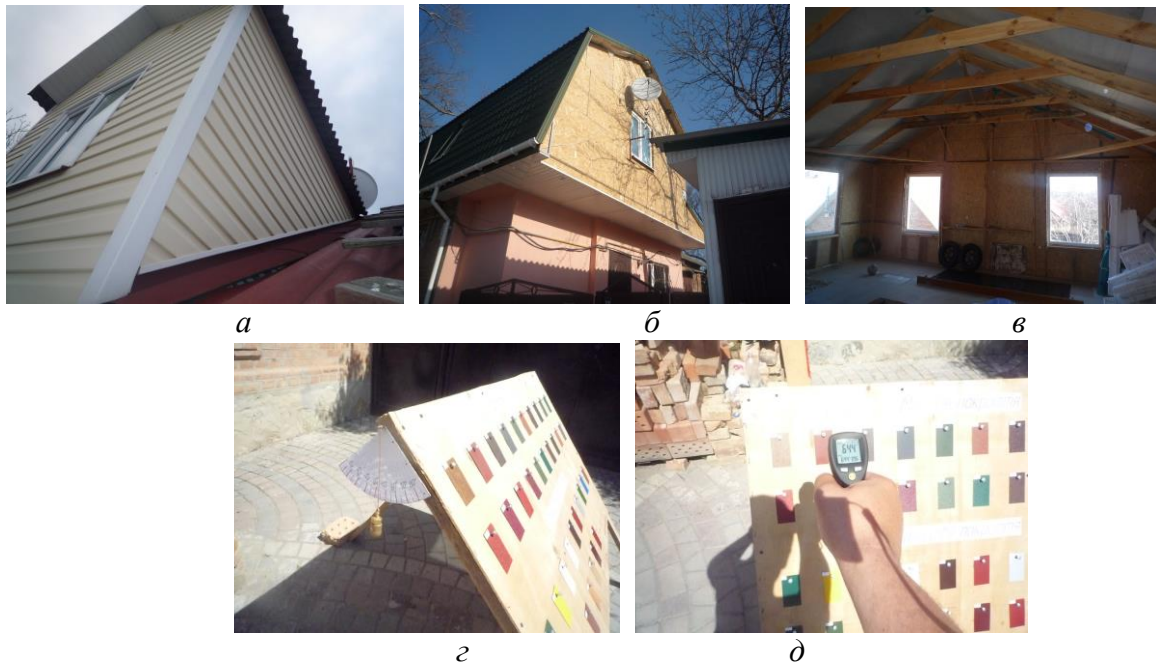
Досягнення поставленої мети передбачає вирішення ряду задач:

- виконати огляд і аналіз архітектурних, конструктивних, технологічних і планувальних рішень щодо влаштування дахових покрівельних конструкцій і покрівель для ПМЗ;

- ознайомитися з регіональними трендами і стилістикою влаштування та реконструкції покрівель для ПМЗ;
- на основі натурних експериментів встановити причини і фактори, що призводять до необхідності реконструкції покрівель ПМЗ;
- виконати огляд і аналіз сучасних покрівельних матеріалів за критеріями: вартість, вага, довговічність, екологічність, естетична виразність, міцність;
- розробити ряд об'єктивних і суб'єктивних критеріїв (дискрипторів) для оцінки того чи іншого покрівельного матеріалу;
- навести експериментальні дослідження, що можуть бути підтвердженням об'єктивності критеріїв оцінки покрівельного матеріалу.

Об'єктом дослідження були: житлові, господарчі, сільськогосподарські і промислові малоповерхові приватні будівлі забудови 1960-2024-х рр. в м. Кропивницький, які можуть підлягати реконструкції, добудові, надбудові, ремонту, оновленню, утепленню, що передбачає заміну покрівлі, або покрівельного матеріалу.

Під час досліджень застосовувалися натурні обмірювальні, обстежувальні роботи, фотофіксація процесів реконструкції покрівельних елементів та мансардових конструкцій (рис.1, рис.2, рис3).



а – люкарна під ондуліном, та ендова по шиферу, б – мансардовий добудований поверх під металочерепицею; в – каркасна неутеплена мансарда вид з середини; г – стенд власної конструкції для моделювання кутів нахилу покрівлі; д – процес вимірювання пірометром температури поверхні металопрофілю залежно від кольору, виробника, покриття (глянець, мат)

Рисунок 1 – Об'єкти та стенди для проведення експериментальних натурних досліджень

Металочерепиця вітчизняного виробництва м. Луганськ, товщина металу 0,45мм, монтаж 2012р. (південно західна старана).



Рисунок 2 - Натурний експеримент по візуальному встановленню технічного стану холодної покрівлі з металочерепиці кольору RAL 3011

Пристосування для вимірювання теплових деформацій металочерепиці в крокв'яних конструкціях.

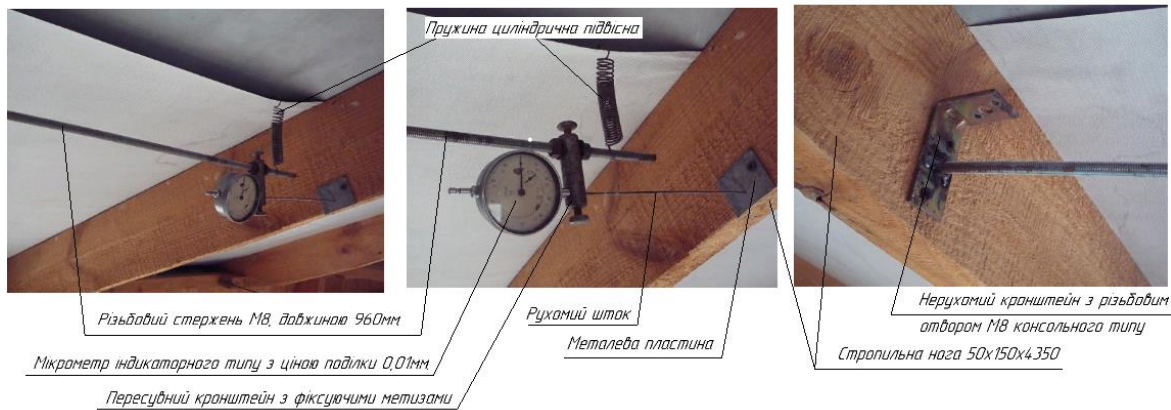


Рисунок 3 – Обладнання для встановленню величини теплової деформації стропильних конструкцій даху, що має покриття з металопрофілю (холодна двоскатна покрівля гаража м. Кропивницький вул. Кримська 23).

Також проведення експерименту полягало в збиранні статистичного матеріалу щодо кількості та відсоткового значення типу покриття.

За результатами попереднього аналізу сформульовано попередній перелік критеріїв щодо обгрунтованого вибору типу покрівельного матеріалу:

1. екологічна безпека покрівельного матеріалу.
2. естетична виразність покрівлі, покрівельного матеріалу.
3. термін надійної експлуатації покрівельного матеріалу.
4. питома вага матеріалу.
5. можливість вибору кольору та можлива кольорова гама.
6. вартість в грошовому еквіваленті покрівельного і супутньо-необхідних матеріалів (пароізоляційні вологоізоляційні плівки, ..., тощо).
7. вартість в грошовому еквіваленті комплектуючих (гребінь, ендова, снігозатримувальні кронштейни, г-подібні кутові елементи для фронтонів, покрівельні елементи природньої вентиляції, метизи і кронштейни кріплення).
8. міцність та жорсткість матеріалу покрівлі (тут важливим є властивість покрівельного матеріалу протистояти екстремальним і вандалним впливам, ударним впливам від опадів у вигляді граду, падіння льодяних бурульок, дрібних елементів та частин літальних апаратів (дронів) під час воєнних дій. Також має значення здатність покрівельного матеріалу зберігати початкову форму протягом довгого часу під впливом кліматичних температурних факторів).
9. ремонтпридатність.
10. корозійна стійкість до води і її сполук.
11. потреба у складному спеціалізованому обладнанні, висока вартість та великі затрати праці на влаштування.
12. рівень вимог щодо можливостей складування, умов зберігання та вимоги до транспортних засобів для доставки і завантаження-розвантаження в умовах будмайданчика.
13. можливість протистояти процесам виникнення і розмноження по матеріалу грибка, моху, плісняви, тощо...).
14. величина вимушених обрізків за умови створення складних ліній стику сусідніх покрівельних площин.
15. властивість самоочищуватись.
16. здатність проводити теплову енергію.
17. звукоізоляційні характеристики.
18. придатність для устрою дахів опуклої куполоподібної, хвилеподібної форм.
19. температурна деформативність.

Перераховані особливості задачі дозволяють ідентифікувати її як багатофакторну задачу, що передбачає вибір в невизначеному просторі. Для науково обгрунтованого вибору

типу покриття, в якості методу для умов при великій кількості факторів, можливе застосування методу «TOPSIS» [2].

Список літератури

1. ДБН В.2.6-220:2017 "Покриття будівель і споруд"
2. Ahmadi H., Rad M. S., Nilashi M., Ibrahim O., Almaee A. (November, 2013). Ranking the micro level critical factors of electronic medical records adoption using TOPSIS method. Health Informatics – An International Journal. Vol. 2. № 4. pp. 19–32.

УДК 622.73

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ КОМПОЗИТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ФУТЕРОВОК БАРАБАННИХ МЛИНІВ САМОПОДРІБНЕННЯ

С. Карпушин, доц., канд., техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет,

О. Русаченко, асп.

Приазовський державний технічний університет,

Д. Ющук, здобувач гр. 194-Д

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Футеровка внутрішньої поверхні барабанного млина не лише захищає поверхню барабана від зносу, але і в значній мірі визначає кількість та якість вихідного матеріалу, тривалість та енергоємність процесу подрібнення руди [1, 2]. Тому створенню зносостійких гумових футеровок, що поєднують в своїй конструкції ефекти зносостійкості металу, легкості і деформативності гуми присвячена велика кількість робіт [1-4].

Разом з тим, поза увагою залишаються питання технологічної послідовності виготовлення композитних (гумових футеровок, що армовані дискретними зносостійкими металевими елементами). Відкритими залишаються питання складності, технічної та економічної доцільності, собівартості позиціонування і фіксування дискретних зносостійких елементів у гумовому «тілі» футеровок композитного типу. Тут варто зауважити, що футерувальні плити класично мають суттєві розміри і виготовлюються поштучно, тому актуальним є також забезпечення прогнозованої спільної надійності щодо фізико-механічних властивостей отримуваних зразків.

Метою розробки способу виготовлення футерувальної плити барабанного млина є якісне, з прогнозованими характеристиками, виготовлення зносостійкої гумової футерувальної плити барабанного млина за умови мінімальних трудовитрат на армування та позиціонування металевих дискретних армувальних елементів уздовж робочої поверхні футерувальної плити.

На рис. 1 представлена прес-форма, що складається з нижньої частини 1 та кришки 2, що мають можливість герметичного з'єднання. В кришці 2 передбачено встановлення литникової системи 3, що представляє собою металевий закладний елемент з системою отворів 4. До нижньої частини прес-форми 1 закріплено чотири колісних блоки (маточина та колесо) 5 для переміщення по рейкам 6 у відповідності до пропонованого технологічного процесу. Для герметичного з'єднання нижньої частини 1 та кришки 2 прес-форми передбачено стяжний механізм 7 та замок-ущільнювач 8.

Спосіб виготовлення футерувальної плити барабанного млина [5] полягає у наступному. Підготовлену прес-форму з встановленим у відкриту кришку 2 литником 3, посередництвом колісних блоків 5 встановлюють на рейки 6, та подають до місця порційного дозування дискретних металевих елементів (див. рис. 1). За допомогою дозатора 9 насипом у внутрішню порожнину нижньої частини 1 прес-форми закладається визначена порція металевих дискретних елементів 10 та виконується їх попереднє ручне планування. Після чого прес-форму по рейкам 6 переміщують до місця стаціонарного встановлення електромагнітів 11, які розташовані нижче нижньої частини прес-форми 1 та відповідно до профілю майбутньої футерувальної плити (рис. 2). Вкладають еластичний матеріал в замок-ущільнювач 8 та герметизують внутрішню порожнину прес-форми з'єднуючи між собою нижню частину 1 та кришку 2 за допомогою стяжного механізму 7. Потім приєднують нагнітальний механізм (див. рис. 2) з розігрітою до температури від 80 до 100 °С гумовою сумішшю (див. рис. 2). Нагнітальний механізм встановлюють безпосередньо на кришці 2 з метою мінімізації втрат гумової суміші в каналах. Вмикають електромагніти 11, що кінцево

позиціонує і фіксує дискретні металеві елементи 10 та починають подавати нагнітальним механізмом розігріту до температури від 80 до 100 °С гумову суміш. Нижнє розташування дискретних металевих елементів 10 у внутрішній порожнині частини 1 дозволяє забезпечити їх стійке і фіксоване положення під час динамічного впливу на них струменів 12 гумової суміші (див. рис.2). Внутрішня порожнина прес-форми заповнюється гумовою сумішшю повністю, після чого від'єднується нагнітальний пристрій та вимикаються електромагніти 11. Прес-форма із майбутньою футерувальною плитою переміщується у автоклав. У автоклаві відбувається вулканізація гумової суміші футерувальної плити. Процес супроводжується підтриманням тиску в середині автоклаву в межах від 3 до 6 атм., температурою 143 °С та часом витримки при заданих параметрах не менше чотирьох годин.

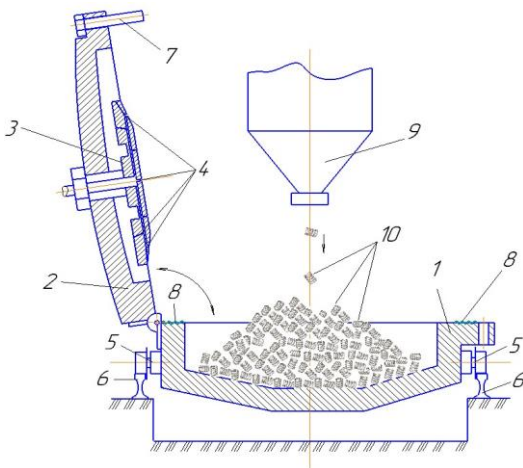


Рисунок 1 – Прес-форма у відкритому положенні, що встановлена на рейковий хід і подана у місце дозування порції металевих, дискретних елементів

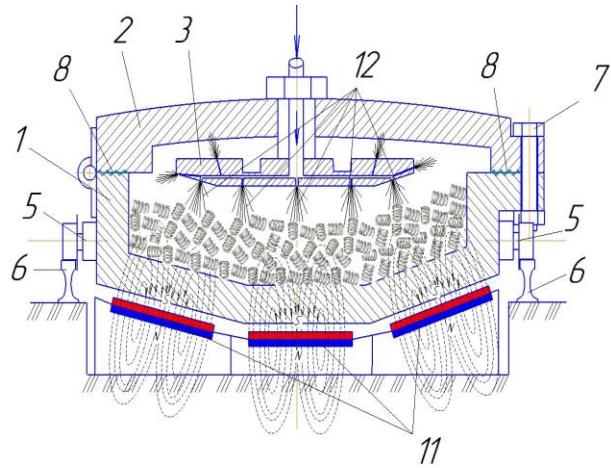


Рисунок 2 – Прес-форма подана до стаціонарно встановлених електромагнітів та відбувається подача розігрітої гумової суміші під тиском

Останнім етапом виготовлення футерувальної плити барабанного млина є зупинка процесу вулканізації, виймання прес-форми з автоклаву, її охолодження, розбір стяжного механізму 7 та виймання готової футерувальної плити, що армована дискретними металевими елементами 10. При цьому металевий литник 3, що завулканізований у футерувальній плиті в подальшому виконуватиме функції закладного кріпильного елемента футерувальної плити до внутрішньої поверхні барабана млина.

Пропонований спосіб виготовлення гумових футерувальних плит поєднує переваги розбірної конструкції багаторазового використання прес-форми, з литвом під тиском, розігрітою до температури від 80 до 100 °С гумовою сумішшю. Це дозволяє здешевити процес виготовлення при достатньо високих показниках якості кінцевого виробу та додатково надає можливості щодо армування гумової футерувальної плити металевими дискретними зносостійкими елементами 10. Пропонована технологія передбачає можливість позиціонування, фіксування та дозування дискретних армувальних елементів 10 для футерувальних плит з різною конфігурацією робочої поверхні. Процес позиціонування, фіксування та дозування може бути здійснений в автоматичному режимі, що суттєво підвищує прогнозовані фізико-механічні властивості футерувальних плит, визначає їх рівномірне і однакове спрацювання. Варто також відзначити раціональне положення прес-форми під час литва, що сприятиме додатковому притисканню і фіксації дискретних елементів 10 струменями 12 гумової суміші під час її подачі під тиском, та використання як литника закладного кріпильного елемента 3, що також забезпечує мінімальні втрати гуми за рахунок місця раціонального встановлення нагнітального пристрою.

Таким чином, застосування пропонованої корисної моделі дозволить досягти якісного, з прогнозованими характеристиками, виготовлення зносостійкої гумової футеровки барабанного млина за умови мінімальних трудовитрат на армування та позиціонування металевих дискретних армувальних елементів уздовж робочої поверхні футерувальної плити.

Список літератури

1. М.І. Сокур, В.С.Белітський. Барабанні млини самоподрібнення / Монографія. – К.: ФОП Халіков Р.К. – 2022. - 225 с.
2. Франчук В.П., Настоящий В.А., Маркелов А.Е., Чижик Є.Ф. Робочі поверхні і футеровки барабанних і вібраційних млинів: Монографія. – Кременчук: Вид-во Щербатих А.В., 2008. – 384 с.
3. Настоящий В.А. Обґрунтування використання самофутеровки робочих поверхонь для підвищення показників барабанних млинів / В.А. Настоящий, Є.Ф. Чижик, А.А. Тихий // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту / Мін-во освіти і науки Укр. Україн. Держ. Ун-тет залізн. тр. – Харків - 2014. - Вип. 148, част. 1. - С. 54-58.
4. Kalgankov, Ye.V. (2016), “Innovative technology of disintegration of ore in drum ball mill grinding of the first stage”, Збірник наукових праць міжнародної конференції «Сучасні інноваційні технології підготовки інженерних кадрів для гірничої промисловості і транспорту 2016», С. 203-209.
5. Патент на корисну модель №154801 (Україна) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ФУТЕРОВАЛЬНОЇ ПЛИТИ БАРАБАННОГО МЛИНА. Автори: Карпушин С.О., Настоящий В.А., Аулін В.В., Пашинський М.В., Кузик О.В., Пантелеєнко В.І., Тихий А.А. Патент опубліковано 20.12.2023, бюл. № 51/2023. <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=287412>

ВПЛИВ КОМПЛЕКСНИХ ДОБАВОК НА КІНЕТИКУ ТВЕРДОСТІ БЕТОНУ

О. Касян, ст. гр. БІ-23М-2,

В. Яцун, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Одним із шляхів підвищення якісного рівня будівництва та його ефективності є розширення застосування монолітного бетону (залізобетону).

Монолітний залізобетон - конструкція, що зводиться на будівельному майданчику, виконана з бетону та робочої арматури. У свою чергу бетон – це затверділа суміш, до якої входять цемент, вода та заповнювачі (пісок, гравій, шлак, керамзит тощо). Головна якість бетону, що призвело до створення залізобетону - його високий опір навантаженням стиснення, так само, як у арматури залізобетону - дуже високий опір розтягуючим навантаженням.

Монолітний залізобетон знаходить широке застосування в галузі цивільного та промислового будівництва. Це стосується цивільних та виробничих будівель, які за своєю спрямованістю та містобудівним становищем не можуть бути побудовані за допомогою збірних залізобетонних конструкцій, що виготовляються на заводі. Також монолітні конструкції широко застосовуються у будівництві метро (тунелі, платформи), військових об'єктів (бункери, тунелі, об'єкти на полігонах для випробування зброї) та космодромів (бункери, стартові майданчики). Збірний залізобетон раніше мав широке застосування. На даний момент, при висотному будівництві, він відійшов на другий план і раціонально використовувати його там, де потрібні скорочені терміни будівництва.

Збірний залізобетон раціонально використовувати у малоповерховому будівництві. Також збірні залізобетонні конструкції раціонально застосовувати у транспортному будівництві: в автодорожньому та залізничному мостобудуванні, в портових спорудах, при влаштуванні труб пропуску води під насипами, для залізничних пасажирських та вантажних платформ та причалів, як опори контактних мереж на електрифікованих залізницях, щогл ліній, шпал, а також у вигляді плит дорожнього покриття.

В роботі розглянуто застосування різних добавок-прискорювачів твердіння для монолітного та збірного бетону (залізобетону) на основі портландцементу.

Актуальність теми обумовлена тим, що в даний час будівництво об'єктів з бетону йде цілий рік, а певні зовнішні умови можуть негативно впливати на якість споруд, що зводяться. У таких умовах не обійтися без введення різних хімічних добавок до бетону. Дотримання цих заходів допомагає прискорити терміни та підвищити якість вироблених споруд. Тому дуже важливо вибрати правильну добавку в залежності від зовнішніх факторів.

Список літератури

1. Пушкарьова К.К. Дослідження експлуатаційних властивостей високоміцних легких керамзитобетонів, модифікованих комплексною органо-кремнеземистою добавкою / Пушкарьова К.К., Каверин К.О. // 6-а Міжнародна науково-технічна конференція з будівельних матеріалів, конструкцій та споруд «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 19-21 квітня 2017р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2017.– с. 31-32.

ВЕНТИЛЬОВАНИЙ ФАСАД ЯК БУДІВЕЛЬНА СИСТЕМА

М. Катана, ст. гр. БІ-23М-1,

С. Джирма, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Серед існуючих будівельних систем зовнішнього оздоблення з утепленням або без утеплення у багатьох випадках застосування навісних вентильованих фасадів (НВФ) є виправданим, а в деяких випадках єдиним можливим рішенням. Вентильований фасад є конструкцією, що складається з матеріалів облицювання (плит або листових матеріалів) і підлицювальної системи, яка кріпиться до стіни таким чином, щоб між облицюванням і стіною утворився вентильований повітряний прошарок. Для додаткового утеплення між стіною та облицюванням може розміщуватись теплоізоляційний шар. В цьому випадку повітряний прошарок утворюється між облицюванням та теплоізоляцією. У вентильованому фасаді (ВФ) окремі шари конструкції розташовуються таким чином (від внутрішньої поверхні до зовнішньої): огорожувальна конструкція (стіна), теплоізоляція, повітряний прошарок, захисний екран. Така схема є оптимальною, оскільки шари різних матеріалів до повітряного прошарку розташовуються в міру зменшення коефіцієнтів теплопровідності та збільшення коефіцієнтів паропроникності.

Наявність повітряного прошарку у вентильованому фасаді принципово відрізняє його від інших типів фасадів, оскільки у навколишнє середовище вільно видаляється внутрішня волога. При проектуванні конструкцій фасаду з вентильованим повітряним прошарком особливу увагу необхідно звертати на можливість вільної циркуляції повітря у прошарку. Для високих будівель розраховують циркуляцію повітря в повітряному проміжку, таким чином, щоб дотриматися балансу, що забезпечує безперешкодний та ефективний повітряний потік по всій внутрішній поверхні стіни. Вентильований повітряний прошарок знижує також і тепловтрати в опалювальний період року, оскільки температура повітря в ньому дещо вища, ніж зовні. Зовнішній екран з оздоблювальних матеріалів захищає шар теплоізоляції, що розташований за ним, а також саму стіну, від атмосферних впливів. Влітку він виконує функцію сонцезахисного екрану, що відображає значну частину потоку променистої енергії, що падає на нього. Завдяки спеціально розробленій схемі монтажу вентильованого фасаду до стіни конструкція має можливість компенсувати термічні деформації, що виникають при добових та сезонних перепадах температур. Це дозволяє уникати внутрішніх напруг у матеріалі облицювання та несучої конструкції, що виключає появу тріщин та руйнування облицювання.

Для забезпечення пожежної безпеки до системи навісних фасадів включаються матеріали та вироби, що належать до категорії важкозгорячих або негорючих, що перешкоджають розповсюдженню вогню. Системи вентильованих фасадів повинні проходити обов'язкові пожежні випробування, на яких визначається максимальна висота застосування системи та її пожежна придатність. Облицювальні матеріали у конструкції ВФ виконують захисно-декоративну функцію. Вони можуть імітувати традиційні матеріали: камінь, дерево, цегла; підкреслювати сучасність та незвичайність за рахунок застосування металу, кольору, фактури тощо.

Список літератури

1. Шаленний В.Т., Скокова А. О., Несевря П.І. Вихідні дані та методика дослідження ресурсів на відновлення фасадної теплоізоляції будинків із опорядженням легкою штукатуркою. Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Рівне: НУВГП, 2011. Вип.21. С. 625 – 633.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПОПЕРЕЧНИХ ПЕРЕТИНІВ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ КАРКАСА СКЛАДУ В М. ЗАПОРІЖЖЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ «ЛІРА-САПР»

Ю.А. Киба, магістрант гр. БІ 23 МЗ,
В.А. Настоящий, проф., канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет

Мета цієї роботи полягала у застосуванні програмного комплексу «ЛІРА-САПР» для обґрунтованого вибору оптимальних параметрів елементів металевих каркасів. Об'єктом дослідження стали металеві конструкції торгівельного складу, що будується в м. Запоріжжя, схема якого наведена на рис. 1.

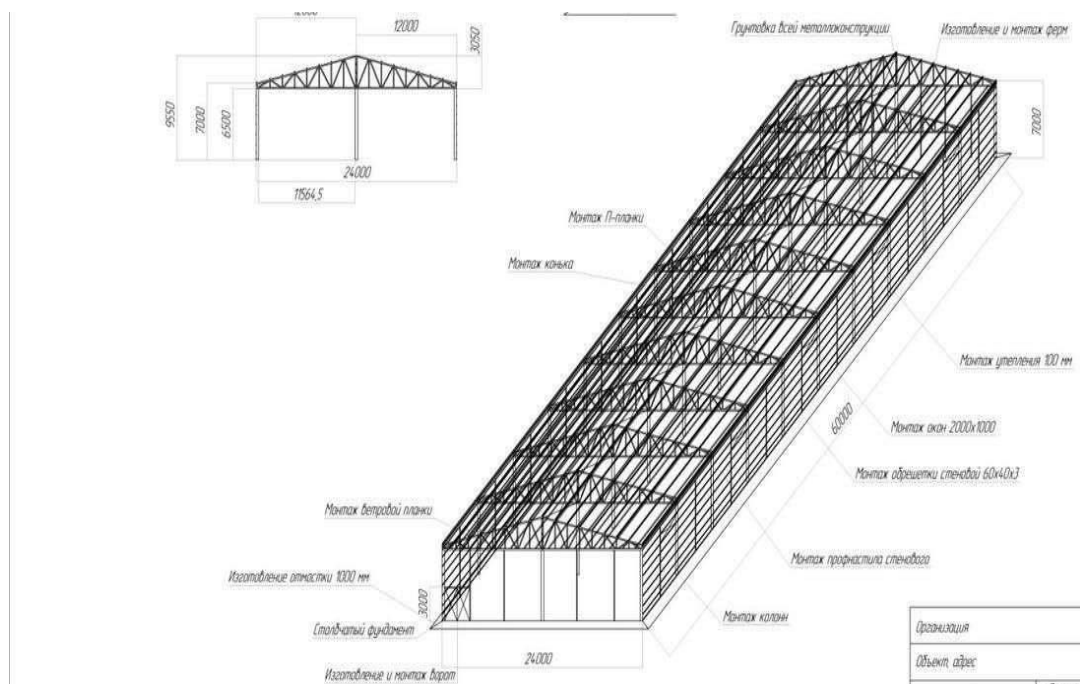


Рисунок 1 – Схема каркасу складу

Після збору навантажень було виконано комп'ютерне моделювання ферми в середовищі «ЛІРА-САПР».

В наслідок роботи модуля „ЛІР-САПР” ПК „ЛІРА” визначено зусилля в елементах рами, переміщення вузлів та підібрано необхідні профілі елементів каркасу. Результати розрахунків наведено табл.1-3.

Загалом розрахунок виконано для більш ніж 4000 елементів каркасу, включаючи ферми, в тому числі їх верхні, нижні пояси та решітки, колони та балки. В таблицях 1-3 наведено зразки розрахунків, виконаних „ЛІРА-САПР” ПК „ЛІРА”.

Аналіз виконаних розрахунків свідчить, що відсоток вичерпаної несучої датності за нормальними напруженнями балок 931, 932, 935, які виконано зі швелера № 14, складає 97 % тобто умови цілісності балок близькі до критичних.

З метою підвищення умов цілісності балок запропоновано використати для виготовлення 931, 932, 935 швелер № 16.

Таблиця 1 – Результати підбору профілів для елементів ферми

ФЕРМИ														
Дата: 2024.11.19 ЛІРА-САПР 2022 СТК-САПР, (с) Група компаній LiraLand, стор. 1														
Задача склад 24x60, шифр склад 24x60. РСН. Основна схема														
ЕЛЕМЕНТ	НП	ГРУПА	КРОК ПЛАНOK м	При міт ка	ВІДСОТКИ ВИЧЕРПАННЯ НЕСНОЇ ЗДАТНОСТІ ФЕРМИ ПО ПЕРЕРІЗАХ, %									ДОВЖИНА ЕЛЕМЕНТ м
					нор	СУ1	СZ1	ГУ1	ГZ1	СС	СП	1ГC	2ГC	
Переріз: 2.2.2. Профіль "Молодечно" 100 x 3														
Профіль: 100 x 3; ГОСТ 30245-2003														
Сортамент: Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные для строительн														
Матеріал: С235; ГОСТ 27772; СНИП ІІ-23-81*														
Сортамент: Классы стали														
3			Підібрано:2.2.2. Профіль "Молодечно" 40 x 2											
Профіль: 40 x 2; ГОСТ 30245-2003														
Матеріал: С235; ГОСТ 27772; СНИП ІІ-23-81*														
3	1		0.00	5	0	0	33	33	0	0	5	33	0	1.50
3	2		0.00	5	0	0	33	33	0	0	5	33	0	1.50
4			Підібрано:2.2.2. Профіль "Молодечно" 40 x 2											
Профіль: 40 x 2; ГОСТ 30245-2003														
Матеріал: С235; ГОСТ 27772; СНИП ІІ-23-81*														
4	1		0.00	3	0	0	33	33	0	0	3	33	0	1.50
4	2		0.00	3	0	0	33	33	0	0	3	33	0	1.50
5			Підібрано:2.2.2. Профіль "Молодечно" 40 x 2											
Профіль: 40 x 2; ГОСТ 30245-2003														
Матеріал: С235; ГОСТ 27772; СНИП ІІ-23-81*														
5	1		0.00	5	0	0	33	33	0	0	5	33	0	1.50
5	2		0.00	5	0	0	33	33	0	0	5	33	0	1.50
6			Підібрано:2.2.2. Профіль "Молодечно" 40 x 2											
Профіль: 40 x 2; ГОСТ 30245-2003														
Матеріал: С235; ГОСТ 27772; СНИП ІІ-23-81*														
6	1		0.00	4	0	0	33	33	0	0	4	33	0	1.50
6	2		0.00	4	0	0	33	33	0	0	4	33	0	1.50
7			Підібрано:2.2.2. Профіль "Молодечно" 40 x 2											
Профіль: 40 x 2; ГОСТ 30245-2003														

Таблиця 2 – Результати підбору профілів колон

КОЛОНИ															
ЕЛЕМЕНТ	НП	ГРУПА	КРОК РЕШІТКИ (РЕБЕР) м	ВІДСОТКИ ВИЧЕРПАННЯ НЕСНОЇ ЗДАТНОСТІ КОЛОНИ ПО ПЕРЕРІЗАХ, %									ДОВЖИНА ЕЛЕМЕНТ м		
				нор	СУ1	СZ1	СУZ	ГУ1	ГZ1	СС	СП	1ГC		2ГC	М.С
Переріз: 1.5.1. Труба 273 x 8															
Профіль: 273 x 8; ГОСТ 10704-76*															
Сортамент: Трубы стальные электросварные прямошовные (ГОСТ 10704-76*)															
Матеріал: ВСтЗкп; ГОСТ 1075-80															
Сортамент: Марки стали (труба) СНИП ІІ-23-81*															
71			Підібрано:1.5.1. Труба 168 x 4												
Профіль: 168 x 4; ГОСТ 10704-76*															
Матеріал: ВСтЗкп; ГОСТ 1075-80															
71	1		0.00	48	97	97	0	92	92	0	0	97	92	0	6.50
71	2		0.00	54	98	98	49	92	92	0	0	98	92	0	6.50
72			Підібрано:1.5.1. Труба 168 x 4.5												
Профіль: 168 x 4.5; ГОСТ 10704-76*															
Матеріал: ВСтЗкп; ГОСТ 1075-80															
72	1		0.00	45	90	90	0	89	89	0	0	90	89	0	6.50
72	2		0.00	49	92	92	46	90	90	0	0	92	90	0	6.50
73			Підібрано:1.5.1. Труба 168 x 4.5												
Профіль: 168 x 4.5; ГОСТ 10704-76*															
Матеріал: ВСтЗкп; ГОСТ 1075-80															
73	1		0.00	46	91	91	0	90	90	0	0	91	90	0	6.50
73	2		0.00	49	93	93	46	90	90	0	0	93	90	0	6.50
74			Підібрано:1.5.1. Труба 168 x 4.5												
Профіль: 168 x 4.5; ГОСТ 10704-76*															
Матеріал: ВСтЗкп; ГОСТ 1075-80															
74	1		0.00	45	91	91	0	89	89	0	0	91	89	0	6.50
74	2		0.00	49	92	92	46	90	90	0	0	92	90	0	6.50
75			Підібрано:1.5.1. Труба 159 x 4												
Профіль: 159 x 4; ГОСТ 10704-76*															
Матеріал: ВСтЗкп; ГОСТ 1075-80															

Таблиця 3 – Результати підбору профілів балок каркасу

Задача склад 24x60, шифр склад 24x60. РСН. Основна схема															
ЕЛЕМЕНТ	НП	ГРУПА	КРОК РЕБЕР м	Фь min	ВІДСОТКИ ВИЧЕРПАННЯ НЕСНОЇ ЗДАТНОСТІ БАЛКИ ПО ПЕРЕРІЗАХ, %										ДОВЖИНА ЕЛЕМЕНТ м
					нор	тау	с1	СБ	Прг	СС	СП	1ГС	2ГС	М.С	
930	2		0.00	1.00	81	10	59	0	0	23	33	81	0	33	1.50
931			Підібрано:8.3.3. Швеллер 14												
			Профіль: 14; ГОСТ 8240-72												
			Матеріал: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*												
931	1		0.00	1.00	73	3	52	0	0	22	32	73	0	32	1.50
931	2		0.00	1.00	97	3	69	0	0	22	37	97	0	37	1.50
932			Підібрано:8.3.3. Швеллер 14												
			Профіль: 14; ГОСТ 8240-72												
			Матеріал: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*												
932	1		0.00	1.00	97	3	69	0	0	22	37	97	0	37	1.50
932	2		0.00	1.00	73	3	52	0	0	22	32	73	0	32	1.50
933			Підібрано:8.3.3. Швеллер 14												
			Профіль: 14; ГОСТ 8240-72												
			Матеріал: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*												
933	1		0.00	1.00	81	10	59	0	0	23	33	81	0	33	1.50
933	2		0.00	1.00	0	10	8	0	0	23	0	10	0	23	1.50
934			Підібрано:8.3.3. Швеллер 14												
			Профіль: 14; ГОСТ 8240-72												
			Матеріал: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*												
934	1		0.00	1.00	0	10	8	0	0	23	0	10	0	23	1.50
934	2		0.00	1.00	81	10	59	0	0	23	32	81	0	32	1.50
935			Підібрано:8.3.3. Швеллер 14												
			Профіль: 14; ГОСТ 8240-72												
			Матеріал: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*												
935	1		0.00	1.00	73	3	52	0	0	22	31	73	0	31	1.50
935	2		0.00	1.00	97	3	69	0	0	22	36	97	0	36	1.50
936			Підібрано:8.3.3. Швеллер 14												
			Профіль: 14а; ГОСТ 8240-72												
			Матеріал: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*												

З урахуванням внесених змін виконано перевірочний розрахунок балкової конструкції на відсоток вичерпаної несучої здатності за нормальними напруженнями, який показав (рис.4), що після коригування відсоток вичерпаної несучої здатності елементів каркасу (ферми, колон, балок) не перевищує 82 відсотки. Цей показник забезпечує надійну роботу каркасу. Таким чином визначені всі оптимальні перерізи елементів каркасу, і мета роботи досягнута.

Таблиця 4 – Результати перевірного розрахунку балкової конструкції на відсоток вичерпаної несучої здатності

Файл Правка Формат Вид Справка																
Профіль: швелер 16; ГОСТ 8240-72																
Сортамент: Сталь горячекатаная. Швеллери с уклоном внутренних граней полок (ГО																
Материал: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*																
Сортамент: Марки стали (фасон) СНИП II-23-81*																
922	1			0.00	1.00	0	7	5	0	0	26	0	7	0	26	1.50
922	2			0.00	1.00	48	7	35	0	0	26	32	48	0	32	1.50
923	1			0.00	1.00	48	2	34	0	0	26	32	48	0	32	1.50
923	2			0.00	1.00	64	2	46	0	0	26	32	64	0	32	1.50
924	1			0.00	1.00	64	2	46	0	0	26	32	64	0	32	1.50
924	2			0.00	1.00	48	2	34	0	0	26	32	48	0	32	1.50
925	1			0.00	1.00	48	7	35	0	0	26	32	48	0	32	1.50
925	2			0.00	1.00	0	7	5	0	0	26	0	7	0	26	1.50
926	1			0.00	1.00	0	9	6	0	0	26	0	9	0	26	1.50
926	2			0.00	1.00	62	9	45	0	0	26	32	62	0	32	1.50
927	1			0.00	1.00	62	3	45	0	0	26	32	62	0	32	1.50
927	2			0.00	1.00	83	3	59	0	0	26	35	83	0	35	1.50
928	1			0.00	1.00	83	3	59	0	0	26	35	83	0	35	1.50
928	2			0.00	1.00	61	3	45	0	0	26	32	61	0	32	1.50
929	1			0.00	1.00	61	9	45	0	0	26	32	61	0	32	1.50
929	2			0.00	1.00	0	9	6	0	0	26	0	9	0	26	1.50
930	1			0.00	1.00	0	9	6	0	0	26	0	9	0	26	1.50
930	2			0.00	1.00	62	8	45	0	0	26	32	62	0	32	1.50
931	1			0.00	1.00	62	3	44	0	0	26	32	62	0	32	1.50
931	2			0.00	1.00	82	3	59	0	0	26	36	82	0	36	1.50
932	1			0.00	1.00	82	3	59	0	0	26	36	82	0	36	1.50
932	2			0.00	1.00	62	3	44	0	0	26	32	62	0	32	1.50
933	1			0.00	1.00	62	8	45	0	0	26	32	62	0	32	1.50
933	2			0.00	1.00	0	9	6	0	0	26	0	9	0	26	1.50
934	1			0.00	1.00	0	9	6	0	0	26	0	9	0	26	1.50
934	2			0.00	1.00	62	8	45	0	0	26	32	62	0	32	1.50
935	1			0.00	1.00	62	3	44	0	0	26	32	62	0	32	1.50
935	2			0.00	1.00	82	3	59	0	0	26	35	82	0	35	1.50
936	1			0.00	1.00	82	3	59	0	0	26	35	82	0	35	1.50
936	2			0.00	1.00	62	3	44	0	0	26	32	62	0	32	1.50
937	1			0.00	1.00	62	8	45	0	0	26	32	62	0	32	1.50
937	2			0.00	1.00	0	9	6	0	0	26	0	9	0	26	1.50

Список літератури

1. Комп’ютерні технології проектування металевих конструкцій: Навчальний посібник / М.С. Барабаш, С.В. Козлов, Д.В. Медведенко.. - К.:НАУ, 2012. - 572с.

ІННОВАЦІЙНИЙ ВПЛИВ ЛАЗЕРНОГО 3D СКАНУВАННЯ НА ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ

А.В. Когтева, студ.,

Р.А. Міщенко, доцент, канд. техн. наук

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Лазерне сканування представляє собою передову технологію в інженерно-геодезичних роботах, яка дозволяє отримувати високоточні просторові дані про об'єкти. Ця інноваційна методика реалізується у трьох основних форматах: стаціонарне наземне сканування – використовується для фіксованих позицій спостереження; мобільне наземне сканування – здійснюється з рухомих платформ; авіаційне сканування – виконується з повітряних суден.

Ключовою перевагою лазерного сканування є можливість швидкого створення детальних тривимірних моделей об'єктів. Технологія забезпечує високу швидкість збору даних, надзвичайну точність вимірювань, створення деталізованих 3D-моделей, гнучку систему експорту даних у різні формати, сумісність з широким спектром програмного забезпечення.

Планування робіт здійснюється за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, яке враховує технічні характеристики сканувального обладнання, особливості об'єкту, специфіку системи координат.

Для успішного виконання лазерного сканування необхідно визначити чіткі межі об'єкту, оптимальну щільність точок сканування, необхідний відсоток перекриття між станціями та маршрутами, вимоги до планової та висотної точності.

Процес обробки результатів сканування включає три послідовні фази:

1. Первинна обробка. Виконується у фірмовому програмному забезпеченні виробника сканера та включає визначення координат станцій сканування, калібрування отриманих даних, експорт у стандартизовані формати;

2. Врівноваження смуг сканування. Забезпечує узгодження даних, отриманих з різних позицій та маршрутів;

3. Висотна корекція. Передбачає конвертацію еліпсоїдальних висот у нормальні висоти відповідно до прийнятої системи координат.

Компанія Leica Geosystems, яка є світовим лідером у виробництві геодезичного обладнання, пропонує широкий асортимент лазерних сканерів для різних задач:

а) портативні рішення:

- BLK2GO - компактний ручний сканер з функцією візуалізації;

- BLK360 - легкий imaging-сканер для швидкого створення 3D-моделей;

б) професійні системи:

- RTC360 - високошвидкісний 3D сканер з розширеними можливостями;

- ScanStation P40/P30 - прецизійні сканери для складних інженерних задач;

- ScanStation P50 - флагманська модель з максимальною дальністю сканування.

Американська компанія Trimble пропонує потужні рішення для 3D-сканування:

- TX6 - оптимальне рішення для середніх проектів;

- TX8 - розширена модель з покращеними характеристиками;

- SX10 - гібридний інструмент, що поєднує функції тахеометра та сканера.

Компанія TOPCON спеціалізується на високоточних вимірювальних системах:

- GLS-1500 - базова модель для професійного 3D-сканування;

- GLS-2000 - удосконалена система з розширеними можливостями.

Кожен з цих виробників має свої унікальні технологічні рішення та переваги. Leica відзначається швейцарською якістю та інноваційністю. Trimble фокусується на

універсальності та практичності. TOPCON пропонує оптимальне співвідношення ціна та якість.

При виборі конкретної моделі необхідно враховувати специфіку проєктів, необхідну точність вимірювань, умови експлуатації, бюджетні обмеження, наявність сервісної підтримки.

Всі представлені виробники забезпечують високу якість обладнання та надійну технічну підтримку своєї продукції.

Основним результатом лазерного сканування є створення високоточної хмари точок, де кожна точка характеризується унікальними просторовими координатами.

Процес роботи з отриманими даними включає первинну обробку результатів сканування, імпорт даних у спеціалізоване програмне забезпечення, створення тривимірних моделей та візуалізацію отриманих результатів.

Сучасні лазерні сканери обладнані високоякісними фотокамерами, що дозволяє:

- накладати реальні кольори на хмару точок;
- створювати фотореалістичні 3D-моделі;
- забезпечувати максимальну відповідність візуалізації реальним об'єктам;
- підвищувати інформативність кінцевих результатів.

Використання лазерного сканування в інженерно-геодезичних роботах забезпечує максимальну точність вимірювань, високу деталізацію об'єктів, швидкість отримання даних, гнучкість у форматах експорту, сумісність з різними програмними продуктами.

Лазерне 3D сканування суттєво модернізує традиційні методи геодезичних робіт через автоматизацію процесу збору даних, мінімізацію людського фактору, значне прискорення польових робіт, підвищення комплексності робіт.

Технологія 3D-сканування дозволяє створювати детальні цифрові моделі місцевості, забезпечувати миттєвий доступ до просторової інформації, підвищувати ефективність геодезичних робіт, впроваджувати інноваційні методи проєктування, оптимізувати процес прийняття інженерних рішень.

Впровадження лазерного сканування модернізує методологію інженерно-геодезичних робіт, підвищує якість отриманих результатів, прискорює процес збору та обробки даних, розширює можливості просторового аналізу, сприяє впровадженню сучасних технологічних рішень.

Технологія 3D-сканування відкриває нові можливості для:

- Моніторингу стану споруд
- Проєктування складних об'єктів
- Створення точних 3D-моделей
- Документування історичних пам'яток
- Планування територіального розвитку

Лазерне 3D сканування вдосконалює проведення інженерно-геодезичних робіт, підвищує якість отриманих результатів, дає можливість у миттєвому отриманні доступу до будь-якої інформації про об'єкт, забезпечуючи якісно новий рівень отримання та обробки просторової інформації.

Список літератури

1. Leica-Geosystems. URL: <https://leica-geosystems.com/products/laser-scanners/scanners>.
2. ГЕОКОМ. URL: <http://www.trimble.org.ua/>.
3. Topcon. URL: <https://www.topconpositioning.com/>.

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРОФІЛЬОВАНОГО ЛИСТА ПРИ ДІЇ УДАРНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

А.О. Корженко, магістрант гр. БІ-23М-1,
О.Д. Кочерженко, магістрант гр. БІ-23М-1

М.В. Пашинський, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

У зв'язку з ущільненням забудови зменшується відстань між будівлями та транспортними засобами, що може призвести до збільшення кількості виняткових аварій, таких як вибухи. Все частіше з'являється необхідність проєктувати будівлі з урахуванням можливих вибухів. У якості матеріалу покрівель все частіше використовуються профільовані гофровані листи. Принцип розрахунку профільованих листів наведено в [1, 2]. Їх вкладають між несучими балками даху. Одним із найпоширеніших видів профлиста є трапецієподібний лист (рисунк 1).

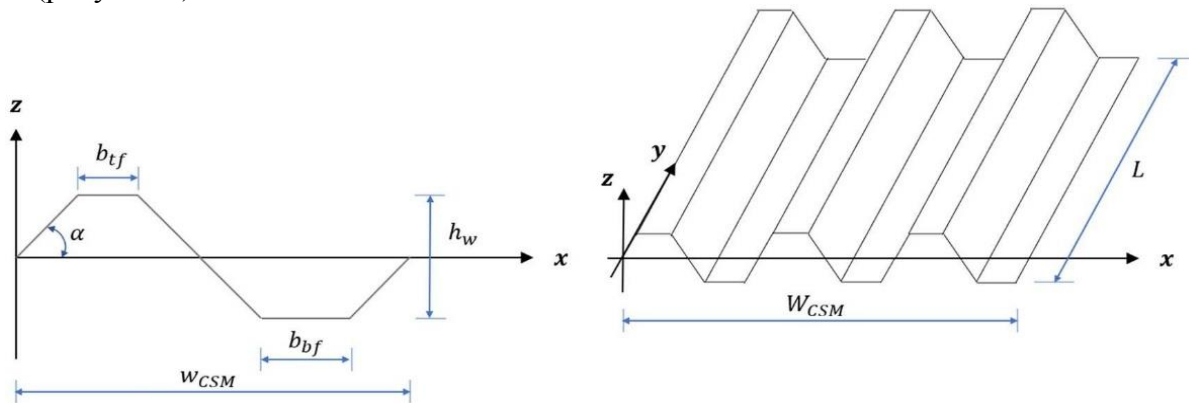


Рисунок 1 – Геометричні характеристики трапецієподібного листа з позначенням початкових параметрів

Для проведення цифрового аналізу була змодельована пластина в програмному комплексі Abaqus CAE. Моделювання проходило в наступній послідовності: пластина підтримується з усіх чотирьох сторін, спочатку навантаження прикладається до однієї сторони пластини, як рівномірне зміщення вздовж однієї сторони пластини, значення навантаження встановлюється рівним фактичному статичному навантаженню. У динамічному аналізі це значення навантаження задавалося як швидкість, що прикладається з певною контрольованою амплітудою.

Нелінійний статичний аналіз проводився з використанням статичного методу в програмі Abaqus CAE з заданням нелінійної геометрії. Період часу вибрано за замовчуванням «1», використовується схему з автоматичним кроком часу, що показано на малюнку 2, де задається максимальна кількість кроків і вибраний розмір кроку. У статичному аналізі навантаження задається у вигляді зміщення, значення якого дорівнює 1 мм.

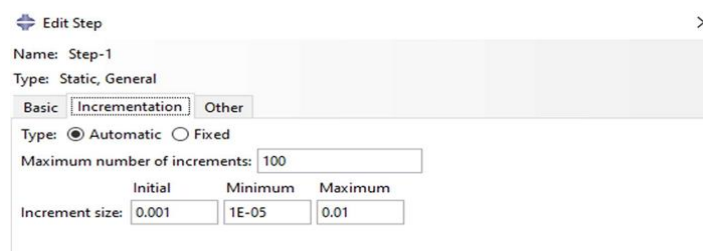


Рисунок 2 – Налаштування для статичного аналізу в Abaqus CAE

У динамічному аналізі замість значення навантаження використовується швидкість, котра має змінну величину 0,05, 1, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 400 мм/с. Було проаналізовано різні типи застосування навантажень, таких як постійне навантаження, з лінійним або багатолінійним наростанням з різними темпами часу.

У результаті обрана швидкість 0,05 мм/с, що порівнюється зі статичними результатами для перевірки, чи можна цей випадок динамічного навантаження вважати таким, що узгоджується зі статичним навантаженням. Також результати розрахунків порівнювалися з експериментальним дослідженням, описаним у [3].

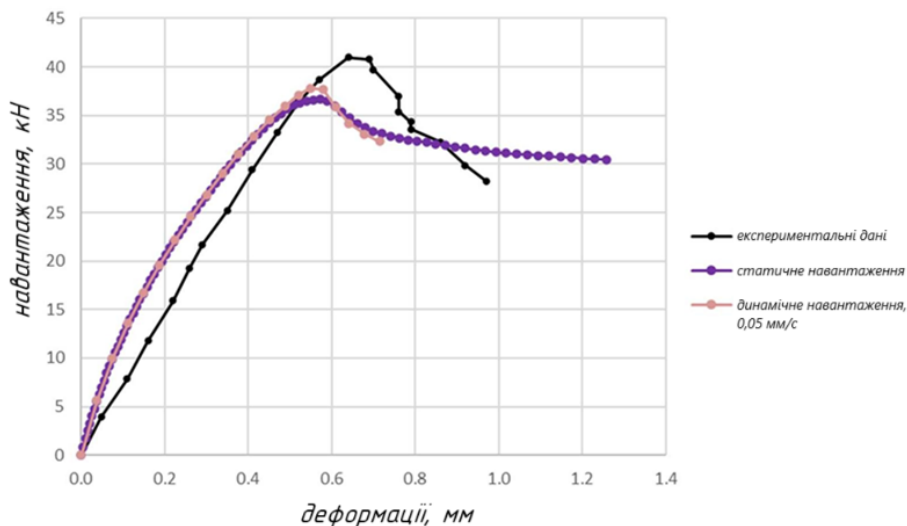


Рисунок 3 – Графік зміни сили та переміщення в площині для статичного розрахунку, при застосуванні динамічного навантаження 0,05 мм/с та на основі експериментальних даних

У результаті аналізу Рисунку 3 можна зробити висновок, що програмний комплекс Abaqus CAE можна застосовувати для подальшого аналізу напружено-деформованого стану тонких та товстих пластин на дію ударних та динамічних навантажень.

Список літератури

1. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. Зі зміною № 1. – К., 2022. – 220 с.
2. Клименко Ф. Є., Барабаш В. М., Стороженко Л.І. Металеві конструкції: / За ред. Ф.Є Клименка : Підручник. – 2-ге видання, випр. і доп. – Львів: Світ, 2002. – 312 с.
3. Yang, B., Soares, G. C., & Wang, D. (2018). An empirical formulation for predicting the dynamic ultimate strength of rectangular plates under in-plane compressive loading. *International Journal of Mechanical Sciences*, 141, 213-222. <https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2018.04.015>

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО КОНСТРУКЦІЇ ВАЖЕЛЯ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ ВІБРОЗБУДЖУВАЧА НА МАЛОГАБАРИТНОМУ ВІБРОФОРМУВАЛЬНОМУ ОБЛАДНАННІ

Ю.Ю. Коротич, PhD, доц.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Традиційно при віброформуванні бетонних виробів віброзбуджувач закріплюється знизу вібростолу, і, як правило, у точці центра мас, враховуючи вагу бетонних виробів. Таке розташування віброзбуджувача обумовлене наступними причинами.

1. Дозволяє максимально забезпечити компактність всієї конструкції обладнання і не заважає використовувати всю робочу ділянку столу для вільного розміщення виробів, які будуть підлягати віброущільненню.

2. Максимально рівномірний розподіл віброколивань по всій поверхні столу, тобто радіус периферії точок вібростолу від точки закріплення віброзбуджувача є мінімальним відносно розмірів самого вібростолу.

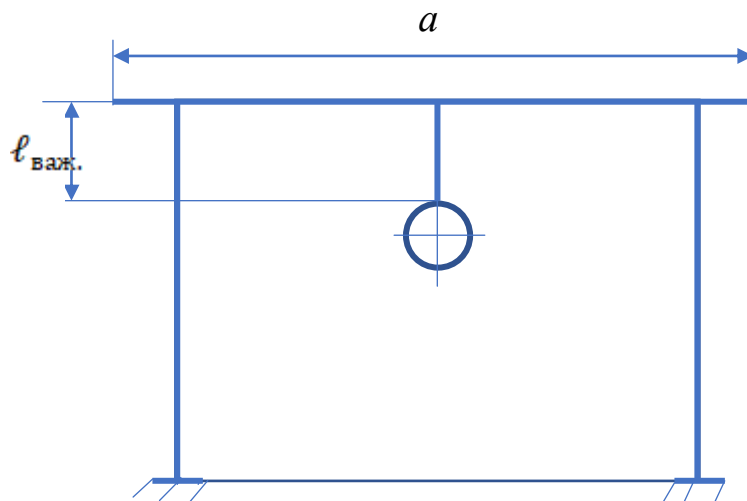


Рисунок 1 – Закріплення віброзбуджувача знизу вібростолу через важіль

В роботі [1] виконано комплекс математично - дослідних дій, які підтвердили ефективність закріплення віброзбуджувача знизу вібростолу до точки центра мас через важіль [2] (див. рис.1). Чисельні значення амплітуди вимушених коливань збігаються з результатами експериментальних досліджень [1], що дає можливість, узагальнюючи одержані результати експериментальних досліджень, зробити рекомендації щодо призначення конструкції та геометричних розмірів важеля, а саме:

1. Віброзбуджувач через важіль закріплюється знизу вібростолу, і, як правило, у точці центра мас, враховуючи вагу бетонних виробів, які надалі планується розміщувати на вібростолі.

2. Конструкція поперечного перерізу важеля повинна бути достатньо жорсткою, особливо у напрямку віброколивань, які утворює віброзбуджувач. В той же час його металоємність повинна бути мінімальною. Рекомендовано використовувати прогресивні профілі геометричної форми, такі як двутавр, а також безшовний товстостінний трубний прокат круглого та квадратного перерізу. Вказана рекомендація повинна забезпечити мінімальні втрати механічної енергії віброколивань при передачі їх від віброзбуджувача до віброплити.

3. Довжина важеля $l_{\text{важ.}}$ (див. рис.1) повинна бути сумірною до габаритів вібростолу, а саме: збільшення довжини важеля $l_{\text{важ.}}$ збільшує амплітуду вимушених коливань, покращуючи ефективність віброущільнення, але збільшення обмежене розмірами самого вібростолу. До того ж, збільшення довжини важеля без втрати його жорсткості призводить до збільшення його металоємності, що також зменшує його ефективність.

4. Використання несумірно довгого важеля порівняно з габаритами вібраційного столу призводить до значної втрати кінетичної енергії, яку виробляє віброзбуджувач і передає через важіль на віброплиту. Подібна схема закріплення не тільки не призводить до зростання амплітуди вимушених коливань, але й зменшує її значення.

Даний вертикальний спосіб закріплення забезпечує максимальне збільшення амплітуди вертикальних коливань на робочій поверхні вібраційного столу. Як альтернативний спосіб закріплення важеля, можливо розглянути його горизонтальне розташування (див. рис.2.1).

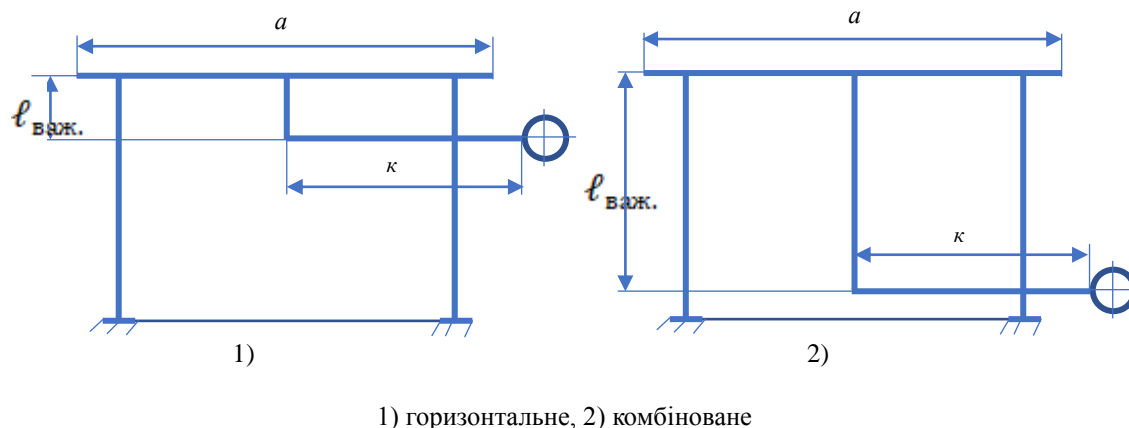


Рисунок 2 – Закріплення віброзбуджувача знизу вібростолу

Комбінований спосіб закріплення важеля зображений на рис.2.2. Він може бути розглянутий виключно як теоретичний, оскільки його впровадження обмежене як габаритними розмірами власно самого вібраційного столу, які суттєво виходять за його межі, так і збільшенням металоємності всього важеля. Тому використання такої конструкції є вкрай неефективним.

Список літератури

1. Коробко Б.О. Дослідження параметрів вібраційного столу з важільним закріпленням віброзбуджувача / Б.О. Коробко, Ю.Ю. Коротич // Modern engineering and innovative technologies. – 2023. – Issue 28, Part 1. – Р. 3–12.
2. Пат. 146691 Україна. МПК В28В 1/08 (2006.01). Вібростіл з важільним закріпленням віброзбуджувача / Коробко Б.О., Коротич Ю.Ю., Васильєв Є.А.; власник Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка". – № u 2020 06563; заявл. 12.10.2020; опубл. 10.03.2021, Бюл. № 10.

ВПЛИВ ДЕФЕКТІВ ТА ПОШКОДЖЕННЯ НА НЕСУЧУ ЗДАТНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОНУ

О. Костенко *ст. гр. БІ-23М-1,*

В. Яцун, *доц., канд. техн. наук*

Центральноукраїнський національний технічний університет

У деяких випадках залізобетонні допоміжні структури працюють у середовищах, які є агресивними або змінюють ступінь їх агресивності. Експлуатація в таких умовах для структур, за винятком можливого зниження сили та жорсткості, може призвести до значних соціально-економічних наслідків від нещасних випадків. Тому проект конструкцій, враховуючи безпеку, є нагальним завданням. У зв'язку з цим виникає питання щодо застосування певних методик оцінки систем, які приводяться корозійної НДС.

Питання аналізу роботи елементів, що не відповідають корозії, під навантаженням є актуальними у світовій будівельній науці. Таким чином, вивчаються вітчизняні та іноземні вчені вивчають несучу здатність корозійних елементів з динамічними багатоваріантними навантаженнями, моделюючи поширення корозії та вивчаються наслідки втрати арматури з бетоном.

Особлива увага приділяється корозії посилення та супроводжуючи цей процес до явищ тиску корозійних продуктів на бетон, а також корозію окремо бетон та її вплив на несучу здатність елементів. Однак деформація елементів, що підлягають корозії, приділяється недостатній уваги.

Наявність умов праці залізобетонних променів, які передбачають корозійне пошкодження бетону, суттєво впливають на обмеження рухів, що утворюються на основі естетичних та психологічних вимог. Значне пошкодження корозії може призвести до крихкого характеру руйнування, оскільки вони змінюють розмір та розташування стисненої бетонної зони. У той же час, розрахункове обґрунтування та моделювання пошкоджень від корозії вимагає подальших теоретичних та експериментальних досліджень.

Оцінюючи технічний стан пошкоджених структур, виникає питання їх подальшої безпечної експлуатації і, отже, необхідності визначити їх справжню здатність до підшипника.

Аналіз експериментальних та теоретичних досліджень згинальних залізобетонних елементів з різними типами тріщин показав, що значення несучої здатності пошкоджених променів, обчислені запропонованою методологією нижче експериментальних даних, в середньому, на 4% і відрізняються від результатів чисельного експерименту, в середньому, на 2%. Таким чином, розроблений метод дозволяє з досить високою точністю обчислити несучу здатність залізобетонних елементів згинання з дефектами та пошкодженням, а також дає тісну конвергенцію з експериментальними даними та числовими дослідженнями.

Список літератури

1. Tamrazyan A., Alekseytsev A. The Efficiency of Varying Parameters when Optimizing Reinforced Concrete Structures. E3S Web of Conferences. 24. Ser. «24th International Scientific Conference «Construction the Formation of Living Environment», FORM 2021». 2021 URL: doi.org/10.1051/e3sconf/202126302001

УДК 691.5

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ В УКРАЇНІ

**Н. Кулик, ст. гр. БІ-23МЗ,
І. Скриннік, доц., канд. техн. наук**
Центральноукраїнський національний технічний університет

Виробництво сухих будівельних сумішей є одним із ключових напрямків сучасної будівельної індустрії, що активно розвивається в усьому світі. Україна також демонструє зростаючий попит на ці матеріали через їх зручність, економічність та високу якість. Однак галузь стикається з рядом проблем, які обмежують її розвиток. Метою цієї статті є аналіз основних труднощів у виробництві сухих будівельних сумішей в Україні та визначення перспектив для подальшого розвитку.

Виробництво сухих будівельних сумішей в Україні значною мірою залежить від постачання імпортованих хімічних добавок, таких як суперпластифікатори, водовідштовхувальні засоби, пуццоланові мікронаповнювачі тощо. Відсутність налагодженого внутрішнього виробництва цих компонентів призводить до підвищення собівартості готових сумішей.



Рисунок 1 – Основні торгові марки сухих будівельних сумішей представлені на Українському ринку

Попри наявність значних запасів сировини (кварцовий пісок, вапняк, золи та шлаки), їх використання є обмеженим через низьку обізнаність виробників про можливості цих матеріалів та відсутність сучасного обладнання для їхньої переробки.

На ринку України не завжди враховуються міжнародні стандарти для сухих будівельних сумішей [1-3], що ускладнює конкуренцію з іноземними виробниками. Крім того, нестача лабораторій для перевірки характеристик матеріалів знижує довіру споживачів до місцевої продукції.

Висока енергоємність виробничих процесів, пов'язаних із сушінням, помелом і змішуванням компонентів, підвищує вартість продукції. Ця проблема загострюється на фоні зростання цін на енергоресурси.

Налагодження виробництва хімічних добавок в Україні може суттєво знизити собівартість сухих сумішей. Залучення науково-дослідних установ до створення інноваційних добавок сприятиме підвищенню конкурентоспроможності української продукції.

Золи та шлаки, які утворюються у процесі роботи металургійних і теплоелектростанцій, можуть бути ефективними наповнювачами для сухих будівельних сумішей. Їх використання зменшить обсяги відходів та витрати на сировину.

Гармонізація національних стандартів із міжнародними вимогами дозволить підвищити якість продукції та забезпечити її відповідність сучасним тенденціям на ринку [4, 5]. Це також відкриє нові можливості для експорту.

Використання сучасних автоматизованих ліній для виробництва сухих сумішей дозволить скоротити витрати на енергоресурси та підвищити продуктивність. Автоматизація також забезпечить більш стабільну якість продукції.

Популяризація вітчизняної продукції серед українських споживачів через рекламні кампанії, демонстраційні заходи та навчання будівельників сприятиме збільшенню попиту на сухі будівельні суміші місцевого виробництва.

Висновок

Український ринок сухих будівельних сумішей має значний потенціал для розвитку. Вирішення існуючих проблем, таких як залежність від імпортних компонентів, відсутність стандартизації та висока енергоємність виробництва, потребує комплексного підходу, який включатиме залучення місцевих ресурсів, автоматизацію виробництва та інтеграцію міжнародних стандартів. Реалізація цих перспектив дозволить значно підвищити конкурентоспроможність українських виробників на внутрішньому та міжнародному ринках.

Список використаних джерел

1. Захарченко П. В., Долгий Е. М., Галаган Ю. О. Сучасні композиційні будівельно-оздоблювальні матеріали : підручник. Київ : КНУБА, 2020. 340 с.
2. Рунова Р. Ф., Носовський Ю. Л. Технологія модифікованих будівельних розчинів : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 256 с.
3. Дворкін Л. Й., Дворкін О. Л. Будівельні матеріали з відходів промисловості : монографія. Рівне : НУВГП, 2019. 290 с.
4. Саницький М. А., Позняк О. Р., Кіракевич І. І. Модифіковані композиційні цементи : монографія. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2021. 224 с.
5. Лужний В. П., Шевченко В. О. Стандартизація та сертифікація будівельних матеріалів в Україні : практ. посіб. Харків : ХНУБА, 2022. 180 с.

УДК 624.012.45:620.193:627.8

ПРИЧИНИ, НАСЛІДКИ ТА ШЛЯХИ МІНІМІЗАЦІЇ КОРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РЕЗЕРВУАРАХ

Н. Кулик, *ст. гр. БІ-23М-1,*
М. Федотова, *асист., канд. техн. наук,*
І. Скриннік, *доц., канд. техн. наук*

Центральноукраїнський національний технічний університет

Залізобетонні резервуари чистої води відіграють ключову роль у системах питного водопостачання. Проте з часом їх експлуатаційна надійність знижується через розвиток корозійних процесів у бетоні та арматурі, що призводить до погіршення герметичності, втрати несучої здатності та зростання ризику аварій. Розуміння механізмів корозії, причин її виникнення та можливостей мінімізації є критично важливим для забезпечення довговічності цих споруд.

Основними причинами корозії в залізобетонних резервуарах є вплив середовища, постійний контакт конструкцій із водою, що спричиняє вилугування цементного каменю, а також агресивні компоненти води, такі як бікарбонати та розчинений кисень, які сприяють утворенню корозійно-активних зон. У надводній частині резервуарів відбувається карбонізація бетону через поглинання вуглекислого газу з повітря, що знижує лужність і захисний вплив бетону на арматуру. Порушення герметичності виникає через утворення мікротріщин у бетоні внаслідок механічних і температурних навантажень, які сприяють проникненню агресивних речовин до арматури. Серед причин також є недоліки будівництва, зокрема використання бетону низької водонепроникності, недостатня товщина захисного шару або дефекти під час укладання матеріалів.

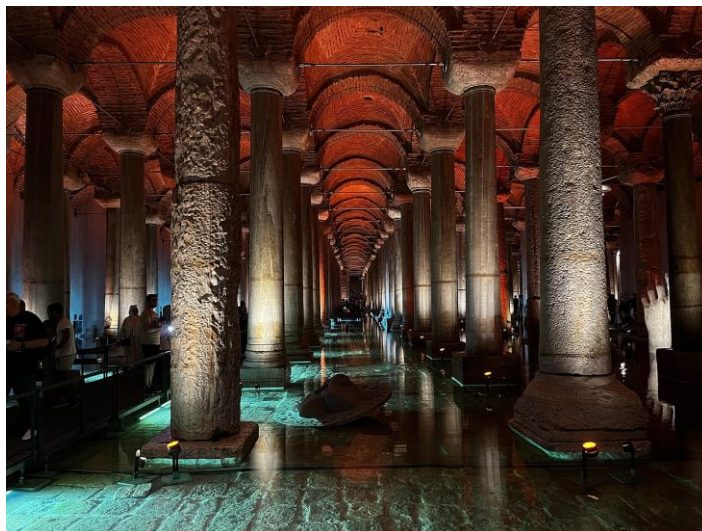


Рисунок 1 – Підземне водосховище «Цистерна Базилика», м. Стамбул, Туреччина

Корозійні процеси в залізобетонних резервуарах призводять до таких наслідків, як зниження міцності конструкцій через руйнування цементного каменю та корозію арматури, що спричиняє втрату несучої здатності. Порушення герметичності через тріщини та пошкодження бетону ускладнює експлуатацію резервуарів. У критичних випадках руйнування конструкцій може спричинити зупинку водопостачання та значні економічні збитки.

Для мінімізації корозійних процесів необхідно підвищувати якість матеріалів, використовуючи бетон із високою водонепроникністю та антикорозійну арматуру або арматуру з попереднім напруженням.

Важливо оптимізувати конструктивні рішення, зокрема збільшувати товщину захисного шару бетону для арматури та використовувати спеціальні гідроізоляційні покриття на внутрішніх поверхнях резервуарів. Регулярне обстеження та ремонт, включаючи плановий контроль технічного стану конструкцій, локальний ремонт пошкоджених ділянок бетону з використанням сучасних матеріалів, є обов'язковими заходами. Необхідно також удосконалювати експлуатацію резервуарів, уникаючи довготривалого контакту конструкцій із порожнім резервуаром і мінімізуючи проникнення кисню до арматури, а також виконувати очищення резервуарів у стислі терміни.

Корозійні процеси в залізобетонних резервуарах є невідворотним явищем, але їхній розвиток можна суттєво уповільнити завдяки правильному підходу до проектування, будівництва та експлуатації. Регулярне обстеження та впровадження сучасних технологій для підвищення якості матеріалів і конструкцій допоможуть забезпечити надійність цих споруд протягом десятиліть.

Список літератури

1. Бабушкін В. І., Пługін А. А., Костюк Т. О., Лопатов Ю. С., Партала Н. М. Захист будівельних конструкцій від корозії : підручник. Харків : ХНУБА, 2021. 380 с.
2. Троян В. В., Попруга Д. В., Часовенко О. П. Дослідження корозійної стійкості залізобетонних конструкцій резервуарів для зберігання питної води. Наука та будівництво. 2020. № 2. С. 28-35.
3. Пушкарьова К. К., Савченко О. Г., Павлюк В. В. Сучасні методи захисту залізобетонних конструкцій від корозії. Будівельні матеріали та виробы. 2019. № 3-4. С. 62-67.
4. Пługін А. А., Трикоз Л. В., Пługін Д. А. Електрокорозія бетону і залізобетону та захист від неї : монографія. Харків : УкрДУЗТ, 2019. 232 с.
5. Бліхарський З. Я., Хміль Р. С., Вашкевич Р. В. Корозія та захист залізобетонних конструкцій і споруд : навч. посіб. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 280 с.

КУТОВІ АНКЕРНІ УПОРИ У МОНОЛІТНИХ ПЕРЕКРИТТЯХ

Ю. Литвин, ст. гр. БІ-23М-2,

В. Яцун, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Забезпечення надійної спільної роботи плити та балок є одним із головних завдань при проектуванні сталезалізобетонних конструкцій. Наявність у структурі складової сталезалізобетонної конструкції шарів з різко вираженими відмінними рисами за фізико-механічними властивостями, накладає підвищені вимоги до конструкторських рішень анкерних пристроїв.

На стадії вибору конструкцій анкерних зв'язків потрібно проаналізувати існуючі рішення анкерних пристроїв з позиції надійності їхньої роботи, трудомісткості виконання та економічності витрат матеріалу. Проблема надійного з'єднання шарів складових елементів, що згинаються, рівно як і сталезалізобетонних конструкцій, що виникла на етапі появи складових конструкцій до сьогодні є актуальним завданням.

З одного боку продовжується пошук раціональних конструктивних рішень анкерних пристроїв, з іншого боку дослідникам та інженерам не дає спокою необхідність знайти надійні способи оцінки міцності сполучення плити з балкою. У середині минулого століття інтенсивно досліджувалися збірно-монолітні залізобетонні конструкції у вигляді балок та ребристих плит. У всіх дослідженнях головним питанням було виявлення граничного стану контакту шва.

У цивільних будинках як анкерні зв'язки застосовуються відрізки труби, куточків, швелера, пружини і т.п., у промислових будинках при збірній залізобетонній плиті жорсткі упори розміщують у пазах або у «вікнах» збірної плити, у стандарті організації з проектування монолітних залізобетонних перекриттів із сталевим профнастилом, анкерні стрижні пропонують із рифленої арматури, що приварюються електродуговим зварюванням. Останнім часом у вітчизняних джерелах з'явилася інформація про розробки з приварювання анкерних стрижнів контактним зварюванням за допомогою спеціального пристрою.

Недоліком існуючих рекомендації і норм слід вважати те, що зусилля на контакті шарів визначається в основному виходячи з загальновідомих залежностей як сума дотичних напруг по площині контакту верхнього пояса сталевих ребра з плитою на ділянці між сусідніми анкерами, а також неврахування деформації зсуву в контакті шарів та неврахування пружно-пластичної роботи матеріалів плити та анкерів.

Європейські норми, що широко застосовуються в країнах ЄС, у ряді випадків також проектними організаціями нашої країни, розрахункову здатність стад-болтів на зсув пропонують враховувати щонайменше з двох значень:

- несучої здатності стад-болта на розтяг;
- несучої здатності бетону під стад-болтом, що визначається як добуток площі контакту та підкореного вираження міцності на стиск та модуля пружності бетону.

Список літератури

1. Eurocode 2: Design of concrete structures. Part 1: General rules for buildings / European Committee for Standardization, 2002. – 226 p.
2. Construction metallique. – Revue: Paris, France, № 1-4, 1985, № 4, 1991.

ДО ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННОГО НЕРОЗРІЗНОГО РИГЕЛЯ З УРАХУВАННЯМ ВИНИКНЕННЯ ПЛАСТИЧНИХ ШАРНІРІВ

Д.Г. Майборода, *магістр гр. БІ-23М-2,*
С.О. Джирма, *доц., канд. техн. наук*
Центральноукраїнський національний технічний університет

Залізобетон завдяки унікальним властивостям є одним з основних матеріалів ХХІ століття, займаючи пріоритетні місця в загальній структурі світового виробництва будівельних конструкцій. За рівнем технічних і економічних показників бетонні і залізобетонні конструкції якісно змінили технологію будівництва і дозволили зводити довговічні і унікальні будівлі та споруди. В багатьох випадках замінили собою дорогі металеві конструкції.

Одним з розповсюджених способів зведення будівель із збірних залізобетонних елементів є каркасне будівництво. Застосовується здебільшого для будівель з великими приміщеннями наприклад, виробничі цеха заводів та інших промислових підприємств, школи, адміністративні будівлі, а також житлові будівля для вільного планування замовником. Попередньо виготовлені залізобетонні конструкції фундаменти, колони, ригелі, плити перекриття поєднують на будівельному майданчику монтажним способом в несучий каркас (рис. 1).

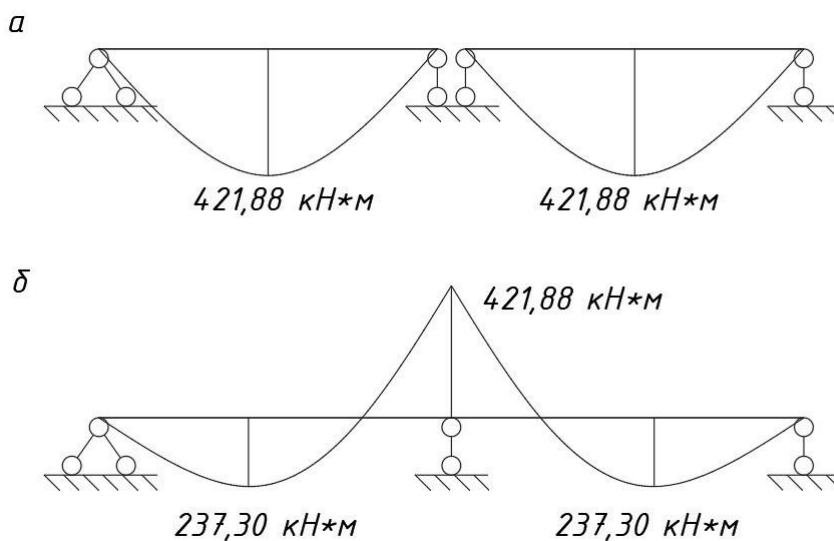


Рисунок 1 – Каркасне будівництво

Для каркасної схеми характерне використання колон та балок, що й утворюють каркас. Частіше використовують однопрольотні балки, які розташовані в одному прольоті і спираються на колони, але можливо використовувати багатопрольотну нерозрізну балку яка повністю перекриває декілька прольотів.

Напруження в багатопрольотній нерозрізній балці будуть відрізнятися від однопрольотної. У звичайній шарнірноопертій балці максимальний момент знаходиться посередині прольоту і в напрямку опор зменшується доходячи до нуля. У нерозрізній балці момент біля крайньої опори також дорівнює нулю (при шарнірному з'єднанні), а на середній

з’являється від’ємний момент. При цьому значення прольотного моменту менше в порівнянні з однопрольотними балками при дотримання однакових умов (рис. 2).



а – дві однопрольотні балки; б – двопрольотна нерозрізна балка

Рисунок 2 – Згинальні моменти в балках

Використання багатопрольотних нерозрізних балок в порівнянні з однопрольотними мають переваги – менші вага конструкції і як наслідок менші витрати матеріалу.

При використанні багатопрольотної нерозрізної балки може з’явитися статично-невизначена система. Зазвичай її намагаються уникнути і проводити простіші розрахунки в статично визначеній системі. Але в статично-невизначеній допускається утворення пластичного шарніру.

При певному значенню навантаження напруження в розтягнутій арматурі з м’якої сталі досягають межі текучості. Арматура тече і в залізобетоні виникає ділянка великих місцевих деформацій, яка називається пластичний шарнір. В статично визначеній системі, наприклад в однопрольотній шарнірно-з’єднаній балці, утворення пластичного шарніру призводить до руйнування конструкції. В статично-невизначеній системі, наприклад у багатопрольотній нерозрізній балці, після утворення пластичного шарніру збільшення навантаження призводить до перерозподілу моментів. Цей перерозподіл може нести позитивний результат - зменшуючи напруження у визначених місцях, а отже і зменшуючи необхідну кількість матеріалу, що є метою проведення подальших досліджень.

Список літератури

1. Павліков А.М. Залізобетонні конструкції: будівлі, споруди та їх частини: Підручник / А.М. Павліков – Полтава: ПолтНТУ, 2017. – 284 с.
2. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98:2009 – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. – 69 с. (Державні будівельні норми України).
3. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування: ДСТУ Б В.2.6-156:2010 – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – 166 с. (Національний стандарт України).

ТИПИ КАМ'ЯНИХ КЛАДОК І ЇХ ВПЛИВ НА МІЦНІСТЬ КОНСТРУКЦІЙ**Б. Мартиненко, ст. гр. БІ-23М-2,****В. Костенко, асист.,****В. Дарієнко, доц., канд. техн. наук***Центральноукраїнський національний технічний університет*

Кам'яна кладка є одним із найдавніших і найпоширеніших способів зведення будівельних конструкцій. Її використовують для створення стін, колон, арок та інших елементів будівель. Тип кладки має значний вплив на міцність конструкції, її довговічність та експлуатаційні характеристики. Розглянемо основні види кам'яної кладки, їх особливості та вплив на будівельні споруди.

Основні види кам'яних кладок**1. Цегляна кладка**

Використовується з керамічної або силікатної цегли. Цегляна кладка має високу міцність, довговічність і універсальність. Система перев'язки швів у цій кладці (ложкова, тичкова або змішана) забезпечує рівномірний розподіл навантаження. Вона ефективно протистоїть статичним і динамічним навантаженням.

2. Бутова кладка

Виконується із природного каменю неправильної форми. Такий метод потребує високої кваліфікації майстра, оскільки правильне розташування каменів у рядах значно впливає на міцність конструкції. Бутова кладка зазвичай використовується в основах і підпірних стінах через її стійкість до деформацій і стійкість до кліматичних умов.

3. Бутобетонна кладка

Поєднує бутовий камінь і бетон. Це економічний спосіб, що дозволяє зменшити обсяг бетону, зберігаючи при цьому достатню міцність. Шари бетону товщиною до 20 см чергуються з кам'яними шарами, забезпечуючи монолітність конструкції.

4. Крупноблочна кладка

Складається з великих бетонних або цегляних блоків. Вона дозволяє швидко зводити конструкції, забезпечуючи їх високу міцність і теплоізоляційні властивості. Цей тип кладки широко використовується у багатоповерховому будівництві.

5. Змішана кладка

Поєднує різні матеріали, наприклад, бутовий камінь із цеглою. Такі конструкції мають естетичний вигляд і забезпечують необхідну міцність. Облицювання може виконувати декоративну та захисну функції.

6. Тесова кладка

Застосовується з обробленого природного каменю правильної форми. Цей вид кладки відзначається високою декоративністю і міцністю, що робить його популярним у будівництві фасадів і архітектурних елементів.

Міцність кам'яної кладки залежить від декількох ключових факторів:

- Матеріал каменю і розчину. Властивості каменю, такі як міцність на стиск, пористість і стійкість до атмосферних впливів, визначають довговічність конструкції. Тип розчину (вапняний, цементний або цементно-вапняний) також значно впливає на зчеплення між каменями.

- Система перев'язки швів. Перев'язка забезпечує рівномірний розподіл навантаження між рядами, запобігаючи утворенню тріщин. Для різних типів кладки використовуються однорядна, багаторядна або трирядна перев'язка.

- Технологія виконання. Якість роботи, правильність укладання каменів і заповнення швів розчином значною мірою визначають експлуатаційні характеристики кладки.

Особливості вибору кладки для різних умов

Кам’яна кладка має бути обрана відповідно до призначення споруди, умов експлуатації та кліматичних факторів. Наприклад:

- Для фундаментів та підпірних стін краще підходить бутова або бутобетонна кладка, оскільки вона стійка до вологи й тиску ґрунту.
- Для несучих стін житлових будівель переважно використовується цегляна або крупноблочна кладка завдяки їхній міцності й теплоізоляційним властивостям.
- Для декоративних фасадів оптимальним вибором є тесова кладка через її естетичні та міцнісні характеристики.

Висновок

Тип кам’яної кладки має вирішальний вплив на міцність і надійність будівельних конструкцій. Вибір матеріалів, технології укладання і способу перев’язки швів має базуватися на аналізі експлуатаційних вимог та умов довкілля. Раціональний підхід до вибору кладки не лише підвищує довговічність будівлі, але й знижує витрати на будівництво та експлуатацію.

Список літератури

1. Гавриш О. М., Васильченко О. В. Технологія кам’яних робіт: підручник. Харків: ХНУБА, 2019. 292 с.
2. Клименко Є. В., Довженко О. О. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд: навч. посіб. Полтава: ПолтНТУ, 2020. 384 с.
3. Мартинов В. Л., Білоконь А. І. Особливості влаштування різних видів кам’яної кладки в сучасному будівництві. Будівельне виробництво. 2021. № 71. С. 43-50.
4. Осипов С. О., Лівінський О. М. Будівельні конструкції та технологія їх зведення: монографія. Київ: УАН, 2018. 396 с.
5. Семко О. В., Воскобійник О. П. Міцність та деформативність кам’яних конструкцій: експериментальні дослідження. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. 2022. Вип. 42. С. 214-223.

ФОТОРЕАЛІСТИЧНА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ВЗАЄМОДІЇ З КЛІЄНТОМ НА СТАДІЇ РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЄКТУ

В.Ю.Марченко, магістрант гр. ПГС-24-М,
С.А.Гудзь, доц., канд. техн. наук
Державний вищий навчальний заклад
«Приазовський державний технічний університет»

Фотореалістична візуалізація стає потужним інструментом комунікації, який дозволяє перейти від абстрактного креслення до живого зображення. Традиційні архітектурні креслення й схеми ефективні для професіоналів, але можуть бути незрозумілими для клієнтів без спеціальної підготовки, тоді як 3D-моделі хоч і створюють об'ємне уявлення, часто не передають справжньої атмосфери проєкту. Натомість фотореалістична візуалізація робить проєкт наочним і доступним для сприйняття навіть людям без будівельного досвіду, створюючи зображення, яке виглядає настільки правдоподібно, що клієнт легко уявляє майбутній об'єкт у реальності. Це сприяє зміцненню довірчих відносин, оскільки клієнт відчуває свою залученість у процес і впевнений, що його ідеї будуть реалізовані.

Глибоке розуміння простору опирається на такі поняття як просторове сприйняття і комфорт. Фотореалістична подача допомагає клієнту візуалізувати габарити і текстури просторів, які неможливо передати стандартними кресленнями і базовими 3D-моделями. Це особливо важливо при проєктуванні інтер'єрів, де такі дрібниці, як освітлення і текстури, можуть значно вплинути на сприйняття всього приміщення. Атмосфера та емоційний зв'язок: реалістичні візуалізації не тільки надають форму і розміри, а й занурюють клієнта в атмосферу простору. Видимі матеріали та світлові ефекти, які він сприймає всередині проєкту, формують емоційний зв'язок і допомагають краще оцінити комфортність пропонуваніх рішень.

Прискорення прийняття рішення відбувається через візуалізацію як аргументу для обговорення деталей. Впевненість у виборі завдяки видимості, тобто коли клієнт з точністю бачить, який вигляд матиме будівля або кімната з використанням штучних матеріалів, текстур і кольорів, йому набагато простіше і швидше прийняти рішення. Це особливо корисно для формулювання спірних моментів, таких як вибір кольорних палітр або оздоблень. Швидкий зворотний зв'язок і зниження числа угод: завдяки візуалізації проєктувальники і дизайнери отримують момент відповіді клієнта, який може точно вказати, що йому подобається, а що потребує будь-яких змін. У результаті процес узгодження стає більш ефективним, що економить час і ресурси.

Емоційний ефект реалізму спирається на фотореалістичну візуалізацію, яка впливає не тільки на розумне сприйняття, а й на емоції. Клієнти буквально «бачать» свій майбутній простір, чи то квартира, офіс, чи то громадська будівля, у справжніх кольорах і текстурах. Це занурення допомагає клієнту відчути затишок, стиль і унікальність проєкту. Підвищена довіра через емоційне з'єднання: коли клієнт відчуває емоційну упевненість до проєкту ще на етапі візуалізації, він стає більш залученим і довіряє рішенням архітекторів. Це створює сприятливий ґрунт для плідної співпраці, де і замовник, і архітектор працюють над досягненням спільних цілей.

Часто зміни на етапі будівництва обходяться набагато дорожче, ніж на етапі проєктування. Коли клієнт бачить реалістичне виконання проєкту, можна очікувати, що його очікування не співпадуть з мінімальним результатом. Економія часу і коштів за рахунок серйозних коригувань відбувається завдяки фотореалістичним зображенням, які клієнт може заздалегідь оцінити, чи влаштовує обраний ним стиль, оздоблення та меблі, який ризик необхідно внести в зміни вже після виготовлення. Це допомагає утримати проєкт у рамках бюджету і зберегти його в потрібні терміни.

Технології відновлення (VR) і доповненої реальності (AR) спричиняють революцію в галузі візуалізації. Вони не просто створюють фотореалістичну подачу, а дають змогу клієнтам фізично «завантажуватися» в проєктований простір, створювати взаємодію з навколишнім середовищем і отримувати унікальні можливості для ухвалення рішень. Занурення у віртуальний простір включає в себе: VR як спосіб сприйняття зовнішніх масштабів і обсягів, можливість оцінити матеріали та рішення в найкоротші терміни, психологічний комфорт і впевненість у проєкті. Завдяки повному ефекту присутності, клієнт не просто сприймає простір розумно, а сприймає його на емоційному рівні. VR-досвід стає своєрідною «попередньою презентацією» майбутньої реальності, що дає змогу клієнту відчувати себе «вдома» в новому проєкті.

У VR-середовищі клієнти можуть миттєво змінювати різні параметри проєкту, такі як матеріали, колір стін, текстуру поверхні, вигляд і розміщення меблів, освітлення та інші елементи. Такий інтерактивний підхід спрощує процес ухвалення рішень, оскільки клієнт одразу бачить зміни в результатах, і це допомагає більш усвідомлено оцінювати запропоновані варіанти. Підтримка творчого процесу. Коли клієнт може сам переміщати об'єкти, змінювати їхні текстури або додавати нові елементи у віртуальне середовище, це стає більш ефективним для його участі в проєкті. Таким чином, процес ухвалення рішень стає гнучким і орієнтованим на клієнта, унаслідок чого він висловлює свої вподобання і бачить, як його ідеї живуть просто перед ним. Тестування ергономіки та комфорту через віртуальну реальність, яка дає змогу клієнту оцінити: чи легко буде проходити коридорами, чи зручно розміщені меблі, чи оптимальна висота стель і розташування вікон. Це особливо важливо для приміщень зі складним плануванням, а також для житлових приміщень, де зручність і функціональність є на першому місці.

AR-технології дають змогу накласти проєктований об'єкт на реальні умови навколишнього середовища. За допомогою зовнішнього пристрою або AR-гарнітури клієнт може побачити, який вигляд буде мати будівля, ландшафтний дизайн або інтер'єру конкретному місці - чи то наявний будмайданчик, чи то ландшафт, чи то ділянка землі. Аналіз оформлення та відповідності ландшафту. Зовнішні проєкти, такі як фасади будівель або ландшафтний дизайн, можна оцінити в четвертому оточенні.

Маркетинговий ефект фотореалізму відбувається через високоякісні фотореалістичні візуалізації, які стають ефективним маркетинговим ходом. Архітектурні бюро можуть продемонструвати клієнтам, що вони реалізують проєкти, демонструючи не тільки свою компетентність, а й турботу до клієнтів та орієнтацію на високі стандарти якості. Професіоналізм і увага до деталей: коли клієнт бачить, що архітектурна студія надає фотореалістичні зображення, це викликає впевненість у фінансовій підтримці команди. Клієнти починають сприймати таку компанію як надійного партнера, який розуміє їхній дизайн і готовий забезпечити прозорість на всіх етапах роботи. У цих тезах підкреслюється, що фотореалістична візуалізація - це не просто доповнення до проєктування, це інструмент, який змінює якість взаємодії між архітектором і клієнтом. Такий підхід допомагає не тільки прискорити ухвалення рішень, а й скоротити витрати, мінімізувати ризики та підвищити емоційне сприйняття проєкту.

Список літератури

1. Кардаш, Т. В. Основи архітектурної візуалізації: теоретичні та практичні аспекти / Т. В. Кардаш. - Київ: Інститут архітектури, 2019.
2. Кияниця, Л. В. Комп'ютерне моделювання та візуалізація архітектурного простору / Л. В. Кияниця // Архітектура України. - 2021. - №2(10). - С. 67-75.

АРМУВАННЯ ЦЕГЛЯНИХ СТОВПІВ

С. Мельник, ст. гр. БІ-23М-2,

В. Яцун, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Актуальність підвищення міцності будівель із цегли та дрібно блокових матеріалів змушує будівельників використовувати традиційні способи посилення кладки, а також розробляти нові способи армування несучих конструкцій. Армування цегляної кладки стін, фундаменту, опорних колон дозволяє суттєво знизити ризики утворення в них тріщин та руйнувань. Необхідність армування конструкційних елементів може виникнути з різних причин:

- висока ймовірність руху ґрунту, суттєва усадка будови;
- значне навантаження на несучі стіни, що часто виникає при експлуатації багатоповерхових будівель та промислових об'єктів.

В окремих випадках армування проводиться для виправлення технологічних помилок, наприклад, якщо не виконана перев'язка швів кладок.

Існує кілька методів армування цегляної кладки. До найпоширеніших видів відносяться:

Горизонтальне армування

Технологія застосовується при кладці перегородок і стін товщиною в одну цеглу в області їх з'єднання, а також зонах, що зазнають зміни внутрішніх напруг. Поздовжнє посилення дозволяє суттєво зменшити ризик появи тріщин у місцях: стиків зовнішніх стін; з'єднання зовнішніх та внутрішніх несучих стін; самонесучих стін та перегородок.

Це підвищує не тільки міцність та локальну стійкість кладки, але й теплоізоляційні характеристики. Якщо є необхідність зміцнювати мур стіни по всій довжині, посилення виконується способом створення армопояса. При цьому проводиться армування цегляної кладки по всій довжині стіни до верху, а розрахунок міцності визначає через скільки рядів необхідно підсилювати. Такий метод армування дозволяє суттєво знизити ризик розтріскування кладки при впливі температурних та усадкових деформацій.

Поперечне армування

Таке посилення застосовується для армування стін з кладки в 2 і більше цегли товщиною, а також колон, що окремо стоять. Мета посилення – збільшити міцність кладки. Незважаючи на те, що цегла є матеріалом, що добре працює на лінійний стиск, кладка зазнає об'ємної напруги.

Вертикальне армування кладки

Головне завдання армування - збільшення міцності неперев'язаної кладки, окрема цегла в якій працює на вигин та зріз. Тут арматура, яка не знижує міцність при дії зусиль розтягування, здатна суттєво знизити деформаційні напруження, що виникають у цегляній кладці. Технологія дуже рідко застосовується у малоповерховому будівництві. Найчастіше метод використовується посилення цегляних опор, стовпів, колон, дозволяючи зберегти незмінність геометрії їх перетину.

Список літератури

1. Comparison of mechanical properties of glass fiber/vinyl ester and carbon fiber/vinyl ester composites / Wonderly Christopher, Grenstedt Joachim, Fernlund Göran, Cēpus Elvis // Composites. B. 2005. № 5. Pp. 417–426.

ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ МОСТОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ: ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ

Р.Р.Міщенко, асп.,

А.В. Гасенко, доц., д-р. техн. наук

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Мостові споруди відіграють критично важливу роль у функціонуванні транспортної інфраструктури сучасного суспільства. Їхній технічний стан безпосередньо впливає на безпеку руху, економічну ефективність перевезень та загальний розвиток транспортних комунікацій. Це зумовлює необхідність підтримання високих стандартів експлуатації мостів та забезпечення своєчасного проведення ремонтних робіт.

Однак, сучасна система управління мостовою інфраструктурою стикається з низкою суттєвих викликів. Існуюча модель організації технічного обслуговування, експлуатації та ремонту мостових споруд демонструє свою неефективність у вирішенні нагальних завдань. Ця проблема має комплексний характер і зумовлена кількома ключовими факторами: відсутність належного науково-методологічного забезпечення, ресурсні обмеження, кадрово-організаційні проблеми [1].

З огляду на це, виникає потреба у розробці комплексного підходу до оцінки варіантів ремонту мостових споруд. Такий підхід повинен базуватися на багатокритеріальному аналізі, що враховує: економічну ефективність ремонтних робіт, соціальний вплив на місцеві громади, екологічні наслідки ремонтних заходів, довгострокову сталість прийнятих рішень.

Впровадження такого підходу дозволить оптимізувати процес прийняття рішень щодо ремонту мостових споруд та забезпечить більш ефективне використання наявних ресурсів при збереженні належного рівня безпеки та функціональності транспортної інфраструктури.

Комплексний аналіз сучасної транспортної системи виявляє критичну невідповідність між її складовими елементами. Традиційний підхід, який зосереджується переважно на рухомому складі, не враховує належним чином стан та спроможність транспортної інфраструктури, зокрема шляхів сполучення. Така однобічність у плануванні розвитку транспортного сектору створює низку системних проблем.

Ключові диспропорції проявляються у наступних аспектах: технічна невідповідність, стрімке зростання кількості транспортних засобів, суттєве збільшення осьових навантажень, більшість мостових споруд збудовано в середині ХХ століття. Проектні норми того часу не відповідають сучасним навантаженням. Застарілі конструктивні рішення не розраховані на інтенсивність сучасного трафіку [2].

Особливу увагу слід приділити створенню збалансованої системи взаємодії між державним сектором, що відповідає за інфраструктуру, та комерційними перевізниками. Це може включати: впровадження сучасних систем моніторингу, розробку економічних механізмів компенсації, створення ефективної системи контролю вагових параметрів, вдосконалення технічних стандартів.

Аналіз стану мостової інфраструктури виявляє критичну диспропорцію між фактичними та необхідними обсягами ремонтних робіт, що сформувалася протягом останньої чверті століття. Ця ситуація обумовлена кількома ключовими факторами: накопичення відкладених ремонтних робіт, значна кількість споруд наближається до граничного терміну експлуатації, неможливість одночасної модернізації всіх об'єктів, обмежені можливості нового будівництва та реконструкції.

Детальний аналіз технічного стану 143 мостових споруд Полтавської області, що знаходяться на дорогах загального користування державного значення, демонструє наступний розподіл:

а) за експлуатаційним станом:

- 17% споруд у 2-му стані (добрий);
- 37% споруд у 3-му стані (працездатні);
- 29% споруд у 4-му стані (обмежено працездатні);
- 4% споруд в аварійному стані.

б) критичні елементи обмежено працездатних мостів:

- прогонові будови;
- тротуарні конструкції;
- опорні частини;
- деформаційні шви.

Більшість елементів перебувають у 5-му експлуатаційному стані та потребують невідкладного капітального ремонту.

Основні рекомендації щодо збереження мостової інфраструктури включають:

а) першочергові заходи:

- підсилення несучих конструкцій аварійних споруд;
- захист від подальшої деградації;
- продовження експлуатаційного ресурсу;

б) критичні випадки:

- розробка проектів тимчасових штучних споруд;
- впровадження альтернативних технічних рішень;
- забезпечення безперервності транспортного сполучення;

в) довгострокові заходи:

- розробка комплексної програми реконструкції;
- впровадження системи превентивного обслуговування;
- оптимізація розподілу ресурсів.

Така ситуація вимагає розробки збалансованого підходу, який би враховував:

- обмеженість фінансових ресурсів;
- пріоритетність ремонтних робіт;
- технічну складність реконструкції;
- соціально-економічне значення об'єктів.

Сучасний стан мостової інфраструктури характеризується системними проблемами, що потребують невідкладного вирішення. Критична ситуація зумовлена поєднанням кількох ключових факторів: структурні диспропорції; технічні виклики; організаційні проблеми та заходи; стратегічні рішення; фінансово-економічні механізми. Реалізація цих заходів дозволить забезпечити підвищення надійності мостових споруд, оптимізацію витрат на утримання інфраструктури, покращення безпеки транспортного сполучення, сталий розвиток транспортної системи в цілому.

Список літератури

1. Каськів В.І., Панібратець Л.Г., Степанов С.М., Грінів В.С., Чайковська Л.І. Стан мостового господарства України на дорогах загального користування державного значення на підконтрольних територіях за 2023 рік. Дороги і мости. Київ, 2024. Вип. 29. С. 280–292.
2. Боднар Л.П., Панібратець Л.Г., Велічко М.М., Кметюк В.В. Аналітична інформація з програмного комплексу АЕСУМ щодо мостів станом на 2022 рік. Дороги і мости. Київ, 2022. Вип. 26. С. 155–171.

УДК378.016:004.94

СУЧАСНІ ІНСТРУМЕНТИ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ У ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ ПРОФЕСІЙНОЇ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ

П.О. Молчанов, доц., канд. техн. наук
Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка,
Ю.А. Срібна, доц., канд. пед. наук
Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка,
В.М. Кондель, доц., канд. техн. наук
Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка

Сучасні програмні засоби для проектування та моделювання відіграють важливу роль у різних галузях промисловості, забезпечуючи ефективність розробки, оптимізацію конструкцій та інтеграцію інноваційних рішень. Серед найбільш відомих і широко використовуваних програм можна виділити AutoCAD, CATIA, SolidWorks, Fusion 360 і SiemensNX.

AutoCAD є одним із найстаріших і найбільш універсальних інструментів для 2D- та 3D-проектування. Завдяки широким можливостям створення креслень і моделей, програма використовується в архітектурі, будівництві, машинобудуванні та інших галузях. Її функціонал забезпечує високоточну розробку проектів, інтеграцію з іншими програмними продуктами та простоту обміну документацією. CATIA є високотехнологічним рішенням для моделювання складних конструкцій, яке знайшло своє застосування в авіаційній, автомобільній та суднобудівній галузях. Програма дозволяє створювати тривимірні моделі з високим ступенем деталізації, аналізувати фізичні властивості матеріалів і виконувати симуляції роботи механізмів. Завдяки своїй універсальності CATIA використовується як для проектування окремих компонентів, так і для комплексних систем. Fusion 360 є популярним хмарним інструментом для інтегрованого моделювання, проектування і симуляції. Завдяки зручному інтерфейсу та можливостям колективної роботи, програма особливо популярна серед інженерів, дизайнерів і підприємців. Fusion 360 активно застосовується для створення прототипів, моделювання механізмів і оптимізації виробничих процесів. Siemens NX пропонує потужний набір інструментів для комплексного проектування, симуляції і виробництва. Програма є ключовим рішенням для розробки високотехнологічних продуктів у галузях машинобудування, аерокосмічної інженерії та медичних технологій. Siemens NX забезпечує точне моделювання, багаторівневий аналіз і можливості для автоматизації виробничих процесів.

Усі ці програми мають спільні характеристики, такі як висока точність, можливість інтеграції з іншими інструментами та адаптація до потреб конкретних галузей. Наукові дослідження підтверджують ефективність їх застосування в різних сферах. Аналіз CATIA у авіаційній індустрії підкреслює її здатність оптимізувати конструкції літаків, знижуючи їх вагу та підвищуючи аеродинамічні характеристики.

SolidWorks є універсальним програмним забезпеченням для моделювання та проектування, яке забезпечує інтеграцію з різноманітними додатками та сервісами, такими як Microsoft Office, Adobe Creative Suite, Dropbox і Google Drive. Це дозволяє ефективно обмінюватися даними та документацією між членами команди та зацікавленими сторонами, сприяючи оптимізації робочих процесів. Завдяки широким можливостям програма знаходить застосування у різних галузях, включаючи автомобільну промисловість, аерокосмічну індустрію, машинобудування, виробництво, медичну техніку, електроніку та інформаційні технології.

Таким чином, сучасні програмні засоби, такі як AutoCAD, CATIA, Fusion 360 і Siemens NX, SolidWorks, стали невід'ємними інструментами у багатьох галузях, сприяючи інноваціям, ефективності та якості проектних рішень.

У автомобільній промисловості SolidWorks використовується для проектування та оптимізації конструкцій автомобілів, дозволяючи створювати 3D-моделі, проводити аналізи міцності та прискорювати розробку нових моделей. В аерокосмічній галузі програма сприяє розробці літальних апаратів і ракет, враховуючи складні умови експлуатації та забезпечуючи оптимізацію ваги й міцності компонентів. У сфері машинобудування SolidWorks допомагає проектувати механізми, аналізувати робочі процеси й удосконалювати конструкції. Галузі активно використовують програму для створення точних 3D-моделей. В електроніці SolidWorks дозволяє моделювати електронні пристрої, враховуючи теплові й електромагнітні характеристики матеріалів.

Сучасні програмні засоби, такі як AutoCAD, CATIA, Fusion 360, Siemens NX та SolidWorks, є ключовими інструментами для проектування, моделювання та симуляції у різних галузях промисловості. Їх універсальність, інтеграційні можливості та потужний функціонал сприяють оптимізації робочих процесів, підвищенню точності розробок і впровадженню інновацій. Вплив цих програм на розвиток технологій підтверджується широким застосуванням у таких сферах, як машинобудування, авіація, медична техніка, будівництво та електроніка. Це демонструє їх важливість як інструментів, що формують сучасне інженерне середовище та майбутнє технологій.

Список літератури

1. Ali S. M., Ali Z. J., Abd M. M. (2020). Design and Modeling of a Soft Artificial Heart by Using the SolidWorks and ANSYS. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 671. P. 012062.
2. Bilishchuk V.B. et al. (2023) ADVANTAGES OF VIRTUAL MODELING FOR THE DEVELOPMENT OF MEASURING DEVICES / Promising technologies and devices. 2023. No. 22.
3. Balasubramani V., Jeganathan R., Dinesh Kumar S. (2023). Numerical analysis of porosity effects on mechanical properties for tissue engineering scaffold. Materials Today: Proceedings. 2023.
4. Satya Hanush S., Manjaiah M. (2022). Topology optimization of aerospace part to enhance the performance by additive manufacturing process. Materials Today: Proceedings. 2022.
5. Sahaya Anand T. J. et al. (2022). Static analysis for Nickel Aluminides (Ni3 Al) wheel hub using CATIA and solidworks / Aeronautics and Aerospace Open Access Journal. 2022. Vol. 6, no. 5.

УДК 666.97.033

КОМП’ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ГРЕЙФЕРА ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ

М.М. Нестеренко, доц., канд. техн. наук,

В.О. Колодочка, ст.гр. 301мм

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»,

А.І. Аніщенко

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

Очищення систем міського водовідведення є критичною складовою забезпечення ефективного функціонування інфраструктури сучасних міст. Урбанізація, зростання населення та кліматичні зміни створюють значні навантаження на ці системи, що вимагає пошуку нових рішень.

Традиційні методи очищення каналізаційних мереж в багатьох випадках виявляються малоефективними, особливо для роботи у складних умовах. Наприклад, накопичення твердих відходів, піску та інших забруднень у вузьких та важкодоступних ділянках водовідведення значно ускладнює експлуатацію систем. Як наслідок, зростає ризик затоплень, пошкодження інфраструктури та екологічних проблем.

Одним із перспективних рішень є вдосконалення конструкції грейферного ківша, який використовується для видалення осадів та відходів з каналізаційних систем.

Грейферні ківші, що застосовуються для очищення інженерних мереж, виконують ключову роль у механічному видаленні накопичених забруднень. Однак, через великі розміри і недостатню маневровість, їх ефективність у роботі на компактних або важкодоступних ділянках обмежена. Це створює необхідність розробки міні-систем грейферів, які враховують специфіку таких умов. На рисунку 1 показано процес очистки системи зливових мереж.



Рисунок 1 – Очищення систем зливових мереж

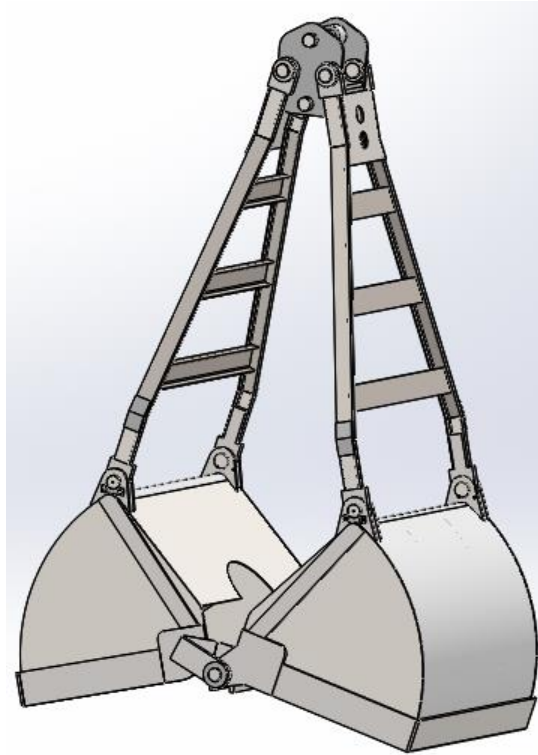


Рисунок 2 – Модель грейфера

Комп'ютерне моделювання є ключовим інструментом для розробки та вдосконалення конструкції грейферного ківша. Використовуючи програмний комплекс САПР SolidWorks можна проаналізувати різні виконання геометрії ківша, оцінити ефективність його роботи та оптимізувати конструкцію з точки зору механічної міцності, ваги та об'єму ківша.

За основу створення комп'ютерної моделі (рисунок 2) було взято ківш грейфера зображений на рисунку 1.

Дослідження ківша грейфера проводилося із навантаженням 1500Н. Результати моделювання ківша грейфера під навантаженням зображено на рисунках 3-5.

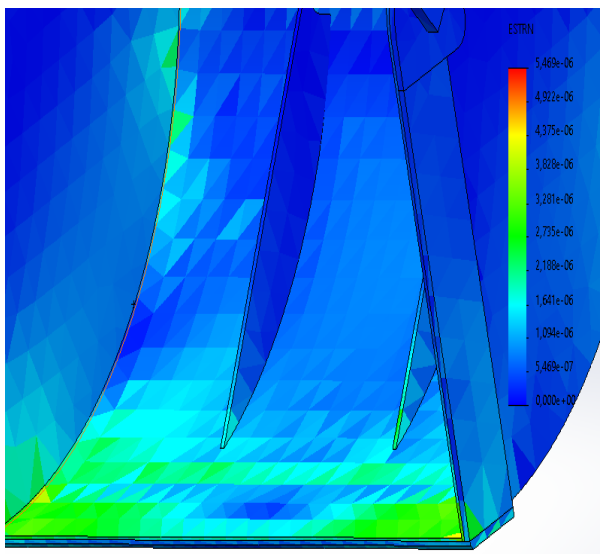


Рисунок 3 – Деформація від навантаження в ківші

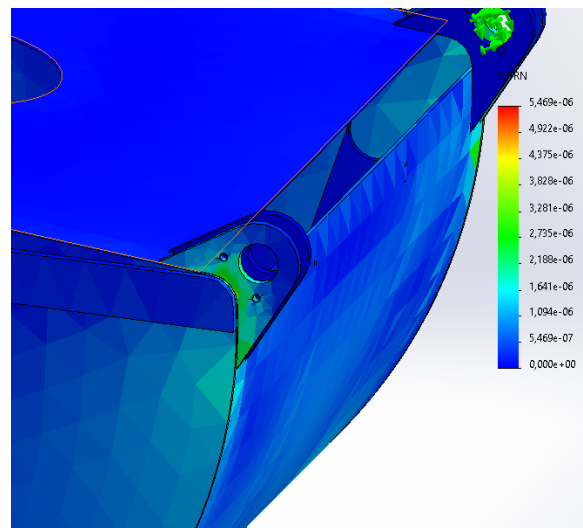


Рисунок 4 – Деформація від навантаження в проушинах модернізованого ківша

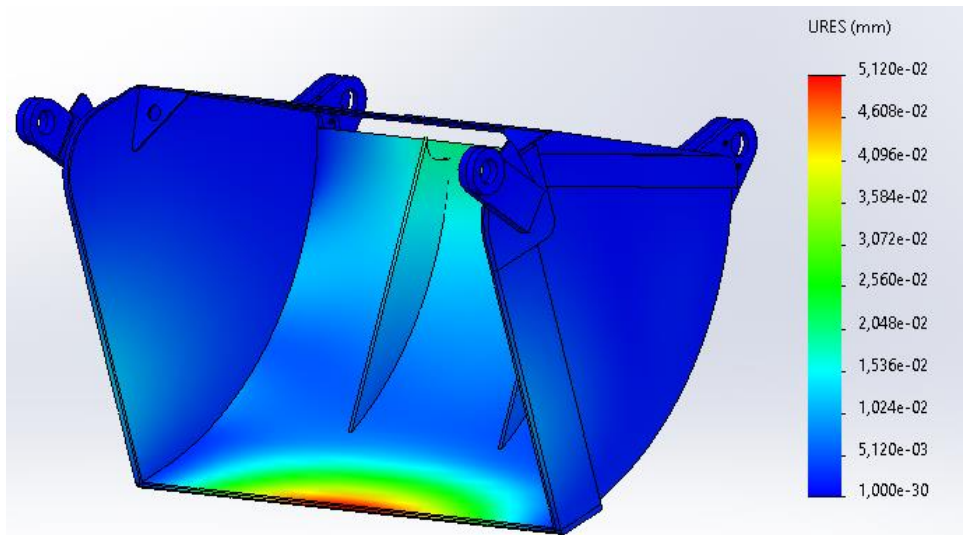


Рисунок 5 – Переміщення від навантаження в ківші

Отже комп’ютерне моделювання грейферів відкриває нові можливості для вдосконалення систем очищення міського водовідведення. Розробка міні-систем грейферів є перспективним напрямком, що дозволяє оптимізувати процеси очищення, зменшити витрати на обслуговування.

АНАЛІЗ БОЛТОВИХ ВУЗЛІВ КРІПЛЕННЯ ПРОКАТНИХ БАЛОК ДО РЕБЕР ЖОРСТКОСТІ ГОЛОВНОЇ БАЛКИ

Р.А. Неделков, магістрант гр. БІ-23Мз,

М.К. Юрченко, ст. гр. БІ-24,

М.В. Пашинський, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет,

З.Б. Аносова, викл.

Кропивницький будівельний фаховий коледж

Вузли бічного кріплення балок настилу чи другорядних балок до ребер жорсткості головної балки часто виконуються на болтах нормальної точності (клас точності В за ДБН [1]) за схемою, показаною на малюнку 1. Несуча здатність такого з'єднання визначається зрізом болта і змінанням стінок другорядних балок чи ребер жорсткості головної балки. Методи розрахунку та конструювання з'єднань на болтах викладені в чинних нормах проектування ДБН [1] та в навчальній літературі [2, 3], але рекомендації щодо вибору раціонального класу міцності та діаметра болтів у літературних джерелах відсутні.

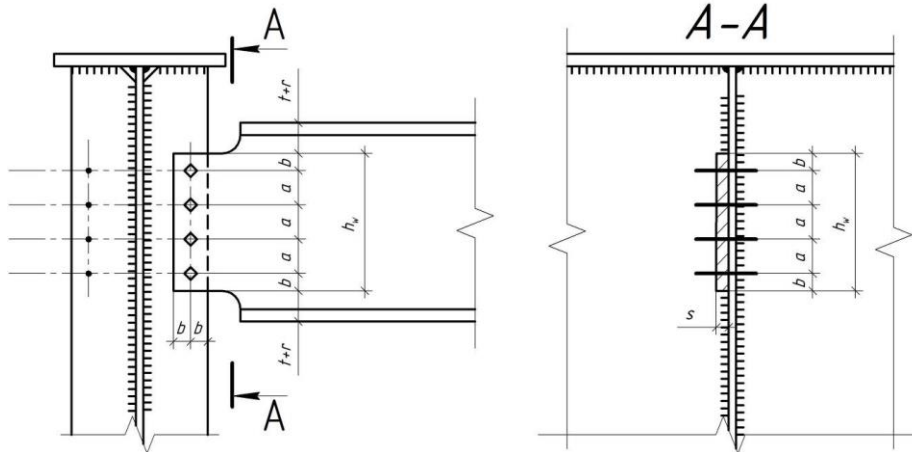


Рисунок 1 – Конструктивна схема болтового з'єднання

Мета даного дослідження полягає в розробленні рекомендацій з раціонального вибору класу міцності та діаметра болтів нормальної точності для прикріплення прокатних балок до поперечних ребер жорсткості головної балки у вузлах сталевих балкових кліток.

Для розв'язання поставленої задачі розроблена й реалізована в розрахунковому бланку Microsoft Excel методика варіантного проектування, яка базується на таких передумовах та вихідних даних:

- розрахунок і конструювання з'єднання здійснюється згідно з вимогами ДБН [1] та конструктивною схемою, зображеною на малюнку 1;
- у якості балок, що прикріплюються, використовуються двотаври за ДСТУ [4] та швелери з ухилом полиць за ДСТУ [5];
- болти встановлюються в один ряд в межах плоскої частини стінки прокатної балки на мінімальних відстанях за таблицею 16.3 ДБН [1];
- мінімально допустима кількість болтів визначається за наведеними в таблиці 16.3 ДБН [1] максимальними відстанями між болтами та від краю стінки;
- згідно з рекомендаціями ДБН [1], використовуються болти класу точності В діаметрами 16, 20, 24, 30 і 36 мм класів міцності 5.6, 8.8, 10.9 і 12.9;
- товщина ребра жорсткості, до якого прикріплюється прокатна балка, приймається не меншою за товщину стінки балки, тому з'єднання має одну площину зрізу болтів, а менша товщина площадки змінання дорівнює товщині стінки;

- болтове з’єднання розраховується на максимально можливе зусилля зрізу, яке може сприймати стінка прокатної балки в перерізі, що проходить по отворах під болти;
- у кожному з’єднанні використовуються болти найменшого класу міцності, який забезпечує несучу здатність при зрізі болтів, не меншу від несучої здатності з умови змінання стінок отворів.

З використанням розробленого розрахункового бланку виконані розрахунки вузлів кріплення 16 двотаврів та 12 швелерів з ухилом полиць, перелік яких наведено в таблицях 1 і 2. З повного сортаменту двотаврів [4] та швелерів [5] вилучені малі профілі, у яких неможливо поставити хоча б два болти мінімального діаметра 16 мм, а також швелери 16аУ та 18аУ, які мають такі ж умови розміщення болтів на стінці, як і швелери 16У та 18У. Для кожної з 28 балок виконані розрахунки 20 варіантів вузла кріплення на болтах п’яти діаметрів та чотирьох класів міцності. Для кожної комбінації діаметра й класу міцності болтів отримані такі результати розрахунку:

- мінімально допустима кількість болтів n_{min} , визначена з умови їх встановлення на максимальних відстанях за ДБН [1];
- максимально допустима кількість болтів n_{max} , визначена з умови їх встановлення на мінімальних відстанях за ДБН [1];
- необхідна кількість болтів n_{ef} , визначена розрахунками за ДБН [1] з умов несучої здатності при зрізі болта та при змінанні стінок отворів під болтами.

З отриманих результатів розрахунків видалені неможливі та нераціональні рішення вузлів. Неможливими є рішення, для яких:

- на стінці не можна розмістити хоча б два болти заданого діаметра;
- отримано $n_{min} > n_{max}$, що може реалізуватися унаслідок надто тонкої стінки балки;
- необхідна за розрахунком кількість болтів $n_{ef} > n_{max}$.

Можливими, але нераціональними є рішення, для яких:

- є варіант з такою ж кількістю болтів того ж діаметра, але меншого класу міцності;
- є варіант з такою ж кількістю болтів того ж класу міцності, але меншого діаметра.

Раціональними слід вважати рішення з найменшою можливою кількістю болтів найменшого можливого діаметра та класу міцності. Аналіз результатів розрахунку болтових з’єднань показав, що з ростом висоти профілю розширюється діапазон класів міцності та збільшується максимальний діаметр болтів, які можна використати у вузлах кріплення. Усі швелери можна прикріпити 2...8 болтами діаметром 16...24 мм, а двотаври – 2...12 болтами діаметром 16...36 мм. Болти класу міцності 10.9 доцільно використати лише в одному варіанті кріплення двотавра номер 60, а використання болтів класу 12.9 є взагалі нераціональним.

З 560 розглянутих варіантів вузлів 356 є можливими для виконання, а 73 можна вважати раціональними. Кількість можливих і раціональних рішень вузлів кріплення збільшується з ростом висоти профілю від 1 чи 2 для малих профілів до 4 раціональних варіантів для швелера номер 40 і 8 раціональних варіантів для двотавра номер 60.

Порівняння конструктивних параметрів вузлів кріплення прокатних двотаврів та швелерів однакової висоти показало, що завдяки дуже близьким товщинам і висотам стінок двотаврів та швелерів вузли кріплення профілів однакової висоти мають однакові значення діаметра, класу міцності та кількості болтів. Рекомендовані для використання раціональні діаметри, класи міцності та кількості болтів нормальної точності для кріплення прокатних двотаврів з [4] та швелерів з [5] наведені в таблиці 1. В таблиці вказані також значення опорних реакцій, на які розраховані вузли кріплення.

Таблиця 1 – Раціональні варіанти кріплення двотаврів та швелерів різної висоти

Висота профілю, см	Q, кН	d _b , мм	Кількість болтів класу 5.6		
			5.6	8.8	10.9
12	36,0	16	2		
40	313,8	16	8	7	

14	49,7	16	2
16	63,2	16	2
18	64,5	16	3
20	79,5	16	3
22	96,1	16	3
24	113,6	16	4
	104,3	20	3
27	145,1	16	4
	135,1	20	3
30	181,6	16	5
	170,8	20	4
	159,9	24	3
33	219,9	16	6
	208,2	20	4
	196,5	24	3
36	245,0	16	6
	228,3	20	4
	211,6	24	3

	295,3	20	5		
	276,9	24	4		
45	396,6	16	10	8	
	376,6	20	6		
	356,5	24	5		
	326,5	30	4		
50	504,6	16		9	
	482,3	20	8	7	
	460,1	24	5		
	426,7	30	4		
55	625,4	16		10	
	600,9	20	10	7	
	576,4	24	7	6	
	539,7	30	5		
	503,0	36	4		
60	753,9	16		12	11
	727,2	20	11	8	
	700,6	24	8	7	
	660,5	30	5		
	620,5	36	4		

Таблиця 1 дозволяє попередньо вибрати конструкцію болтового з'єднання для обпирання прокатних балок вказаних профілів. У випадку зміни діаметра чи кількості болтів унаслідок коригування опорної реакції балки чи уніфікації болтів у межах конструктивного комплексу необхідно перевірити умови їх розміщення на стінці балки та виконати контрольну перевірку несучої здатності з'єднання згідно з вимогами ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції.

Список літератури

1. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. Зі зміною № 1. – К., 2022. – 220 с.
2. Нілов О.О., Пермяков В.О., Шимановський О.В. та ін. Металеві конструкції: Загальний курс: Підручник для вищих навчальних закладів. – Видання 2-е, перероблене і доповнене. – К.: Видавництво "Сталь", 2010. – 869 с.
3. Клименко Ф. Є., Барабаш В. М., Стороженко Л.І. Металеві конструкції: / За ред. Ф.Є Клименка : Підручник. – 2-ге видання, випр. і доп. – Львів: Світ, 2002. – 312 с.
4. ДСТУ 8768:2018. Двотаври сталеві гарячекатані. Сортамент. К., 2018. – 5 с.
5. ДСТУ 3436-96 (ГОСТ 8240-97). Швелери сталеві гарячекатані. Сортамент. К., 2002. – 7 с.

УКНД 91.120.40

**ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ УЧАСНИКІВ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ
МУРАХІВСЬКОГО ЛІЦЕЮ БЕРЕЗНЕГУВАТСЬКОЇ СЕЛИЩНОЇ РАДИ
ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ВДОСКОНАЛЕНОЇ СИСТЕМИ
БЛИСКАВКОЗАХИСТУ ПРИ КАПІТАЛЬНОМУ РЕМОНТІ БУДІВЛІ**

О.О. Новожилов, магістрант гр. БІ 23 М-2,

В.А. Настоящий, проф., канд.техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Один з етапів Програми з відновлення України передбачає відновлення об’єктів соціальної інфраструктури, зокрема шкіл. Ці заходи повинні супроводжуватись впровадженням заходів безпеки учасників навчального процесу – учнів, викладачів, відвідувачів тощо зокрема систем пожежної небезпеки і блискавкозахисту.

Мета роботи полягала у впровадженні технічно обґрунтованою системи блискавкозахисту при капітальному ремонті будівлі Мурахівського ліцею Березнегуватської селищної ради для підвищення безпекових показників і забезпечення їх відповідності діючим нормам шляхом виконання досліджень іновативних системи блискавкозахисту та комплексу ремонтно-будівельних робіт.

Обстеження існуючої системи блискавкозахисту виконувались з участю здобувача, та показали її невідповідність класу рівня LPS.

Були розраховані оцінки ризиків при ураженнях блискавкою корпусів ліцею та відповідних витрат, а саме RA - компонент ризику нанесення шкоди живим істотам внаслідок ураження електричним струмом та RB - компонент ризику фізичного пошкодження будівлі. Встановлено, що визначені значення ризику RB, отже і безпосередній ризик життю людей від удару блискавки перевищувало допустимі, тобто для будівель корпусів ліцею влаштування системи блискавкозахисту є обов’язковим.

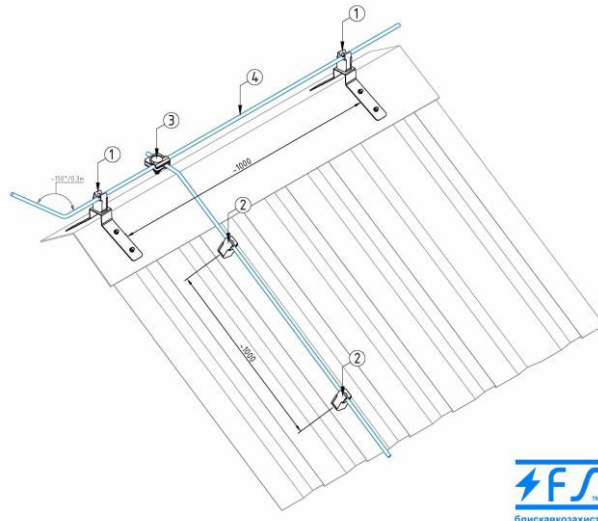
Виконано огляд іновативних систем блискавкозахисту, обґрунтовані та прийняті способи захисту корпусів ліцею, а саме захист від прямих ударів блискавки, захист від вторинних дій блискавки, заходи захисту від крокової напруги.

Запропанована зовнішня блискавкозахисна система в загальному випадку складається з системи блискавкоприймачів (перехоплювачів), системи доземних провідників (струмовідводів) та системи земляного закінчення (уземлення), матеріали і розміри яких повинні задовольняти вимогам таблиці 6 та 7 ДСТУ EN 62305-3:2021.

Для захисту будівлі від прямих ударів блискавки використовувати в якості блискавкоприймача на покрівлі будівлі блискавкозахисну сітку із сталевого оцинкованого дроту діаметром 8 мм, що задовольняє вимогам таблиці 6 ДСТУ EN 62305-3:2021. Згідно таблиці 2 ДСТУ EN 62305-3:2021 для III класу LPS розміри чарунки сітки не повинні перевищувати 15x15 м (рис. 1).

Для прокладки сталевого оцинкованого дроту діаметром 8 мм по поверхні покрівлі будівлі запропановано тримачі дроту «Н-015 та Н-303» (Блискавкозахист FS, Україна). Для паралельного і перпендикулярного з’єднання сталевого оцинкованого дроту діаметром 8 мм на покрівлі будівлі запропановано застосувати злучники для дроту універсальні типу «С-011» виробництва «Блискавкозахист FS» (Україна) (лист ДСБ 2309 ДР 03).

В якості компонентів системи доземних провідників передбачається сталевий оцинкований дріт діаметром 8 мм, що задовольняє вимогам таблиці 6 ДСТУ EN 62305-3:2021. Доземні провідники прокладаються відкрито по фасаду по периметру будівлі за допомогою тримачів дроту типу «Н-021 та Н-018» (Блискавкозахист, Україна). Середня відстань між доземними провідниками має бути не більше 15 м згідно з таблицею 4 ДСТУ EN 62305-3:2021.



1 - Тримач коників прямиий з Ni-ro; 2 - Тримач дроту Ni-ro; 3 - Злучник для дроту універсальний; 4 - дріт алюмінієвий \varnothing 08 мм.

Рисунок1 – Схеми прокладання проводників по скатній поверхні.

Поблизу землі на кожному доземному провіднику на стіні будівлі встановлюються контрольні злучники для дроту FS і полоси типу «С-034» (Блискавкозахист FS Україна) з метою можливості виконання вимірювань опору заземлюючого пристрою (лист ДСБ 2309 ДР 04).

В якості заземлюючого пристрою запропановано система земляного закінчення з горизонтальних та вертикальних уземлювачів. Вертикальний уземлювач представлений комплектом стержневого уземлювача типу «0-16/30» (ЕІко-Bis, Польща) діаметром 16 мм та довжиною 3 м.

Стержневий уземлювач з'єднується з горизонтальними уземлювачами, що виконані зі сталеві оцинкованої полоси 40x4 мм. Кільцевий горизонтальний уземлювач прокладається в землі на глибині не менше 0,7 м від рівня землі та на відстані не менше 1,0 м від фундаменту будівлі .

У місцях перетину горизонтальних уземлювачів із сталеві оцинкованої полоси 40x4 мм з підземними металевими комунікаціями полоса прокладається в азбестоцементних трубах діаметром 90 мм.

Всі з'єднання, що виконані в землі, необхідно захистити антикорозійною стрічкою типу «G-115» виробництва «Блискавкозахист FS» (Україна).

Згідно ДСТУ EN 62305-3:2021 виконуються наступним шляхом заходи щодо захисту від вторинних дій блискавки:

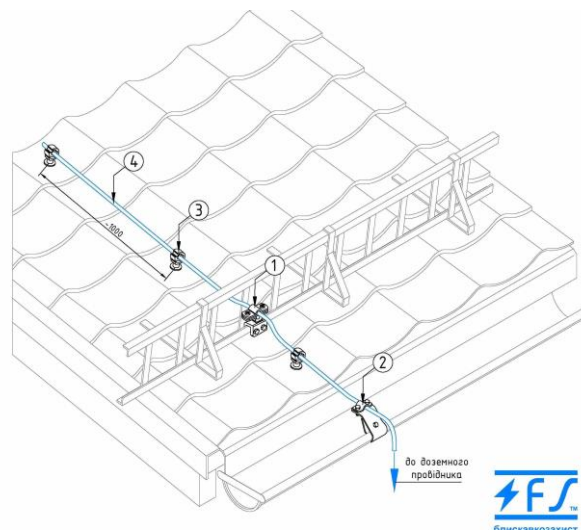
- екранування для ослаблення електромагнітних перешкод;
- з'єднання металевих частин для ослаблення різниці потенціалів між ними;
- заземлення для відводу більшої частини струму блискавки в землю;
- використання пристроїв захисту від імпульсних перенапруг – ПЗП.

Екранування виконується за допомогою з'єднання всіх металокопструкцій будівлі: металокопструкцій покрівлі, фасадів, металевого каркаса будівлі.

Всі металокопструкції будівлі з'єднуються із системою зовнішнього блискавкозахисту будівлі (рис.2).

Металеві екрани кабелів і броню приєднуються до системи зовнішнього блискавкозахисту по обох кінцях кабелю і на вводі в будівлю - на межі зони блискавкозахисту.

З'єднання металевих частин, розташованих усередині зон блискавкозахисту, виконуються на кордонах зон блискавкозахисту. Струми від вторинних дій блискавки зведені до системи зовнішнього заземлення блискавкозахисту.



- 1 - клема фальцева металева; 2 - зажим для дроту до ринви;
3 - тримач дроту пластиковий М6; 4 - дріт алюмінієвий \varnothing 08 мм

Рисунок 2 – Схеми з'єднання металоконструкції будівлі із системою зовнішнього блискавкозахисту.

Впровадження запропонованих заходів по удосконаленню блискавкозахисту при капітальному ремонті навчальноно закладу забезпечує безпечну експлуатацію споруди та безпеку учасників навчального процесу.

Список літератури

1. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 «Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд»
2. ДСТУ EN 62305-3:2021 "Захист від блискавки. Частина 2. Управління ризиками".(EN 62305-3:2011, IDT: IEC 62305-3:2010, MOD)
3. ДСТУ EN 62305-3:2021 Блискавкозахист. Частина 3. Фізичні пошкодження будівель (споруді та небезпека для життя (EN 62305-3:2011, IDT: IEC 62305-3:2010, MOD)

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ДЕРЕВ'ЯНИХ ФЕРМ**О.В. Новохатько**, магістрантка гр. БІ-23Мз,**А.В. Невешкін**, магістр гр. БІ-23М-2,**К.Д. Богатирьова**, магістрантка гр. БІ-24Мз,**М.В. Пашинський**, доц., канд. техн. наук*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Деревина – це традиційний будівельний матеріал, що має багато переваг. Її можна виготовити різної форми і розмірів, вона вирізняється високим співвідношенням міцності до ваги. Деревина може комбінуватися з іншими будівельними матеріалами і вона є відновлюваним будівельним матеріалом.

Але деревина має й недоліки. Так як вона є природним матеріалом, її характеристики сильно залежать від кліматичних умов та від навантаження [1]. Вагомою є проблема дефектів в дерев'яних брусах (сучків) [2], у зв'язку з чим деревина потребує сортування (механічного або візуального).

У будівництві деревина застосовується у різних несучих елементах будівель та споруд, зокрема її часто використовують в якості несучих елементів дерев'яних ферм покрівлі. У будівельній практиці використовуються різні конструктивні схеми дерев'яних ферм, найпоширенішими з них є: скатні ферми; ферми з паралельними поясами; трапецієподібні ферми та інші. На малюнку 1 наведено основні типи дерев'яних ферм покриття:

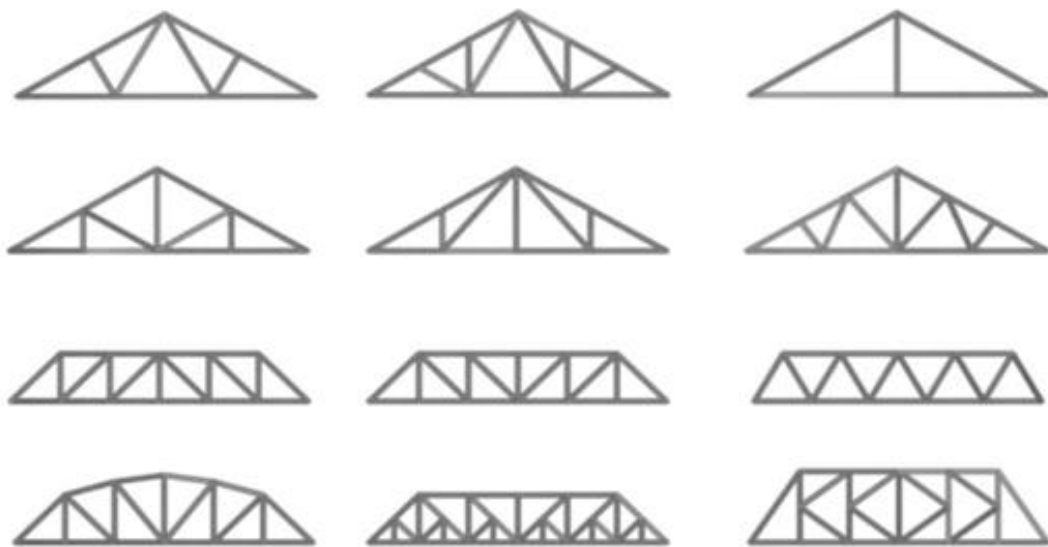


Рисунок 1 – Основні типи дерев'яних ферм покриття

Мета даного дослідження полягає в цифровому моделюванні ферми покриття у програмному комплексі RFEM-Design 6 з подальшою оптимізацією стержнів ферми з урахуванням дефектів деревини.

Для розв'язання поставленої задачі розроблена й змодельована структурна 2D-модель W-подібної ферми даху з висотою 3 метри та шириною в один метр. Ухил прийнято рівним 30° (Рисунок 2).

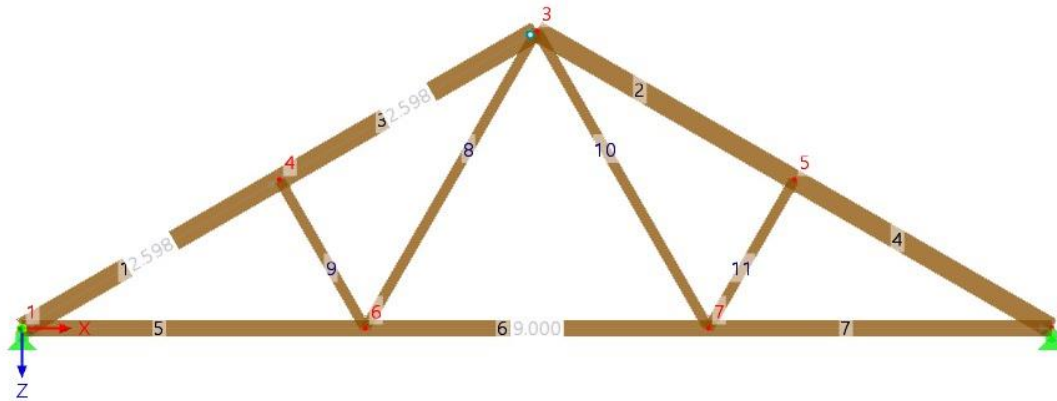


Рисунок 2 – Модель кроквяної ферми W-подібного типу

У програмному комплексі задається деревина класу С24 [3] для внутрішньої та зовнішньої частини ферми з різною товщиною. Властивості деревини наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Характеристики міцності та жорсткості деревини (позначення відповідно відповідно до EN 338:2016 [4]).

C24	$f_{m,k}$, Н/мм ²	$f_{t,0k}$, Н/мм ²	$f_{t,90,k}$, Н/мм ²	$f_{c,0,k}$, Н/мм ²	$f_{c,90,k}$, Н/мм ²	$f_{v,d}$, Н/мм ²	E_d , кН/мм ²	E_{mean} , кН/мм ²	G_{mean} , кН/мм ²	P_m , кг/м ³
-	24	14.5	0.4	21	2.5	4.0	11000	370	690	420

Навантаження на ферму задається згідно з ДБН В.1.2-2:2006 [5]. Змінне навантаження дорівнює 4,155 кН/м². Лінійне навантаження прикладене до покрівлі і складає 1,06 кН/м². Для спрощення розрахунків припускаємо, що в нижній частині ферми не розміщується система вентиляції чи інше обладнання. Значення вітрового навантаження приймається після визначення швидкості вітру та категорії рельєфу. Задаємо швидкість вітру у 19 м/с, для кліматичних умов м. Кропивницький.

Для проведення симуляції використано метод Монте-Карло [6]. Результати моделювання до і після оптимізації наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Симуляція дерев’яної ферми методом Монте-Карло

Елемент	Руйнівне зусилля	Імовірність відмови (до оптимізації)	Імовірність відмови (після оптимізації)
1	2137	2.1370e-04	4.7500e-05
2	298	2.9800e-05	2.4000e-06
3	105	1.0500e-05	7.0000e-07
4	56	5.6000e-06	3.0000e-07
5	31	1.0000e-06	1.0000e-07
6	24	2.4000e-07	1.0000e-07
7	17	1.7000e-06	0
8	12	1.2000e-06	0
9	9	9.0000e-07	0
10	7	7.0000e-07	0
11	5	5.0000e-07	0

У результаті моделювання було встановлено, що розмір елементів ферми має більший вплив на ризик відмови, ніж сорт деревини. Зміна міцності бруса призводить до незначної

зміни напруження а зміна розмірів елемента значно впливає на напруження елемента. Найефективніший спосіб підвищити міцність конструкції – змінити і розмір, і міцність бруса. Результати оптимізації з різними рівнями невизначеності наведені на рисунку 3.

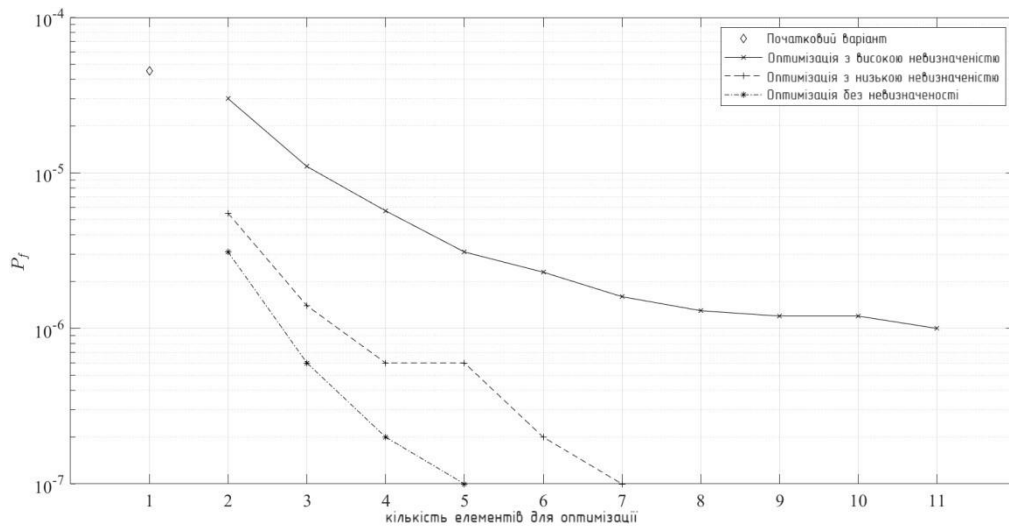


Рисунок 3 – Оптимізація кроквяної ферми з відповідними різними рівнями невизначеності

Список літератури

1. Пінчевська О.О., Спірочкін А.К. Технологія сушіння і захисту деревини. Частина 1. Навчальний посібник. Київ: вид-во, 2021. Ч.1.171 с.
2. В.І. Подкоритов. Посібник із вимірювання та оцінки якості деревини в круглому вигляді. Київ, 2015. 87 с.
3. ДСТУ EN 408:2007 Лісоматеріали конструкційні. Конструкційна та клеєна шарувата деревина. Визначення деяких фізичних та механічних властивостей (EN 408:2003, IDT)
4. ДСТУ EN 338:2004 Лісоматеріали конструкційні. Класи міцності (EN 338:2003, IDT)
5. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. К.: Мінбуд України, 2007. – 60 с.
6. Метод Монте-Карло. Інформація з Вікіпедії. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4_%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%B5-%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%BE

УДК 691.328

ПЕРЕВАГИ ТА СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ ОДНОШАРОВИХ ТА БАГАТОШАРОВИХ БЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

О. Палівода, ст. гр. БІ-23М-2,

Н. Томаченко, асист.,

І. Скриннік, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Одношарові та багатошарові бетонні конструкції широко використовуються в сучасному будівництві. Кожен із цих типів конструкцій має свої особливості, переваги та недоліки, які визначають їх вибір залежно від умов експлуатації, економічних і технологічних вимог.

Одношарові конструкції традиційно виконуються з важкого бетону. Це забезпечує високу міцність і довговічність таких елементів, проте одночасно збільшує їх вагу. Через це одношарові бетонні панелі є матеріалоємними, що зумовлює значні витрати на виробництво, транспортування та монтаж. Ще одним недоліком є недостатня тепло- та звукоізоляція, що ускладнює їх застосування у житловому будівництві, де ці показники мають вирішальне значення. Незважаючи на це, одношарові конструкції залишаються популярними завдяки своїй простоті у виготовленні та експлуатації в умовах, де не висуваються високі вимоги до теплоізоляції.

Багатошарові бетонні конструкції стали відповіддю на сучасні вимоги до енергоефективності та екологічності будівництва. У таких конструкціях використовуються кілька шарів бетону з різними властивостями. Основний несучий шар, як правило, виконується з важкого бетону високого класу міцності, тоді як зовнішні чи проміжні шари можуть бути зроблені з легкого бетону. Це дає змогу значно зменшити вагу конструкції, покращити її тепло- і звукоізоляційні характеристики та оптимізувати використання матеріалів.

Одним із важливих технологічних досягнень багатошарових конструкцій є їхня здатність поєднувати властивості різних бетонів для досягнення спільної роботи шарів. Наприклад, у тришарових панелях часто використовується конструкційний легкий бетон у проміжному шарі, який забезпечує високу теплоізоляцію, тоді як зовнішні шари з важкого бетону виконують основну несучу функцію.

Окремої уваги заслуговує застосування багатошарових конструкцій у регіонах із низькими температурами. Завдяки ефективній теплоізоляції вони забезпечують значне зниження енерговитрат на опалення. Крім того, їхні легші варіанти часто використовуються в умовах високої вологості та агресивного середовища, наприклад у промислових будівлях, холодильниках і овочесховищах.

Водночас багатошарові конструкції мають свої виклики. Їх виробництво вимагає складніших технологій і більш високої кваліфікації персоналу. Необхідність забезпечення міцного зчеплення між шарами створює додаткові вимоги до якості матеріалів та технологічних процесів. Незважаючи на це, розвиток виробничих технологій і досвід використання багатошарових конструкцій довели їх високу ефективність і надійність.

Отже, вибір між одношаровими та багатошаровими бетонними конструкціями залежить від конкретних завдань і умов. Одношарові конструкції можуть бути доцільними в простих та економічно обґрунтованих проєктах, тоді як багатошарові є ідеальним рішенням для об'єктів із високими вимогами до енергоефективності, теплоізоляції та міцності.

КООРДИНАТНА ОСНОВА ДЕРЖАВНОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД

Р.О. Панасенко, студ.,
А.М. Карюк, доц., канд. техн. наук
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Просторове положення пунктів геодезичного обґрунтування для інженерних споруд встановлюється відносно точок Державної геодезичної мережі (ДГМ) [1]. Планова точність ДГМ України характеризується середньою квадратичною похибкою 2,8 см, що забезпечує надійну прив'язку інженерних об'єктів із значним запасом точності [2]. Розвиток геодезичної науки призвів до формування різних методів вимірювань, включаючи: триангуляцію, трилатерацію, полігонометрію, геометричне та тригонометричне нівелювання, а також визначення координат за допомогою супутникових систем. Відносна точність геодезичних вимірювань варіюється в широких межах - від однієї тисячної до однієї десятимільйонної ($1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-7}$).

Глобальні навігаційні супутникові системи вимірювань характеризуються високою точністю результатів, проте мають суттєвий недолік – потребують значних затрат часу як на проведення спостережень, так і на подальшу обробку даних для отримання координат. Враховуючи, що інструкція [3] була опублікована у 1999 році, а за минулі два десятиліття технології ГНСС зазнали значного розвитку з появою нових методів вимірювань, виникає необхідність дослідження можливостей застосування цих сучасних методів у сфері інженерно-геодезичних робіт.

Удосконаленням ДГМ є розвиток активних ГНСС-мереж, створене силами України та приватним бізнесом. Станом на 2023 рік територія України обладнана 407 ГНСС-станціями, що функціонують у складі шести різних мереж, які мають різноманітні форми власності та належать до різних відомств, як це показано на рисунку 1.

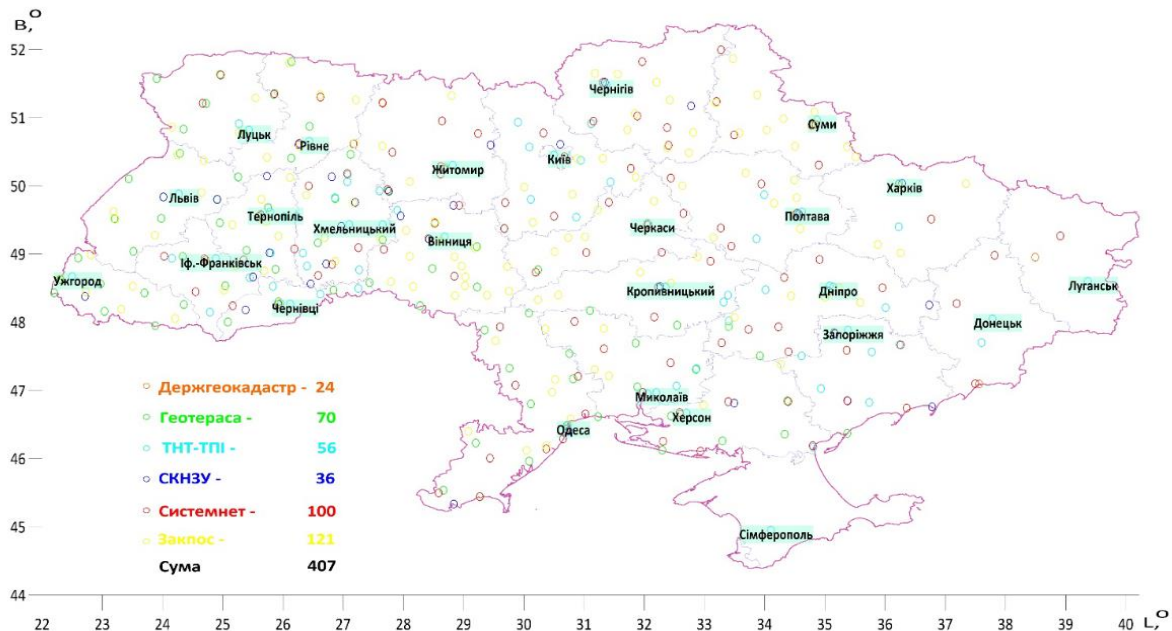


Рисунок 1 – Українські перманентні ГНСС-станції станом на 2023 рік

Міжнародна геодезична служба надає рекомендації щодо оптимального розташування станцій на території площею 603000 квадратних кілометрів. Відповідно до цих настанов, мережа станцій повинна формувати структуру з рівносторонніх трикутників, де кожна

сторона має довжину 70 кілометрів. При такому розташуванні один трикутник здатен обслуговувати територію площею 2000 квадратних кілометрів.

Як зазначено в джерелі [4], координати ГНСС-станцій визначаються за допомогою супутникових геодезичних спостережень. Ці вимірювання проводяться в загальноземній системі координат. Для станцій, розташованих на відстані 100-300 кілометрів одна від одної, відносна похибка визначення просторового положення ($\Delta r/p$) становить $1/10^8$.

Сучасні країни активно впроваджують глобальні навігаційні супутникові системи (ГНСС) та створюють відповідну нормативно-правову базу для їх застосування в інженерних проектах. Статичний режим ГНСС-технологій використовується для визначення координат опорних геодезичних пунктів на об’єктах різного масштабу – від невеликих до масштабних. Поява інноваційних режимів позиціонування за допомогою ГНСС потребує проведення додаткових досліджень для формування оновлених методичних вказівок. До сучасних методів ГНСС належать: РТК (кінематичне визначення координат у реальному часі), РРК (кінематичне визначення координат з подальшою обробкою даних), РРР (прецизійне позиціонування) [5].

Традиційне визначення координат за допомогою ГНСС у режимі РТК базується на диференціальних вимірюваннях із застосуванням стаціонарної базової станції та мобільного роверного приймача супутникових сигналів. Вимірювання здійснюються обома приймачами синхронно. Базова станція генерує диференційні поправки та передає їх на роверний приймач через бездротовий канал зв’язку, що дозволяє уточнити його місцезнаходження. Відтак, результатом роботи в класичному РТК-режимі є точні просторові координати визначених пунктів. Останніми роками з’явилися численні нові виробники ГНСС-обладнання, які вдосконалюють технологію РТК. Серед них можна відзначити китайські компанії South, СНС, Comnav, італійську Stonex, шведську Satlab.

Технологія РРР представляє собою ГНСС-метод визначення просторових координат із сантиметровою точністю шляхом застосування корекцій до ефемерид орбіт та бортових годинників усіх видимих супутників. РРР, розроблений канадською компанією NovAtel у 2005 році, є різновидом методів DGPS. Особливість цього новітнього методу полягає в тому, що він не потребує наявності базової станції та сигналів від супутникових систем диференціальної корекції.

Список літератури

1. Наказ № 509 від 02.12.2016 р. Про затвердження Порядку використання Державної геодезичної референційної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1646-16#Text>
2. ДБН Б В.1.3-2:2010. Зміна 1 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25911.
3. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. (1999). Київ: ГУГК. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98#Text>
4. Постанова, К. М. У. (2013). Деякі питання реалізації частини першої статті 12 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність». Урядовий кур’єр, (165). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/646-2013-%D0%BF#Text>.
5. ISO (2015). ISO 17123-8:2015 – Optics and optical instruments – Field procedures for testing geodetic and surveying instruments – Part 8: GNSS field measurement systems in real-time kinematic (RTK).

МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПУСТОТІЛИХ ФУНДАМЕНТНИХ БЛОКІВ В СЕРЕДОВИЩІ SOLID WORKS

В. Пантелієнко, доц., канд., техн. наук

Український державний університет науки і технологій,

С. Карпушин, доц., канд., техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет,

А. Червоноштан, асп.

Український державний університет науки і технологій,

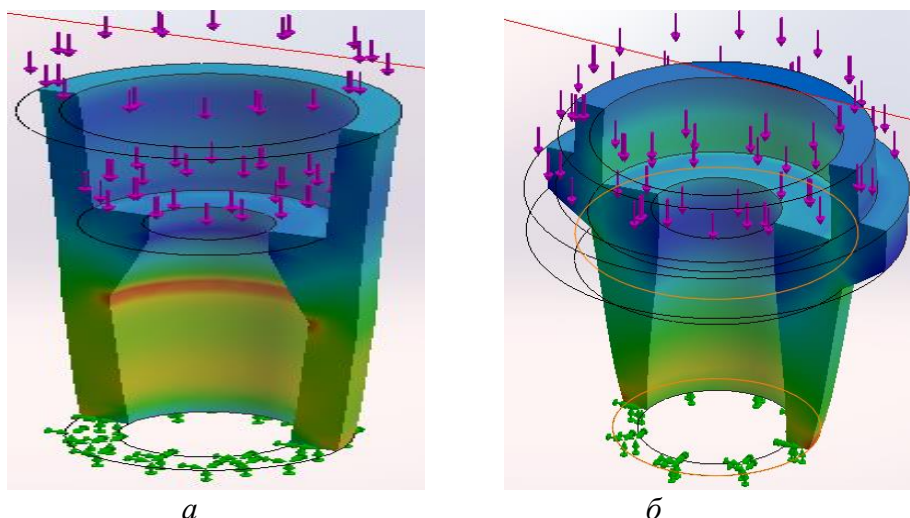
Р. Гончаренко, здобувач гр. БІ-23М-1

Центральноукраїнський національний технічний університет

Пустотілі конічні цільноформовані бетонні блоки застосовуються при зведенні фундаментів під каркасні будівлі невеликої поверховості. Процес занурення даних пустотілих блоків-оболонки здійснюється копровою установкою. При зануренні блоків такого типу, під ними і навколо них утворюється ущільнена зона з підвищеними характеристиками щільності ґрунтової основи верхніх шарів, що супроводжується покращенням її міцнісних показників [1-3]. Це призводить до істотної переваги щодо несучої здатності даних елементів фундаменту у порівнянні зі звичайними окремо стоячими стовпчастими фундаментами, що працюють лише за рахунок передачі навантаження по підшві.

Застосування конічних блоків дозволяє в 3...4 рази скоротити об'єм земляних робіт та майже повністю виключити опалубні роботи в порівнянні із звичайними стрічковими та стовпчастими фундаментами [1-3]. При цьому знижуються витрати бетону в 2...2,5 рази, металу в 2 рази [1-3]. Також присутній ефект зменшення трудовитрат і кошторисної вартості робіт нульового циклу, що може сягати 40% [1-3].

Метою дослідження напруженого стану конічних бетонних блоків під дією статичного навантаження є перевірка і встановлення необхідних розмірів та параметрів міцності конічних бетонних блоків різного типу (рис.1) із застосуванням програмного комплексу «SolidWorks».



а – конічний блок; б – конічний блок з розширеною верхньою частиною

Рисунок 1 - Конічні залізобетонні блоки різних типів для зведення фундаментів під будівлі

Процес занурення будівельних елементів у ґрунт, які мають внутрішню порожнину, конічний поперечний переріз в межах діаметру 1,0...2,0м. та товщину стінки – 100...150мм., не вивчений з погляду взаємодії з ґрунтом та умов імпульсного навантаження на сам залізобетонний елемент. Не вивчені фізичні умови процесу занурення і особливості формування ущільненої зони під основою елементів, що мають достатньо велику площу перерізу (більше 1м²), а також їх напружений стан під дією динамічного та статичного навантаження.

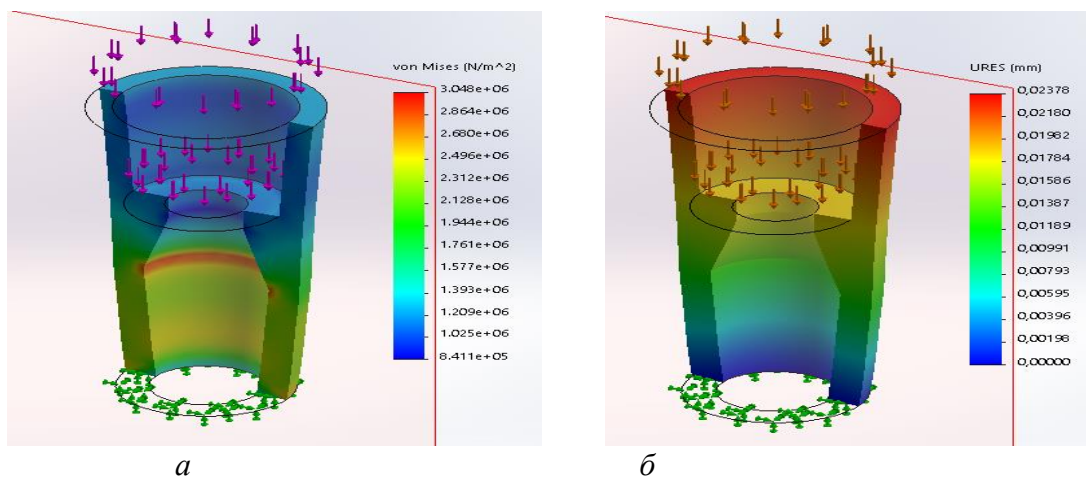
Необхідно зауважити, що дослідження напруженого стану проводилось в момент найбільшого опору ґрунту по боковій та лобовій поверхнях блоку. Такий стан може спостерігатися, коли блок буде повністю занурений в ґрунтову основу. В цей момент напруження в матеріалі досягає максимальних значень.

В результатах досліджень представлені епюри напруженого стану двох типів бетонних блоків під дією статичного навантаження. Епюри побудовані з використанням програмного комплексу «SolidWorks».

Вихідними даними в цьому випадку були такі параметри: геометричні розміри блоку, товщина стінки, матеріал та величина навантаження.

За допомогою програмного комплексу «SolidWorks» побудовані епюри напружень та переміщень, що дають картину напруженого стану конічного блоку при статичному навантаженні в різних точках запропонованої конструкції.

Епюра напружень (рис.2,а) дозволяє спостерігати результуюче напруження в різних точках конструкції при статичних та динамічних навантаженнях по критерію Мізеса. Із епюри видно, що найбільше напруження по цьому критерію виникає в середній частині конічного блоку в кінці внутрішнього конструктивного елемента. Ближче до верхнього зрізу оболонки напруження зменшується, в сторону нижнього опертого кільця воно також буде меншим.



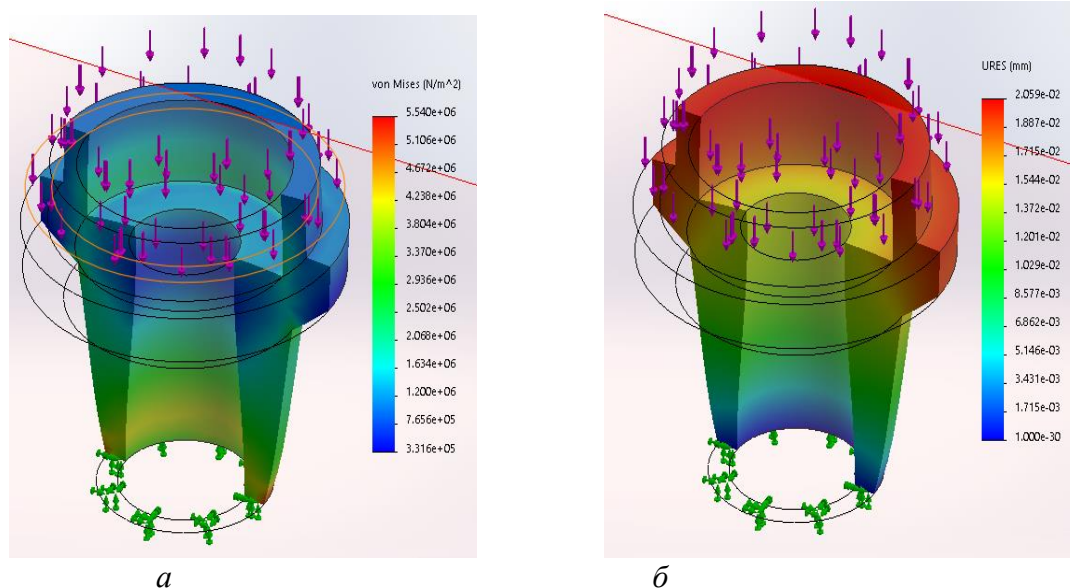
а), та переміщення - б) конічного блоку під колони каркасних будівель

Рисунок 2 – Епюри напружень

На рис. (рис. 2,б) показана епюра переміщень, яка характеризує стійкість блоку при навантаженнях, забезпечує можливість одержання результатів переміщення і дослідження конструкції на втрату стійкості. Із епюри переміщень видно, що найбільш значні переміщення при навантаженнях відбудуться в верхній та середній частині блоку.

Залізобетонний блок (див. рис.1, б) з розширеною верхньою частиною має більш високу несучу здатність. Окрім утворення ущільненої зони під його основою та опору по боковій поверхні він опирається на ґрунт верхньою більш широкою частиною, що підвищує його несучу здатність приблизно на 10...15%.

Із епюри напружень (рис.3, а) видно, що найбільше напруження буде в основі конічної оболонки. Ближче до верхнього зрізу оболонки напруження зменшується.



а) та переміщення - б) конічного блоку з розширеною верхньою частиною під колони каркасних будівель

Рисунок 3 – Епюри напружень

На рис. 3, б показана епюра переміщень, яка характеризує стійкість оболонки при навантаженнях і забезпечує можливість одержання результатів переміщення, і дослідження конструкції на втрату стійкості. Із епюри переміщень видно, що найбільш значні переміщення при навантаженнях відбудуться в верхній частині конічного блоку, а в нижній частині вони будуть мінімальними.

Висновки. Дослідження напруженого стану конічних бетонних блоків різного типу в ПК «SolidWorks» показало, що їх конструкція витримує випробування на граничні напруження та втрату стійкості при статичному навантаженні.

Спроектоване та впроваджене у виробництво обладнання для занурення конічних блоків, застосовувалося для зведення нульового циклу будівель та споруд різного призначення на будівельних майданчиках міст Дніпра, Вільногірська та Баглія Дніпропетровської області.

Список літератури

1. Machines and equipment for the arrangement of recess for foundations of quickly installed technological mining facilities without diggish: Monograph /V.I. Panteleienko, S.O. Karpushyn – Petrosani, Romania: UNIVERSITAS Publishing, 2022. – 63 p.
2. Пантелеєнко В.І., Карпушин С.О. Енергоефективний спосіб влаштування фундаментів під об'єкти шатної поверхні //2-га Міжнародна науково-технічна конференція «Інноваційний розвиток ресурсозберігаючих технологій видобутку та переробки корисних копалин», University of Petroani, Румунія. 2019. С. 104-107.
3. Пантелеєнко В.І., Карпушин С.О., Червоноштан А.Л., Ігнатов А.Б. Дослідження напруженого стану металевих штампів під фундаменти для будівель різного призначення / Науковий вісник будівництва. Науково-технічний журнал Харківського національного університету будівництва та архітектури ХНУБА. Харків 2020, т.101 №3. – С 99-107.

УДК 728.012:004

ДОПОВНЕНА РЕАЛЬНІСТЬ ЯК ВАЖЛИВИЙ ІНСТРУМЕНТ ДИЗАЙН-ПРОЄКТУВАННЯ

С. О. Перехрест, здобувачка II (магістерського) рівня вищої освіти
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
А. О. Статівка, доц., канд. філол. наук
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Доповнена реальність стає важливим інструментом у дизайн-проєктуванні, оптимізуючи робочі процеси завдяки розвитку цифрових технологій. Ця технологія розширює можливості 3D-моделювання та візуалізації, стаючи все доступнішою. У проєктній практиці доповнена реальність поліпшує взаємодію з клієнтами та колегами, дозволяючи наочно представити проєктні ідеї. Завдяки змішуванню реальних і віртуальних елементів, доповнена реальність забезпечує глибше розуміння простору та його функціональності. Особливо важлива ця технологія у командній роботі, де усі учасники можуть бачити і оцінювати потенційний результат у реальному просторі. Технологічний прогрес, що збільшує мобільність доповненої реальності, відкриває нові перспективи для її застосування на етапах проєктування, сприяючи ефективності та скороченню термінів виконання проєктів.

Теоретична основа є важливою складовою технологічної освіти у галузі дизайну. Використання віртуальної (VR) та доповненої реальності (AR) може істотно підсилити теоретичне навчання, надаючи студентам засоби для глибшого розуміння концептуальних та історичних аспектів дизайну. Ці технології забезпечують візуалізацію складних ідей і понять, що може значно полегшити їх засвоєння та аналіз.

Доповнена і віртуальна реальності перетворюють традиційне навчання, вносячи інтерактивність та практичний досвід у вивчення теоретичних дисциплін. Студенти можуть віртуально відвідувати історичні періоди дизайну, аналізувати стилі та методи, що були популярні в різні епохи, що надає унікальну можливість не просто читати про історію дизайну, а «жити» її. Наприклад, студенти можуть «відвідувати» віртуально відтворені інтер'єри арт-деко або модерну, занурюючись у контекст того часу та культурні особливості.

Доповнена реальність дозволяє викладачам інтегрувати віртуальні об'єкти у реальне середовище класу, тим самим забезпечуючи студентам можливість взаємодіяти з теоретичними концептами. Наприклад, під час вивчення основ кольору, композиції та форми студенти можуть маніпулювати віртуальними об'єктами для кращого розуміння цих принципів. Таке практичне застосування теорії може значно покращити здатність студентів застосовувати ці знання у своїх майбутніх проєктах.

Віртуальна реальність надає студентам можливість не лише спостерігати, а й брати участь у сучасних дизайнерських трендах та інноваціях. Студенти можуть експериментувати з новітніми матеріалами і технологіями без фізичної наявності цих ресурсів у класі, що дозволяє їм краще розуміти і приймати рішення на основі свого віртуального досвіду.

Використання віртуальних і доповнених реальностей сприяє розвитку критичного мислення студентів, оскільки вони вчаться аналізувати і критикувати дизайн в інтерактивному, багатовимірному середовищі. Такі методи навчання допомагають студентам краще зрозуміти, як різні елементи дизайну взаємодіють один з одним у реальному часі.

Загалом, інтеграція VR та AR в навчальний процес відкриває широкі можливості для глибокого розуміння та застосування теоретичних знань у практичних проєктах. Це дозволяє підготувати фахівців, здатних інноваційно мислити та ефективно реалізовувати творчі ідеї в реальних умовах.

Використання віртуальної та доповненої реальності у практичному навчанні забезпечує студентам можливість занурення у різноманітні аспекти дизайну, від

просторового дизайну до ландшафтного, що сприяє розвитку креативності та професійних компетенцій. Вивчення просторового дизайну включає розробку концепцій організації простору в архітектурних об'єктах та великих інтер'єрах. Використання віртуальної реальності дозволяє студентам експериментувати з розміщенням об'єктів у тривимірному просторі без фізичного створення макетів. Студенти можуть віртуально «проходити» через свої проекти, оцінюючи ергономіку, доступність та візуальну привабливість, що надає безцінний досвід при плануванні великих просторів.

У сфері дизайну інтер'єрів доповнена реальність стає незамінним інструментом для візуалізації завершених проєктів у реальному середовищі. Студенти можуть розміщувати віртуальні меблі та декор у фізичний простір за допомогою AR-додатків, що сприяє кращому розумінню взаємодії елементів інтер'єру з реальними просторовими обмеженнями. Такий підхід надає студентам можливість випробувати різні стилістики та конфігурації без необхідності фізичної зміни простору.

Для студентів, які спеціалізуються на дизайні одягу, віртуальна реальність пропонує інноваційні методи демонстрації та розробки колекцій. Вони можуть створювати та відтворювати свої дизайни в тривимірному форматі, оцінюючи падіння тканини та взаємодію одягу з рухами віртуальних моделей. Це значно розширює можливості для експериментів з кроєм та матеріалами, дозволяючи студентам бачити результати своїх ідей в дії майже миттєво.

У ландшафтному дизайні AR дозволяє студентам «посадити» проєктовані рослини та елементи ландшафту безпосередньо на справжню місцевість. Це надзвичайно корисно для оцінки впливу ландшафтних рішень на існуюче середовище, а також для визначення відповідності рослин конкретним кліматичним умовам. Віртуальні тури по «новому» ландшафту забезпечують глибоке розуміння проєктних концептів і динаміки простору.

Ці підходи значно підвищують якість навчального процесу, оскільки студенти не тільки вивчають теоретичні аспекти дизайну, але й мають можливість практично застосувати свої знання, спостерігаючи реальні результати своїх проєктів. Такий інтегрований підхід сприяє формуванню комплексного розуміння дизайну, підготовці кваліфікованих фахівців, готових до вирішення професійних завдань у реальних умовах.

Переваги використання доповненої (AR) та віртуальної реальності (VR) в освітньому процесі мають багатогранний вплив на якість освіти, що впливає з можливості дослідження, моделювання, і візуалізації проєктів у реальному часі.

Застосування AR та VR в навчанні сприяє підвищенню залученості та мотивації студентів, оскільки вони отримують можливість бачити та інтерактивно взаємодіяти з 3D-моделями та віртуальними просторами. Це перетворює традиційне навчання в динамічний та захоплюючий процес, що особливо важливо для креативних дисциплін. VR та AR дозволяють студентам з глибоким зануренням вивчати складні просторові взаємовідносини та дизайнерські концепції, що часто важко уявити за допомогою традиційних методів, таких як малюнки на папері або двовимірні зображення. Вони можуть візуально оцінювати розміри, пропорції та естетику реального середовища, що підвищує якість розробки проєктів та зменшує кількість помилок у реальних умовах.

УДК 629.01

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ПНЕВМОГІДРАВЛІЧНОГО БУФЕРНОГО ПРИБОРУ ВАНТАЖНИХ КРАНІВ

В.А. Петренко, студ.,
А.І. Криворот, доц., канд. техн. наук.,
Р.В. Захарченко, доц., канд. техн. наук.,
 Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Одним із важливих елементів системи безпеки мостового крана є буферний пристрій. Буферний пристрій забезпечує нормальну роботу крана (зупинку) в разі відмови гальма або кінцевого вимикача.

Буферний пристрій складається з пружного елемента, який поглинає кінетичну енергію маси крана при контакті з упором. Поглинання енергії відбувається поступово, так що елементи і вузли конструкції крана не піддаються сильному навантаженню.

Основні вимоги [1] до характеристик буферних систем:

- 1) Для забезпечення безпечної роботи крана в разі відмови інших елементів системи захисту буфер повинен поглинати всю кінетичну енергію крана;
- 2) Значна частина кінетичної енергії, що поглинається буфером, повинна бути поглинута і перетворена в іншу форму енергії, щоб при відскоку не виникали ударні явища, які також згубно впливають на конструкцію крана;
- 3) Буфер повинна мати простий, компактний дизайн і бути недорогим;
- 4) Буфер повинен бути здатним надійно працювати протягом тривалого періоду часу за будь-яких умов, включаючи мінусові температури;
- 5) Експлуатація буферу та моніторинг його стану повинні бути простими та зручними.

Залежно від способу встановлення та місця розташування, вони можуть бути мобільними (встановлюються на кран), стаціонарними (встановлюються на тупиковому упорі) або комбінованими (встановлюються і там, і там).

Залежно від типу пружного елемента буферні системи можна поділити на дерев'яні, гумові, пружинні, пружинно-фрикційні, фрикційні, гідравлічні та пружинно-гідравлічні та пневмогідравлічні.

Останньою ланкою системи безпеки в кінці колії мостових кранів є тупиковий упор. Тупикові упори встановлюються в кінці кранової рейки для запобігання сходженню крана з рейок згідно з [1]. Отже, основне призначення тупикового упору - гасити залишкову швидкість крана і запобігати сходженню з кінця кранової колії в разі виникнення аварійної ситуації.

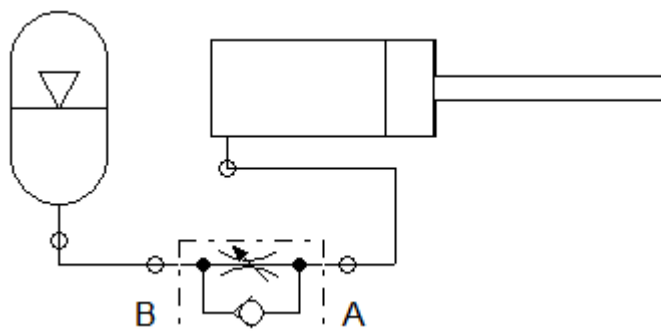


Рисунок 1 – Схема для моделювання комбінованого пневмогідравлічного буферного пристрою

Для моделювання і визначення параметрів та характеристик роботи пневмогідравлічного буферного пристрою (рис.1), із багатьох варіантів якнайкраще підходить програмне забезпечення «FESTO FluidSIM-H».

На (рис.1) наведено гідроциліндр односторонньої дії з одностороннім штоком, пневмогідроакумулятор та регульований дросель із зворотнім клапаном. Коли кран зупиняється об тупиковий упор, буферна тяга тисне на шток з поршнем який починає рухатися і нагнітає робочу рідину через дросель у порожнину пневмогідроакумулятора. В результаті потрапляння рідини до пневмогідроакумулятора, відбувається стиснення об'єму газу, що міститься в його порожнині. Відповідно тиск газу в акумуляторі зростає, що призводить до зростання опору руху штока гідроциліндра. Таким чином опір, створюваний буфером під час роботи буде складатися з гідравлічного опору (процес дроселювання) та пневматичного опору (процес стиснення).

На (рис.2) представлено один із процесів моделювання роботи пневмогідравлічного буферного пристрою при таких характеристиках: діаметр поршня гідроциліндра 50 мм; діаметр штока 30 мм; довжина ходу штока 200 мм; навантаження на шток 100000 Н; пропускна здатність регульованого дроселя 50%; компенсаційний об'єм газу в пневмогідроакумуляторі 10000 см³; попередній тиск газу в пневмогідроакумуляторі 0,1 МПа.

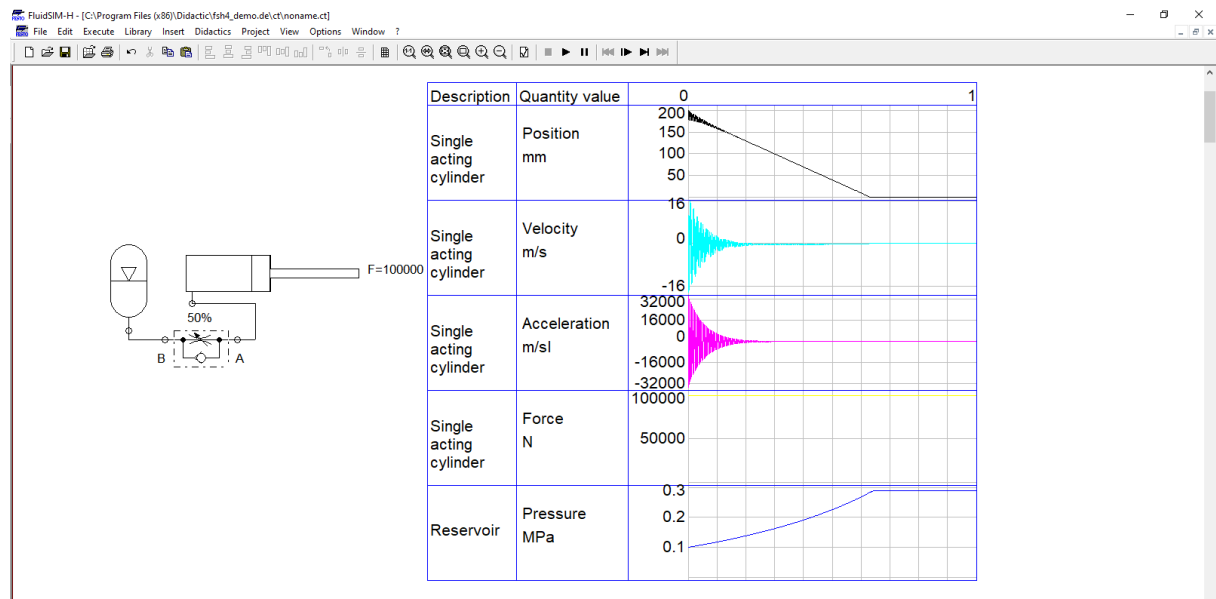


Рисунок 2 – Процес моделювання роботи пневмогідравлічного буферного пристрою

Моделювання показали, що найбільш ефективна робота пневмогідравлічного буферного пристрою полягає в тому, що кінетична енергія маси крана витрачається якомога менше на тертя в гідроциліндрі, а витрати на гідравлічну і пневматичну підтримку розподіляються приблизно порівну. Якщо більша частина кінетичної енергії крана сприймається гідравлічним опором, то характеристика амортизаційної дії буде жорсткішою, тобто занадто малий час зупинки може призвести до сильного удару та збільшення динамічних навантажень на металоконструкцію крана та кранові механізми. Коли більша частина кінетичної енергії маси крана поглинається опором стиснення повітря, робота буфера стає м'якшою, що призводить до збільшення гальмівного шляху крана і відповідно часу гальмування.

Список літератури

1. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання: НПАОП 0.00-1., С. 80-81, 2018.

УДК 04.925.8;72.012

МОДЕЛЮВАННЯ ЕКСТЕР’ЄРІВ ТА ІНТЕР’ЄРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІМ-ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИКОНАННІ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ НА КАФЕДРИ «АРХІТЕКТУРА» ПДТУ

А.М. Подрез, бакалавр, гр. АБС-24,

С.І. Симонов, доц., канд. техн. наук

Державний вищий навчальний заклад «Приазовський державний технічний університет»

Сьогодні майже кожна споруда, що будується в у світі- від хмарочосів до малої архітектурної форми - спроектовані і побудовані з використанням Building Information Modeling (BIM), і цей процес все більше удосконалюється, тому треба постійно оновлювати свої знання та практичні навички.

На кафедрі архітектури ПДТУ студенти зі спеціальності 191 «Архітектура і містобудування» та 192 «Будівництво та цивільна інженерія» протягом всього навчання отримують теоретичні знання та практичні навички по використанню сучасних BIM-програмних продуктів таких як Autodesk AutoCAD Architectural Desktop, Graphisoft ArchiCAD, ЛІРА-САПР САПФІР-3D, SketchUp. Отримавши необхідну профільну архітектурну та комп’ютерну підготовку студенти здатні виконати дипломні проекти з урахуванням сучасних вимог. [1] Так, у випускній роботі ст. гр. АБС-21 Тогобицької Д.О. було розроблено дипломний проект ресторану «FiveSpices» для Черкас на базі віртуальної моделі, створеної BIM-засобами компанії Graphisoft ArchiCAD із дотриманням вимог чинних Державних будівельних норм (ДБН В.2.2-25:2009 Будинки і споруди Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства), із імовірним забезпеченням очікувань майбутніх клієнтів на отримання позитивного відчуття від перебування в ресторані та і, не в останню чергу, із забезпеченням створення умов для приємного та комфортного харчування: вранці туристів і приїжджих відпочивальників; в день також працівників та службовців міста; авечері компаній із родин, друзів та знайомих в романтичній атмосфері.



Рисунок 1 – Екстер’єри та інтер’єри ресторану «FiveSpices»

У актуальній на даний час темі диплома «Відбудова дитячої юнацької спортивної школи у м. Ірпінь», студентами групи ПГС-21М Мацегорой А.М. та Гініятовим А.А. було зроблено проектування даної споруди згідно сучасних норм. Мета роботи полягала розробці архітектурної концепції з використанням сучасного архітектурного стилю та концептуального проектного рішення, яке виконане з металевого каркасу та полімерних матеріалів.



Рисунок 2 – Екстер'єри та інтер'єри дитячої юнацької спортивної школи у м. Ірпінь

Як ми бачимо отримані навички під час навчання дозволяють студентам 191 та 192 другої спеціальності робити екстер'єри та інтер'єри своїх проектів.

Список літератури

1. Черних О.А., Симонов С.І. Дипломне проектування студентів-архітекторів за допомогою BIM-засобів компанії GRAPHISOFT / Матеріали IV МНПК: «Архітектура історичного Києва. Історія-теорія-практика». К: КНУБА, 2020- с.148-149.

УДК 633.853.32

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ МЕТАЛЕВОГО КАРКАСУ ПРИМІЩЕННЯ КАСОВОГО ПАВІЛЬйОНУ ПРИ АЕРОВОКЗАЛЬНОМУ КОМПЛЕКСІ, ЩО ВІДБУДУЄТЬСЯ В М. ХЕРСОН

М.М. Полтавець, магістрант гр. БІ 23 МЗ,
В.А. Настоящий, проф., канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет

Мета роботи полягає в використанні сучасних систем автоматичного проектування для моделювання та розрахунків металевих конструкцій касового павільйону аерокомплексу в м. Херсон, який під час боїв у ході російського вторгнення в Україну був вщент зруйнований (рис.1). Це дозволить визначити оптимальні конструктивні параметри приміщення, що відбудовується.



Рисунок 1 – Руїни терміналу в міжнародному аеропорту «Херсон»

З метою дослідження металевого каркасу будівлі касового павільйону аерокомплексу після збору навантажень була реалізована модель в комп’ютерному середовищі САПР «Solid works».

При побудові моделі конструктивні елементи моделювались як стрижневі кінцеві елементи, перетини яких відповідали реальним перетинам конструкцій. Умови з’єднання та спирання були прийняті відповідно до реальних ситуацій, з використанням шарнірних з’єднань.

Розрахункова схема металевого каркасу з визначенням шарнірних зв’язків стрижньових елементів наведена на рис.2.

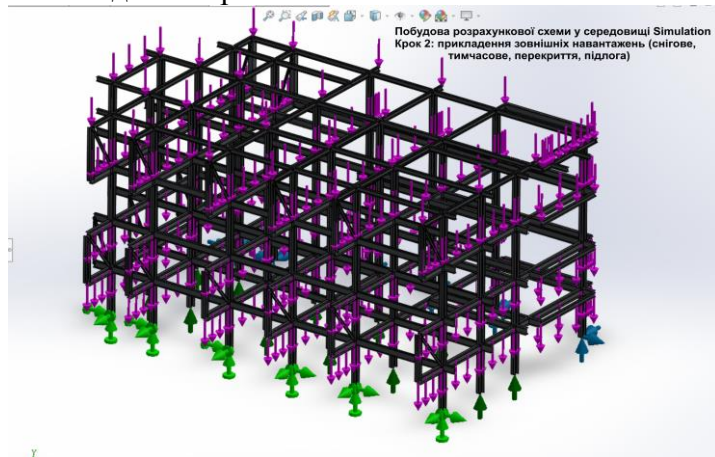


Рисунок 2 – Розрахункова схема металевого каркасу в середовищі Simulation САПР «Solid works» з урахуванням зовнішніх навантажень (снігового, тимчасового, ваги перекриття та підлог)

Результати комп'ютерного моделювання наведено на рис. 3, 4, 5, 6, 7.

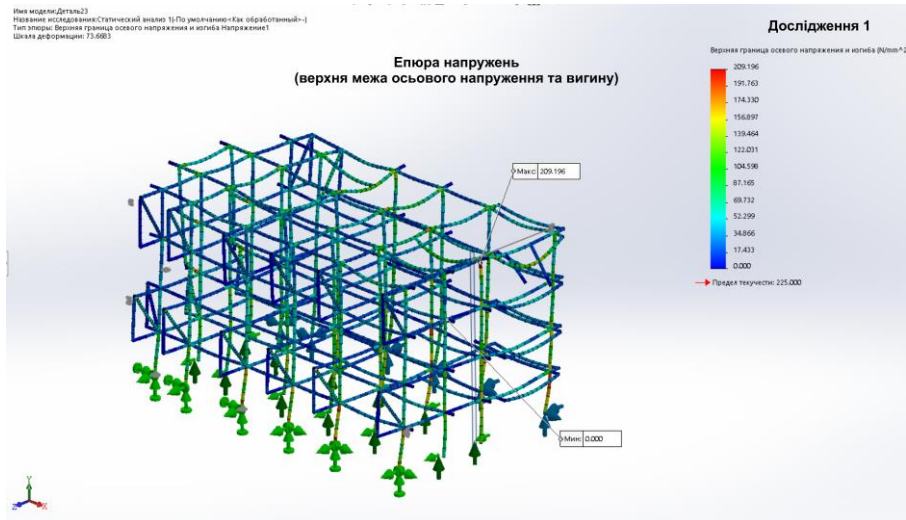


Рисунок 3 – Графічне розподілення моментів в елементах металевго каркасу

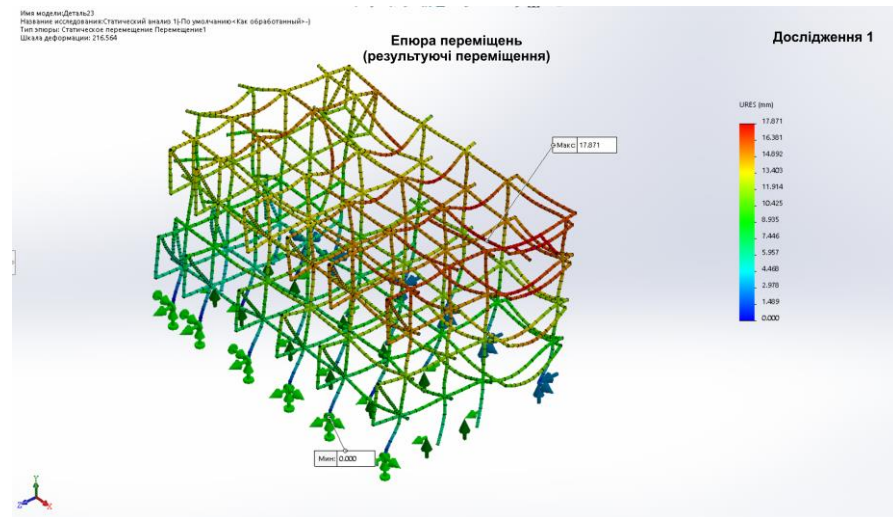


Рисунок 4 – Графічне зображення переміщень елементів металевго каркасу

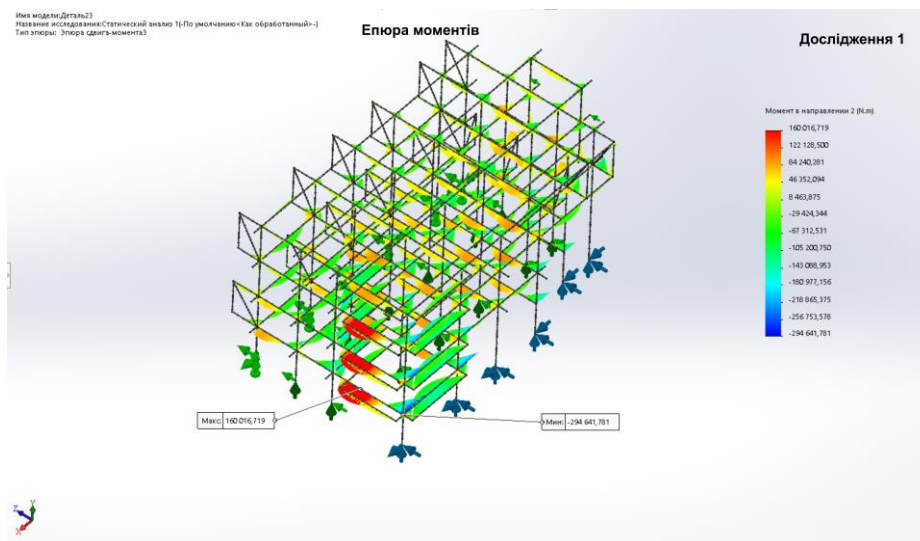


Рисунок 5 – Графічне зображення моментів, що діють на елементи каркасу

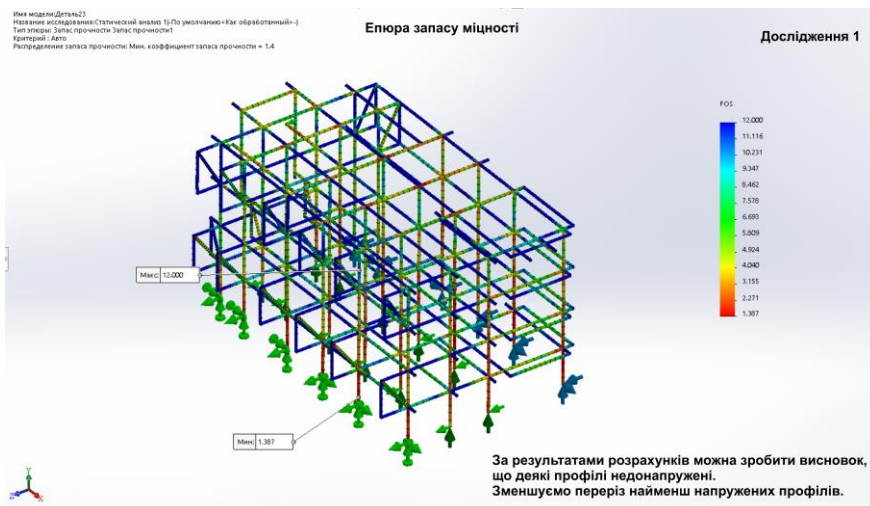


Рисунок 6 – Графічне зображення запасів міцності в елементах металевого каркасу

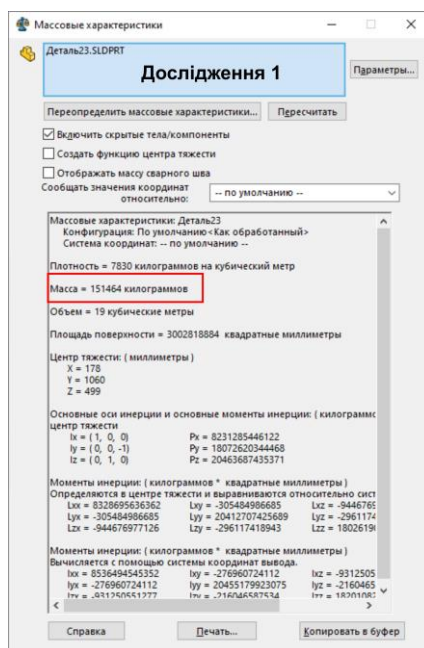


Рисунок 7 – Масові характеристики за САПР «Solid works» металевому каркасу, який досліджується

Аналіз результатів досліджень вказує на деякі важливі аспекти міцності металевому каркасу.

1. Максимальні напруження: 178,8 МПа є нижчими за границю міцності матеріалу (225 МПа), що свідчить про недопруження елементів каркасу. Це означає, що конструкція працює в межах безпечних значень, проте може бути використано більше навантаження без ризику пошкодження.
2. Деформація: Максимальна деформація в 17,9 мм також є меншою за допустиму величину (33 мм). Це підтверджує, що конструкція має достатній запас міцності та не підлягає ризику перевантаження.
3. Коефіцієнт запасу міцності: Значення $n_T = 1,38$ знаходиться в межах рекомендованих значень (1,3...1,5), що вказує на те, що елементи каркасу мають адекватний запас міцності.
4. Недовантаження: Загалом, результати досліджень свідчать про деяке недовантаження елементів металевому каркасу, що може призводити до перевитрат матеріалів. Це може бути враховано при проектуванні або модернізації конструкції, щоб оптимізувати використання матеріалів.

Рекомендується провести додаткові дослідження для визначення можливостей підвищення навантаження на каркас без втрати безпеки, а також для оцінки потенційних

економічних вигод від оптимізації конструкції.

Згідно з наведеними рекомендаціями за допомогою модуля «Solid Works Simulation» була проведена оптимізація металевого каркасу конструкції. На рис.8 наведена ізометрія оптимізованого металевого каркасу з рекомендаціями по заміні недовантажених балок зі зварного двотаврового профілю, а на рис.9 наведено масові характеристики оптимізованого металевого каркасу касового павільйону.

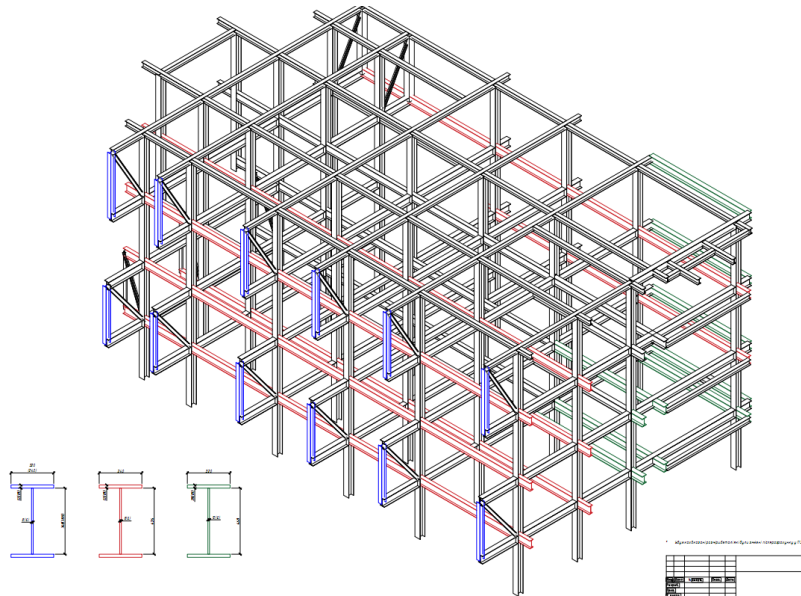


Рисунок 8 – Ізометричне зображення покращеного металевого каркасу з рекомендаціями по заміні недовантажених балок

Для оптимізованого металевого каркасу було проведено комп'ютерне моделювання в середовищі САПР «SolidWorks 2017» з метою аналізу напружено-деформаційного стану. Результати досліджень представлені на рис. 10, 11, 12.

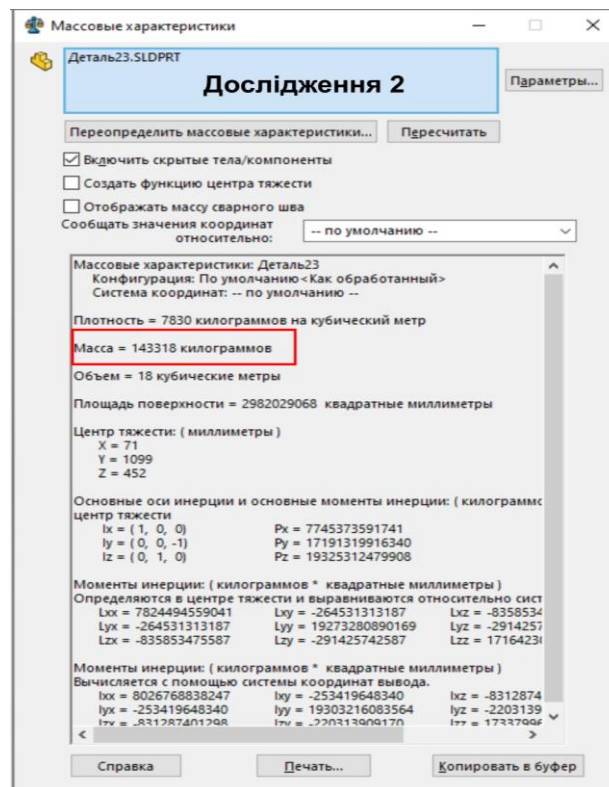


Рисунок 9 – Масові характеристики металевого каркасу з заміненними недовантаженими балками

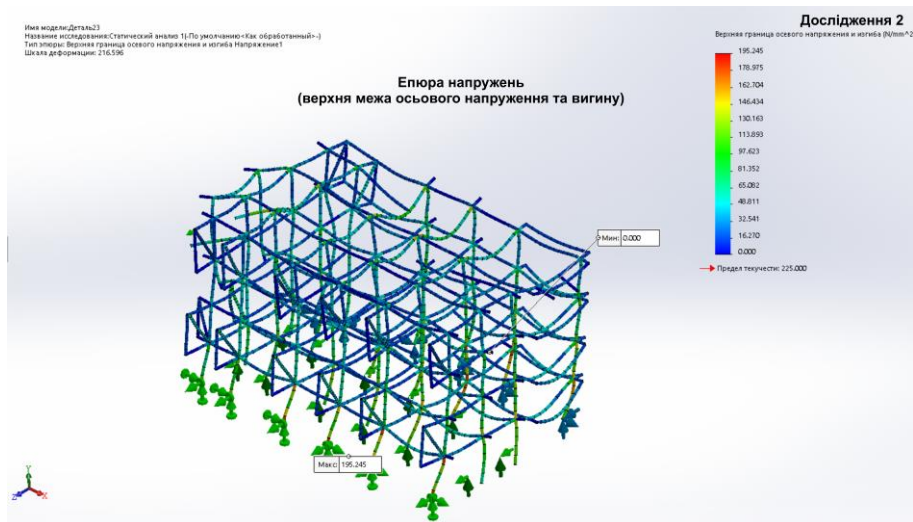


Рисунок 10 – Графічне зображення розподілення напружень в елементах металевго каркасу із заміненними недовантаженими балками

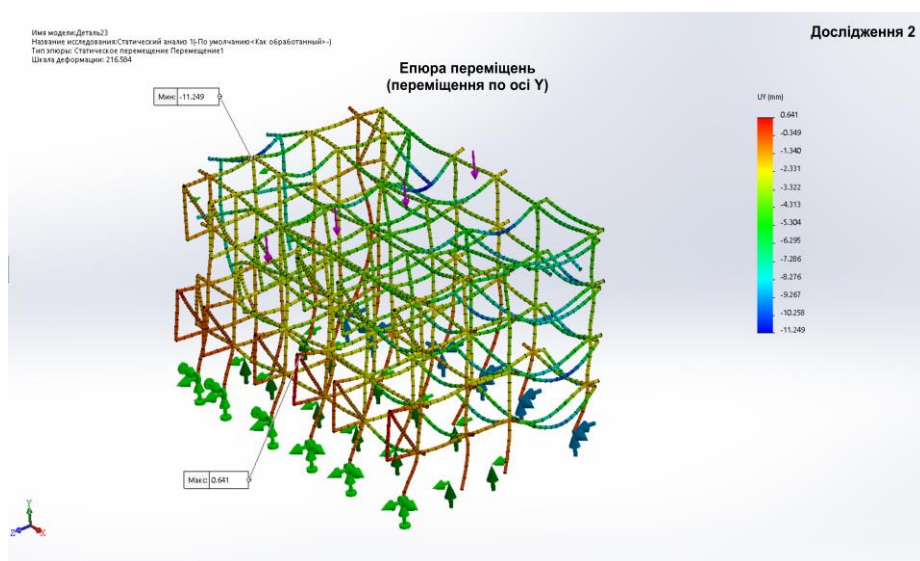


Рисунок 11 – Графічне зображення переміщень елементів металевго каркасу із заміненними недовантаженими балками

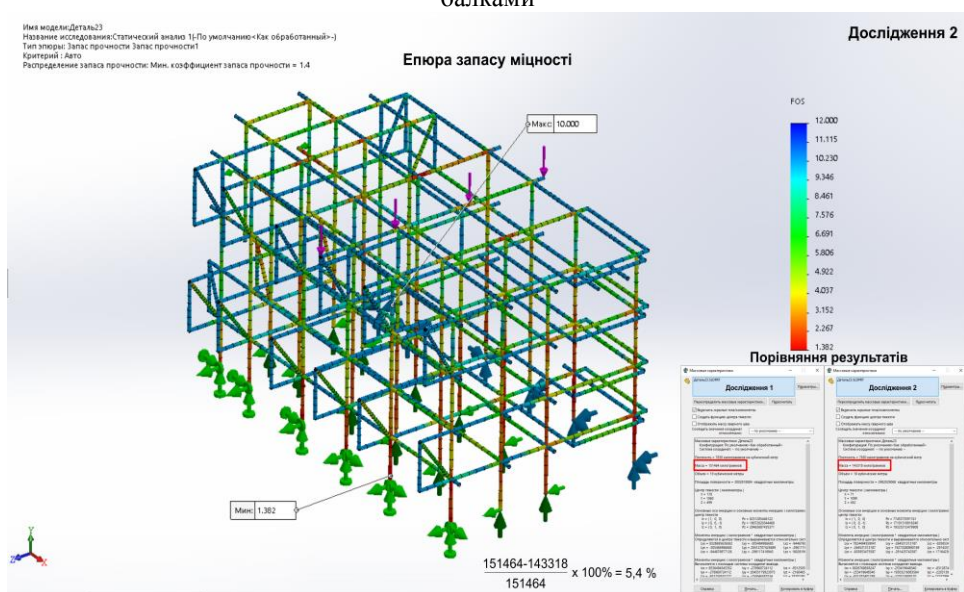


Рисунок 12 – Графічне зображення запасів міцності елементів металевго каркасу із заміненними недовантаженими балками

Аналіз наведених результатів дослідження оптимізованого металевого каркасу конструкції показує, що конструкція відповідає вимогам щодо міцності та деформаційних характеристик. Основні висновки:

1. Максимальне напруження в елементах каркасу складає 195,2 МПа, що нижче границі міцності матеріалу (225 МПа). Це свідчить про те, що конструкція не піддається ризику руйнування при зазначених умовах навантаження.
2. Максимальна деформація становить 16,49 мм, тоді як допустима деформація дорівнює 33 мм. Це означає, що фактична деформація не перевищує допустиму, що підтверджує цілісність конструкції за другою групою граничних станів.
3. Коефіцієнт запасу міцності $n_T = 1,382$ перевищує рекомендоване значення для сталей при статичному навантаженні (1,3...1,5), що свідчить про достатню надійність конструкції.

Отже, результати дослідження підтверджують ефективність та надійність оптимізованого металевого каркасу. Конструкція відповідає вимогам безпеки та може бути використана в проектуванні.

Порівняння масових характеристик металевого каркасу до та після оптимізації свідчить про ефективність проведених досліджень та конструктивних впроваджень. Зокрема, вдалося знизити масу металоконструкції каркасу касового павільйону з 151464 кг до 143318 кг, що становить зменшення на 5,3%. Об'єм також зменшився з 19 м³ до 18 м³, що дорівнює 5,2%. При цьому забезпечено мінімальний запас міцності деталей ферми $n_T=1,382$, $n_T = 1,382$, $n_T=1,382$, що відповідає допустимим значенням.

Для створення креслень металоконструкції каркасу касового павільйону можуть бути використані опціональні модулі SolidWorks, що дозволить експортувати готові креслення в систему САПР AutoCAD. Це забезпечує зручність подальшої роботи та інтеграцію в інші етапи проектування.

Список літератури

1. Пустюльга С.І. Інженерна графіка в SolidWorks - Луцьк : Вежа-Друк, 2018. – 174 с.

УДК 691.215.1

ОСОБЛИВОСТІ ПІДБОРУ СКЛАДУ ЛЕГКИХ БЕТОНІВ НА ПОРИСТИХ ЗАПОВНЮВАЧАХ

Я. Постолатій, *ст. гр. БІ-23М-2,*
В. Дарієнко, *доц., канд. техн. наук*
Центральноукраїнський національний технічний університет

Легкі бетони широко використовуються у будівництві завдяки їхній здатності поєднувати конструктивні й теплоізоляційні функції. Низька щільність цих матеріалів досягається завдяки використанню пористих заповнювачів, таких як керамзит, перліт і пемза. Правильний підбір складу є ключовим для досягнення оптимального співвідношення між механічною міцністю, теплоізоляцією та економічністю.

Основні властивості легких бетонів визначаються характеристиками пористих заповнювачів, які мають низьку насипну масу (500–1200 кг/м³), високий рівень водопоглинання і шорстку поверхню. Ці характеристики впливають на теплоізоляцію, міцність і рухливість суміші, адже пористі заповнювачі вбирають значну кількість води, що ускладнює ущільнення. Для досягнення необхідних властивостей бетону важливо ретельно підібрати заповнювачі з урахуванням їх зернового складу та характеристик поверхні.

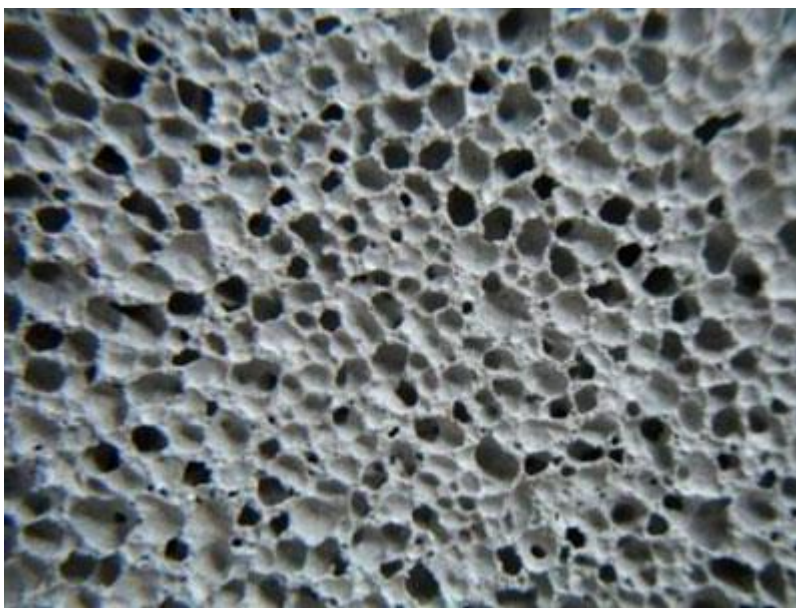


Рисунок 1 - Вигляд пористого бетону

Легкі бетони вимагають точного розрахунку водоцементного співвідношення (В/Ц) через високу водопоглинальну здатність заповнювачів. Оптимальне В/Ц забезпечує достатню міцність при мінімальній витраті цементу. Пористі заповнювачі повинні включати як крупні, так і дрібні фракції для забезпечення щільного укладання зерен. Використання переривчастого зернового складу знижує витрату цементу та забезпечує високу міцність. Для легких бетонів часто використовують портландцемент, швидкотверднучий цемент або шлакопортландцемент залежно від вимог до міцності та умов експлуатації. Хімічні добавки, зокрема пластифікатори та гідрофобізатори, покращують рухливість суміші, зменшують водопотребу та підвищують морозостійкість бетону.

Методика підбору складу включає попередній розрахунок пропорцій цементу, води, піску та пористих заповнювачів на основі емпіричних даних. Далі виготовляються пробні заміси з варіюванням співвідношення компонентів для досягнення потрібних характеристик. Після випробувань на міцність, щільність і теплоізоляційні властивості визначається

найбільш ефективний склад. Для зниження пустотності та забезпечення рівномірного розподілу компонентів застосовують віброущільнення.

Експериментальні дослідження показали, що оптимальний склад легкого бетону включає водоцементне співвідношення 0,4–0,6, зерновий склад пористих заповнювачів із фракціями 5–20 мм та використання пластифікаторів у кількості 0,5–1,5% від маси цементу. Отримані зразки мали щільність 1000–1200 кг/м³, межу міцності на стиск 7,5–15 МПа та теплопровідність 0,2–0,4 Вт/(м·°С).

Підбір складу легких бетонів на пористих заповнювачах вимагає врахування багатьох факторів, включаючи характеристики заповнювачів, тип цементу та добавки. Оптимізація складу забезпечує економію матеріалів і підвищення експлуатаційних властивостей бетону, роблячи його придатним для широкого використання в сучасному будівництві.

Список використаних джерел

1. Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л. Проектування складів бетонів: монографія. Рівне: НУВГП, 2015. 353 с.
2. Пушкарьова К.К., Каверин К.О. Особливості технології виготовлення легких бетонів на основі пористих заповнювачів. Будівельні матеріали та вироби. 2019. № 3-4. С. 46-49.
3. Саницький М.А., Позняк О.Р., Круць Т.М. Модифіковані композиційні цементи: монографія. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. 258 с.
4. Дворкін Л.Й., Бордюженко О.М. Легкі бетони на основі заповнювачів з відходів промисловості: навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2017. 206 с.

РОЛЬ ВОЛОГИ У ВТРАТІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Ю. Потоцька, *ст. гр. БІ-23МЗ,*
Г. Красота, *асист.,*
В. Дарієнко, *доц., канд. техн. наук,*
Центральноукраїнський національний технічний університет

Волога є одним із ключових факторів, що впливає на теплоізоляційні властивості будівельних матеріалів. Її присутність у конструкціях може суттєво змінювати фізичні характеристики матеріалів, що знижує ефективність енергозбереження будівель.

Волога в матеріалах може бути у вигляді пари, рідини або льоду. Однією з найпоширеніших причин її появи є конденсація водяної пари всередині конструкції. Цей процес відбувається через різницю в температурі та тиску водяної пари між внутрішньою та зовнішньою поверхнями матеріалу. Наприклад, у холодних кліматичних умовах водяна пара з теплого приміщення проникає в товщу стіни, де при досягненні критичної температури вона конденсується у вигляді вологи. Цей механізм призводить до зниження теплоізоляційних властивостей матеріалу, оскільки волога має значно вищу теплопровідність, ніж повітря.

Ранішні підходи до будівництва не враховували впливу вологи на теплоізоляцію. Однак із розвитком багатошарових конструкцій з утеплювачем стало очевидним, що наявність навіть невеликої кількості вологи в матеріалах зменшує їхню здатність зберігати тепло. Сучасні дослідження підтверджують, що накопичення вологи у будівельних матеріалах суттєво впливає на їхні теплоізоляційні властивості. Наприклад, мокрий утеплювач втрачає до 50% своєї ефективності, оскільки вода заповнює пори, витісняючи повітря, яке є поганим провідником тепла. Крім того, волога сприяє розвитку мікроорганізмів і грибків, що ще більше погіршує стан конструкції.

Одним із способів мінімізації впливу вологи є використання методів розрахунку вологісного режиму огорожувальних конструкцій на етапі проектування. Завдяки таким розрахункам можна прогнозувати можливі проблеми з конденсацією водяної пари і уникати їх шляхом правильного вибору матеріалів і конструктивних рішень. Наприклад, стаціонарний метод розрахунку дозволяє визначити зони можливого накопичення конденсату і передбачити заходи для їхньої нейтралізації.

Таким чином, волога є важливим фактором, який потрібно враховувати під час проектування та експлуатації будівель. Її вплив на теплоізоляційні властивості матеріалів вимагає ретельного аналізу та застосування сучасних наукових підходів. Це дозволить забезпечити довговічність конструкцій і ефективне енергозбереження будівель.

Список літератури

1. Дмитроченкова Е. І., Кугаєвська Т. С. Вологісний режим огорожувальних конструкцій та його вплив на теплозахисні властивості будівель. Збірник наукових праць Полтавського національного технічного університету. 2019. № 2(73). С. 116-122.
2. Пашинський В. А., Карюк А. М. Температурно-вологісні впливи на огорожувальні конструкції будівель: монографія. Кропивницький: ПП "Ексклюзив-Систем", 2018. 168 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОВПЛИВУ БУДІВЕЛЬ І ПІДЗЕМНИХ СПОРУД В УМОВАХ ЩІЛЬНОЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

Я.Є. Приходько, магістрант гр. БІ-23М-2,
С.Л. Хачатурян, доц., канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет

Сучасне містобудування характеризується високою щільністю забудови, що створює численні виклики для інженерів, архітекторів та будівельників. Зростання урбанізації та обмеженість площі спонукають до активного використання підземного простору, зокрема для спорудження метро, паркінгів, тунелів, інженерних мереж і торговельних центрів. Взаємний вплив будівель і підземних споруд є ключовим фактором, який слід враховувати для забезпечення безпеки, довговічності та функціональності таких об'єктів[1].

Будь-які будівельні роботи впливають на ґрунтову основу, що слугує несучим середовищем для будівель і підземних споруд[7]. Зміни у напружено-деформованому стані ґрунтів можуть спричинити осідання будівель, тріщини в конструкціях або навіть їх руйнування[5]. Особливе значення мають тип ґрунтів, рівень ґрунтових вод і характер навантаження[3].

Будівництво підземних споруд, зокрема тунелів або підземних паркінгів, може призвести до деформацій сусідніх будівель. Навантаження від надземних конструкцій, у свою чергу, здатне викликати додатковий тиск на підземні об'єкти, що може знижувати їхню стійкість[2].

У процесі будівництва або експлуатації підземних споруд можуть виникати динамічні навантаження, наприклад, від руху транспорту в тунелях метро. Такі впливи можуть передаватися на прилеглі будівлі, викликаючи вібрації та потенційно знижуючи їхню довговічність[4].

Зміна рівня ґрунтових вод через будівництво підземних об'єктів може вплинути на стабільність сусідніх будівель[3]. Наприклад, осушення ґрунту може викликати осідання, тоді як підйом рівня вод може створити додаткові гідростатичні навантаження.

Використання сучасного програмного забезпечення (наприклад, PLAXIS, SAP2000, ANSYS) дозволяє прогнозувати поведінку ґрунтів, фундаментів і конструкцій у різних сценаріях[6]. Моделі враховують фізико-механічні властивості ґрунтів, параметри навантаження та характер взаємодії об'єктів.

Для об'єктів, розташованих у зоні потенційного ризику, застосовують інструментальний контроль: геодезичні зйомки, сенсори деформацій, моніторинг ґрунтових вод і вібраційні датчики.

У лабораторних умовах здійснюється моделювання взаємодії ґрунту, фундаментів і конструкцій із застосуванням фізичних моделей. Також використовують натурні експерименти для оцінки впливу реальних умов будівництва.

Таблиця 1 – Рекомендації щодо мінімізації ризиків

Рекомендації	Зміст рекомендацій
1. Комплексна геотехнічна експертиза	На етапі проектування необхідно проводити детальні дослідження ґрунтових умов, враховуючи всі можливі ризики для взаємодії об'єктів.
2. Інноваційні технології будівництва	Застосування буроін'єкційних паль, мікротунелів, технологій заморожування ґрунтів дозволяє зменшити вплив на навколишні об'єкти.

3. Забезпечення спільної стійкості об’єктів	Інженерні рішення повинні передбачати рівномірний розподіл навантаження між підземними та надземними конструкціями для запобігання локальним перевантаженням.
4. Безперервний моніторинг	Системи контролю мають функціонувати протягом усього життєвого циклу об’єктів для своєчасного виявлення потенційних проблем.

Дослідження взаємного впливу будівель і підземних споруд у щільній міській забудові є важливим етапом сучасного інженерного проектування. Врахування геотехнічних, гідрогеологічних і механічних факторів, використання інноваційних технологій і впровадження систем моніторингу забезпечують довговічність і безпеку міської інфраструктури. Це є запорукою сталого розвитку міст і підвищення якості життя їхніх мешканців.

Список літератури

1. Глоба А.А., Степаненко А.М. Влияние подземных сооружений на напряженное состояние грунтов в условиях плотной застройки. // Вісник Київського національного університету будівництва і архітектури, 2021, № 2, с. 75-81.
2. Савінов В.М. Стійкість основ і фундаментів при будівництві підземних споруд. – Харків: Основа, 2015.
3. Трофимов В.Т., Попович В.В. Геотехнические системы: взаимодействие грунтовых оснований и сооружений. – Киев: Наукова думка, 2002.
4. Cording E.J., Hansmire W.H. Displacements Around Soft Ground Tunnels. // Journal of Geotechnical Engineering, 1975, Vol. 101, Issue 6, pp. 635-649.
5. DIN EN 1997-1: Eurocode 7. Geotechnical Design – Part 1: General Rules. – European Committee for Standardization, 2004.
6. Plaxis BV. Plaxis Reference Manual: Finite Element Code for Soil and Rock Analyses. – Delft, Netherlands, 2020.
7. Terzaghi K., Peck R.B., Mesri G. Soil Mechanics in Engineering Practice. – New York: John Wiley & Sons, 1996.

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ

Я.Є. Приходько, магістрант гр. БІ-23М-2,
С.Л. Хачатурян, доц., канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет,
О.С. Хачатурян, канд. екон. наук

Багатофункціональні центри чи комплекси – це найперспективніший і одночасно найскладніший формат у сучасному містобудуванні. У них на рівних або майже на рівних поєднуються в різних варіантах квартири, готелі, офіси, магазини, спортивні та концертні майданчики. Найчастіше багатофункціональні центри чи комплекси мають дві функції, рідше три і більше.

Економічні аргументи на користь сучасних багатофункціональних комплексів – висока вартість землі та її дефіцит, особливо у центральних районах мегаполісів. Крім того, все більш затребуваним стає компактне розміщення в одному чи кількох будинках всього, що потрібно сучасній людині для проживання, роботи, шопінгу, розваг і занять спортом [1]. Це дозволяє економити час на переміщеннях містом, створює особливий спосіб життя, а разом з тим формує зовсім нове міське середовище.

Багатофункціональні центри чи комплекси привабливі для девелоперів, оскільки дають можливість збільшувати ефективність земельних ділянок за рахунок більш високої щільності забудови та поєднувати різні види діяльності, що в свою чергу диверсифікує ризики та підвищує інвестиційну привабливість. Крім того, скорочуються витрати на будівництво об'єкту за рахунок його масштабності, є можливість перепрофілювати різні складові комплексу, якщо цього вимагатиме ринкова ситуація, багатофункціональність продовжує прибутковість об'єкта, доходи від центру отримувати на різних стадіях його розвитку та, нарешті, багатофункціональний центро-або комплекс більш привабливий для цільової аудиторії, оскільки дає кілька причин відвідати його.

Одночасно будівництво багатофункціонального центру чи комплексу вимагає особливо ретельного опрацювання проекту, необхідно задовго до початку проектування продумати зонування так, щоб функції комплексу не перетиналися та не вступали у протиріччя одна з одною. Більш складними та, отже, дорожчими є стратегії позиціонування та просування багатофункціонального центру чи комплексу, також для них вищі витрати на управління та експлуатацію.

Варто зазначити, що економічна ефективність будівництва багатофункціонального житлового комплексу полягає у тому, що забудовникам надається можливість економії земельних ресурсів і зниження енерговитрат [2].

Основною метою будівництва багатофункціонального житлового комплексу є отримання прибутку, отже, це економічно ефективно. Для того, щоб багатофункціональний житловий комплекс був економічно ефективним, необхідно правильно його спроектувати, розробити оптимальну концепцію, яка буде поєднувати в собі різні функції, тому що на практиці вже доведено, що багатофункціональні житлові комплекси, що поєднують максимально велику кількість функцій, дозволяють отримати більший дохід, ніж багатофункціональні житлові комплекси, що поєднують у собі меншу кількість функцій [3].

Розглянемо, як оцінити економічну ефективність та технічні етапи багатофункціонального житлового комплексу. На рис. 1 представлена концепція оцінки економічної ефективності будівництва багатофункціонального житлового комплексу, котра дозволяє враховувати особливості будівництва та архітектури об'єкта, а також економічний ефект для споживачів і забудовників.



Рисунок 1 – Концепція комплексної оцінки економічної ефективності багатофункціонального житлового комплексу

Розглянемо коротко кожний з етапів.

Перший етап полягає в розрахунку основних технічних і економічних показників запланованого об'єкту будівництва – багатофункціонального житлового комплексу. При цьому окремо мають розраховуватись усі показники: вартісні, об'ємно-планувальні, експлуатаційні для кожної функціональної складової багатофункціонального житлового комплексу.

Коефіцієнти, котрі визначають економічну ефективність і доцільність прийнятих об'ємно-планувальних і конструкторських рішень, містять планувальні коефіцієнти, об'ємні коефіцієнти, конструктивні коефіцієнти та коефіцієнти компактності.

Другий етап являє собою визначення кластера багатофункціонального житлового комплексу – об'єкту будівництва. Суть даного етапу полягає в аналізі кількох ознак у сукупності, на прикладі графіків можна виявити залежність одного фактору від іншого та на підставі виявлених результатів визначити кластер багатофункціонального житлового комплексу. На практиці переважно використовуються такі залежності, як клас житлового приміщення в залежності від поточної екологічної обстановки, кількість машино-місць на одну квартиру в даному багатофункціональному житловому комплексі залежно від кількості квартир у багатофункціональному житловому комплексі, площа вбудованих і прибудованих приміщень у залежності від ступеня віддаленості від будь-якого історичного центру. При цьому в разі, якщо представлених ознак є недостатньо для прийняття однозначного рішення, то проводиться експрес-аналіз, шляхом групування факторів іншими варіантами.

Третій етап містить формування грошових потоків від усіх видів діяльності, а саме – від операційної, інвестиційної та фінансової. На підставі результатів проведення третього етапу здійснюється розрахунок економічної ефективності на четвертому етапі.

Четвертий етап являє собою розрахунок показників комерційної ефективності, основними показниками є показники ефекту та показники окупності.

Чистий дисконтований грошовий потік показує інвестиційну привабливість проекту, тобто в результаті розрахунку показника інвестор розуміє обґрунтованість його початкових інвестицій. Індекс прибутковості дисконтованих інвестицій показує наскільки прибуткові очікувані інвестиції в проект у відсотковому співвідношенні. Дисконтований термін

окупності дає змогу оцінити ефективність проєкту шляхом приведення початкових інвестицій до поточного часу.

П'ятий етап – завершальний, суть якого полягає у тому, що будівництво багатофункціонального житлового комплексу необхідно порівняти з іншими аналогічними житловими комплексами за кількома групами показників: економічної ефективності, архітектурно-планувальним. Для проведення порівняльного аналізу доцільно використовувати метод рейтингу, тобто метод бальної оцінки, при цьому порівняльний аналіз повинен проводитися не за одним показником, а за декількома.

Таким чином, за допомогою запропонованої методики оцінити економічну ефективність багатофункціонального житлового комплексу та технічних етапів представляється можливим з використанням економіко-математичних методів розрахунку.

Підсумовуючи, можна дійти висновку, що будівництво багатофункціонального житлового комплексу є достатньо складним процесом і вимагає прийняття оптимальних рішень з різних факторів. Для того, щоб багатофункціональний житловий комплекс був економічно ефективним, необхідно приймати правильні рішення під час його проєктування. При цьому, методика оцінки економічної ефективності будівництва багатофункціонального житлового комплексу повинна ґрунтуватися на основі розрахунку математико-економічних коефіцієнтів.

Список літератури

1. Моркляник О.І., Лещенко С.В., 2014. До визначення поняття багатофункційного житлового комплексу. Містобудування та територіальне планування, [online] (53), С.357-365. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2014_53_45.
2. Теплова А.В., Буравченко С.Г. Досвід формування багатофункціональних житлових комплексів. Архітектурний вісник КНУБА. Архітектура будівель і споруд. №24-25, 2022. С. 149-156.
3. Економічна правда. Будівництво по-новому: як житловий комплекс Great вирішує проблеми багатофункціональної забудови [електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pravda.com.ua/publications/2021/02/1/670400/>.

УДК 624.012.4-183.2:624.046.2

РЕЗУЛЬТАТИ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ АРМОВАНОЇ БІБЕТОННОЇ БАЛКИ

*Д.Б. Романенко, викл.
ВСП «Рубіжанський фаховий коледж»
ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»*

У процесі експлуатації залізобетонних конструкцій досить часто виникає необхідність відновлення їхніх несучих характеристик та підвищення загальної несучої здатності. Одним з ефективних інженерних рішень такої проблеми є підсилення стиснутої зони згинаних елементів конструкції шляхом нарощування існуючого поперечного перерізу додатковим шаром бетону, що має назву «надбетонка».

Метою роботи є розгляд результатів скінченно-елементного моделювання залізобетонної балки, що складається із двох рівних по висоті шарів бетону.

Геометричні параметри досліджуваних бібетонних армованих балок наступні. Розмір прямокутного поперечного перерізу $b \times h = 100 \times 150$ мм. Верхня частина балок товщиною 80 мм моделювалася із бетону класу C20/25, а нижня розтягнута частина товщиною 80 мм – із бетону класу C12/15. Робоче армування балки виконувалось двома арматурними стержнями $\varnothing 12$ мм періодичного профілю класу A400C у розтягнутій зоні. Використані під час моделювання фізико-механічні характеристики застосованих матеріалів показані у таблиці 1. Довжина балок між опорами складала 1200 мм; завантажувалися балки двома силами на відстані 300 мм від опор. Скінченно-елементне моделювання роботи бібетонних армованих балок виконано за допомогою трьох програмних комплексів, що мають досить широкий спектр можливостей щодо задавання властивостей матеріалів, граничних умов [1]: LIRA-SAPR, NASTRAN (NAsa STRuctural ANalysis) for Femap 10.1.1 SC 32bit / 64 bit та Autodesk Inventor (див. рис. 1).

Таблиця 1 – Фізико-механічні характеристики застосованих під час моделювання матеріалів

Name	Бетон C20/25		Бетон C12/15	Сталь 400C
General	Mass Density	2,40731 g/cm ³	2,40731 g/cm ³	7,75 g/cm ³
	Yield Strength	2,41329 MPa	2,41329 MPa	689 MPa
	Ultimate Tensile Strength	2,41329 MPa	2,41329 MPa	861,25 MPa
Stress	Young's Modulus	25 GPa	16,3 GPa	206,7 GPa
	Poisson's Ratio	0,2 ul	0,2 ul	0,27 ul
	Shear Modulus	10,4167 GPa	6,79167 GPa	81,378 GPa
Part Name(s)	Верхня частина балки		Нижня частина	Арматура 12



Рисунок 1 – Застосовані для скінченно-елементного моделювання програмні комплекси

Графічне представлення моделювання бібетонних армованих балок, зокрема, із відношенням бетону вищого класу до бетону нижчого класу $h_{C25/20}/h_{C12/15} = 1$, $h_{C25/20}/h_{C12/15} = 3$ та $h_{C25/20}/h_{C12/15} = 0,33$ у програмних комплексах LIRA-САПР та NASTRAN for Femap описано у [2], а в програмному комплексі Autodesk Inventor показано на рисунку 2. За результатами аналізу розподілів абсолютних значень головних деформацій, показаних на правому стовпчику рисунка 2, визначено, що найбільші деформації $\Delta = 0,31$ мм має зразок із співвідношенням $h_{C25/20}/h_{C12/15} = 0,33$; найменші деформації $\Delta = 0,2918$ мм має зразок із співвідношенням $h_{C25/20}/h_{C12/15} = 3$.

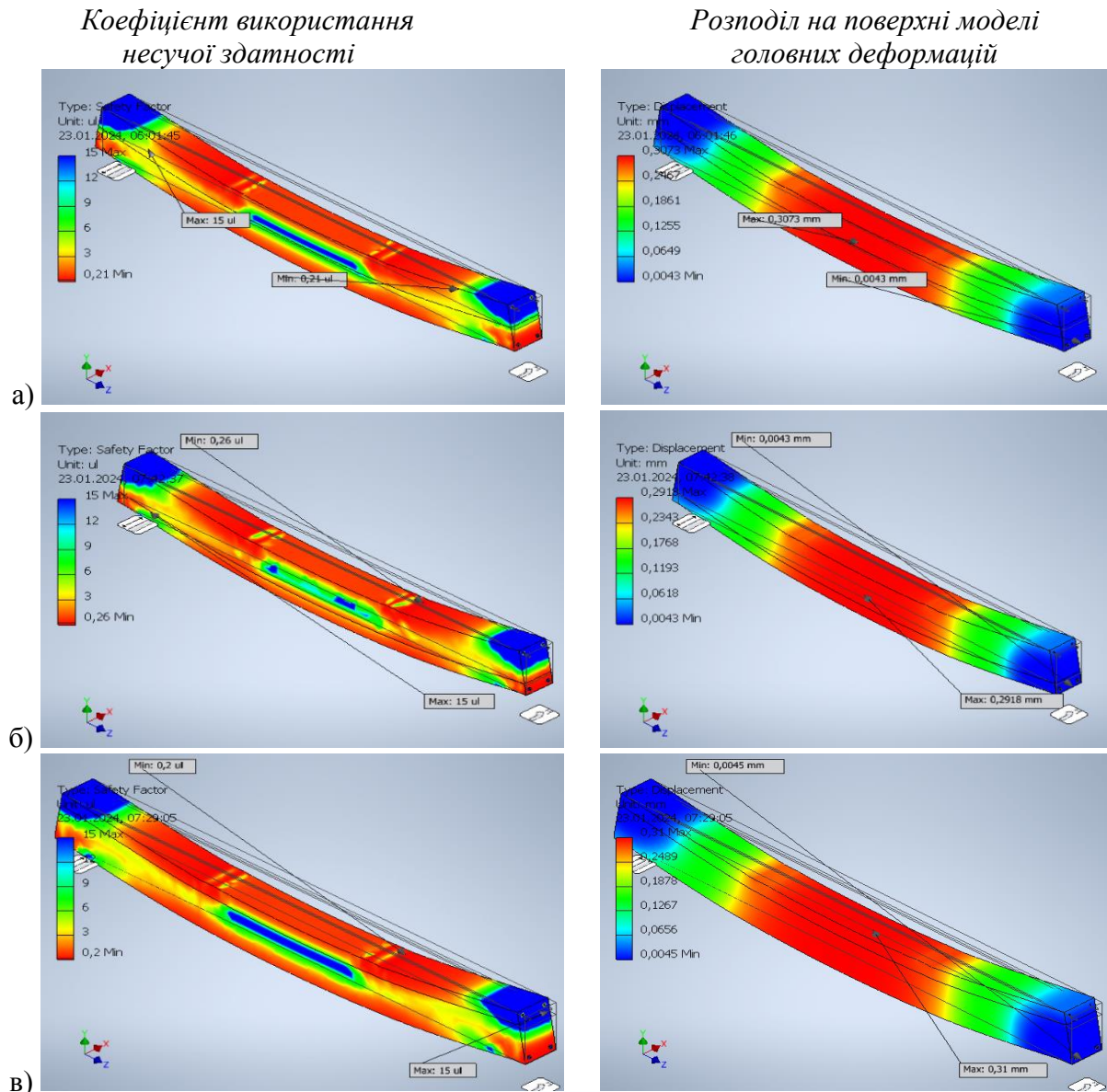


Рисунок 2 – Графічне представлення моделювання бібетонних армованих балок у ПК Autodesk Inventor

Список літератури

1. Гасенко, А.В., Новицький, О.П., Рожко, В.Н. (2017). Особливості створення скінченно-елементної моделі системи «основа – віброармована ґрунтоцементна паля». *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*, 167, 34-41.
2. Романенко, Д.Б. (2023). Чисельне дослідження міцності бібетонних армованих балок, що працюють на згин. *Зб. наук. пр.: Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*, 8 (39), ч. II, 70-76. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8\(39\).2.70-76](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8(39).2.70-76)

УДК 625.07

ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ ПОДРІБНЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ГУМОВИХ ФУТЕРОВОК

О.О. Руденко, асп.,
В.В. Яцун, доц., канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет,
С.О. Джирма, доц., канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет

На багатьох підприємствах індустрії виробництва будівельних матеріалів в технологічному процесі виробництва використовують спеціальне обладнання для подрібнення твердої сировини – кульові млини (рис. 1). За допомогою млинів можливо отримати продукцію мілких фракцій і високої якості, з мінімальними відсотками браку по розміру часток. Для отримання заданого продукту використовують мелючі кулі які повинні відповідати розмірам барабану кульового млина.



Рисунок 1 – Кульовий млин для помелу клінкеру і гіпсу для отримання цементу

На сьогоднішній день кульові млини широко використовуються не тільки в будівельній галузі а й в таких галузях, як переробка корисних копалин, хімічна промисловість, виробництво добрив і кераміки, подрібнення відходів тощо.

Загальна тенденція росту потреб будівельної індустрії в Україні і за кордоном призводить до потреби підвищення продуктивності технологічного обладнання.

Основним напрямком розвитку техніки для подрібнення є збільшення об'єму кульових млинів шляхом збільшення діаметру барабану або його довжини. Продуктивність млина пропорціональна збільшенню діаметру барабану в ступені 2,5 а від збільшення довжини знаходиться в лінійній залежності.

Найбільш дорогим вузлом кульових млинів є барабан і футеровка внутрішньої поверхні, яка захищає його від ударних навантажень та абразивного зношування (стирання).

Крім захисту внутрішньої поверхні барабану футеровка суттєво впливає на механіку руху подрібнювального середовища, яка визначає продуктивність млина.

Збільшення діаметру барабану кульових млинів призвело до збільшення навантажень на корпус барабану і потребу використовувати для його захисту металеві бронеплити

більшої товщини вага яких досягала 500 кг. Ці фактори призвели до погіршення показників металоємності і енергоємності великорозмірних млинів. А зважаючи на те що, подрібнення в барабанних кульових млинах відбувається великої кількості матеріалів не виникає сумнівів у потребі вдосконалення цього виду обладнання.

Однією із світових тенденцій покращення показників подрібнювального обладнання є використання в якості матеріалу для футерувальних плит зносостійких гум [1]. Доцільність використання гумових футеровок підтверджена практикою і багаторічним вітчизняним і зарубіжним досвідом провідних країн світу. Гумові футерувальні елементи мають безліч переваг перед металевими бронеплитами [2]:

- збільшення ресурсу, і як наслідок зменшення потреби в запасних футерувальних елементах;
- скорочується час і витрати на заміну футерувальних елементів;
- знижується вага футеровки і тим самим зменшується втрати електроенергії;
- зменшується рівень шуму;
- збільшується продуктивність млинів і якість готового продукту.

Незважаючи на очевидний прогрес у галузі вдосконалення барабанних та трубних млинів, а саме: підвищення їхньої експлуатаційної надійності, застосування безредукторних приводів, оснащення засобами механізації ремонтних робіт та мікропроцесорними засобами автоматизації процесу подрібнення, механічні процеси руйнування мінеральних матеріалів, що реалізуються у млинах, залишилися незмінними. Отже, практично не змінилася їх технологічна ефективність.

Отже, дослідження, яке спрямоване на розробку методів вибору оптимальних параметрів, а також розрахунків і проектування гумових футерувальних елементів, має важливе значення. Такі елементи повинні працювати в умовах підвищених ударних навантажень, сприяти поліпшенню процесу переміщення технологічного та кульового завантаження, бути простими в конструкції та технологічними у виробництві. Водночас вони мають забезпечувати надійну експлуатацію та підвищувати продуктивність і економічні показники млинів. Ці дослідження відповідають актуальним вимогам промисловості будівельних матеріалів і сприяють вдосконаленню виробничих процесів.

Список літератури

1. Джирма С.А., Настоящий В.А. Розробка конструкцій гумових футеровок барабанних і трубних млинів діаметром 3,6-4,2 м // Наука – виробництву 2008. Збірник тез доповідей студентів і магістрантів на ХЛП науковій конференції та аспірантів і викладачів на XXXIX науковій конференції. – Кіровоград: КНТУ. – 2008. – С. 263.
2. Завада, С. О. Реалізація віброефектів на робочих поверхнях технологічного і транспортного обладнання шляхом застосування гумових футеровок з повітряним зазором / С.О. Завада, В.А. Настоящий, С.О. Джирма // Досвід впровадження у навчальній процес сучасних комп'ютерних технологій : I Всеукраїн. студ. наук.-практ. конференція, 29-30 жовтня 2019 р., м. Кропивницький : зб. матеріалів / М-во освіти і науки Укр., Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2019. - С. 54-57.

КОМП’ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ КОЛИВАНЬ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИВАЛЬНОЇ РІДИНИ

В.М. Савик, канд. техн. наук

Національний університет “Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка”,

Т.О. Суржко, асп.

Національний університет “Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка”,

М.І. Книш, асп.

Національний університет “Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка”

Очисне обладнання відіграє ключову роль у процесах буріння свердловин. Його ефективність залежить від динамічних характеристик системи, які визначають якість фільтрації та довговічність обладнання. Використання комп’ютерного моделювання дозволяє проводити точний аналіз динамічних процесів, оптимізувати конструкцію та знижувати витрати на експлуатацію.

Дослідження полягає у створенні математичних моделей та проведенні чисельного моделювання динамічних характеристик очисного обладнання для оцінки його впливу на якість очищення бурового розчину. Для цього елементи розглядаються як тонкі однорідні пластини, що моделюються методами кінцевих елементів (МКЕ) або дискретних частинок (DEM). Рідина моделюється як в’язко-інерційне середовище, що взаємодіє з обладнанням.

У процесі моделювання враховуються такі параметри, як геометрія обладнання, матеріальні властивості (модуль пружності, щільність), демпфуючі характеристики та частотні режими роботи. Основні види коливань, які досліджуються, включають: поперечні коливання, що визначають ефективність видалення частинок; резонансні явища, які можуть покращувати фільтрацію або перевантажувати систему; вільні коливання після вимкнення приводу, що впливають на довговічність конструкції; та інтегровані системні коливання, пов’язані з динамікою рами, приводу й робочих поверхонь.

Результати моделювання показали, що оптимізація частоти коливань залежить від характеристик рідини та конструкції обладнання. Резонансні явища можуть бути використані для підвищення ефективності очищення, але потребують контролю для уникнення пошкоджень. Вільні коливання здатні викликати залишкові напруження, що знижують ресурс обладнання.

Комп’ютерне моделювання значно скорочує необхідність експериментальних досліджень, дозволяє визначити критичні режими роботи та розробити ефективні конструктивні рішення для конкретних умов експлуатації. Подальший розвиток моделей може включати врахування нелінійних явищ, змінних характеристик рідини та навантажень.

Дослідження підтверджує, що сучасні методи чисельного аналізу є ефективним інструментом для вдосконалення конструкції обладнання, підвищення якості очищення промивальної рідини та зниження витрат на обслуговування обладнання.

Список літератури

1. Tetiana Surzhko, Maksym Knysh, Yuriy Kuzub, Oleksandr Kruchkov, & Viacheslav Rubel. Study of the operating parameters of vibrations of a vibrosieve of the washing liquid purification unit. Technology Audit and production Reserves. № 4/1(72), Kharkiv, 34–39. doi: 10.15587/2706-5448.2023.286362
2. Суржко Т.О., Савик В.М., Молчанов П.О., & Калюжний А.П. (2020). Підвищення ефективності роботи обладнання блоку очищення промивальної рідини. Зб. наук. праць Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (галузеве машинобудування, будівництво). Полтава: НУПП. Вип. 2 (55).2020, 121-127. doi: <https://doi.org/10.26906/znp.2020.55.2354>
3. Костриба І.В. Основи конструювання нафтогазового обладнання: Навч. Посібник. – Івано-Франківськ: Факел, 2007 – 256 с.
4. Мочернюк Д.Ю. Моделювання фізичних процесів на основі визначальних рівнянь / Д.Ю. Мочернюк –

Нафтова і газова промисловість – 2001. – №3. – С. 12 – 14.

5. Довідники з нафтогазової справи. Заг ред. докт. тех. наук В.С. Бойко, Р.М Кондрата, Р.С.Яремійчука – К.: Львів, 1996. – 648 с.

УДК 004.942:624.015

СТВОРЕННЯ СКІНЧЕННО-ЕЛЕМЕНТНОЇ МОДЕЛІ ПОШКОДЖЕНОЇ ЦЕГЛЯНОЇ КОЛОНИ

О.В. Семко, проф., *д-р. техн. наук*,
завідувач кафедри будівництва та цивільної інженерії

Т.М. Ільченко, *асп.*

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

В.В. Ільченко, *студентка 1-го курсу*

Київський національний університет будівництва та архітектури

Цегляні конструкції є традиційним і ефективним рішенням для багатоповерхового житлового будівництва. Їх популярність обумовлена низкою важливих переваг: висока міцність, теплоізоляційні властивості, вогнестійкість та довговічність. Сучасні технології виготовлення цегли дозволяють створювати різноманітні типи матеріалів – від традиційної керамічної до силікатної та клінкерної, що розширює архітектурні можливості проектування. Сучасні цегляні багатоповерхівки характеризуються не лише функціональністю, але й естетичністю, оскільки цегла дозволяє створювати різноманітні фактурні та кольорові рішення фасадів, що робить житлові комплекси унікальними та привабливими.

При зведенні багатоповерхівок використовують два основні підходи: несучі цегляні стіни та цегляні перегородки в каркасних будинках. Перший варіант забезпечує монолітність конструкції, другий – дає змогу створювати більш легкі та економічні будівлі. Важливо дотримуватися технологій мурування, використовувати якісні розчини та правильно армувати конструкції для забезпечення надійної їх роботи протягом всього терміну експлуатації споруди. Проте у випадку безвідповідальної експлуатації будівлі, можливе періодичне замокання цегляної кладки, що приводить до передчасного зниження не тільки її фізико-механічних властивостей, а й зменшення поперечного перерізу конструкцій.

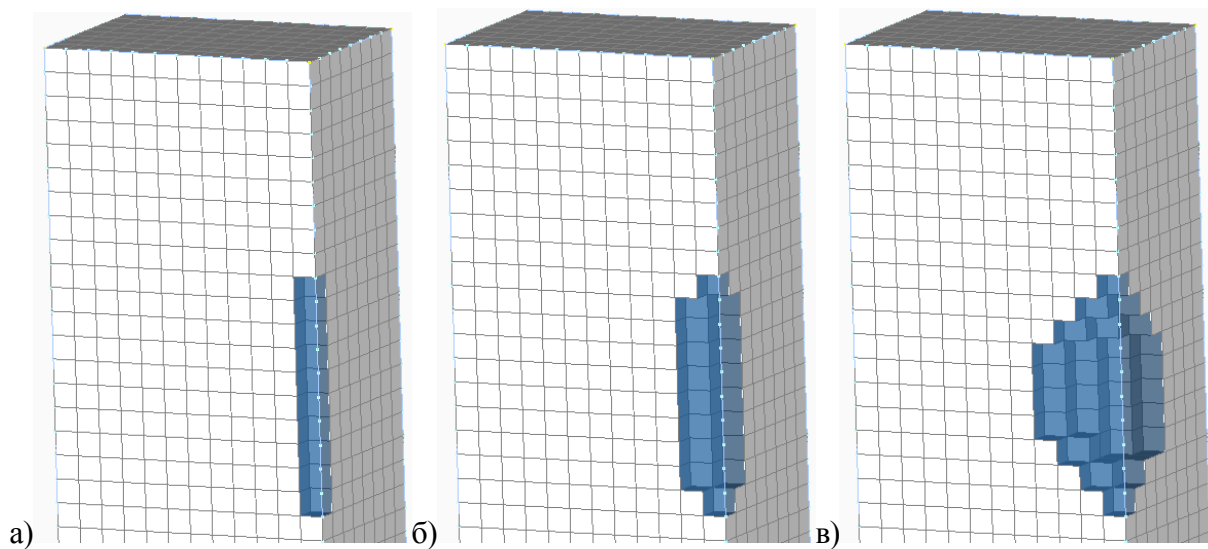
Замокання та руйнування цегляної кладки є серйозними проблемами, що виникають через різні фактори зовнішнього впливу. Основними причинами пошкоджень є безпосереднє потрапляння вологи, яка призводить до поступової деградації матеріалу. Атмосферні опади, капілярне підняття вологи з ґрунту, конденсат та неправильна гідроізоляція можуть спричинити значні руйнівні процеси. При тривалому контакті з вологою в цеглі розвиваються небезпечні деформації: мікротріщини, висолування, руйнування структури матеріалу. Особливо критичними є циклічні температурні коливання, коли волога замерзає та розширюється, що призводить до поступового розшарування та руйнування цегли. Додатковими факторами пошкоджень є агресивні хімічні середовища, механічні навантаження та неякісні будівельні розчини. Запобігання руйнуванню досягається шляхом професійного проектування гідроізоляції, використання захисних покриттів, вчасного моніторингу стану конструкцій та проведення профілактичних ремонтних робіт.

Морозобійне руйнування цегляної кладки суттєво впливає на її несучу здатність через фізичні деформації внаслідок циклічних заморожувань та відтавань, що призводять до мікротріщиноутворення в структурі цегли та розчину; зниження загальної міцності кладки, що відбувається через порушення адгезії між цеглою та розчином, а також розшарування матеріалів. Зменшення щільності конструкції. На рисунку 1 показано типове пошкодження цегляної кладки простінків (а) та колони (б) внаслідок морозобійного руйнування. Методика оцінки впливу морозобійного руйнування цегляної кладки на зміну несучої здатності включає: а) визначення фактичної міцності матеріалів; б) аналіз глибини морозобійних пошкоджень; в) розрахунок редуційних коефіцієнтів міцності.



Рисунок 1 (а; б) – Морозобійне руйнування, вимивання швів цегляної кладки

Під час скінченно-елементного моделювання морозобійне пошкодження цегляної кладки, як однорідного тіла, можливо реалізувати у вигляді ручного виймання окремих скінченних елементів моделі на необхідну глибину та площу [1; 2]. Приклад такого моделювання пошкодження на скінченно-елементній моделі показано на рисунку 2.



(а) 100 мм (б) 200 мм (в) цегляної колони поперечним перерізом 400×600 мм

Рисунок 2 – Моделювання морозобійного пошкодження висотою 500 мм на глибину 50 мм

Список літератури

1. Гасенко А.В., Новицький О.П. Особливості створення скінченно-елементної моделі системи «основа – віброармована ґрунтоцементна паля» // Зб. наук. пр. УкрДУЗТ, вип. 167. Харків, 2017. С. 34–41.
2. Пінчук Н.М., Гасенко А.В., Яворська А.С. Комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану армоцегляної кладки при місцевому її стисненні // Тези 66-ї наук. конф. професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету. Том 1. (Полтава, 15 квітня – 15 травня 2014 р.) Полтава: ПолтНТУ, 2014. С. 367–369.

УДК 693.22:691.42

ВПЛИВ ЗОВНІШНІХ І ВНУТРІШНІХ ФАКТОРІВ НА ДОВГОВІЧНІСТЬ ЦЕГЛЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Ю. Сметана, *ст. гр. БІ-23М-2,*

І. Заворуєва, *асист.,*

І. Скриннік, *доц., канд. техн. наук,*

Центральноукраїнський національний технічний університет

Довговічність цегляних конструкцій значною мірою залежить від зовнішніх та внутрішніх факторів, які впливають на їхню міцність протягом усього періоду експлуатації. Одним із ключових внутрішніх факторів є якість будівельних матеріалів. Цегла та розчин мають відповідати встановленим стандартам, оскільки неякісні матеріали стають причиною зниження стійкості кладки. Також важливим є дотримання технології кладки. Неправильне виконання робіт, наприклад, нерівномірне змішування розчину або недбале укладання цегли, може призводити до появи тріщин і зниження міцності.

Волога є ще одним руйнівним фактором для цегляних стін. Її проникнення у структуру кладки викликає поступове руйнування, особливо в нижніх частинах будівель, де стіни піддаються дії ґрунтової води. З часом навіть найкращі матеріали втрачають свої властивості, і термін експлуатації стає важливим аспектом, що впливає на міцність. Високі навантаження, які часто зустрічаються в старих будівлях, також можуть спричинити пошкодження кладки, особливо якщо ці навантаження були неправильно розраховані на етапі проектування.

Зовнішні фактори також мають значний вплив. Погодні умови, такі як дощ, мороз, вітер і сонячне випромінювання, поступово руйнують цеглу. Зокрема, замерзання води у порожнинах цегли призводить до її розтріскування, а постійне зволоження та висушування викликають ерозію. Сейсмічна активність є ще одним небезпечним фактором. Землетруси викликають вібрації, що сприяють появі тріщин та можуть призвести до обвалів, якщо будівля не була спроектована з урахуванням сейсмостійкості.

Будівельні роботи поруч з існуючими спорудами також можуть створювати додатковий тиск на стіни, призводячи до їх пошкодження. Атмосферне забруднення впливає на кладку не менше. Хімічні речовини в повітрі вступають у реакцію з цеглою та розчином, руйнуючи їхню структуру. Наприклад, кислотні дощі знижують міцність швів, що може спричинити передчасне руйнування.

Для забезпечення довговічності цегляних конструкцій необхідно ретельно контролювати якість матеріалів та дотримуватися будівельних технологій. Важливо також забезпечити захист від вологи за допомогою ефективною гідроізоляції та вентиляції. Регулярний огляд і своєчасний ремонт дозволяють виявляти й усувати дефекти на ранніх етапах, зберігаючи конструкцію у належному стані. Цегляні будівлі можуть служити десятиліттями, якщо враховувати всі фактори впливу та забезпечити належний догляд і захист.

Список використаних джерел

1. Плугін А. А., Трикоз Л. В. Довговічність будівельних конструкцій та способи її підвищення: навч. посіб. Харків: УкрДУЗТ, 2019. 220 с.
2. Савйовський В. В., Броневицький С. П. Вплив експлуатаційних факторів на технічний стан цегляних конструкцій. Науковий вісник будівництва. 2021. Т. 104, № 2. С. 178-184.
3. Фаренюк Г. Г., Тимофеев М. В. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією: монографія. Київ: КНУБА, 2019. 288 с.

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ БЕТОНУВАННЯ ПРИ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Р. Таран, *ст. гр. БІ-23М-1,*
В. Костенко, *асист.,*
В. Дарієнко, *доц., канд. техн. наук,*
Центральноукраїнський національний технічний університет

Зимове бетонування завжди було однією з найбільш складних задач у будівництві, адже низькі температури значно впливають на якість та швидкість твердіння бетону. Холод уповільнює процес гідратації цементу, що може призводити до недостатньої міцності матеріалу та навіть до його руйнування на ранніх стадіях твердіння.

Сучасні методи зимового бетонування розроблені для забезпечення належного теплового режиму, необхідного для нормального твердіння матеріалу. Одним із найефективніших підходів є використання методу термоса. У цьому випадку бетонна конструкція утеплюється після укладання, а тепло, що виділяється під час гідратації цементу, зберігається всередині конструкції. Це дозволяє підтримувати потрібну температуру без додаткового прогрівання. Метод термоса підходить для конструкцій великих розмірів, де тепло може тривалий час утримуватися в масиві бетону. Ще один популярний метод — попередній електророзігрів бетонної суміші. У цьому випадку компоненти бетону, включаючи воду і наповнювачі, підігріваються перед змішуванням. Електроімпульсне бетонування також використовується для зимових умов. Цей метод передбачає введення електроенергії безпосередньо в бетонну суміш. Електричний струм проходить через матеріал, нагріваючи його до температури, достатньої для нормального твердіння. Такий підхід дозволяє регулювати температуру навіть у суворих умовах.

Інші технології, наприклад, віброелектробетонування та синергобетонування, поєднують різні механічні та теплові методи впливу на бетон. Ці підходи забезпечують рівномірний розподіл тепла всередині конструкції та сприяють підвищенню її якості. В окремих випадках застосовуються спеціальні добавки до бетонної суміші, які знижують температуру замерзання води та прискорюють процеси гідратації.

Для масивних конструкцій також використовують витримання бетону в тепляках. У цьому випадку на будівельному майданчику створюється спеціальне приміщення з підтриманням потрібного мікроклімату. Тепляки дозволяють уникнути зовнішнього впливу морозу та забезпечують стабільний температурний режим для бетонування.

Загалом, вибір методу залежить від багатьох факторів, таких як розмір конструкції, температура навколишнього середовища, наявність джерел тепла та терміни будівництва. Важливо враховувати, що всі ці технології потребують дотримання сучасних нормативних вимог, які регламентують температурний режим під час бетонування. Порушення таких вимог може призвести до зниження якості конструкції та підвищення ризику її руйнування.

Зимове бетонування вимагає ретельного планування, використання передових технологій і належного технічного оснащення. Лише комплексний підхід дозволить забезпечити високу якість бетону навіть у найсуворіших погодних умовах, що сприятиме довговічності та надійності будівельних конструкцій.

Список літератури

1. Дворкін Л. Й., Житковський В. В. Технологія бетонних робіт в зимових умовах: монографія. Рівне : НУВГП, 2019. 176 с.

УДК 624.04:627.11

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ВУЗЛІВ ПРИ БУДІВНИЦТВІ МАНСАРДНИХ ПОВЕРХІВ

В.С. Темрюк, *магістрантка гр. БІ-23МЗ,*

С.Л. Хачатурян, *доц., канд. техн. наук*

Центральноукраїнський національний технічний університет

Мансардні поверхи стають усе більш популярними в сучасному будівництві завдяки їх функціональності, естетиці та економічній вигоді. Однак, правильна теплотехнічна оптимізація вузлів є ключовим фактором для забезпечення енергоефективності та комфортного мікроклімату в таких приміщеннях. У даних тезах розглянуті основні підходи до проектування теплотехнічних вузлів мансардних поверхів, сучасні методи їх оптимізації, а також представлені рекомендації з використання інноваційних матеріалів і технологій.

Теплотехнічні вузли мансардних поверхів мають низку специфічних особливостей, зумовлених складною геометрією конструкції. Основні елементи, котрі вимагають уваги, такі:

- вузли примикання покрівлі до стін і стель;
- місця установки віконних конструкцій (у тому числі мансардних вікон);
- утеплення стиків і коників;
- вентиляційні канали та елементи покрівельних пірогів.

Помилки в проектуванні та монтажі можуть привести до утворення теплових містків, конденсації вологи, збільшенню тепловтрат і зниження терміну служби конструкцій.

У таблиці 1 наведені сучасні методи оптимізації, покликані нівелювати означені вище негативні моменти при будівництві мансардних поверхів.

Таблиця 1 – Сучасні методи оптимізації

Метод оптимізації	Сутність методу
1. Теплотехнічне моделювання	Використання спеціалізованого програмного забезпечення (наприклад, ANSYS, Elcut, Therm) дозволяє змоделювати розподілення теплових потоків у вузлах, виявити потенційні зони теплових містків і оптимізувати їх конструкцію.
2. Використання ефективних теплоізоляційних матеріалів	Сучасні матеріали, такі як PIR-плити, аерогелі, пінофол або пінополістирол з низьким коефіцієнтом теплопровідності, дозволяють суттєво знизити тепловтрати при мінімальній товщині шару.
3. Інтеграція паро- та гідроізоляційних мембран	Використання якісних мембран для захисту теплоізоляції від вологи запобігає утворенню конденсату, покращуючи довговічність всієї конструкції.
4. Оптимізація вузлів примикання	Примикання даху до стін, віконні вузли та коники вимагають ретельного проектування та контролю за монтажем. Використання заводських вузлових рішень (профілів, кріплень, термовставок) значно знижує ймовірність помилок.

Приклади з практики підтверджують ефективність приведених сучасних методів оптимізації:

- в одному з проєктів реконструкції мансардного поверху в місті Конотоп Сумської області була використана комбінація PIR-плит і пароізоляційної мембрани. Це дозволило знизити тепловтрати на 35% у порівнянні з традиційним методом утеплення;

- дослідження, проведені в рамках експериментів лабораторії з досліджень проблем енергоефективності в будівництві та архітектурі «Енергоцентр-КНУБА» показали, що використання аерогелей у місцях складних вузлів (вікна, кути) зменшує утворення теплових містків на 20÷25%.

Оптимізація теплотехнічних вузлів під час будівництва мансардних поверхів потребує комплексного підходу, що містить розрахунок, підбір матеріалів і контроль якості монтажу. Застосування сучасних технологій і інноваційних матеріалів дозволяє значно підвищити енергоефективність будівель і забезпечити комфортні умови проживання.

Для проєктувальників і будівельників важливо враховувати як теплотехнічні характеристики, такі сумісність матеріалів, а також дотримання будівельних норм і правил.

Список літератури

1. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».
2. ДБН В.2.2-9:2018 із зміною №1 «Громадські будинки та споруди. Основні положення».
3. ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проєктування».
4. Гресь К., Чирва Т. Аналіз можливості підвищення енергоефективності будинків у малоповерховій житловій забудові підвищеної щільності // Політ. Сучасні проблеми науки: тези доповідей XXII Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених. – Національний авіаційний університет. – Київ, 2022. – С. 12-13.
5. Хоменко О.Г. Енергозберігаючі технології в будівництві: навчальний електронний посібник. – Глухів. 2019. – 118 с.

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПАЛЬОВО-РОСТВЕРКОВИХ ФУНДАМЕНТІВ ДЛЯ ВИСОТНИХ БУДИНКІВ

А. Ткаченко, Д. Дуденко, здобувачі гр. БІ-23М-2
Центральноукраїнський національний технічний університет,
Е. Еміров здобувач гр. 194-Д
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
С. Карпушин, доц., канд., техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет

Економія матеріальних ресурсів і відповідно фінансових активів в будівельній галузі може бути реалізована шляхом досягнення оптимальних об’ємно-планувальних рішень будівель і споруд, раціональним вибором нових будівельних матеріалів, застосуванням нових і прогресивних сучасних технологій, що призводить до можливості будувати більш функціональні, зручні, екологічні та довговічні споруди.

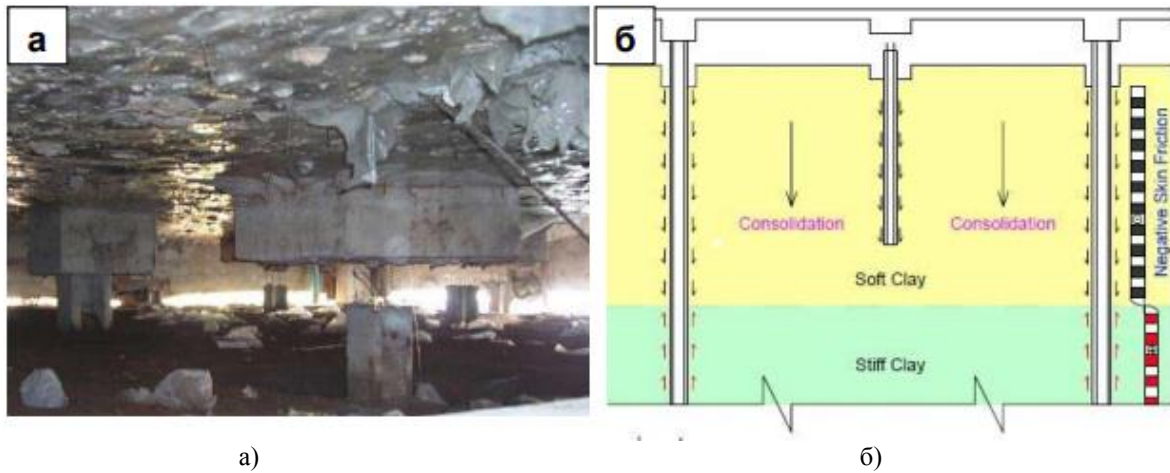
Тут, таки варто зауважити, що серед економічних резервів у містобудуванні залишається ефективне використання площ земельних ділянок, що відведені під будівництво. Для ефективного будівництва потрібно максимально повне використання, як підземного, так і надземного (висотного) просторів. У зв’язку з цим, будівництво висотних будинків у сучасних умовах є, і найближчими роками буде пріоритетним. У економічно розвинених закордонних країнах відбувається ріст мегаполісів, де кількість висотних будівель зростає в нелінійній пропорції. Це явище, що окрім відомих факторів щодо високої вартості землі, бажання будувати, купувати, продавати, здавати в оренду об’єкт в центрі міста, має ще декілька логічних пояснень. Висотне будівництво обумовлює значну потребу в розвитку підземного простору, що частково вирішує проблеми з паркуванням автомобілів, укриттями від дії аварійних ситуацій, новими торговельними і комерційними площами, входами в метро, тощо. Також важливим моментом є те, що підземний простір, за умов правильного влаштування, вимагає значно менших витрат на опалення та кондиціонування [1] і може мати значні переваги для країн та регіонів з різким континентальним кліматом.

Це в свою чергу робить дуже актуальними геотехнічні питання щодо проектування фундаментів для висотних будівель. Фундаментів, які передбачають можливість усунення крену будівлі в процесі експлуатації, забезпечення будівлі від різних інших аварійних процесів, як то наслідки надзвичайних ситуацій, техногенні катастрофи.

При цьому, залишається не вирішеним ряд питань щодо розтірко-пальових типів фундаментів, як переважного типу фундаментів для висотних будівель до 100м висотою. Результати натурних досліджень д.т.н., проф. Самородова О.В. [2] щодо осідань 16, 19 та 21 поверхових житлових будинків, що зведені в м. Харків на ростверко-пальових фундаментах показали досить великий запас несучої здатності цього виду фундаментів. Але проблемними, та не до кінця вивченими є питання утворення ефекту негативного тертя на палях висячого типу, що мають жорстке з’єднання з розтірками (рис.1). Так, на рис.1 наведено фото відриву декількох паль від ростверку та утворення зони просідання навколопального ґрунтового простору під плитою ростверку.

За умови традиційного жорсткого з’єднання паль і ростверку з послідуочим класичним навантаженням їх разом, поступово зростаючим навантаженням (по мірі зведення поверхів будівлі), отримуємо різну ефективність складових частин ростверко-пального фундаменту. Складовими частинами, що визначають ефективність роботи ростверко-пального фундаменту, будемо вважати: фрагмент плити нижнього ростверку, бокові поверхні тертя палі та нижній кінець палі. Так, проф. І.П. Бойко під час [пленарної доповіді на дев’ятій всеукраїнській наук.-техн. конференції «Механіка ґрунтів, геотехніка та фундаментобудування: проблеми, інновації та імплементація Єврокодів в Україні» (м.

Дніпро, 3.10.2016 р.)] було зазначено, що ефективність складових частин ростверко-пального фундаменту різна. Це ствердження гарно ілюструє рис.2.



а) – фото; б) – схема пального фундаменту [3]
Рисунок 1 – Руйнівна дія сил негативного тертя (відривання паль від ростверку)

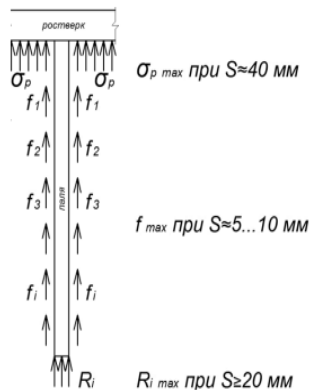


Рисунок 2 – Схема умов для ефективної сумісної роботи елементів ростверко-пального фундаменту [проф. І.П. Бойко].

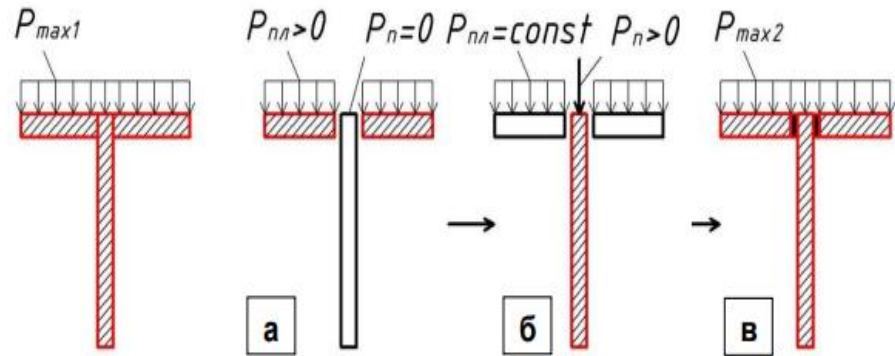


Рисунок 3 – Варіанти ростверко-пального фундаменту [4] (зліва класичне жорстке з'єднання і навантаження), а – з'єднання плита - палі відсутнє, початково навантажується плита ростверку, б – навантаження на плиту зафіксовано, передається навантаження на палю, в – решта навантаження дається на плиту ростверка і палю.

Ефект просідання ґрунту в міжпальовому просторі з виникненням т.з. «негативного тертя» пояснюється перевищенням величини ефективної деформації ґрунту по бічній поверхні палі f_{max} при $S \approx 5...10$ мм. (рис.2). Виникнення ефекту «негативного тертя» додатково навантажує палі, та у більшості випадків призводить до додаткових напружень та деформацій у місцях з'єднання палі з ростверком, аж до її відриву.

На рис.3 наведено традиційну схему навантаження і з'єднання елементів пального фундаменту при почерговому навантаженні (рис.3. а, б, в) елементів пального фундаменту, що не мають жорсткого з'єднання.

Конструктивні і технологічні заходи щодо узгодженого почергового навантаження дозволяють зменшити загальне осідання будівлі на такому фундаменті до 20%. Прикладом технічної реалізації даних ідей є конструкції ростверко-пальових фундаментів за системою F. Gonzalez [5]. Відомий досвід практичного втілення в будівництво фундаментів за цією конструкцією. До переваг варто віднести можливість підтягування, вирівнювання навантажень на палі в процесі експлуатації будівлі. Це дає змогу усувати ефекти нерівномірних осідань, кренів, тощо в умовах будівлі, що певний термін вже експлуатується.

Список літератури

1. Пашинський В.А., Пашинський М.В., Карпушин С.О. Температурний режим ґрунтових масивів як геологічний вплив на основи будівель / Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві.

Збірник наукових праць Луцького національного технічного університету ЛНТУ. Луцьк 2020, - вип. 14, С 126-136.

DOI: [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2020-4\(14\)-13](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2020-4(14)-13)

2. Самородов О.В. Розвиток наукових основ вибору раціональних параметрів комбінованих пальових і плитних фундаментів багатоповерхових будівель. Дис. докт.техн.наук 05.23.02 – «Основи і фундаменти» - Харків, 2017. - 322с.
3. Promboon S. The need for sound engineering experience in civil work [Electronic resource] / S. Promboon, C. Jitjuajun // Seminar papers, academic articles INTER-CONSULTING CO., LTD., 02 June 2015. – Electronic data. – [Thai Engineering Co., Ltd.]. – Mode of access: World Wide Web: <http://www.thaiengineering.com/2015/index.php/itemlist/user/845%E0%B9%80%E0%B8%A7%E0%B9%87%E0%B8%9A%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C?start=730> (viewed on June 28, 2017). – Title from the screen
4. Ковба В.В. Перерозподіл зусиль в пальовому фундаменті з урахуванням послідовного навантаження його складових елементів. Дис. к.т.н. 05.23.02 «Основи і фундаменти». – Дніпропетровськ, 2018. – 240 с.
5. Gonzalez F.M. Enderezado de dos ediftcios; un metro en el caso mas de sfavorable. / Gonzalez F. M. // Memorias del Primer Congreso Panamericano de Mecanica de Suelos y Cimentaciones, Mexico – 1959. (Ubicados Re forma 139 y Plaza de Ferrocarriles No. 1). – P. 343-105.

АДМІНІСТРАТИВНО-ТЕРИТОРІАЛЬНЕ РАЙОНУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ГРАДУСО-ДІБ ОПАЛЮВАЛЬНОГО ПЕРІОДУ

Т.В. Фоміна, магістрантка гр. БІ-23 МЗ

В.А. Пашинський, проф., д-р. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

А.М. Жарова, викл.

Кропивницький будівельний фаховий коледж

Для диференційованого вибору опору теплопередачі залежно від встановленого рівня допустимих втрат тепла через огороження за принципом роботи [1] необхідно виконати районування території України за кількістю градусо-днів опалювального періоду. Для цього доцільно використати метод адміністративно-територіального районування [2], згідно з яким для території кожної адміністративної області України в запас надійності встановлюється обласне значення кількості градусо-днів.

Для територіального районування кількості градусо-днів опалювального періоду використані опубліковані в [3, 4] послідовності середньомісячних значень температури повітря на 367 рівнинних метеостанціях України, які розміщені на висоті до 400 м над рівнем моря. Кількості градусо-днів опалювального періоду для усіх метеостанцій обчислені в середовищі Microsoft Excel шляхом чисельного інтегрування різниці між температурою повітря в приміщенні та функцією математичного сподівання температури повітря $M(t)$ в межах опалювального періоду. Розрахункова схема для обчислень показана на рисунку 1 на прикладі даних для м. Кропивницький. Отримані формули для визначення часу початку й кінця опалювального періоду, які обмежуються значенням температури $+8^{\circ}\text{C}$, та обчислення площ трапецій, показаних на рисунку 1 пунктирними лініями, занесені до розрахункового бланку Excel. Сума площ цих трапецій дає шукане значення річної кількості градусо-днів опалювального періоду $G_{\text{оп}}$ при температурі внутрішнього повітря $+20^{\circ}\text{C}$.

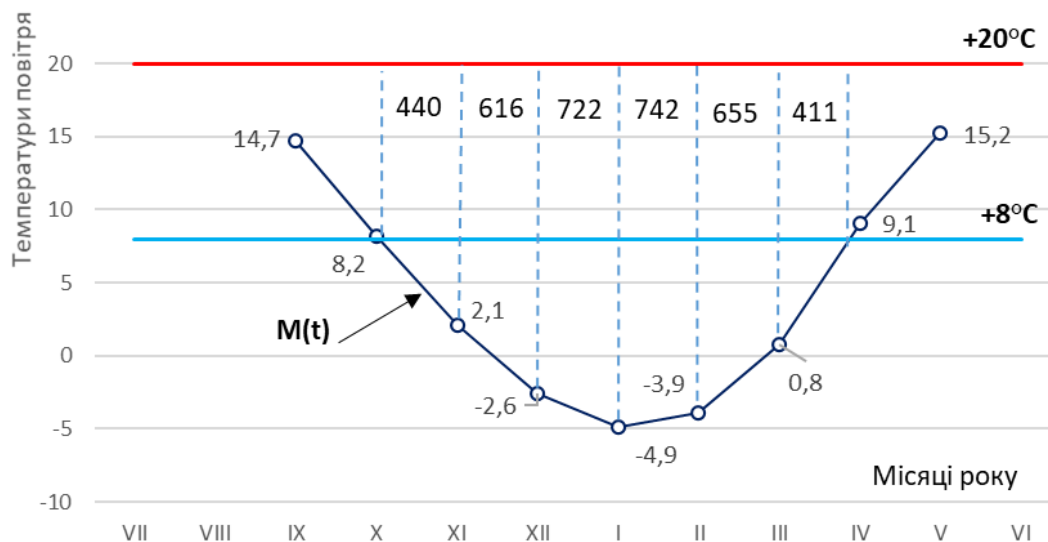


Рисунок 1 – Розрахункова схема для обчислення кількості градусо-днів опалювального періоду

Обласні значення кількості градусо-днів опалювального періоду для кожної з областей України визначені за методикою [2]. На схематичній карті з рисунка 2 показані обласні значення кількості градусо-днів, обчислені для температури внутрішнього повітря в приміщенні $+20^{\circ}\text{C}$, яка встановлена ДБН [5] для житлових і громадських будівель, при забезпеченості районування 0,9. Така забезпеченість означає, що вказані обласні значення встановлені в запас надійності (завищені) приблизно для 90% території кожної області.

Карта з рисунка 1 наочно показує, що кількості градусо-днів опалювального періоду зростають з півдня на північний схід України, що узгоджується з загальновідомими закономірностями територіальних змін температури атмосферного повітря.

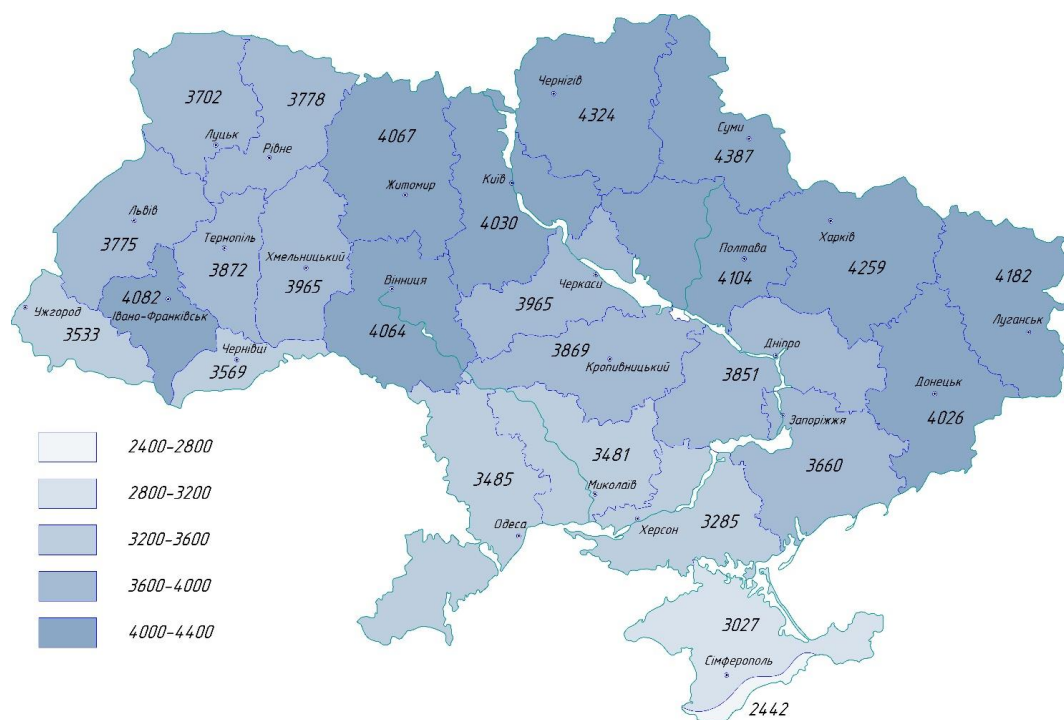


Рисунок 2 – Кількості градусо-днів опалювального періоду для областей України

Порівняння результатів експериментального проектування показало, що розкид по території України втрат тепла через огорожувальні конструкції, запроєктовані за диференційованою методикою [1] з урахуванням кількості градусо-днів опалювального періоду з рисунка 2, є набагато меншим, ніж при проектуванні за ДБН [5]. Таким чином, диференційоване встановлення опору теплопередачі на основі принципів [1] та виконаного адміністративно-територіального районування кількості градусо-днів опалювального періоду значною мірою вирівнює втрати тепла через огорожувальні конструкції по території України.

Список літератури

1. Чернявська А.Д. Методи встановлення необхідного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій // Наука-виробництво, 2024 : Тези доповідей LVIII науково-технічної конференції здобувачів вищої освіти – Кропивницький : ЦНТУ, 2024. – С. 84.
2. Пашинський В.А. Методика адміністративно-територіального районування кліматичних навантажень на будівельні конструкції // Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : Збірник наукових праць. – Рівне, 2016. – Випуск 32. – С. 387–393.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – К., 2010. – 101 с.
4. Пашинський В.А., Пушкар Н.В., Карюк А.М. Температурні впливи на огорожувальні конструкції будівель. – Одеса : ОДАБА, 2012. – 180 с.
5. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. К., 2022. – 23 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІНИ ДОВАНТАЖУВАЛЬНОЇ СИЛИ ТЕРТЯ ПЛИТИ ІЗ ОТВОРОМ, ЯКА НЕЗ'ЄДНАНА ІЗ ПАЛЕЮ

О.С. Хачатурян, магістрант гр. 192-2-ДМГ,

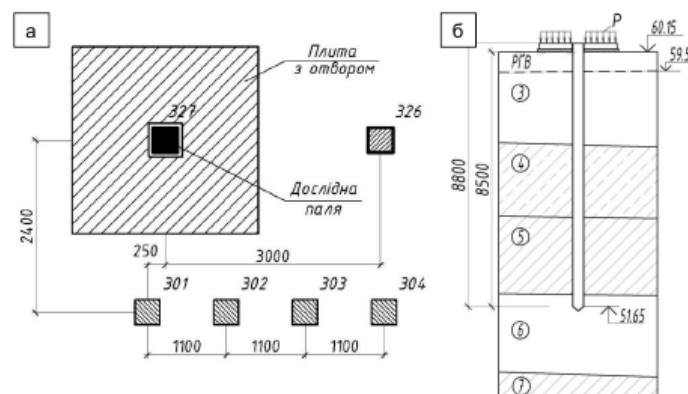
В.В. Слонь, доц., канд. техн. наук

Херсонський державний аграрно-економічний університет,

С.Л. Хачатурян, доц., канд. техн. наук

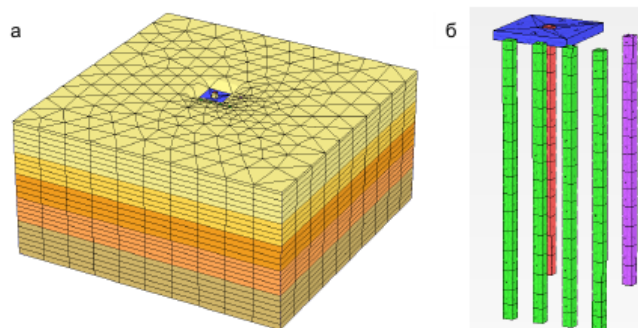
Центральноукраїнський національний технічний університет

У якості вихідних даних для моделювання прийняті умови виконання повномасштабного натурального дослідження [1], при котрому навантажування плити із отвором, яка нез'єднана із палєю, здійснювалося вагою вантажів. Відповідно до схеми розміщення паль у палювому полі адекватно відносно проектного розв'язання об'єкту (рис. 1, а) було розроблено розрахункову схему завантаження фрагмента плити із отвором навкруги палі (рис. 1, б) й створено скінчено-елементну модель ґрунтового підмуру (рис. 2, а). В розрахункову область було внесено масив ґрунту, плиту із отвором з розмірами $2,6 \times 2,6 \times 0,3$ м, досліджувана (№327) й оточуючі палі, котрі розташовані навкруги й знаходяться на відстані 2,5 і 3 м (№326), та навантаження P , яке прикладено до фрагменту плити із отвором навколо досліджуваної палі (рис. 1).



(а) розміщення палі на геолого-інженерному перерізі, схема розрахунку (б) P – навантаження на фрагмент плити, яка має отвір

Рисунок 1 – Схема розташування досліджуваних паль та фрагменту плити у плані



(а) та досліджуваної плити, що має отвір і навколишніх паль (б) у ПК Plaxis 3D

Рисунок 2 – Скінчено-елементна модель масиву ґрунту

Прикладене навантаження P (рис. 1, б) за 3 ступені, найбільше значення котрого на крайній ступені мало величину $-97,2 \text{ кН/м}^2$. Результати, отримані на кожній ступені

навантаження були первинними умовами для проведення розрахунку наступної ступені. Розділення області, котра розраховувалася, на скінченні елементи відбувалося автоматично.

Рішення поставленої задачі здійснювалося в нелінійній постановці із застосуванням пружно-пластичної моделі із зміцнюванням ґрунту – *Hardening Soil Model (HS-модель)*. Не звертаючи уваги на те, що *HS-модель* являється наразі дуже розповсюдженою й з її допомогою вирішуються багатоманітні задачі геотехніки, її застосування вимагає проведення підборуй перевірки характеристик відповідно до характерних інженерно-геологічних умов через розв’язання тестової оберненої задачі, крім того потрібно також створити алгоритм її розв’язку.

Для розрахування групи задач потрібно скоригувати чутливі параметри, зокрема модулі деформації відповідно до формули

$$E_{50}^{ref} = 0,8(0,9)E_0, \quad (1)$$

де E_0 – модуль деформації, який має бути визначений на I лінійній ділянці у відповідності до девіаторного навантаження (береться $1/2 \div 1/3$ від напруги руйнування).

Для призначення початкових ґрунтових умов необхідно визначити величину коефіцієнтів K_0 , OCR (коефіцієнт надлишкового ущільнення ґрунту) і POP (коефіцієнт тиску початкового ущільнення від дії власної ваги ґрунту). Зазначене має велике значення при оцінці зусиль навколишнього середовища і при визначенні початкових умов. Поміж недоліків *HS-моделі* можна зауважити на те, що вона не зважає на анізотропію міцності й не спроможна відповідним чином репродукувати надмірні сили зрушення в випадку, якщо кут дилатансії ψ [2] має значення, більше від нуля.

Максимально надійним способом для перевірки адекватності отриманих результатів числового моделювання являється порівняння із даними польових експериментів [3], маючи котрі, можна з допомогою тестових обернених задач коректувати чутливі параметри *HS-моделі* відповідно з індивідуальними регіональними геологічними умовами. Зібрані для моделювання у ПК *Plaxis 3D* фізико-механічні характеристики ґрунтів із урахуванням рівня ґрунтових вод (табл. 1) мають відповідати властивостям майданчика, на котрому виконано повномасштабний польовий дослід [1].

На первинному етапі моделювання масиву ґрунту скористалися функцією K_0 -procedure, котра дає можливість генерувати вертикальні напруги у обстановці рівноваги за власною вагою. Щоб використати K_0 -procedure потрібно враховувати певне спрощення, щоб всі прошарки ґрунту були паралельними, так як повної рівноваги можна досягти тільки в випадку, коли спостерігається рівномірний контакт прошарків ґрунтового масиву.

У ході моделювання була врахована величина коефіцієнту бокового тиску, K_0 . У практиці величину K_0 для ущільненого ґрунту можна визначати з допомогою емпіричної формули (формула Джекі):

$$K_0 = 1 - \sin \varphi \quad (2)$$

В випадку обрахування щільного ґрунту величина K_0 не співпадає з результатом, який отримано по формулі Джекі.

На другому етапі моделювання піддавалися 2 палі поперечного перетину 350×350 мм і довжиною 8,8 м й 4 палі довжиною по 10,1 м кожна (рис. 2, б), крім того плита товщиною 0,3 м) із отвором, який виконаний навколо досліджуваної палі. Палі квадратного перетину моделювались завдяки утворенню просторового об’ємного елемента, котрому були призначені характеристики бетону.

Взаємодія палі й ґрунту створювала опір на границі поверхонь матеріалів (дотичні напружувальні сили тертя), що моделювалося за допомогою зміни параметру – коефіцієнту зменшення міцності (R_{inter}). Коефіцієнт зменшення міцності визначався так, що відношення міцності ґрунту до міцності інтерфейсу становило 3:2.

В випадку, коли моделюються палі (одиначні або в складі пальового фундаменту) у умовах, коли діють додаткові дотичні напруження, величина R_{inter} виконує головну роль, так як некоректна величина може легко «виключити» їх із роботи.

Контролювання величини R_{inter} (у межах $0,6 \div 0,8$) створює умови визначеної поведінки елементів в ґрунтових умовах, себто дає можливість моделювати «проковзування» палі та не допустити її фіксації із ґрунтом. У ході моделювання неодмінно враховувалося, що величина R_{inter} змінюється по довж бокової поверхні палі стосовно кожного прошарку ґрунту (геолого-інженерного елементу).

Зменшення величини параметру R_{inter} призводить до зниження додаткової дотичної напружувальної дії до навантажувальних сил тертя, а це сприяє руху ненавантаженої палі, а її збільшення – навпаки.

Приймаючи до уваги поступове прикладання зусилля на плиту, числове моделювання виконувалося із урахуванням відрізків часу з допомогою параметру інтервалу часу (Timeinterval), який здійснює вплив на точність результату.

Відповідно до отриманих результатів моделювання можна стверджувати, що при найбільшому навантаженні тільки однієї плити із отвором, яка нез'єднана із палею, змінювалися параметри ґрунту, розташованого під плитою навколо палі, котра ненавантажена, на величину глибини $0,8 \cdot b$, а це добре погоджується із величиною $0,7 \cdot b$ від величини ширини плити $b=2,6$ м, отриманим в результаті динамічного зондування в ході польових експериментів.

Список літератури

1. Ковба В.В. Перерозподіл зусиль в пальовому фундаменті з урахуванням послідовного навантаження його складових елементів / Ковба Владислав Валерійович // Дис...канд. техн. наук : Спец. 05.23.02 – основи і фундаменти (19 – Архітектура та будівництво). – Дніпро, 2018. – 240 с.
2. Кунанець Ю. Підсилення фундаментів методом вдавлювання трубобетонних мікропаль // Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: Архітектура і сільськогосподарське будівництво. 2020. № 21. С. 66–70.
3. Науково-технічний збірник «Основи та фундаменти». Випуск 42. За загальною редакцією Ігоря Бойка. К.: КНУБА, 2020. 74 с. DOI: 10.32347/0475-1132.42.2021.

УДК 721.011.27

ВПЛИВ ПРИРОДНИХ І ТЕХНОГЕННИХ ФАКТОРІВ НА ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ, БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ФУНДАМЕНТІВ БАГАТОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

А. Цеюков, А. Луценко, здобувачі гр. БІ-23М-2
Центральноукраїнський національний технічний університет,
І. Шеляєв, здобувач гр. 194-Д
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
С. Карпушин, доц., канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет

Сучасні умови житлового будівництва можна охарактеризувати двома головними тенденціями. Це намагання збудувати висотну будівлю з метою економії, та друга тенденція - це техногенний вплив на цю споруду, що обумовлений складними інженерно-геологічними умовами, високим рівнем ґрунтових вод, агресивністю ґрунтових вод до залізобетонних конструкцій підземної частини будівлі, впливом природних і кліматичних факторів, наявністю підземних виробок, вібрацією, містобудівною щільною забудовою та іншими техногенними факторами. Ці дві тенденції взаємосуперечні і їхнє компромісне взаємоіснування обумовлює надійність і довговічність функціонування будівельного об’єкту. Одним із можливих шляхів щодо врегулювання цих суперечностей є комплекс дослідницько-вишукувальних заходів, що має на меті завчасне виявлення та попередження не зворотніх процесів руйнування будівельних конструкцій в наслідок своєчасного виявлення та прийняття відповідних заходів.

Цим комплексом є геотехнічний моніторинг, що має за мету встановити всі фактори техногенного впливу на функціонування системи багатоповерхова будівля – пальово-стрічковий або плитний фундамент – ґрунтова основа. Набуття практичних навичок та ознайомлення з теоретичними правилами проведення геотехнічного моніторингу місця майбутнього будівництва є актуальною задачею інженерів –будівельників.

Варто зазначити, що сучасними нормативними документами для висотних будівель і споруд передбачається обов’язковий інженерно-технічний супровід [1, 2, 3], що включає дуже важливу частину – моніторинг напружено-деформованого стану ґрунтової основи і конструкцій самого фундаменту з метою попередження просідання фундаментів, нерівномірного осідання, крену будівлі, деградації бетонів підземної частини чи навіть руйнування місця з’єднання палі з ростверком.

Кваліфікований збір цих відомостей на стадіях розробки проекту, зведення будівлі та експлуатації, є вкрай необхідним елементом інженерних вишукувань.

Метою досліджень є практичний збір та аналіз реальної інформації щодо кліматичних, геологічних гідрогеологічних, радіаційних та інших техногенних умов будівельного майданчика при розробці проекту багатоповерхового житлового будинку.

Поставлена мета, стосовно будмайданчика в м. Кропивницький, має бути досягнена шляхом вирішення наступних задач:

- виконання рекогносцировки майбутнього будмайданчика і прилеглих територій;
- якісно дослідити інженерно-геологічні умови будмайданчика та взяти проби з усіх ґрунтових напластунів;
- встановити рівень ґрунтових вод для будмайданчика та прилеглих територій, рівень його можливого сезонного коливання та ступінь агресивності підземних вод до бетону фундаментів (виконати хім. аналіз проб води);
- під час камеральних робіт - виконати аналіз деформаційно-міцнісних характеристик ґрунтової основи;
- встановити ступінь виходу радону [4, 5] в межах будмайданчика та прилеглої

території;

- виконати аналіз деформацій ґрунтової основи під багатоповерховими житловими будівлями з пальовими фундаментами за умов високого рівня ґрунтових вод;
- розробити комплекс превентивних конструктивних заходів щодо зменшення шкідливого впливу радону [6];
- проаналізувати можливість традиційного навантаження пальового фундаменту за умови жорсткого з'єднання паль з ростверком (виконати розрахунки напружень в місці з'єднання палі та ростверку), за необхідності передбачити шарнірне з'єднання та забезпечити почергове навантаження (спочатку на ростверк, потім на палі, потім на ростверк і палі [7]);
- розробити проект будівництва багатоповерхового житлового будинку з врахуванням результатів досліджень;
- передбачити комплекс заходів щодо постійного інженерного моніторингу напружено-деформованого стану елементів системи “ґрунтова основа – пальовий фундамент – багатоповерхова будівля” [1, 2].

Серед перерахованих задач, що потребують вирішення, для умов м. Кропивницький, особливої актуальності набирають питання встановлення ступеня виходу з ґрунту газу радон та розробки превентивних заходів щодо зменшення, або і усунення його шкідливого впливу. Нормативна база з цих питань досить велика [4, 5], зокрема електронна система «Будстандарт» надає вільний доступ до документів: ДСТУ EN ISO 11665-11:2022 “Вимірювання радіоактивності в навколишньому середовищі. Метод випробування ґрунтового газу з відбиранням проб на глиби”, ДСТУ EN 61577-3:2022 “Радон та прилади для вимірювання продуктів розпаду радону. Особливі вимоги до приладів для вимірювання продуктів розпаду радону”, Наказ від 13.10.2023 № 1786 Про затвердження Порядку проведення моніторингу радону в Україні та нотифікації про радіаційні ризики і Методики проведення моніторингу радону, ...

Передбачення ж автоматизованого комплексу щодо постійного інженерного моніторингу елементів системи “ґрунтова основа – пальовий фундамент – багатоповерхова будівля” також передбачено нормативними документами [1, 2, 3].

Список літератури

1. ДБН В.2.2*24:2009 Проектування висотних житлових і громадських будинків, 2009, Київ.
2. ДБН В.1.2*5:2007 Науково-технічний супровід будівельних об'єктів, 2007, Київ
3. О.М. Галінський, А.А. Франівський, Т.В. Рунов. Нормативна база з висотного будівництва в Україні та напрями її вдосконалення. Нові технології в будівництві №2(20) 2010. С.3-10.
4. ДСТУ EN ISO 11665-11:2022 Вимірювання радіоактивності в навколишньому середовищі. Повітря: радон-222. Частина 11. Метод випробування ґрунтового газу з відбиранням проб на глиби (EN ISO 11665-11:2019, IDT; ISO 11665-11:2016, IDT)
5. ДСТУ EN 61577-3:2022 Радон та прилади для вимірювання продуктів розпаду радону. Частина 3. Особливі вимоги до приладів для вимірювання продуктів розпаду радону (EN 61577-3:2014, IDT; IEC 61577-3:2011, IDT)
6. Павленко Т.О. Наукове обґрунтування системи радіаційного захисту населення України від радону. Дис. к.т.н.: 1996 – К.,– 125 с
7. Ковба В.В. Перерозподіл зусиль в пальовому фундаменті з урахуванням послідовного навантаження його складових елементів. Дис.к.т.н. 05.23.02 «Основи і фундаменти».–Дніпропетровськ, 2018.– 240 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИТЯГАННЯ МЕТАЛЕВОГО ШПУНТУ З ГРУНТУ ЗА ДОПОМОГОЮ КРАНА З ВІБРОЗАНУРЮВАЧЕМ

А. Л. Червоноштан, інженер

Український державний університет науки і технологій,

ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»,

М. П. Колісник, проф., канд. техн. наук

Український державний університет науки і технологій

ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»,

В. І. Пантелеснко, доц., канд. техн. наук

Український державний університет науки і технологій

ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

При будівництві, реконструюванні об’єктів і виконанні самих різноманітних видів робіт нульового циклу, частіше за все застосовують металевий шпунт. Шпунтові огороження широко використовуються в обмежених умовах будівництва, а саме: при необхідності забезпечити в процесі влаштування котлованів і траншей, збереження навколишніх будівель і споруд, а також для запобігання будівельним майданчикам від надходження ґрунтових вод, зміцнення берегів водойм, меліораційних каналів, закріплення укосів штучних ландшафтів, огороження місць захоронення і т.д.

Повторне використання шпунта дозволяє знизити вартість виробництва шпунтових робіт. Відомо, що витягання шпунта практично неможливо, за винятком рідкісних випадків, коли шпунт невеликої довжини був занурений зовсім недавно і, наприклад, у піщаних ґрунтах, які найслабше опираються вилученню. Тому при витяганні шпунта найбільш доцільно використовувати вібраційний метод [1, 2].

Складність і, відповідно, вартість робіт з демонтажу шпунта залежить від типу шпунта, глибини занурення, типу ґрунтів та терміну знаходження його в ґрунті.

Під час застосування вібраційного способу витягання шпунта виникають коливання, які передаються на конструкцію крана і машиніста, що може призводити до появи тріщин як по зварних швах, так і по основному металу. Найбільш швидке руйнування конструкції настає при вібраційних впливах в умовах резонансних явищ.

В ході літературного огляду було виявлено технології влаштувань шпунтових огорожень і проведені дослідження пов’язані з зануренням і витяганням паль різних профілів [1, 2].

Визначено зусилля витягання шпунтових паль з врахування глибини занурення і терміну знаходження шпунтової палі в ґрунті [3, 4].

Запропонована розрахункова схема для витягання металевого шпунту з ґрунту, яка складається з чотирьох етапів, та складені диференційні рівняння, що описують процес витягання шпунтових паль з ґрунту в залежності від ґрунту і терміну знаходження їх в ґрунті.

Список літератури

1. Якименко О. В. Сучасні методи влаштування паль та шпунтових огорожень : навч. посібник / О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 119 с.
2. Вибрационная техника и технология в свайных и буровых работах. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1987. – 262 с.
3. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. – К.: Мінрегіонбуд України, 2018. – 36 с.
4. ДБН В.2.1-10:2009. Основи та фундаменти споруд. К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 104 с.

КОМПЛЕКСНІ АНАЛІТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРАЦІЙНОПНЕВМОТРАНСПОРТНИХ МАШИН ЦИКЛІЧНОЇ

*В.В. Яцун, проф., канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет*

На протязі тривалого часу в ІГТМ НАН України під керівництвом член-кореспондента НАН України, завідувача відділу геодинамічних систем і вібраційних технологій Волошина О.І. спільно з ЦНТУ виконувались комплексні теоретичні і експериментальні дослідження, направлені на:

- встановлення фізичної суті і обґрунтування ефективності використання вібраційного впливу на сипкий матеріал на завантажувальній ділянці вібропневмотранспортних машин (ВПМ);
- визначення величини ефективного коефіцієнту тертя при спільній віброаеродинамічній дії на матеріал, що переміщується;
- встановлення закономірностей руху кускового сипкого матеріалу на вібраційно-розгінній ділянці і транспортному трубопроводі ВПМ.

В результаті багаторічних комплексних аналітичних та експериментальних досліджень доказана ефективність застосування вібраційного впливу на сипкий матеріал на завантажувальній ділянці пневмотранспортного обладнання і отримані співвідношення для визначення раціональних параметрів даного виду обладнання. На основі механіки гетерогенних середовищ, основних положень газової динаміки і теорії турбулентних струй створена фундаментальна теорія двохфазних потоків «газ – тверді частинки» в полі дії віброаеродинамічних сил і отримала подальший розвиток теорія змішування газових потоків.

На основі отриманих результатів розвито новий напрямок в плані розробки пневмотранспортного обладнання – створення вібропневмотранспортних машин циклічної дії (ВПМЦ) [1–3]. Ефект вібраційного впливу на сипкий матеріал в цій машині використано як засіб проти закупорювання матеріалу в транспортному трубопроводі і для забезпечення повного заповнення матеріалом камер, які розміщено горизонтально (ефект вібробункеризації). Це дозволило розробити конструкції камерних пневмотранспортних машин з горизонтальним розміщенням камер, і як наслідок, з мінімальними габаритами за висотою.

Особливу важливість питання про габаритні розміри за висотою - приймає при створенні ВПМ для гірничо видобувної промисловості.

ВПМЦ (рис. 1) – представляють собою камерні вібропневмотранспортні машини циклічної дії, які відносяться до класу машин цехового пневмотранспорту. Їх продуктивність становить до 120 м³/г и дальність транспортування до 2,5 км при габаритах машин 1,2 x 0,7 x 2,5 м.

В гірничодобувній промисловості ВПМЦ призначені для використання в інфраструктурі закладального господарства як високоефективний засіб доставляння закладального матеріалу з ділянок його підготовки до видобувних ділянок і закладання в вироблений простір лави. Використання таких машин дозволить істотно знизити енерговитрати на транспортування закладального матеріалу за рахунок виключення із вартості закладальних робіт будівництво перезавантажувальних пунктів і експлуатації інших видів транспорту.

Техніко-економічні показники роботи ВПМЦ дозволяють використовувати її в різних галузях промисловості і в сільському господарстві для транспортування різних видів сипких матеріалів.

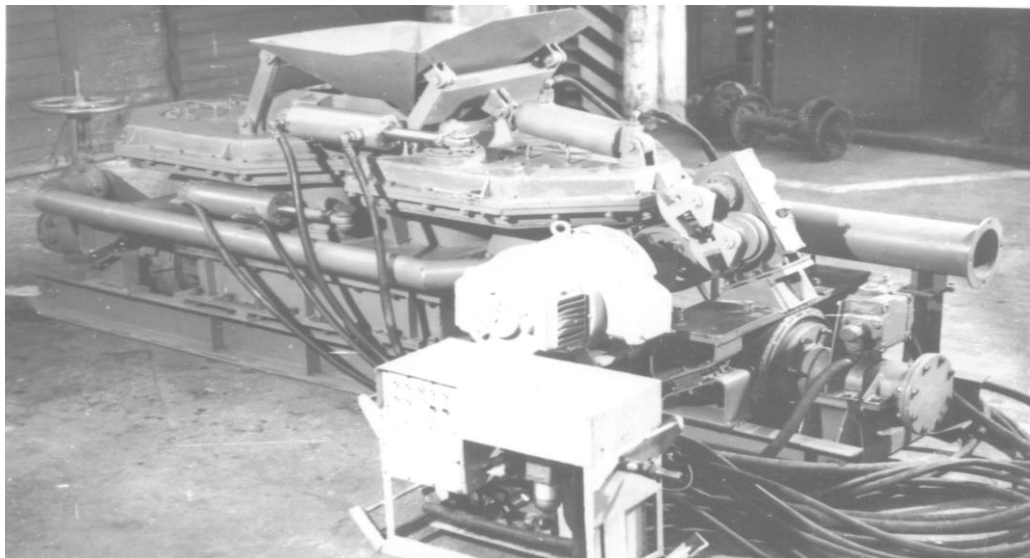


Рисунок 1 – Вібраційно-пневматична машина циклічної дії

Техніко-економічні показники роботи ВПМЦ дозволяють використовувати її в різних галузях промисловості і в сільському господарстві для транспортування різних видів сипких матеріалів.

При розробці ВПМЦ с горизонтальними паралельно розміщеними камерами можливо збільшення об’єму камер до $2 \div 4 \text{ м}^3$ з розміром машини за висотою $1,0 \div 1,4 \text{ м}$.

При роботі в особливо стіснених умовах можливо встановлення однієї горизонтальної камери, яка працює циклічно на транспортний трубопровід. Досягнути пневмотранспортування без закупорювання розгінної ділянки транспортного трубопроводу при підвищеній пропускній спроможності вузла завантаження можливо за рахунок вібраційного впливу на сипкий матеріал, та прямої схеми повітреподаючого, розгінного та транспортних трубопроводів при постійних їх діаметрах, а також за рахунок забезпечення рівномірного дозування матеріалу.

Список літератури

1. Волошин О.І., Яцун В.В. Деякі питання створення закладальних вібраційно-пневматичних машин циклічної дії. Сучасні шляхи розвитку гірничого обладнання. Збірник наукових праць. – Дніпропетровськ: НГА, 2007. - с. 67.
2. Poturayev V.N., Voloshin A.I., Ponomaryov B.V. Vibratory pneumatic machines for transportation of bulk materials / Pap. 4 th Int. Conf. of Pneumatic Conveying. - Budapest, Hungaru, 2002.
3. Poturayev V.N., Voloshin A.I., Ponomaryov B.V. Periodical regimes of solid particles motion in the gas flow horizontal channel / Pap. The 18 Int. Congr. Theor. and Appl. Mech. (UTAM). - Haifa, Israel, 2001.
4. Волошин О.І., Булат А.Ф., Пономаренко С.М., Кордюк О.Л. Механіка двофазних потоків. Том 2. Вібраційний вплив при пневмо-транспортуванні сипких матеріалів. - К.: Наукова думка, 2019. - 148 с.
5. Волошин О.І., Пономаренко С.М. Механіка двофазних потоків у пневмо-транспортних системах ежекторного типу. - К.: Наукова думка, 2020. - 168 с.
6. Ponomarenko S. Efficiency and reliability of the ejector-type pneumatic transport facilities application in mining industry. International independent scientific journal № 24. - Kraków, Rzeczpospolita Polska. 2021. – С. 40-45.
7. Пономарьов Б. В. Развитие теории вибропневмо-транспортирования закладальных материалов : дис. д-ра техн. наук: 05.15.11 / НАН Украины; Институт геотехнической механики им. М.С. Полякова. - Д., 2006.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІКИ РУХУ ЦЕМЕНТНОЇ АЕРОСУМІШІ В ЕЖЕКТОРНИХ ПНЕВОТРАНСПОРТНИХ УСТАНОВКАХ З УРАХУВАННЯМ ІНТЕГРАЛЬНОГО КОЕФІЦІЄНТУ ОПОРУ ПРИ РОЗВАНТАЖЕННІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГОНІВ

В.В. Яцун, проф., канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет

Актуальність проблеми до питання руху аеросуміші в ежекторних пневмотранспортних установках заключається в теоретичному і експериментальному дослідженні фізичної картини взаємодії несучого середовища і матеріалу, що транспортується. Опис процесу руху аеросуміші досить складна задача, навіть в тому випадку, коли до початку проектування пневмотранспортних установок попередньо на моделях конструкцій проводились лабораторні дослідження.

Одним з важливих параметрів процесу пневмотранспортування двохфазних потоків являється швидкість переміщення сипкого матеріалу. Визначення швидкості потрібне для розрахунків гідравлічного опору, щільності потоку і інших характеристик пневмотранспортування. Дослідженню швидкості матеріалу приділяється значна увага як вітчизняних так і зарубіжних вчених, однак до цього часу, в зв'язку зі складністю явищ, що мають місце при передачі енергії дисперсним частинкам, не розкриті її основні закономірності.

До питання визначання впливу різних факторів на значення швидкості транспортування в теоретичному і експериментальному напрямках присвячено багато досліджень, які виконуються з метою отримання інженерної залежності, яка б достовірно описувала зону мінімальних енерговитрат при переміщенні сипких матеріалів в транспортних трубопроводах.

В ЦНТУ спільно лабораторією "Геодинамічних систем і вібраційних технологій" ІГТМ НАН України проведені роботи з створення пневмотранспортних установок з використанням ежекторних пристроїв, які дозволяють знизити енерговитрати на транспортування сипкого матеріалу за рахунок використання енергії повітря, що ежектуються з атмосфери. Однак, як показали експериментальні дослідження і промислова експлуатація установок даного типу, при незмінних енерговитратах довжину транспортного трубопроводу можливо збільшувати лише до визначеної межі. Подальше нарощування стана транспортного трубопроводу призводить до утворення закупорки трубопроводу сипким матеріалом і виникненню зворотних потоків аеросуміші. Тому однією з головних задач теоретичних і експериментальних досліджень є отримання критеріальної залежності для опису механізму руху аеросуміші по трубопроводу з ежектуванням повітря з атмосфери і урахуванням всіх видів опору.

В результаті математичних перетворень рівнянь, що описують рух аеросуміші по горизонтальному трубопроводу в ежекторних пневмотранспортних установках, отримано наступну залежність:

$$V_2 = \left\{ \frac{\rho_3 f_3 \cdot (1 - \alpha_3)}{2\rho_2 f_2 \cdot (1 - \alpha_2)} \cdot \left[\frac{2 \cdot (P_3^0 - P_k^0)}{\rho_3 \cdot \left(K_{\sigma\sigma} \frac{l}{d} + \xi \right)} \right]^{\frac{3}{2}} - \frac{\rho_1 f_1 V_1^3}{\rho_2 f_2 \cdot (1 - \alpha_2)} \right\}^{\frac{1}{3}}$$

де V_1, ρ_1, V_2, ρ_2 - швидкість і щільність відповідно ежектуючого і ежектуємого потоків повітря;

$\rho_3, P_3^0, P_\kappa^0$ - щільність і повний тиск повітряного потоку, відповідно, на початку транспортного трубопроводу і на виході з нього;

f_1, f_2, f_3 - площі перерізів, відповідно кільцевої щілини ежектора, завантажувальної ділянки установки і транспортного трубопроводу;

α_2, α_3 - коефіцієнти заповнення сипким матеріалом відповідних перерізів;

l, d - довжина і діаметр трубопроводу;

$K_{об}$ - інтегральний коефіцієнт опору, що визначається як:

$$K_{об} = \lambda + \xi_{cp} \cdot \varphi^2 \cdot \mu$$

де λ - коефіцієнт опору руху для чистого повітря;

ξ_{cp} - середнє значення коефіцієнта аеродинамічного опору матеріалу;

φ - коефіцієнт відносної швидкості руху аеросуміші;

μ - масова концентрація аеросуміші.

Отримана критеріальна залежність дозволяє описати процес руху аеросуміші по горизонтальному трубопроводу в нормальному режимі з ежектуванням повітря з атмосфери ($V_2 > 0$), момент закінчення ежекції ($V_2 = 0$) і виникнення зворотного потоку аеросуміші ($V_2 < 0$). При цьому значення максимально можливої довжини транспортного трубопроводу, перевищення якої призводить до утворення закупорок, виникненню зворотних потоків і викидів сипкого матеріалу через завантажувальну воронку дорівнює:

$$l_{max} = \frac{d}{K_{об}} \left\{ \frac{2 \cdot (P_3^0 - P_\kappa^0)}{\rho_3 V_1^2} \left[\frac{\rho_3 f_3 \cdot (1 - \alpha_3)}{\rho_1 f_1} \right]^{\frac{2}{3}} - \xi \right\}$$

Вищенаведена критеріальна залежність розкриває умови закупорки трубопроводу, з якої для різних витрат повітря визначається мінімально допустима швидкість в залежності від ефективного коефіцієнта тертя.

Результати досліджень можуть бути використані при створенні і удосконаленні пневмотранспортних ежекторних машин, окремих агрегатів установок і робочих органів, що застосовуються в технологічних операціях фасування цементу, хімічній і харчовій промисловості, виробництві будівельних матеріалів і т.п.

Список літератури

1. Poturayev V.N., Voloshin A.I., Ponomaryov B.V. Vibratory pneumatic machines for transportation of bulk materials / Pap. 4 th Int. Conf. of Pneumatic Conveying. Budapest, Hungaru, 2002.
2. Poturayev V.N., Voloshin A.I., Ponomaryov B.V. Periodical regimes of solid particles motion in the gas flow horizontal channal / Pap. The 18 Int. Congr. Theor. and Appl. Mech. (UTAM). Haifa, Israel, 2001.