

V

ВСЕУКРАЇНСЬКА СТУДЕНТСЬКА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ



ЦНТУ

кафедра БДМБ

Кропивницький 2025

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

**V ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ СТУДЕНТСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

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

21-22 листопада 2025 року

Матеріали доповідей надруковано в авторській редакції.

Відповідальна за випуск: Красота Г.С.

**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
V Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції
“ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС СУЧАСНИХ
КОМП’ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ”

21-22 листопада 2025 року

м. Кропивницький

Збірник матеріалів V Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції “Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп’ютерних технологій”. - Кропивницький: ЦНТУ, 2025. – 120 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, доктор техн. наук, проф., 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 держаний університет науки і технологій.

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

Олексій Смірнов, керівник МОВ, Центральноукраїнський національний технічний університет.

Юрченко Оксана, 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, д.т.н., проф.; 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: Красота Г.С.

Збірник містить матеріали V Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції “Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп’ютерних технологій”, що відбулась 21-22 листопада 2025 року на базі кафедри будівельних, дорожніх машин і будівництва Центральноукраїнського національного технічного університету.

Матеріали збірника надруковано у авторській редакції.

ЗМІСТ

Андрієнко І., Джирма С.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ВЛАШТУВАННЯ НАВІСНИХ ВЕНТИЛЬОВАНИХ
ФАСАДІВ З ЗАЛІЗОБЕТОННИМИ ДЕКОРАТИВНИМИ ПАНЕЛЯМИ.....5

Безлатній Д., Томаченко Н., Портнов Г.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЩІЛЬНОСТІ ЗАБУДОВИ НА ПРИРОДНЕ ОСВІТЛЕННЯ ТА
ІНСОЛЯЦІЮ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ.....7

Богатирьова К., Пашинський М., Мутель Н.

ОПТИМАЛЬНІ КОНСТРУКТИВНІ ПАРАМЕТРИ ТА МЕТАЛОЄМНІСТЬ ЧОТИРИГІЛКОВИХ КОЛОН
НА ПЛАНКАХ.....9

Борис О., Красота Г., Настоящий В.

ІНЖЕНЕРНИЙ АНАЛІЗ І РОЗРАХУНОК СУЧАСНИХ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....11

Борщев С. Унгурян К., Пашинський М.

ЛОКАЛІЗАЦІЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСОБЛИВО НЕБЕЗПЕЧНИХ СНІГОПАДІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ.....13

Ботнар Є., Томаченко Н., Портнов Г.

КОМПОЗИЦІЙНІ БІТУМНО-ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ ЯК ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ПОКРІВЕЛЬНИХ
ТА ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ РОБІ.....15

Вивиріца Д., Тиха М., Аносова З.

ВІМ-ІНТЕГРАЦІЯ ТА AIDORA: ФОРМУВАННЯ КОШТОРИСІВ НА ОСНОВІ ЦИФРОВИХ
МОДЕЛЕЙ БУДІВНИЦТВА.....17

Висоцький Р., Заворуєва І., Скриннік І.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ
З БАГАТОШАРОВИМИ ТЕПЛОЕФЕКТИВНИМИ СТІНАМИ.....19

..

Волошинов О., Томаченко Н., Портнов Г.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВЛАШТУВАННЯ ПІДЛОГ НА ОСНОВІ
МАГНЕЗІАЛЬНИХ РОЗЧИНІВ.....20

Вразовський С., Яцун В.

ЗМІЦНЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ
ЧЕРЕЗ ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРОФОБІЗАЦІЇ.....22

Гапиченко В., Красота Г., Тиха М., Дарієнко В.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПІДСИЛЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ
ІСНУЮЧИХ БУДІВЕЛЬ НА СЛАБКІХ ҐРУНТОВИХ ОСНОВАХ.....23

Голубовська В., Серединський Р., Пашинський М.

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКІВ ТА АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ СТАЛЕВИХ БАЛОК З ГНУЧКОЮ СТІНКОЮ.....25

Господарік В., Яцун Вол.Вас.

ОЦІНКА ВПЛИВУ АГРЕСИВНОГО СЕРЕДОВИЩА НА НАДІЙНІСТЬ І МІЦНІСТЬ
КОМПОЗИТНИХ З’ЄДНАНЬ ДЕРЕВ’ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....27

Дмітрієв Д., Вакка О., Карпушин С. Пантелеєнко В., Червоноштан А.

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ КОНСТРУЮВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ ДЛЯ ВИСОТНИХ СПОРУД.....28

Дяченко С., Яцун В.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УКРІПЛЕННЯ ҐРУНТОВОЇ ОСНОВИ СТІЧКОВИХ ФУНДАМЕНТІВ
ЩЕБЕНЕВИМИ ВКЛЮЧЕННЯМИ30

Єфіменко А., Джирма С.

ВПЛИВ РЕЗУЛЬТАТІВ ТЕПЛОТЕХНІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА ТЕХНОЛОГІЮ УТЕПЛЕННЯ ЗОВНІШНІХ
СТІН: ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОЧОЇ ЗОНИ УТЕПЛЕННЯ ВІДКОСІВ31

Житник В., Карюк А.

ЕЛЕКТРОННА БАЗА МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО
РЕЖИМУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ПРАВОБЕРЕЖНОЇ УКРАЇНИ33

Загороднюк В., Тихий А.

ЗОНА ТЕРМІЧНОГО ВПЛИВУ ЗВАРНИХ ШВІВ35.

Загороднюк В., Джирма С.

ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ПАРКАНИХ СЕКЦІЙ З ІНТЕГРОВАНИМИ ДВОСТОРОННІМИ
СОНЯЧНИМИ ПАНЕЛЯМИ37

Заїка В., Мокряк Б., Хачатурян О.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУЛФІЛМЕНТУ ТА СКЛАДСЬКА ЛОГІСТИКА В СИСТЕМАХ
ВЕЛИКОГО БІЗНЕСУ ТА АГРОВИРОБНИЦТВА39

Закревська С., Костенко В., Джирма С.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ УТВОРЕННЮ
КОНДЕНСАТУ У ВУЗЛАХ ПРИМИКАННЯ ВІКОН ДО ЗОВНІШНІХ СТІН42

Касьянова В., Костенко В., Настоящий В.

ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТАЛЕВОГО КАРКАСА БУДІВЛІ ДИТЯЧОЇ ДОШКІЛЬНОЇ УСТАНОВИ З
ВИКОРИСТАННЯМ САПР «SOLIDWORKS»45

Керницький Я., Ткаченко М., Пімонов І

ВПРОВАДЖЕННЯ МАШИННОГО КОНТРОЛЮ В ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ АВТОГРЕЙДЕРА49

Кобець Р., Яцун Вол.Вас.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МЕТАЛЕВОГО ПІДСИЛЕННЯ НА МІЦНІСТЬ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ52

Когтєва А. Міщенко Р.

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРИЛАДАХ ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОДЕЗІЇ53

Корінфіл Ю., Хачатурян С.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ УТВОРЕННЯ
ГОРИЗОНТАЛЬНИХ СВЕРДЛОВИН55

Кравченко К., Томаченко Н., Портнов Г.

ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ СТАЛЕВИХ ФЕРМ У ПОКРИТТЯХ БУДІВЕЛЬ57

Луценко М., М'якота К., Пашинський В.

СПОЛУЧЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ, ДІЮЧИХ НА ПОКРІВЛІ58

Майорова М., Іваненко О., Мусасєв З.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ГАЛЬМА МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ МОСТОВОГО КРАНУ ϕ/n 20 m60

Медяник А., Красота Г, Аносова З. Дарієнко В.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВЛАШТУВАННЯ ОСНОВ ТА ФУНДАМЕНТІВ ЦИВІЛЬНИХ
БУДІВЕЛЬ НА СЛАБКИХ ВОДОНАСИЧЕНИХ ГЛИНИСТИХ ҐРУНТАХ.....64

Мокряк Б., Хачатурян О.

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ВИДІВ ПРОДУКЦІЇ.....66

Нетребенко С., Джирма С.

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВРАХУВАННЯ ЛІНІЙНОГО РОЗШИРЕННЯ ПІД ЧАС
МОНТАЖУ ВІКОННИХ БЛОКІВ З ПВХ.....68

Носко О., Пукалов В., Жарова А., Дарієнко В.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИСОКОМІЦНИХ ДЕРЕВОЦЕМЕНТНИХ КОМПОЗИТІВ ТА
ОЦІНКА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЯХ.....70

Пазенко А., Швець В., Пашинський В.

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО ПРАВИЛА СПОЛУЧЕННЯ КОРОТКОЧАСНИХ НАВАНТАЖЕНЬ.....72

Панасенко Р., Ільченко В.

ОСОБЛИВОСТІ ОБСТЕЖЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ, ПОШКОДЖЕНИХ
ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ.....75

Пантелєєнко В., Червоноштан А., Карпушин С.

ВПЛИВ МАТЕРІАЛУ КОЛІС ВАНТАЖНОГО ВІЗКА МОСТОВОГО КРАНУ НА
ЕФЕКТ РОЗГОЙДУВАННЯ ВАНТАЖУ.....77

Покаленко О., Заворуєва І., Скриннік І.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ПРИСКОРЕНОГО
ЗВЕДЕННЯ МОНОЛІТНИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ.....78

Полудень Д., Яцун В.

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ЛОКАЛЬНОГО ПІДСИЛЕННЯ НА МІЦНІСТЬ І ДЕФОРМАТИВНІСТЬ
ДЕРЕВ’ЯНИХ З’ЄДНАНЬ.....79

Пономаренко С., Яцун Вол. Вас.

ВИКОРИСТАННЯ ПНЕВМОТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ НА ПІДПРИЄМСТВАХ
ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ.....80

Почужевський О., Федірко В.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ РУХУ МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ.....82

Руденко О., Яцун В., Джирма С.

РОЛЬ ПОВІТРЯНОГО ЗАЗОРУ В КОНСТРУКЦІЇ БУФЕРНОЇ ГУМОВОЇ ФУТЕРОВКИ
ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ УДАРНИХ НАВАНТАЖЕНЬ.....84

Сатула О., Джирма С., Аносова З.

ТЕХНОЛОГІЯ КЛАДКИ З ГАЗОБЕТОННИХ БЛОКІВ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ.....87

Сбаїх Махамуд А.Б., Настоящий В.

ОПТИМІЗАЦІЯ ХАРАКТЕРИСТИ КОЛОН КАРКАСА СКЛАДУ
ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН З ВИКОРИСТАННЯМ САПР «SOLIDWORKS».....89

Скрипник Н., Джирма С., Жарова А.

ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ МОНОЛІТНИХ СТІН З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМ НЕЗНІМНОЇ ОПАЛУБКИ ТИПУ ICF (INSULATED CONCRETE FORMWORK)93

Сорокін А., Красота Г., Квятковська Н., Дарієнко В.

ДОСЛІДЖЕННЯ РАДОНОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ФАРБИ І РУЛОННИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПОКРИТТЯ БЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ95

Станіла К., Красота Г., Квятковська Н., Дарієнко В.

ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ПІДСИЛЕННЯ КАМ'ЯНИХ КЛАДОК ОБ'ЄКТІВ ІСТОРИЧНОЇ ЗАБУДОВИ97

Ступін Д., Заворуєва І., Скриннік І.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА БАГАТОШАРОВИХ ПОКРІВЕЛЬНИХ МЕМБРАН З БАЗАЛЬТОВИМ АРМУВАННЯМ99

Сумінов А.

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ НЕСУЧОЇ СИСТЕМИ ШАРНІРНОГО НАВАНТАЖУВАЧА З УРАХУВАННЯМ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ102

Талпа С., Пашинський М.

РОЗРОБКА ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ БУДІВЛІ ТА НАВІСУ АЗС ІЗ ВИБОРОМ ДОЦІЛЬНОЇ КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ104

Токарев О., Заворуєва І., Скриннік І.

АНАЛІЗ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВЛАШТУВАННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ ПОКРІВЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ РУЛОННИХ І МАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ105

Травкін Д., Костенко В., Яцун В.

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ СТИКІВ ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ БАГАТОПОВЕРХОВИХ КАРКАСНИХ І ПАНЕЛЬНИХ БУДИНКІВ107

Фуркало Н., Тихий А.

ІОНИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА РОБОТУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ДУГИ108

Фуркало Н., Джирма С., Тиха М.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ УТЕПЛЕННЯ ТА ОЗДОБЛЕННЯ ФАСАДІВ110

Хусейн Мохаммед Адел Мохаммед, Настоящий В.

ОБГРУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ВСТАНОВЛЕННЯ ФЕМ НА МЕТАЛЕВОМУ КАРКАСІ НАВІСУ НАД АЗК В МІСТІ ОДЕСА З ДОПОМОГОЮ САПР «SOLIDWORKS»112

Шевельов Р., Джирма С.

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ МОНТАЖУ (ГЛИБИНИ УСТАНОВКИ) ВІКНА НА РИЗИК ВИНИКНЕННЯ КОНДЕНСАТУ У ВУЗЛІ ПРИМИКАННЯ116

Шевченко В., Яцун Вол.Вас.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СУМІСНОЇ РОБОТИ АРМАТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ РІЗНОГО ПРОФІЛЮ ТА БЕТОНУ119

Яцун В., Гозбенко Є.

РЕЗОНАНСНІ ВІБРАЦІЙНІ МАШИНИ З ІНЕРЦІЙНИМИ ЗБУДНИКАМИ ДВОЧАСТОТНИХ ВІБРАЦІЙ120

УДК 69.022.32

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ВЛАШТУВАННЯ НАВІСНИХ ВЕНТИЛЬОВАНИХ ФАСАДІВ З ЗАЛІЗОБЕТОННИМИ ДЕКОРАТИВНИМИ ПАНЕЛЯМИ

І. Андрієнко, *ст. гр. БІ-24мз,*
С. Джирма, *доцент, канд. техн. наук*
Центральноукраїнський національний технічний університет

Навісні вентилявані фасади (НВФ) представляють собою перспективне рішення для теплоізоляції та архітектурного оформлення будівель, поєднуючи енергоефективність з естетичною привабливістю. Особливої уваги заслуговує застосування залізобетонних декоративних панелей як облицювального матеріалу, оскільки вони забезпечують довговічність, механічну міцність, звукоізоляцію та вогнестійкість конструкції. Однак, обобщення та систематизація технологічних рішень влаштування такого типу фасадів з залізобетонними панелями залишається актуальним завданням для вітчизняного будівництва.

Конструкція НВФ з залізобетонними панелями складається з кількох шарів: несучої стіни, металевого каркаса, теплоізоляції, ветробар'єру, вентиляційного зазору та облицювальних залізобетонних панелей. Наявність вентиляційного зазору (40—150 мм) забезпечує природну циркуляцію повітря, що дозволяє ефективно виводити конденсат і вологу з під облицювання. Залізобетонні панелі (товщина 13 мм, маса 32 кг/м²) характеризуються високою міцністю, стійкістю до перепадів температури та атмосферних впливів.

Кріплення залізобетонних панелей здійснюється механічно через спеціальні кляммери до алюмінієвих або оцинкованих профілів каркаса. Критичним аспектом є вибір матеріалів каркаса (алюміній, оцинкована сталь, нержавіюча сталь) та забезпечення їх захисту від корозії в місцях контакту з різнорідними матеріалами. Теплоізоляційний шар з базальтової вати або мінеральної вати має гарантовану паропроникність та опір теплопередачі не менше 0,3 м²·год·Па/кг.

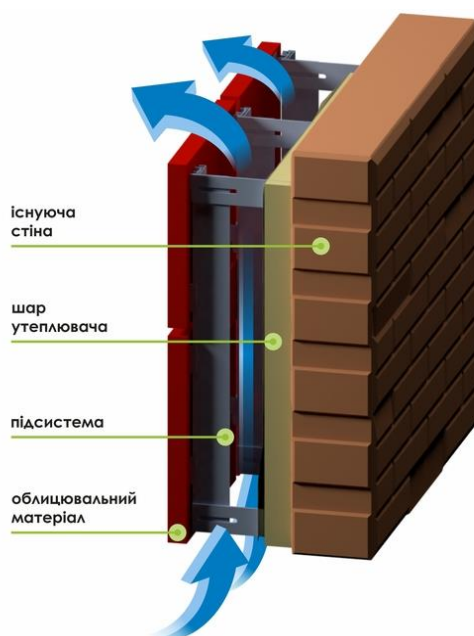


Рисунок 1 - Навісний вентиляований фасад

НВФ з залізобетонними панелями забезпечує підвищення тепловідокремлення до 20%, покращення звукоізоляції завдяки повітряному прошарку та видаленню молекул вологи природним шляхом. Система захищає основні конструкції від прямих атмосферних впливів, продовжуючи термін їх експлуатації й знижуючи потребу в ремонті.

Типові помилки при проектуванні та монтажі включають: недостатню підготовку основи, неправильне облаштування вентиляційних зазорів, використання некорозійностійких матеріалів, неправильну герметизацію швів, що призводить до утворення конденсату, розвитку грибків та корозії. Передчасне руйнування фасаду може виникнути внаслідок вибору неякісних матеріалів та недотримання технологічних вимог.

Конструкції НВФ повинні відповідати національному стандарту ДСТУ Б В.2.6-35:2008 та ДСТУ Б EN 13830:2014, який встановлює технічні умови для навісних фасадів. Зasadничими вимогами є: опір теплопередачі не менше нормативного значення (ДБН В.2.6-31), механічна міцність, вогнестійкість залежно від класу будівлі, відсутність конденсації вологи, вертикальність облицювання ± 2 мм на 1 м довжини.

Послідовність робіт передбачає: підготовку стіни, встановлення металевого каркаса з урахуванням компенсаційних зазорів, укладання теплоізоляції, монтаж ветробар'єру, встановлення контробрешітки для забезпечення вентиляційного зазору та, нарешті, кріплення залізобетонних панелей на кляммери. Технологія передбачає всесезонний монтаж без вологих процесів.

НВФ з залізобетонними панелями характеризуються високою ремонтпридатністю, що дозволяє демонтувати та замінювати окремі елементи без впливу на конструкцію в цілому. Косметичний та капітальний ремонт виконуються без зупинення експлуатації будівлі.

Дослідження демонструє, що НВФ з залізобетонними декоративними панелями являють собою ефективне та надійне рішення для утеплення та оздоблення будівель, але вимагають ретельного проектування, якісного підбору матеріалів та суворого дотримання технологічних норм для забезпечення довговічності й функціональності системи. Перспективи подальшого розвитку пов'язані з оптимізацією конструктивних рішень, розробкою нових матеріалів та впровадженням сучасних методів контролю якості на етапах проектування та монтажу.

Список літератури

1. ДСТУ Б В.2.6-35:2008. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з вентиляльованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 44 с.
2. ДСТУ Б EN 13830:2014. Фасади навісні. Технічні умови (EN 13830:2010, IDT). Київ : Укрархбудінформ, 2015. 115 с.
3. Вентильовані фасади: пристрій, технологія встановлення та важливість правильного монтажу // Newtime.net.ua : веб-сайт. URL: <https://newtime.net.ua/blog/fasady/ventiliruemye-fasady-ustroystvo-tekhnologiya-ustanovki-i-vazhnost-pravilnogo-montazha/> (дата звернення: 05.11.2025).

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЩІЛЬНОСТІ ЗАБУДОВИ НА ПРИРОДНЕ ОСВІТЛЕННЯ ТА ІНСОЛЯЦІЮ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ

Д. Безлатній, ст. гр. БІ-24М,

Н. Томаченко, асистент

Г. Портнов, доцент, канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Із зростанням населення міст архітектори постійно стикаються з дилемою: як забезпечити достатньою кількістю житла, не обмежуючи доступ до природного світла. Доступ до природного світла. Щільна забудова часто призводить до невдоволення мешканців якістю житлового простору та проблем зі здоров'ям. Особливого значення ця проблема набуває в контексті сталого розвитку. При збільшенні щільності забудови виникають суперечливі вимоги: забезпечення максимальної кількості людей житлом на обмеженій території, дотримання гігієнічних норм природного освітлення та інсоляції, забезпечення комфортних мікрокліматичних умов та енергетична ефективність будівель. Метою дослідження є розглянути теоретичні основи природного освітлення та інсоляції, проаналізувати нормативну базу України та міжнародні стандарти, виявити взаємозв'язок щільності забудови та якості освітлено-інсоляційних умов, оцінити вплив на здоров'я мешканців та розробити рекомендації для раціонального планування.

Природне освітлення – це освітлення приміщень прямим або відбитим світлом сонця через світлові прорізи, розрізняють бокове, верхнє та комбіноване освітлення. Інсоляція – це опромінення поверхні прямими сонячними променями, розраховується у годинах на день. Коефіцієнт природної освітленості (КПО) – це відношення природної освітленості всередину приміщення до зовнішньої освітленості, вираховується у відсотках. Видиме світло має довжину хвилі 380-780 нм. При надходженні в приміщення світло піддається прямому проходженню, відбиванню та розсіюванню. Якість природного освітлення залежить від азимуту й висоти сонця, характеристик неба, геометрії вікон, глибини приміщення, коефіцієнтів відбивання поверхонь та затіненості від сусідніх будівель. Щільність забудови характеризується щільністю населення (осіб/га) та площею забудови (м²/га). Розрізняють низьку щільність (до 3 поверхів, <40 осіб/га), середню (4-8 поверхів, 40-100 осіб/га), високу (9+ поверхів, >100 осіб/га) та екстремальну щільність (>300 осіб/га). Підвищена щільність забудови впливає на освітленість через геометричне затінення сусідніми будівлями, скорочення видимого небосхилу, зниження кількості рефлексивних поверхонь та зміну мікроклімату. Особливо критична ця проблема на північних широтах (50-60° пн.ш.) у зимовий період.

Державні будівельні норми України ДБН В.2.5-28:2018 встановлюють вимоги природного освітлення: для житлових кімнат КПО мінімально 0,5%, для кухонь – 0,3%, мінімальна тривалість інсоляції 2,5 години на день з 22 березня до 22 вересня. Європейський стандарт EN 17037:2018 рекомендує мінімальну КПО $\geq 0,7\%$ для 50% площі приміщення протягом 50% світлових годин, середню КПО $\geq 2,1\%$ та високу КПО $\geq 3,0\%$. Введено поняття Spatial Daylight Autonomy (sDA) – відсоток площі з мінімум 300 люкс. Гонконг використовує Vertical Daylight Factor (VDF) мінімум 8% на поверхні вікна. США вимагають sDA 75%, 300lx за стандартом LEED. Скандинавські країни встановили жорсткіші вимоги, враховуючи географічне розташування. Дослідження показують: при застосуванні EN 17037 лише 16% приміщень у щільно забудованих районах відповідають вимогам. Виникають суперечності між вимогами освітлення та іншими цілями міського планування, що вимагає комплексного підходу.

Природне світло регулює циркадні ритми через вплив на вивільнення мелатоніну. Яскраве денне світло, особливо синій спектр, гальмує мелатонін, підтримуючи активність. Недостатнє освітлення призводить до розладів сну, втоми та зниження якості сну. Природне світло сприяє виробленню серотоніну, тому брак денного світла асоціюється з депресією, сезонними афективними розладами, тривожністю та емоційною нестабільністю. Люди у щільно забудованих районах демонструють підвищені рівні депресії. УФ-В випромінювання сонця сприяє синтезу вітаміну D в шкірі. Недостатня інсоляція призводить до дефіциту вітаміну D, що асоціюється з остеопорозом, ослабленням кісток, розладами імунної системи та підвищеною схильністю до інфекцій. У великих містах дефіцит вітаміну D спостерігається у 40-70% населення. Природне світло зменшує утомлюваність очей, забезпечує кращий контраст та сприйняття кольорів, знижує ризик міопії у дітей.

Комп'ютерне моделювання показує: при низькій щільності КПО першого поверху становить 2,0-3,5% з інсоляцією 4-6 годин; при середній щільності – 0,5-1,5% з інсоляцією 2-3 години; при високій щільності – 0,2-0,8% з інсоляцією менше 2 годин; при екстремальній щільності значна частина приміщень не відповідає стандартам. Головні критичні фактори: висота прилеглих будівель, відстань між ними, орієнтація, площа вікон, коефіцієнти відбивання, географічна широта та сезон.

Варіативна висота забудови дозволяє верхнім поверхам нижчих будівель отримувати більше світла. Меридіональна орієнтація забезпечує рівномірніший розподіл інсоляції. Оптимальний крок забудови та внутрішні дворики поліпшують розповсюдження світла. Збільшення вікон, оптимальне розташування їх у висоті, світлові вали та скайлайти доставляють світло в глибокі приміщення. Світловідбиваючі полиці, дзеркала та світлі внутрішні поверхні підвищують освітленість. Розвиток озеленень підвищує рефлексивність району. Світлі матеріали фасадів підвищують освітленість, темні її погіршують. Адаптивні штори змінюють положення залежно від розташування сонця. Розвиток люмінесцентних матеріалів та світлоаккумулюючих поверхонь збільшує доступне світло.

Гонконг, місто з найвищою щільністю (>300 осіб/га), розробило методологію оцінки на основі VDF та UVA. Запровадження норм змусило розробити архітектурні рішення з диверсифікацією висоти та створенням відкритих просторів, що поліпшило освітленість. На широтах 55-60° пн.ш. Скандинавські міста обирають орієнтацію на південний фасад, збільшені вікна та заборону затінів висотою >45°, що дозволило дотримати норми. Старі українські мікрорайони не завжди відповідають сучасним стандартам, тоді як нові комплекси впроваджують диверсифіковану забудову з озеленням. Щільність забудови безпосередньо впливає на освітлення та інсоляцію, особливо на нижніх поверхах. Для кожної широти існує оптимальна щільність, що дозволяє дотримати норми. Недостатнє природне освітлення викликає розлади сну, депресію, дефіцит вітаміну D. Архітектурні рішення можуть компенсувати негативний вплив щільності. На етапі планування необхідно провести аналіз освітлювальних умов для кожного майданчика, встановити прийнятну щільність та розробити план озеленення. Для проектування варто варіювати висоту будівель, максимізувати вікна в рамках енергоефективності, встроїти світловоди та розмістити озеленення. Для законодавства потрібно оновити вітчизняні стандарти з урахуванням сучасних методик, встановити алгоритми врахування освітлення у генеральних планах та залучити здоров'я-охоронні норми до регуляції.

Список літератури

1. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. чинний з 2019-03-01. – К. : Мінрегіон України, 2018. – 133 с.
2. ДСТУ Б В.2.2-6-97 Методи вимірювання коефіцієнту природної освітленості. – К.: Держстандарт України, 1995. – 35 с.
3. CEN/TC 169. EN 17037:2018 Daylight in buildings. – Brussels: European Committee for Standardization, 2018. – 72 p.
4. Chan, I. Y. S., Chau, C. K., Ng, E. et al. Effects of neighborhood building density, height, greenspace, and cleanliness on indoor environment and health of building occupants // Building and Environment. – 2018. – Vol. 145. – P. 213–222.

УДК 624.014

ОПТИМАЛЬНІ КОНСТРУКТИВНІ ПАРАМЕТРИ ТА МЕТАЛОЄМНІСТЬ ЧОТИРИГІЛКОВИХ КОЛОН НА ПЛАНКАХ

К.Д. Богатирьова, магістрантка гр. БІ-24Мз

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

Центральноукраїнський національний технічний університет

Н.М. Мутель, викладач спеціальностей

Кропивницький будівельний фаховий коледж

Наскрізнi центральнo стиснутi колони з чотирьох кутиків на планках за рахунок збiльшення габариту перерiзу можуть мати великi рiдiуси iнерцiї при невеликих площях поперечного перерiзу, що дозволяє використовувати їх при великих висотах. Збiльшення рiдiусу iнерцiї з ростом габариту перерiзу обумовлює зменшення перерiзiв гiлок колони, але збiльшує витрати сталi на планки. У нормах проєктування [1] викладенi методи перевiрочних розрахункiв таких колон, але в лiтературних джерелах вiдсутнi рекомендацiї щодо вибору рацiональних значень габариту поперечного перерiзу, кроку та рiзмiрiв планок.

З метою пошуку оптимальних конструктивних параметрiв у середовищi Microsoft Excel розроблений розрахунковий бланк, який дозволяє в iнтерактивному режимi виконувати проєктування стержнiв центральнo стиснутих колон з чотирьох кутиків на планках з дотриманням вимог ДБН [1] щодо:

- гнучкостi колони в цiлому та гнучкостi гiлки на вiдстанi мiж планками;
- стiйкостi стержня колони з урахуванням її зведеної гнучкостi;
- мiцностi зварних швiв крiплення планки до гiлки колони.

Перед початком розрахунку вводяться такi загальнi данi:

- навантаження на колону в кН та її довжина в сантиметрах;
- коефiцiєнт умов роботи колони γ_c за ДБН [1];
- клас сталi, розрахунковий опiр R_y та характеристичний опiр сталi R_{un} у кН/см².

У процесi виконання проєктного розрахунку стержня колони обираються та коригуються змiннi параметри:

- профiль та геометричнi характеристики перерiзу гiлки колони за сортаментом рiвнополечних кутиків;
- габаритна ширина стержня колони;
- вiдстань мiж планками в просвiтi;
- висота й товщина планки.

Змiнюючи цi данi, можна пiдбрати габарит перерiзу колони, перерiз планок та вiдстань мiж ними, якi забезпечують виконання вказаних вище перевiрок та конструктивних вимог при мiнiмальних витратах сталi. Усi перевiрки та необхiднi промiжнi данi виконуються автоматично; а витрати сталi на один погонний метр i на увесь стержень колони пiдраховуються з урахуванням маси гiлок та планок.

Перший етап оптимiзацiї конструктивного рiшення колони полягає у виборi доцiльної гнучкостi гiлки колони, яка визначається вiдстанню мiж планками в просвiтi. Для цього виконанi розрахунки колон висотою 6 м i 16 м пiд навантаження 1 МН i 6 МН. Габаритнi рiзмири поперечного перерiзу однiєї й тiєї ж колони приймалися рiвними 40, 60, 80 i 100 см. В ДБН [1] вказано, що гнучкiсть гiлки має бути не бiльшою за 40 i не бiльшою вiд гнучкостi колони в цiлому. Тому в межах однiєї комбiнацiї висоти, габариту перерiзу та навантаження проєктувалося по 5 варiантiв колони з гнучкостями гiлки, приблизно рiвними 20, 25, 30, 35 i 40.

Аналіз отриманих результатiв показав, що оптимальна гнучкiсть гiлки, яка забезпечує мiнiмум витрат сталi на колону, в основному коливається вiд 25 до 35 при середньому

значенні 29,4. Залежності оптимальної гнучкості гілки від інших ключових параметрів практично відсутні. У межах кожної комбінації навантаження, висоти й габаритного розміру перерізу колони відхилення кроку планок від оптимального значення маси колони у середньому зростає на 2,2%, а в окремих випадках – до 8,6%.

Виходячи з отриманих результатів, при проєктуванні чотиригілкових колон на планках рекомендовано приймати відстані між планками такими, щоб гнучкість гілки знаходилася в межах від 25 до 35, але не перевищувала гнучкості колони в цілому.

Для пошуку залежностей оптимального габариту перерізу та витрат сталі від висоти колони й навантаження на неї виконане експериментальне проєктування 25 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. Це дозволяло виявити габарит, при якому витрати сталі на один погонний метр колони стають мінімальними. Таким чином, для кожної комбінації L і N встановлені габаритні розміри поперечного перерізу, оптимальні за критерієм металоємності, а також значення погонної маси колони, що відповідають оптимальному рішенню. Результати експериментального проєктування відображені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Оптимальні габарити перерізу та відповідні витрати сталі на колони

N, МН	Оптимальні габарити перерізу B (см) при висоті колон H :					Погонна маса стержня p (кг/м) при висоті колон H				
	4 м	8 м	12 м	16 м	20 м	4 м	8 м	12 м	16 м	20 м
1	40	50	55	70	75	50,0	57,0	61,0	68,1	71,2
3	50	60	50	70	80	140,6	146,5	156,7	167,6	175,6
5	60	60	55	75	85	223,0	233,4	249,3	262,2	274,1
7	60	65	75	70	90	314,6	318,9	331,9	356,4	373,8
9	70	60	60	80	100	391,8	405,0	426,2	446,8	466,6

Наведені в таблиці 1 залежності з використанням методу найменших квадратів та рекомендацій [2] описані аналітичними виразами:

$$B = 3,14N - 1,22L + 0,148L^2 - 0,096NL + 44,4 \text{ см},$$

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

Отримані формули дозволяють за відомим навантаженням та висотою обрати оптимальний за витратами сталі габарит перерізу центрально стиснутої колони з чотирьох кутиків на планках, а також встановити орієнтовні витрати сталі на таку колону без виконання її розрахунку. Після цього можна скористатися розробленим розрахунковим бланком для вибору перерізів гілок та планок, а також кроку планок з урахуванням фактичної висоти колони.

Список літератури

- ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проєктування. Зі зміною № 1. К., 2022. – 220 с.
- Пашинський В.А., Пашинський М.В. Статистичні методи в інженерних дослідженнях : Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти з інженерних спеціальностей. Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 106 с.

УДК 624.042

ІНЖЕНЕРНИЙ АНАЛІЗ І РОЗРАХУНОК СУЧАСНИХ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

О. Борис. *ст. гр. БІ-24м,*

А Красота , *асистент*

В. Настоящий, *канд.техн.наук, проф.*

Центральноукраїнський національний технічний університет

Вступ. У сучасних умовах розвитку будівельної сфери особливої значущості набувають питання формування комфортного мікроклімату, підвищення енергоефективності та забезпечення екологічної безпеки житлових будівель.

Актуальність теми. Зростання вартості енергоресурсів, нові технології та будівельні матеріали, посилення вимог до якості повітря, необхідність скорочення обсягів викидів парникових газів, а також інтеграція будівель у концепцію сталого розвитку зумовлюють актуальність упровадження інноваційних технологій у системи опалення та вентиляції. У зв'язку з цим дослідження інженерних систем вентиляції та теплопостачання має не лише теоретичне значення, а й суттєву практичну цінність.

В науковій роботі наведено розрахункові дані та аналітичне порівняння систем нагрівання та охолодження приміщення. Розраховано детальні теплові втрати через кожен елемент огороження [1]: зовнішні стіни, вікна, підлогу та стелю, а також теплові втрати [2], пов'язані з мінімально необхідним повітрообміном. На підставі отриманих значень обчислено [3] повне теплове навантаження приміщення на рівні 1,8 кВт для традиційної системи з радіатором та 1,5 кВт для системи вентиляційного опалення з рекуперацією теплоти.

Значну увагу приділено методиці визначення повітрообміну та вимогам до мікроклімату приміщення згідно з ДБН, EN 16798 [4] та санітарним нормам. Доведено доцільність програмного моделювання як інструмента для обґрунтованого вибору інженерних рішень. Дослідження описує застосований програмний підхід з використанням Revit та EnergyPlus до моделювання мікроклімату, а саме: створення BIM-моделі, побудову теплотехнічної моделі, врахування інфільтрації, рекуперації, внутрішніх теплових надходжень і сезонних кліматичних умов. За допомогою програми MS Excel подано алгоритм комплексної методики оцінки теплового навантаження та енергоспоживання для двох варіантів інженерних систем – радіатора без використання рекуперції та системи «тепла підлога» з рекуперацією повітря.

Результати дослідження. У межах наукової роботи я проаналізувала експлуатаційні характеристики двох вищевказаних інженерних систем та визначено їхній вплив на рівномірність температурного поля, показники комфорту, обсяги енергоспоживання [5] й ефективність функціонування у зимовий період. Проведений математичний та графічний аналіз дав мені змогу встановити переваги системи, оснащеної рекуператором, оскільки вона суттєво знижує вентиляційні тепловтрати та забезпечує стабільні параметри мікроклімату за умов зменшеного енергоспоживання. У ході дослідження також виявила, що система «тепла підлога» формує більш сприятливий тепловий режим [6], дає змогу знизити необхідну температуру повітря в приміщенні та оптимізувати витрати на опалення. Узагальнені результати свідчать про те, що комбінована система вентиляційного опалення демонструє вищу ефективність, економічність та ергономічність і відповідає вимогам сучасних житлових будівель.

Висновки. Дослідження підтвердило, що сучасні системи опалення та вентиляції з рекуперацією тепла здатні не лише забезпечувати комфортний мікроклімат, але й суттєво

знижувати енергоспоживання будівель. Порівняльний аналіз продемонстрував, що використання рекуператора та системи «теплої підлоги» забезпечує рівномірніший мікроклімат, знижує теплові втрати через вентиляцію й зменшує загальне навантаження на наявне теплове обладнання приміщення на 15-20 %.

Економічні переваги полягають у зменшенні експлуатаційних витрат за рахунок використання енергоефективних технологій. Практичні переваги полягають у забезпеченні стабільного та комфортного мікроклімату в приміщеннях протягом усього року. Інтеграція рекуператорів [7] дозволяє одночасно підтримувати оптимальну температуру та якість повітря, що позитивно впливає на умови проживання та працездатність людей.

Список літератури

1. ДСТУ 9190:2022 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні».
2. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціювання». - К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 71 с.
3. ДСТУ Б А.2.4-41:2009 «Система проектної документації для будівництва. Робочі креслення опалення, вентиляції і кондиціювання повітря».
4. ДСТУ EN 16798-17:2017 «Енергоефективність будівель. Вентиляція будівель.» – 23 с.
5. Возняк О. Т., Савченко О. О., Миронюк Х. В. та ін. «Теплогазопостачання та вентиляція». — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 61 с.
6. Боженко М. Ф., Пригула Н. О. «Енергоефективні системи опалення і вентиляції». — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 44-47 с.
7. Покровський Л. Л., Семчук Г. М. «Перспективи енергоефективного розвитку систем тепlopостачання в Україні». — Вип. 14, 2010. – 136 с.

УДК 624.042

ГЕОГРАФІЧНА ЛОКАЛІЗАЦІЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСОБЛИВО НЕБЕЗПЕЧНИХ СНІГОПАДІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

С.О. Борщев, магістрант гр. БІ-24М

К.Р. Унгурян, студентка гр. БІ-24мб

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

Центральноукраїнський національний технічний університет

Багаторічні результати метеорологічних спостережень вказують на те, що на окремих метеостанціях фіксувалися снігопади, які відрізняються аномально великою кількістю та інтенсивністю випадання снігу. Снігопади, під час яких випадає більше 20 мм запасу води (200 Па ваги снігового покриву), включені до переліку небезпечних природних явищ і вважаються особливо небезпечними. Для забезпечення надійної експлуатації несучих конструкцій покрівель потрібно проаналізувати характеристики та географічну локалізацію таких снігопадів і зробити висновок щодо необхідності уточнення норм [1] з додатковим урахуванням особливо небезпечних снігопадів.

Результати спостережень за особливо небезпечними снігопадами наведені в таблицях метеорологічних щомісячників [2]. Для кожного випадку небезпечного снігопаду ці таблиці містять назву метеостанції, дату й час початку та закінчення, а також кількість опадів у снігопаді (міліметри запасу води). Вказані дані дозволяють обчислити тривалість снігопаду в годинах, а також його інтенсивність шляхом ділення зафіксованої кількості опадів на обчислену тривалість снігопаду. Наявність характеристик усіх особливо небезпечних снігопадів, які були зафіксовані на території України протягом 20 років спостережень, дозволяє проаналізувати географічну локалізацію, частоту виникнення та числові характеристики особливо небезпечних снігопадів, що було частково зроблено в роботі [3].

Аналіз результатів 20-річних спостережень показав, що протягом цього часу на території України відбулося 147 сильних снігопадів, яким притаманна значна мінливість характеристик. Їх річна кількість змінювалася від 1 до 24, тривалість одного снігопаду становила 3...36 годин, а вага снігового покриву протягом одного снігопаду зростала на 200...1250 Па при середній інтенсивності снігопадів 6...154 Па/годину.

Особливо небезпечні снігопади є досить рідко повторюваним явищем, яке частіше спостерігалось в гірській місцевості. З таблиці 1 видно, що на 13 гірських метеостанціях зареєстровано більше сильних снігопадів, ніж на 170 рівнинних метеостанціях. На кожній з гірських метеостанцій вони повторюються в середньому один раз на 3...4 роки, а на рівнинних метеостанціях – один раз у 48 років.

Останні рядки таблиці 1 показують, що особливо небезпечні снігопади на гірських метеостанціях мають більший приріст ваги снігового покриву при меншій тривалості одного снігопаду, ніж на рівнинних. Відповідно, гірська місцевість вирізняється набагато вищою інтенсивністю сильних снігопадів та більшою мінливістю їх статистичних характеристик.

Більшість особливо небезпечних снігопадів (76 із 147) спостережена на шести гірських метеостанціях: Ай-Петрі, Ангартський перевал, Пожежевська, Хуст, Плай і Нижній Студений, на кожній з яких протягом 20 років зафіксовано від 4 до 32 сильних снігопадів. На 6 метеостанціях зафіксовано по 3, на 13 метеостанціях – по 2 і на 27 метеостанціях по одному сильному снігопаду. На 131 метеостанції зі 183 особливо небезпечні снігопади взагалі не спостерігалися.

Таблиця 1 – Частоти реалізації особливо небезпечних снігопадів в гірських і рівнинних місцевостях України

Показники	Гірські метеостанції	Рівнинні метеостанції	Усі метеостанції
Кількість метеостанцій	13	170	183
Кількість зареєстрованих снігопадів	76	71	147
Середньорічна кількість снігопадів на кожній метеостанції	0,292	0,021	0,040
Середній період повторюваності на одній метеостанції	3,4	47,9	24,9
Величина одного снігопаду, Па	200...1250	200...420	200...1250
Тривалість одного снігопаду, годин	3...21	4...36	3...36
Інтенсивність снігопаду Па/год	16...154	6...51	6...154

Наведені дані свідчать про досить вузьку географічну локалізацію особливо небезпечних снігопадів. Сильні снігопади є характерними приблизно для десятка гірських метеостанцій України. На інших метеостанціях особливо небезпечні снігопади реалізувалися вкрай рідко, або не спостерігалися взагалі.

Подальший аналіз характеристик особливо небезпечних снігопадів на території України та їх порівняння з результатами систематичних снігомірних зйомок дозволив зробити такі **висновки**:

1. Особливо небезпечні снігопади спостерігаються в основному на гірських метеостанціях, де вони реалізуються в середньому один раз на 3...4 роки. На інших метеостанціях особливо небезпечні снігопади реалізувалися в середньому один раз на 48 років або не спостерігалися взагалі.

2. Кількість сильних снігопадів збільшується з ростом висоти місцевості над рівнем моря, але величина снігопаду мало залежить від географічної висоти. Практично удвічі більші коефіцієнти варіації величини, тривалості та інтенсивності сильних снігопадів на гірських метеостанціях вказують на те, що особливо небезпечні снігопади в гірській місцевості більш мінливі, ніж на рівнинах.

3. Порівняння гістограм розподілу п'ятиденних приростів запасу води в сніговому покриві та величини сильних снігопадів показало, що особливо небезпечні снігопади утворюють праву частину загального розподілу ваги снігового покриву. Це дозволяє для нормування снігового навантаження традиційно використовувати результати систематичних снігомірних зйомок без окремого урахування характеристик особливо небезпечних снігопадів.

Список літератури

1. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі зміною № 1 і № 2. К.: Мінбуд України, 2020. – 68 с.
2. Метеорологічний щомісячник. Частина II. Вип. 10. (Рос. мова) – 1961-1991.
3. Пічугін С.Ф. Вплив особливо небезпечних снігопадів на формування снігового покриву / С.Ф. Пічугін, Н.М. Попович, І.Б. Попович // Науково-технічний збірник. Технічні науки та архітектура: – Харків: ХНАМГ, 2012. – С. 54 – 61.

КОМПОЗИЦІЙНІ БІТУМНО-ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ ЯК ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ПОКРІВЕЛЬНИХ ТА ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ РОБІТ

Є. Ботнар, *ст. гр. БІ-24М,*

Н. Томаченко, *асистент*

Г. Портнов, *доцент, канд. техн. наук*

Центральноукраїнський національний технічний університет

Одним з ефективних способів формування необхідного комплексу експлуатаційних властивостей композиційних бітумно-полімерних (КБПМ) рулонних покрівельних і гідроізоляційних матеріалів є їхнє наповнення мінеральними наповнювачами та модифікація полімерами. Введення мінеральних наповнювачів та полімерних добавок сприяє поліпшенню необхідних технологічних і фізико-механічних властивостей, підвищує економічну ефективність виробництва, вирішує екологічну проблему при використанні відходів виробництва та розширює температурний інтервал експлуатації матеріалів. Традиційні бітумні покриття (руберойд та його аналоги) характеризуються невисокою довговічністю (2–3 роки між ремонтами), тоді як КБПМ забезпечують нормативний термін експлуатації близько 20–30 років при оптимальній вартості. Особливого значення розробка КБПМ набуває в контексті сталого розвитку та необхідності утилізації вторинних ресурсів.

Основна проблема традиційних бітумів полягає в низькій температурно-деформаційній стабільності: матеріали розм'якшуються при високих температурах (близько +80°C на плоских покрівлях під сонячним опроміненням) та стають крихкими при морозі (до –30...–35°C у середніх широтах). Введення полімерних модифікаторів — зокрема дивінілстирольних термоеластопластів (ДСТ-30) та поліпропілену (ПП) — дозволяє досягти оптимальної рівноваги між твердістю при високих температурах та еластичністю при морозі. М'які покрівельні матеріали становлять понад 60% від обсягу випуску всіх покрівельних матеріалів, на європейських ринках традиційні бітумні матеріали практично не використовуються, що свідчить про перевагу КБПМ.

Вибір полімерного модифікатора не є універсальним — він залежить від структурного типу базового бітуму. Розроблена класифікація структурних типів бітумів за показником $K_{ст} = (\text{смоли} + \text{асфальтени}) / (\text{масла} + \text{парафіни})$ виділяє три типи: гель-тип I, золь-тип II та проміжний тип III. Встановлено, що оптимальний вміст полімеру в бітумі становить 10–14%, при якому полімер утворює самостійну просторову структурну сітку, що забезпечує найкращі експлуатаційні властивості. Термоеластопласти (ТЕП) демонструють найбільший потенціал для модифікації бітумів у будівельній промисловості, поєднуючи у своїх макромолекулах жорсткі та еластичні фрагменти.

Введення мінеральних наповнювачів у композицію бітумно-полімерного матеріалу є комплементарним методом поліпшення експлуатаційних властивостей. Мінеральні наповнювачі (традиційно тальк, каолін, крейда) сприяють підвищенню жорсткості, опору плинності та теплостійкості матеріалу. Враховуючи обмеженість запасів традиційних мінеральних наповнювачів, актуальною є розробка технологій застосування нових мінеральних ресурсів — природного шунгіту та фракціонованих золівідходів (ФЗВ) від спалювання твердого палива на ТЕС. Механоподрібнення мінеральних наповнювачів у планетарній млині збільшує питому поверхню на 50%, що призводить до підвищення теплостійкості та температури розм'якшення композиції на 12–15%.

Довговічність КБПМ у реальних умовах експлуатації визначається їх стійкістю до комплексного впливу температури, УФ-випромінювання та вологи. За результатами прискорених лабораторних випробувань встановлено, що показники, найбільш чутливі до

деградаційних процесів, — це **гнучкість та температура крихкості за Фраасом**. На противагу цьому, розривна сила та температура розм'якшення залишаються відносно стабільними при впливі зазначених факторів. Проведено випробування матеріалу з новими наповнювачами при теплому старінні (80°C, 5–30 діб), УФ-опроміненні (280–400 нм, 12 діб) та вологості (98% RH, 80°C, 30 діб). Гнучкість змінюється на 7–16°C залежно від способу впливу, температура крихкості — на 10–17°C. Розроблено експрес-метод оцінки працездатності матеріалів із критерієм зміни властивостей не більше 50% від вихідних значень.

Переведення КБПМ із лабораторного синтезу на промислове виробництво вимагає розв'язання низки технологічних задач щодо забезпечення гомогенності матеріалу, адекватної вібільності та стабільності структури при довгостроковому зберіганні. Критичні параметри при модифікації бітумів полімерами — швидкість суміщення з бітумом, близькість параметрів розчинності полімеру та мальтенової фракції бітуму, період переробки (не більше 2–3 годин при 160–200°C). Встановлено, що оптимальне введення ТЕП у вигляді дрібних гранул або порошку при температурах 160–200°C з перемішуванням до отримання гомогенної маси забезпечує максимальну сумісність полімеру з бітумом.

Температурний режим експлуатації КБПМ в Україні становить від –35°C до +80°C, що визначає комплекс нормованих вимог. Матеріали мають забезпечувати мінімальну розтяжність 20% при 20°C та 10% при 0°C, абсолютну водонепроникність, адгезійну міцність до основи, атмосферостійкість та озоностійкість. Державні будівельні норми України ДБН встановлюють вимоги природного освітлення та інсоляції на основі коефіцієнта природної освітленості (КПО). Розроблені номограми та методики дозволяють оцінити адекватність матеріалів конкретним умовам експлуатації та місцевим кліматичним факторам.

Основна лімітуюча властивість дивінілстирольних ТЕП при їх застосуванні в покрівельних матеріалах — недостатня атмосферостійкість та озоностійкість, що обумовлена наявністю подвійних зв'язків у основному ланцюзі. Розробка ТЕП із насиченим основним ланцюгом (етилен-пропіленових, поліуретанових, поліефірних) є актуальним завданням, оскільки такі матеріали матимуть значно вищу довговічність при експлуатації на покрівлях. Використання сумішей ТЕП (механічні суміші термопластів з еластомерами) дозволяє розширити можливості варіювання складу та забезпечити адекватність модифікаторів різним типам бітумів та кліматичним регіонам.

Майбутній розвиток КБПМ визначатиметься кількома напрямками: розробкою нових термоеластоластів із насиченим основним ланцюгом для підвищення атмосферостійкості; систематичним впровадженням нових мінеральних ресурсів для зниження вартості та розв'язання екологічних проблем утилізації промислових відходів; оптимізацією рецептур для конкретних кліматичних регіонів; розвитком методів прогнозування довговічності матеріалів на основі експрес-тестування. Комплексний підхід до модифікації бітумів полімерами та мінеральними наповнювачами дозволить створювати матеріали з гарантованою довговічністю 20–30 років, що сприятиме розвитку сталого будівництва та раціональному використанню природних ресурсів.

Список літератури

1. Пашенко Т.М. Будівельні матеріали : підруч. Київ : Кондор. 2013. 472 с.
2. Panchuk M. EnergyEfficientBuildingRenovation A GuideforPolicyMakersandPractitioners. Lviv : Spolom. 2016. 256 p.
3. ДСТУ Б В.2.7-83:2014. Матеріали рулонні покрівельні та гідроізоляційні. Загальні технічні умови : [Чинний від 2014-11-30]. Київ : Мінрегіон України. 2014. 80 с.
4. ДСТУ EN 13707:2019. Матеріали покрівельні гідроізоляційні м'які. Матеріали з армуванням з модифікованого бітуму. Специфікація та методи випробування : [Чинний від 2019-09-01]. Київ : ДП "УкрНДНЦ". 2019. 120 с.
5. ДБН В.2.7-108-2001. Будівельні матеріали. Мастики покрівельні та гідроізоляційні : [Чинний від 2001]. Київ : Мінбудмаш України. 2001. 25 с.

6. ДБН В.2.6-220:2017. Конструкції будинків і споруд. Покриття будівельні бітумні та бітумно-полімерні : [Чинний від 2017]. Київ : МРТУ. 2017. 87 с.

УДК 69.003(075)

ВІМ-ІНТЕГРАЦІЯ ТА AIDORA: ФОРМУВАННЯ КОШТОРИСІВ НА ОСНОВІ ЦИФРОВИХ МОДЕЛЕЙ БУДІВНИЦТВА

Д. Вивиріца, ст. гр. Б-42

М. Тиха, викладач

З. Аносова, викладач

Кропивницький будівельний фаховий коледж

Ключові слова: 5D BIM, Кошторисна автоматизація, AiDora, QTO, РЕКН, Управління вартістю.

Українська будівельна галузь здійснює критичний перехід до модельно-орієнтованого підходу. 5D BIM являє собою інтеграцію 3D-моделі з часовим графіком (4D) та вартістю (5D). Це забезпечує точний, динамічний та багаторівневий кошторис проекту, де ключову роль відіграє автоматизоване витягування обсягів робіт (Quantity Take-Offs, QTO). Тобто будь-яка зміна в моделі автоматично ініціює перерахунок обсягів, що є фундаментальною перевагою перед ручним 2D-розрахунком.

Дослідження показують, що застосування 5D-методології дозволяє зменшити похибки кошторису на етапі проектування на 20-30% та скоротити час на розрахунки до 80%, що є критично важливим для оптимізації загальних інвестицій.

Впровадження 5D BIM на національному рівні забезпечується інтеграцією ВІМ-авторингових програм (Revit, Allplan) із вітчизняним програмним комплексом "Будівельні Технології: Кошторис 8". Ця синергія реалізується через спеціалізовані модулі QTO, які витягують параметричні дані моделі та трансформують їх у структуровані обсяги, готові для ціноутворення.

ІІІ-асистент AiDora є інтелектуальним мостом, що адаптує технічно точні QTO-дані до складної української нормативної бази. Його ключова функція — це автоматизований підбір та застосування кошторисних норм (РЕКН) та поправок на основі семантики об'єктів моделі та змісту робіт. Це забезпечує високу швидкість нормування та прозоре обґрунтування прийнятих рішень, мінімізуючи ризики під час державної експертизи.

Таблиця 1. Порівняння традиційного кошторису та 5D BIM-модельовання

Параметр	Традиційний Метод (2D)	5D BIM-Метод (Кошторис 8 / AiDora)	Ключовий Вплив
Джерело обсягів	Ручні заміри, креслення.	Автоматизоване QTO з цифрової моделі.	Мінімізація розбіжностей у 20-30%.
Швидкість розрахунку	Низька; ручний пошук норм.	Висока; ІІІ-підбір норм та автоматичне оновлення.	Скорочення часових витрат до 80%.
Точність ціноутворення	Середня; залежність від досвіду.	Висока; AiDora валідує норми, мінімізуючи помилки.	Зниження ризиків фінансових втрат.

Робочий процес 5D-кошторису є послідовним і передбачає подвійний рівень автоматизації:

1. Моделювання (Revit/Allplan): Створення моделі з чітко визначеними параметрами та семантикою.
2. Витягування Обсягів (QTO): QTO-модуль "Кошторису 8" імпортує дані, розраховує обсяги та перетворює їх на структурований формат.
3. Нормування (AiDora): AiDora здійснює автоматичну прив'язку обсягів до відповідних РЕКН, застосовує необхідні поправки та створює чорновий кошторис.
4. Валідація та Аудит: кошторисник перевіряє кінцевий результат, спираючись на прозоре обґрунтування рішень ІІІ, та генерує фінальну документацію.

Повноцінне використання потенціалу 5D BIM обмежується існуючою системою ціноутворення в Україні. Існуюча структура Ресурсних Елементних Кошторисних Норм (РЕКН) була розроблена для 2D-креслень і складно піддається автоматизованій прив'язці до параметричних об'єктів BIM-моделі. Для підтримки 5D-методу критично необхідне введення укрупнених ресурсних кошторисних норм, які б дозволяли здійснювати ціноутворення на рівні параметрів BIM-об'єктів (наприклад, укрупнена норма на 1 м² стіни певного типу), а не лише на рівні окремих робіт.

Ключовим кроком до гармонізації є впровадження ДСТУ EN 17632-1:2024 "Будівельне інформаційне моделювання (BIM). Семантичне моделювання та пов'язування (SML)" (чинний з 01.04.2025). Цей стандарт забезпечує уніфікований опис елементів, що є обов'язковою умовою для точного зв'язку між QTO-обсягами та національними кошторисними класифікаторами.

Підсумовуючи вищесказане, інтеграція 5D BIM з національними рішеннями AiDora та "Кошторис 8" є технологічно реалізованою, проте вимагає суттєвої адаптації регуляторної бази:

- адаптація збірників РЕКН під параметричний метод розрахунку та запровадження укрупнених ресурсних норм, що відповідають потребам BIM-моделювання.
- реалізація функціоналу AiDora для прямого аналізу 3D-моделей та аудиту їхньої якості на предмет придатності до ціноутворення (Cost Model Checking).

Список використаних джерел

- [1] Програмний комплекс «Будівельні Технології: Кошторис 8» // Офіційний сайт розробника.
- [2] AiDora – штучний інтелект в кошторисній справі // Офіційна інформація розробника.
- [3] Al-Ashqar, M. (2018). The Evolution of 5D BIM: From Quantity Take-Off to Project Cost Management. IOP Conf. Series.
- [4] Kim, H., Witsel, T. A., & Chen, J. (2018). Quantity takeoff automation based on BIM for construction cost estimation. Journal of Computing in Civil Engineering.
- [5] ДСТУ EN 17632-1:2024. Будівельне інформаційне моделювання (BIM). Семантичне моделювання та пов'язування (SML).

УДК 692.23:699.86

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ З БАГАТОШАРОВИМИ ТЕПЛОЕФЕКТИВНИМИ СТІНАМИ

Р. Висоцький, *ст. гр. БІ-24М,*

І. Заворуєва, *асистент*

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

Центральноукраїнський національний технічний університет

Сучасні вимоги до енергоефективності житлового та цивільного будівництва в Україні зумовлюють широке використання багатошарових стінових конструкцій, які є ефективним рішенням для теплоізоляції. Поширення набули системи "мокрого" типу, вентильовані фасади та тришарова кладка.

Недостатня технологічність існуючих рішень, висока трудомісткість та залежність від погодних умов (особливо для "мокрих" процесів) викликають необхідність удосконалення технології та організації робіт безпосередньо на будівельному майданчику. Метод зведення повинен бути не лише надійним, але й швидким та мінімізувати ризик виникнення дефектів (наприклад, "містків холоду").

Відомі технологічні карти розроблені для окремих операцій [2] і часто не враховують комплексної взаємодії процесів при влаштуванні багатошарових систем, що відрізняються від традиційних суцільних стін.

Дана робота присвячена аналізу та обґрунтуванню методів удосконалення технології зведення будівель з багатошаровими теплоефективними стінами шляхом оптимізації організаційно-технологічних параметрів.

Суть дослідження полягає у порівняльному аналізі трьох основних технологій (тришарова кладка, "мокрый" фасад, вентильований фасад) за критеріями трудомісткості, тривалості та ступеня механізації. Було проаналізовано вплив послідовності виконання операцій та застосування засобів малої механізації на загальну продуктивність праці.

Дослідження показало, що при зведенні стін за технологією тришарової кладки, руйнування технологічного потоку найчастіше відбувається через несвоєчасну подачу утеплювача та гнучких зв'язків. При влаштуванні "мокрих" фасадів критичною є залежність від часу твердіння клейових та штукатурних сумішей.

Тому подальші дослідження були зосереджені на моделюванні технологічних процесів із застосуванням паралельного та потокового методів організації робіт для різних типів стін.

Для отримання порівняльної залежності були розроблені імітаційні моделі зведення 100 м² стіни для кожної технології з урахуванням використання стандартних риштувань та мобільних підйомних платформ. Було виготовлено по два макети-фрагменти кожної системи для хронометражу операцій.

Розрахунки трудомісткості проводилися за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, що дозволяє враховувати прості та технологічні перерви. Навантаження на робочі ланки моделювалося згідно з [3]. В усіх випадках найбільший вигаш у часі давало чітке розмежування захваток та використання готових вузлових рішень (наприклад, фасонних елементів для віконних укосів).

Таким чином, у результаті виконаних досліджень обґрунтована можливість та визначено шляхи удосконалення технології зведення багатошарових стін.

Для реального використання запропонованих методів оптимізації необхідно уточнити технологічні карти та провести їх апробацію на реальних будівельних об'єктах.

Список літератури

1. ДСТУ Б В.2.6-34:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Загальні технічні умови.
2. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Київ: Мінрегіонбуд України, 2017.
3. Афанасьєв О.В., Головка С.Г. Технологія зведення будівель і споруд. К.: Вища школа, 2019. 450 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВЛАШТУВАННЯ ПІДЛОГ НА ОСНОВІ МАГНЕЗІАЛЬНИХ РОЗЧИНІВ

О. Волошинов, ст. гр. БІ-24М,

Н. Томаченко, асистент

Г. Портнов, доцент, канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Магнезіальні в'язучі речовини являють собою перспективний напрям розвитку сучасних будівельних матеріалів. На відміну від традиційних портландцементних систем, вони характеризуються меншою енергоємністю виробництва, низькою усадкою, мінімальною емісією CO₂ та підвищеною хімічною стійкістю. Проте технологія влаштування підлог на їх основі недостатньо висвітлена у вітчизняній будівельній практиці та потребує комплексного аналізу.

Метою дослідження є систематизація світових знань щодо магнезіальних розчинів як матеріалу для підлогових конструкцій, виявлення найбільш перспективних технологічних підходів та формулювання рекомендацій для практичного застосування в українському будівництві.

Магнезіальні в'язучі матеріали створюються на основі оксиду магнію (MgO) та його реактивних форм. Основні типи:

Каустичний магнезит (обпалений магнезит) — отримується обпалюванням природного мінералу магнезиту при температурі 700–1100°C. Характеризується високою реактивністю та швидким твердінням.

Мертвоспалений магнезит — обпалюється при температурі понад 1600°C, що забезпечує більш стійку форму оксиду, але знижує швидкість реакції зв'язування.

Магнезіальні цементи — композиційні матеріали, що поєднують оксид магнію з хлоридом магнію, сульфатом магнію або іншими солями для прискорення твердіння та отримання необхідних властивостей.

Порівняння з портландцементними системами.

Магнезіальні розчини мають ряд суттєвих переваг:

- Усадка: 0,1–0,3% порівняно з 0,8–1,5% для портландцементу
- Час набору міцності: початкове твердіння за 8–16 годин, тоді як портландцемент — за 24–48 годин
- Тепловивільнення: значно менше при гідратації, що зменшує внутрішні напруження
- Екологічність: виробництво магнезиту вимагає на 30–40% менше енергії та емітує менше CO₂
- Хімічна стійкість: стійкість до кислот, сульфатів та органічних розчинників

Разом з тим магнезіальні системи характеризуються меншою довговічністю в умовах високої вологості та потребують спеціальних заходів захисту.

Світовий досвід застосування.

В країнах Західної Європи та Північної Америки магнезіальні матеріали широко застосовуються в промислових об'єктах, складах, аеропортах та логістичних центрах. Канада та США мають стандарти для таких матеріалів (ASTM D448, ASTM D1141).

В Австралії та Китаї розроблені власні технологічні рішення, адаптовані до місцевих кліматичних умов. Проведені дослідження показують довговічність магнезіальних підлог понад 20–30 років у промислових умовах. У країнах Євросоюзу розроблені нормативні документи (EN 13830, EN 13813), які регламентують використання магнезіальних матеріалів як облицювального матеріалу та основ для підлог.

Композиційний склад та його вплив:

Дослідження світової літератури виявили, що оптимальні властивості досягаються при таких композиціях:

Магnezія оксид (MgO): 15–25% за масою Заповнювач (кварцовий пісок, щебінь): 60–75% Лігносульфонатні добавки: 2–5% для пластичності та водоутримання Активатори твердіння (хлорид або сульфат магнію): 5–10%.

Вибір активатора впливає на швидкість твердіння, міцність та довговічність готового матеріалу. Хлоридна активація забезпечує швидше твердіння, але може негативно вплинути на довговічність при контакті з водою.

Технологічні операції при укладанні

Основні етапи роботи:

Підготовка основи — очистка, видалення розпилень, ґрунтування адгезійними складами для забезпечення зчеплення з основною конструкцією.

Приготування суміші — змішування сухих компонентів з активатором у правильному порядку для забезпечення однорідності та уникнення передчасного затвердіння.

Транспортування — доставка свіжої суміші на об’єкт протягом не більше 45–60 хвилин для збереження робочого стану.

Укладання та розрівнювання — розміщення суміші, ущільнення та вирівнювання поверхні при допомозі стяжки або вібруючих машин.

Контроль умов твердіння — підтримання температури 15–25°C та відносної вологості 60–75% протягом перших 48–72 годин.

Перспективи розвитку та області застосування

Магnezіальні розчини мають значний потенціал для застосування у:

- Промислових об’єктах — виробничих цехах, складах з високими вимогами до зносостійкості
- Транспортній інфраструктурі — гаражах, паркінгах, логістичних терміналах
- Екологічно чутливих районах — завдяки ¹низьким викидам та хімічній інертності
- Реконструкції та ремонті — при необхідності швидкого введення об’єктів в експлуатацію
- Спеціальних умовах — в регіонах з агресивним водним середовищем та високою солоністю ґрунтів

Магnezіальні розчини представляють перспективний матеріал для сучасного будівництва, особливо в контексті сталого розвитку та екологічної безпеки. Аналіз світового досвіду свідчить про доцільність їх застосування в промислових підлогових конструкціях з підвищеними вимогами до зносостійкості та хімічної стійкості.

Для розширення практичного застосування в Україні необхідна розробка на основі міжнародних стандартів власної нормативної бази, проведення вибіркового випробування з місцевими матеріалами та подальша популяризація цієї технології серед будівельних компаній та проєктантів.

Подальші дослідження повинні бути спрямовані на вивчення довгострокової цінності таких систем у різних кліматичних зонах України, взаємодії з місцевими заповнювачами та розробка практичних рекомендацій для будівельників.

Список літератури

1. ДСТУ Б В.2.6-96:2008. Бетони. Класифікація та загальні технічні умови. Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. 56 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-46:2010. Розчини будівельні. Загальні технічні умови. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2010. 23 с.
3. ДСТУ EN 13830:2014. Фасади навісні. Технічні умови (EN 13830:2010, IDT). Київ : Укрархбудінформ, 2015. 115 с.
4. ДСТУ ГОСТ 23732:2011 (ГОСТ 23732-2011). Вяжущие магнезиальные. Технические условия. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2011. 16 с.
5. Bessarova, V. V. Magnesium-based binders: state of the art and future prospects. Journal of Building Materials. 2019. Vol. 24, No. 3. P. 234–248.
6. Deng, Y., Tanner, M. Properties and durability of magnesium oxide cement for sustainable construction // Construction and Building Materials. 2021. Vol. 281. Article 122641. 12 p.

ЗМІЦНЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ЧЕРЕЗ ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРОФОБІЗАЦІЇ

С. Вразовський *ст. гр. БІ-24М,*
В. Яцун, *професор, доктор техн наук,*
Центральноукраїнський національний технічний університет

Термін гідрофобність є конкретно розглянутим випадком ліофобності - здатності твердих речовин до міжмолекулярної взаємодії з рідинами. Слабке взаємне притягання молекул твердої речовини й контактуючої з неї рідини характеризує ліофобність. У тому випадку, коли рідкою речовиною є вода, застосовують термін гідрофобність.

Гідрофобність – це властивість об'єкта, яка може визначатися не тільки власним хімічним складом, але властивостями поверхні об'єкта – її структурою й хімічним складом. Тому, навіть гідрофільним по природі матеріалам можуть бути властиві гідрофобні властивості.

Для визначення ступеня гідрофобності будь-якої твердої речовини в першу чергу використовують величину крайового кута змочування. Поверхня твердої речовини із крайовим кутом змочування краплі води менш 90° відноситься до гідрофільної, якщо кут понад 90° – до гідрофобної. Чим вище значення кута, тим більшим ступенем гідрофобності характеризується поверхня твердої речовини.

Сучасна наука ділить по даному класу властивостей матеріали на гідрофільні, гідрофобні, високогідрофобні й супергідрофобні, основними критеріями визначення яких є кут змочування поверхні матеріалу краплею води й гістерезис змочування.

Проведені дослідження з розробки супергідрофобних матеріалів і покриттів диктуються їхньою високою потребою в реальному секторі. Дані матеріали мають особливі характеристики:

- стійкість до забруднень різної природи;
- корозійну стійкість;
- водостійкість;
- кислотостійкість;
- вкрай низький коефіцієнт тертя;

Вже давно фізиками-дослідниками було введено поняття характеристики схильності твердої поверхні до змочування, якого служить критичний поверхневий натяг змочування.

Використовуючи даний параметр можливо зіставляти схильність різних твердих речовин до змочування

Досліджені поверхні з різним хімічним складом. Було встановлено позитивний вплив гідрофобізуючих добавок на властивості бетонних конструкцій.

Список літератури

1. Montes S., Maleki H. Aerogels and their applications // Colloidal Metal Oxide Nanoparticles. Elsevier, 2020. P. 337-399. DOI:10.1016/B978-0-12-813357-6.00015-

УДК 624.159.2:69.059.25

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПІДСИЛЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ ІСНУЮЧИХ БУДІВЕЛЬ НА СЛАБКИХ ГРУНТОВИХ ОСНОВАХ

В. Гапіченко, *ст. гр. БІ-24М,*

Г. Красота, *асистент*

В. Дарієнко, *доцент, канд. техн. наук*

Центральноукраїнський національний технічний університет

М.Тиха, *викладач*

Кропивницький фаховий будівельний коледж

Значна частина існуючого житлового та промислового фонду була збудована в минулому, часто без належного врахування довгострокових змін у гідрогеологічних умовах та сучасних вимог до інженерно-геологічних вишукувань. Цей фактор, а також поступове підвищення рівня ґрунтових вод або замочування просідаючих ґрунтів, неминуче призводить до деформацій та пошкоджень фундаментів і несучих конструкцій, особливо в умовах слабких, просідаючих або водонасичених глинистих ґрунтів. Необхідність підсилення фундаментів виникає не лише при їх незадовільному технічному стані, що виявляється у тріщинах стін та нерівномірних осіданнях, але й у разі збільшення експлуатаційних навантажень (наприклад, при надбудові додаткових поверхів) або через критичне зниження несучої здатності ґрунтової основи під впливом зовнішніх чинників.

Метою роботи є комплексне дослідження, аналіз та обґрунтування найбільш ефективних технологічних рішень для підсилення фундаментів існуючих будівель, що експлуатуються на слабких ґрунтових основах, з акцентом на мінімізацію порушень експлуатації об'єкта та забезпечення його довготривалої надійності та стійкості.

Проведено детальний аналіз найбільш поширених та ефективних технологій підсилення фундаментів, які застосовуються у складних ґрунтових умовах:

- Поглиблення та розширення підшви фундаменту (традиційне рішення). Цей метод є простим, але вимагає значного обсягу земляних робіт та часто має обмежену ефективність, якщо слабкі ґрунти залягають на великій глибині.
- Підсилення ґрунтової основи методами ін'єкційних технологій (цементациї, силікатизації або смолізації). Ці методи дозволяють створити під підшвою фундаменту локальну зону зміцненого ґрунту з підвищеною міцністю та водонепроникністю.
- Влаштування додаткових пальових елементів (буроін'єкційні, мікропаліабо забивні палі) з подальшим надійним об'єднанням їх з існуючим фундаментом за допомогою монолітних залізобетонних ростверків або спеціальних опорних балок.
- Використання гідравлічних домкратів для цільового "ліфтингу" та вирівнювання осілих конструкцій з одночасним підсиленням фундаментів.

Особлива увага приділена технології влаштування буроін'єкційних паль (мікропаль), оскільки цей метод є оптимальним. Він дозволяє працювати в умовах обмеженого простору підвальних приміщень і практично без значних динамічних впливів, що є критично важливим для збереження цілісності існуючих будівель.

- Встановлено, що технології підсилення з використанням мікропаль є найбільш універсальними та ефективними для слабких ґрунтів, оскільки вони дозволяють

передавати основне навантаження від будівлі на глибинні, більш міцні та менш стисливішари ґрунту, що забезпечує довгострокову стійкість.

- Ін'єкційне закріплення ґрунтів є доцільним для локального збільшення міцності основи без значного збільшення глибини закладення фундаменту, особливо для запобігання бічним деформаціям.
- Для підсилення фундаментів будівель, що дали значні рівномірні осідання, обґрунтована доцільність комбінованого методу: влаштування мікропалів з подальшим вирівнюванням будівлі до проектного або мінімально допустимого рівня за допомогою керованого піддомкратування.
- Визначено, що ефективність технологічного рішення безпосередньо залежить від точного інженерно-геологічного обстеження, а також динамічного контролю за напружено-деформованим станом ґрунтової основи та конструкцій під час виконання всього комплексу робіт.

Таким чином, найбільш ефективними рішеннями для підсилення фундаментів на слабких основах визнано технології, засновані на додатковому пальовому фундуванні (мікропалі), які надійно інтегровані з існуючим тілом фундаменту за допомогою монолітних елементів.

Для подальшого підвищення надійності та економічності необхідно провести дослідження та розробку числових моделей взаємодії складної системи "старий фундамент – нова паля – ґрунт" з урахуванням реологічних властивостей ґрунтів та послідовно стіна вантаження. Це дозволить уточнити тарувальні залежності та оптимізувати конструктивні рішення об'єднання підсилюючих елементів з існуючою підшвою фундаменту.

Список літератури

1. ДБН В.2.1-10:2018. Основи та фундаменти будівель і споруд. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018.
2. Заїка П. В., Коваленко С. І. Підсилення та реконструкція фундаментів : навч. посіб. Київ : КНУБА, 2021. 315 с.
3. Іванов О. С.. Технологія ін'єкційного закріплення слабких ґрунтів : монографія. Харків : Східний видавничий дім, 2019. 280 с.
4. Сендюк А. В.. Проектування та виконання робіт з підсилення основ та фундаментів існуючих будівель. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2020. 250 с.

УДК 624.014

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКІВ ТА АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ СТАЛЕВИХ БАЛОК З ГНУЧКОЮ СТІНКОЮ

В.О. Голубовська, Р.І. Серединський, магістранти гр. БІ-24М, БІ-24Мз
М.В. Пашинський, доцент, канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет

Одним з ефективних типів сталевих балок є балки з гнучкою стінкою. Тонка стінка з умовною гнучкістю $6 \leq \bar{\lambda} \leq 13$ працює в закритичній стадії і може втрачати місцеву стійкість. Виключення частини стінки з роботи на згин компенсується певним збільшенням площі перерізу полиць, але загалом менша товщина стінки обумовлює економію сталі на балку. Балки з гнучкою стінкою мають вигляд звичайної складеної двотаврової балки з опорним ребром та поперечними ребрами жорсткості, встановленими в місцях прикладення зосереджених сил. Конструктивні вимоги до балок з гнучкою стінкою та принципи їх розрахунку викладені в ДБН [1].

З метою виявлення й аналізу параметрів балок з гнучкою стінкою розроблено й реалізовано в середовищі Microsoft Excel алгоритм розрахунку, який реалізує вимоги ДБН [1] та дозволяє в інтерактивному режимі підбирати раціональні перерізи балок. Експериментальне проєктування балок з гнучкою стінкою виконане за розробленим алгоритмом з урахуванням таких передумов та початкових даних:

- зварні балки з гнучкою стінкою мають незмінний по довжині симетричний двотавровий переріз та парні поперечні ребра жорсткості, встановлені з кроком $(1...3) \times h_w$ в місцях прикладення зосереджених навантажень на балку;
- опорні зони балок підкріплені опорними ребрами, які передають опорні реакції на колони чи інші конструкції, а також додатковими парними поперечними ребрами згідно з пунктом 22.4 ДБН [1];
- загальна стійкість балок вважається забезпеченою за рахунок прогонів чи суцільного настилу, прикріпленого до верхнього поясу;
- мінімальна товщина листового прокату, з якого виконуються балки, становить 4 мм, причому товщина стінки обирається мінімально можливою з умов гнучкості та міцності у крайньому приопорному відсіку балки.
- проєктуються 90 балок з прольотами 12, 18, 24, 30 і 36 м під погонні навантаження 5, 15, 25, 35, 45 і 55 кН/м із сталі з розрахунковими опорами 24, 29 і 34 МПа;
- при підборі перерізу кожної з 90 балок аналізуються двотаври зі стінками різної висоти з метою пошуку перерізу з мінімально можливою площею при забезпеченні вимог ДБН [1] до міцності, жорсткості та конструктивних обмежень;
- критерієм вибору раціональної висоти є отримання мінімальної площі перерізу, як це показано на рисунку 1, або досягнення обмеження за жорсткістю, як показано на рисунку 2 на прикладі балок прольотом 30 м, виконаних зі сталі з розрахунковим опором 240 МПа при різних погонних навантаженнях.

Рисунок 1 демонструє отримання мінімальної площі перерізу при висоті стінки 1650 мм. Числа біля точок вказують на величину критерію жорсткості L/f , який згідно з ДСТУ [2] для прольоту 30 м повинен бути не меншим за 275.

На рисунку 2 зображена схема вибору висоти стінки 1500 мм за критерієм жорсткості. Подальше зменшення висоти стінки зменшує площу перерізу, але при цьому не виконується умова жорсткості $L/f = 266 < 275$. Коефіцієнти використання міцності в обох випадках отримані близькими до одиниці.

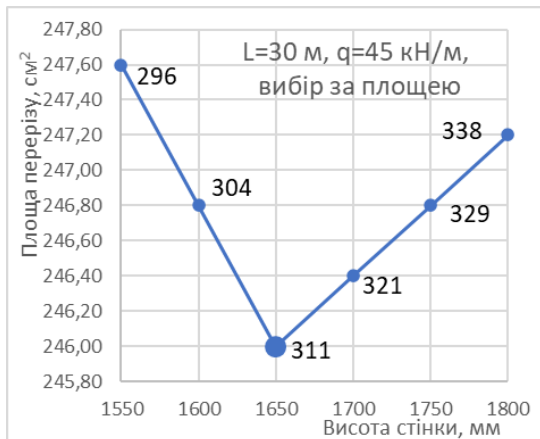


Рисунок 1 – Приклад вибору висоти балки за мінімальною площею перерізу

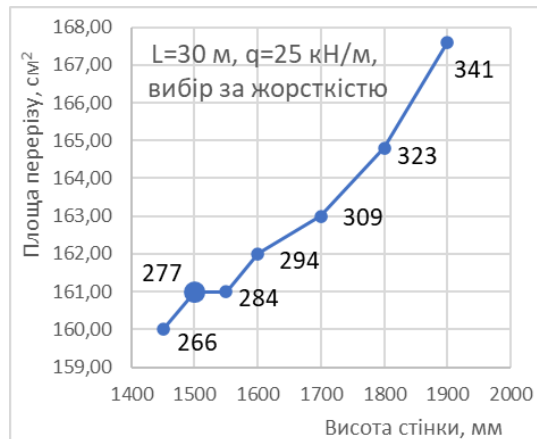


Рисунок 2 – Приклад вибору висоти балки за критерієм жорсткості

Результати підбору перерізів показали, що лише дві балки прольотом 12 м під навантаження 5 кН/м підібрані конструктивно при значному недонапруженні. За критерієм оптимальності підібрано 38 перерізів, а 50 перерізів підібрані за критерієм жорсткості при повному використанні міцності. Кількість перерізів, підібраних за критерієм оптимальності зростає при збільшенні навантаження, а також при зменшенні прольоту та розрахункового опору сталі.

Раціональна висота перерізу балок нелінійно зростає при збільшенні прольоту балки та меншою мірою – при зростанні навантаження. Умовна гнучкість стінки зростає при збільшенні прольоту балки та зменшується з ростом навантаження. Погонна маса балок збільшується з ростом прольоту й навантаження на балку.

Отримані за результатами експериментального проектування 90 балок з гнучкою стінкою табличні залежності раціональної висоти, умовної гнучкості стінки та погонної маси балок від їх прольоту, погонного навантаження й розрахункового опору сталі описані виразами, коефіцієнти яких обчислені методом найменших квадратів [3]:

$$h = 762 - 30,9 \cdot R - 24,5 \cdot L + 14,6 \cdot q + 0,49 \cdot L^2 - 0,19 \cdot q^2 + 0,19 \cdot q \cdot L + 2,12 \cdot R \cdot L,$$

$$\bar{\lambda}_w = -6,036 + 0,172 \cdot R + 0,59 \cdot L + 0,072 \cdot q - 0,006 \cdot L^2 - 0,0007 \cdot q^2 - 0,003 \cdot q \cdot L,$$

$$g = 60,7 - 1,187 \cdot R - 5,135 \cdot L + 0,833 \cdot q + 0,100 \cdot L^2 + 0,110 \cdot q \cdot L - 0,045 \cdot q \cdot R + 0,106 \cdot R \cdot L,$$

де h – рекомендована висота перерізу балки в мм;

$\bar{\lambda}_w$ – рекомендована умовна гнучкість стінки;

g – погонна маса балки в кг/м;

L – проліт балки в метрах;

q – погонне навантаження в кН/м;

R – розрахунковий опір сталі в кН/см².

Наведені формули дозволяють орієнтовно спрогнозувати витрати сталі на балку, а також перед використанням розробленого розрахункового бланку обрати раціональні значення висоти перерізу й товщини стінки.

Список літератури

- ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. Зі зміною № 1. К., 2022. – 220 с.
- ДСТУ Б В.1.2-3:2006. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. К.: Мінбуд України, 2006. – 9 с.
- Пашинський В.А., Пашинський М.В. Статистичні методи в інженерних дослідженнях : Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти з інженерних спеціальностей. Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 106 с.

УДК 621.186.4

ОЦІНКА ВПЛИВУ АГРЕСИВНОГО СЕРЕДОВИЩА НА НАДІЙНІСТЬ І МІЦНІСТЬ КОМПОЗИТНИХ З’ЄДНАНЬ ДЕРЕВ’ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ

В. Господарік студент гр. БІ-24МЗ,

В. Яцун, професор, канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Конструкції із цільної та клеєної деревини знайшли широке застосування в багатьох галузях народного господарства. Досвід застосування цих конструкцій у будівлях і спорудах хімічної галузі нараховує більш ста років і показує, що переваги деревини не піддаються сумніву.

В умовах хімічної агресії деревина застосовується при зведенні складів, галерей міжцехового транспорту, влаштуванні крокв над будівлями різного призначення, тому що її експлуатаційні характеристики значно вище в порівнянні зі сталевими, кам’яними й армокам’яними конструкціями.

За весь доступний для огляду період експлуатації не виявлене жодного випадку аварії, пов’язаної з хімічною корозією деревини. У той же час вузли з’єднань дерев’яних конструкцій, що проектується сьогодні у вигляді сталевих болтів, пластин, нагелів, накладних деталей та інші піддані впливу корозії, що є найбільш частою причиною аварійних ситуацій.

Відновлення антикорозійного шару найчастіше неможливо без зупинки експлуатації об’єкта. Високотемпературний вплив (при арматурних стрижнях) приводить до виникнення концентраторів напружень, пов’язаних з руйнуванням структури деревини на цих ділянках. Істотна різниця коефіцієнтів лінійного термічного розширення і деревини паралельно волокнам призводить до обмеження стикування крупно збірних великопролітних елементів в умовах значного річного перепаду температур. Межа вогнестійкості масивного дерев’яного перетину, обробленого антипіреном, дозволяє витримувати конструкції до 60 хвилин без обвалення, при цьому перехід сталевих з’єднувальних деталей у пластичний стан в умовах пожежі відбувається за певний час в 5-12 раз швидше (залежно від температури). Застосування як з’єднувальних елементів армованих пластиків (у числі яких вуглецевих композиційних матеріалів), дозволяє вирішити більшу частину описаних вище проблем.

Існує ряд вагомих властивостей таких матеріалів: висока механічна міцність; модуль пружності, порівнянний з модулем пружності деревини; легкість, стійкість до високих температур, інертність до корозійних процесів, простота механічної обробки. Однак, на практиці застосування композитних елементів у будівельних конструкціях, зокрема вуглепластиків, стримується, у зв’язку з відсутністю коректних методів розрахунків і нормативної документації. Тому розвиток теоретичних положень розрахунків, обґрунтування економічної ефективності застосування вуглецевих композитів, є актуальним і розширює можливості застосування поновлюваних природних матеріалів.

Список літератури

1. Jongsung Sim, Cheolwoo park, Do Young Moon. Characteristics of basalt fiber as a strengthening material for concrete structures // Composites Part B: Engineering .–2005.– Vol. 36 . – no 6-7. – Pp. 504-512

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ КОНСТРУЮВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ ДЛЯ ВИСОТНИХ СПОРУД

Д. Дмитрієв, О.Вакка *ст. гр. БІ-24М,*

С. Карпушин, *доц., канд.техн.наук,*

Центральноукраїнський національний технічний університет

В. Пантелєєнко, *доц., канд.техн.наук,*

А. Червоноштан, *інж.,*

Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

Загально-світові темпи зростання кількості будівництва висотних будівель і споруд з кожним роком збільшуються. Тимчасовим виключенням з переліку країн є Україна, що знаходиться в стані війни, зокрема її активної фази. На території Євросоюзу за останні два роки зведено біля 30 хмарочосів. Також плануються до зведення висотні будівлі в усіх столицях та великих містах Європейської спільноти. Зведення висотних будівель передбачає величезні навантаження, що передаються посередництвом фундаментів на дисперсну, анізотропну ґрунтову основу. Підвищена чутливість висотних будівель до виникнення кренів, при умові сприйняття ґрунтовою основою величезних навантажень від ваги надземних конструкцій, створює свої особливості для розрахунку і конструювання фундаментів висотних будівель, котрі недостатньо вивчені і потребують додаткових досліджень. Зокрема, рядом вчених доведено, що плитно-пальові фундаменти потребують удосконалення вузлів спряження паль з розтвірками. Технологія передачі всього навантаження від ваги висотної будівлі на пальово-плитний фундамент повинна бути з почерговим і роздільним завантаженням плити (розтвірка) та пальового поля, що пояснюється характеристиками ґрунтової основи. Робота паль в межах пальового поля супроводжується великим перепадом несучої здатності паль в середині та по периферії пальового поля.

Виконано огляд та аналіз практичного досвіду конструювання та експлуатації висотних будівель в Євросоюзі і Україні. Розроблена класифікація типів каркасів висотних будівель (рис.1), отримані залежності вагових характеристик в залежності від поверховості (рис.2), проаналізовані результати експериментальних досліджень по встановленню: НДС паль, в залежності від місця їх розташування в пальовому полі (рис.3), несучої здатності плити та пальової частини пальово-плитного фундаменту. Узагальнено досвід вирівнювання нерівномірних осідань та особливості інженерно-геологічного моніторингу висотної будівлі, що експлуатується.

На основі аналізу результатів досліджень, були сформульовані наступні висновки: понижені контактні тиски в навколопальовій області, а також відпір на контакті з палею повинен враховуватися при розрахунку плити; граничний боковий і лобовий опір підраховуються з врахуванням привантаження від плити, а розрахунок паль допускається виконувати по моделі нелінійного коефіцієнта постілі; при виконанні розрахунків осідань може бути використаний метод пошарового сумування; в результаті взаємодії паля – плита відбувається зниження ефективності роботи кожного елементу плитно-пальового фундаменту.

В даний час уже накопичено величезний досвід будівництва будівель на пальово-плитних фундаментах. Разом з тим вони продовжують відрізнятися великим консерватизмом (у всіх випадках більше, ніж по розрахунку, навантаження сприймається палями, ніж плитою). Це пов'язано з недоліками визначення якісних параметрів ґрунту в процесі інженерно-геологічних вишукувань, не врахуванням усіх факторів, що впливають на

розподіл напружень в масиві ґрунту, в тому числі взаємодії паль з масивом ґрунту і між собою.

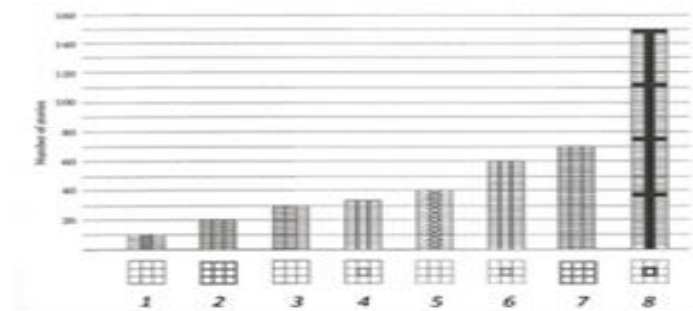


Рисунок 1 - Класифікація каркасів будівель і поверховість: 1 – рамно-шарнірний каркас; 2 – рамно-жорсткий залізобетонний каркас; 3 – рамно-жорсткий металевий каркас; 4 – залізобетонне ядро с шарнірним металевим каркасом; 5 – жорсткий рамний каркас з діафрагмами жорсткості; 6 – залізобетонне ядро зі сталевим каркасом; 7 – те ж з залізобетонним каркасом; 8 – те ж з аутригерними поверхами.

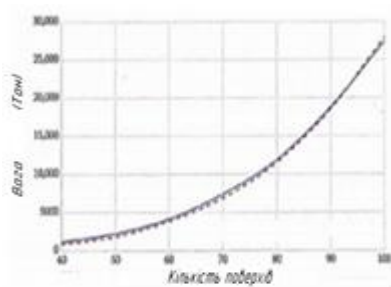


Рисунок 2 — Залежність ваги висотної будівлі (mass) від числа поверхів (number of storeys) згідно М.М.Алі і Р. Moon [2].

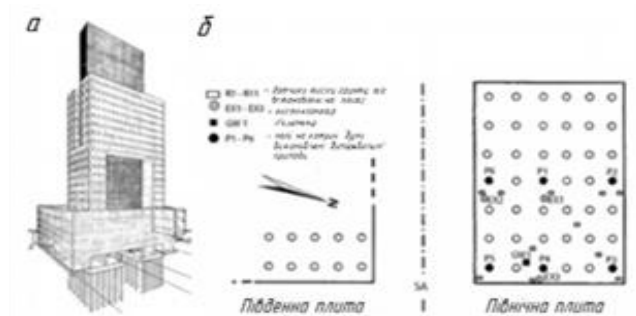


Рисунок 3 – Загальний вид офісної будівлі Messe Torhaus (a) і схема розміщення вимірювальних приладів в плані (б) [3].

Розроблено основні принципи конструювання плитних та пальових фундаментів висотних будівель, які полягають у тому, що поряд із збільшенням глибини закладення та площі фундаменту зі збільшенням висоти будівлі, а також у разі застосування пірамідальної форми конструкцій будівлі навантаження на фундамент і тверді елементи слід розташовувати симетрично щодо центральної осі. Висотна будівля – у центрі котловану (на відстані не ближче ніж $b/2$ від огороження котловану, де b – ширина підшви фундаменту) Зі збільшенням висоти будівлі слід знижувати граничні значення осідань фундаменту. При висоті будівлі до 150 м граничні значення середнього осідання фундаменту не повинні перевищувати - 200 мм, для будівель 300 м та вище – 100 мм.

Список використаних джерел

1. ДБН В.2.2'24:2009 Проектування висотних житлових і громадських будинків, 2009, Київ.
2. Poulos, H. G. Tall Building Foundation Design / H. G. Poulos / CRC Press. — 2017. P. 532.
3. Настанова по висотним будівлям. Типологія і дизайн, будівництво і технологія. Пер. з англ. — К.: «Будівельна наука», 2006. — 228 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УКРІПЛЕННЯ ҐРУНТОВОЇ ОСНОВИ СТРІЧКОВИХ ФУНДАМЕНТІВ ЩЕБЕНЕВИМИ ВКЛЮЧЕННЯМИ

С. Дяченко *ст. гр. БІ-24МЗ,*
В. Яцун, *професор, доктор техн. наук*
Центральноукраїнський національний технічний університет

За всю історію вітчизняного й закордонного будівництва одним з найефективніших геотехнічних рішень є посилення основи фундаментів у пробитих шпаринах, оскільки в процесі провадження робіт відсутнє вилучення ґрунту.

Ґрунтові палі виготовляються в пробитих шпаринах з витисненням ґрунту й утворенням ущільненої зони. Шпарини розташовуються на певних відстанях, утворюючи єдиний масив ущільненого ґрунту що не володіє просадними властивостями і характеризується підвищеними характеристиками міцності. При провадженні робіт відбувається частковий випір ґрунту, що називається буферним шаром. Перед влаштуванням фундаментів такий шар зрізується або доущільнюється.

Ґрунтові палі необхідно проектувати таким чином, щоб перетиналися області ущільненого ґрунту.

У зв'язку з тим, що при провадженні робіт ґрунт ущільнюється одночасно, споконвічно дана технологія застосовувалася з метою усунення просадки в ґрунтах, але одержала розвиток і в щільних непросадних глинистих ґрунтах. Доцільне застосування фундаментів у витрамбованих котлованах з розширенням, яке виходить за рахунок витрамбовання в дно котловану твердого матеріалу, наприклад, щебенів і гравію.

Відмітна риса влаштування фундаментів у витрамбованих котлованах з розширеною основою полягає в застосуванні подовженим трамбуванням із загостреним кінцем при витрамбовуванні котловану.

При витрамбовуванні котловану збільшується його глибина в міру збільшення кількості ударів важким трамбуванням. У процесі влаштування витрамбованих котлованів відбуваються горизонтальні й вертикальні переміщення ґрунтів, обмежених межами ущільненої зони.

Фундаменти у витрамбованих котлованах розраховуються по двом групам граничних станів. Несуча здатність фундаменту визначається за допомогою фізико-механічних властивостей ґрунту (пористість, щільність, вологість, показник плинності, модуль деформації).

Огляд вітчизняного й закордонного досвіду зміцнення основи пробитими шпаринами з метою нового будівництва показав, що дана технологія добре вивчена й активно застосовується вже майже 100 років. Однак, при умовах реконструкції споруд в щільній міській забудові, малодосліджена у зв'язку з використанням габаритного устаткування й великого динамічного впливу в процесі провадження робіт.

Список літератури

1. Sondermann, W. Deep Vibro techniques, Ground Improvement/ W. Sondermann, J. Wehr.// 2nd Edition, Ed. Moseley/Kirsch, Spon Press, 2004.- pp. 57-92.

ВПЛИВ РЕЗУЛЬТАТІВ ТЕПЛОТЕХНІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА ТЕХНОЛОГІЮ УТЕПЛЕННЯ ЗОВНІШНІХ СТІН: ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОЧОЇ ЗОНИ УТЕПЛЕННЯ ВІДКОСІВ

А. Єфіменко, магістр гр. БІ-24М

С. Джирма, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

У сучасній технології будівництва та при термомодернізації існуючих будівель, значна увага приділяється усуненню "містків холоду". Однією з найбільш проблемних зон є вузол примикання віконного блоку до зовнішньої стіни [1, 2, 3]. Некоректна технологія улаштування вузлів примикання та утеплення відкосів призводить до значних тепловтрат і зниження температури житлових приміщень.

Як правило, технологія виконання робіт з утеплення фасадів часто обмежується встановленням утеплювача лише на площині самого відкосу, або з мінімальним "заходом" на площину стіни. Проте, зона теплового впливу (деформації температурного поля) є значно ширшою.

Метою даної роботи є визначення реальної зони теплового впливу віконного відкосу на прилеглу ділянку стіни для обґрунтування мінімально необхідної робочої зони при виконанні технології утеплення.

Дослідження проводилось методом комп'ютерного моделювання у програмному комплексі THERM [4]. Було проаналізовано вузол примикання ПВХ-вікна до суцільної цегляної стіни для п'яти різних товщин: 250, 380, 510, 640 та 770 мм. Моделювався розподіл температури на внутрішній поверхні стіни, рухаючись від кута відкосу вглиб стіни, доки температура поверхні не стабілізувалася на рівні, що відповідає суцільній стіні без прорізу (рис. 1).

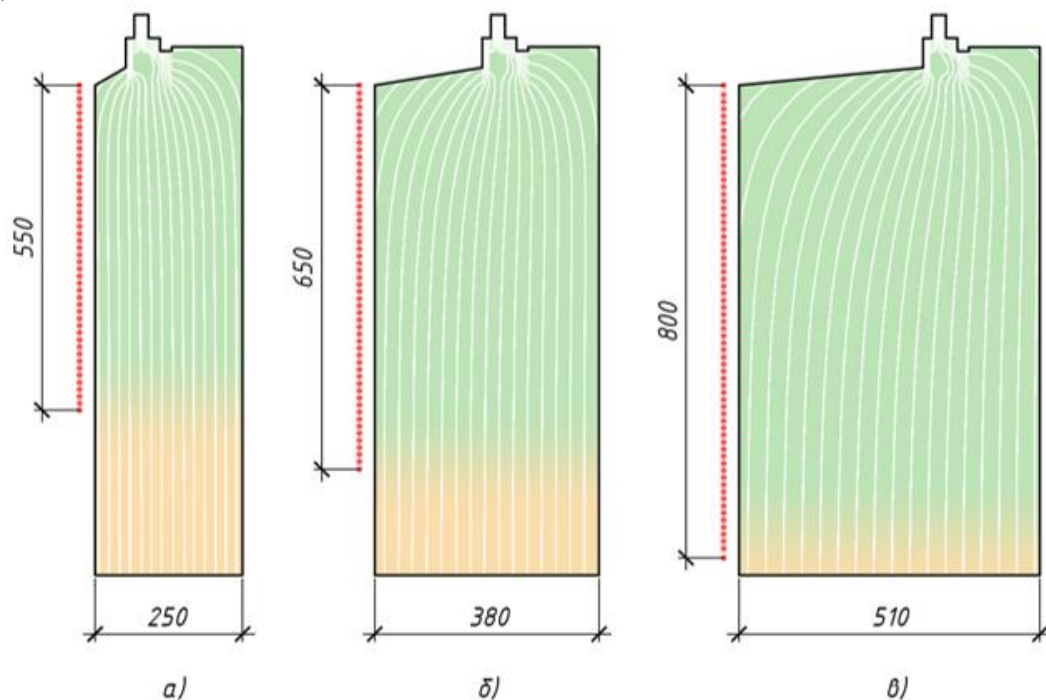


Рисунок 1 – Схематичне зображення зон температурного впливу укосу на цегляні стіни різної товщини: а) 250 мм; б) 380 мм; в) 510 мм.

Результати моделювання (рис. 2) довели наявність прямої функціональної залежності між товщиною стіни та шириною зони теплового впливу відкосу.

Для стіни товщиною 250 мм зона впливу складала 550 мм.

Для стіни товщиною 380 мм – 650 мм.

Для типової стіни 510 мм – 800 мм.

Для стіни 640 мм – 1150 мм.

Для стіни 770 мм зона впливу досягла 1800 мм.

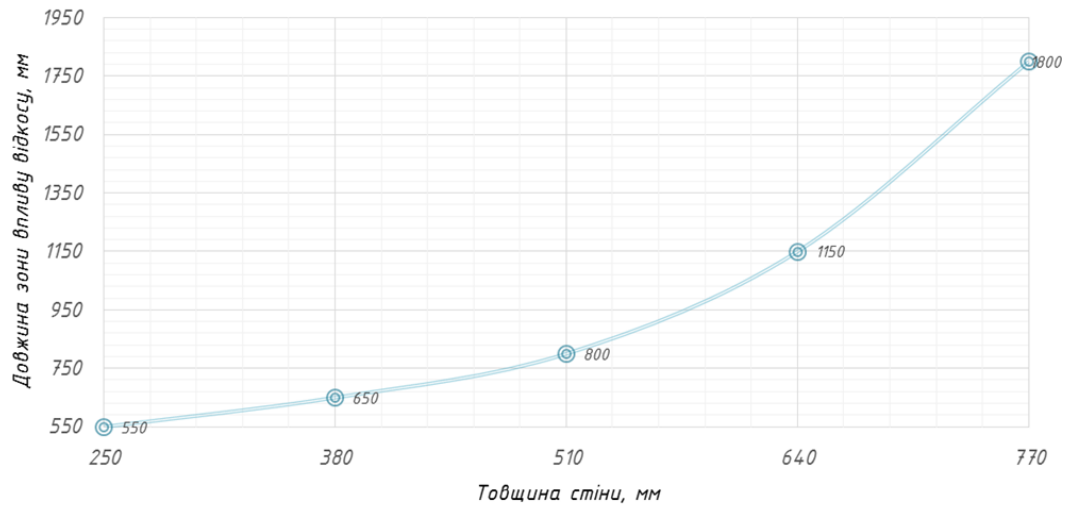


Рисунок 2 – Графічне представлення взаємозв'язку між збільшенням товщини стінової конструкції та зміною параметрів зони впливу укосу.

Висновок.

Отримані результати мають прямий вплив на технологію будівельного виробництва. Вони доводять, що стандартна технологія утеплення, яка ігнорує реальну зону деформації температурного поля, є неефективною.

Для якісного виконання робіт та реального усунення "містка холоду", технологія утеплення відкосів повинна відповідати вимогам [5] і передбачати обов'язковий захід основного шару утеплювача на фасадну площину стіни (формування "теплої чверті" або напуску). На основі дослідження, мінімальна ширина цього напуску має бути не меншою за встановлену зону впливу, яка складає приблизно 1,5-2 товщини самої стіни.

Список використаних джерел

1. Пашинський, В.А. Імовірнісний аналіз теплової надійності вузлів цегляних стін житлових будівель / В.А. Пашинський, М.В. Пашинський, С.О. Джирма // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки: зб. наук. пр. - Кропивницький, 2022. - Вип. 5(36). - С. 137-145.
2. Пашинський, В. А. Підвищення енергоефективності існуючих житлових будівель шляхом додаткового фасадного утеплення / В.А. Пашинський, В.А. Настоящий, О.А. Плотніков // Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. пр. – Рівне, 2014. – Вип. 29. – С. 461-467.
3. Пашинський В.А., Джирма С.О., Пашинський М.В., Настоящий В.А. Удосконалення технології заміни віконних блоків в залізобетонних панельних стінах: Збірник наукових праць. Галузеве машинобудування, будівництво. Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка". 2021. Випуск 1 (56). С. 53-58.
4. Windows & Daylighting. Building Technology & Urban Systems. URL: <https://windows.lbl.gov/> (дата звернення: 25.10.2025).
5. Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель: ДСТУ 9191:2022. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2022. – 60 с. (Національний стандарт України)

УДК 624.042

ЕЛЕКТРОННА БАЗА МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ПРАВОБЕРЕЖНОЇ УКРАЇНИ

В.С. Житник, магістрант, гр. 501-БА

А.М. Карюк доцент, канд. техн. наук

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Однією з важливих умов збережуваності автомобільних доріг є відповідність матеріалу дорожнього одягу до температурного режиму його експлуатації. Якщо температура дорожнього одягу виходить за межі робочого температурного діапазону бітуму, на основі якого виготовлено асфальтобетон, можуть утворюватися вибоїни від розтріскування в зимовий період або напливи та колійність у літню спеку. Для визначення тривалості небезпечно холодного та небезпечно спекотного періодів за методикою [1] використані узагальнені результати спостережень за температурою ґрунту.

База метеорологічних даних створена в середовищі Microsoft Excel за даними довідника [2], у якому для 200 метеорологічних станцій України наведені середньомісячні значення температури поверхні ґрунту та їх стандарти. Для дослідження використані дані 85 метеостанцій, розподіл яких за 15-ма областями Правобережної України зображено на рисунку 1. Найбільша кількість метеостанцій (11 станцій) працює у Львівській області, а найменша (по 3 станції) – в Житомирській, Рівненській, Тернопільській та Чернівецькій областях. Такий розподіл обумовлений різними площами території та наявністю складного гірського рельєфу в Львівській, Івано-Франківській, Чернівецькій та Закарпатській областях. 11 метеостанцій розміщені на висотах понад 400 м над рівнем моря й тому вважаються високогірними.

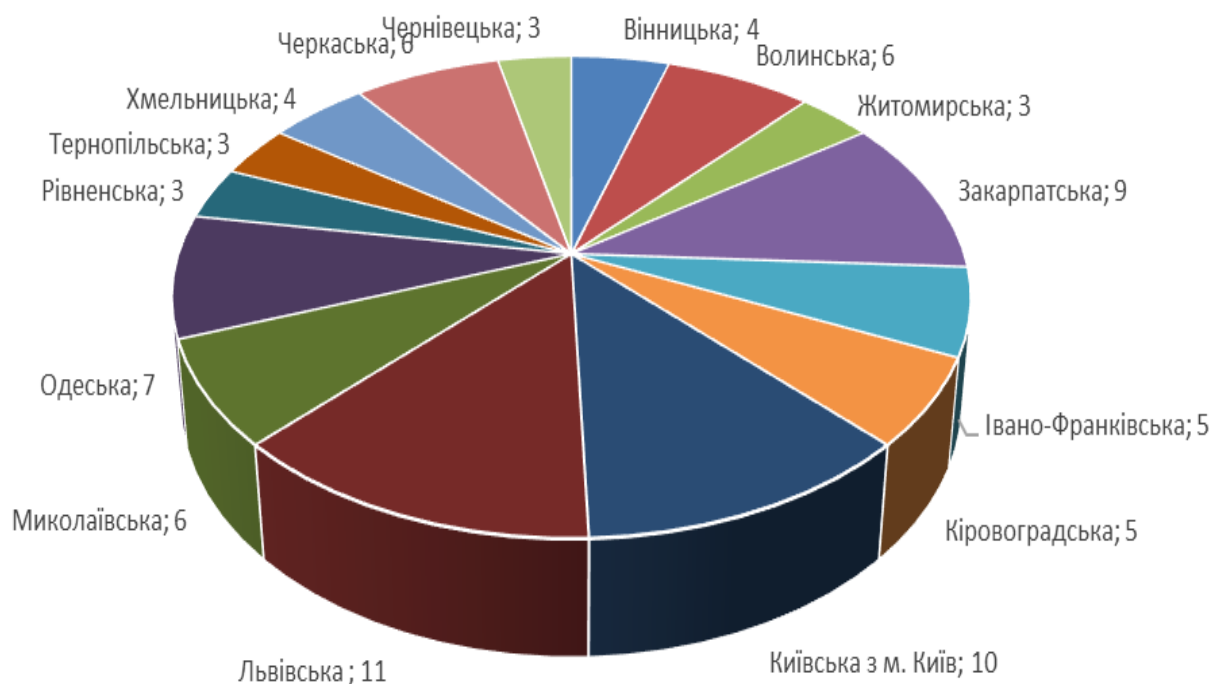


Рисунок 1 – Розподіл кількості метеостанцій за областями України

Дані кожної з 85 метеостанцій представляють собою фрагмент робочого аркуша Excel, приклад якого для метеостанції Івано-Франківськ наведено на рисунку 2. Наведений фрагмент містить такі дані:

- Рядок 1 – назва метеостанції та висота над рівнем моря;
- Рядок 3 – перелік місяців року;
- Рядок 5 – середньомісячні температури повітря для кожного з місяців року;
- Рядок 6 – стандарти середньомісячних температур повітря;
- Рядок 7 – максимальні значення середньомісячних температур повітря;
- Рядок 8 – мінімальні значення середньомісячних температур повітря;
- Рядок 10 – середньомісячні температури ґрунту для кожного з місяців року;
- Рядок 11 – стандарти середньомісячних температур ґрунту;
- Рядок 12 – максимальні значення середньомісячних температур ґрунту;
- Рядок 13 – мінімальні значення середньомісячних температур ґрунту;

	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
1		31 Івано-Франківськ, івано-Франківська обл., висота 275 м.												
2														
3		січ	лют	бер	кві	тра	чер	лип	сер	вер	жов	лис	гру	РІК
4		Сер. темп. повітря, (град.),												
5	Сер.	-2,1	-2,6	2,5	8,1	13,5	16,4	18	17,5	13,4	8,2	2	-2	7,74
6	Стнд.	2,4	2,7	1,9	1	1,1	0,8	1,1	0,9	1,2	0,8	1,7	1,5	1,43
7	Макс.	1,2	2,9	5,3	10	15,3	17,8	20	18,8	16	9,7	4,4	0,9	10,19
8	Мін	-6,5	-7,3	-1	6,9	11,2	15,1	16,2	15,9	11,5	7,1	-1,5	-3,9	5,31
9		Сер. темп. поерхні ґрунту, (град.),												
10	Сер.	-4,5	-3,1	2,3	8,3	15,9	19,1	21	19,9	14,7	8,1	1,8	-2,8	8,39
11	Стнд.	1,6	2,2	2,3	1,1	1,5	1,2	1,4	0,8	1,5	0,7	1,6	1,1	1,42
12	Макс.	2	2	6	10	18	21	23	21	17	9	4	-1	11,00
13	Мін	-7	-6	-2	7	13	17	19	19	12	7	-2	-5	6,00

Рисунок 2 – Фрагмент бази метеорологічних даних для метеостанції Івано-Франківськ

Створена база метеорологічних даних дозволяє для району розміщення кожної з 85 метеостанцій визначити статистичні характеристики температури поверхні автомобільної дороги, а також імовірні тривалості періодів, небезпечно холодних і небезпечно спекотних для асфальтобетонного дорожнього одягу на основі бітуму заданої марки з відомими температурами крихкості та розм'якшення. Узагальнення результатів розрахунків дозволить виконати територіальне районування кількості небезпечно холодних і небезпечно спекотних днів в кожному місяці та протягом усього року. Використання цієї інформації забезпечить правильне планування автомобільних перевезень з урахуванням імовірних простоїв під час зимових холодів та в літню спеку.

Список літератури

1. Карюк А.М. Методика оцінювання температурного режиму покриття автомобільних доріг / А.М. Карюк, Б.В. Савенко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Вип. 1(46). – Полтава: ПолтНТУ, 2016. – С. 246 – 254.
2. Кінаш Р.І. Температурний режим повітря і ґрунту в Україні / Р.І. Кінаш, О.М. Бурнаєв. – Львів, 2001.

ЗОНА ТЕРМІЧНОГО ВПЛИВУ ЗВАРНИХ ШВІВ

В. Загороднюк, студ. гр. БІ-24мб

А. Тихий, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Зона термічного впливу (далі ЗТВ) - частина металу біля шва, яка змінює свою структуру під впливом високих температур. Вона є дуже важливою ділянкою, при зварюванні відбуваються значні зміни в структури та властивостей. Також ЗТВ є важливою складовою зварного з’єднання. Саме в цій області відбуваються найбільш значущі фізико-хімічні процеси, які впливають на якість та міцність зварного шва. [1]

Температурне поле у ЗТВ має складний характер і залежить від технологічного режиму, типу зварювального процесу, товщини металу, швидкості охолодження та способу теплового внесення. Під впливом високих температур у металі відбуваються фазові та структурні перетворення, такі як, рекристалізація, зростання зерен, розчинення карбідів, зміна твердості та густини - всі ці процеси визначають не лише механічні властивості металу, але і його стійкість до корозії, зношування та утворення мікротріщин. [2]

ЗТВ зазвичай поділяють на кілька підзон:

- зона перегріву: довготривале перебування на високих температурах призводить до значного збільшення зерен металу, тим самим призводячи до зниження ударної в’язкості;
- зона повного перекристалізування: підвищення міцності з’єднання зумовлене тим, що структура металу стає більш дрібнозернистою;
- зона часткової перекристалізації: зона, в якій відбуваються неоднорідні процеси;
- зона відпуску: зона, де структура металу починає наближатись до початкової, проте частково втрачаючи твердість (Рис. 1.) [1].

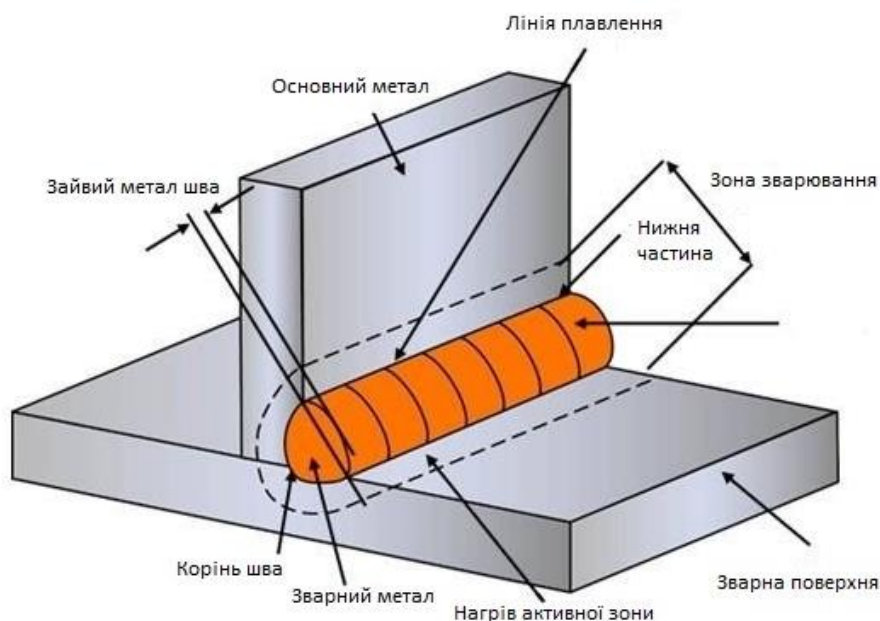


Рисунок 1 - Схематичне зображення зони термічного впливу при зварюванні

Швидкість охолодження - один із найважливіших факторів визначення властивості ЗТВ. Якщо вона надто висока, у вуглецевих і легованих сталях утворюється тверда, проте крихка

гартована структура, яка знижує пластичність та підвищує ймовірність появи мікротріщин. Повільне охолодження, навпаки, сприяє формуванню феритно-перлітної або бейнітної структури, які забезпечують кращий баланс міцності та пластичності. Для регулювання структури нерідко застосовують попередній підігрів або післязварювальну термообробку - саме це дає можливість мінімізувати внутрішні напруження та покращити мікроструктуру металу. (рис. 2) [3]



Рисунок 2 - Зразок зварного шва та зони термічного впливу на поверхні металу

Матеріал основного металу також має значний вплив на характер змін у зоні термічного впливу. Наприклад, низьковуглецеві сталі є більш стабільними до термічного впливу, тоді як високовуглецеві або високолеговані сталі схильні до гартування та утворення крихких структур. Для алюмінієвих та магнієвих сплавів характерне зниження твердості через розпад зміцнювальних фаз, що потребує додаткової обробки. [1]

Окрім структурних змін, у зоні термічного впливу виникають ще й внутрішні залишкові напруження, які викликані різницею високих та низьких температур на окремих ділянках металу. Такі напруження можуть спричиняти деформації зварного шва, появу мікротріщин або зниження втомної міцності. Для зменшення таких явищ використовують методи контрольованого охолодження, оптимальні режими зварювання, а також локальний відпал або відпуск. [2]

Сучасні методи аналізу: металографічні дослідження, мікротвердомірні вимірювання та термографічний контроль, дозволяють оцінити структуру та властивості металу в зоні термічного впливу, визначити оптимальні режими зварювання та попередити появу дефектів. Використання технологій, як лазерне, плазмове чи електронно-променеве зварювання забезпечує мінімальну ширину ЗТВ завдяки точковому нагріву, що значно покращує якість з'єднання. [3]

Отже, зона термічного впливу суттєво впливає на формування якості зварного з'єднання. Її мікроструктура визначає експлуатаційні характеристики виробу, а моніторинг параметрів нагрівання та охолодження допомагає уникнути утворення пошкоджень. Аналіз процесів, які відбуваються у ЗТВ, дає змогу оптимізувати технологічні режими зварювання та підвищити надійність конструкцій у різних промислових галузях. [2]

Список використаних джерел

1. Горобець В. О. Технологія зварювання металів: навч. посіб. / В. О. Горобець, П. І. Сидоренко. — Київ: Видавництво Ліра-К, 2020. — 280 с.
2. Ковальчук І. М. Вплив термічних процесів на структуру зварних з'єднань // *Наукові праці Національного технічного університету України "КПІ"*. — 2021. — № 4. — С. 45–52. Енциклопедія зварювання. Зона термічного впливу при зварюванні. — Режим доступу: <https://zvarka.org.ua/termichnyy-vplyv-pri-zvaryuvanni>

УДК 69.057:621.383:721.012

ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ПАРКАНИХ СЕКЦІЙ З ІНТЕГРОВАНИМИ ДВОСТОРОННІМИ СОНЯЧНИМИ ПАНЕЛЯМИ

В. Загороднюк, студ. гр. БІ-24мб

С. Джирма, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Актуальність відновлюваної енергетики стимулює появу нових інженерних рішень, що інтегрують генеруючі потужності безпосередньо в елементи будівель. Однією з таких інновацій є "сонячні паркани", де двосторонні фотоелектричні модулі (біфасіальні сонячні панелі) [1] встановлюються у секції парканів.



Рисунок 1 – "Сонячний паркан" біля приватних будинків.

Це рішення поєднує традиційну будівельну функцію огорожі з генерацією електроенергії. На відміну від стандартного монтажу панелей на дахах, зведення таких парканів вимагає застосування специфічних будівельних технологій, спрямованих на забезпечення довготривалої експлуатаційної надійності та стійкості конструкції.

Метою даної роботи є аналіз технологічних етапів монтажу секцій паркану з інтегрованими двосторонніми сонячними панелями.

Технологія зведення, так званого "сонячного паркану" включає декілька основних будівельних процесів:

- Влаштування опорних конструкцій. Основою паркану слугують металеві або алюмінієві опорні стовпи. Технологія їх встановлення передбачає заглиблення їх у ґрунт на глибину 1-1,5 м з кроком 1,5-2,5 м. Залежно від типу ґрунту, висоти конструкції та розрахункових вітрових навантажень (до 150-180 км/год), застосовується технологія забивання стовпів або бетонування індивідуальних фундаментів.

- Виготовлення та монтажу каркасу. Панелі монтуються у спеціально розроблену металеву або алюмінієву раму (каркас секції). Рама має вирішувати два завдання: надійно утримувати панелі та забезпечувати необхідний вентиляційний зазор. Це запобігає механічному тиску на панелі та їх перегріву, що критично важливо для збереження ефективності генерації. Використання панелей типу "скло-скло" (glass-glass) є частиною технології, що підвищує загальну механічну міцність секції.

- Монтаж сонячної панелі та гідроізоляції. Панелі найчастіше монтуються вертикально. Ця технологія є оптимальною для кліматичних умов України, оскільки повністю виключає проблему накопичення снігу на поверхні модулів. Технологія збирання секції на об'єкті повинна передбачати встановлення спеціальних ущільнювачів, а також дренажних отворів у каркасі для ефективного відведення дощової води. Це забезпечує герметичність та запобігає пошкодженню від вологи.

Висновок. Зведення "сонячного паркану" є комплексною будівельною технологією, а не лише електромонтажними роботами. Вона вимагає точного дотримання технології влаштування фундаментів, розрахунку каркасів на вітрові навантаження та забезпечення належної вентиляції і дренажу. Застосування цих технологій дозволяє створювати довговічні (20-25 років), естетичні та енергоефективні огорожі, що є особливо актуальним для забезпечення енергетичної незалежності приватних та промислових об'єктів в Україні.

Список використаних джерел

1. Двосторонні сонячні панелі (bifacial). Strum: веб-сайт. URL: <https://strum.org.ua/articles/dvostoronni-soniachni-paneli/> (дата звернення 08.11.2025).
2. Yakubu, R.O., Mensah, L.D., Quansah, D.A., Adaramola, M.S.: A systematic literature review of the bifacial photovoltaic module and its applications. J. Eng. 2024, e12421 (2024). <https://doi.org/10.1049/tje2.12421>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУЛФІЛМЕНТУ ТА СКЛАДСЬКА ЛОГІСТИКА В СИСТЕМАХ ВЕЛИКОГО БІЗНЕСУ ТА АГРОВИРОБНИЦТВА

В.В. Заїка, *магістрант гр. ПТЛ-24М*

Б.М. Мокряк, *магістрант гр. ПТЛ-24М*

О.С. Хачатурян, *доцент, канд. екон. наук*

Центральноукраїнський національний технічний університет

У роботі досліджено організаційно-економічні аспекти фулфілменту та складської логістики як ключових елементів сучасних логістичних систем. Розглянуто моделі управління матеріальними потоками на прикладі діяльності ТОВ «Нова Пошта» та типового фермерського господарства. Проаналізовано чинники, що впливають на ефективність логістичних процесів, а також визначено напрями підвищення результативності фулфілмент-послуг в аграрному секторі.

Сучасна економіка характеризується високим рівнем діджиталізації та необхідністю швидкого реагування на зміну попиту. У таких умовах фулфілмент – комплекс логістичних операцій із приймання, зберігання, пакування та доставки товарів – стає одним із ключових інструментів забезпечення конкурентоспроможності підприємств.

Особливого значення фулфілмент набуває в аграрному секторі, де важливим є не лише виробництво, а й ефективна організація ланцюга постачання продукції від виробника до кінцевого споживача.

Одним із найбільш успішних прикладів в Україні є компанія «Нова Пошта», яка перетворилася на логістичний холдинг із широкою мережею складів, терміналів і фулфілмент-центрів. Водночас навіть малі фермерські господарства все частіше впроваджують власні елементи фулфілменту, особливо при реалізації продукції через онлайн-канали.

Поняття фулфілменту охоплює всі етапи виконання замовлення – від прийому товару на склад до його пакування, обробки замовлення, відвантаження та доставки клієнтові.

Згідно з міжнародною практикою, до структури фулфілмент-послуг належать:

- приймання товару, контроль якості та кількості;
- адресне зберігання у відповідних температурних або спеціальних умовах;
- комплектація та пакування замовлень;
- передача товарів у службу доставки;
- обробка повернень і реєстрація претензій.

Складська логістика – це система управління процесами зберігання, обробки, обліку та переміщення матеріальних потоків усередині складів і логістичних центрів. Її ефективність визначається оптимальним використанням площі, технічного оснащення, ІТ-рішень та автоматизацією операцій.

ТОВ «Нова Пошта» – лідер ринку експрес-доставки в Україні, який активно розвиває послуги Fulfillment by Nova Post.

Компанія пропонує клієнтам повний цикл обслуговування інтернет-магазинів: прийом, зберігання, пакування, доставку, післяплату та обробку повернень (рис. 1).

Завдяки власній ІТ-платформі NovaPOS, інтегрованій із CRM і системами клієнтів, забезпечується прозорість усіх процесів у режимі реального часу.

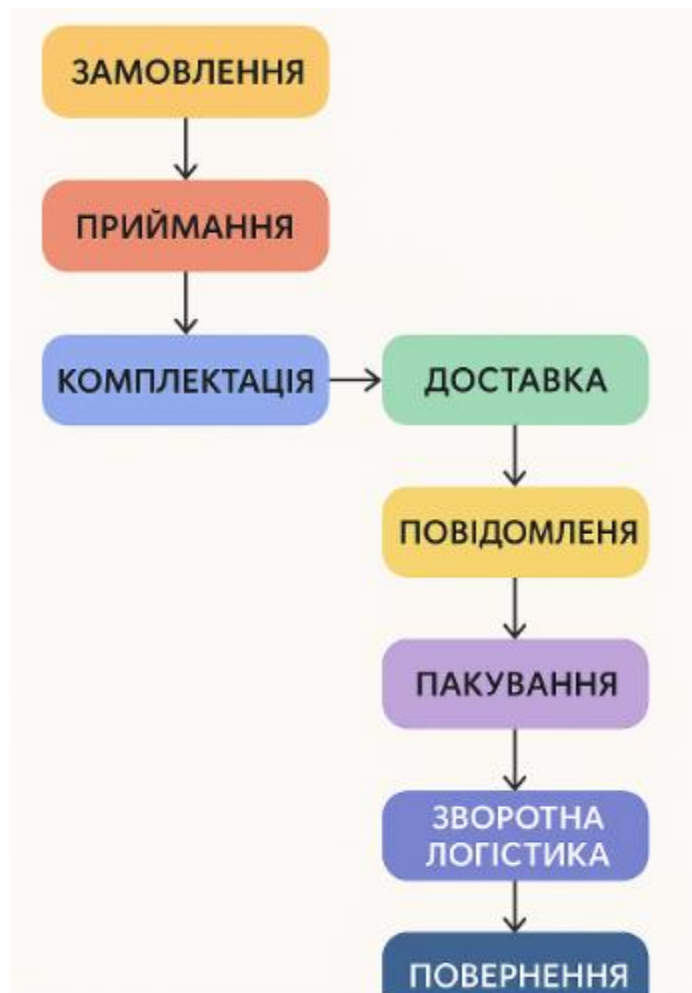


Рисунок 1 – Схема потоків фулфілменту

Джерело: складено авторами

Основними перевагами системи фулфілменту «Нової Пошти» є:

- розгалужена мережа складів і терміналів (понад 60 фулфілмент-центрів у регіонах України);
- скорочення часу обробки замовлень до 6÷8 годин;
- автоматизовані системи сортування та адресного зберігання;
- застосування технологій штучного інтелекту для прогнозування попиту;
- впровадження екологічних стандартів пакування (перероблювані матеріали, мінімізація пластику).

Таким чином, модель фулфілменту «Нової Пошти» є прикладом поєднання гнучкої логістики, цифрової автоматизації та сервісної орієнтації на клієнта [1; 3].

Для фермерських господарств фулфілмент має власну специфіку.

Основними проблемами є обмежені складські площі, сезонність продукції, потреба в температурному режимі (охолодження, вентиляція), нестача сучасного облікового програмного забезпечення.

Натомість перевагами є гнучкість у прийнятті рішень та можливість швидко адаптуватися до змін кон'юнктури ринку.

У сучасних умовах фермери дедалі частіше укладають партнерські угоди з логістичними операторами, зокрема з ТОВ «Нова Пошта», яка пропонує агрологістичні рішення – тимчасове зберігання, фасування та транспортування продукції до торговельних мереж або безпосередньо до кінцевих споживачів.

Прикладом успішної інтеграції є спільна ініціатива Nova Post із фермерськими кооперативами, що дозволяє оптимізувати маршрути, зменшити втрати продукції при транспортуванні та скоротити логістичні витрати на 15÷20 % [2; 3].

Таблиця 1 – Порівняння моделей фулфілменту в системах великого бізнесу та агровиробництва

Показник	ТОВ «Нова Пошта»	Фермерське господарство
Тип логістичної системи	Централізована, автоматизована	Локальна, адаптивна
Основні процеси	Прийом, пакування, доставка, зворотна логістика	Зберігання, фасування, транспортування
ІТ-рішення	ERP, CRM, AI-аналітика	Excel, 1С або ручний облік
Основна мета	Масштабність і швидкість обслуговування	Збереження якості продукції
Ключовий показник ефективності	Час обробки замовлення (години)	Відсоток втрат при зберіганні (%)

Джерело: узагальнено автором на основі [1; 3; 4].

Фулфілмент і складська логістика є основними інструментами підвищення ефективності постачання товарів у різних галузях економіки (рис. 2).



Рисунок 2 – Діаграма ефективності фулфілменту Джерело: складено авторами

Досвід ТОВ «Нова Пошта» демонструє, що системна цифровізація, автоматизація складських операцій і партнерські моделі дозволяють забезпечити високу швидкість обслуговування клієнтів та оптимізувати витрати.

Для фермерських господарств розвиток власних фулфілмент-рішень або співпраця з професійними логістичними операторами є перспективним напрямом інтеграції в ланцюги постачання.

Упровадження сучасних технологій зберігання, сортування та дистрибуції здатне підвищити рентабельність аграрного виробництва на 10÷25% і зменшити логістичні втрати.

Отже, ефективність фулфілменту в Україні визначається рівнем автоматизації, цифрової взаємодії між учасниками ринку та здатністю інтегрувати логістичні процеси на різних рівнях господарювання – від великої корпорації до малого фермерського господарства.

Список літератури

1. Nova Post. *Звіт про сталий розвиток 2023 року*. – К.: Nova Post Group, 2024. – 52 с.
2. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. *Концепція зеленої економіки в Україні до 2030 року* [Електронний ресурс]. – 2023. – <https://mepr.gov.ua>
3. Nova Post. *Green Delivery: екологічна стратегія компанії «Нова Пошта»* [Електронний ресурс]. – 2024. – <https://novaposhta.ua/green-delivery>
4. PwC Ukraine. *ESG-звітність та вплив корпоративної відповідальності на фінансові результати компаній* [Електронний ресурс]. – 2023. – <https://www.pwc.com/ua>

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ УТВОРЕННЮ КОНДЕНСАТУ У ВУЗЛАХ ПРИМИКАННЯ ВІКОН ДО ЗОВНІШНІХ СТІН

С. Закревська, магістр гр. БІ-24Мз

В. Костенко, асистент

С. Джирма, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Підвищення енергоефективності житлових будинків залишається одним із ключових завдань сучасного будівництва. Відомо, що значна частка тепловтрат (до 20-30%) припадає на світлопрозорі огорожувальні елементи – такі як вікна, балконні двері, вітражі, тераси тощо [1]. При цьому критичною зоною є не стільки площа скління, скільки вузли примикання віконного блоку до зовнішньої стіни. Неправильні конструктивні рішення у цих зонах призводять до зниження температури на внутрішніх поверхнях відкосів нижче "точки роси" і утворення "містків холоду", що, в свою чергу, призводить до збільшення величини втрат тепла будівлею.

Для житлових приміщень за нормативних умов [2] (температура внутрішнього повітря $+20^{\circ}\text{C}$ та відносна вологість 55%) значення температури "точки роси" становить приблизно $+10,0^{\circ}\text{C}$ [3]. У випадку проходження ізотерми $+10,0^{\circ}\text{C}$ всередині конструкції і монтажного шву, тоді утворення конденсату у цій зоні не відбуватиметься, що в свою чергу виключає промерзання цієї зони.

При цьому бажано, щоб ізотерма $+10,0^{\circ}\text{C}$ була розташована подалі від внутрішньої поверхні будівельної конструкції. Це дозволить значно зменшити тепловтрати у районі шва, підвищуючи енергоефективність всієї системи.

Цей факт підтверджено в роботах [1, 3, 4] «щоб запобігти випаданню конденсату, промерзання відкосу, ізотерма $+10^{\circ}\text{C}$ повинна проходити усередині конструкції. Для цього вікно в отворі потрібно зміщувати в зону позитивних температур (в бік приміщення)» [3, 4].

Метою даної роботи було моделювання температурних полів у вузлах примикання віконних ПВХ-блоків до цегляних стін для визначення конструктивних рішень, які забезпечують температуру на внутрішній поверхні вузла вищою за температуру "точки роси".

Щоб більш точно оцінити можливі тепловтрати і їх виключення в зоні монтажу віконного блоку треба більш детально дослідити вплив конструкції віконного проїому на розподілення температурних полів в цій зоні.

Дослідження проводилося методом комп'ютерного моделювання двовимірних теплових потоків у програмному комплексі THERM [5]. В якості моделі було прийнято вузол примикання ПВХ-блоку (ширина коробки 70 мм) до суцільної цегляної стіни товщиною 510 мм. Кладка суцільна, із звичайної керамічної цегли щільністю ($\rho_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$).

Кліматичні умови будівництва наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники кліматичних умов міста Кропивницький.

Показники	Данні
Розрахункова температура зовнішнього повітря	$-22,0^{\circ}\text{C}$
Нормативна температура в приміщенні	$+20,0^{\circ}\text{C}$
Відносна вологість повітря	50%

Було проаналізовано три варіанти конструкції прорізу:

Варіант 1: Віконний проріз без чверті.

Варіант 2: Віконний проріз із цегляною чвертю (120х65 мм).

Варіант 3: Віконний проріз із чвертю з пінополістиролу (120х65 мм).

Для кожного варіанта аналізувалося положення віконного блоку зі зміщенням від 120 мм до 270 мм від зовнішньої поверхні стіни з кроком 15 мм і утепленням зовнішнього відкосу пінополістиролом.

На основі отриманих результатів досліджень для трьох варіантів конфігурацій віконних прорізів і різних положень віконного блоку отримано графічну залежність, що демонструє зміну температури у внутрішньому куті примикання віконної конструкції залежно від глибини її встановлення в прорізі (рис. 1).

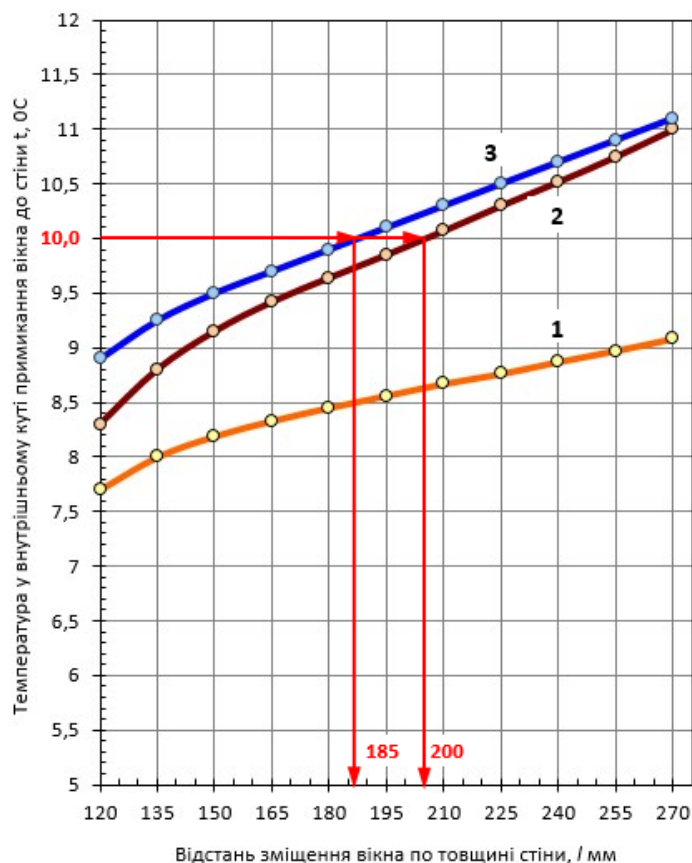


Рисунок 1 – Графічні залежності, що демонструють зміну температури у внутрішньому куті примикання віконної конструкції залежно від глибини її встановлення в прорізі цегляної стіни: 1 – віконний проріз виконаний без використання чверті; 2 – віконний проріз обладнаний чвертю розміром 120х65 мм, виконаною з цегли; 3 – віконний проріз обладнаний чвертю розміром 120х65 мм, виконаною з пінополістиролу.

Аналіз результатів моделювання показав, що у випадку монтажу віконного прорізу без чверті (1) не вдається забезпечити температуру внутрішнього відкосу на рівні $+10,0^{\circ}\text{C}$. Навіть при максимальному заглибленні вікна (270 мм) температура у критичній точці становить лише $9,1^{\circ}\text{C}$, що гарантовано призведе до утворення конденсату і промерзання.

Монтаж віконного блоку у проїом з чвертю (2 і 3) та утеплення зовнішнього відкосу кардинально покращує теплотехнічні показники. Критична позначка $+10,0^{\circ}\text{C}$ досягається:

- для проїому з цегляною чвертю – при зміщенні вікна на глибину 200 мм;
- для прорізу з пінополістирольною чвертю – при зміщенні на 185 мм.

Висновки.

Проведене моделювання доводить, що для запобігання зменшення втрат тепла у вузлах примикання віконних ПВХ-блоків до цегляних стін необхідне комплексне рішення:

1. Обов'язкове влаштування чверті у віконному прорізі.
2. Розташування віконного блоку у "теплій зоні" – на відстані 200-210 мм від зовнішньої площини стіни (приблизно посередині стіни товщиною 510 мм).
3. Належна теплоізоляція зовнішнього відкосу.

Реалізація даного рішення забезпечує підвищення температури у зоні примикання до рівня 11,1⁰С, що перевищує температуру "точки роси", що в свою чергу дозволяє знизити теплові втрати через монтажний вузол та, відповідно, підвищити загальний рівень енергоефективності житлових і громадських будівель.

Список використаних джерел

1. Вплив положення віконних блоків по товщині стіни на теплотехнічні характеристики вузла їх примикання / В. А. Пашинський, В. А. Настоящий, С. О. Джирма та ін. // Sciences of Europe. - Praha : Global Science Center LP, 2017. - Vol 3, № 21. - С. 8-13.
2. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1 – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. – 131 с. (Національний стандарт України).
3. Пашинський В.А., Джирма С.О., Пашинський М.В., Настоящий В.А. Удосконалення технології заміни віконних блоків в залізобетонних панельних стінах // Збірник наукових праць. Галузеве машинобудування, будівництво. Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка". 2021. Випуск 1 (56). С. 53-58.
4. Тукало, О.С. Дослідження впливу положення вікон з ПВХ в товщі стін на тепловтрати існуючих житлових будівель вторинного ринку нерухомості в м. Кіровоград / О.С. Тукало, С.О. Джирма // Збірник тез доповідей IV Всеукраїнського студентського науково-практичного семінару "Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій". – КНТУ, 2016. – С. 59-66.
5. THERM 2.0 Program Description. Berkeley CA 94720 USA, 1998. URL: <https://windows.lbl.gov/sites/default/files/Downloads/therm2.pdf>. (дата звернення: 05.10.2025)/

УДК 633.853.32.

ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТАЛЕВОГО КАРКАСА БУДІВЛІ ДИТЯЧОЇ ДОШКІЛЬНОЇ УСТАНОВИ З ВИКОРИСТАННЯМ САПР «SOLIDWORKS»

В. Касьянова, *магістрант гр. БІ 24МЗ*

В. Костенко, *асистент*

В. Настоящий, *канд.техн. наук, професор*

Центральноукраїнський національний технічний університет

Мета роботи полягала у застосуванні САПР «SolidWorks » для вивчення напружено-деформаційного стану та обґрунтованого вибору оптимальних параметрів металевого каркасу будівлі дитячої дошкільної установи в місті Кропивницький.

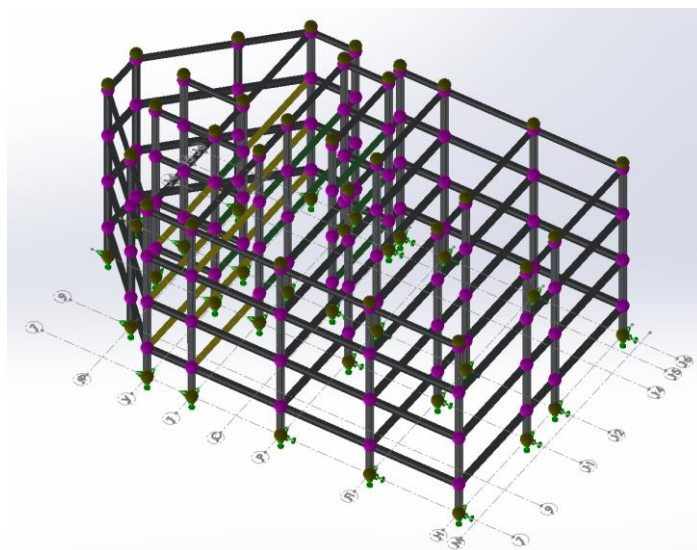


Рисунок 1 - Модель металевого каркасу будівлі дитячої дошкільної установи побудована в середовищі «Solid works Simulation».

Після визначення навантажень був виконаний підбір перерізів та проєктування основних металевих конструкцій каркасу складу, зокрема колон.

З метою уточнення розрахунків та оптимізації металоконструкції виконувалось моделювання каркасу складу в середовищі САПР «Solid works Simulation».

З використанням інструменту побудови епюр в середовищі SW Simulation (рис.2) визначені деталі з запасом міцності меншим ніж 1,8 та деталі з запасом міцності, який перевищує 1,8 і які можуть бути замінені профіями з меншим перерізом.

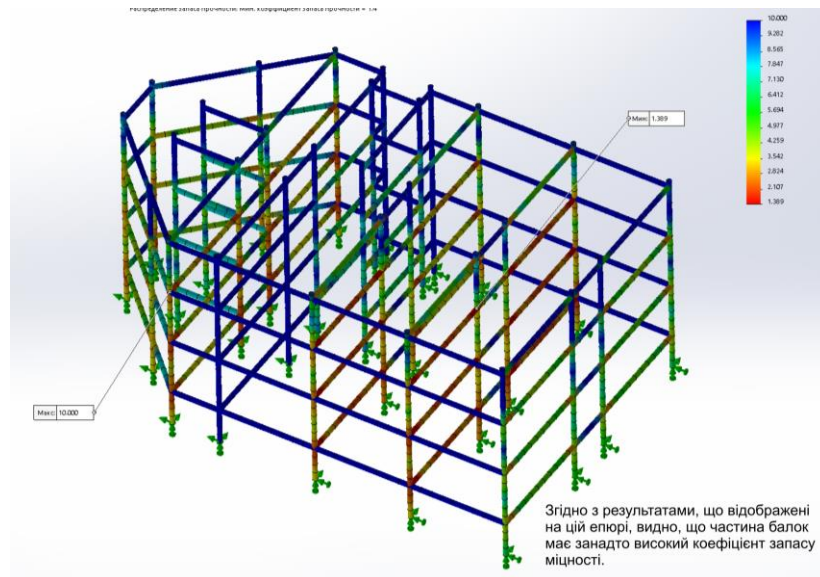


Рисунок 2 - Епюра розподілу запасу міцності деталей металевго каркасу будівлі дитячого закладу

Перша пропозиція – заміна ригелів двотаврів №40Ш1 на двотаври №35Ш1, але повторне моделювання деформаційно –напруженого стану каркасу показало, що напруження в частині замінених профілів незначно перевищує допустимі (рис.3).

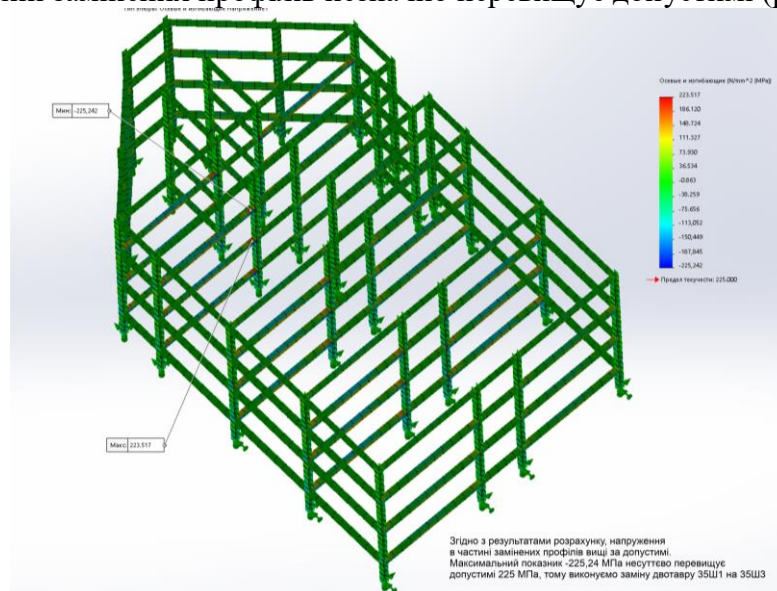


Рисунок 3 - Напружений стан металоконструкції каркасу з застосуванням ригелів, виконаних з двотаврів №35Ш1.

Наступна пропозиція –замінити профілі з двотаврів №35Ш1, в яких напруження перевищує допустимі, на двотаври №35Ш3.

Дослідження оптимізованої металоконструкції довело:

масимальні напруження в деталях металевго каркасу складають 194,376 МПа таким чином умови міцності виконуються (рис.4);

максимальна деформація ригелів каркаса складає 1,434 см при допустимом прогині для ригеля складає $f_u=4$ см, тобто жорсткість ригеля є достатньою і деформації не перевищують допустимих (рис.5);

мінімальний коефіцієнт запасу міцності дорівнює $n=1,39$ (рис.6) і таким чином умови забезпечення міцності деталей каркасу виконуються.

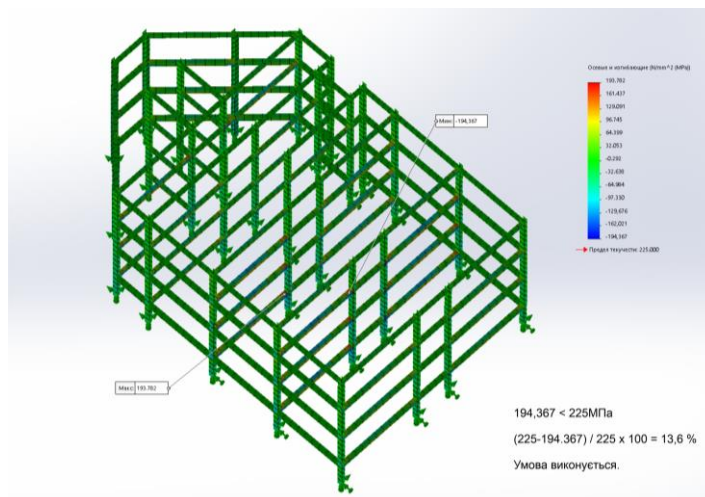


Рисунок 4 - Напружений стан металоконструкції каркасу, виконаного з використанням ригелів із запропонованих двотаврів №35ШЗ.

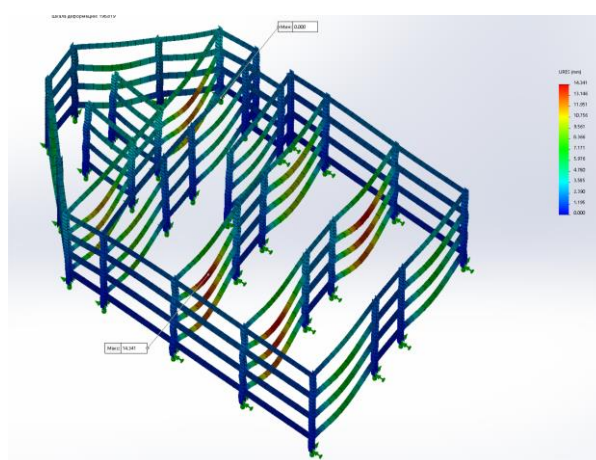


Рисунок 5 - Епюра переміщень деталей каркасу, виконаного з використанням ригелів із запропонованих двотаврів №35ШЗ

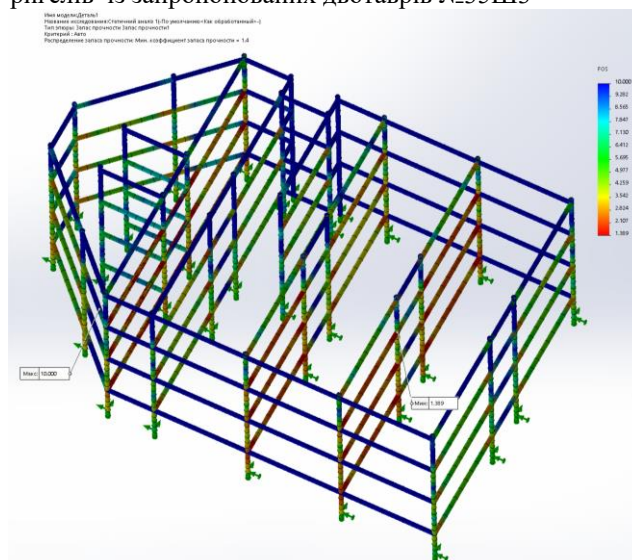


Рисунок 6 - Епюра розподілу запасів міцності деталей каркасу, виконаного з використанням ригелів із запропонованих двотаврів №35ШЗ.

Порівняння масових характеристики металоконструкції будівлі до і після заміни профілів (рис.7) свідчать про те, що проведені дослідження дозволили знизити масу каркасу на 2 т. при забезпеченні мінімального запасу міцності деталей каркасу $n=1,4$, що відповідає допустимим значенням.

Порівняння масових характеристик

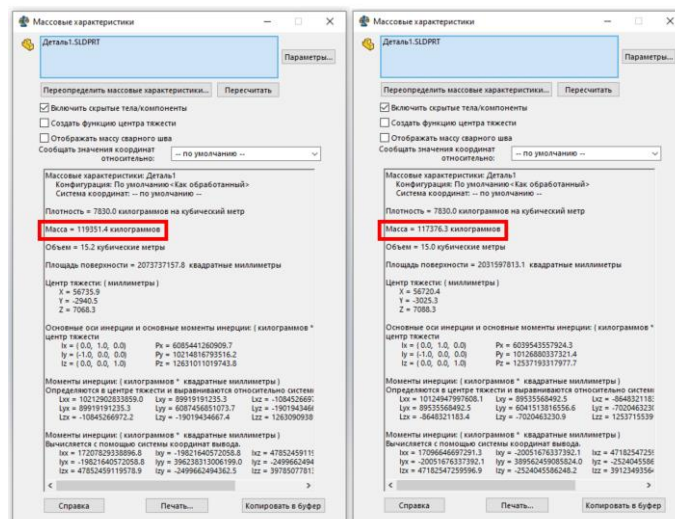


Рисунок 7 - Порівняння масових характеристик металоконструкції будівлі до і після заміни профілів

При середній вартості металопрокату 40,0 тис. грн. за тону запропонована оптимізація забезпечить економію 80,0 тис. грн.

Оптимізована металоконструкція конструкція каркасу будівлі дитячого закладу (рис.8) була прийнята для подальшого проектування.

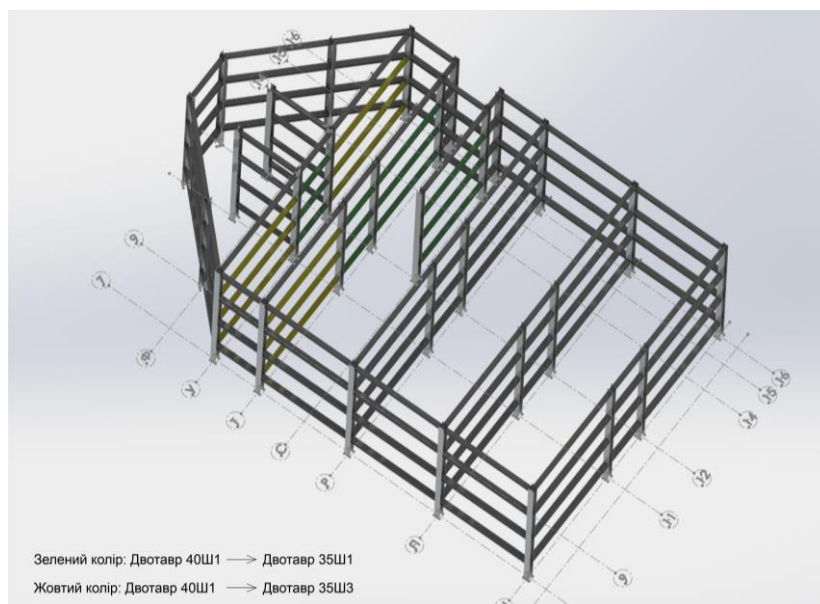


Рисунок 8 - Загальний вигляд металоконструкції будівлі після заміни профілів

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 : навч. посіб. для студ. ВНЗ техн. спец. / С.І. Пустюльга, В.Р. Самостян ; МОН України, Луцький НТУ. - Луцьк : Вежа-Друк, 2018. - 174.

УДК 69.032.22:658.512.4

ВПРОВАДЖЕННЯ МАШИННОГО КОНТРОЛЮ В ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ АВТОГРЕЙДЕРА

Я.О. Керницький, *магістрант гр. М-62-24*

М.А. Ткаченко, *аспірант*

І.Г. Пімонов, *доц., канд. техн. наук*

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Публікація присвячена дослідженню принципів та переваг інтеграції систем машинного контролю (Machine Control, MC) в експлуатацію автогрейдерів. Розглянуто архітектуру MC, що поєднує високоточні глобальні навігаційні системи (GNSS), інерційні вимірювальні блоки (IMU) та передові сенсори для досягнення автоматичного нівелювання з точністю до міліметра. Наголошено на ключових перевагах – підвищенні якості дорожнього полотна, зниженні експлуатаційних витрат та оптимізації технологічних процесів. Автогрейдер є важливою машиною у будівництві та ремонті доріг, відповідальною за точне профілювання основи, шарів ґрунту та дорожнього одягу. Традиційні методи керування, що залежать від візуального контролю оператора та геодезичних кілків, є повільними, схильними до людських помилок та нездатними забезпечити необхідну точність у складних багатошарових проєктах.

Машинний контроль (MC) – це технологічний підхід, що автоматизує керування робочими органами машини, порівнюючи їхнє фактичне положення з цифровою проєктною моделлю (Digital Terrain Model, DTM) у режимі реального часу.

Цифрова проєктна модель (Digital Terrain Model, DTM) є основою для будь-якого впровадження машинного контролю або ШІ в дорожньому будівництві.

Традиційне дорожнє будівництво покладається на паперові проєкти, що переносяться на місцевість за допомогою кілків, що є джерелом значних похибок та вимагає великих часових витрат геодезистів.

Цифрова проєктна модель (DTM) – це тривимірне математичне представлення цільової (проєктної) поверхні дорожнього полотна або основи. Вона містить інформацію про координати (X, Y) та цільову висоту (Z), а також усі необхідні ухили, поперечні та поздовжні профілі, елементи віражів та примикань. DTM є невід’ємною частиною ширшої концепції інформаційного моделювання будівництва (BIM).

DTM виступає як постійний еталон і керуючий вектор для системи машинного контролю:

- Позиціонування – GNSS-приймачі автогрейдера визначають поточні координати відвалу в реальному часі.

- Порівняння – бортовий контролер ШІ (MC) порівнює фактичну висоту (Z-факт), отриману від GNSS/IMU, із цільовою висотою (Z-проєкт), отриманою з DTM для тих же координат X, Y.

- Генерація помилки – розраховується похибка нівелювання.

- Корекція – система MC автоматично генерує команду на гідропривід для підйому або опускання відвалу.

Точність фінального профілювання напряму залежить від щільності точок у TIN-моделі та алгоритму інтерполяції висот. Недостатня щільність може призвести до «згладжування» критичних ухилів.

Цифрова проєктна модель місцевості є основою парадигми цифрового будівництва. Вона є не просто електронним кресленням, а динамічним керуючим алгоритмом, який забезпечує:

- Максимальну точність профілювання та дотримання проєктних ухилів.

- Значне зниження витрат на матеріал завдяки уникненню перевитрат на вирівнювання неточної основи.
- Підвищення швидкості роботи шляхом мінімізації необхідності геодезичного контролю на місці.

Подальший розвиток пов'язаний з інтеграцією DTM з даними прогнозної діагностики ґрунту (на основі ШІ) для створення адаптивних цифрових моделей, які можуть коригуватися в реальному часі залежно від фізичних властивостей матеріалів.

Впровадження МС перетворює автогрейдер з машини, керованої досвідом, на високоточний роботизований комплекс.

Схема розділена на чотири основні блоки, що працюють у безперервному циклі: Вхідні дані, Обчислювальне ядро (МК), Вихідні команди та Виконання.

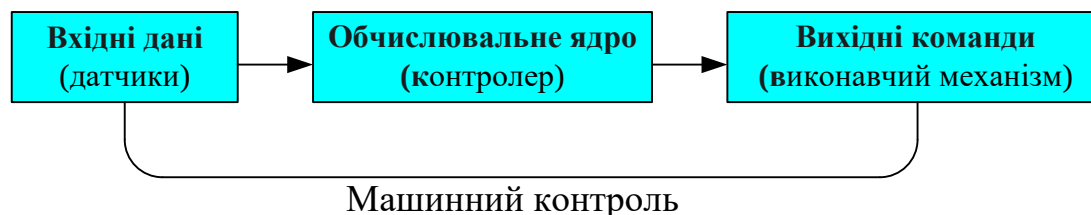


Рисунок 1 - Схема впровадження машинного контролю в технологічні процеси автогрейдера

Блок вхідних даних.

Цей блок забезпечує збір даних у режимі реального часу та надає цільову інформацію для порівняння. Створюється цифрова проєктна модель (DTM). GNSS/RTK приймачі визначають точні координати та фактичну висоту відвалу. Вимірюються кути нахилу машини (компенсація динаміки). Лазерні або сонаРНі датчики можуть використовуватися для локального контролю висоти.

Обчислювальне ядро.

Це бортовий контролер, де відбувається обробка даних та прийняття рішень. Блок порівняння, блок керуючих алгоритмів – розраховує необхідну величину та швидкість корекції положення відвалу (вертикальне зміщення, кут атаки, поперечний нахил).

Блок виконавчих команд.

Перетворення цифрового рішення на фізичний сигнал. Генерація сигналу. Перетворення обчисленої корекції на електричні команди для пропорційних клапанів гідросистеми. Фізична зміна робочого органу та зворотний зв'язок із середовищем. Високоточні пропорційні клапани отримують команди та регулюють потік робочої рідини. Гідроциліндри переміщують робочий орган (відвал), змінюючи його положення з міліметровою точністю. Автогрейдер коригує профіль поверхні. Результат цієї дії миттєво фіксується сенсорним комплексом (повернення до Блоку 1), замикаючи цикл. Система МС є замкненим контуром керування.

Впровадження машинного контролю кардинально змінює технологічні процеси:

- Скорочення проходів. Завдяки високій точності, необхідна якість профілю досягається за меншу кількість проходів автогрейдера, що прямо знижує витрати палива та час роботи машини.
- Мінімізація перевитрат матеріалу. Уникнення перекосів і похибок у профілюванні основи дозволяє значно зменшити обсяги дорогих матеріалів (асфальтобетон, щебінь), які могли б бути витрачені на вирівнювання неточної бази.
- Автоматизація керування. Оператор переходить від постійного ручного контролю до моніторингу системи. Це знижує втому, підвищує безпеку та дозволяє використовувати машину з меншими вимогами до досвіду оператора.

Висновки

Системи машинного контролю є технологічним імперативом у сучасному дорожньо-будівельному виробництві. Вони забезпечують стратегічну перевагу через гарантування

міліметрової точності, яка недосяжна при ручному керуванні. Подальші дослідження будуть зосереджені на інтеграції МС з алгоритмами Штучного Інтелекту для адаптивного керування (тобто врахування типу ґрунту та вологості) з метою досягнення абсолютної автономності та подальшого підвищення енергоефективності.

Список літератури

1. Косолапов В.Б. Результати моделювання впливу температури на товщину адсорбованого на мікронерівності шару поверхнево-активних речовин. Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету: Збірник наукових праць Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. 2023. Т. 1, № 101. С. 81-85. DOI: <https://doi.org/10.30977/BUL.2219-5548.2023.101.0.81>
2. Пімонов І.Г., Керницький Я. Дослідження системи діагностичних параметрів гідроприводу з урахуванням похибки вимірювань. Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. 2023. Том 1. №101. С. 86-91. DOI: <https://doi.org/10.30977/BUL.2219-5548.2023.101.0.86>
3. Increase the operation of excavators of the fourth size group / Nikita Medvedev, Igor Pimonov // ISSN 3572-2436 / Annali d'Italia (науковий журнал Італії). – Florence, Italy – №61 (2024). – TECHNICAL SCIENCES p. 85-87 DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14232015>
4. Аналіз сучасних технічних засобів для обслуговування аеродромів і літаків / Аврунін Г.А., Пімонов І.Г., Щербак О.В., Ярижко О.В., Мороз І.І. // Збірник наукових праць. – Вісник ХНАДУ. – Вип. 99. – 2022. – С. 34-41 DOI: <https://doi.org/10.30977/BUL.2219-5548.2022.99.0.34>
5. Improving the quality of construction and road equipment through the use of machine control / Ihor Pimonov, Tkachenko Mykhailo, Andrii Yefymenko, Nalia Penkina, Yuriy Saliy// ISSN 3572-2436 /Annali d'Italia (науковий журнал Італії). – Florence, Italy – №64 (2025). – TECHNICAL SCIENCES p. 75-77 DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14937561>

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МЕТАЛЕВОГО ПІДСИЛЕННЯ НА МІЦНІСТЬ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Р. Кобець, студент гр. БІ-24МЗ,
В. Яцун, професор, канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет

В наш час широке поширення отримали з'єднання на металевих зубчастих пластинах. Однак їх основними недоліками є невисока несуча здатність і застосування для конструкцій, виконаних з дощатих елементів. Більш високою несучою здатністю мають з'єднання на металевих пластинах і дюбелях.

Наявність значних запасів деревини в нашій країні і її широке застосування у виробництві будівельних конструкцій заклало основу розвитку різних способів сполучення дерев'яних елементів один з одним. При цьому з'єднанням намагалися додати такі якості, як висока несуча здатність і надійність, простота виготовлення й висока швидкість монтажу. Враховуючи вимоги будівельної практики, перевага віддавалася найбільш індустріальним з'єднанням елементів дерев'яних конструкцій.

Як видно з вищевикладеного, в Україні й за кордоном як і раніше велика увага приділяється з'єднанням елементів дерев'яних конструкцій за допомогою штампованих металевих зубчастих пластин. При цьому основним недоліком є їх недостатня несуча здатність. Це чітко видно на прикладі конструкцій з прольотом 12-36 м, що встановлюються з кроком порядку 2-3 м, коли при проектуванні виникають ускладнення з прийняттям зусиль у вузлах в зв'язку з обмеженою висотою вироблених пиломатеріалів. При цьому застосування штампованих пластин пов'язане з перевитратою деревини, тому що несуча здатність елементів, що з'єднуються, у ряді випадків використовується не повністю, а розміри перетинів визначаються з умови розміщення пластин або мінімально допустимої площі перетину. До недоліків слід віднести також малий крок установки конструкцій із з'єднаннями на металевих зубчастих пластинах.

У свою чергу, використання кігтевих шайб для виконання з'єднань дерев'яних конструкцій вимагає обов'язкової постановки стяжних болтів для прийняття розпору від зубів, що приводить до ослаблення перетину дерев'яних елементів. Конструкції з такими з'єднаннями мають невелику індустріальність через велику кількість операцій при виготовленні і, отже, невисоку швидкість складання.

З врахуванням вищесказаного в даній роботі запропоновані з'єднання елементів дерев'яних конструкцій на металевих пластинах з дюбелями, посилені штампованими зубчастими шайбами. Вони мають більшу несучу здатність і меншу деформативність.

Пропоновані з'єднання дозволяють збільшити проліт і крок дерев'яних конструкцій.

Список літератури

1. P.A. de Vries, J.W.G. van de Kuilen. Timber joints with high strength steel dowels.. In s.n. (Ed.), Proceedings 10th world conference on timber engi-neering Miyazaki, Japan: Miyazaki prefectural wood utilization research center. WCTE 2008. – P. 191–198.

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРИЛАДАХ ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОДЕЗІЇ

**А. Когтєва, ст. гр. 301-НЗ,
Р. Міщенко, доц., канд.тех. наук,**

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Сучасний етап розвитку інженерної геодезії характеризується стрімким впровадженням цифрових технологій та інтелектуальних систем у геодезичне приладобудування. Штучний інтелект (ШІ) відкриває принципово нові можливості для автоматизації вимірювальних процесів, підвищення точності обробки геопросторових даних та оптимізації інженерно-геодезичних робіт [1].

Традиційні геодезичні прилади потребують значної участі оператора у процесі вимірювань та обробки результатів, що збільшує тривалість робіт та ймовірність виникнення помилок. Застосування технологій штучного інтелекту дозволяє автоматизувати розпізнавання об'єктів вимірювань, здійснювати інтелектуальну фільтрацію даних, прогнозувати та компенсувати систематичні помилки, а також забезпечувати адаптивне управління режимами роботи обладнання.

У контексті зростаючих вимог до швидкості та якості інженерно-геодезичних робіт, особливо при реалізації масштабних інфраструктурних проєктів, моніторингу деформацій споруд та створенні цифрових моделей місцевості, інтеграція ШІ у геодезичні прилади набуває особливого значення. Це зумовлює необхідність дослідження можливостей, переваг та перспектив використання штучного інтелекту в приладах для інженерної геодезії [2,3].

Інженерна геодезія у будівництві передбачає визначення просторових характеристик будівельних майданчиків та забезпечення геодезичного супроводу зведення об'єктів.

Впровадження технологій штучного інтелекту забезпечує:

- ефективну обробку масивів вимірювальної інформації на будівництві споруди. Застосування методів машинного навчання уможливорює оперативне опрацювання даних, отриманих від геодезичного обладнання, супутникових систем та безпілотних літальних апаратів під час розмічувальних робіт і моніторингу будівництва;

- автоматичну інтерпретацію даних виконавчих зйомок. Залучення технологій нейронних мереж до аналізу результатів геодезичних вимірювань забезпечує достовірне встановлення відповідності фактичного положення конструкцій проєктним рішенням, виявлення відхилень та актуалізацію виконавчої документації у режимі реального часу;

- зростання метрологічної якості розмічувальних і контрольних вимірювань.

Використання механізмів прогнозування та зменшення інструментальних відхилень сприяє отриманню результатів підвищеної точності при винесенні осей споруд, контролі геометричних параметрів конструкцій та моніторингу деформацій будівельних об'єктів.

Компанія Leica представила модель TS20 — роботизований тахеометр нового покоління, оснащений вбудованим периферійним штучним інтелектом (edge-AI). Інструмент демонструє високі експлуатаційні характеристики: забезпечує зниження рівня помилок вимірювань, відзначається підвищеною механічною стійкістю та гарантує надійне функціонування за різноманітних виробничих умов [4].

Інноваційні особливості Leica TS20:

- комплексна модернізація апаратної частини: повністю оновлено всі ключові компоненти — від електронного далекоміра (EDM) до системи цифрової візуалізації;

- інтелектуальне розпізнавання об'єктів вимірювання: реалізовано автоматичне визначення типу відбивної цілі на основі алгоритмів штучного інтелекту;

- адаптивне супроводження відбивача AP20. Забезпечено можливість відновлення автоматичного стеження за призмою після переривання прямої видимості завдяки технологіям штучного інтелекту [4].

Застосування штучного інтелекту в приладах для інженерної геодезії є перспективним напрямком розвитку сучасного геодезичного приладобудування, який суттєво розширює функціональні можливості обладнання та підвищує ефективність інженерно-геодезичних робіт у будівництві.

Впровадження технологій ШІ забезпечує якісно новий рівень автоматизації геодезичних процесів: від ефективної обробки великих масивів вимірювальної інформації до інтелектуального розпізнавання об'єктів та адаптивного управління режимами роботи приладів. Практичне втілення цих технологій демонструє роботизований тахеометр Leica TS20, який реалізує автоматичне визначення типу відбивної цілі та здатність відновлювати стеження за призмою після втрати прямої видимості.

Використання штучного інтелекту дозволяє мінімізувати інструментальні похибки, автоматизувати інтерпретацію даних виконавчих зйомок та забезпечити актуалізацію виконавчої документації в режимі реального часу. Це особливо важливо для геодезичного супроводу будівництва, де критичними є точність розмічувальних робіт, оперативність контрольних вимірювань та надійність моніторингу деформацій конструкцій.

Перспективи подальшого розвитку пов'язані з удосконаленням алгоритмів штучного інтелекту, розширенням функціональних можливостей автономної роботи геодезичних приладів та інтеграцією з технологіями Інтернету для створення комплексних інтелектуальних систем геодезичного забезпечення будівництва. Впровадження ШІ у геодезичне обладнання є закономірним етапом цифровізації будівельної галузі та сприяє підвищенню якості, безпеки та економічної ефективності будівельних проєктів.

Список літератури

1. Горб О.І., Нестеренко С.Г., Афанасьєв О.В., Байструк О.В. Напрями застосування штучного інтелекту при геодезичному моніторингу будівель та споруд. – Харків: Комунальне господарство міст, 2023, том 3, випуск 177 – С. 109–114.
2. Бородин М. О. Організаційні аспекти використання штучного інтелекту в будівництві / М. О. Бородин, Т. В. Ткач, О. О. Мартиш // Український журнал будівництва та архітектури. – 2025. – № 1. – С. 73-80.
3. Гусев, В., та Нікіфорова, Т. (2023). Роль та перспективи розвитку використання методів штучного інтелекту в будівельній галузі. Виклики та проблеми сучасної науки , 1 , 428-432. <https://cims.fti.dp.ua/j/article/view/84>
4. Leica представила роботизований тахеометр з ШІ. URL: <https://systemnet.com.ua/novini/leica-predstavyla-robotyzovanyy-takheometr-z-shi/>

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ УТВОРЕННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ СВЕРДЛОВИН

Ю.Д. Корінфіл, *магістрант гр. БІ-24М*

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

Центральноукраїнський національний технічний університет

Аналіз літературних джерел показав, що і в нашій країні, і за кордоном займаються вдосконаленням існуючих способів, а також покращенням і створенням нових машин для безтраншейної прокладки комунікацій [1]. Хоча цим питанням і займаються, все рівно в Україні існують складнощі з використанням безтраншейної технології.

Не дивлячись на досягнуті результати, проблему використання безтраншейних технологій в Україні вважати повністю вирішеною неможна. Так як в невеликих містах України мало застосовується безтраншейна технологія з-за великої вартості заграничного обладнання та відсутності ефективних аналогів в нашій країні для утворення горизонтальних свердловин. Для вирішення проблеми підвищення ефективності утворення свердловин способом проколу необхідно: знизити енергоємність, вартість, трудові та матеріальні затрати, підвищити продуктивність, підвищити надійність і довговічність обладнання, удосконалити технології, дотримуючись при цьому екологічної безпеки, а також техніки безпеки та охорони праці та зберегти соціальну структуру в зоні робіт.

Сучасна організація будівельного виробництва, до якого відноситься обладнання для проходки горизонтальних свердловин, повинна забезпечити заданий виробничо-економічний результат при виконанні певних соціальних вимог.

Забезпечення необхідного діаметра горизонтальної свердловини та відповідність з технічною документацією виконання проходки в найкоротші терміни, а також мінімально затрачені ресурси фінансові та трудові називається виробничо-економічним результатом. Для вирішення даної задачі необхідно забезпечити зменшення простою та часу на допоміжні роботи, та необхідну технічну продуктивність обладнання.

Необхідно зменшити діяння на людей і місця їх проживання в зоні проведення робіт. А також необхідно дотримання техніки безпеки праці та екологічної безпеки.

Після проведення аналізу та розгляду всіх питань з утворення свердловин безтраншейним способом проколу виділяються такі проблеми:

1. Зниження фінансування на зарплату та виконання робіт

Щоб знизити фінансові затрати, необхідно зменшити об’єм земляних робіт супутніх безтраншейному прокладанню трубопроводу, для цього відбувається зменшення габаритів пристроїв. Також для зниження вартості робіт необхідно прискорити транспортування обладнання. Якщо підвищити швидкість утворення свердловини, то зменшиться час робіт, а, отже, й зменшиться собівартість самої свердловини.

2. Підвищення якості виконання робіт з утворення свердловин, визначене забезпеченням заданої точності осі проходки, міцністю стінок утворюваної свердловини.

Утворення свердловин безтраншейною технологією за заданою траєкторією зменшує складність виконання монтажних робіт з улаштування комунікацій, усуває можливе пошкодження існуючих труб, а також з-за відсутності доопрацювання проколу скорочує час виконання робіт [2]. Для попередження обвалювання при монтажі комунікацій необхідно отримати міцні стінки свердловини, та завдяки відсутності обрушень і пошкоджень також скорочується час робіт.

3. Забезпечення техніки безпеки та охорони праці, вимог екологічної безпеки.

Утворення свердловин безтраншейним способом завжди відбувається в супроводі з певною кількістю земляних робіт, при цьому дії машин для безтраншейної прокладки

комунікацій можуть значно відрізнятися від загальноприйнятих землерийних машин. Такі як віброзбудники з електроприводом або робочі органи ударної дії, що приводить до більш ретельному дотриманню правил безпеки впродовж всього робочого процесу.

Так як утворення свердловин безтраншейним способом майже завжди розташовується в щільно заселених районах або в місцях з зеленими насадженнями, дуже важливо дотримуватися всіх екологічних вимог для даного виду робіт. А також зменшити об'єм виконаних земляних робіт і кількість техногенного діяння на оточуюче середовище.

За всіма вищеперерахованими пунктами проводиться вдосконалення способів утворення горизонтальних свердловин і технологічного обладнання та не припиняються роботи над створенням нового технологічного обладнання та технологій.

Список літератури

1. Пиріг Т.Ю., Побережний Л.Я., Запихляк В.Б., Цюрак В.Ю. Особливості безтраншейної технології прокладання трубопроводів способом мікротунелювання. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. Техніка і технології*. 2017. № 3(64), 2017. С. 57-66.
2. Супонев В.М. Технологія управління проколом ґрунту та вибір силового приводу установки для її реалізації. *Наукові вісті Дніпровського університету: електронне наукове фахове видання*. 2018. №15. URL: <http://dspace.snu.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/2422>

ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ СТАЛЕВИХ ФЕРМ У ПОКРИТТЯХ БУДІВЕЛЬ

К. Кравченко *ст. гр. БІ-24М,
Н. Томаченко, асистент*

Г. Портнов, *доцент, канд. техн. наук*
Центральноукраїнський національний технічний університет

У будівництві для покриттів і перекриттів широко застосовують сталеві ферми.

Ефективність конструкції визначають маса, довговічність, технологічність, транспортабельність, можливість серійного виготовлення, уніфікація, надійність з’єднань і швидкість монтажу.

Найпростішими є ферми з паралельними поясами та трапецієподібні, які мають меншу висоту. Ефективними вважаються малоелементні ферми з панельними огорожувальними конструкціями. У проектуванні виробничих будівель переважають похилі покрівлі з сучасними матеріалами. Без прогонні покриття мають надлишкову кількість елементів і вузлів. Оптимізація конструкцій орієнтована на застосування гнутих, тонкостінних, таврових і трубчастих профілів.

У ферм із відкритих профілів вузли верхнього поясу виконують врізкою, нижнього — фасонками або стикуванням. У замкнутих профілях — зварюванням або через проміжні пластини, що збільшує кількість швів. Поширені також ферми з таврів і двотаврів. Для двосхилих балок момент регулюють опорним ексцентриситетом і попереднім зусиллям зтяжки.

Економія сталі та трудовитрат досягається зменшенням кількості елементів, концентрацією матеріалу й укрупненням деталей. Більші перерізи підвищують довговічність і стійкість до корозії.

Найпоширеніші ферми Pratt і Warren. Pratt має пояси з вертикальними та діагональними елементами типу «N». Вертикалі стиснуті, діагоналі розтягнуті, що знижує вагу й підходить для великих прольотів (20–100 м) — ангарів, павільйонів тощо.

Warren утворює рівносторонні трикутники, витримує стиск і розтяг, ефективна при рівномірному навантаженні, але не для точкових.

Класичні ферми надмірно масивні й складні у виготовленні. Раціональнішими є комбіновані системи — балки зі шпренгелями, простіші й легші у виробництві. Часто використовують системи з попереднім напруженням елементів, проте відсутність єдиної методики обмежує їх поширення.

Найбільший економічний ефект дають структурні й топологічні зміни конструкцій, коли форма оптимізується за рівномірністю напружень у перерізах. Це забезпечує формування напружено-деформованого стану вже на стадії проектування.

Дослідження комбінованих сталевих ферм передбачає:

1. Визначення критерію раціональності.
2. Пошук оптимальної геометрії засобами програмного моделювання.
3. Числові й експериментальні дослідження.
4. Порівняння результатів випробувань і розрахунків.
5. Оцінку ефективності щодо традиційних систем.
6. Поширення висновків на інші типи ферм.
7. Розробку рекомендацій для проектування раціональних комбінованих конструкцій.

Список літератури

1. ДСТУ Б В.2.6-74:2008. Конструкції будинків і споруд. Ферми сталеві кроквяні з гнутозварних профілів прямокутного перерізу. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 33 с.)
2. Сидорак Д.П. Раціональні сталеві комбіновані кроквяні ферми: автореф. дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії. Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2024. 48с.

СПОЛУЧЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ, ДІЮЧИХ НА ПОКРІВЛІ**М. Луценко, К. М'якота, магістранти гр. БІ-24М****В. Пашинський, професор, докт. техн. наук***Центральноукраїнський національний технічний університет*

На покрівлі житлових, громадських і виробничих будівель діють навантаження від снігу та від ваги усіх шарів покриття. Випадковий характер цих навантажень обумовлює необхідність урахування понижуючого ефекту їх спільної дії за допомогою коефіцієнтів сполучення, відсутніх у чинних ДБН [1].

Проаналізовано вісім типів покриттів, конструкції яких відповідають ДБН [2], а обчислені згідно з вимогами ДБН [1] характеристичні значення навантажень від їх ваги змінюються від 210 Па до 6040 Па:

- холодне покриття для навісів, складів та ангарів;
- покриття для виробничих будівель з надлишками тепла
- утеплене покриття для виробничих будівель на основі СПН;
- утеплене покриття для громадських будівель на основі СПН;
- експлуатована покрівля з рослинним шаром для цивільних будівель по СПН;
- утеплене покриття для виробничих будівель з ребристих залізобетонних плит;
- утеплене покриття для цивільних будівель по пустотних залізобетонних плитах;
- експлуатована покрівля з тротуарної плитки по суцільних залізобетонних плитах.

Обрані покриття охоплюють практично увесь можливий спектр вагових характеристик та відповідають вимогам ДБН [3] до опору теплопередачі покриттів житлових, громадських та виробничих будівель. Постійні навантаження від ваги усіх шарів та покриття в цілому представлені у формі випадкових величин з нормальним законом розподілу. Їх математичні сподівання дорівнюють характеристичним значенням, а коефіцієнти варіації змінюються в межах 0,021...0,129 для окремих шарів та 0,015...0,086 для покриттів у цілому.

Снігове навантаження представлене у формі випадкової величини річних максимумів ваги снігового покриву з розподілом Гумбеля. Статистичні характеристики цього розподілу для кожного з шести районів ДБН [1] прийняті за даними [4]. Математичні сподівання річних максимумів ваги снігового покриву змінюються в межах 211...649 Па, а стандарти становлять 132...308 Па.

Виходячи з визначення [1], коефіцієнти сполучення навантажень від ваги шарів покрівлі обчислені як відношення розрахункового значення сумарного навантаження від ваги покрівлі Q_P до суми розрахункових значень ваги окремих шарів Q_{mi} :

$$\psi = Q_P / \sum_{i=1}^N Q_{mi} . \quad (1)$$

Статистичні характеристики випадкової величини сумарного навантаження обчислені за правилами додавання випадкових величин, а розрахункові значення Q_P та Q_{mi} визначені як квантілі нормального розподілу при забезпеченості 0,99.

Коефіцієнти сполучення, обчислені за формулою (1) для усіх типів покрівель, змінюються в межах 0,91...0,99. Їх залежність від узагальнених коефіцієнтів надійності за навантаженням γ_{fm} , наведена на рисунку 1, описана виразом:

$$\psi = 1,33 - 0,33 \cdot \gamma_{fm}, \quad (2)$$

де $\gamma_{fm} = Q_m / Q_0$ – узагальнений коефіцієнт надійності, рівний відношенню граничного розрахункового значення сумарного навантаження від ваги покрівлі Q_m до його характеристичного значення Q_0 .

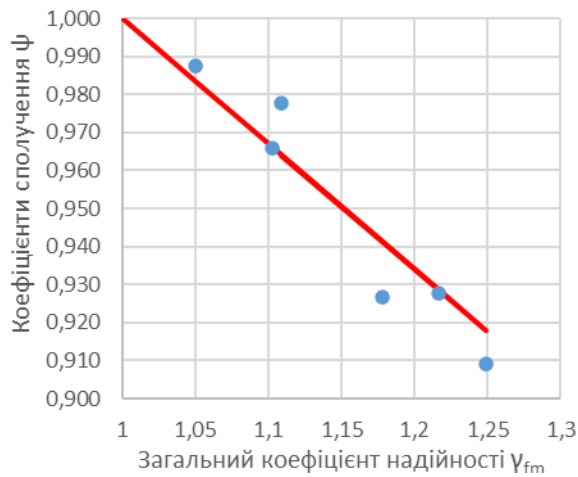


Рисунок 1 – Залежності коефіцієнтів сполучення від узагальненого коефіцієнта надійності γ_{fm}

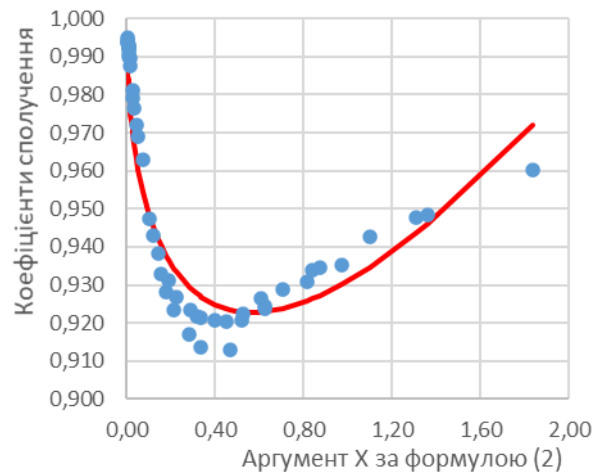


Рисунок 2 – Залежності коефіцієнтів сполучення від узагальненого аргументу X за (3)

Коефіцієнти сполучення навантажень на кроквяні конструкції від снігу та ваги покриттів визначені з використанням методики розрахунків надійності, розробленої в [5] на базі загальних принципів урахування спільної дії навантажень на несучі конструкції. Розрахунки для усіх комбінацій шести снігових районів ДБН [1] та восьми перелічених вище типів покриттів дали коефіцієнти сполучення снігового та постійного навантаження в межах $\psi = 0,913 \dots 0,995$. На рисунку 2 показана їх залежність від узагальненого аргументу

$$X = Q_{\Pi} \cdot (1 - \gamma_{\Pi}) / Q_c, \quad (3)$$

який враховує граничні розрахункові значення постійного Q_{Π} та снігового навантажень Q_c , а також коефіцієнт надійності для постійного навантаження від сумарної ваги покриття γ_{Π} . З рисунка видно, що ця залежність задовільно описується виразом

$$\psi = 1 + 0,136 \cdot X - 0,205 \cdot \sqrt{X}, \quad (4)$$

підстановка до якого аргументу (3) дає остаточний вираз для обчислення коефіцієнтів сполучення навантажень від снігу та ваги конструкцій покриття:

$$\psi = 1 + 0,136 \cdot (1 - \gamma_{f\Pi}) \frac{Q_{\Pi}}{Q_c} - 0,205 \cdot \sqrt{(1 - \gamma_{f\Pi}) \frac{Q_{\Pi}}{Q_c}}. \quad (5)$$

Урахування коефіцієнтів сполучення навантажень від окремих шарів покрівлі за (2) при реально можливих узагальнених коефіцієнтах надійності γ_{fm} дозволяє зменшити сумарне навантаження від ваги покрівель до 10%.

Формули (2) і (5) дозволяють обчислювати коефіцієнти сполучення навантажень на кроквяні конструкції з урахуванням звичайних параметрів цих навантажень.

Список літератури

1. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі зміною №1 і №2. К.: Мінбуд України, 2020. – 68 с.
2. ДБН В.2.6-220:2017. Покриття будівель і споруд. – Київ, 2017. – 43 с.
3. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Київ, Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 23 с.
4. Прокопенко Д.С., Пашинський В.А. Територіальне районування статистичних характеристик річних максимумів снігового та вітрового навантажень // Досвід впровадження в навчальний процес сучасних комп’ютерних технологій. Збірник матеріалів II Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції. – Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – С. 37-39.
5. Пашинський В. А. Інженерна методика оцінювання показників надійності стержнів металевих кроквяних ферм // Вісник ОДАБА, 2017. – Вип. № 66. – с. 48 – 53.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ГАЛЬМА МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ МОСТОВОГО КРАНУ в/п 20 т.

М.О. Майорова, студентка гр. М-64-24

О.І. Іваненко, доцент, канд. техн. наук

З.Р. Мусаєв, асистент, канд. техн. наук

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Мостові електричні крани є найбільш поширеним типом кранів. Вони застосовуються в усіх галузях промисловості і призначені для переміщення вантажів у виробничих цехах, складах, монтажних залах електростанцій та ін.

Для забезпечення нормальної експлуатації механізми вантажопідйомних кранів забезпечуються надійно діючими гальмівними пристроями. Гальма повинні, згідно з [1] зупиняти вантаж на визначеному шляху гальмування та утримувати його у підвищеному стані при заданому запасі гальмування або заданому значенні уповільнення. Гальма будь-якого виконавчого механізму не тільки забезпечують безпеку роботи механізмів і всієї машини у цілому, але і впливає на продуктивність. В сучасних вантажопідйомних кранах гальма на протязі короткого періоду часу повинні конвертувати у теплову енергію значну кількість механічної енергії і передавати її у навколишнє середовище без зниження працездатності гальма і машини у цілому.

По конструктивному виконанню робочих елементів гальма класифікуються на:

- колодкові;
- стрічкові;
- дискові;
- дисково-колодкові;
- електро-магнітні порошкові та інші.

Найбільш поширеною групою конструкції гальм у дійсний час все ж таки залишається застосування колодкових гальм.

В механізмах вантажопідйомних кранів знаходить застосування велика кількість різноманітних конструкцій двоколодкових гальм, які складаються з важелів і двох колодок, діаметрально розташованих відносно гальмівного шківів і які розмикаються за рахунок важільної системи. Гальмування відбувається в результаті створення сили тертя між гальмівним шківом, пов'язаним з одним з валів механізму, і гальмівними колодками, закріпленими на стійках гальма.

В якості розмикаючого пристрою використовуються спеціальні гальмівні елементи: електромагніти, електрогідравлічні і електромеханічні штовхальники.

У приводах колодкових гальм застосовуються гальмівні електромагніти постійного і змінного струму, а також магнітно-гідравлічні, електрогідравлічні, електромеханічні, гвинтові і відцентрові – штовхальники [2].

Порівняння власних мас різних типів приводів гальмівних пристроїв (рис. 1) показує, що електромагніти мають невелику матеріаломісткість. Окрім цього недоліку - гальмівні електромагніти не забезпечують роботу при великій частоті включень, мають високу потужність включення, процес гальмування здійснюється маятниковоподібно, дуже чутливі до перекосів, мають недостатню довговічність.

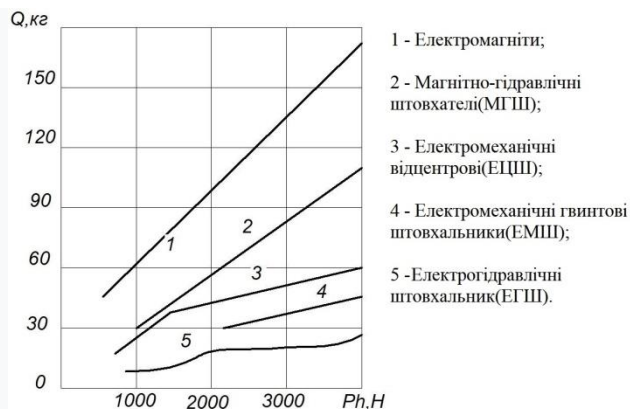


Рисунок 1 - Залежність власної маси Q приводів колодкових гальм від роботи Ph здійснюваної приводом

Через ці недоліки електромагнітів обумовлено витіснення їх іншими типами приводів.

Час підйому і опускання штока в ЕМШ значно вищий, ніж в ЕГШ і для прискорення опускання штока потрібний додатковий фіксуючий пристрій.

ЕМШ в порівнянні з ЕГШ характеризується жорсткішою роботою. Виготовлення не дозволяє визнати ЕМШ еквівалентним замінником ЕГШ.

Магнітно-гідравлічні штовхальники (МГШ) поєднують переваги електромагнітного і гідравлічного приводів. МГШ відрізняється плавним процесом включення навіть при перевантаженнях, малим значенням часу і, отже, швидким розмиканням гальма, відсутністю деталей, що обертаються, малим зносом частин, що рухаються, а також простотою і надійністю.

Проте МГШ не можуть конкурувати з ЕГШ, оскільки вони у декілька разів важчі ніж ЕГШ, для їх виготовлення потрібно в 2-5 разів більше обмотувальних дротів, споживана потужність в 8-10 разів більше, ніж у ЕГШ.

Порівнюючи між собою ЕЦШ і ЕГШ, слід зауважити, що для ЕГШ характерна незалежність напірного зусилля від положення штока, тоді як для ЕЦШ із стержневому механізмом напірне зусилля змінюється залежно від положення цього механізму, у зв'язку з цим у ЕЦШ не повністю використовується хід штока і величина напірного зусилля. Значною перевагою ЕЦШ з активною масою у вигляді куль і циліндрів перед ЕГШ є можливість зміни напірного зусилля штока заздалегідь заданим законом, оскільки це зусилля задається формою поверхонь, по яких обкатуються активні маси. Максимальне ж значення напірного зусилля у ЕГШ значно вище, ніж у ЕЦШ.

Максимальний хід у ЕЦШ обмежується 50-60 мм, тоді як у ЕГШ він практично не обмежений. Середня швидкість поршня у ЕГШ без застосування регулювальних пристроїв в 4-6 разів підвищує середню швидкість напірного штока ЕЦШ.

Застосування регулювальних пристроїв дозволяє змінювати швидкість у ЕЦШ при абсолютному ході, а у ЕГШ як при зворотньому, так і при робочому ході; при цьому діапазон регулювання у ЕГШ допускає більше ніж 25 - кратна зміна швидкості, що набагато більше, ніж у ЕЦШ.

ЕГШ має ще і ту гідність, що при зворотньому ході поршня осі перетворюються з джерела механічної енергії в демпфер-уповільнювач з регульованою швидкістю виконавчого органу, при чому встановлена швидкість руху в течії усього зворотного ходу залишається практично постійною. Що стосується ЕЦШ, то вони при необхідності зменшення часу зворотного ходу вимагають застосування спеціальних електродвигунів зі вбудованим гальмом.

Трудомісткість виготовлення ЕЦШ на 30-50% більша, ніж у ЕГШ, що обумовлено їх більшою конструктивною складністю. Витрата активних і конструктивних матеріалів, а також електроенергії у ЕЦШ в 1,2-1,3 разу більше.

Проаналізувавши порівняльну оцінку цих варіантів пристроїв, можна зробити висновок, що найбільш перспективним приводом колодкових гальм є електрогідравлічні штовхальники (ЕГШ).

Для гальм, що використовуються в вантажопідйомних кранах (ВПК), характерний повторно-короткочасний режим роботи, при якому гальмування періодично змінюється паузою. Об'ємна температура вузла тертя гальма, що встановлюється, в режимі повторно-короткочасного гальмування визначається формулою згідно [3].

$$v = v_0 + W_{\text{т.п.}} \left(\frac{1}{\sigma^1 \cdot A_{\text{вен}} \cdot t_{\text{охл}}} + \frac{1}{2G \cdot c} \right), \quad (1)$$

де v_0 – початкова об'ємна температура вузла тертя;

$W_{\text{т.п.}}$ – робота гальмування, яка перейшла в тепло;

σ^1 – коефіцієнт зовнішньої тепловіддачі;

$A_{\text{вен}}$ – площа відкритої вентилязованої поверхні вузла тертя;

$t_{\text{охл}}$ – час охолодження (паузи);

G і c – вага і питома ефективна теплоємність вузла тертя.

Робота гальмування, що перейшла в тепло, характеризується конструктивними особливостями і параметрами режиму роботи механізму і визначається залежністю:

$$W_{\text{т.п.}} = \frac{M_{\text{т}} \cdot \pi \cdot n_{\text{т}}}{30} \cdot \tau_{\text{т}}, \quad (2)$$

де $M_{\text{т}}$ – гальмівний момент;

$n_{\text{т}}$ – число обертів за хвилину приводного двигуна механізму (гальмівного шків до початку гальмування);

$\tau_{\text{т}}$ – час гальмування.

За рівних умов тертя гальма в режимі повторно-короткочасного гальмування визначається швидкістю початку контактування елементів фрикційної пари, часу гальмування і тривалістю паузи між гальмуваннями.

В сучасних ВПК широке застосування отримали колодкові гальма з приводом від електрогідравлічного штовхальника. Для цих гальм характерний значний час спрацьовування $\tau_{\text{т}}$, тобто час з моменту відключення приводного двигуна механізму до початку моменту контактування елементів фрикційної пари гальма, згідно формули:

$$\tau_{\text{сп}} = \tau_{\text{сн}} + \tau_{\text{внб}} + \tau_{\text{ав}}, \quad (3)$$

де $\tau_{\text{сн}}$ – час спаду напруги, що є для цього типу розміру електрогідравлічного штовхальника постійною величиною;

$\tau_{\text{внб}}$ – час, протягом якого колесо відцентрового насоса, яке обертається за інерцією, і ротор двигуна штовхальника в змозі підтримувати під поршнем тиск, що перешкоджає опусканню штока, навантаженого ззовні;

$\tau_{\text{ав}}$ – час руху штока вниз, залежне від величини ходу, в'язкості робочої рідини і гідравлічних характеристик проточної частини насоса електрогідравлічного штовхальника (ЕГШ).

Паспортні значення часу спрацьовування гальм з ЕГШ залежно від типорозміру в межах осі 0,2 до 0,8 з, що складає від 10-20% часу гальмування $\tau_{\text{т}}$ для механізмів пересування і повороту і до 50-100% для механізмів підйому вантажу. З цієї причини в процесі гальмування механізму слід розрізняти два періоди (рис. 2). У перший період (за час $\tau_{\text{сп}}$) відбувається зміна швидкості обертання гальмівного шків під дією моменту опору за відсутності як моменту $\mu_{\text{д}}$ від приводного двигуна механізму, так і гальмівного моменту $\mu_{\text{т}}$, який змінюється; при цьому в механізмі підйому вантажу швидкість обертання гальмівного шків зменшується при гальмуванні вантажу (рис. 2, а), що піднімається, і збільшується при гальмуванні вантажу (рис. 2, б), що опускається, а в механізмах пересування і повороту тільки зменшується (рис. 2, в). У другий період (за час $\tau_{\text{т}}$) відбувається контактування елементів фрикційної пари гальма з інтенсивним зниженням швидкості під дією гальмівного момент $M_{\text{т}}$.

В реальних умовах експлуатації колодкових гальм кранів з ЕГШ контактування елементів вузла тертя гальма починається не при номінальній швидкості n_0 робочого руху, а при, відмінній від номінальної, швидкості n_T .

Оцінимо кількісно зміну швидкості обертання гальмівного шківів механізму підйому вантажу за час τ_{cp} спрацювання гальма.

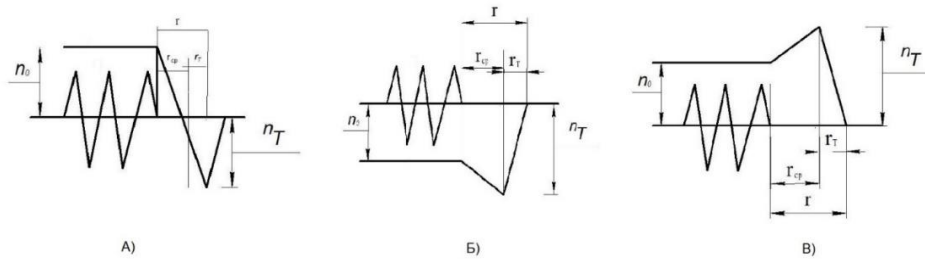


Рисунок 2 - Зміна швидкості обертання гальмівного шківів

В результаті математичних обчислень [3] ми отримаємо вираження для об'ємної температури вузла тертя гальма механізму підйому вантажу в повторно-короткочасному режимі роботи записуємо у вигляді:

$$v = v_0 + \left\{ \left[\left(n_0 \pm \frac{187,5 \cdot S_6 \cdot D_6 \cdot k \cdot \tau_{cp}}{\Sigma m D_{пр}^2 \cdot \eta_6 \cdot \eta_0 \cdot i_0} \right) \cdot \tau_{cp}^0 \right] \cdot \left(\frac{1}{\sigma^2 \cdot A_{вент} \cdot \tau_{охл}} + \frac{1}{2G \cdot c} \right) \right\} \quad (4)$$

Як приклад приведемо порівняльний розрахунок об'ємної температури вузла тертя гальма механізму підйому вантажу мостового електричного крану вантажопідйомністю $Q = 20$ т. по [4].

Вихідні дані:

$Q = 20$ т; група режиму роботи – А4 (ПВ = 25%); $n_0 = 720^{об}/хв$; $D_6 = 620$ мм; $k = 2$; $m = 4$; $\Sigma m D_{пр}^2 = 7,5$ кг·м² (при підйомі); $\Sigma m D_{пр}^2 = 8,5$ кг·м² (при спусканні вантажу); $\eta_6 = 0,98$; $\eta_0 = 0,86$; $i_0 = 31,5$; гальма типу ТКТГ-300М; для якого $\tau_{cp} = 0,35$ с; $M_T = 60$ Н·м.

В результаті розрахунку отримано:

При підйомі вантажу – $n_T = 265^{об}/хв$; $\tau_T = 0,063$ с; $W_{т.п.} = 1040$ Н·м;

При спусканні вантажу – $n_T = 1175^{об}/хв$; $\tau_T = 1,207$ с;

$W_{т.п.} = 89140$ Н·м;

Без урахування зміни швидкості обертання гальмівного шківів, отримуємо:

При підйомі вантажу – $n_T = n_0 = 720^{об}/хв$; $\tau_T = 0,174$ с;

$W_{т.п.} = 7870$ Н·м;

При спусканні вантажу – $n_T = n_0 = 720^{об}/хв$; $\tau_T = 0,74$ с; $W_{т.п.} = 33410$ Н·м.

Порівняння розрахункових значень об'ємної температури вузла тертя гальма, яка встановилася, отриманих з урахуванням Δn_0 і без нього, для нашого прикладу може бути охарактеризовано порівнянням відповідних розрахункових значень роботи гальмування, яка конвертується в тепло:

$$\frac{1040 + 89140}{7870 + 33410} = 2,18$$

Пропонований метод теплового розрахунку істотно впливає на визначення температури тертя вузлів гальм.

Список літератури

1. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів. НПАОП 0.00.-1.01- 07. – К.: Ви-во «Основа», 2007. – 264 с.
2. Григоров О.В., Петренко Н.О. Вантажопідйомні машини. – Харків: НТУ «ХПІ», 2006. – 304 с.
3. Бондарев В.С., Дубинець О.І., Колісник М.П. Розрахунки підймальних і транспортувальних машин. – К.: Вища школа., 2009. – 734 с.
4. Ракша, С.В., Мешаліч В.В., Колісник М.П. Розрахунки механізмів кранів мостового типу. – Дніпро: Пороги, 2006. – 147 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВЛАШТУВАННЯ ОСНОВ ТА ФУНДАМЕНТІВ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ НА СЛАБКИХ ВОДОНАСИЧЕНИХ ГЛИНИСТИХ ҐРУНТАХ

А. Медяник, *ст. гр. БІ-24М,*

Г. Красота, *асистент*

В. Дарієнко, *доцент, канд. техн. наук*

Центральноукраїнський національний технічний університет

З. Аносова, *викладач*

Кропивницький фаховий будівельний коледж

Сучасне будівництво цивільних будівель часто стикається з необхідністю влаштування фундаментів на слабких водонасичених глинистих ґрунтах, які характеризуються низькою несучою здатністю, високою стисливістю та чутливістю до змін вологості. Ці особливості можуть призводити до нерівномірних осідань та деформацій конструкцій. Традиційні способи влаштування фундаментів, такі як дрібнозаглиблені стрічкові фундаменти, можуть бути неефективними або вимагати додаткових заходів (наприклад, на опорних палях) в таких умовах.

Метою роботи є обґрунтування та дослідження найбільш ефективних технологічних рішень для влаштування основ та фундаментів цивільних будівель на слабких водонасичених глинистих ґрунтах з метою забезпечення їхньої надійності та стійкості.

Методи та обладнання

У роботі проведено аналіз існуючих технологій, що застосовуються для будівництва на слабких ґрунтах, включаючи:

- Пальові фундаменти (забивні, буронабивні).
- Стрічкові фундаменти (у тому числі з опорними палями).
- Методи покращення ґрунтів (наприклад, глибинне ущільнення, армування).

На основі аналізу визначено найбільш доцільні конструктивні прийоми, що дозволяють знижувати чутливість будівель і споруд до нерівномірних осідань. Особлива увага приділена запобіганню руйнуванню структури навколишнього ґрунту під час занурення елементів фундаменту та відновленню його несучої здатності після "відпочинку".

Результати та висновки

1. Слабкі водонасичені глинисті ґрунти вимагають застосування фундаментів, стійких до рухів ґрунту та з високим коефіцієнтом міцності.
2. Найбільш ефективними рішеннями є пальові фундаменти (забивні або буронабивні) або поєднання стрічкових фундаментів з опорними палями, які дозволяють передавати навантаження на більш міцні шари ґрунту, розташовані нижче рівня промерзання.
3. Встановлено, що при зануренні фундаментів у водонасичені глинисті ґрунти може відбуватися тимчасова втрата міцності ґрунту (явище "помилкового відказу") через руйнування його структури. Після "відпочинку" (3-4 тижні) несуча здатність фундаментів може зростати у 2-4 рази.
4. Обґрунтована необхідність застосування комплексу заходів, які включають не тільки конструктивні рішення, але й заходи щодо запобігання замочуванню ґрунтів.

Таким чином, у результаті виконаних досліджень визначено, що для забезпечення надійності цивільних будівель на слабких водонасичених глинистих ґрунтах ключовим є

використання пальових технологій та контроль за динамікою несучої здатності ґрунту після влаштування фундаментів.

Напрямки подальших досліджень:

Для реального використання технологій влаштування фундаментів на слабких ґрунтах необхідно провести додаткові польові дослідження та уточнити розрахункові моделі з урахуванням явища "помилкового відказу" та часової консолідації ґрунту.

Список літератури

1. ДБН В.2.1-10:2018. Основи та фундаменти будівель і споруд. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018.
2. Лапшин В. В.. Проектування та влаштування пальових фундаментів у складних ґрунтових умовах : навч. посіб. Київ : КНУБА, 2021. 350 с.
3. Іванов О. С.. Технологія зміцнення та поліпшення властивостей слабких ґрунтів : монографія. Харків : Східний видавничий дім, 2019. 280 с.
4. Шевчук С. В.. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2020. 412 с.

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ВИДІВ ПРОДУКЦІЇ**Б.М. Мокряк**, магістрант гр. ПТЛ-24М**О.С. Хачатурян**, доцент, канд. екон. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

У публікації досліджено сучасні інноваційні підходи, що забезпечують ефективне впровадження нових видів продукції на ринок. Розглянуто методи на основі цифровізації виробничих процесів, математичного моделювання, маркетингової аналітики та управління життєвим циклом продукту. Наведено таблиці та схеми, що демонструють переваги різних інноваційних інструментів, та подано формальні моделі оцінювання ефективності нововведень.

У сучасних умовах глобальної конкуренції здатність підприємства швидко та ефективно впроваджувати нові види продукції стає однією з ключових передумов його стійкого розвитку. Інноваційні методи впровадження дозволяють скорочувати тривалість циклу впровадження, зменшувати витрати, підвищувати якість та адаптивність продукції до змін ринку.

Актуальність теми підтверджують роботи сучасних дослідників [1÷5], які підкреслюють значення цифрових технологій, автоматизації та моделювання у підвищенні ефективності виведення нової продукції на ринок.

Впровадження нової продукції – це комплексний процес, що містить маркетингові дослідження, технологічну підготовку, тестування та комерціалізацію. Модель інноваційного циклу можна подати у вигляді:

$$T_{\text{инн}} = T_m + T_p + T_t + T_c,$$

де T_m – тривалість маркетингових досліджень;

T_p – період підготовки виробництва;

T_t – час тестування та вдосконалення моделі;

T_c – етап комерціалізації.

Скорочення кожного з цих компонентів можливе завдяки застосуванню інноваційних інструментів.

Сучасні інформаційні технології дозволяють проводити проєктування, аналіз та випробування продукції у віртуальному середовищі [7].

Основні цифрові інструменти представлені у табл. 1.

Таблиця 1 – Основні цифрові технології у впровадженні продукції

Інструмент	Призначення
CAD/CAM/CAE	Моделювання і аналіз
PLM-системи	Управління життєвим циклом продукції
Цифрові двійники	Прогнозування експлуатації
Big Data та аналітика	Аналіз споживчих даних

Джерело: складено авторами

Цифрова маркетингова аналітика дозволяє здійснювати точну оцінку ринкових тенденцій та прогнозувати попит [6]:

$$P_t = f(Q_s, I_t, C_t, M_t),$$

де Q_s – якість та унікальність продукту;

I_t – рівень інноваційності;

C_t – конкурентні умови;

M_t – маркетингові активності.

Процес впровадження нової продукції супроводжується ризиками, які можна класифікувати за табл. 2.

Таблиця 2 – Основні групи ризиків інноваційної діяльності

Група ризиків	Характеристика	Методи мінімізації
Технологічні	Невідповідність технологічним вимогам	Тестування, цифрове моделювання
Фінансові	Нестача інвестицій	Бюджетування, лізингові програми
Маркетингові	Низький попит	Аналітика Big Data
Операційні	Збої у виробництві	Автоматизація, SCM-системи

Джерело: складено авторами

Адаптивні виробничі системи дають можливість швидко переналаштовувати обладнання для виготовлення нових товарів. Схема роботи наведена на рис. 1.

[Ідея] → [Цифрове моделювання] → [Віртуальний прототип] → [Тестування] → [Гнучке виробництво] → [Продукт]

Рисунок 1 – Схема адаптивної системи впровадження продукції *Джерело: складено авторами*

Оцінювання ефективності впровадження нової продукції може бути здійснено за формулою:

$$E = \frac{(R_n - R_b) - (C_n - C_b)}{C_b},$$

де R_n , R_b – новий та базовий рівень доходу,

C_n , C_b – витрати на нову та попередню продукцію.

Також застосовується методика оцінки за ключовими індикаторами (табл. 3).

Таблиця 3 – Критерії оцінки ефективності інновацій *(Джерело: складено авторами)*

Показник	Опис	Одиниця виміру
$T_{\text{скороч}}$	Скорочення часу впровадження	%
$E_{\text{екон}}$	Економічний ефект	грн
$R_{\text{спож}}$	Рівень задоволення споживача	бали
$D_{\text{частка}}$	Приріст ринкової частки	%

Інноваційні методи впровадження нових видів продукції відіграють ключову роль у забезпеченні конкурентоспроможності підприємства. Використання цифрових технологій, прогнозової аналітики, адаптивних виробничих систем та науково обґрунтованих методів оцінювання ефективності дозволяє:

- скорочувати цикл розробки продукції;
- покращувати якість і функціональність нових товарів;
- зменшувати інноваційні ризики;
- забезпечувати стабільний розвиток підприємства.

Список літератури

1. Drucker P. Management: Tasks, Responsibilities, Practices. – New York: HarperCollins, 2019. – 864 p.
2. Kotler Ph., Keller K. Marketing Management. – 16th ed. – Pearson, 2022. – 816 p.
3. Christensen C. The Innovator’s Dilemma. – Boston: Harvard Business Review Press, 2020. – 288 p.
4. ISO 56002:2019 Innovation Management System. – International Organization for Standardization, 2019. – 32 p.
5. OECD Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data. – Paris: OECD Publishing, 2018. – 256 p.
6. Раєвнева О.В., Братусь М.Б. Інноваційний розвиток підприємств: сучасні підходи та моделі. – Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2021. – 312 с.
7. Малюта Л.М. Інноваційний менеджмент: тенденції та перспективи розвитку. – Київ: ХНЕУ, 2020. – 248 с.

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВРАХУВАННЯ ЛІНІЙНОГО РОЗШИРЕННЯ ПІД ЧАС МОНТАЖУ ВІКОННИХ БЛОКІВ З ПВХ

С. Нетребенко, магістр гр. БІ-24М

С. Джирма, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Сучасна будівельна практика розглядає вузол примикання віконного блоку як єдину конструктивну систему "стіна - монтажний шов - віконний блок". Надійність цієї системи визначається правильністю проектування та дотриманням технології монтажу, яка повинна враховувати всі експлуатаційні навантаження та впливи.

Критичною особливістю віконних блоків з полівінілхлориду (ПВХ) є значний коефіцієнт теплового лінійного розширення. Це створює суттєві технологічні виклики, оскільки елементи коробки та стулок суттєво змінюють свої габарити при коливаннях температури. Розрахункове збільшення розмірів може досягати 1,5 мм на погонний метр для білих профілів та 2,5 мм для кольорових. У більшості випадків реальна прогнозована зміна геометричних розмірів вікна може бути визначено з таблиці 1 відповідно [1].

Таблиця 1 – Зміна габаритних розмірів віконного блоку з ПВХ білого кольору з армуванням при температурі установки $+15^{\circ}\text{C}$ і нагріванні-охолодженні на 30°C .

Ширина/висота вікна, мм	Зміна розмірів, мм
1500	$\pm 1,9$
2500	$\pm 3,2$
3500	$\pm 4,4$
4500	$\pm 5,7$

Наприклад, згідно таблиці 1, віконний блок шириною 2500 мм при нагріванні/охолодженні на 30°C може змінювати розмір на $\pm 3,2$ мм.

Якщо ця деформація не буде компенсована, це призведе до виникнення внутрішніх напружень у конструкції, руйнування монтажного шва і віконної рами вікна.

Метою даної роботи є аналіз ключових технологічних вимог до монтажу ПВХ-блоків, спрямованих на компенсацію їх лінійного розширення.

Для забезпечення вільного руху конструкції в межах прорізу, технологія монтажу висуває низку жорстких вимог [1, 2]:

1. Наявність температурних зазорів. По всьому контуру віконного блоку повинні бути передбачені технологічні (температурні) зазори для вільного переміщення при розширенні-стисканні. Мінімальна ширина цього зазору (монтажного шва) повинна становити не менше 15 мм. Поширеною технологічною помилкою є монтаж вікна впритул до верхньої чверті прорізу (рис. 1), що блокує теплове розширення та призводить до деформації рами.

2. Розташування елементів кріплення. Технологія кріплення повинна забезпечувати надійну фіксацію, але не перешкоджати лінійним переміщенням. Для цього кути пластикового вікна повинні залишатися "вільними". Елементи кріплення (дюбелі або пластини) встановлюються на відстані не менше 150 мм від внутрішніх кутів рами та імпостів.

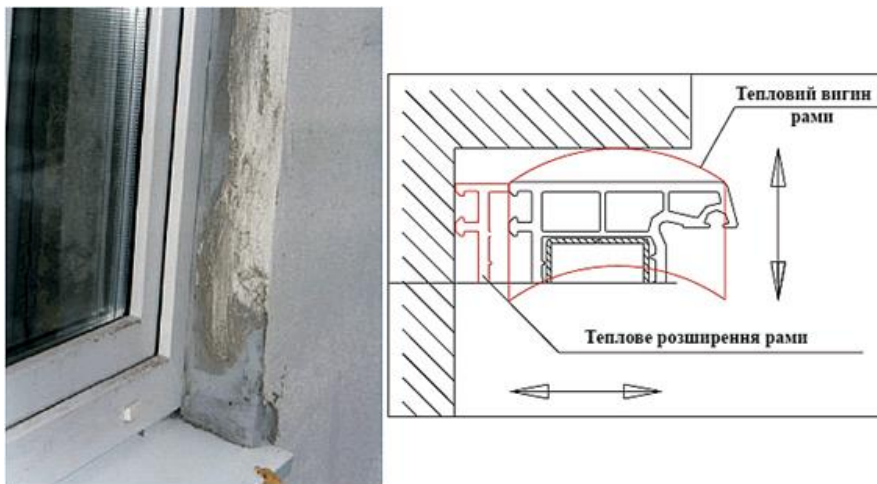


Рисунок 1 – Віконний блок з ПВХ притиснутий впритул до чверті. Відсутня можливість вільної зміщення вікна в сторону чверті при температурному розширенні.

3. Технологія монтажу кріплення. При використанні рамних дюбелів не допускається їх надмірне затягування. Технологічно правильним є залишення зазору (температурного проміжку) $f = 3-5$ мм між голівкою дюбеля та армуючим профілем рами (рис. 2), що дозволяє профілю вільно переміщатися відносно кріплення. Більш технологічними в цьому аспекті є монтажні пластини, які конструктивно не сприймають зусилля в площині вікна, дозволяючи рамі вільні температурні переміщення.

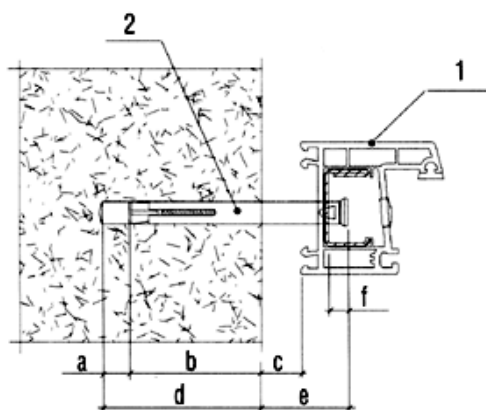


Рисунок 2 – Закріплення вікна з ПВХ (1) за допомогою рамного дюбеля (2): а – нівелююча глибина; b – глибина анкерування; с – ширина шва; d – глибина отвору; e – корисна довжина дюбеля; f – температурний проміжок.

Висновок.

Врахування лінійного розширення є визначальним фактором у технології монтажу ПВХ-вікон. Дотримання технологічних вимог щодо мінімальних зазорів (15 мм), правильного розташування кріпильних елементів (від 150 мм від кутів) та їх монтажу (із зазором для дюбелів або використанням пластин) є обов'язковою умовою для запобігання виникненню деформацій та забезпечення довготривалої експлуатаційної надійності вузла примикання.

Список використаних джерел

1. Конструкції будинків і споруд. Шви з'єднувальні місць примикань віконних блоків до конструкцій стін. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.6-79:2009. - К. Мінрегіонбуд України, 2009. - 26 с. (Національний стандарт України).
2. Гаврилова, В. В. Технологічні особливості кріплення сучасних вікон із ПВХ в пройомах зовнішніх стін з шаром утеплювача / В. В. Гаврилова, С. О. Джирма // Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій : III Всеукраїн. студ. наук.-практ. семінар : зб. тез доп. - Кіровоград: КНТУ, 2015. - С. 37-43.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИСОКОМІЦНИХ ДЕРЕВОЦЕМЕНТНИХ КОМПОЗИТІВ ТА ОЦІНКА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЯХ

О. Носко, *ст. гр. БІ-24М,*

В. Пукалов, *доцент, канд. техн. наук*

В. Дарієнко, *доцент, канд. техн. наук*

Центральноукраїнський національний технічний університет

А.Жарова, *викладач*

Кропивницький фаховий будівельний коледж

Сучасний вектор розвитку будівництва вказує на зростаючу потребу у композиційних матеріалах, що поєднують екологічність та енергоефективність деревини з довговічністю цементу. Деревоцементні композити (ДЦК), такі як арболіт, є перспективними, але їх використання у несучих конструкціях обмежується через відносно низькі показники міцності (клас міцності переважно до В5). Підвищення механічних характеристик ДЦК до класу В7.5–В12.5 дозволить перевести їх з категорії теплоізоляційних у конструкційно-теплоізоляційні, значно розширивши сферу їх застосування в енергоефективному будівництві.

Метою роботи є розробка науково обґрунтованої методики проектування та експериментального дослідження нових рецептур високоміцних ДЦК, а також теоретична оцінка їхнього потенціалу для використання у несучих та самонесучих будівельних конструкціях.

Для досягнення поставленої мети планується реалізувати наступні етапи досліджень:

1. **Хімічна Модифікація Деревини:** Планується експериментально дослідити ефективність інактивації водорозчинних цукрів у деревній трісці (волокні) за допомогою водних розчинів хлориду кальцію (CaCl_2) та/або сірчанокислого алюмінію ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) для забезпечення нормального тужавлення цементу.
2. **Оптимізація Цементної Матриці:** Планується дослідити вплив високоактивних мінеральних добавок (мікрокремнезем, метакаолін у кількості до 15% від маси цементу) на формування структури цементного каменю. Основна мета — зниження водоцементного відношення та створення додаткових високоміцних гідросилікатів кальцію.
3. **Виготовлення та Випробування Зразків:** Планується виготовити серії дослідних зразків ДЦК з різним співвідношенням компонентів та різним тиском пресування. Зразки будуть випробувані на:
 - Міцність при стиску та згині за [1].
 - Теплопровідність для оцінки збереження теплоізоляційних властивостей.
 - Водопоглинання та морозостійкість (F).
4. **Аналітичне Моделювання:** Буде проведено порівняльне моделювання ефективності застосування розроблених ДЦК у зовнішніх стінових панелях у порівнянні з традиційними стіновими матеріалами.

Наукова новизна роботи полягає у теоретичному обґрунтуванні та експериментальній перевірці синергетичного ефекту від одночасного застосування хімічної мінералізації

деревини та модифікації цементної матриці вискодисперсними добавками для досягнення класу міцності ДЦК В7.5–В12.5.

Очікувані результати:

1. Отримання рецептур ДЦК, що забезпечують клас міцності не нижче В7.5, що дозволить класифікувати їх як конструкційно-теплоізоляційні.
2. Підтвердження того, що високоміцні ДЦК зберігають низький коефіцієнт теплопровідності, що є критичним для енергоефективного будівництва.
3. Розробка рекомендацій щодо оптимального технологічного режиму (тиску пресування, часу витримки) для масового виробництва високоміцних композитів.

Напрямки Подальших Досліджень

Після отримання та аналізу експериментальних даних, подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення довговічності розроблених ДЦК (повзучість, стійкість до циклічного впливу) та розробку технології армування для використання композитів у згинальних елементах (балках, плитах).

Список літератури

1. ДСТУ Б В.2.7-44:2018. Бетони ніздрюваті. Технічні умови. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018.
2. Савицький М. С.. Деревоцементні композити у сучасному будівництві : монографія. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2022. 350 с.
3. Баженов Ю. М., Кудяков О. В.. Модифіковані цементні композити з підвищеними експлуатаційними властивостями. Київ : Основа, 2019. 410 с.
4. Шевчук С. В., Пашко М. І.. Технології виготовлення та властивості арболіту підвищеної міцності. *Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка*. 2023. Вип. 85. С. 120–128.

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО ПРАВИЛА СПОЛУЧЕННЯ КОРОТКОЧАСНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

А. Пазенко, В. Швець, магістранти гр. БІ-24М

В. Пашинський, професор, докт. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Чинні нормативні документи України встановлюють три різні правила урахування спільної дії змінних навантажень на несучі конструкції:

- у ДБН В.1.2-2:2006 зі змінами № 1 і № 2 [1] використовуються роздільні коефіцієнти сполучення, зокрема для першого за значимістю навантаження $\psi_1 = 1$, для другого $\psi_2 = 0,9$ і для усіх наступних $\psi_3 = 0,7$;
- у ДСТУ-Н Б EN 1990:2008 [2], ідентичних EN 1990:2002, також встановлені роздільні коефіцієнти сполучення, які змінюються від $\psi_1 = 1,0$ для провідного навантаження до $\psi_1 = 0,3 \dots 1,0$ для супутніх навантажень;
- у ДСТУ Б В.2.6-210:2016 [3] для перевірочних розрахунках конструкцій виробничих будівель, що перебувають в експлуатації, встановлено спільний коефіцієнт сполучення, який обчислюється за формулою залежно від часток зусиль в елементі від снігового, вітрового та кранового навантажень.

Порівняння цих правил урахування спільної дії короточасних навантажень виконане на модельному прикладі елемента конструкції, у якому при різних частках снігового, вітрового й кранового навантажень сума розрахункових зусиль завжди дорівнює одиниці. Залежності сумарного розрахункового зусилля від часток трьох навантажень, отримані згідно з вказаними правилами, утворюють провисаючі поверхні з мінімальними значеннями при близьких частках двох чи трьох врахованих навантажень. Результати порівняння цих залежностей наведені в таблиці 1, де вказані найменші розрахункові зусилля від дії двох і трьох навантажень, а також відсотки відхилення зусиль, визначених за правилами з [1], [2] від обчислених за [3].

Таблиця 1 – Порівняння розрахункових зусиль в елементах конструкцій

Методи визначення	Найменші зусилля		Відхилення від [3], %		
	від двох навант.	від трьох навант.	міні-мальне	макси-мальне	середнє
ДБН В.1.2-2 [1]	0,900	0,810	0	+21,8	+16,9
ДСТУ-Н Б EN 1990 [2]	0,780	0,755	0	+16,5	+10,2
ДСТУ Б В.2.6-210 [3]	0,748	0,702	0	0	0

Дані таблиці 1 показують, що обчислення за [3] дають найменші значення розрахункових зусиль. Максимальні відхилення зусиль, обчислених за правилами норм [1, 2], становлять 21,8% та 16,5%, а середні відхилення для усіх можливих комбінацій часток снігового, вітрового й кранового навантаження дорівнюють 16,9% та 10,2%.

Оскільки правило визначення коефіцієнтів сполучення навантажень від снігу, вітру та мостових кранів [2] обґрунтоване на базі значного обсягу статистичних даних про ці навантаження, його можна вважати достовірним і рекомендувати для урахування спільної дії короточасних навантажень. Близька до симетричної форма поверхні, що описує залежність коефіцієнта сполучення від часток снігового, вітрового та кранового навантаження, дозволила узагальнити формулу з [3] на довільну кількість будь-яких короточасних навантажень:

$$\psi = \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{1,6 - 0,6 C_i}, \quad (1)$$

де C_i – частка i -того навантаження у складі сумарного зусилля.

Обчислений за формулою (1) найменший коефіцієнт сполучення зусиль від двох навантажень становить 0,769, від трьох – 0,714, а від п’яти – 0,676.

При простих видах деформацій частки зусиль в елементах C_i визначаються через співвідношення розрахункових зусиль від діючих навантажень. При складних видах деформацій, зокрема в позацентрово стиснутих елементах, частки зусиль зазвичай визначають через співвідношення максимальних крайових напружень в перерізі. Такий підхід можливий при виконанні перевірочних розрахунків конструкцій з відомими геометричними характеристиками перерізів, але при новому проєктуванні визначити крайові напруження неможливо. У такому випадку частки навантажень рекомендовано визначати за співвідношенням умовних зусиль в половині перерізу N_{fi} згідно зі схемами рисунка 1:

$$N_{fi} = \frac{N_i}{2} + \frac{M_i}{Z}. \quad (2)$$

де N_i та M_i – поздовжня сила й момент в стержні від дії i -того навантаження;

Z – плече внутрішньої пари сил, рівне відстані між центрами ваги половин перерізу.

Аналіз сортamentів прокатних двотаврів з паралельними гранями полиць та прямокутних труб дозволив встановити, що плече внутрішньої пари сил Z досить тісно залежить від висоти перерізу H . Для прокатних двотаврів $Z \approx 0,8 \times H$, а для прямокутних труб $Z \approx 0,7 \times H$.

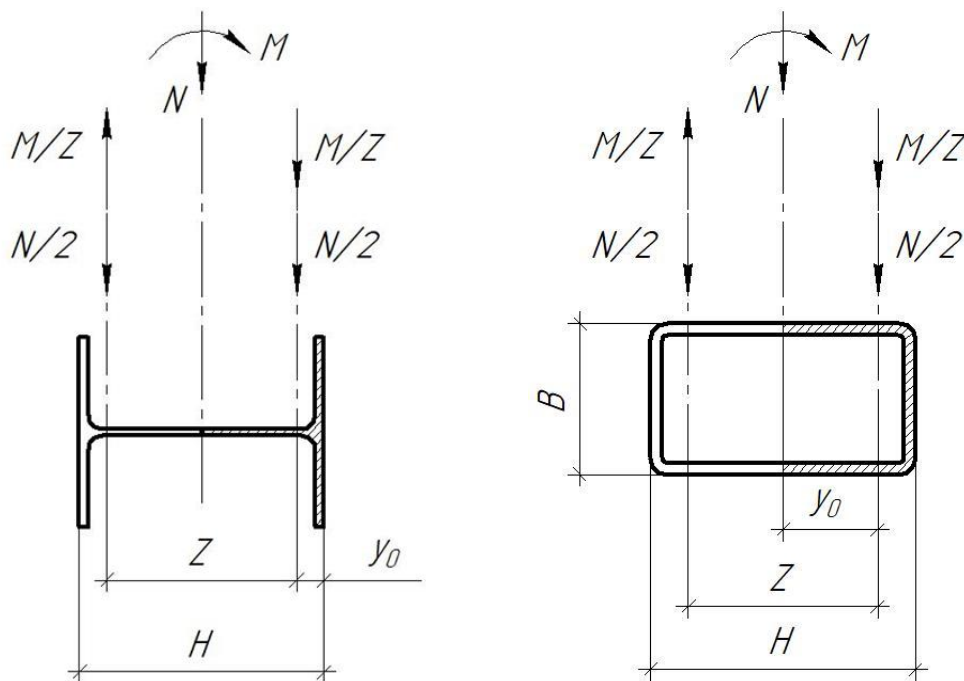


Рисунок 1 – Схеми розподілу зусиль в поперечних перерізах двотавра й прямокутної труби

За результатами аналізу різних профілів встановлено, що похибки обчислення коефіцієнтів сполучення (1) унаслідок неточного визначення часток навантажень за таким способом не перевищують 1,3% для прокатних двотаврів, 3,1% для прямокутних труб і 4,4% для суцільних прямокутних перерізів. Уточнити коефіцієнти сполучення та розрахункові зусилля в елементах можна шляхом виконання повторного розрахунку конструкції з перерізами, які були підібрані за результатами першого розрахунку. Це легко дозволяють зробити сучасні розрахункові програмні комплекси.

Придатність запропонованого способу визначення коефіцієнтів сполучення короточасних навантажень перевірена шляхом експериментального проєктування сталевих колон одноповерхових однопролітних будівель з прольотами $L = 12, 24, 36$ м та відміткою

ригеля $H = 6, 12, 18$ м. На всі 9 поперечних рам враховане постійне навантаження $P_n = 1000$ Па, що відповідає утепленому покриттю по сталевому профільованому настилу, та кліматичні навантаження для трьох міст України з такими характеристичними значеннями ваги снігового покриву S_0 і вітрового тиску W_0 :

Конотоп	$S_0 = 1800$ Па,	$W_0 = 400$ Па;
Дніпро	$S_0 = 1400$ Па,	$W_0 = 500$ Па;
Керч	$S_0 = 1000$ Па,	$W_0 = 600$ Па.

Для кожного з 27 варіантів колон за формулами (1) і (2) визначені частки снігового C_c й вітрового C_v навантаження, коефіцієнти сполучення ψ , розрахункові значення поздовжньої сили та згинального моменту, а також підібрані перерізи з широкополічних прокатних двотаврів і з прямокутних труб. Перерізи двотаврів змінюються від 20Ш1 до 50Ш1, а прямокутних труб – від $140 \times 100 \times 5$ до $340 \times 160 \times 9$. З урахуванням характеристик підібраних перерізів виконано повторні розрахунки, при яких частки навантажень у формулі (1) визначалися за максимальними крайовими напруженнями в перерізі. Ці розрахунки призвели до зростання розрахункових зусиль і до збільшення перерізів двох двотаврів та однієї прямокутної труби. Порівняння результатів повторного розрахунку, при якому частки снігового й вітрового навантаження визначалися за співвідношенням крайових напружень, з результатами попереднього розрахунку за умовними зусиллями в половині перерізу, виконане в таблиці 2.

Таблиця 2 – Відхилення результатів розрахунку за крайовими напруженнями від результатів попереднього розрахунку за зусиллями в половині перерізу

Перелік контрольованих параметрів	Прокатні двотаври		Прямокутні труби	
	розмах	середні	розмах	середні
Абсолютне відхилення C_c	-0,106...-0,013	-0,046	-0,087...-0,016	-0,044
Абсолютне відхилення C_v	0,013...0,106	0,046	0,016...0,087	0,044
Відхилення ψ , %	0,51...6,00	3,25	1,41...5,71	3,24
Відхилення N , %	0,29...3,60	1,79	0,68...3,49	1,80
Відхилення M , %	0,51...6,00	3,25	1,41...5,71	3,24
Кількість змінених перерізів	2		1	

З таблиці видно, що коефіцієнти сполучення для прокатних двотаврів зросли не більше, ніж на 6,00%, а для прямокутних труб до 3,24%. З цього слідує, що коефіцієнти сполучення короточасних навантажень досить точно обчислюються за формулою (1), у якій частки навантажень визначені за формулою (2) через співвідношення умовних зусиль в половині перерізів елементів.

Список літератури

1. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі зміною № 1 і № 2. К.: Мінбуд України, 2020. – 68 с.
2. ДСТУ-Н Б EN 1990:2008 (EN 1990:2002, IDT). Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Настанова. Основи проектування конструкцій. К.: Мінрегіон України, 2009. – 101 с.
3. ДСТУ Б В.2.6-210:2016. Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються. К.: Мінрегіон України, 2016. – 53 с.

ОСОБЛИВОСТІ ОБСТЕЖЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ, ПОШКОДЖЕНИХ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

Р.О. Панасенко, студент гр. 301-НГ

В.В. Ільченко, доцент, канд. техн. наук

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Внаслідок масштабної російської військової агресії зазнали пошкоджень чи руйнувань понад 25 тис км автомобільних доріг загального користування України, що становить 15% від загальної протяжності доріг. Орієнтовна вартість робіт з відновлення мережі автомобільних доріг і об’єктів дорожньої інфраструктури, що зазнали пошкоджень внаслідок військових дій, становить понад 1 млрд.грн.

Пошкодження та руйнування автомобільних доріг і об’єктів дорожньої інфраструктури внаслідок військових дій за масштабністю можна умовно розділити на три групи:

- *локальні пошкодження або руйнування автомобільних доріг і об’єктів дорожньої інфраструктури на територіях, що зазнали ракетно-бомбових ударів за межами активних бойових дій;*

- *масштабні пошкодження та/або руйнування автомобільних доріг і об’єктів дорожньої інфраструктури на територіях, що тимчасово перебували чи перебувають в зоні активних бойових дій;*

- *не визначені масштаби пошкодження та руйнування автомобільних доріг і об’єктів дорожньої інфраструктури на територіях, що тимчасово перебувають в окупації чи можуть найближчим часом бути в зоні активних бойових дій;*

Наявність та первинна оцінка пошкоджень та руйнувань автомобільних доріг і об’єктів дорожньої інфраструктури з подальшим встановленням рівня цих дефектів встановлюється одним з методів обстеження:

- *експертно-візуальне;*
- *візуально-інструментальне;*
- *автоматизоване.*

Експертно-візуальне обстеження фактичного технічного стану автомобільних доріг і об’єктів дорожньої інфраструктури, що мають пошкодження та руйнування внаслідок військових дій, проводять з реєстрацією результатів в робочому журналі обліку, планшеті чи портативному комп’ютері; фіксацію виявлених пошкоджень та руйнувань об’єкту можна проводити технічними засобами фото/відеознімання з мінімальною роздільною здатністю зображення 1280*1024 пікселів.

Візуально-інструментальне обстеження фактичного технічного стану автомобільних доріг і об’єктів дорожньої інфраструктури, що мають пошкодження та руйнування внаслідок військових дій, проводять лінійними засобами вимірювання (рис. 1) з реєстрацією результатів в робочому журналі обліку, планшеті чи портативному комп’ютері.

Автоматизоване обстеження фактичного технічного стану автомобільних доріг і об’єктів дорожньої інфраструктури, що мають пошкодження та руйнування внаслідок військових дій, проводять з використанням системи відеодіагностики, що забезпечують високу якість та чіткість зображення об’єкту для проведення візуальної ідентифікації виду й розмірів пошкоджень та руйнувань (рис. 2), при цьому система відеодіагностики повинна мати пристрій для реєстрації пройденого шляху з дискретністю вимірів не більше ніж 5 см та похибкою вимірювань не більше ніж 1%.

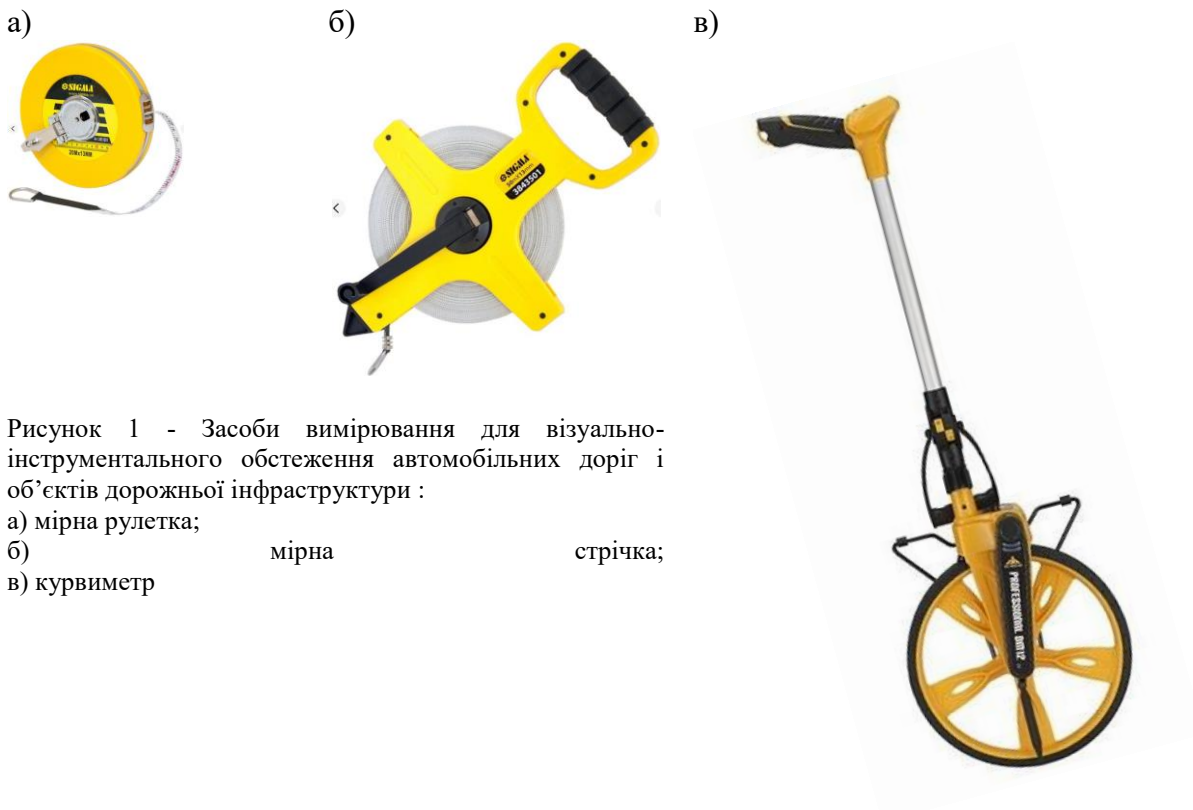


Рисунок 1 - Засоби вимірювання для візуально-інструментального обстеження автомобільних доріг і об'єктів дорожньої інфраструктури :

а) мірна рулетка;

б) мірна

стрічка;

в) курвиметр

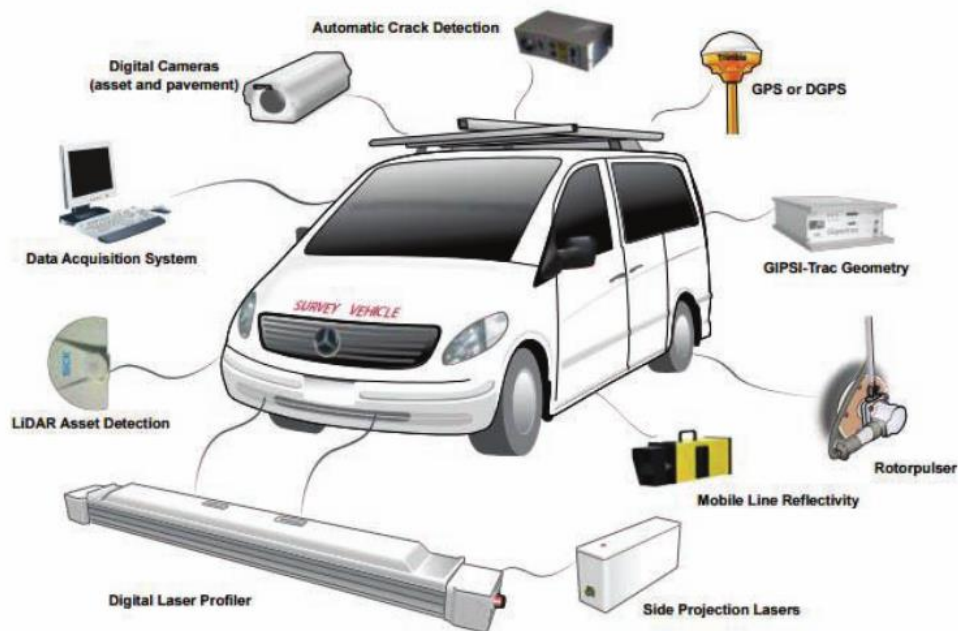


Рисунок 2 - Автомобіль-лабораторія для автоматизованого обстеження автомобільних доріг і об'єктів дорожньої інфраструктури

Список літератури

1. Збитки мережі автодоріг від війни наближаються до мільярда. Економічна правда [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua>
2. В "Укравтодорі" розповіли, скільки коштує будівництво 1 кілометра дороги, Економічна правда, [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua>

ВПЛИВ МАТЕРІАЛУ КОЛІС ВАНТАЖНОГО ВІЗКА МОСТОВОГО КРАНУ НА ЕФЕКТ РОЗГОЙДУВАННЯ ВАНТАЖУ

В. Пантелеєнко, доцент, канд.техн.наук,

А. Червоноштан, інж.,

Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

С. Карпушин, доцент, канд.техн.наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Найбільшого поширення в промисловості отримали мостові крани, оскільки вони забезпечують високу вантажопідйомність, універсальність у використанні та можливість обслуговування великих виробничих площ. Їх широко застосовують у цехах металургійної, машинобудівної, енергетичної та будівельної галузей для підйому і транспортування важких, габаритних та об’ємних вантажів. Завдяки конструкції з рухомим мостом і візком такі крани здатні переміщати вантаж у трьох координатах, що робить їх незамінними для безперервних технологічних процесів [1, 2].

Час пуску або гальмування візків мостових кранів істотно впливає на рівень динамічних навантажень як у механізмах пересування, так і в металоконструкції моста. Найбільш відчутним цей вплив відбувається під час розгойдування вантажу, що виникає при різкому старті чи зупинці. Подібні коливання можуть призводити до додаткових напружень у несучих елементах конструкції.

Літературний огляд показав, що зменшення розгойдування вантажу може відбуватися за рахунок зміни часу пуску двигуна або гальмування механізму [1]. В роботах [2, 3] запропонована нова конструкція ходового колеса, що дозволяє зменшити динамічні навантаження при пересування вантажного візка і мосту крана.

Запропоновано вдосконалення процесу керування динамічними процесами у режимах пуску або гальмування і зменшення навантажень у гнучких та пружних органах візків мостових кранів за рахунок зміни матеріалів коліс.

На основі проведеного аналізу формул та побудованих графіків можна зробити такі висновки: рівень допустимих контактних напружень між ободом ходового колеса та рейкою візків мостових кранів суттєво впливає на величину статичного моменту: при зростанні допустимих напружень його значення зменшується, і при $[\sigma] = 1000$ МПа воно на 58% менше, ніж при $[\sigma] = 400$ МПа; підвищення рівня $[\sigma]$ призводить до зменшення допустимого моменту двигуна, причому найрізкіше падіння спостерігається в діапазоні $[\sigma] = 400 \dots 600$ МПа; при навантаженні на колесо понад 200 кН розрахунковий радіус колеса з урахуванням терміну експлуатації перевищує його стандартне значення, що вказує на необхідність уточнення теоретичних методик визначення контактних напружень з урахуванням довговічності кранових коліс.

Список літератури

1. Ловейкін, В.С. Динаміка та оптимальне керування рухом мостових кранів. Монографія / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич, В.А. Голдун, В.В. Крушельницький. – К.: ЦП „КОМПРІНТ”, 2019. – 460 с.
2. Механізми пересування мостових кранів: монографія / Є.Д. Слепужніков, Н.М. Фідровська, І.С. Варченко. – Харків: НУЦЗУ, 2019. – 124 с.
3. Фідровська Н. М., Слепужніков Є. Д., Чернишенко О. В. Динамічні навантаження при пересуванні ходових коліс з гумовими вставками. Машинобудування. 2015. Вип. 15. С. 87–91.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ПРИСКОРЕНОГО ЗВЕДЕННЯ МОНОЛІТНИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

О.Покаленко, ст. гр. БІ-24М,

І. Заворуська, асистент

І. Скриннік, доц., канд.техн.наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Активні темпи урбанізації та потреба у відновленні житлового фонду ставлять перед будівельною галуззю України завдання щодо суттєвого скорочення термінів зведення будівель. Монолітне житлове будівництво є однією з найбільш перспективних технологій, проте його ефективність на пряму залежить від тривалості технологічних циклів.

Традиційні підходи до організації робіт часто не дозволяють реалізувати повний потенціал монолітної технології, призводячи до затримок, пов'язаних із набором міцності бетону та перестановкою опалубних систем. Це викликає необхідність пошуку та комплексного аналізу сучасних організаційно-технологічних рішень, спрямованих саме на інтенсифікацію процесів.

Відомі методи інтенсифікації [1] часто розглядають окремі аспекти, наприклад, лише застосування хімічних добавок, і не дають комплексної оцінки їх впливу на загальний цикл будівництва.

Дана робота присвячена аналізу та систематизації ключових організаційно-технологічних рішень, що дозволяють прискорити зведення монолітних житлових будівель.

Суть дослідження полягає у порівняльному аналізі різних комбінацій технологічних та організаційних заходів. В якості основних факторів впливу розглядалися:

- Тип опалубної системи (дрібнощитова, крупнощитова, тунельна, ковзна).
- Методи прискорення твердіння бетону (застосування добавок-прискорювачів, електропрогрів).
- Організація робіт (потоківий метод, паралельне виконання робіт на різних захватках).

Для оцінки ефективності було проведено моделювання календарних планів для типового 9-поверхового житлового будинку з використанням різних комбінацій зазначених рішень. Аналіз проводився за критерієм тривалості циклу зведення одного поверху («цикл поверх-поверх»).

Дослідження показало, що найбільш суттєвий ефект (скорочення циклу до 3-4 діб) досягається при комплексному застосуванні тунельної опалубки та бетонних сумішей з добавками-прискорювачами [2]. Організація робіт за чітким добовим графіком (потоківий метод) є ключовою умовою реалізації цього потенціалу. Використання лише крупнощитової опалубки, навіть з прогрівом, показує меншу ефективність, збільшуючи цикл до 7-9 діб.

Результати аналізу дозволили виявити оптимальні поєднання рішень. Наприклад, для будівель простої прямокутної форми тунельна опалубка є найбільш ефективною, тоді як для будівель складної конфігурації перевагу варто віддати комбінації крупнощитової опалубки та оптимізованих графіків руху робочих бригад.

Таким чином, у результаті виконаного аналізу обґрунтовано пріоритетні напрямки інтенсифікації монолітного будівництва. Визначено, що вибір організаційно-технологічних рішень має базуватися не на окремих елементах, а на їх комплексній взаємодії.

Запропонована систематизація дозволяє інженерам на етапі проєктування організації будівництва (ПОБ) обирати раціональні рішення для досягнення директивних термінів. Для реального впровадження рекомендованих комбінацій необхідно розробити деталізовані технологічні карти та провести їх економічне обґрунтування для конкретних умов будівельного майданчика.

Список літератури

1. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Київ: Мінрегіонбуд України, 2017.
2. Шрейбер А.К., Абрамов Л.І. Організація і планування будівництва. К.: Вища школа, 2018. 320 с.
3. Технологія будівельного виробництва / За ред. І.І. Ветрова. Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 288 с.

УДК 621.186.4

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ЛОКАЛЬНОГО ПІДСИЛЕННЯ НА МІЦНІСТЬ І ДЕФОРМАТИВНІСТЬ ДЕРЕВ'ЯНИХ З'ЄДНАНЬ

Д. Полудень *ст. гр. БІ-24М,*
В. Яцун, *професор, доктор техн. наук*
Центральноукраїнський національний технічний університет

Одним з найбільш ефективних методів посилення дерев'яних елементів є зміна статичної схеми роботи конструкції. Посилення дерев'яних конструкцій розділяються на наступні види:

1. Армування дерев'яних конструкцій. Армування дерев'яних конструкцій являє собою посилення дерев'яних конструкцій за допомогою стрижнів або напівкаркасів, які являють собою поздовжні стрижні арматури, приварені до поперечин, які у свою чергу запобігають частковому або повному руйнуванню конструкції. Армування допомагає знизити повзучість, а також скоротити вплив пороків деревини на несучу здатність. Армування дерев'яних конструкцій має як позитивні, так і негативні сторони.

Основними мінусами є:

- гниття деревини в місцях посилення;
- різниця реакції дерев'яних і металевих елементів на зміну температурно-вологісного режиму;
- горючість деревини.

Основними плюсами є:

- збільшення терміну служби конструкції;
- зниження повзучості конструкції;
- спрощення монтажу й реконструкції дерев'яної конструкції;
- зниження навантаження на дерев'яну конструкцію.

Даний вид допомагає розвантажити дерев'яну конструкцію, тим самим зменшуючи деформацію, частина навантаження буде припадати на армоване посилення, що дозволить збільшити термін служби конструкції.

2. Посилення дерев'яними й металевими накладками. Даний вид має на увазі зміцнення конструкцій у таких випадках:

- незадовільний стан;
- зменшення несучої здатності;
- зміни, які спричинять збільшення ваги на перекриття.

Дерев'яні накладки не вимагають зміни умов експлуатації, і застосовуються тільки на ушкоджену ділянку. Металеві накладки також не вимагають змін умов експлуатації.

Вуглеволокно - досить новий вид матеріалу, який ще не застосовується в великих масштабах. Основною перевагою використання матеріалів на основі вуглеволокна в дерев'яному будівництві є: мала вага, міцність, екологічність, стійкість до хімічних середовищ, довгий термін служби дерев'яних конструкцій.

Список літератури

1. Meier, U. International Conference on FRP composites in Civil engineering. Hong Kong, China, 12–15 December 2001. p. 967–974.

ВИКОРИСТАННЯ ПНЕВМОТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ

С. Пономаренко, *ст. наук. співроб., доктор техн. наук*
Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України
В. Яцун, *професор, канд. техн. наук*
Центральноукраїнський національний технічний університет

Внаслідок діяльності підприємств паливно-енергетичного комплексу в Україні існує ціла низка проблем техногенно-екологічного характеру, що зумовлені наявністю на поверхні землі великої кількості техногенних покладів залишків видобутку та переробки вуглецевмісної сировини (ЗВПВС), нагромадження яких викликає небезпечні техногенні зміни. Такий стан речей потребує створення та впровадження в промисловість інноваційних високоефективних безвідходних технологій раціонального використання цих техногенних покладів. В межах вирішення існуючих проблем з дотриманням екологічних і ресурсозберігаючих норм виконання робіт з ЗВПВС виникає необхідність виконання робіт по підготовці та транспортуванні цієї сировини до місця її перетворення або утилізації.

По своїй суті ЗВПВС це сипкий матеріал, а саме дисперсна система, яка складається з довільної форми твердих частинок, що знаходяться в контакті між собою. В більшості випадків це середовище представляє собою в певних співвідношеннях бінарну суміш вугілля і породи з різним фракційним складом. Загалом більша частина ЗВПВС є тонкодисперсним полідисперсним сипким матеріалом, що складається з дрібних або дуже дрібних частинок.

Одним із економічно доцільних, технологічно і технічно виправданих видів транспорту ЗВПВС як сипких матеріалів є пневматичний трубопровідний транспорт. Цей вид транспорту різноманітних сипких матеріалів широко використовується на підприємствах гірничо-металургійного комплексу (для транспортування відходів їх діяльності та в інших технологічних операціях), деревопереробної та харчової галузі, на заводах будівельних матеріалів та в теплоенергетиці (при подачі вугільного пилу до топок та видалення золи). Пневматичні транспортні системи (ПТС) використовують для переміщення по трубопроводу дрібно - і середньошматкового вугілля, подрібненої породи, різного виду порошкових і дрібнозернистих, а також дрібнодисперсних сухих матеріалів.

Доцільність використання цього виду транспортування обумовлена його значною продуктивністю (200...300 т/ч і більш) і великим радіусом дії (з можливістю переміщення матеріалу по трасі будь-якої конфігурації з протяжністю до 2 км при великому перепаді висоти), насамперед, в самих обмежених виробничих умовах. До цих умов відносяться, зокрема, підземні гірничі виробки, в яких можлива утилізація ЗВПВС.

Багаторічні фундаментальні і прикладні дослідження в області створення та практичного використання пневматичного трубопровідного транспорту, виконані в Інституті геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, стали основою формування нових напрямків в розробці різних видів ПТС: від малогабаритних ежекторних машин (дільничний пневмотранспорт з відстанню транспортування до 200 м) та камерних машин (цеховий пневмотранспорт з відстанню транспортування до декількох кілометрів) до магістральних трубопровідних систем (з відстанню транспортування до десятка кілометрів). Все це устаткування пройшло промислову апробацію на гірничо-видобувних підприємствах при вирішенні стратегічно важливих для цієї галузі питань утилізації гірської породи трубопровідними системами.

В класі малогабаритних ежекторних машин ПТС розроблено типорозмірний ряд вібраційно-пневматичних машин (ВПМ) з кільцевим ежектором, які дозволяють при веденні закладувальних робіт підняти відсоток заповнення виробленого простору гірничої виробки

до 90 % і навіть більше. Використання в ВПМ комплексного впливу на дисперсний матеріал сил вібрації та аеродинаміки дає змогу транспортувати різні види (включаючи липкі і вологі) сипкі матеріали. ВПМ може використовуватись як самостійно, так і в складі закладувальних комплексів у різних технологічних процесах гірничого виробництва, насамперед, у технологіях утилізації відходів видобутку та переробки корисних копалин, а також ЗВПВС, у виробленому просторі шахт.

З використанням фундаментальних положень і методів класичної механіки та газодинаміки під час виконання досліджень по пневмотранспортуванню ЗВПВС з урахуванням їх фізико-хімічних властивостей встановлено:

- вплив вологості та гранулометричного складу ЗВПВС на характеристики процесу пневмотранспортування цього виду сипкого матеріалу по горизонтальному трубопроводу;
- раціональні технологічні параметри трубопровідного пневмотранспортування ЗВПВС;
- основні раціональні параметри пневмотранспортування вологого полідисперсного матеріалу в горизонтальному трубопроводі, в тому числі витратні характеристики процесу трубопровідного пневмотранспортування цього виду сипкого матеріалу.

Окремо слід зауважити, що в ході проведення досліджень магістральних трубопровідних ПТС основна увага акцентувалася на створенні без перевантажувальних схем транспортування брикетованого матеріалу в вигляді сфер-брикетів на досить великій відстані. Вибір сфери подібної форми брикету дозволив в порівнянні з існуючими видами транспорту знизити приблизно на два порядки питомі енерговитрати на транспортування матеріалу (до 0,01 кВт·год/т·км) за рахунок зниження коефіцієнта тертя ковзання.

Використання отриманих результатів досліджень ЗВПВС дозволить вдосконалити процеси аеродинамічного переміщення аеросуміші по транспортному трубопроводу з урахуванням фізико-хімічних властивостей дисперсної фази аеросуміші. В підсумку це дозволить вирішити проблему екологічного і ресурсозберігаючого транспортування вуглецевмісних техногенних залишків до місць їх:

- переробки, наприклад, до обладнання плазмового перетворення цих залишків в газ, що значно зменшить техногенне навантаження на навколишнє середовище і збільшить паливні ресурси в енергетичній галузі;
- утилізації в виробленому просторі шахт, що дасть можливість розв'язати як соціально-економічні та екологічні проблеми, так і головні гірничотехнічні завдання, які стосуються управління гірничим тиском.

Відносно утилізації ЗВПВС в виробленому просторі шахт слід зауважити, що забезпечення досягнення високої щільності закладувального масиву дає можливість підтримувати виїмкові штреки у робочому стані на весь період їх експлуатації. Це дасть змогу збільшити видобуток вуглецевмісної сировини до 40 % та знизити собівартість 1 т вугілля приблизно на 14 %.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ РУХУ МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

О. Д. Почужевський, доц., канд. техн. наук,
В. Ю. Федірко, ст. гр. АТ-24-2м,
Криворізький національний університет

Одним з ключових показників якості послуг міського громадського транспорту є стабільність графіків перевезення, яка безпосередньо залежить від якісного розкладу. Стабільні інтервали руху транспортних засобів є важливою рисою систем пасажирського транспорту регулярного сполучення, які забезпечують надійне та високоякісне обслуговування пасажирів. Нерівномірні інтервали призводять до накопичення транспортних засобів у групи (тобто, транспортні засоби не рухаються послідовно) [1; 2]. Інші негативні наслідки таких порушень [1; 2]: збільшення часу очікування пасажирів; збільшення пасажирських заторів, що призводить до зниження якості транспортного обслуговування; збільшення ймовірності відмови пасажирам у посадці; збільшення часу перебування пасажирів на зупинках; тривалий час очікування в чергах поблизу станцій; збільшення маневрів на транспортних засобах, що збільшує ризик аварій під час перевезення.

Для зменшення цих негативних наслідків під час розробки розкладів міського громадського транспорту рекомендується враховувати спільні маршрути для транспортних засобів на різних лініях [3]. Якщо в одній частині транспортної мережі працює кілька автобусних маршрутів, то щоб уникнути зупинок, необхідно узгодити розклади руху різних маршрутів та скоригувати час відправлення для кожного маршруту.

Враховуючи події, що відбулися в багатьох великих містах протягом останнього десятиліття, експлуатаційна ефективність мереж пасажирського транспорту терміново потребує оптимізації шляхом впровадження певних змін. Підвищення ефективності мережі може бути досягнуто шляхом оптимізації роботи різних режимів руху транспортних засобів на маршруті. Вкрай важливо ефективно організувати пасажирські перевезення, щоб різні режими руху можна було використовувати на одних маршрутах. Оскільки ми не можемо штучно поєднувати різні маршрути руху, виникає необхідність використання математичної моделі.

Вибір необхідної математичної моделі для оптимізації руху є важливим етапом, так як вона повинна ефективно моделювати умови руху автобусів на маршрутах мережі та розраховувати основні показники для різних типів руху на різних маршрутах. Для перевірки ефективності розробленої математичної моделі, важливо обирати критерії оцінки маршрутної мережі, які відповідають потребам пасажирів, місцевої влади та перевізників.

Створення математичної моделі здійснюється в декілька етапів: визначення цілей моделювання; збір вихідних даних; розробка математичної моделі; визначення методів моделювання; перевірка моделі на адекватність та можливість корегування; проведення експериментів на основі моделей; аналіз результатів моделювання та визначення висновків.

Моделі можна класифікувати на [4]: аналогові - базуються на використанні аналогій різних типів; графічні моделі у вигляді блок-схем, графів та таблиць; математичні – у вигляді математичних систем (цільова функція, критерії та обмеження); імітаційні – у вигляді програм ЕОМ.

Метою імітаційного моделювання є проектування або побудова імітаційної моделі та її використання для проведення імітаційних експериментів для вивчення продуктивності та поведінки досліджуваної системи.

Основними перевагами імітаційного моделювання можна назвати: можливість експериментувати з моделями систем, які неможливо повністю протестувати з різних причин; дозволяє аналізувати всю роботу всієї системи; скорочує час, необхідний для прийняття проектних

рішень та оцінки їх ефективності; дозволяє аналізувати проектні схеми для великих систем та їх поведінку під впливом певних факторів впливу.

Для оптимізації руху транспорту варто створити алгоритм оптимізації інтервалів руху транспортних засобів у місті. Алгоритм має враховувати щільність транспортного потоку, час доби та рівень завантаженості окремих маршрутів. Його впровадження забезпечить зменшення заторів, підвищення ефективності перевезень і скорочення часу очікування пасажирів. Використання цифрових систем моніторингу допоможе своєчасно коригувати графіки руху та адаптувати транспортну мережу до реальних умов міського середовища.

Алгоритм має генерувати такі схеми транспортного обслуговування на основі заданого маршруту та вихідних даних: пасажирські перевезення у звичайному режимі; поєднання руху перевезень у звичайному режимі та в режимі маршрутного таксі; поєднання перевезень у звичайному режимі та у режимі «експрес»; перевезення в режимі маршрутного таксі.

Список використаних джерел

1. Галик Н.М. Удосконалення державного регулювання міського пасажирського транспорту / Н.М. Галик // Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 27-28 листопада 2019 року. Т. : ТНТУ, 2019. Том 1. С. 164.
2. Гілевська К. Ю. Удосконалення організації перевезень пасажирів міським громадським транспортом за критеріями якості: дис. канд. техн. наук : 05.22.01. Київ, 2017. 193 с.
3. Методи прогнозування. URL: https://stud.com.ua/40990/ekonomika/modeli_trendiv???history=0&pfid=1&sample=9&ref=0 (дата звернення: 07.11.2025).
4. Почужевський О.Д. Оцінка ефективності роботи вантажного автотранспорту / О.Д. Почужевський. – 2018. – IR NMU. – Режим доступу: <https://ir.nmu.org.ua/entities/publication/9e1e8f13-0b64-4aff-aed1-5482a161d6d5>.
5. Кристопчук М.Є., Бучак Н.О., Почужевський О.Д. Встановлення параметрів завантаженості зупиночних пунктів громадського пасажирського транспорту / М.Є. Кристопчук, Н.О. Бучак, О.Д. Почужевський. – 2020. – Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. «Підвищення надійності машин і обладнання». – С. 211–213. – Режим доступу: <https://dSPACE.kntu.kr.ua/items/b440ab90-c1bc-4963-bd43-5d7193384a41>.
6. Почужевський О.Д., Федірко В.Ю., Почужевський В.Д. Вплив кризових подій в Україні на транспортний сектор Європи та адаптація логістики до нових умов / О.Д. Почужевський, В.Ю. Федірко, В.Д. Почужевський. – 2025. – Матеріали наукової конференції «Інноваційні технології підготовки кадрів для промисловості та транспорту». – Режим доступу: <https://ir.nmu.org.ua/entities/publication/934e81ee-6af0-43da-8858-e240a20e0b65>.
7. Почужевський О.Д., Почужевський В.Д. Особливості формування логістичних зв’язків автомобільним транспортом у військовий час / О.Д. Почужевський, В.Д. Почужевський. – 2024. – Матеріали наукової конференції «Інноваційні технології підготовки кадрів для промисловості та транспорту». – Режим доступу: https://okmm.nmu.org.ua/ua/CITEPTMTI2024_2.php.

РОЛЬ ПОВІТРЯНОГО ЗАЗОРУ В КОНСТРУКЦІЇ БУФЕРНОЇ ГУМОВОЇ ФУТЕРОВКИ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ УДАРНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

О.О. Руденко, аспірант

В.В. Яцун, доц., докт. техн. наук

С.О. Джирма, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Для захисту барабанів кульових млинів від ударних та абразивних навантажень традиційно використовуються важкі металеві бронеплити, вага яких може сягати 30% від загальної ваги млина [1]. Перехід на суцільні гумові футеровки, хоч і зменшує вагу та рівень шуму, не завжди є ефективним, оскільки гума, закріплена на жорсткій металевій основі (корпусі барабана), швидко руйнується від ударних навантажень.

Інші рішення, як-от оболонкові футеровки з герметичними порожнинами, мають значну висоту, що зменшує корисний робочий об'єм барабана і робить їх непридатними для млинів середніх типорозмірів [2].

Метою даної роботи є теоретичне обґрунтування ролі повітряного зазору в конструкції "буферної" гумової футеровки як ключового елемента для ефективного демпфування ударних навантажень.

Проблема суцільної гумової футеровки полягає в її високій загальній жорсткості, оскільки вона встановлена на абсолютно жорсткій основі. Запропонована буферна конструкція (рис. 1) складається з гумової плити, яка спирається на опорні ребра, утворюючи між плитою та корпусом барабана повітряний зазор.

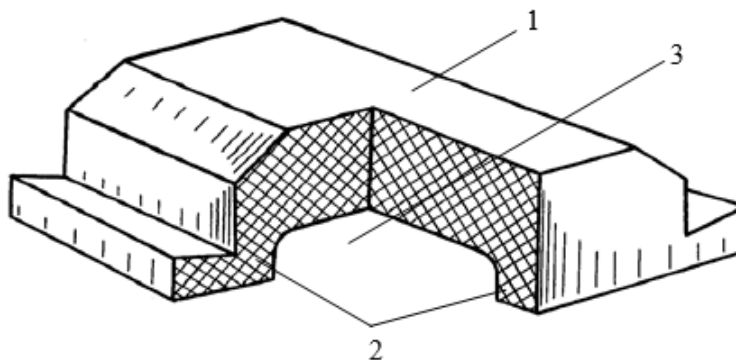
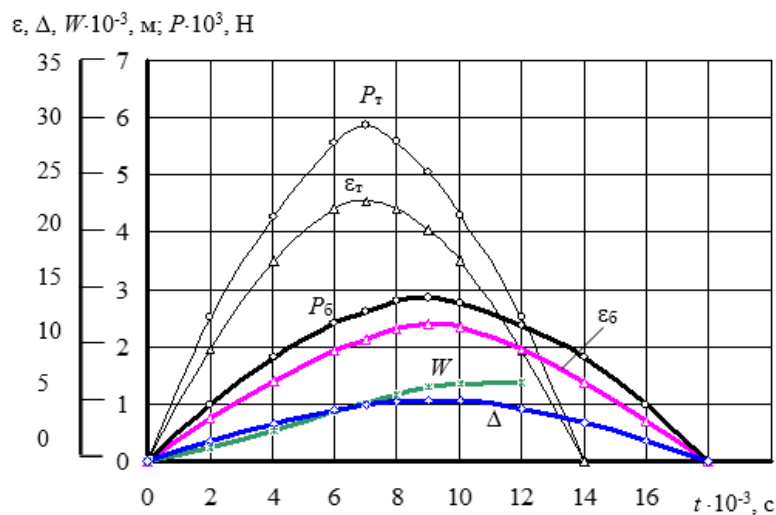


Рисунок 1 – Конструкція буферної гумової футеровки: 1 – гумова плита, 2 – опорні ребра, 3 – повітряний зазор.

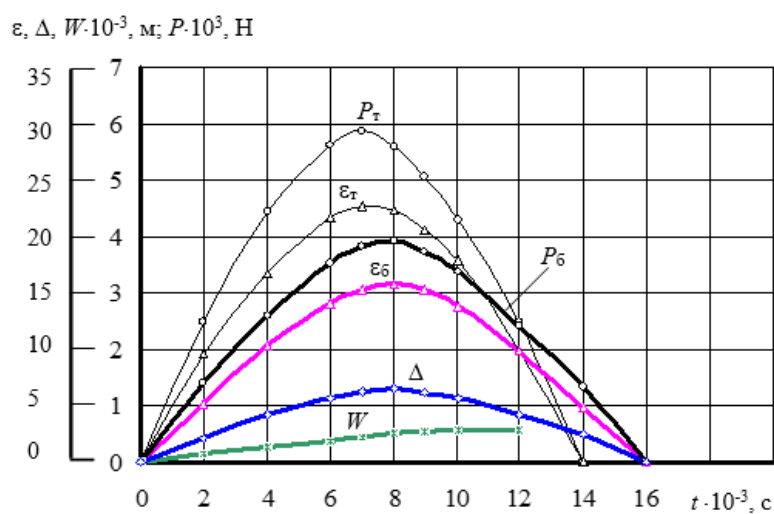
Цей зазор виконує роль пружної амортизаційної опори. Завдяки йому, під час удару мелючого тіла деформується не лише локальна зона контакту, а відбувається загальний прогин W усього шару гуми над повітряним зазором.

Таким чином, деформація системи складається з трьох компонентів: контактного впровадження кулі в поверхню гуми (ϵ), прогину шару гуми (W) та осадки опорних ребер (Δ). Це принципово змінює жорсткість системи. Відповідно до теорії удару, сила удару P залежить від загальної жорсткості системи S . У буферній конструкції загальна жорсткість S є комбінацією складових: S_{y0} – ударна жорсткість гуми (жорсткість шару гуми по товщині), S_{z0} – згинаюча жорсткість шару гуми (над повітряним зазором) і S_p – жорсткість опори (жорсткість опорних ребер). Введення повітряного зазору (пружної опори) дозволяє знизити загальну жорсткість системи щонайменше вдвічі.

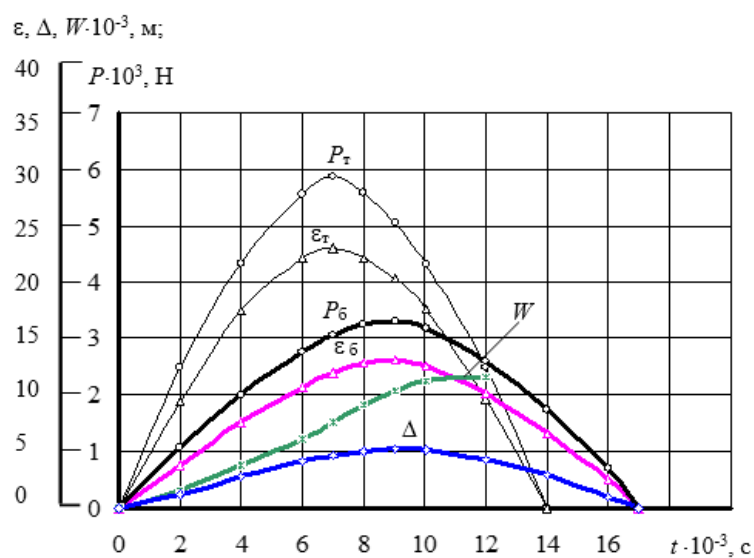
Математичне моделювання ударної взаємодії (рис. 2) для змінної товщини шару гуми над повітряним зазором (в процесі зношування під час роботи) підтвердило це положення.



а



б



в

Рисунок 2 – Графічна інтерпретація результатів розв’язання рівняння, що описує процес ударної взаємодії кулі, яка вільно падає, із гумовою футеровкою буферної конструкції: а – товщина шару гуми над повітряним зазором 0,09 м, б – 0,07 м, 0,05 м.

На рис. 2 представлено вплив товщини еластичного шару гуми, розташованого над повітряним проміжком, на характер поглинання ударної енергії: а – при товщині шару

0,09 м, б – при зменшенні товщини до 0,07 м та 0,05 м відповідно, всі величини з індексом "б" відносяться до випадку співудару кулі з буферною гумовою футеровкою, з індексом "т" до випадку співудару з гумовою футеровкою традиційної конструкції.

Наявність повітряного зазору, що забезпечує прогин W та осадку Δ , дозволяє збільшити загальний час удару в 1,2-1,3 рази. Як наслідок, контактні зусилля і напруження в матеріалі футеровки знижуються в 1,3-2,5 рази порівняно з традиційною суцільною гумовою плитою.

Висновок. Повітряний зазор і опорні ребра у гумовій футеровці є ключовими конструктивними елементами, які в комплексі виконує функцію демпфера. Це дозволяє гумовій плиті працювати на згин і на осадку, а не лише на стиск, знижуючи загальну жорсткість системи. Це призводить до ефективного поглинання та зниження енергії удару, що знижує навантаження на корпус барабана та підвищує зносостійкість самої футеровки.

Список використаних джерел

1. Настоящий, В.А. Барабанны млины: основы конструирования, расчетов та эксплуатации: Навчальний посібник / В.А. Настоящий, В.П. Франчук, Є.К. Солових, О.В. Анциферов, С.Є. Катеринич. – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2008 – 178 с.
2. Джирма С.А., Настоящий В.А. Розробка конструкцій гумових футеровок барабаних і трубних млинів діаметром 3,6-4,2 м // Наука – виробництву 2008. Збірник тез доповідей студентів і магістрантів на XLII науковій конференції та аспірантів і викладачів на XXXIX науковій конференції. – Кіровоград: КНТУ. – 2008. – С. 263.
3. 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 навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій : І 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.

УДК 691.328.45

ТЕХНОЛОГІЯ КЛАДКИ З ГАЗОБЕТОННИХ БЛОКІВ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ

О. Сатула, студ. гр. БІ-23-2

С. Джирма, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

З. Аносова, викладач

Кропивницький фаховий будівельний коледж

У сучасному будівництві значну увагу приділяють матеріалам, що поєднують у собі високі показники енергозбереження, технологічність монтажу та економічну доцільність. Одним із таких матеріалів є автоклавний газобетон (газоблок), який завдяки своїм фізико-механічним властивостям, а саме, низькій теплопровідності, малій вазі, високій точності геометрії, займає значне місце серед сучасних стінових матеріалів. Його широке застосування охоплює житлове та комерційне будівництво, будучи особливо затребуваним у малоповерхових об'єктах (до трьох поверхів), де важливими є скорочення термінів зведення та суттєве зниження маси конструкцій. Попри очевидні переваги, технологія мурування з газоблоків вимагає дотримання низки специфічних технічних вимог, від виконання яких безпосередньо залежить надійність, експлуатаційна довговічність і проектна енергоефективність зведених конструкцій.

Газобетон є штучним ніздрюватим кам'яним матеріалом із пористою структурою, що виготовляється із сировинної суміші, яка складається з кварцового піску, цементу, вапна, води і газотворювача. Густина газобетону для стінових конструкцій зазвичай становить 300-700 кг/м³, що значно зменшує навантаження на несучі конструкції та фундамент. Газобетонні блоки мають високі теплоізоляційні характеристики, фактично він сам є теплоізоляційним матеріалом, тому стіни виготовлені з нього не потребують додаткового зовнішнього утеплення. Однак, пориста структура газобетону потребує забезпечення зовнішнього оздоблення та захисту від атмосферної вологи.

Значний вплив на якість кладки стін з газобетону мають підготовчі роботи. Фундамент необхідно вирівняти в горизонтальній площині та обов'язково влаштувати горизонтальну гідроізоляцію, що запобігає потраплянню вологи в тіло стіни. Перший ряд газобетонних блоків укладають на цементно-піщаний розчин товщиною 10-20 мм. За допомогою цього шару компенсуються нерівності основи та забезпечується горизонтальність першого ряду. Наступні ряди блоків укладають на спеціальний клей, призначений для склеювання газобетонних блоків з товщиною шва 1-3 мм (рис. 1).



Рисунок 1 – Процес кладки стін із газобетонних блоків

Тонкошарова кладка дозволяє мінімізувати вплив "містків холоду" через стики і зменшує загальні тепловтрати стіни та забезпечує майже повну однорідність конструкції (рис. 2).



Рисунок 2 – Зовнішній вигляд стін із газобетонних блоків

Для підвищення міцності конструкції та запобігання утворення тріщин, виконується конструктивне армування кладки з газобетонних блоків. Арматуру або арматурні сітки розташовують у горизонтальних швах через кожні три-чотири ряди кладки по висоті і над усіма пройомами. Після завершення мурування поверхні стін необхідно захистити від зовнішніх атмосферних впливів.

Газобетон має значні переваги, такі як мала об'ємна маса, висока теплоефективність, екологічність, простота обробки. Однак даний вид стінового матеріалу має певні технічні обмеження. У порівнянні з цеглою газобетон має нижчу міцність на стискання і це обмежує його застосування у несучих конструкціях багатоповерхових будівель. При спіранні важких конструктивних елементів потрібно влаштовувати армовані пояси, щоб уникнути місцевого руйнування блоків. Недоліком газобетону також є його висока гігроскопічність, він інтенсивно вбирає вологу, що призводить до втрати теплоізоляційних характеристик. Щоб уникнути цього недоліку потрібно ретельно захищати поверхні конструкцій з газобетону від впливу вологи.

Аналізуючи переваги та недоліки кладки з газобетонних блоків можна зробити наступні висновки. Для зведення малоповерхових житлових та громадських споруд (до 3-ох поверхів) газоблок є економічно виправданим матеріалом. Його успішне використання потребує врахування фізичних властивостей, дотримання технології кладки та застосування якісних матеріалів і систем для захисту від вологи. Виконання перерахованих вимог гарантує не проектну міцність, довговічність і високу енергоефективність будівель виконаних з газобетону.

УДК 633.853.32.

ОПТИМІЗАЦІЯ ХАРАКТЕРИСТИ КОЛОН КАРКАСА СКЛАДУ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН З ВИКОРИСТАННЯМ САПР «SOLIDWORKS»

Сбаіх Махамуд А.Б., магістрант гр. БІ 24МЗ

В. Настоящий., канд.техн. наук, професор

Центральноукраїнський національний технічний університет

Мета цієї роботи полягала у застосуванні САПР «SolidWorks » для вивчення напружено-деформаційного стану та обґрунтованого вибору оптимальних параметрів металевих колон. Об’єктом дослідження став металевий каркас складу вибухонебезпечних речовин (технічних газів) в Миколаївській області.



Рисунок 1 - Модель металевого каркасу будівлі складу побудована в середовищі «Solid works Simulation».

Після визначення навантажень був виконаний підбір перерізів та проектування основних металевих конструкцій каркасу складу, зокрема колон.

З метою уточнення розрахунків та оптимізації металоконструкції виконувалось моделювання каркасу складу в середовищі САПР «Solid works Simulation». Аналіз попередніх розрахунків показав, що найбільші навантаження припадають на основу колони (рис.2, 3).

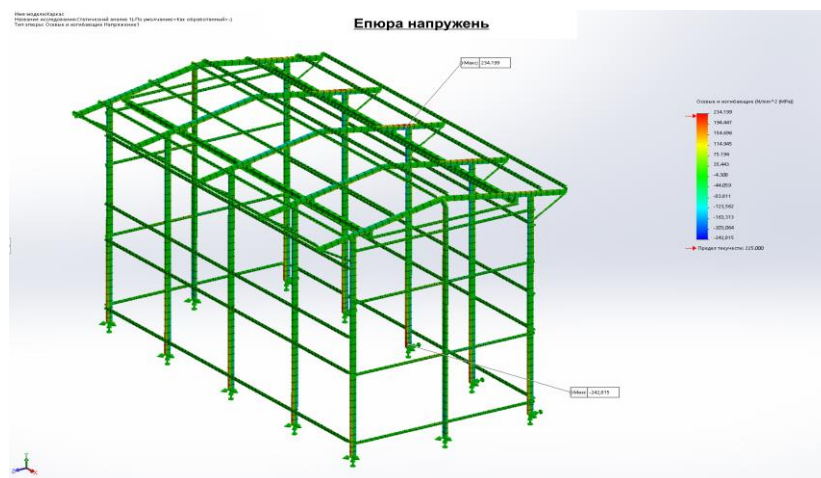


Рисунок 2 - Графічне зображення напружень, які діють на елементи металевого каркасу.

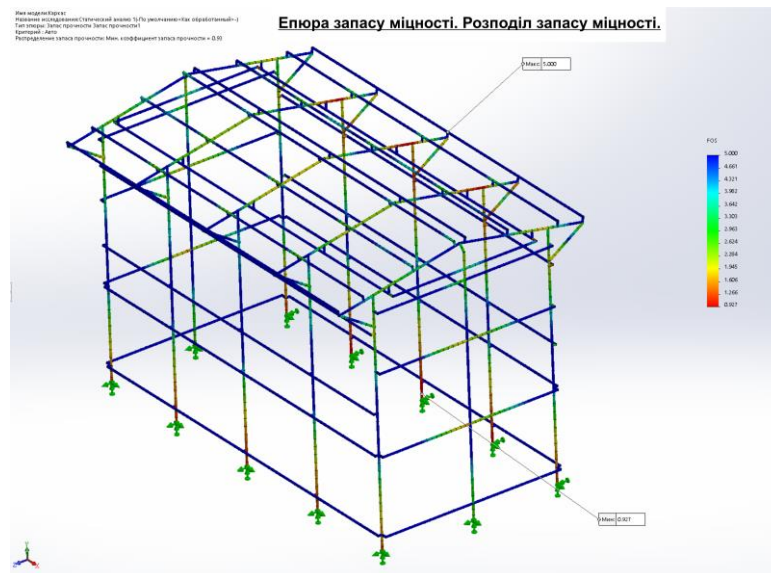


Рисунок 3 - Графічне зображення розподілу запасів міцності в елементах металевого каркасу.

Тому було прийняте рішення підсилити бази колон косинками з листового металу та врахувати їх наявність в розрахунках .

На рис. 4 та рис.5 наведені графічні зображення напружень в елементах каркаса, виконаних за варіантом 1 і варіантом 2 відповідно.

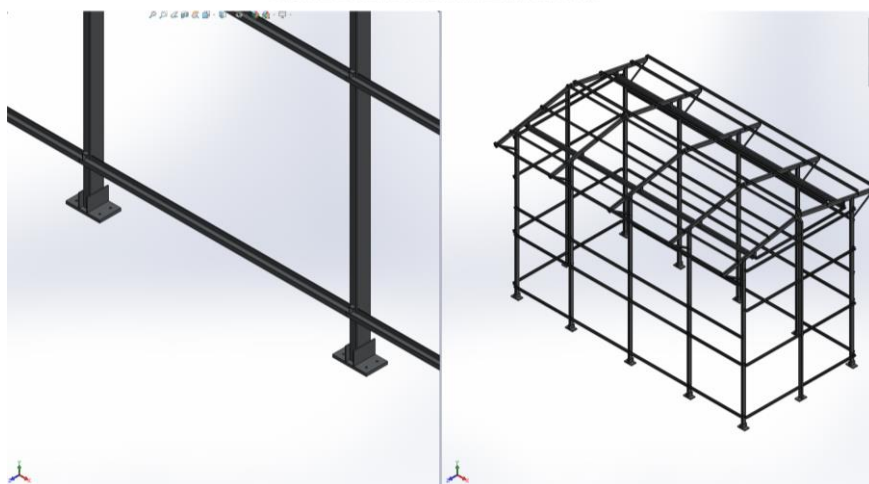


Рисунок 4 - База колон та косинки прийняті згідно попереднього проектування та графічне зображення напружень, які діють на елементи металевого каркасу.

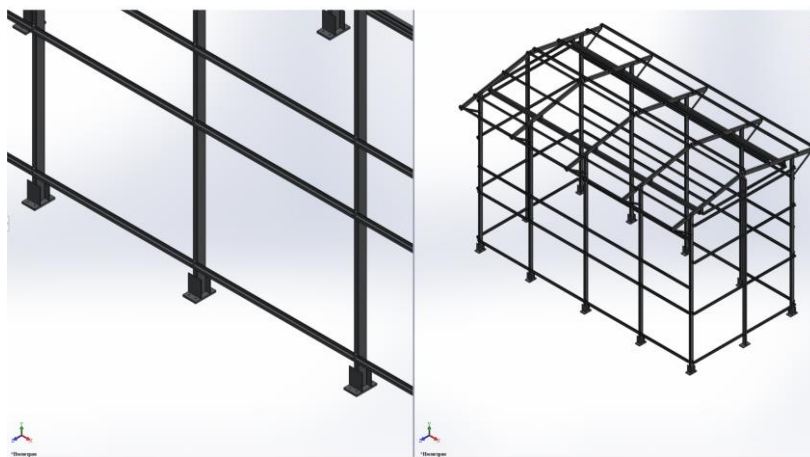


Рисунок 5 - Запропонована база колони розгорнута на 90° та з косинками, збільшеними на 150 мм і графічне зображення напружень, які діють на елементи металевого каркасу.

. Аналіз отриманих результатів свідчить, що максимальний рівень напружень в елементах каркасу будівлі складу, виконаних з використанням косинок з листового металу становить на 7 % менше порівняно з колонами, в розрахунках яких не врахована наявність косинок бази колон (рис. 6, 7)

Варіант 1. (154 МПа)

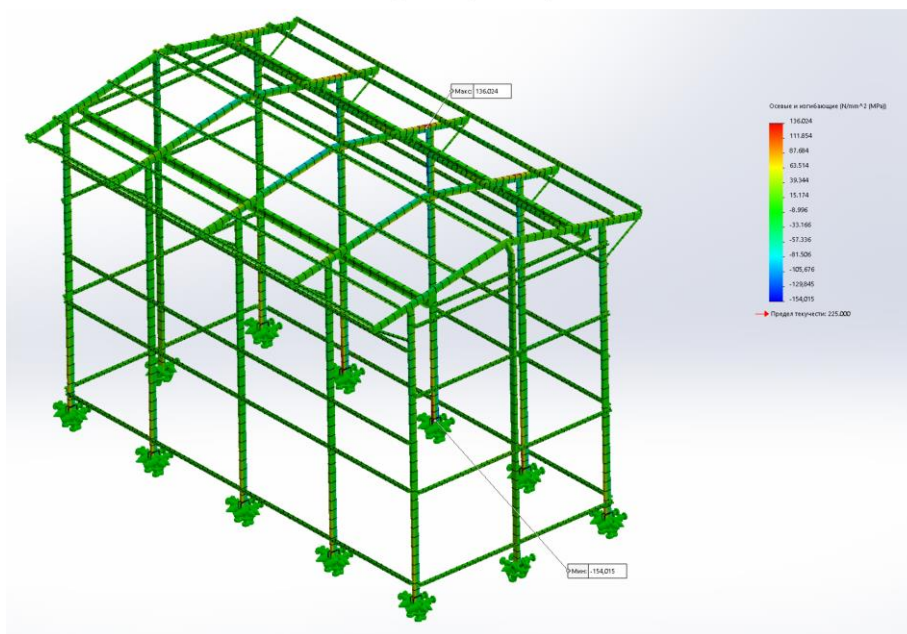


Рисунок 6 - Графічне зображення напружень в елементах каркаса, виконаних за варіантом 1.

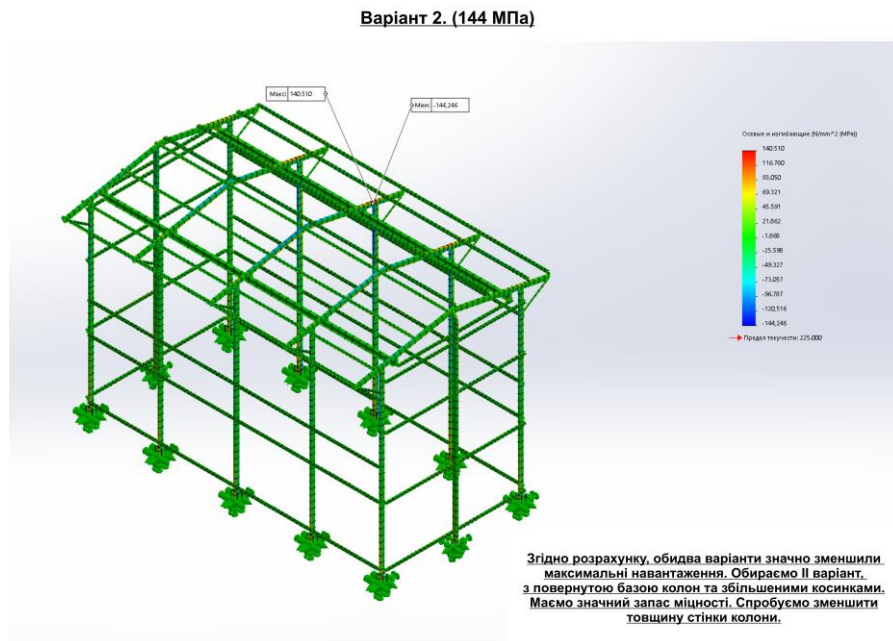


Рисунок 7 - Графічне зображення напружень в елементах каркаса, виконаних за варіантом 2.

Зниження рівня напружень дозволило запропонувати зменшити товщину стінки колони, та замінити трубу 160x80x5 на трубу 160x8x4 за ДСТУ 8639-82, при збереженні умов міцності колони, про що свідчить отримані в подальших дослідженнях значення напружень та коефіцієнта запасу міцності елементів каркасу, в якому впроваджено трубу 160x8x4 (рис.8.)



Рисунок 8 - Графічне зображення напружень в елементах каркаса, в якому впроваджено трубу 160x8x4.

Розрахована маса каркасу з використанням колон, виготовлених з труб 160x8x4 (ДСТУ 8639-82), складає на 182,6 кг менше порівняно з масою каркасу, в конструкції якого використовуються труби 160x8x5, що забезпечу економію 7, 3 тис. грн. Оптимізована конструкція колони була прийнята для 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 : навч. посіб. для студ. ВНЗ техн. спец. /

УДК 69.057

ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ МОНОЛІТНИХ СТІН З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМ НЕЗНІМНОЇ ОПАЛУБКИ ТИПУ ICF (INSULATED CONCRETE FORMWORK)

Н. Скрипник, студ. гр. БІ-23-1

С. Джирма, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

А. Жарова, викладач

Кропивницький фаховий будівельний коледж

Сучасні технології будівництва зведення будинків і споруд повинні поєднувати високу швидкість зведення, економічну доцільність та високі показники енергоефективності. Особливої актуальності в Україні набуває технологія монолітного будівництва з використанням незнімної опалубки, наприклад типу ICF (Insulated Concrete Formwork), що представляє собою блоки або панелі з пінополістиролу (EPS або XPS), які утворюють опалубочну конструкцію після заливки бетоном залишаються частиною цієї конструкції виконуючи функцію утеплювача (рис. 1).



Рисунок 1 – Фрагмент стіни виконаної в незнімній опалубці систем ICF (Insulated Concrete Formwork).

Дана технологія дозволяє скоротити терміни будівництва та отримати стіну, що відповідає нормам пасивного будинку [1]. Однак досягнути цих переваг можливо шляхом дотримання ключових правил технології виконання монолітного будівництва з використанням незнімної опалубки.

Метою роботи є проаналізувати основні етапи технології зведення монолітних стін за допомогою систем незнімної опалубки ICF, визначити їх послідовність та вплив на кінцеву якість конструкції.

Технологія зведення стін за системою ICF є комплексним будівельним процесом.

Традиційне зведення монолітної стіни та її утеплення виконується двома окремими технологічними циклами. Технологія зведення за допомогою незнімної опалубки поєднує їх в один технологічний цикл, який можна умовно розділити на декілька основних етапів.

1. Технологія підготовки основи. Від цього етапу залежить якість всієї стінової конструкції. Основа (поверхня фундаменту) повинна бути рівною у горизонтальній площині. Обов'язково виконується улаштування відсічної гідроізоляції для запобігання попадання капілярної вологи у стіну. На гідроізоляцію встановлюється перший ряд блоків з пінополістиролу (EPS або XPS). Цей ряд встановлюється на шар цементно-піщаної суміші, за допомогою якої вирівнюються нерівності основи.

2. Технологія монтажу блоків. Наступні ряди пінополістирольних блоків встановлюються за допомогою спеціальних пазо-гребневих замків, які забезпечують щільне прилягання та фіксацію. Збирання блоків виконують з урахування перев'язки вертикальних швів. Це важливо для рівномірного розподілу навантажень під час заливки бетонної суміші в блоки.

3. Технологія армування. Блоки мають пластикові зв'язки (фіксатори), які обладнані спеціальними пазами (замками) для укладання і кріплення арматури. Технологія передбачає укладання горизонтальних арматурних стержнів у кожному ряду блоків. Вертикальна арматура встановлюється з кроком який вказано в проекті. Всередині опалубки з горизонтальної і вертикальної арматури утворюється просторовий арматурний каркас.

4. Технологія бетонування. Це найбільш відповідальний етап. Стіна з пінополістирольних блоків має невелику вагу і стійкість, тому існує ризик її пошкодження або зміщення під тиском бетонної суміші. Щоб запобігти цьому технологія вимагає встановлення риштувань. При висоті стіни понад 3 ряди (близько 1,2 м) обов'язковим є застосування спеціалізованих ICF-риштувань. Вони мають подвійне призначення: служать робочими підмостками по яким пересуваються будівельники і мають систему підкосів з гвинтовими стяжками (Turnbuckle) для фіксації та вирівнювання стіни по вертикалі.

Бетон у конструкцію стіни подається поступово, і укладається шарами висотою по 50-60 см, з рухом по периметру в одному напрямку. Це дозволяє тиску суміші розподілятися рівномірно і запобігає порушенню стійкості стіни. Бетонна суміш ущільнюється коротким глибинним вібратором, що забезпечує рівномірне заповнення всіх порожнин.

5. Технологія оздоблювальних робіт. Після набору бетоном міцності стіна з незнімною опалубки потребує оздоблення. Технологія зовнішнього оздоблення передбачає армування сіткою та нанесення спеціальних штукатурних сумішей для пінополістиролу або монтаж систем вентильованого фасаду.

Висновки. Технологія зведення стін із застосуванням незнімної опалубки є інноваційним процесом, де кожен етап – від гідроізоляції фундаменту до пошарової заливки бетону є значно важливим. На відміну від традиційних методів, ця технологія об'єднує в єдиний цикл зведення несучої конструкції і її теплоізоляцію. Дотримання технологічної послідовності є ключовою умовою для реалізації переваг системи: досягнення високої швидкості будівництва, міцності будинку та проектних показників енергоефективності.

Список використаних джерел

1. ELEMENTICF: веб-сайт. URL: <https://elementicf.com> (дата звернення: 05.11.2025)
2. Fox Blocks. Technical Documentation & Installation Guides: веб-сайт. URL: <https://www.foxblocks.com> (дата звернення: 05.11.2025)
3. Izodom 2000 Polska. Technologie murowania веб-сайт. URL: <https://www.izodom2000polska.com> (дата звернення: 05.11.2025)

УДК 699.887:691.32:691.57

ДОСЛІДЖЕННЯ РАДОНОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ФАРБИ І РУЛОННИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПОКРИТТЯ БЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

А. Сорокін, ст. гр. БІ-24М,

Г. Красота., асистент

Н. Квятковська, асистент

В. Дарієнко, доцент, канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Радон-222 є інертним радіоактивним газом природного походження, що утворюється в результаті розпаду урану-238, який міститься у ґрунтах та гірських породах. Радон є основним джерелом радіаційного опромінення населення (до 50% загальної дози) у приміщеннях і визнаний канцерогеном першої групи. Радон проникає в будівлі переважно з ґрунту через механізми дифузії та конвекції, використовуючи будь-які шляхи: технологічні отвори, тріщини, стики та, що найбільш важливо, через пористу структуру бетонних конструкцій (фундаменти, підлоги підвалів). Оскільки бетон має значну пористість, він не може вважатися ефективним бар'єром. Для забезпечення безпечного рівня концентрації радону необхідно застосування спеціальних радонозахисних бар'єрів.

Метою роботи є розробка науково обґрунтованої методики та планування експериментального дослідження ефективності різних типів фарб, полімерних покриттів та рулонних матеріалів як захисних шарів для бетонних конструкцій. Дослідження спрямоване на кількісну оцінку їхньої здатності знижувати коефіцієнт дифузії радону до рівня, що відповідає вимогам національних норм радіаційної безпеки (НРБУ).

Планується проведення комплексного експериментального дослідження, що включає порівняльну оцінку різних груп матеріалів-бар'єрів:

1. Підготовка Тестових Зразків: Будуть виготовлені контрольні зразки пористого бетону (з високим В/Ц) як типового матеріалу фундаментів. На поверхню контрольних зразків буде нанесено різні типи захисних покриттів:
 - Фарби/Покриття: Дослідження включатиме епоксидні, поліуретанові та високощільні акрилові фарби. Важливим параметром є дослідження залежності радонозахисних властивостей від товщини шару (нанесення у 2, 3 та 4 шари).
 - Рулонні Матеріали: Будуть протестовані бітумно-полімерні гідроізоляційні мембрани (зокрема, СБС-модифіковані), а також поліетиленові плівки високої щільності (HDPE), які широко використовуються як паробар'єр.
2. Створення Дифузійного Потoku: Для кількісної оцінки буде використана спеціалізована герметична дифузійна камера, що дає змогу створити стаціонарний градієнт концентрації радону між джерелом (з високою концентрацією) та вимірювальною камерою (через тестовий зразок). Це дозволить виключити конвективний транспорт і зосередитися на чистому коефіцієнті дифузії ($SD_{\{Rn\}}$).
3. Вимірювання та Аналіз: Концентрація радону у вимірювальній камері фіксуватиметься за допомогою радіометричного комплексу (еманаційна камера та альфа-радіометр або високоточні радонометри). Ефективність матеріалу (Е) буде розрахована шляхом порівняння швидкості проникнення радону через покритий і непокритий зразки. Планується вивчити вплив вологості бетону на ефективність покриття.

Наукова новизна дослідження полягає у систематизації та отриманні кількісних даних щодо бар'єрних властивостей сучасних полімерних та бітумних будівельних матеріалів, які досі переважно оцінювалися лише як гідроізоляційні, а не як протирадонові. Результати дозволять науково обґрунтувати вибір матеріалів для їх включення в технічні рішення з радонозахисту.

Очікувані результати:

1. Встановлення залежності радонозахисних властивостей фарб від їхньої хімічної природи, товщини шару та ступеня адгезії до бетонної основи.
2. Обґрунтування, що рулонні бітумно-полімерні матеріали за рахунок своєї високої щільності та відсутності пор (за умови якісного укладання) демонструють найвищу ефективність ($E > 95\%$) як інтегральний протирадоновий бар'єр.
3. Визначення, що епоксидні та поліуретанові фарби є найбільш перспективними серед лакофарбових матеріалів, здатних забезпечити зниження потоку радону на 60–80% при оптимальній товщині шару.
4. Розробка практичних рекомендацій для проектувальників та будівельників щодо вибору та технології нанесення радонозахисних матеріалів на бетонні конструкції відповідно до вимог НРБУ.

Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення довговічності та стабільності радонозахисних властивостей обраних матеріалів. Критично важливим є дослідження впливу циклів заморожування/розморожування, механічних деформацій та тріщиноутворення в основі на цілісність та ефективність бар'єрного шару.

Список літератури

1. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97/Д-2000). Київ : МОЗ України, 2000.
2. Заїка П. В.. Радонозахист у цивільному будівництві : навч. посіб. Київ : КНУБА, 2021. 280 с.
3. Шевчук С. В.. Методи контролю радіаційного захисту будівельних матеріалів. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2020. 150 с.
4. Коваленко С. І.. Вивчення дифузії радону через бетонні та ґрунтові шари. *Вісник будівельної науки*. 2023. № 4. С. 85–92.

ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ПІДСИЛЕННЯ КАМ'ЯНИХ КЛАДОК ОБ'ЄКТІВ ІСТОРИЧНОЇ ЗАБУДОВИ

К. Станіла, ст. гр. БІ-24М,

Г. Красота, асистент

Н. Квятковська, асистент

В. Дарієнко, доцент, канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Збереження об'єктів історичної забудови є пріоритетним завданням для культурної спадщини України. Більшість таких будівель мають значний фізичний знос кам'яних кладок, спричинений тривалою експлуатацією, порушенням умов вологообміну, помилками попередніх реставрацій та впливом агресивних факторів навколишнього середовища (атмосферні опади, цикли замерзання-відтавання). Це призводить до деструкції розчину, появи тріщин та розшарування кладки.

Традиційні методи підсилення, що базуються на застосуванні портландцементу (ін'єкції, залізобетонні "сорочки"), часто є надмірно інвазивними. Вони порушують автентичність конструкцій та призводять до виникнення вторинних дефектів через фізико-хімічну несумісність матеріалів [1]. Наприклад, суттєво вищий модуль пружності цементу створює концентрацію напружень, а його низька паропроникність спричиняє блокування вологообміну, що призводить до накопичення вологи, корозії сталевих арматур та прискореної сольової ефлоресценції.

Недостатня апробація сучасних композитних матеріалів та спеціалізованих реставраційних сумішей в умовах України, а також відсутність адаптованої нормативної бази (ДСТУ) для їх застосування, викликає необхідність проведення глибокого аналізу їх ефективності, сумісності та довговічності безпосередньо для задач реставрації, а не лише загальнобудівельного ремонту.

Дана робота присвячена аналізу та порівняльній оцінці сучасних малоінвазивних технологій відновлення та підсилення кам'яних кладок з точки зору їх механічної ефективності, сумісності (хімічної, фізичної, механічної), довговічності, потенційної зворотності та відповідності міжнародним принципам консервації [2].

Важливим етапом, що передуює вибору технології, є комплексна діагностика. Вона має включати не лише візуальний огляд, але й інструментальні неруйнівні методи (ультразвук, георадар, термографія) та лабораторний аналіз матеріалів (визначення типу в'язучого, ступеня засоленості, пористості) для точного встановлення причин руйнації.

Суть дослідження полягає у систематизації методів підсилення за типом втручання та механізмом роботи. Розглянуто дві основні групи:

1. Технології відновлення монолітності (ін'єкційні методи для заповнення пустот і тріщин).
2. Технології зовнішнього армування (підвищення несучої здатності на зсув, вигин та стиск).

При аналізі ін'єкційних методів порівнювалися традиційні цементні розчини з сучасними сумішами на основі гідралічного вапна (NHL) та мікроцементів. Встановлено, що розчини на основі NHL мають значно кращу сумісність з історичною кладкою (нижчий модуль пружності, висока паропроникність), що запобігає концентрації напружень на межі "розчин-кладка". Мікроцементи, у свою чергу, показують високу проникаючу здатність у тонкі тріщини, однак вимагають ретельного контролю сумісності.

У групі зовнішнього армування проведено порівняння систем на основі полімерних композитів (FRP – Fiber Reinforced Polymers) та систем на основі текстиль-армованих розчинів (TRM/FRCM – Textile Reinforced Mortar).

Дослідження показало, що хоча FRP-системи (на основі вугле- або скловолокна та епоксидних смол) демонструють найвищі показники міцності на розтяг, їх застосування на історичних об'єктах вкрай обмежене. Головні недоліки – використання паронепроникних епоксидних смол, погана поведінка при високих температурах (пожежа) та практична незворотність втручання.

Натомість, системи TRM (або FRCM), де композитна сітка (зі скла, базальту, карбону або PBO) вкладається у матрицю сумісного вапняного або цементно-вапняного розчину, є значно перспективнішими. Ця технологія дозволяє створювати ефективні "бандажі" для склепін та стін. Вони забезпечують суттєве підсилення на зсув та вигин, зберігаючи при цьому паропроникність конструкції, кращу адгезію до нерівних поверхонь старої кладки та високу вогнестійкість [3].

Таким чином, у результаті виконаних досліджень обґрунтовано диференційований підхід до вибору технології підсилення кам'яних кладок.

Встановлено, що для відновлення структурної цілісності кладки з тріщинами та пустотами пріоритетним є ін'єктування сумісними вапняними композиціями (NHL). Для підвищення несучої здатності (особливо в сейсмічно активних зонах або при реконструкції зі зміною навантажень) найбільш раціональним є використання систем зовнішнього армування типу TRM/FRCM.

Для реального впровадження цих методів в Україні необхідно розробити адаптовані методики розрахунку, гармонізовані з європейськими нормами (напр., Eurocode), та провести широкі натурні експериментальні дослідження їх довговічності в локальних кліматичних умовах. Це включає моніторинг об'єктів після втручання та стендові випробування зі штучним старінням зразків.

Список літератури

1. ДСТУ-Н Б В.3.2-4:2016. Настанова щодо виконання ремонтно-реставраційних робіт на пам'ятках архітектури та містобудування.
2. ICOMOS. Хартія принципів аналізу, консервації та реставрації архітектурної спадщини (Венеційська хартія). 1964.
3. Papanikolaou, V. G., & Triantafillou, T. C. (2018). Textile Reinforced Mortars (TRM) versus Fiber Reinforced Polymers (FRP) in strengthening of masonry. *Materials and Structures*, 51(3).
4. Іващенко Г.П., Клімов Ю.О. Відновлення та підсилення конструкцій будівель і споруд. Навчальний посібник. Київ: Будівельник, 2019. 280 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА БАГАТОШАРОВИХ ПОКРІВЕЛЬНИХ МЕМБРАН З БАЗАЛЬТОВИМ АРМУВАННЯМ

Д. Ступін, ст. гр. БІ-24М,

І. Заворуєва, асистент

І. Скриннік, доцент, канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Розвиток сучасного будівництва спрямований на створення енергоефективних та екологічних конструкцій із тривалим терміном експлуатації. Однією з критичних складових будівельної конструкції є система гідроізоляції та утеплення покрівлі. Традиційні рулонні покрівельні матеріали на основі бітуму та скловолокна впродовж багатьох років залишаються домінуючими на ринку, однак мають низку обмежень щодо екологічності, хімічної стійкості та довговічності. Актуальність розроблення нових матеріалів з вищими характеристиками, зокрема з використанням базальтового армування замість традиційних волокон, обумовлена потребою будівельної індустрії в альтернативних рішеннях, які задовольняють сучасним стандартам якості та екологічним вимогам.

Покрівельні мембрани класифікуються за кількома критеріями: типом полімерної матриці, видом армуючого матеріалу, конструкцією та функціональним призначенням. За складом розрізняють мембрани на основі модифікованого бітуму (БПС, БПХ), синтетичних еластомерів (EPDM, PVC) та термопластичних матеріалів (ТРО, РР). Кожна група матеріалів характеризується специфічними механічними властивостями, температурним діапазоном застосування та вартістю. Традиційним армуючим матеріалом є скловолокно та поліестер, однак останнім часом все більше дослідників звертають увагу на можливість застосування базальтового волокна як більш стійкого та екологічного вирішення.

Базальтове волокно отримують шляхом плавлення гірської породи базальту при температурі понад 1500 °С та витягування розплавленого матеріалу через спеціальні отвори. Основними перевагами базальтового волокна над іншими армуючими матеріалами є: висока питома міцність (близько 3 ГПа), незмінність властивостей у широкому температурному діапазоні (від -60 °С до +450 °С), хімічна стійкість до дії агресивних середовищ та агресивних кліматичних факторів, недоторканість мікроорганізмами, екологічна безпечність та можливість повної переробки. На відміну від скловолокна, базальтове волокно не містить шкідливих речовин, які можуть виділятися під час монтажу та експлуатації.

Базальтова армуюча сітка з розмірами комірок 5×5 мм або 10×10 мм використовується для формування багатошарових конструкцій, що забезпечує рівномірний розподіл напружень у матеріалі та запобігає локальному руйнуванню. Просочення базальтової сітки полімерним в'язучим на основі кополімерів поліпропілену підвищує адгезію компонентів та поліпшує водонепроникність композиції.

Відповідно до стандарту ДСТУ Б В.2.7-83:2014, покрівельні мембрани повинні відповідати таким основним показникам:

- Механічна міцність: розривна сила не менше 300 Н/5 см, що забезпечує стійкість до механічного навантаження під час монтажу та експлуатації.
- Водонепроникність: мінімум 1000 мм рт.ст., що гарантує герметичність покрівельного пирога та запобігає проникненню вологи у внутрішні шари.
- Паропроникність: 500–1500 г/(м²·24 год), що дозволяє випару вологи видалятися без накопичення конденсату.
- Гнучкість при низькій температурі: можливість згинання без розривання при температурі -10 °С, що важливо для монтажу в холодну пору року.

- Адгезійні властивості: міцність зчеплення з основою не менше 2 МПа для забезпечення надійного кріплення мембрани.
- Стійкість до озону та ультрафіолету: збереження не менше 80 % первісної міцності після 5000 годин випромінювання.

Аналіз наукової літератури показує, що базальтоне волокно як армуючий матеріал має кілька значних переваг порівняно зі скловолокном та синтетичними полімерами :

- Вища питома міцність: базальт демонструє міцність на розрив близько 3 ГПа порівняно з 3,2 ГПа для скловолокна, однак при меншій густині, що дає вищу питому міцність.
- Кращі екологічні характеристики: виробництво базальту не вимагає хімічних добавок, на відміну від скловолокна, якому потрібні зв'язуючі речовини та вуглеводні розчинники.
- Стійкість до хімічних впливів: базальт більш резистентний до дії кислот, лугів та органічних розчинників, що робить його більш придатним для агресивних середовищ.
- Уніфікованість з існуючими технологіями: базальтова сітка може бути без змін інтегрована у існуючі виробничі лінії, призначені для скловолокна, мінімізуючи капітальні вкладення.

Незважаючи на привабливі властивості базальтового волокна, існують кілька невирішених питань, які потребують подальшого дослідження:

- Оптимізація композиційного складу: визначення оптимального співвідношення компонентів полімерної матриці для досягнення балансу між міцністю, гнучкістю та паропроникністю.
- Вивчення адгезійної взаємодії: більш глибокий аналіз механізму адгезії між базальтовим волокном та полімерною матрицею, особливо за дії екстремальних температур.
- Довгострокова експлуатаційна поведінка: спостереження за змінами властивостей мембран протягом тривалого часу під дією ультрафіолету, озону та циклічних перепадів температури.
- Стандартизація та нормування: розроблення вітчизняних та міжнародних стандартів, що специфічно регламентують характеристики мембран з базальтовим армуванням.
- Економічна доцільність: порівняння вартості виробництва з традиційними матеріалами та визначення конкурентних переваг на ринку будівельних матеріалів .

Перехід будівельної індустрії на екологічні та енергоефективні матеріали обумовлює необхідність інтенсивного дослідження багатошарових покрівельних мембран з базальтовим армуванням . Рекомендовані напрями подальшої роботи включають:

- Проведення комплексних експериментальних досліджень механічних властивостей, довговічності та функціональних характеристик розроблених мембран згідно з міжнародними стандартами ISO та EN.
- Розроблення технологічних рекомендацій щодо оптимальних параметрів виробництва багатошарових мембран для досягнення контрольованих характеристик якості.
- Розроблення методик тестування та валідація методів контролю якості для виробництва мембран з базальтовим армуванням.
- Співпраця з вітчизняними та міжнародними науковими установами для узгодження результатів досліджень та розроблення комерційних продуктів.
- Детальний аналіз вартості виробництва та визначення конкурентної позиції на ринку європейських та азійських виробників подібних матеріалів.

Висновки

Огляд сучасного стану літератури та технологічних рішень у галузі покрівельних матеріалів показує, що базальтове волокно являє собою перспективну альтернативу традиційним армуючим матеріалам. Використання базальтової сітки в конструкції багатошарових мембран може забезпечити суттєве поліпшення механічних властивостей, екологічності та довговічності матеріалу. Однак для практичної реалізації цього рішення необхідне проведення комплексних експериментальних досліджень, розроблення вітчизняних стандартів та технологічних регламентів. Розроблення та впровадження таких матеріалів відповідає сучасним тенденціям світової будівельної індустрії та сприятиме прискоренню переходу вітчизняного будівництва на екологічні та енергоефективні рішення.

Список літератури

1. ДСТУ Б В.2.7-83:2014. Матеріали рулонні покрівельні та гідроізоляційні. Методи випробувань. Київ : Мінрегіон України, 2014. 156 с.
2. Композиційні матеріали. Енциклопедія Сучасної України : в 30 т. / редкол.: І.М. Дзюба (голова) та ін. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2014. Т. 14. С. 342–345.
3. Пашинський В.А. Статистичні методи в інженерних дослідженнях : навч. посіб. для здобувачів вищої освіти з інженерних спеціальностей. Кропивницький : Центральноукраїнський національний технічний університет, 2020. 106 с.
4. Яцульчак Г.В., Мельник Ю.Я., Цвик В.Р., Суберляк О.В. Метод формування композиційних мембран на основі гідрогелевих плівок. *Вісник Львівської політехніки* : Хімія, технологія речовин та їх застосування. Львів : Львівська політехніка, 2015. Вип. 823. С. 398–406.
5. Кравченко М.М., Зубко М.О., Ковальський А.В. Армування полімерних композиційних матеріалів волокнами на основі базальту. *Вісник Національного технічного університету України «КПІ». Серія «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження»*. Київ : НТУУ «КПІ», 2019. Вип. 1. С. 45–52.
6. Огляд мембран: види, типи та технології застосування : посібник для проектувальників та будівельників. Видання друге, доповнене. Київ : ТОВ «Будівельник», 2021. 84 с.

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ НЕСУЧОЇ СИСТЕМИ ШАРНІРНОГО НАВАНТАЖУВАЧА З УРАХУВАННЯМ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

А.В. Сумінов, аспірант

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

У наш час, підприємства випускають спеціалізовану техніку для дорожнього будівництва в обмеженому обсязі, або перепрофільовані та взагалі не випускають. Це пояснюється різними факторами, зокрема і недостатністю методів проектування таких машин. Розробка методики проектування дорожніх машин на базі тракторів вітчизняного виробництва є актуальним завданням [1].

Оптимізацію конструкції було проведено з допомогою розрахункового комплексу ANSYS. Це комплекс модулів щодо аналізу різних 3D моделей шляхом докладання різноманітних навантажень. Було розглянуто навантаження на раму у процесі виконання робочих операцій [2-3]. Весь процес можна розділити на кілька блоків, що складаються у схему (рис. 1). Спочатку розробляється завдання проектування несучої системи. Розробляється 3D модель у програмі CAD. Наступним кроком модель розраховується у програмі ANSYS. Якщо модель, що проектується є нерухомою, то проводиться статичний аналіз, а якщо модель є рухомою, то динамічний відповідно. У кожному типі розрахунку додатково проводиться розрахунок на втомну довговічність. Наступним кроком проводиться аналіз одержаних результатів. Якщо результат задовольняє мету завдання то отримуємо готову розраховану модель несучої системи, а якщо ні, то усуваємо небезпечні місця і знову проводимо розрахунок.



Рисунок 1- Етапи проектування несучої системи за допомогою програми ANSYS

У динамічному аналізі було змодельовано три випадки виконання робочих операцій навантажувачем Т-156Б: підйом повного ковша, зіткнення з перешкодою і переміщення повного ковша по нерівній поверхні (рис. 2).

У першому випадку – підйом повного ковша несуча система навантажувача відчуває хвилеподібні затухаючі навантаження. Цей режим є найлегшим за навантаженістю. У другому випадку – удар о перешкоду ківшом несуча система зазнає ударного навантаження. Даний випадок є найважчим, так як ударні навантаження для несучої системи є руйнівними. У третьому випадку рама відчуває навантаження від початку, коли навантажувач тільки наїжджає на нерівність до моменту, поки навантажувач не виїде на рівну поверхню. Розрахунок на втомну довговічність динамічного аналізу (рис. 3) показав, що у першому випадку (підйом повного ковша) несуча система має руйнування у місці кріплення стріли до рами. Розрахунок другого та третього випадків (зіткнення з перешкодою та переїзд по нерівній поверхні) показує що несуча система має руйнування у вертикальному шарнірі та сполучених з ним вузлів (боковини порталу, лонжерони)

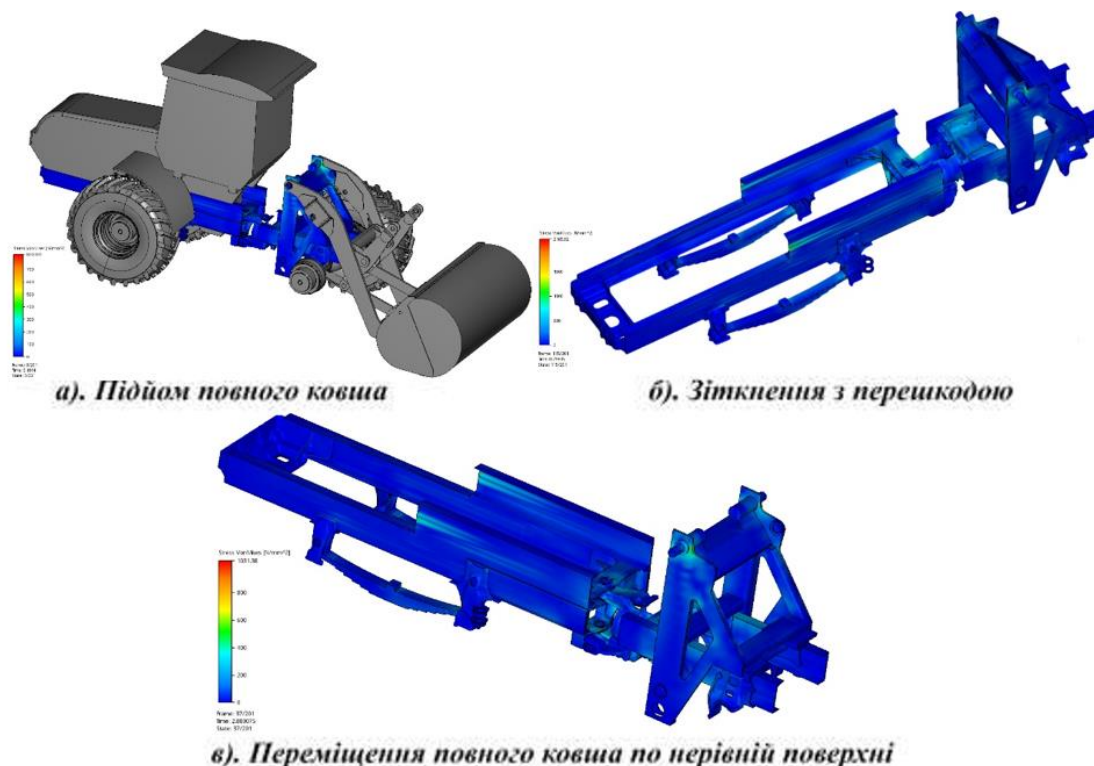


Рисунок 2 - Навантаження на раму у динаміці

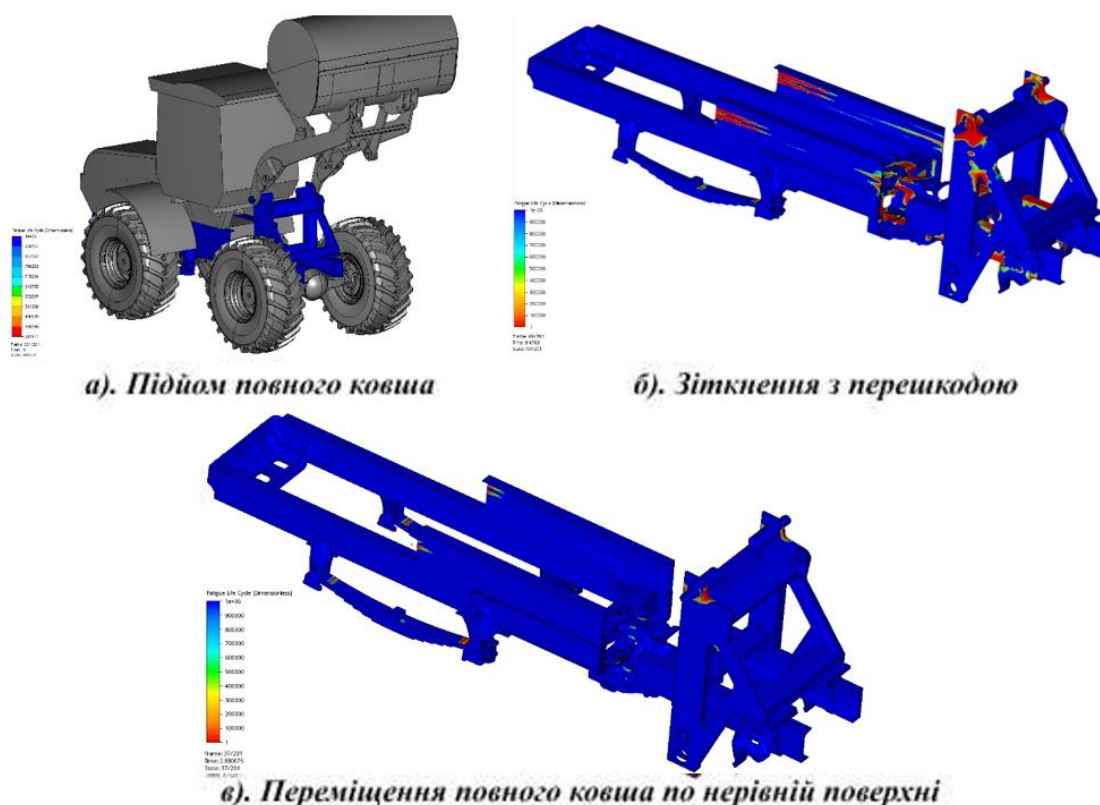


Рисунок 3 - Втомна довговічність рами у динаміці

Список літератури

1. Щербак О.В., Сумінов А.В., Хачатурян С.Л. Розробка методики проектування спеціалізованих машин на базі шарнірного тягача. Зб. наук. пр. Вісник ХНАДУ, вип. 95, 2021. – С. 32-37.
2. Щербак О., Рагулін В., Сумінов А. Аналіз несучої системи навантажувача за результатами динамічних випробувань у середовищі Ansys motion. Автомобільний транспорт. (51), С. 58-65.
3. Кухтов В.Г., Щербак О.В., Сумінов А.В. Розрахунок втомної довговічності несучих систем технологічних машин у nCode DesignLife. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2018. №13. – С. 193-199.

РОЗРОБКА ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ БУДІВЛІ ТА НАВІСУ АЗС ІЗ ВИБОРОМ ДОЦІЛЬНОЇ КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ

С.С. Талпа, магістрант гр. БІ-24М,
М.В. Пашинський, доцент, канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет

Проектування будівель автозаправних станцій є актуальним завданням сучасного будівництва, оскільки такі споруди повинні поєднувати надійність, довговічність та архітектурну виразність. Конструкції АЗС зазвичай включають операторну будівлю та навіс, що забезпечує захист паливороздавальних колонок від атмосферних опадів. Від правильності проєктних рішень залежить безпечна експлуатація об'єкта й ефективність монтажних робіт.

У даній роботі розглядається розробка проєктних рішень каркасу операторної та навісу автозаправної станції (рисунок 1), що планується до спорудження в місті Кропивницький. Проєкт передбачає створення просторової 3D-моделі конструкцій, розроблення креслень марки КМ та складання специфікацій металевих виробів. Основна мета роботи – визначити найбільш доцільні рішення для ключових елементів металевого каркасу з урахуванням міцності, жорсткості та технологічності виготовлення.

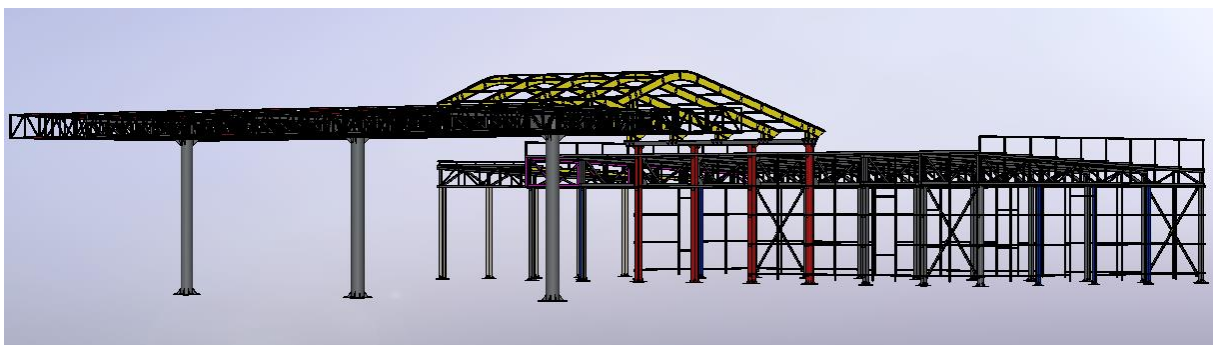


Рисунок 1 – Модель каркасу автозаправної станції у програмному комплексі SolidWorks

Одним із важливих елементів конструкції каркасу є балка, що сприймає навантаження від перехідного навісу й передає його на колони операторної. Саме цей елемент розглянуто як об'єкт дослідження вибору раціонального конструктивного рішення. Хоча балка займає відносно невелику частку в загальній масі споруди, її геометрія та спосіб з'єднання з іншими елементами суттєво впливають на розподіл зусиль у вузлах і загальну стійкість навісу.

У роботі розглянуто три варіанти виконання балки [2]:

- прокатна двотаврова балка, що забезпечує простоту монтажу та надійність;
- зварна балка з листового металу, яка дозволяє адаптувати переріз під конкретне навантаження;
- гнута профільна балка, що відзначається малою масою та технологічністю виготовлення.

Для кожного варіанта створено об'ємну модель і проведено розрахунок у середовищі SolidWorks Simulation. Аналіз проводився з урахуванням дії власної ваги, снігового та вітрового навантаження відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 [1]. Визначалися максимальні напруження в небезпечних перерізах, вертикальні прогини та реакції опор. Оцінювалася рівномірність розподілу зусиль і характер деформацій у місцях спирання на колони.

Розрахунок несучих елементів каркасу операторної здійснено за нормами ДБН В.2.6-163:2010 Сталеві конструкції. Норми проектування [3]. Отримані результати дозволять

визначити найбільш доцільне конструктивне рішення балки, що забезпечує необхідну міцність і жорсткість при мінімальних витратах металу та трудомісткості виготовлення.

Розроблена 3D-модель дає змогу візуалізувати роботу всієї системи, визначити потенційні зони концентрації напружень і оптимізувати розміщення елементів. У подальшому передбачається виконати уточнені розрахунки за результатами порівняння отриманих даних і сформувати остаточні креслення для розділу КМ.

Результати дослідження можуть бути використані при проєктуванні аналогічних об’єктів автозаправних станцій, а також під час реконструкції існуючих споруд для підвищення надійності та довговічності металевих конструкцій.

Список літератури

1. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Навантаження і впливи.
2. Кисіль В.І., Пічугін С.Ф. Металеві конструкції: навчальний посібник. – К.: Вища школа, 2019. – 312 с.
3. ДБН В.2.6-163:2010. Сталеві конструкції. Норми проєктування.

УДК 692.4

АНАЛІЗ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВЛАШТУВАННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ ПОКРІВЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ РУЛОННИХ І МАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

О. Токарєв, ст. гр. БІ-24М,

І. Заворуєва, асистент

І. Скриннік, доцент, канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Гідроізоляція покрівель є критично важливим елементом будівельних конструкцій, що забезпечує їх довговічність та експлуатаційну надійність. Сучасні тенденції розвитку будівництва вимагають пошуку оптимальних технологічних рішень, які б поєднували високу якість, економічну ефективність та енергозбереження.

Рулонні матеріали представлені бітумно-полімерними мембранами на армуючій основі зі склотканини, поліестеру або скловолокна. Вони характеризуються високою механічною міцністю, стійкістю до ультрафіолетового випромінювання понад 1000 годин та морозостійкістю до 50 циклів заморожування-відтаювання. Термін служби сучасних рулонних матеріалів становить 15-30 років при дотриманні технології укладання.

Мастичні матеріали виготовляються на основі модифікованого бітуму з полімерними добавками, наповнювачами та пластифікаторами. Основною перевагою є можливість створення безшовного гідроізоляційного покриття, що особливо важливо для покрівель складної конфігурації. Товщина мастичного покриття становить 2-5 мм з можливістю багатошарового нанесення.

Технологія наплавлення рулонних матеріалів включає підготовку основи з вирівнюванням до допустимих відхилень 5 мм на 2 м довжини, нанесення праймеру з витратою 0,2-0,3 л/м² та наплавлення газовою горілкою з формуванням нахлестів 80-100 мм. Праймер підвищує адгезію на 30-40% та забезпечує надійне зчеплення з основою.

Технологія нанесення мастик передбачає багатошарове нанесення з загальною товщиною 4-6 мм на плоских покрівлях. Час висихання одного шару становить 12 годин при

температурі $+20^{\circ}\text{C}$, повне затвердіння досягається за 48 годин при вологості 50%. Критичним параметром є дотримання температурного режиму та відсутність опадів під час нанесення.

Рулонні матеріали забезпечують вищу механічну міцність завдяки армуванню, проте мають недолік у вигляді швів у місцях нахлестів. Мастичні покриття створюють абсолютно герметичну безшовну поверхню, але характеризуються меншою стійкістю до механічних пошкоджень.

Згідно з ДБН В.2.6-220:2017, рулонні матеріали повинні витримувати водонепроникність при вологопоглинанні до 1,5%, температурний діапазон експлуатації від -30°C до $+80^{\circ}\text{C}$ та адгезію до бетону не менше 0,5 МПа. Мастичні покриття характеризуються водонепроникністю під тиском 0,03 МПа протягом 24 годин та теплостійкістю до $+70^{\circ}\text{C}$.

Підвищення ефективності гідроізоляційних робіт досягається через застосування комбінованих систем, що поєднують переваги обох типів матеріалів. Механізація процесів включає використання автоматизованого обладнання для нанесення праймерів та мастик, що знижує трудовитрати на 25-30%.

ВІМ-технології дозволяють здійснювати попереднє моделювання конструкцій гідроізоляції та оптимізувати витрати матеріалів на етапі проектування. Впровадження багаторівневої системи контролю якості на всіх етапах – від підготовки основи до приймання робіт – забезпечує підвищення надійності покриття.

Обґрунтований вибір матеріалів відповідно до конструктивних особливостей покрівлі та кліматичних умов експлуатації є ключовим фактором довговічності системи. Для великих площ плоских покрівель доцільно використовувати рулонні матеріали, для складних конфігурацій – мастичні покриття з можливістю локального ремонту.

Сучасні гідроізоляційні системи відіграють важливу роль у забезпеченні енергоефективності будівель. Відбивні покриття на основі полімерних мембран зменшують нагрівання покрівлі влітку на 15-20%, що знижує витрати на кондиціонування. Інтеграція гідроізоляції з теплоізоляційними шарами забезпечує комплексний захист та енергозбереження.

Інноваційні рішення включають використання наноматеріалів з самоочисними властивостями, що подовжують термін служби покриттів. Застосування інтелектуальних систем моніторингу з IoT-датчиками дозволяє контролювати стан гідроізоляції в режимі реального часу.

Висновки

Проведене дослідження показало, що оптимальний вибір технології влаштування гідроізоляції залежить від конструктивних особливостей покрівлі. Рулонні матеріали рекомендуються для великих площ плоских покрівель, мастичні – для складних конфігурацій та локального ремонту.

Застосування комбінованих систем, механізації процесів та багаторівневого контролю якості дозволяє знизити собівартість робіт на 20-25% при підвищенні надійності покриття. Впровадження енергоефективних гідроізоляційних систем з відбивними властивостями забезпечує зниження енерговитрат будівлі та відповідає вимогам «зеленого» будівництва.

Перспективним напрямком є розробка композиційних матеріалів з наномодифікаторами та впровадження цифрових технологій моніторингу стану гідроізоляційних конструкцій.

Список літератури

1. Гармаш О. І. Науково-методичні підходи до вибору гідроізоляційних матеріалів. Будівельне виробництво. 2020. № 69. С. 45-52.
2. Жданюк К. В. Технологія влаштування гідроізоляції залізобетонних конструкцій : дис...канд. техн. наук. Харків, 2008. 178 с.
3. Ковальов О. В. Сучасні гідроізоляційні матеріали на цементній основі. Меліорація і водного господарство. 2020. Вип. 2. С. 112-118.
4. Лівінський О. М. Ізоляційні роботи в будівництві : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2010. 206 с.

УДК 624.159.4

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ СТИКІВ ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ БАГАТОПОВЕРХОВИХ КАРКАСНИХ І ПАНЕЛЬНИХ БУДИНКІВ

Д. Травкін *ст. гр. БІ-24М,
В.Костенко, асистент*

В. Яцун, професор, доктор техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет

Будівельний підйом панельного й каркасного домобудівництва на початку 70-років ХХ століття із застосуванням типових, швидкомонтуємих конструкцій дозволив задовольнити потребу держави в забезпеченні громадян житловими й виробничими приміщеннями з малими витратами. У наш час цим будинкам більш 50 років і більша їхня частина вимагає проведення капітального ремонту або реконструкції у зв'язку із закінченням їх нормативного строку експлуатації.

У більшості випадків необхідні заходи щодо ремонту або реконструкції торкаються несучої здатності окремих конструктивних елементів і всього будинку в цілому. При цьому виникає необхідність оцінки надійності великої кількості вузлів і елементів з обліком виявлених проектних відхилень, дефектів будівництва й експлуатаційних ушкоджень конструкцій будинку. У збірному домобудівництві основні конструктивні елементи будинку виготовляються в заводських умовах з високим рівнем операційного контролю. Безпосередньо на будівельному майданчику виконується складання елементів із влаштуванням горизонтальних і вертикальних стикових з'єднань. Стики збірних залізобетонних конструкцій сприймають основне навантаження від споруди і є найбільш важливими елементами панельних і каркасних будинків. Від їхньої надійної роботи залежить конструкційна безпека всього будинку. На несучу здатність і надійність горизонтальних стиків впливають багато конструкційних параметрів, що є в більшості випадків стохастичними величинами.

Відхилення розрахункових параметрів враховуються в існуючих методиках розрахунків введенням частинних коефіцієнтів запасу, а розрахунки конструкцій проводяться в детермінованій формі. Застосування частинних коефіцієнтів не дозволяє чисельно оцінити надійність з'єднань і всього будинку в цілому, не дає можливості виявити найбільш вагомні розрахункові параметри й оцінити їхній вплив на надійність будинку.

У рамках обстеження існуючих будинків проводиться вибіркового контролю геометричних і силових параметрів стиків, формуючи вибірку даних випадкових величин. Перевірочні розрахунки конструкцій існуючих будинків проводяться із застосуванням статистично оброблених значень розрахункових параметрів, при цьому обсяг вибірки визначає вірогідність отриманих при обстеженні даних. Актуальними завданнями роботи є виявлення найбільш вагомних конструкційних параметрів, що визначають імовірність безвідмовної роботи стиків, ранжирування цих параметрів з метою скорочення обсягу вибірки при обстеженні для невідповідальних параметрів і збільшення обсягу вибірки для параметрів, що мають найбільший вплив на надійність.

Список літератури

1. Todinov, M.T. Reliability and risk models: setting reliability requirements [Text] / M.T. Todinov. - New York: John Wiley & Sons, Ltd, 2005. - 322 p.

ІОНИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА РОБОТУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ДУГИ

Н. Фуркало, студ. гр. БІ-23-2

А. Тихий, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Електрична дуга є різновидом газового розряду, у якому основну роль відіграють іони — заряджені частинки, що забезпечують проходження електричного струму через газове середовище. Іони утворюються внаслідок іонізації газів та металевих парів, коли атоми втрачають або приєднують електрони під дією високої температури або електричного поля. Позитивні іони (катіони) рухаються до катода, а електрони — до анода, забезпечуючи стійку провідність дуги та підтримуючи її температуру. [3]

Процес горіння дуги починається з утворення плазми — електропровідного середовища, насиченого іонами та електронами. Рух іонів та електронів переносить не тільки електричний заряд, а й теплову енергію, що сприяє локальному нагріванню газів та матеріалів у зоні розряду. Висока концентрація іонів знижує електричний опір дуги, робить її більш стабільною і рівномірно нагріває анод та катод, що критично для ефективного функціонування дугових процесів. (рис. 1) [1]



Рисунок 1 - Рух іонів та електронів у зварювальній електричній дузі.

Іони безпосередньо впливають на стабільність та характеристики дуги. Недостатня іонізація може призвести до мерехтіння або загасання дуги, тоді як надмірна іонізація може ускладнювати контроль над процесом та спричиняти нерівномірне нагрівання матеріалів. Характер руху іонів визначає напругу горіння дуги, інтенсивність теплового випромінювання та швидкість переносу енергії у плазмі, що має важливе значення для промислових і лабораторних технологій, зокрема дугового зварювання та плазмового різання. [2]

Крім цього, різні види газів у дуговому проміжку впливають на процес іонізації та, відповідно, на поведінку дуги. Легкі інертні гази, такі як аргон або гелій, створюють більш стабільну плазму завдяки низькому рівню зворотної іонізації, тоді як складніші газові суміші можуть збільшувати тепловіддачу або змінювати електропровідність дуги. Взаємодія іонів з електродними матеріалами визначає не лише електричні параметри дуги, а й зношування

електродів, розпилення металу та утворення шлакових покриттів у промислових процесах. [1]

Важливим аспектом є також вплив концентрації іонів на швидкість передачі енергії у плазмі. Плазма, багата іонами, забезпечує рівномірне нагрівання матеріалів, що особливо важливо у точкових та автоматизованих дугових технологіях. Контроль рівня іонізації дозволяє підтримувати оптимальні температурні режими, уникати перегріву або локальних дефектів у матеріалі та підвищувати якість з’єднань. (рис. 2) [3]



Рисунок 2 - Контакт зварювальних електродів і утворення дуги.

Іони також впливають на електричні параметри дуги, зокрема на напругу та силу струму. Висока концентрація іонів зменшує опір дуги та дозволяє струму протікати більш рівномірно, що є критично важливим для стабільної роботи дугових печей, електрозварювальних апаратів та інших промислових установок. Нерівномірний розподіл іонів може викликати коливання напруги, мерехтіння дуги та локальні перегріви, що знижує ефективність технологічного процесу. [2]

У сучасних промислових технологіях контроль іонізації дозволяє підвищити енергоефективність і точність дугових процесів. Наприклад, у плазмовому різанні та зварюванні металів стабільна іонізація забезпечує рівномірний нагрів і точне формування швів. У лабораторних умовах дослідження руху іонів дозволяє оптимізувати параметри дуги для проведення експериментів у високотемпературній плазмі. [1]

Отже, іони є фундаментальними для роботи електричної дуги. Вони визначають електропровідність, стабільність та температуру плазми, що безпосередньо впливає на ефективність і безпеку дугових технологій. Розуміння ролі іонів дозволяє керувати параметрами дуги, контролювати тепловий вплив і підтримувати стабільне горіння, що має вирішальне значення для промислового та наукового застосування електричних дуг.

Додатково, знання поведінки іонів у плазмі дає змогу прогнозувати та запобігати небажаним явищам, таким як локальні перегріви, пробої чи коливання струму, що сприяє безпечнішій експлуатації електротехнічних систем. Це особливо важливо для високовольтних установок, дугових печей та автоматизованих зварювальних комплексів, де стабільність дуги прямо впливає на продуктивність і якість роботи [2].

Список використаних джерел

1. Іваненко, С. Плазмові та іонізаційні процеси в електротехнічних системах / С. Іваненко // Збірник наукових праць «Сучасна електротехніка». — Харків, 2020. — Вип. 12. — С. 34–42.
2. IEEE Spectrum. How Electric Arcs Work. — Режим доступу: <https://spectrum.ieee.org/how-electric-arcs-work>. — Дата звернення: 11.11.2025.
3. Бондаренко, Д. В. Фізика електричних розрядів: навч. посіб. / Д. В. Бондаренко. — Київ: Вища школа, 2019. — 256 с.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ УТЕПЛЕННЯ ТА ОЗДОБЛЕННЯ ФАСАДІВ**Н. Фуркало, студ. гр. БІ-23-2****С. Джирма, доц., канд. техн. наук***Центральноукраїнський національний технічний університет***М. Тиха, викладач***Кропивницький фаховий будівельний коледж*

Одним із пріоритетних напрямів сучасного будівництва в Україні є підвищення енергоефективності та зниження експлуатаційних витрат будівель. Серед технологій, що поєднують функції теплоізоляції та декоративного оздоблення, можливе застосування фасадних термопанелей. Це готові композитні елементи, що поєднують у собі теплоізоляцію (з пінополістиролу, мінеральної вати або пінополіуретану) і декоративне покриття, що може імітувати камінь, цеглу, дерево тощо. Термопанелі є новими системами, які забезпечують теплотехнічні характеристики, гарний вигляд та вирізняються простотою і швидкістю монтажу [1].

Перевагою таких систем є те, що вони одночасно виконують функції: утеплення, оздоблення та захищають фасад будівлі від атмосферного впливу. Їх використання суттєво скорочує тривалість монтажу та дає змогу уникнути традиційних «мокрих» процесів.

Монтаж термопанелей виконується наступним чином. Спочатку виконують підготовку основи, вона повинна бути очищеною, сухою та рівною. Стіни очищують від бруду, відшарованої штукатурки та виступаючих частин, вирівнюють поверхню ґрунтовкою чи штукатурними сумішами. Від якості підготовки основи залежить їх ефективність та довговічність утеплення (рис. 1).



Рисунок 1 – Утеплення фасаду будинків за допомогою термопанелей.

Монтаж термопанелей здійснюється наступними способами:

1. Клейовий спосіб – панелі кріпляться за допомогою спеціальних фасадних клеїв, але цей спосіб підходить лише для застосування на рівних поверхнях фасадів.
2. Механічне кріплення – панелі фіксують за допомогою дюбелів і кронштейнів, що забезпечують надійність і міцність кріплення навіть на нерівній основі.
3. Вентильований фасад – найбільш технологічний метод кріплення. Термопанелі кріплять на каркас, який встановлено з повітряним зазором відносно стіни для організації циркуляції повітря, що запобігає накопиченню вологи та підвищує термін служби фасаду.

У сучасному будівництві застосовують комбіновані системи, коли панелі додатково фіксують механічними елементами після приклеювання їх до стіни. Важливими технологічними етапами є герметизація швів, облаштування паро- та вітробар'єрів, а також

контроль горизонтальності рядів панелей. Ці фактори визначають довговічність, надійність і естетичний вигляд фасадної конструкції (рис. 2) [2].



Рисунок 2 – Готовий вигляд фасаду оздобленого термопанелями.

Фасадні термопанелі мають переваги у порівнянні з традиційними способами утеплення, такими як "мокре" утеплення фасадів із застосуванням пінопласту і тонкошарової штукатурки [3]. Ось деякі з них:

- забезпечують низькі і стабільні показники теплопровідності;
- знижують ризик утворення "містків холоду";
- характеризуються швидким монтажем майже будь-якої пору року;
- забезпечують мінімальні витрати на обслуговування;
- забезпечують тривалий термін служби і естетичний вигляд готового фасаду.

З огляду на тенденції збільшення вартості енергоносіїв і зростання вимог до енергоефективності житлового фонду, застосування фасадних термопанелей в Україні має значні перспективи. Подальший розвиток цієї технології потребує розширення виробництва, стандартизації монтажних процесів і підготовки кваліфікованих фахівців.

Висновок. Фасадні термопанелі є ефективним і сучасним засобом забезпечення теплової надійності проектуємих, зводимих і існуючих житлових та громадських будівель. Їх застосування дозволяє поєднувати в собі такі переваги, як зниження втрат тепла, довговічність, архітектурну привабливість. Правильний вибір технології монтажу і дотримання всіх технологічних вимог забезпечать тривалий термін служби фасаду, мінімізацію експлуатаційних витрат і енергоефективність всієї будівлі.

Список використаних джерел

1. Колісник, І.В. Фасадні термопанелі: технології монтажу та енергоефективність будівель. Київ: Будівельник, 2021. 156 с.
2. Термопанелі для фасаду: види, монтаж, переваги. Будівельні матеріали та технології: веб-сайт. URL: <https://www.buildingmaterials.ua/thermopanelis> (дата звернення: 11.11.2025).
3. Петренко О.М. Сучасні системи утеплення фасадів: порівняльний аналіз. Будівництво та реконструкція. 2022. №4. С. 34-42.

УДК 633.853.32.

ОБГРУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ВСТАНОВЛЕННЯ ФЕМ НА МЕТАЛЕВОМУ КАРКАСІ НАВІСУ НАД АЗК В МІСТІ ОДЕСА З ДОПОМОГОЮ САПР «SOLIDWORKS».

Хусейн Мохаммед Адел Мохаммед, магістрант гр. БІ 24МЗ

В. Настоящий., канд.техн. наук, професор

Центральноукраїнський національний технічний університет

Мета цієї роботи полягала у застосуванні САПР «SolidWorks» для обґрунтування доцільності використання металевих конструкцій АЗК для встановлення фотоелектричних модулів (сонячних панелей).

Для цього необхідно визначити вплив встановлення ФЕМ на деформаційно-напружений стан несучої балки перехідного навісу, яка складається з центральної частини (рис.1) та двох опорних частин (рис.2), які з'єднані високоміцними болтами М24 класу міцності 10.9.

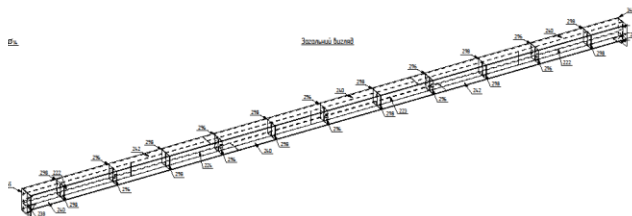


Рисунок 1 - Центральна частина несучої балки

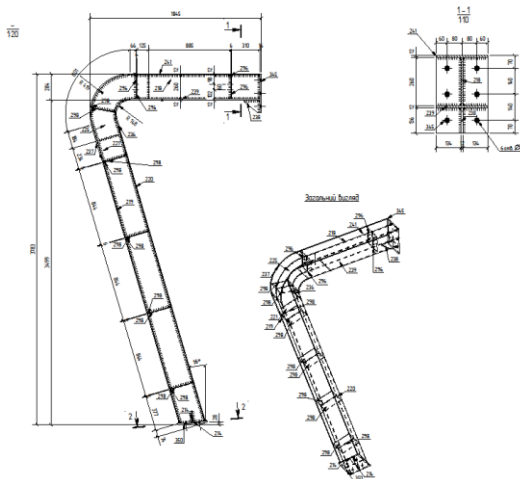


Рисунок 2 - Опорна частина несучої балки

Виконуємо попередній розрахунок, при якому несуча балка розглядається як суцільний кривий брус, що сприймає навантаження від власної ваги, навантаження від ваги прогонів, вітрові навантаження, снігові навантаження, ожеледні навантаження, навантаження від ваги склопанелей, навантаження від ваги каркасу панелей.

Розподілене навантаження від власної ваги

$$P_B = G_1 / (L * a) \text{ кг/м}^2$$

$G_1 = 9527,1$ кг – вага несучої балки;

$= 14,224$ м – довжина несучої балки;

$a = 1,8$ м – відстань між суміжними балками.

$$P_B = 9527,1 / (14,224 \times 1,8) = 372,1 \text{ кг/м}^2 = 3721 \text{ Н/м}^2$$

Навантаження від ваги прогонів $p = 102 \text{ Н/м}^2 = 0,102 \text{ КПа}$;

вітрове навантаження $W_m = 975 \text{ Н/м}^2 = 0,975 \text{ КПа}$;

навантаження ожеледних відкладень $G_e = 189 \text{ Н/м}^2 = 0,189 \text{ КПа}$;

снігові навантаження $S_m = 999 \text{ Н/м}^2 = 0,999 \text{ КПа}$;

навантаження від ваги склопанелей ФЕМ $G_s = 156 \text{ Н/м}^2 = 0,156 \text{ КПа}$;

навантаження від ваги стоечно-ригельного каркасу панелей $G_{sr} = 46 \text{ Н/м}^2 = 0,046 \text{ КПа}$.

Матеріал балки – сталь С345.

Механічні характеристики матеріалу за ДСТУ 8539-2015:

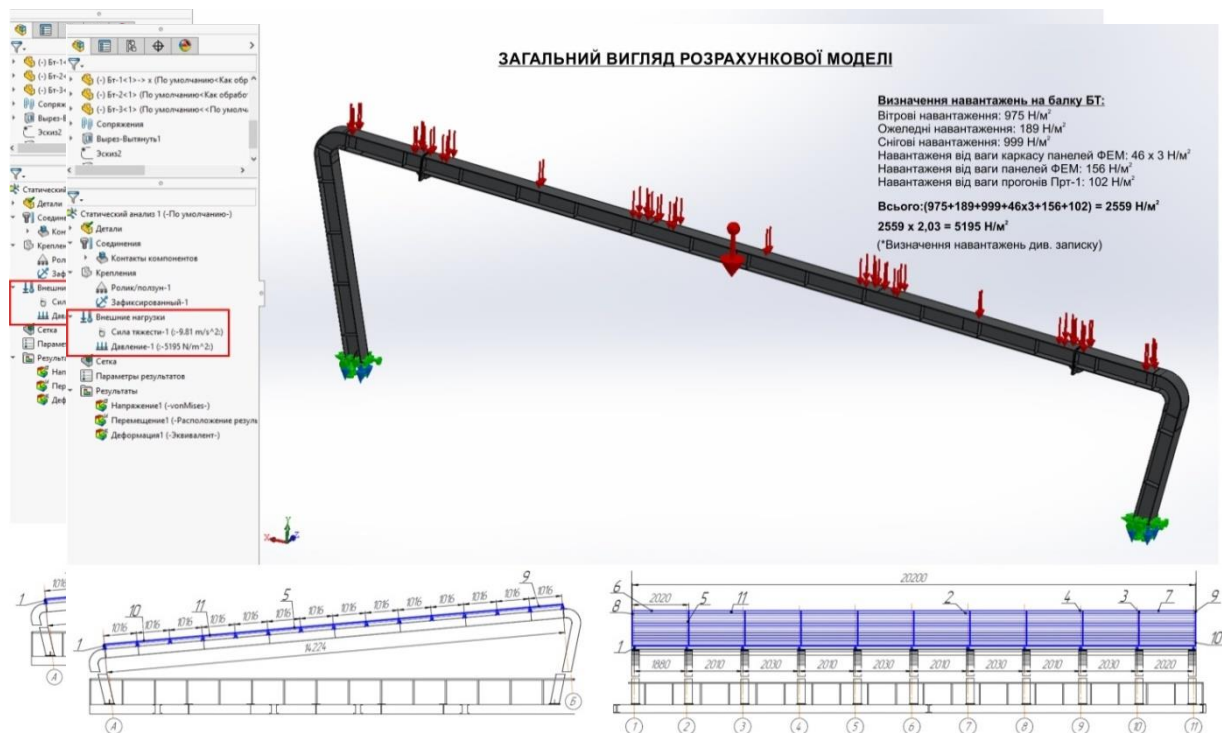
границя міцності σ_T МПа не менше 235;

тимчасовий опір σ_B МПа не менше 360; відносне видовження δ 5, %.

Всі подальші розрахунки виконувались за допомогою системи аналізу конструкцій Solid Works Simulation [2].

Виконується побудова розрахункової схеми (моделі) (рис.3.).

Визначаються побудова сітки та перехід розрахункової моделі у середовищі Simulation (рис.4).



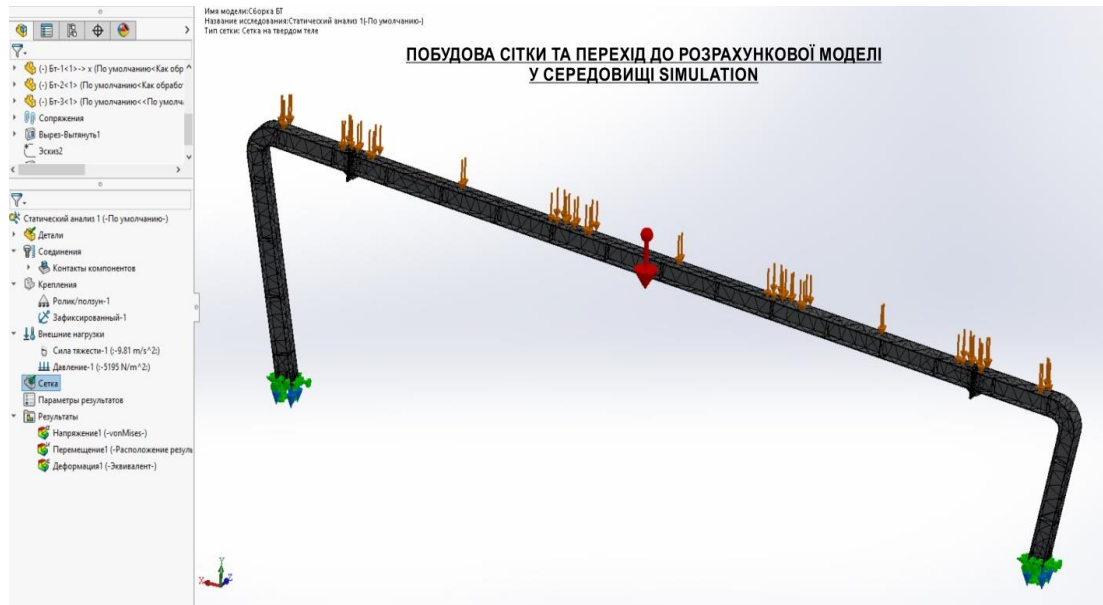


Рисунок 4 - Побудова сітки та та перехід розрахункової моделі у середовище Simulation

На рис. 5, 6, 7 наведено результати розрахунків.

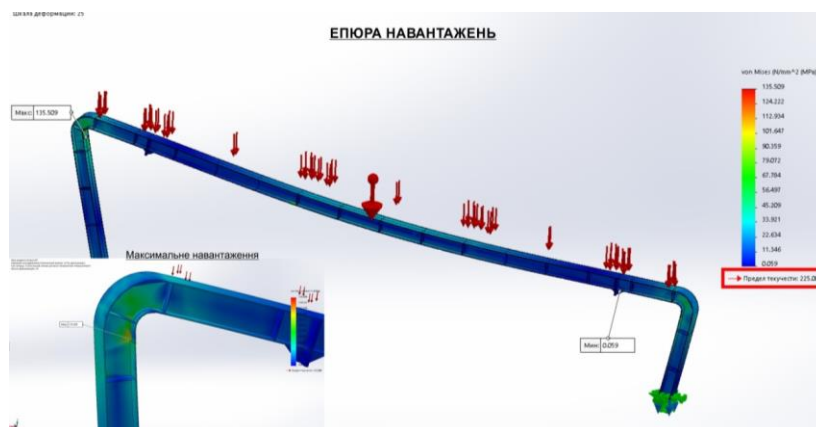
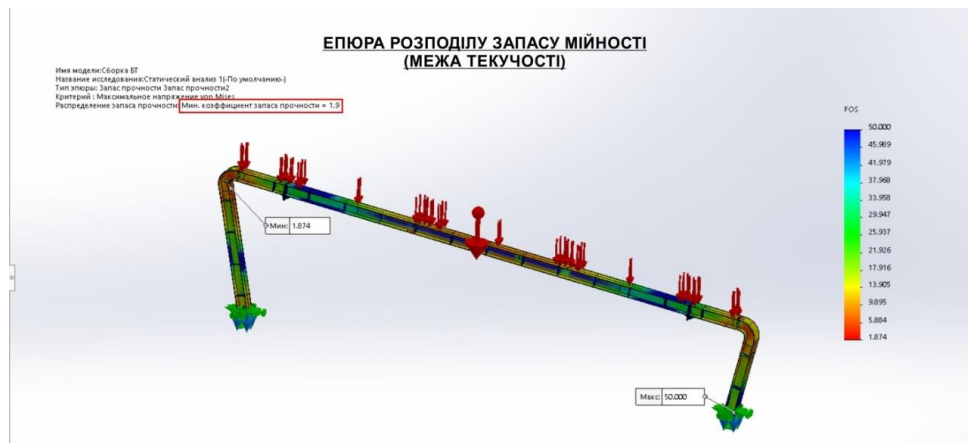


Рисунок 5 - Графічне зображення розподілу навантажень, що діють на несучу балку



Рисунок 6 - Графічне зображення розподілу переміщень несучої балки



Рисунк 7 - Графічне зображення розподілу розподілу запасу міцності несучої балки (межа текучості)

За отриманими результатами розрахунку можна зробити висновок, що конструкція стабільна, найбільше напруження становить 135,5 МПа, при межі текучості 225 МПа. Максимальна деформація балки має місце в центрі і складає 0,01699 м, згідно «Таблиць навантажень наведених на сайті prolyte.com и stagemarket.ru», мінімальні допустимі прогини складених балок довжиною 12 м в залежності від форми навантажень складають $1/250 = 0,048$ м, тобто умови цілісності металевої конструкції за першою та другою групою граничних станів виконуються.

Мінімальне значення коефіцієнту запасу міцності матеріалу балки за межою текучості складає $n_T = 1,874$, а мінімальне значення коефіцієнту запасу міцності балки за межою міцності складає $n_\sigma = 2,916$.

Величину коефіцієнта запасу міцності для сталей при статичному навантаженні беруть як $n_T = 1,3 \dots 1,5$, тобто умови міцності металевих конструкцій при встановленні сонячних батарей виконуються [1].

Список літератури

1. Клименко Ф.С., Барабаш В.М., Стороженко Л.І. Металеві конструкції. / За ред. Ф.С. Клименка. Підручник 2-ге видання - Львів.: Світ, 2002. - 312 с.
2. Пустюльга С.І. Інженерна графіка в SolidWorks : навч. посіб. для студ. ВНЗ техн. спец. / С.І. Пустюльга, В.Р. Самостян ; МОН України, Луцький НТУ. - Луцьк : Вежа-Друк, 2018. - 174.

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ МОНТАЖУ (ГЛИБИНИ УСТАНОВКИ) ВІКНА НА РИЗИК ВИНИКНЕННЯ КОНДЕНСАТУ У ВУЗЛІ ПРИМИКАННЯ

Р. Шевельов, магістр гр. БІ-24М

С. Джирма, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Одним із найпоширеніших дефектів при експлуатації сучасних ПВХ-вікон є утворення конденсату та промерзання вузлів примикання до зовнішніх стін. Ця проблема часто пов'язана не з якістю самого віконного блоку, а з технологією його монтажу, зокрема – з неправильно обраною глибиною установки в площині стінового прорізу [1].

Метою даної роботи є доведення прямої залежності між технологією монтажу (глибиною установки вікна) та температурою на внутрішній поверхні вузла, а також визначення мінімально допустимої глибини монтажу, що унеможливує виникнення конденсату.

Критичним фактором для утворення конденсату є "точка роси". За нормативних умов експлуатації житлових приміщень ($t = +20^{\circ}\text{C}$, вологість 50%), температура "точки роси" становить $+10,0^{\circ}\text{C}$ [2]. Якщо технологія монтажу призводить до того, що будь-яка внутрішня поверхня вузла остигає нижче цього значення, утворення конденсату стає неминучим.

Дослідження проводилось методом чисельного моделювання у програмному комплексі THERM [3]. Аналізувався вузол примикання ПВХ-блоку до цегляної стіни товщиною 510 мм. Розглядалася зміна глибини установки вікна (від 120 мм до 280 мм) для п'яти різних температурних зон України I-V (від -5°C до -25°C) [4].

Результати довели, що стандартна технологія монтажу "за чвертю" (на глибині 120 мм) є технологічно непридатною для холодних регіонів.

При зовнішній температурі -25°C (V зона), монтаж на глибині 120 мм дає температуру у вузлі $+6,7^{\circ}\text{C}$ (рис. 1). Це значно нижче "точки роси", що гарантує технологічний дефект (промерзання та конденсат).

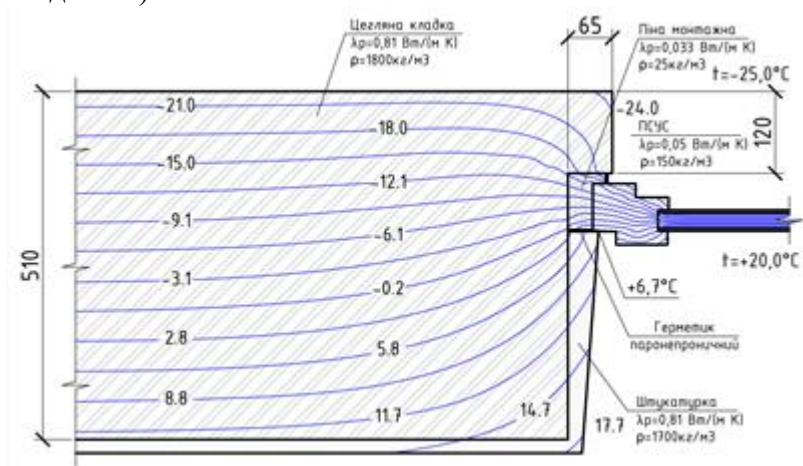


Рисунок 1 – Температурні поля в зоні примикання вікна до стіни для температурного режиму -25°C при стандартному розміщенні віконного блоку відразу за четвертиною.

Для тієї ж V зони (-25°C), зміна технології монтажу (зміщення вікна на глибину 280 мм) дозволяє підняти температуру у зоні примикання до $+10,3^{\circ}\text{C}$, що виводить його із зони ризику (рис. 2).

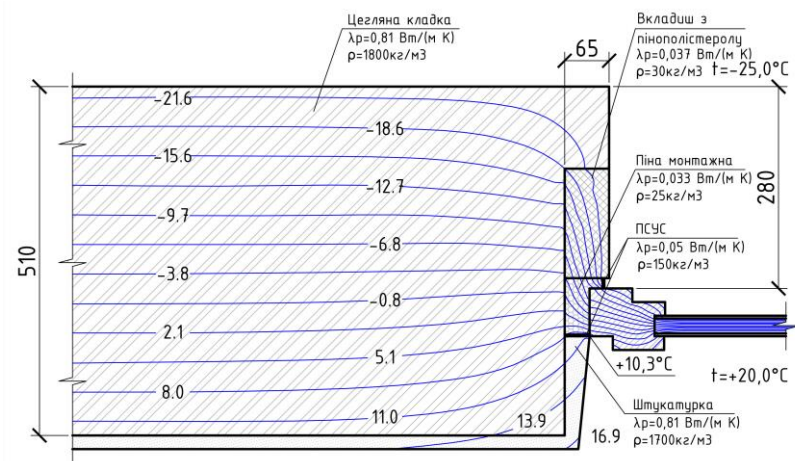


Рисунок 2 – Температурні поля в зоні примикання вікна до стіни для температурного режиму -25°C при розміщенні віконного блоку на відстані 280 мм від фасадної площини стіни.

Аналогічно, для IV зони (-20°C), мінімально допустимою технологією є монтаж на глибину 200 мм, що забезпечує температуру вузла $+10,0^\circ\text{C}$ (рис. 3).

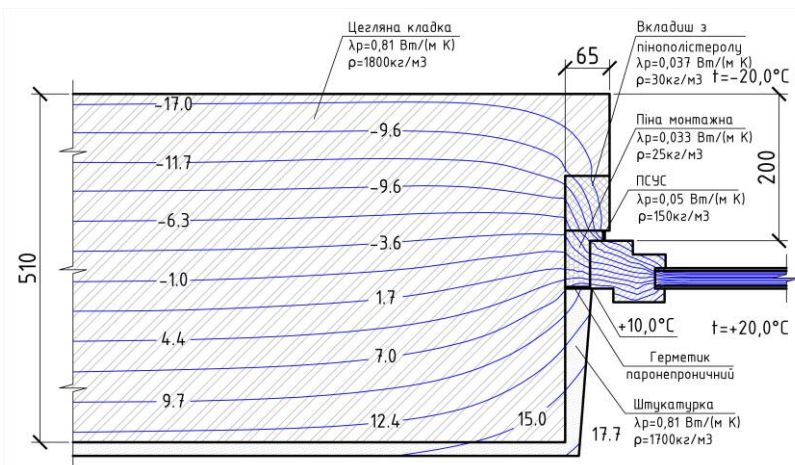


Рисунок 3 – Температурні поля в зоні примикання вікна до стіни для температурного режиму -20°C при розміщенні віконного блоку на відстані 200 мм від фасадної площини стіни.

На основі виконаних досліджень для п'яти температурних зон України I-V (від -5°C до -25°C) розроблена графоаналітична діаграма (рис. 4), що описує залежність положення віконного блоку від температурних умов зовнішнього повітря для певної кліматичної зони України.

Висновок.

Технологія монтажу віконних блоків не може бути уніфікованою для всієї території України. Глибина установки вікна є критичним технологічним параметром, який має обиратися диференційовано, залежно від кліматичної зони будівництва. Застосування "стандартної" технології (120 мм) у IV та V температурних зонах є технологічною помилкою, що призводить до гарантованих дефектів. Розроблена графоаналітична діаграма (рис. 2.12) дозволяє обґрунтовано обирати технологію монтажу для запобігання конденсату.

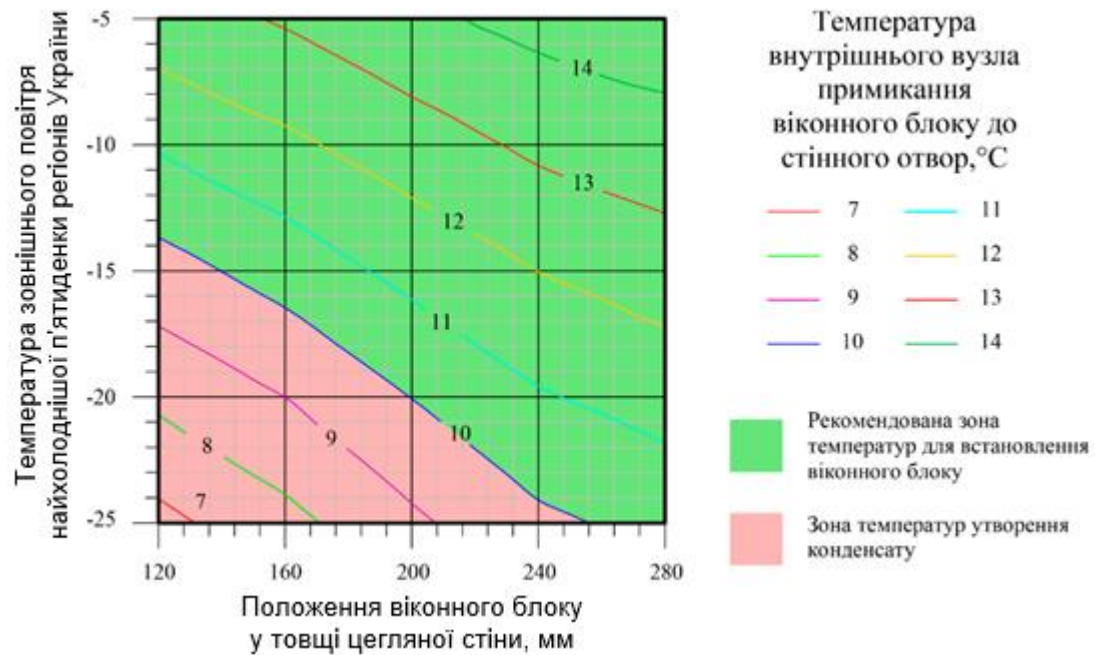


Рисунок 4 – Графоаналітична діаграма (рис. 4), що описує залежність положення віконного блоку від температурних умов зовнішнього повітря для певної кліматичної зони України.

Список використаних джерел

1. Пашинський В.А. Вплив положення віконних блоків по товщині стіни на теплотехнічні характеристики вузла їх примикання / В.А. Пашинський, В.А. Настоящий, С.О. Джирма та ін. // Sciences of Europe. – 2017. – Vol 3, №21. – С. 8-13.
2. Правиленко, Н.М. Зниження тепловтрат будівель шляхом застосування енергоефективних проектних і технологічних рішень вузлів примикань сучасних світлопрозорих огорожуючих конструкцій / Н.М. Правиленко, С.О. Джирма // Збірник праць молодих науковців КНТУ. – Вип. 3. – Кіровоград: КНТУ, 2014. – С. 510-513.
3. Windows and Daylighting Group, Lawrence Berkeley National Laboratory. URL: <http://windows.lbl.gov/> (дата звернення: 15.10.2025).
4. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія : ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 128 с. (Національний стандарт України).

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СУМІСНОЇ РОБОТИ АРМАТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ РІЗНОГО ПРОФІЛЮ ТА БЕТОНУ

В. Шевченко студент гр. БІ-24МЗ,
Вол.Вас. Яцун, професор, канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет

Здатність залізобетонних конструкцій сприймати зовнішні впливи забезпечується властивостями матеріалів, конструктивними особливостями елементу, а також міцністю зчеплення бетону й арматури в зоні контакту. Передача зусиль із арматури на бетон і назад забезпечується зчепленням. Зчеплення між арматурними стрижнями й бетоном є одним з основних параметрів надійної роботи залізобетонних конструкцій, що було виявлено понад 100 років тому (Nyatt 1877). З того часу виконано безліч досліджень, які забезпечують більш повне розуміння поведінки арматури в бетоні, її зв'язок і спільну роботу.

Зчеплення обумовлюється дією ряду хімічних, фізичних і механічних факторів. Серед інших факторів зчеплення, поліпшення з'єднання арматури з бетоном досягається доданням її поверхні ефективного періодичного профілю.

При вивченні зчеплення досить часто обмежуються дослідженням взаємних зсувів арматури щодо бетону. Отже, тут необхідно оцінити напружено-деформований стан бетону в межах радіуса впливу й зони активного зчеплення при різних періодичних профілях арматурної сталі. Важливу роль у спільній роботі арматури з бетоном відіграє поява й розвиток поздовжніх тріщин розколу навколо стрижня, який залежить прямо від виду й геометричних характеристик періодичного профілю, діаметру арматури і об'єму навколишнього бетону.

В нашій країні й за кордоном велися численні дослідження спільної роботи арматури й бетону. На підставі теоретичних і експериментальних робіт у цій галузі уточнюються розрахункові й конструктивні вимоги нормативних документів до проєктуванню залізобетонних конструкцій.

У наш час із появою сучасних комп'ютерних технологій з'явилися можливості з створення й використання моделей спільної роботи арматури з бетоном, які дозволяють враховувати розрахункові геометричні й фізичні параметри арматури і бетону, близькі до реальних. Таким чином, можливо отримувати результати комп'ютерних теоретичних досліджень для порівняння їх з теоретичними й експериментальними дослідженнями різних науковців.

Ці програмні технології добре зарекомендували себе на світовому ринку й мають успіх у великих наукових організаціях, як за кордоном, так і, на жаль, у меншому масштабі в Україні. Зміна профілю стрижневої арматури вимагає виконання великого обсягу експериментальних досліджень зчеплення з бетоном стрижнів нової конфігурації. Використання комп'ютерних технологій дозволить значно скоротити обсяги експериментів і намітити шляхи позитивного розв'язку поставлених завдань.

Список літератури

1. Lundgren, K. A model for the bond between concrete and reinforcement / K. Lundgren, K. Gylltoft // Magazine of concrete research. – 2000. – Vol. 52, No. 1. – P.53-63.

РЕЗОНАНСНІ ВІБРАЦІЙНІ МАШИНИ З ІНЕРЦІЙНИМИ ЗБУДНИКАМИ ДВОЧАСТОТНИХ ВІБРАЦІЙ

В. Яцун, проф., доктор техн.наук

Є. Гозбенко, аспірант

Центральноукраїнський національний технічний університет

У резонансних вібромашинах віброзбудники приводять у рух робочі органи значної площі (сита, короби тощо) за мінімальних енергетичних витрат. Підвищити ефективність таких машин дозволяє використання дво- або багаточастотних віброзбудників [1]. У подібних конструкціях коливання короба (решета, сита тощо) з нижчою частотою забезпечують виконання основного технологічного процесу — сепарації, просівання тощо, тоді як вищі частоти сприяють самоочищенню робочого органу та зміні механічних властивостей матеріалу з метою інтенсифікації основного процесу.

Поєднання резонансної машини з двочастотним віброзбудником дає змогу створити енергоефективне обладнання з підвищеною продуктивністю завдяки використанню переваг як резонансних, так і багаточастотних вібромашин.

Існуючі методи збудження двочастотних вібрацій мають труднощі з налаштуванням на резонансну частоту коливань короба. Водночас виявлено особливий режим руху ротора з пасивним автобалансиром: ротор обертається з робочою частотою, а коригувальні вантажі не встигають за ним і «застряють» на одній із резонансних частот коливань. Тривалий час цей режим у межах теорії автобалансування вважали побічним і небажаним. Основну увагу зосереджували на підборі параметрів, за яких досягається автобалансування, а інші режими вважались нестійкими.

Для збудження резонансних коливань застосовують електромагнітні та інерційні віброзбудники, які, на відміну від інших, характеризуються підвищеною потужністю й надійністю. Тому з практичної точки зору актуальним є створення вібромашин, які поєднують переваги багаточастотних і резонансних систем з використанням інерційних віброзбудників.

Найпростішим методом збудження резонансних стійких коливань інерційними віброзбудниками є використання ефекту Зомерфельда [2], проте цей підхід досліджено недостатньо. Існує низка невирішених фундаментальних питань у теорії вібраційних машин з інерційними віброзбудниками, що працюють на цьому ефекті. Значна неповнота теоретичної бази стосується загальних принципів розробки двочастотних вібромашин на основі ефекту Зомерфельда, тому її усунення є актуальною науковою задачею.

Список використаних джерел

1. Шевченко, Г. А. Полічастотні грохоти для розподілу тонких сипучих матеріалів [Текст] / Г.А. Шевченко, В.Г. Шевченко, А.Р. Кадиров // Збагачення корисних копалин: наук.-техн. зб., 2009. — Вип. 36 (77) – 38 (79).
2. Sommerfeld, A. (1902). Beiträge zum dynamischen Ausbau der Festigkeitslehre. Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure, 46,391–394.