

Міністерство освіти та науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет
KHERSON STATE AGRARIAN AND ECONOMIC UNIVERSITY

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, КОНСТРУКЦІЇ ТА СПОРУДИ ТРЕТЬОГО ТИСЯЧОЛІТТЯ

Збірник наукових праць

ВИПУСК 7



20 листопада 2024 року

м. Кропивницький

Видається за рішенням редакційної колегії VII Всеукраїнської науково-практичної Інтернет конференції «Будівельні матеріали, конструкції та споруди третього тисячоліття» та Вченої ради факультету архітектури та будівництва Херсонського державного аграрно-економічного університету

*Рекомендовано до друку Вченою радою факультету
АРХІТЕКТУРИ ТА БУДІВНИЦТВА
Протокол №3 від 23 жовтня 2024 р.*

В збірнику публікуються наукові статті з питань будівництва і архітектури спрямовані на науковий пошук, обмін досвідом, впровадження результатів наукових досліджень у практичну діяльність підприємств і установ, установлення нових контактів і співробітництва між організаціями та фахівцями.

Збірник розрахований на наукових, інженерно-технічних співробітників підприємств, проектних організацій, навчальних та науково-дослідних інститутів напряму будівництва та архітектури.

Редакційна колегія:

Чеканович М.Г. – к.т.н., доцент кафедри будівництва, архітектури та дизайну Херсонського державного аграрно-економічного університету, Заслужений винахідник України; дійсний член Академії будівництва України;

Гасенко Л.В. – к.т.н., доцент кафедри будівництва, архітектури та дизайну Херсонського державного аграрно-економічного університету

Будівельні матеріали, конструкції та споруди третього тисячоліття: збірник наукових праць. 7- й випуск. – Кропивницький - Херсон: ХДАЕУ, 2024. – 95 с.

Тексти матеріалів тез подані в авторській редакції. Відповідальність за точність, достовірність і зміст поданих матеріалів несуть автори.

ЗМІСТ

Чудик І.І., Добрянський І.М., Добрянська Л.О., Нагловач В.А., Проць В.Є. АНАЛІТИЧНА ОЦІНКА ТЕМПЕРАТУРНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РЕЖИМУ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ОБЕРТОВИХ ПЕЧЕЙ ВИПАЛУ ЦЕМЕНТНОГО КЛІНКЕРУ	4
Чудик І.І., Добрянський І.М., Добрянська Л.О., Нагловач В.А., Проць В.Є. ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНИЙ СТАН БАНДАЖІВ ОБЕРТОВИХ ПЕЧЕЙ ВИПАЛУ ЦЕМЕНТНОГО КЛІНКЕРУ	7
Mechyslav Chekanovych STRESS-STRAIN STATE OF ANNULUS CROSS-SECTION	10
Карпушин С.О., Печончик С.С. РОЗРОБКА КРИТЕРІЇВ ОБГРУНТОВАНОГО ВИБОРУ ТИПУ ПОКРІВЕЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ МАЛОПОВЕРХОВОЇ ЗАБУДОВИ М.КРОПИВНИЦЬКИЙ	14
Пантилієнко В.І., Карпушин С.О., Червоноштан А.Л., Фоменко О.Є. НАПРУЖЕНИЙ СТАН КОНІЧНИХ БЕТОННИХ БЛОКІВ ПІД ДІЄЮ СТАТИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ	18
Романенко Д.Б. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ БІБЕТОННИХ АРМОВАНИХ БАЛОК	22
Слонь В.В., Кльоб К.К., Дарієнко В.В. СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОН ЯК УНІВЕРСАЛЬНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ СУЧАСНОГО БУДІВНИЦТВА	24
Чеканович М.Г. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ОБСТЕЖЕННЯ ОБ'ЄКТУ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ПІСЛЯ РАКЕТНОГО УДАРУ	28
Чеканович М.Г., Карпович К.О. ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПЕРЕАРМОВАНИХ ЗГІНАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПІДСИЛЕНИХ РОЗТЯГОМ СТИСНУТОЇ ЗОНИ	32

Волошин М.М. МЕТОДИ САНАЦІЇ ТРУБОПРОВІДІВ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ	36
Гасенко А.В., Шаульський А.А. УНІФІКАЦІЯ І ТИПІЗАЦІЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ	40
Дарієнко В.В., Панченко В.А. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПРИ РОБОТІ З БУДІВЕЛЬНИМИ СУМІШАМИ	42
Коваленко Р.Ю. РЕКОНСТРУКЦІЯ ІНГУЛЕЦЬКОГО ЗРОШУВАЛЬНОГО КАНАЛУ В УМОВАХ ВІДНОВЛЕННЯ АГРАРНОЇ СФЕРИ ТА ПІСЛЯВОЄННИХ ЗМІН	45
Литвиненко В.М., Жолуденко А.В. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ КАРКАСНИХ БУДИНКІВ	47
Міщенко Р.Р. ПРОБЛЕМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ МОСТОВИХ СПОРУД ПО ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ	50
Симонов С.І., Марченко В.І. ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ЗБІРНО-МОНОЛІТНИХ КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ ГРОМАДСЬКОГО БУДІВНИЦТВА	52
Смоленська С.О. НІМЕЦЬКИЙ ДОСВІД МОДЕРНІЗАЦІЇ РАЙОНІВ МАСОВОЇ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ 1960-1980х рр.	54
Віганд А.С. ПОЧАТОК ЕПОХИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В АРХІТЕКТУРІ, ОСНОВНІ РОБОЧІ НАПРЯМКИ ТА МОЖЛИВОСТІ В 2024 РОЦІ	58
Гасенко А.В., Зубік О.А. ВЛАШТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ДОСТУПНОСТІ ДЛЯ МАЛОМОБІЛЬНИХ ГРУП НАСЕЛЕННЯ В МОБІЛЬНИХ УКРИТТЯХ НА ЗУПИНКАХ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ	61
Гасенко Л.В., Сахно О. МОЖЛИВОСТІ ІНТЕГРАЦІЇ ВЕЛОСИПЕДНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ У ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЮ МЕРЕЖУ	63

Харламова Л.В. АРХІТЕКТУРА НА МЕЖІ ПРИРОДИ ТА МИСТЕЦТВА У ТВОРЧОСТІ ЖАНА НУВЕЛЯ	67
Гасенко Л.В., Савка Ю.С., Білявський А. КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАХОДІВ, НЕОБХІДНИХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД	71
Гудзь С.А., Царенський О.А. КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТАЛЕВИХ ДВЕРЕЙ ДЛЯ ЖИТЛОВИХ ТА ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ	75
Жесан Р.В, Голик О.П., Зубенко В.О. СОНЯЧНІ ПАНЕЛІ ЯК ОСНОВА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО БУДІВНИЦТВА	77
Заїко В.І. ВИКОРИСТАННЯ УТИЛІЗОВАНОЇ ПОВІТРЯНО-БУЛЬБАШКОВОЇ ПЛАВКИ, ЯК УТЕПЛЮВАЧА В МІЖСТІНОВОМУ ПРОСТОРІ	81
Зубенко В.О. ІНТЕГРАЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ У БУДІВЕЛЬНУ ІНДУСТРІЮ	85
Кошевий І.О, ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ ПРЕСОВАНОЇ СОЛОМИ	89
Волошин М.М., Калиняк А.Р. МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ФАХОВИХ ДИСЦИПЛІН ДЛЯ АРХІТЕКТОРІВ ТА БУДІВЕЛЬНИКІВ	93

АНАЛІТИЧНА ОЦІНКА ТЕМПЕРАТУРНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РЕЖИМУ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ОБЕРТОВИХ ПЕЧЕЙ ВИПАЛУ ЦЕМЕНТНОГО КЛІНКЕРУ

Чудик.І.І., д.т.н., професор, ректор, Добрянський І.М., д.т.н., професор, Добрянська Л.О., к.е.н., доцент, Нагловач В.А., студент, Проць.В.Є., студент Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ

Вступ. Випал цементного клінкеру – один із ключових етапів виробництва цементу, який визначає якість кінцевого продукту. Основний процес випалу відбувається в горизонтальних обертових печах. Ці печі є складними теплообмінними системами, які працюють за високих температур та забезпечують багатоступеневий тепломасообмін.

Основний текст. Обертові печі – це довгі, нахилені горизонтальні циліндри, виготовлені з міцної сталі, які обертаються навколо своєї осі. Вони складаються з декількох основних елементів: корпусу – металевій циліндричній конструкції, яка забезпечує механічну стійкість; футерування – внутрішнього облицювання з вогнетривких матеріалів для захисту корпусу від високих температур і хімічних реакцій; бандажів – кільцевих підсилень корпусу, які зменшують навантаження; опорних роликів – підтримують корпус і забезпечують його рівномірне обертання. Пальника – встановленого на кінці печі, що подає паливо і кисень для підтримки процесу горіння. Процес випалу забезпечується обертанням печі, яке дозволяє матеріалу переміщуватись вздовж її довжини та забезпечує його рівномірне прогрівання.

Аналіз теплового балансу печі – це визначення загальної теплової енергії, що подається в піч через пальники та інші джерела нагріву. Розрахунок втрат тепла через стінки печі, вихідні гази та інші елементи тепловіддачі. Оцінка ефективності використання тепла, зокрема, для випаровування вологи, розігріву матеріалу та досягнення необхідної температури випалу (зазвичай близько 1450°C).

Розподіл температури вздовж довжини печі: - у горизонтальній обертовій печі зона максимального нагріву, де відбувається основний процес випалу, що розташована в кінцевій частині печі. Потім – зона попереднього нагрівання, декарбонізації та зона клінкерування. Вони мають різні температурні режими, що впливає на якість і рівномірність випалу. Аналіз температурних градієнтів у цих зонах є ключовим для мінімізації термічних напружень та забезпечення однорідності продукту.

Оцінка впливу швидкості обертання печі та кількості подачі матеріалу: важливим параметром є швидкість обертання печі, яка забезпечує рівномірне переміщення та рівномірне прогрівання матеріалу. Обсяг подачі сировини і швидкість її переміщення вздовж печі повинні бути оптимізовані для досягнення необхідного часу перебування матеріалу в кожній зоні.

Вплив температури на матеріали конструкції печі: високі температури можуть призводити до термічного зношування і деформацій матеріалів, зокрема, футерування, бандажів та корпусу печі. Аналітична оцінка температурного режиму допомагає визначити оптимальні межі температур для зменшення теплових напружень та подовження терміну служби конструкції.

Врахування газового середовища та відповідність температурного режиму з хімічним складом вихлопних газів важлива для запобігання відкладенням на внутрішніх стінках печі. Аналіз умов горіння та регулювання подачі повітря сприяють ефективному згорянню палива та підтриманню оптимальної температури без надмірних викидів.

Математичне моделювання – це використання математичних моделей теплопередачі та теплопровідності що дозволяє оцінити температурний режим у динаміці. Моделі враховують змінні параметри, такі як температура подачі сировини, теплоємність матеріалу, швидкість обертання та ефективність ізоляції. Моделювання допомагає прогнозувати поведінку печі при зміні робочих параметрів і знайти оптимальні режими випалу.

Загальні рекомендації для підтримки оптимального температурного режиму: регулювання подачі палива та повітря для підтримки стабільної температури. Використання матеріалів з високою термостійкістю для футерування. Контроль температури на різних ділянках печі для забезпечення рівномірності випалу та уникнення локальних перегрівів або охолоджень. Таким чином, аналітична оцінка температурного режиму горизонтальних обертових печей для випалу цементного клінкеру дозволяє оптимізувати процес, знизити теплові навантаження на конструкцію та покращити якість кінцевого продукту.

Рекомендації до ефективної експлуатації обертових печей для випалу цементного клінкеру. Оптимізація температурного режиму – це необхідна підтримка стабільного температурного режиму, особливо у зонах попереднього нагрівання, декарбонізації та клінкерування. Рівномірний розподіл температури сприяє рівномірності випалу та зменшує теплові навантаження на конструкцію. Необхідно використовувати сучасні системи контролю та моніторингу температури для запобігання перегріву та локальних температурних піків [1,2,3,4]. При регулярному огляді та технічному обслуговуванні необхідно проводити регулярну перевірку стану футерування, бандажів та підшипників для запобігання передчасному зношуванню, забезпечувати своєчасну заміну зношених елементів для запобігання аваріям і зупинкам у виробництві.

Для якості випалу клінкеру необхідно використовувати термостійкі матеріали та застосовувати матеріали з високою термостійкістю для футерування та інших конструктивних елементів печі, що зменшує ризик пошкоджень від високих температур. Доцільно використовувати футерування з низьким коефіцієнтом теплопровідності для зниження теплових втрат.

Важливою є оптимізація подачі палива та повітря з забезпеченням належного співвідношення палива та повітря для досягнення ефективного горіння та зменшення утворення забруднюючих речовин. Необхідно регулювати подачу повітря для підтримки стабільного горіння та зменшення надмірного охолодження або нагріву. Важливим є контроль швидкості обертання печі та підтримка оптимальної швидкості обертання, щоб забезпечити рівномірне перемішування матеріалу і тривалість його перебування в зоні випалу. Підвищення або зниження швидкості обертання повинно враховувати тип сировини, обсяг виробництва і цільові температурні параметри. Математичне моделювання та аналіз супроводжується використанням математичних моделей для прогнозування температурного режиму в різних умовах роботи печі. Регулярний аналіз даних, отриманих з сенсорів, допоможе підтримувати оптимальні параметри процесу і запобігти можливим відхиленням.

Висновки. Тепловий баланс є основним показником ефективності печі, і його оптимізація зменшує теплові втрати, підвищуючи продуктивність і знижуючи витрати на паливо. Розподіл температури вздовж печі має вирішальне значення для забезпечення якісного випалу. Правильне зонування температурних режимів у різних частинах печі сприяє рівномірному прогріванню і однорідності продукції. Швидкість обертання та подача матеріалу впливають на час перебування сировини в кожній зоні печі. Оптимальні параметри забезпечують рівномірний випал і мінімізують температурні перепади. Термостійкість матеріалів конструкції печі є критичною для її довговічності. Дотримання рекомендованих температурних меж мінімізує зношування футеровки та корпусу. Газове середовище в печі повинне бути стабільним, а рівень викидів контрольованим, що досягається оптимальною подачею повітря для ефективного згорання палива. Математичне моделювання температурного режиму дозволяє прогнозувати теплові процеси, враховуючи динамічні зміни параметрів печі, і допомагає знайти оптимальні умови для випалу. Загалом, ефективний контроль та оптимізація температурного режиму в обертаних печах для випалу цементного клінкеру підвищують ефективність процесу, продовжують термін експлуатації обладнання і забезпечують високу якість продукції.

Список використаних джерел

1. Білецький, В.С. Технологія цементу. Київ: Видавництво Київського національного університету, 2014.
2. Добрянська Л.О., Асташкін В.І, Іваник Є.Г. Математичне моделювання процесів теплопереносу в обертаній печі випалу цементу. Збірник наукових праць Полтавського ЦНТЕІ, Полтава,-2005.-С.33-38.
3. Швецова, Н.І. Розрахунок теплових процесів у цементних печах. Львів: ЛНАУ, 2015.
4. Ковтун, Ю.Г., Громов, Д.В. Математичне моделювання процесів тепломасообміну в печах. Харків: ХПІ, 2016.

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНИЙ СТАН БАНДАЖІВ ОБЕРТОВИХ ПЕЧЕЙ ВИПАЛУ ЦЕМЕНТНОГО КЛІНКЕРУ

Чудик.І.І., д.т.н., професор, ректор, Добрянський І.М., д.т.н., професор, Добрянська Л.О., к.е.н., доцент, Нагловач В.А., студент, Проць.В.Є., студент Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ

Вступ. Обертові теплові агрегати, такі як печі для випалу цементного клінкеру, є складними інженерними конструкціями, які працюють при високих температурах та значних механічних навантаженнях. Ключовим елементом таких печей є бандажі, які виконують важливу функцію підтримки циліндра печі, знижують механічне навантаження на корпус та забезпечують рівномірний розподіл маси. Технологія їхнього влаштування бандажів і належне обслуговування мають велике значення для тривалої та безпечної експлуатації агрегатів. Температура є одним із ключових факторів, що впливає на напружено-деформівний стан бандажів обертових печей для випалу цементного клінкеру. У цих умовах матеріали бандажів піддаються значним термічним навантаженням, що може суттєво вплинути на їхні механічні характеристики та тривалість експлуатації.

Основний текст. Основні аспекти впливу температури на напружено-деформівний стан бандажів можна розглянути з кількох позицій: термічне розширення. Під дією високих температур бандажі та сам корпус печі розширюються. Різниця в коефіцієнтах термічного розширення матеріалів бандажів і корпусу може спричинити появу додаткових напружень на їхньому стику, що збільшує ризик деформацій та руйнування.

Температура в печі розподіляється нерівномірно, що створює температурні градієнти як по довжині, так і по товщині бандажів. Цей градієнт спричиняє неоднорідні термічні напруження, які можуть призводити до утворення тріщин та зниження ресурсу елементів конструкції. Вплив циклічних температурних змін: печі для випалу цементного клінкеру піддаються періодичним коливанням температури, що спричиняє циклічне навантаження на матеріал бандажів. Це може призвести до термічної втоми матеріалу, виникнення мікротріщин та поступового руйнування конструкції.

Деформаційна взаємодія з іншими елементами печі: зміни температури впливають на напружено-деформівний стан не тільки бандажів, а й всіх елементів обертової печі, таких як корпус і опори. Неправильне проектування або нерівномірне нагрівання можуть спричинити перекіс конструкції, що збільшує нерівномірні навантаження та знижує надійність бандажів[1,2,3,4]. Високі температури можуть призводити до окислення матеріалу, зокрема сталі, з якої виготовлені бандажі. Це окислення може змінювати механічні властивості матеріалу, зокрема знижувати його міцність та пластичність, що

також негативно впливає на напружено-деформівний стан. Для подовження терміну експлуатації бандажів обертових печей та забезпечення їхньої надійності важливо оптимально підбирати матеріали, що мають високу термостійкість і здатність до компенсації термічних напружень. Регулярний моніторинг температурного стану і профілактичні заходи, як-от охолодження, також можуть допомогти зменшити негативний вплив температури на напружено-деформівний стан бандажів. Призначення та функції бандажів у обертових печах.

Бандажі є кільцевими елементами, які закріплюються на зовнішній поверхні корпусу обертової печі. Вони виконують такі основні функції: Розподіл навантаження – бандажі приймають частину навантаження корпусу печі, розподіляючи його на опорні ролики і зменшуючи внутрішні напруження в матеріалі корпусу. Завдяки бандажам обертання печі є рівномірним, що запобігає коливанням і нерівномірному зносу. Бандажі захищають корпус від деформацій, особливо при високих температурах та значних механічних навантаженнях. Вони допомагають підтримувати стабільну температуру в печі та частково ізолюють теплові навантаження від корпусу. Конструкція та матеріали для бандажів: бандажі виготовляють із міцної і зносостійкої сталі, яка здатна витримувати високі температури, тиск і циклічні механічні навантаження.

Основні матеріали, що використовуються для виготовлення бандажів – це сталі з високою міцністю та термостійкістю: Найбільш поширені – леговані сталі з додаванням хрому, молібдену, нікелю, які забезпечують стійкість до високих температур і корозії. Чавун із спеціальними добавками використовується для зменшення теплового розширення і збереження стабільності форми при нагріванні. Конструкція бандажа включає кільцевий обід з високою точністю обробки, щоб забезпечити щільне прилягання до корпусу і рівномірний розподіл зусиль на опорні ролики.

Методи влаштування та кріплення бандажів на корпусі печі. Закріплення бандажів на корпусі обертових печей вимагає точності та технологічності. Існують кілька основних методів: метод натягування при нагріванні: бандаж розширюється при нагріванні і щільно насаджується на холодний корпус печі. Після охолодження бандаж стискається, утворюючи щільне кріплення на корпусі. Це забезпечує міцне з'єднання без додаткового кріплення. Кріплення з використанням підкладок і клинів: використовується для точного налаштування позиції бандажа і забезпечення можливості зняття в разі ремонту. Клини дозволяють контролювати і коригувати зазор між корпусом і бандажем, запобігаючи надмірному зношуванню.

Болтове кріплення: у цьому методі бандаж фіксується на корпусі за допомогою болтів, що дозволяє проводити швидкий монтаж і демонтаж для ремонту або заміни. Болти проходять через спеціальні отвори, створюючи надійне з'єднання. Деякі бандажі закріплюються так, щоб мати можливість

рухатися вздовж осі печі, що дозволяє компенсувати температурні розширення і знижує напруження, спричинені змінами температури.

Температура є основним фактором, що впливає на напружено-деформівний стан бандажів. Підвищення температури призводить до теплового розширення матеріалу бандажа, що створює додаткові напруження. Постійне нагрівання і охолодження викликають циклічні зміни розмірів бандажа, що може призвести до розтріскування матеріалу. Часті цикли нагрівання і охолодження спричиняють втомне руйнування, яке з часом може призвести до виходу бандажа з ладу. Нерівномірний розподіл температури по поверхні бандажа створює локальні зони підвищених напружень, що збільшує ризик виникнення тріщин.

Висновки. Температурне розширення спричиняє додаткові напруження між бандажами та корпусом печі через різницю в їхніх коефіцієнтах теплового розширення, що може призводити до деформацій і пошкоджень на стиках. Нерівномірний розподіл температури створює температурні градієнти, які викликають неоднорідні напруження в бандажах, що збільшує ризик виникнення тріщин і зниження довговічності матеріалу.

Циклічні температурні зміни спричиняють явища термічної втоми, що провокує мікротріщини і поступове руйнування матеріалу бандажів. Деформаційна взаємодія з іншими елементами печі може призвести до перекосів конструкції при нерівномірному нагріванні, що збільшує навантаження на бандажі та знижує надійність всієї системи. Окислення матеріалу при високих температурах знижує механічну міцність і пластичність бандажів, що погіршує їхній напружено-деформівний стан і знижує експлуатаційний ресурс.

Для підвищення довговічності та надійності бандажів обертових печей необхідно ретельно контролювати температурний режим, використовувати термостійкі матеріали і проводити регулярні профілактичні заходи, що мінімізують температурні навантаження та забезпечують рівномірний розподіл температури.

Список використаних джерел

1. Попович, А.М. Аналіз теплових режимів промислових печей. Дніпро: ДНУ, 2011.
2. Сідоров, В.П. Енергозбереження в технологічних процесах виробництва цементу. Київ: Енергоатом, 2018.
3. Карпенко, І.В., Ковальчук, Л.П. Промислова термодинаміка. Київ: Вища школа, 2009.
4. Добрянська Л.О., Буртак В., Ванкевич П.І. Вплив температур на напружено-деформівний стан бандажів обертових теплових агрегатів., Вісник ЛДАУ: «Агро-інженерні дослідження», Випуск ЛДАУ , с.314-319.

STRESS-STRAIN STATE OF ANNULUS CROSS-SECTION

*Mechyslav Chekanovych, PhD, associate professor,
Kherson State agrarian and economic University, c. Kherson*

Introduction. The construction, at the beginning of the third millennium, is characterized by the extensive use of concrete and steel. The dominant position of cement concrete in construction is explained by the presence of practically unlimited raw materials in the earth's crust, their relatively low cost, and the good physical and mechanical properties of concrete. In addition, the effective work of scientists and practitioners to improve high-strength concrete, improve their physical and mechanical properties, provides them with a dominant place among the building materials [1].

The end result of improvements is the rational use of concrete in the elements and structures. The combination of the positive qualities of concrete and reinforcing steel in reinforced concrete elements ensured the leading position of the material in the supporting building structures [2,3].

Main Section. Proceeding from the above-mentioned preconditions, the stress-strain state equation for any section has the form:

$$N = \int_A \sigma_c dA + \sum \sigma_{Si} A_{Si}; \quad (1)$$

$$M = \int_A \sigma_c h dA + \sum \sigma_{Si} A_{Si} h_{Si}; \quad (2)$$

Taking into account the aforementioned, the equation of the stress-strain state of elements of an annulus cross section (Fig. 2) can be represented by the formulas:

$$\begin{aligned} N = & 2[\sum a_k (\int_0^{h_c} \sqrt{2Rh - h^2} (\varepsilon_1 - \chi h)^k dh - \\ & - \int_{R-r}^{h_c - R+r} \sqrt{2r(h - R + r) - (h - R + r)^2} (\varepsilon_1 - \chi h)^k dh) - \psi_{ct} f_{ct} \cdot \\ & \cdot \left(\int_{h_c}^{2R} \sqrt{2Rh - h^2} dh - \int_{h_c - R+r}^{R+r} \sqrt{2r(h - R + r) - (h - R + r)^2} dh \right)] + \sum \sigma_{Si} A_{Si} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} M = & 2[\sum a_k (\int_0^{h_c} h \sqrt{2Rh - h^2} (\varepsilon_1 - \chi h)^k dh - \\ & - \int_{R-r}^{h_c - R+r} \sqrt{2r(h - R + r) - (h - R + r)^2} (\varepsilon_1 - \chi h)^k dh) - \psi_{ct} f_{ct} \cdot \\ & \cdot \left(\int_{h_c}^{2R} \sqrt{2Rh - h^2} dh - \int_{h_c - R+r}^{R+r} \sqrt{2r(h - R + r) - (h - R + r)^2} dh \right)] + \sum \sigma_{Si} A_{Si} h_{Si} \end{aligned} \quad (4)$$

where $2\sqrt{2Rh-h^2}$ – length of the circle chord of R radius;

$2\sqrt{2r(h-R+r)-(h-R+r)^2}$ – the same with r radius;

$\varepsilon_1 - \chi h$ – the value of the relative deformations corresponding to each accepted value of h in the range from zero to $2R$; here χ is a curvature.

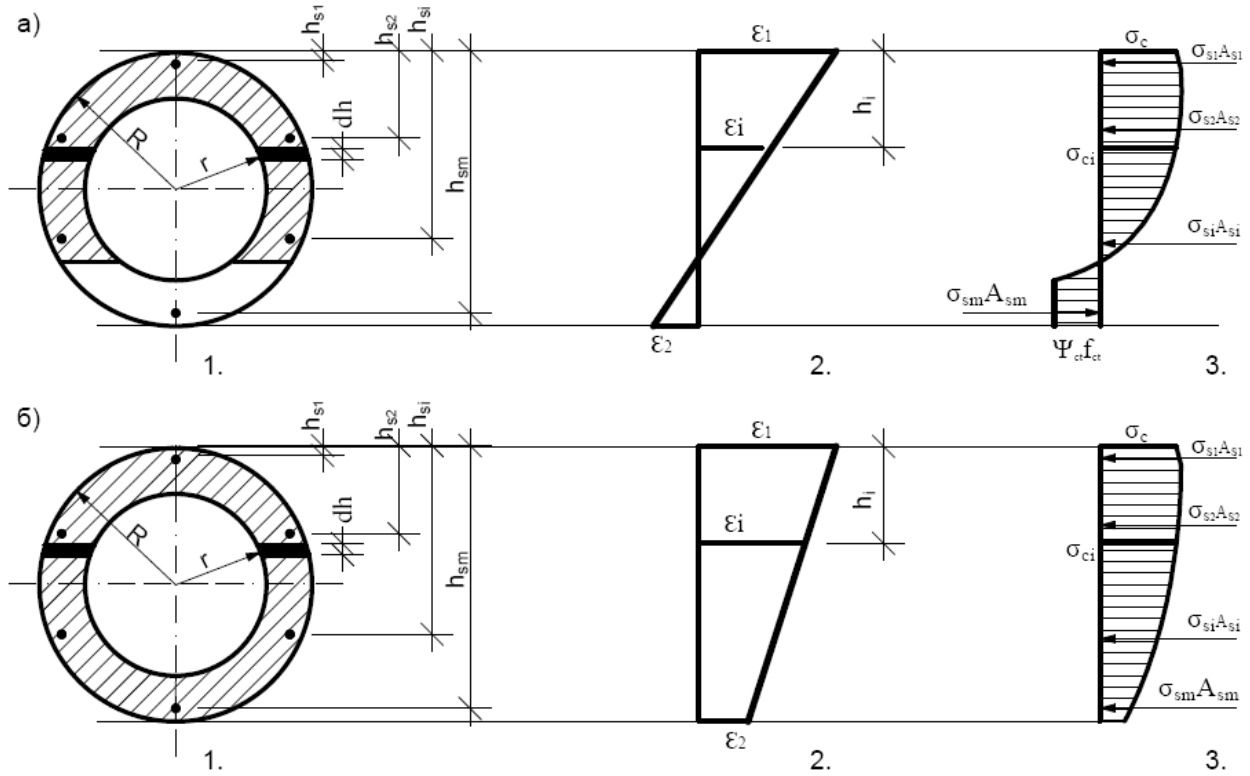


Figure 1 – Stress-strain state of annulus cross-section; a – for the first form of equilibrium; b – for the second form of equilibrium; 1- cross-section; 2 – deformation diagram; 3 – stress diagram

The given equations (3) and (4) describe both the first and second forms of equilibrium of reinforced concrete constructions of round and annulus cross-sections. The difference between them is taken into account by substituting the corresponding boundaries of integration.

If you specify integrals $I_k = \int h^k \sqrt{2Rh-h^2} dh$ and $J_k = \int h^k \sqrt{2r(h-R+r)-(h-R+r)^2} dh$, then equations (5) and (6) take the form:

$$N = 2[\sum N_k - N_{ct}] + \sum \sigma_{si} A_{si}; \quad (5)$$

$$M = 2[\sum M_k - M_{ct}] + \sum \sigma_{si} A_{si} h_{si} \quad (6)$$

where:

$$N_1 = a_1 [\varepsilon_1 (I_0 - J_0) - \chi (I_1 - J_1)]$$

$$\begin{aligned}
N_2 &= a_2 \left[\varepsilon_1^2 (I_0 - J_0) - 2\chi \varepsilon_1^2 (I_1 - J_1) + \chi^2 (I_2 - J_2) \right]; \\
N_3 &= a_3 \left[\varepsilon_1^3 (I_0 - J_0) - 3\chi \varepsilon_1^2 (I_1 - J_1) + 3\chi \varepsilon_1 (I_2 - J_2) - \chi^3 (I_3 - J_3) \right]; \\
N_4 &= a_4 \left[\varepsilon_1^4 (I_0 - J_0) - 4\chi \varepsilon_1^3 (I_1 - J_1) + 6\chi^2 \varepsilon_1 (I_2 - J_2) - 4\chi^3 \varepsilon_1 (I_3 - J_3) + \chi^4 (I_4 - J_4) \right]; \\
N_5 &= a_5 \left[\varepsilon_1^5 (I_0 - J_0) - 5\chi \varepsilon_1^4 (I_1 - J_1) + 10\chi^2 \varepsilon_1^3 (I_2 - J_2) \right] - \\
&\quad - a_5 \left[10\chi^3 \varepsilon_1^2 (I_3 - J_3) + 5\chi^4 \varepsilon_1 (I_4 - J_4) + \chi^5 (I_5 - J_5) \right]; \\
N_{ct} &= \psi_{ct} f_{ct} (I_0^{ct} - J_0^{ct}); \\
M_1 &= a_1 \left[\varepsilon_1 (I_1 - J_1) - \chi (I_2 - J_2) \right]; \\
M_2 &= a_2 \left[\varepsilon_1^2 (I_1 - J_1) - 2\chi \varepsilon_1^2 (I_2 - J_2) + \chi^2 (I_3 - J_3) \right]; \\
M_3 &= a_3 \left[\varepsilon_1^3 (I_1 - J_1) - 3\chi \varepsilon_1^2 (I_2 - J_2) + 3\chi \varepsilon_1 (I_3 - J_3) - \chi^3 (I_4 - J_4) \right]; \\
M_4 &= a_4 \left[\varepsilon_1^4 (I_1 - J_1) - 4\chi \varepsilon_1^3 (I_2 - J_2) + 6\chi^2 \varepsilon_1 (I_3 - J_3) - 4\chi^3 \varepsilon_1 (I_4 - J_4) + \chi^4 (I_5 - J_5) \right]; \\
M_5 &= a_5 \left[\varepsilon_1^5 (I_1 - J_1) - 5\chi \varepsilon_1^4 (I_2 - J_2) + 10\chi^2 \varepsilon_1^3 (I_3 - J_3) \right] - \\
&\quad - a_5 \left[10\chi^3 \varepsilon_1^2 (I_4 - J_4) + 5\chi^4 \varepsilon_1 (I_5 - J_5) - \chi^5 (I_6 - J_6) \right]; \\
M_{ct} &= \psi_{ct} f_{ct} (I_1^{ct} - J_2^{ct});
\end{aligned}$$

Here:

$$\begin{aligned}
J_1 &= L_1 + (R-r)L_0; \\
J_2 &= L_2 + 2(R-r)L_1 + (R-r)^2 L_0; \\
J_3 &= L_3 + 3(R-r)L_2 + 3(R-r)^2 L_1 + (R-r)^3 L_0; \\
J_4 &= L_4 + 4(R-r)L_3 + 6(R-r)^2 L_2 + 4(R-r)L_1 + (R-r)^4 L_0; \\
J_5 &= L_5 + 5(R-r)L_4 + 10(R-r)^2 L_3 + 10(R-r)^3 L_2 + 5(R-r)^4 L_1 + (R-r)^5 L_0; \\
J_6 &= L_6 + 6(R-r)L_5 + 15(R-r)^2 L_4 + 20(R-r)^2 L_3 + 15(R-r)^4 L_2 + 6(R-r)^5 L_1 + (R-r)^6 L_0
\end{aligned}$$

With $k = 0$

$$I_0 = 0,5 \left[(h-R) \sqrt{2Rh-h^2} + R^2 \arcsin \frac{h-2R+r}{h} \right] \quad (7)$$

$$J_0 = 0,5 \left[(h-2R+r) \sqrt{2r(h-R+r) - (h-R+r)^2} + r^2 \arcsin \frac{h-2R+r}{h} \right] \quad (8)$$

For k from 1 to 5, we obtain an analytic solution of the integrals I_c and L_k on the basis of the recurrence formula for the integral of the differential binomial

$$I_k = -2(2R)^{k+2} (I'_{k-1} - I'_k) \quad (9)$$

where

$$I'_k = \frac{h^{k+1} \sqrt{2(R-h)h}}{2(k+2) \cdot (2R)^{k+2}} + \frac{2k+3}{2k+4} I'_{k-1} \quad (10)$$

$$I'_0 = -\frac{3}{16} \left(\frac{h-R}{R^2} \sqrt{2Rh-h^2} + R^2 \arcsin \frac{h-R}{R} \right) + \frac{h\sqrt{(2R-h)h}}{4R^2} \quad (11)$$

Respectively

$$L_k = -2(2r)^{k+2} (L'_{k-1} - L'_k) \quad (12)$$

where

$$L'_k = \frac{(h-R+r)^{k+1} \sqrt{Rh-h^2-R^2}}{2(k+2) \cdot (2r)^{k+2}} + \frac{2k+3}{2k+4} L'_{k-1} \quad (13)$$

$$L'_0 = -\frac{3}{16} \left(\frac{h-R}{r^2} \sqrt{2r(h-R+r) - (h-R+r)^2} + \arcsin \frac{h-r}{r} \right) + \frac{(h-R+r) \sqrt{Rh-h^2-R^2}}{4r^2} \quad (14)$$

The formulas need to take into account the boundaries of integration. For a compression zone of a circular cross-section, the value of h varies from zero to $2R$ for the outer circle and from $R-r$ to $R+r$ for the inner one. In the presence of a stretched zone of the cross-section h changes from zero to h_c for the outer circle and from $R-r$ to h_c-R+r for the inner (see Fig. 2).

Substituting the values of I_k and J_k into equations (5) and (6), we obtain, according to known deformations ε_l and curvature χ , the corresponding values of normal force and bending moment in the annulus or round section of the structure, which may have cracks in the stretched concrete zone.

The calculation of the bearing capacity of normal cross sections of structures from reinforced anisotropic material involves finding the relationship between load and deformation. At the same time, the maximum on the dependence curve of the "load-curvature" corresponds to the magnitude of the bearing capacity of the structures.

Conclusions. Thus, the analytical dependences are obtained for the determination of the stress-strain state of reinforced elements of a annulus cross-section of reinforced concrete in a possible range of changes in the properties of concrete and reinforcement for any stage of the structural load.

References

1. J. Walraven, Challenges for new materials in concrete structures, Proc. of the XIII-th FIP Congress on Challenges for concrete in the Next Millennium, 1 (1998), 3-8.

2. Чеканович, М. Г. (2024). Теорема для розрахунку будівельних конструкцій. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, (5), 199-204. <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.5.24>

3. Reinforced concrete structures with during-tensioning on the concrete mix: монографія / Мечислав Чеканович: Херсонський державний аграрно-економічний університет.– Одеса: Олді +, 2024.-146 с.

https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=-gZBVZMAAAAJ&citation_for_view=-gZBVZMAAAAJ:fPk4N6BV_jEC

**РОЗРОБКА КРИТЕРІЇВ ОБГРУНТОВАНОГО ВИБОРУ ТИПУ
ПОКРІВЕЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ МАЛОПОВЕРХОВОЇ ЗАБУДОВИ
М.КРОПИВНИЦЬКИЙ**

Карпушин С.О., к.т.н., доц.

*Центральноукраїнський національний технічний університет,
м. Кропивницький*

Печончик С.С., студент

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Кропивницький

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Досягнення поставленої мети передбачає вирішення ряду задач:

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

- ознайомитися з регіональними трендами і стилістикою влаштування та реконструкції покрівель для ПМЗ;

- на основі натурних експериментів встановити причини і фактори, що призводять до необхідності реконструкції покрівель ПМЗ;

- виконати огляд і аналіз сучасних покрівельних матеріалів за критеріями: вартість, вага, довговічність, екологічність, естетична виразність, міцність;

- розробити ряд об'єктивних і суб'єктивних критеріїв (дискрипторів) для оцінки того чи іншого покрівельного матеріалу;

- навести експериментальні дослідження, що можуть бути підтвердженням об'єктивності критеріїв оцінки покрівельного матеріалу;

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

Під час досліджень застосовувалися натурні обмірювальні, обстежувальні роботи, фотофіксація процесів реконструкції покрівельних елементів та мансардових конструкцій (рис.1, рис.2, рис. 3).



а



б



в

Рисунок 1 (початок)

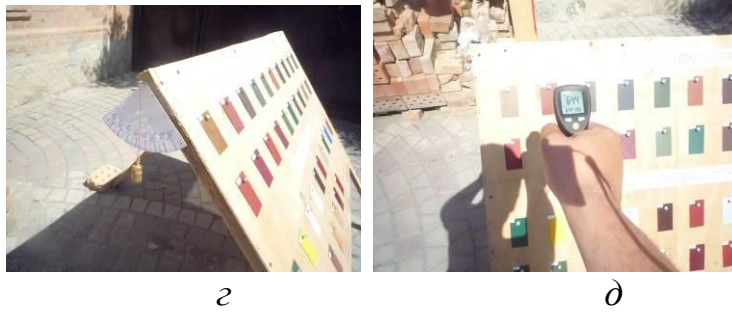


Рисунок 1 (закінчення) – Об’єкти та стенди для проведення експериментальних натурних досліджень: а – люкарна під ондуліном, та ендова по шиферу, б – мансардовий добудований поверх під металочерепицею; в – каркасна неутеплена мансарда вид з середини; г – стенд власної конструкції для моделювання кутів нахилу покрівлі; д – процес вимірювання пірометром температури поверхні металопрофілю залежно від кольору, виробника, покриття (глянець, мат)

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

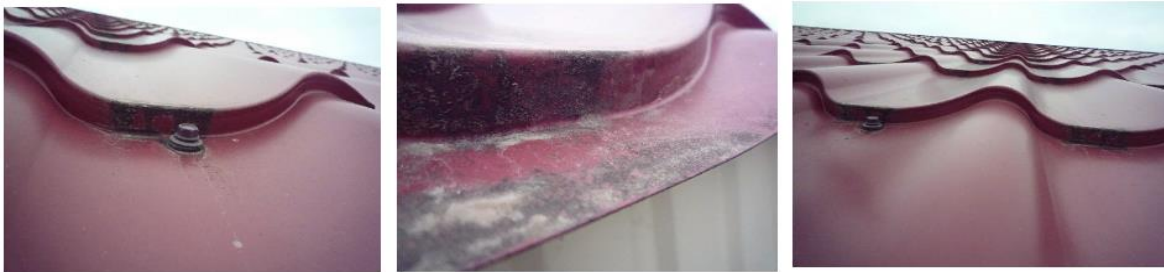


Рисунок 2 – Натурний експеримент по візуальному встановленню технічного стану холодної покрівлі з металочерепиці кольору RAL 3011
Приспосовування для вимірювання теплових деформацій металочерепиці в кракв'яних конструкціях.

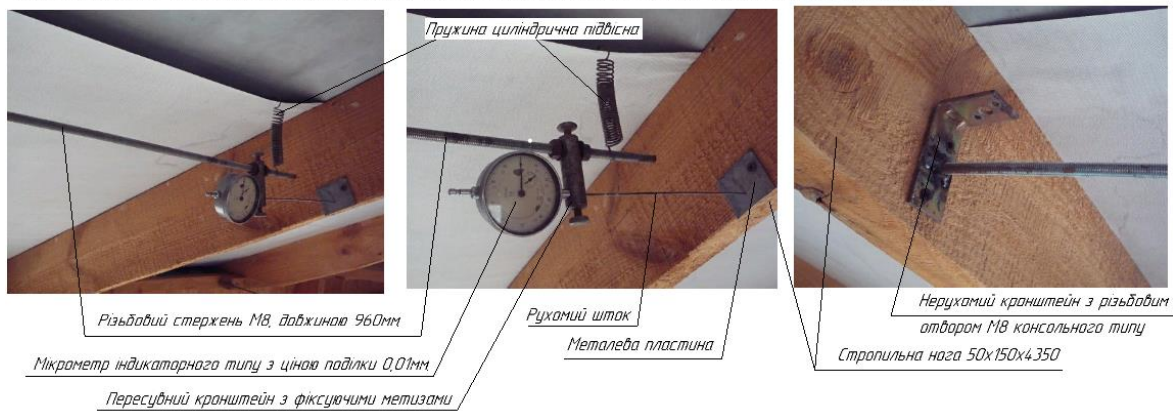


Рисунок 3 – Обладнання для встановленню величини теплової деформації стропильних конструкцій даху, що має покриття з металопрофілю (холодна двоскатна покрівля гаража м. Кропивницький вул. Кримська 23)

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

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

1. екологічна безпека покрівельного матеріалу.
2. естетична виразність покрівлі, покрівельного матеріалу.

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

Висновок. Перераховані особливості задачі дозволяють ідентифікувати її як багатофакторну задачу, що передбачає вибір в невизначеному просторі. Для науково обгрунтованого вибору типу покриття, в якості методу для умов при великій кількості факторів, можливе застосування методу «TOPSIS» [2].

Список використаних джерел

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

НАПРУЖЕНИЙ СТАН КОНІЧНИХ БЕТОННИХ БЛОКІВ ПІД ДІЄЮ СТАТИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Пантілієнко В.І., к.т.н., доц.

Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро

Карпушин С.О., к.т.н., доц.

Центральноукраїнський національний технічний університет,

м. Кропивницький

Червоноштан А.Л., аспірант

Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро

Фоменко О.Є., студент

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Кропивницький

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

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

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

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

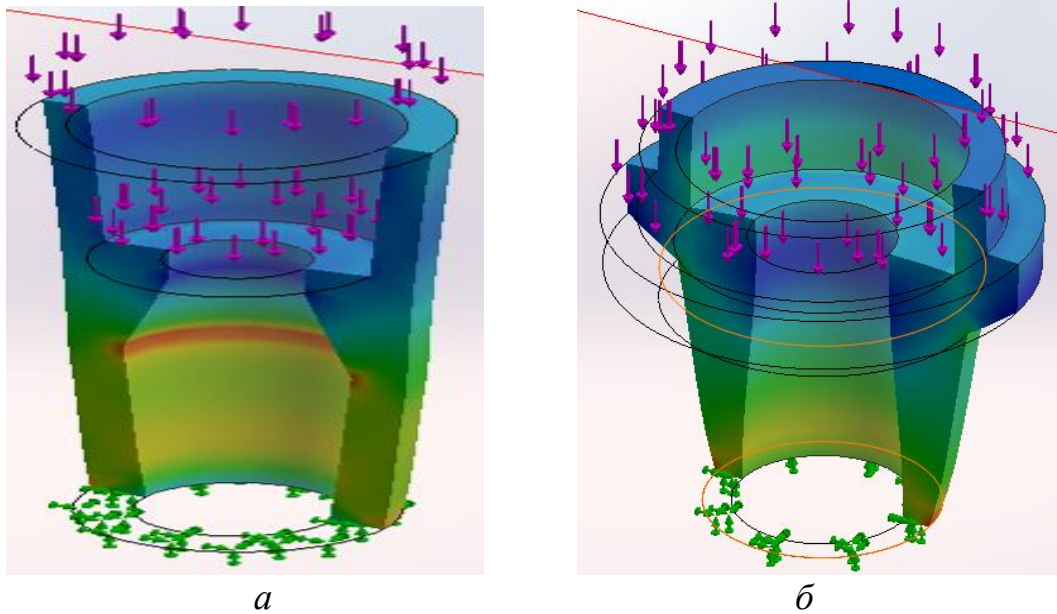


Рисунок 1 – Конічні залізобетонні блоки різних типів для зведення фундаментів під будівлі: *a* – конічний блок; *б* – конічний блок з розширеною верхньою частиною

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

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

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

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

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

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

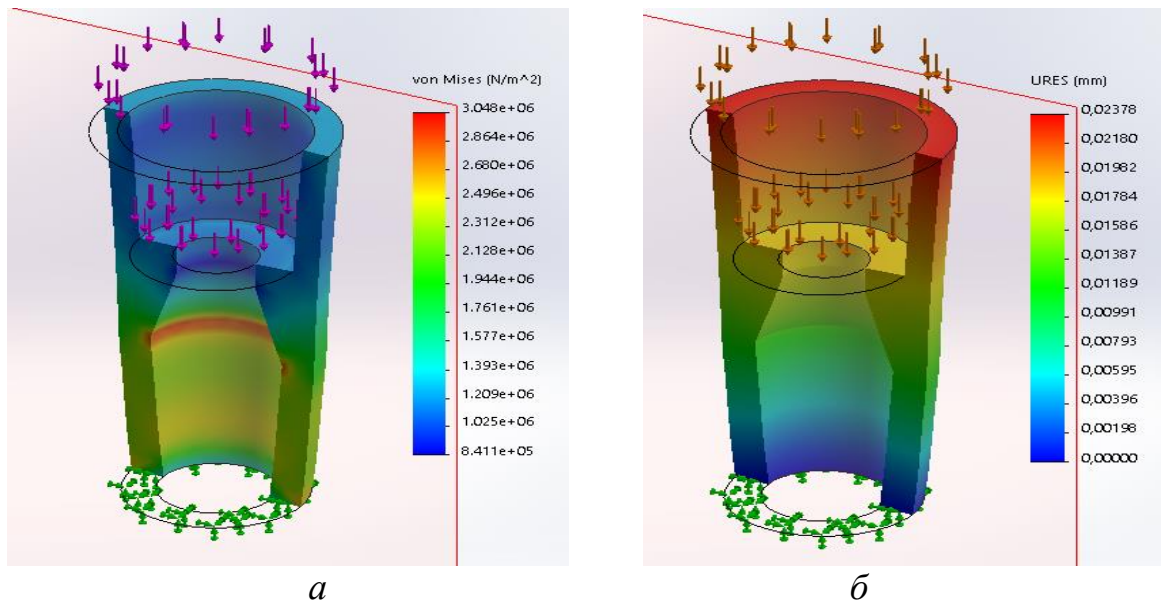


Рисунок 2 – Епюри напружень - *а*), та переміщення - *б*) конічного блоку під колони каркасних будівель

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

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

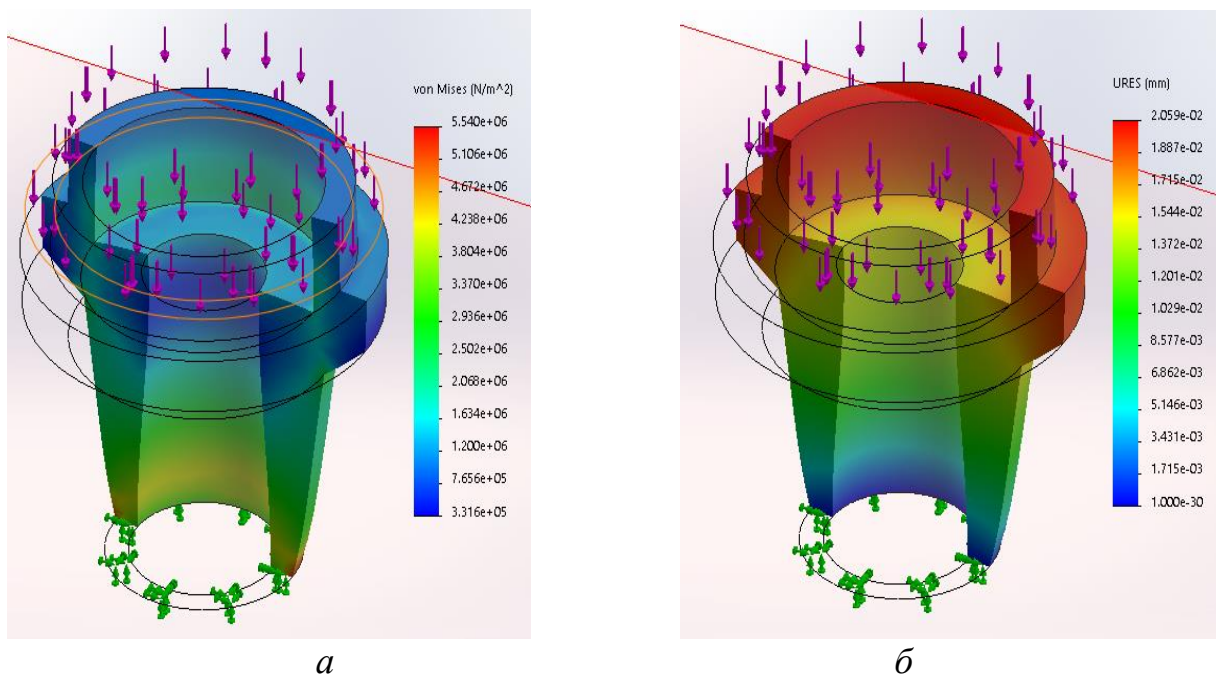


Рисунок 3 – Епюри напружень - *а*) та переміщення - *б*) конічного блоку з розширеною верхньою частиною під колони каркасних будівель

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

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

Результати досліджень були використані при створенні промислових зразків обладнання для занурення у ґрунт конічних бетонних блоків та при виготовленні конічних бетонних блоків на заводі залізобетонних конструкцій м. Дніпро. Спроектоване та впроваджене у виробництво обладнання для занурення конічних блоків, застосовувалося для зведення нульового циклу будівель та споруд різного призначення на будівельних майданчиках міст Дніпра, Вільногірська та Баглія Дніпропетровської області.

Список використаних джерел

1. Machines and equipment for the arrangement of recess for foundations of quickly installed technological mining facilities without diggism: Monograph /V.I. Panteleienko, S.O. Karpushyn – Petrosani, Romania: UNIVERSITAS Publishing, 2022. – 63 p.

2. Пантелеєнко В.І., Карпушин С.О. Енергоефективний спосіб влаштування фундаментів під об'єкти шатної поверхні //2-га Міжнародна науково-технічна конференція «Інноваційний розвиток ресурсозберігаючих технологій видобутку та переробки корисних копалин», University of Petroani, Румунія. 2019. С. 104-107.

3. Пантелеєнко В.І., Карпушин С.О., Червоноштан А.Л., Ігнатов А.Б. Дослідження напруженого стану металевих штампів під фундаменти для будівель різного призначення / Науковий вісник будівництва. Науково-технічний журнал Харківського національного університету будівництва та архітектури ХНУБА. Харків 2020, т.101 №3. – С 99-107.

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ БІБЕТОННИХ АРМОВАНИХ БАЛОК

Романенко Д.Б., викладач

ВСП «Рубіжанський фаховий коледж» ДЗ «Луганський національний
університет імені Тараса Шевченка», м. Миргород

Розвиток ресурсощадних будівельних технологій спрямований на розроблення інноваційних конструктивних рішень, які забезпечують оптимізацію витрат матеріалів, зниження собівартості та збереження високих експлуатаційних характеристик [2]. Основними напрямками є пошук нестандартних конструктивних схем, раціональне поєднання різних матеріалів з урахуванням їхніх взаємодоповнюючих властивостей, спрощення технологічних процесів виготовлення та мінімізація витрат при збереженні необхідного рівня несучої здатності та довговічності конструкцій [1].

З метою оптимізації геометричних параметрів бетонів різних класів по висоті перерізів згинаних залізобетонних конструкцій, було випробувано 5 типів залізобетонних однопролітних балок прямокутного поперечного перерізу розміром $b \times h = 100 \times 150$ мм [3]. Довжина балок складала 1200 мм. Верхня стиснута частина балок виконувалася із бетону класу С20/25, а нижня розтягнута частина – із бетону класу С12/15. Робоче армування балок виконувалось двома арматурними стержнями $\varnothing 12$ мм періодичного профілю класу А400С у розтягнутій зоні.

Завантажувалися балки двома силами рівновіддаленими від опор, таким чином, щоб посередині балки виникала ділянка із чистим згином. На рисунку 1 показано схему завантаження під час експериментального випробування бібетонних балок та розміщення вимірювальних приладів.

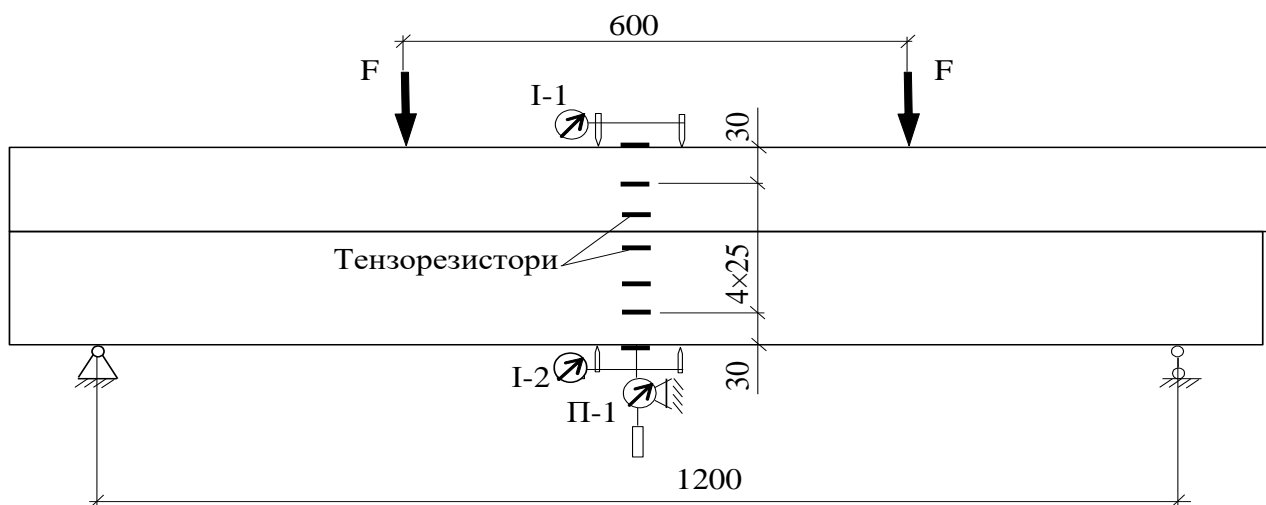


Рисунок 1 – Схема завантаження під час експериментального випробування бібетонних балок та розміщення вимірювальних приладів

Для вимірювання відносних деформацій балок в зоні дії максимальних згинальних моментів використовувалися дротяні електротензорезистори 2ПКБ-20-200ХБ з базою 20 мм на арматурних стержнях і з базою 50 мм на поверхні бетону. Для контролю вимірів електротензорезисторів на найбільш розтягнутому та найбільш стиснутому волокнах бетону, а також вимірювання прогинів використовувалися індикатори годинникового типу з максимальним ходом штоку 10мм та ціною поділки 0,01мм.

На рисунку 2 показана Структурно-логічна схема обробки результатів руйнівних експериментальних випробувань армованих бібетонних балок прямокутного поперечного перерізу.



Рисунок 2 – Структурно-логічна схема обробки результатів руйнівних експериментальних випробувань дослідних зразків

Список використаних джерел

1. Гасенко, А.В., Кириченко, В.А., Крупченко, О.А. (2013). Чисельні дослідження напружено-деформованого стану пошкоджених залізобетонних ребристих плит покриття. *Зб. наук. пр. ПНТУ. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво*, 4 (39), Т.1, 78-83.

2. Єрмоєнко, О.Ю. (2006). *Ефективність варіантів підсилення у стиснутій зоні залізобетонних елементів, що працюють на згин* (Автореф. дис. на здобуття ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.01). КНУБА, Київ, 20 с.

3. Романенко, Д.Б. (2023). Чисельне дослідження міцності бібетонних армованих балок, що працюють на згин. *Зб. наук. пр. КНТУ: Центральноукраїнський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, 8 (39), Ч. 2, 70-76. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8\(39\).2.70-76](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8(39).2.70-76).

СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОН ЯК УНІВЕРСАЛЬНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ СУЧАСНОГО БУДІВНИЦТВА

Слонь В.В., к.т.н., доц., Кльоб К.К., студент

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Кропивницький

Дарієнко В.В., к.т.н., доц.,

*Центральноукраїнський національний технічний університет,
м. Кропивницький*

Вступ. Сучасне будівництво ставить високі вимоги до матеріалів, що використовуються для зведення конструкцій. Потреби сучасного світу вимагають створення об'єктів, які здатні витримувати значні навантаження, зберігати стабільність у складних умовах експлуатації, бути стійкими до впливу природних та техногенних факторів [1, 2]. Зокрема, зростає необхідність у матеріалах із підвищеною міцністю та довговічністю, які забезпечували б не лише функціональність, але й естетичність споруд. Одночасно важливим стає питання зниження витрат як на будівництво, так і на експлуатацію, включаючи технічне обслуговування, ремонти та модернізацію.

Традиційні матеріали, такі як сталь і залізобетон, залишаються основними у більшості будівельних проектів, адже вони добре вивчені, мають широке поширення та забезпечують прийнятні технічні характеристики для багатьох типів споруд. Проте їх використання має і свої недоліки. Сталеві конструкції вимагають захисту від корозії, мають низьку вогнестійкість, що потребує значних додаткових витрат. Залізобетон, у свою чергу, демонструє низьку ефективність у зонах розтягу та може бути вразливим до утворення тріщин, особливо при тривалих навантаженнях. Крім того, збірні залізобетонні конструкції часто стикаються з проблемами стиків, що впливає на їх довговічність та надійність.

У пошуках універсального рішення інженери звернули увагу на комбіновані матеріали, які здатні поєднувати переваги традиційних та компенсувати їх недоліки. Одним із таких рішень став сталезалізобетон — матеріал, що інтегрує міцність і гнучкість сталі з жорсткістю та стійкістю до зовнішніх впливів бетону. Цей матеріал забезпечує унікальне поєднання властивостей, які дозволяють вирішувати широкий спектр інженерних завдань. Сталезалізобетон відкриває нові перспективи для розвитку будівельної галузі, дозволяючи створювати конструкції, які відповідають найвищим сучасним вимогам щодо якості, економічності та екологічності [3]. Яскравим прикладом сталезалізобетонних конструкцій є використання профнастилу, змонтованого на сталеві балки, з влаштуванням поверх настилу залізобетонного перекриття (рис. 1). Профнастил виконує роль незйомної опалубки і чорнової стелі, готової для прокладання комунікацій у хвилях настилу. Сумісна робота досягається за допомогою приварених до сталевій балки гнучких або жорстких анкерів.

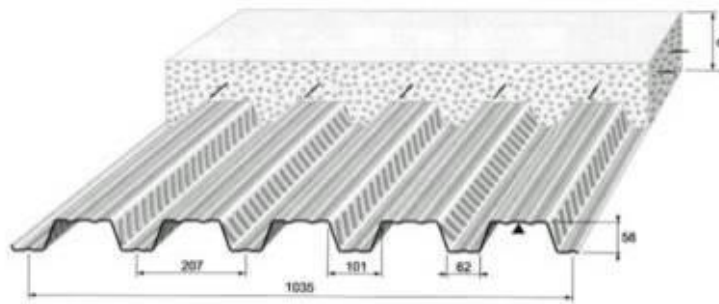


Рисунок 1 – Сталезалізобетонне перекриття по профнастилу

Сталезалізобетон дозволяє ефективно поєднати переваги традиційних матеріалів, мінімізуючи їх недоліки. Його застосування забезпечує підвищену надійність конструкцій, стійкість до різних навантажень і агресивних середовищ, а також зменшує витрати на зведення та технічне обслуговування об'єктів. У цій статті розглянуто основні техніко-економічні характеристики сталезалізобетону, а також проведено його порівняння з традиційними матеріалами – сталлю та залізобетоном.

Основна частина. Сталезалізобетон вирізняється своєю здатністю забезпечувати високу несучу здатність, стійкість до впливу вогню та корозії, а також економічність у використанні. Завдяки поєднанню сталі та бетону він компенсує недоліки кожного з цих матеріалів, утворюючи оптимальну систему для складних інженерних рішень [4]. Бетон у сталезалізобетоні працює як захисний шар для сталевих елементів, захищаючи їх від корозії та високих температур, тоді як сталь забезпечує конструкцію міцністю в зонах розтягу, де бетон менш ефективний.

У порівнянні зі сталевими конструкціями, сталезалізобетон має значно вищу вогнестійкість, оскільки бетон захищає сталь від дії високих температур, подовжуючи час, необхідний для критичного нагрівання конструкції (рис. 2).

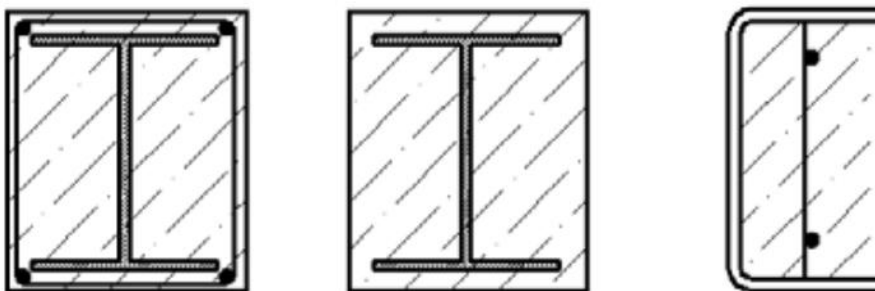


Рисунок 2 – Перерізи сталезалізобетонних колон

Крім того, корозійна стійкість сталезалізобетону також значно перевищує показники чисто сталевих конструкцій, що дозволяє зменшити витрати на антикорозійний захист і продовжити термін служби об'єктів. Це особливо важливо для промислових і транспортних споруд, що працюють у важких умовах, таких як підвищена вологість або вплив агресивних хімічних середовищ.

Залізобетонні конструкції, які довели свою ефективність у багатьох галузях будівництва, також мають певні недоліки, що обмежують їх застосування. Основними з них є низька ефективність у зонах розтягу, схильність до утворення тріщин, а також проблеми зі стиками у збірних конструкціях. Сталезалізобетон усуває ці недоліки, використовуючи сталь у найбільш критичних зонах. Це дозволяє знизити обсяги використання бетону, зробити конструкції компактнішими і полегшити їх транспортування та монтаж.

Таблиця 1 – Основні етапи розвитку сталезалізобетонних конструкцій

№	Етапи	Опис	Мета	Результат
1	Аналіз існуючих методик проєктування	Дослідження наявних стандартів і практик у проєктуванні сталезалізобетонних конструкцій.	Покращення розуміння існуючих практик для оптимізації нових проєктів.	Складання бази даних існуючих методик та рекомендацій.
2	Експериментальні дослідження	Проведення лабораторних експериментів для визначення характеристик матеріалів і конструкцій.	Отримання точних експериментальних даних для підтвердження теоретичних моделей.	Складання бази даних існуючих методик та рекомендацій.
3	Числове моделювання	Використання сучасних числових методів, таких як метод кінцевих елементів, для аналізу конструкцій.	Отримання точних експериментальних даних для підтвердження теоретичних моделей.	Детальні прогнози роботи конструкцій у реальних умовах.
4	Удосконалення конструктивної стійкості	Розробка нових рішень для підвищення стійкості та довговічності конструкцій.	Отримання точних експериментальних даних для підтвердження теоретичних моделей.	Розробка нових технічних рішень для зменшення ризиків руйнування.
5	Розробка нових типів конструкцій	Створення інноваційних конструкцій для розширення застосування сталезалізобетонних елементів у будівництві.	Отримання точних експериментальних даних для підтвердження теоретичних моделей.	Пропозиції щодо нових економічно вигідних конструкцій.

Економічна вигода від використання сталезалізобетону стає очевидною на етапі зведення об'єктів. Завдяки меншій матеріаломісткості, порівняно зі сталевими та залізобетонними конструкціями, знижуються витрати на закупівлю матеріалів і їх транспортування. Додатковим економічним фактором є довговічність сталезалізобетону, яка забезпечує мінімальні витрати на

технічне обслуговування протягом усього терміну експлуатації. Це робить сталезалізобетон особливо вигідним для будівництва великих інфраструктурних об'єктів, таких як мости, промислові підприємства чи висотні будівлі.

Екологічність сталезалізобетону також є важливим аспектом його застосування. Завдяки зниженню використання бетону та сталі зменшується кількість викидів CO₂, які виникають під час виробництва цих матеріалів. Таким чином, сталезалізобетон сприяє зменшенню впливу будівельної галузі на навколишнє середовище, що відповідає сучасним тенденціям сталого розвитку.

Висновки. Сталезалізобетонні конструкції є універсальним рішенням для сучасного будівництва. Їх технічні характеристики дозволяють забезпечувати високу надійність, довговічність і стійкість до несприятливих умов експлуатації. У порівнянні зі сталевими та залізобетонними конструкціями, сталезалізобетон має переваги у вогнестійкості, корозійній стійкості та економічності. Це робить його ідеальним вибором для зведення об'єктів, що потребують високої несучої здатності та мінімальних витрат на обслуговування.

Економічна ефективність сталезалізобетону проявляється не лише у зменшенні витрат на зведення, але й у зниженні витрат на експлуатацію. Завдяки довговічності та низьким вимогам до технічного обслуговування, сталезалізобетон забезпечує значний економічний вигравш протягом усього життєвого циклу конструкцій. Його екологічність також додає переваг, дозволяючи зменшити негативний вплив будівництва на довкілля.

Таким чином, сталезалізобетон не лише є ефективним матеріалом для сучасного будівництва, а й сприяє розвитку інноваційних рішень, що відповідають вимогам часу. Завдяки своїм унікальним властивостям він стає важливим інструментом для інженерів та архітекторів, які прагнуть створювати надійні, економічні та екологічно безпечні об'єкти.

Список використаних джерел

1. Стороженко Л.І. Сталезалізобетонні конструкції / Л.І. Стороженко, О.В. Семко. – Полтава, 2001. – 55 с.
2. ДСТУ-Н Б EN 1994-1-1:2010 Єврокод 4: Проектування сталезалізобетонних конструкцій – Частина 1-1: Загальні правила і правила для споруд (EN 1994-1-1:2004, IDT). Видання офіційне. – Чинний з 01.07.2013. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 159 с.
3. ДБН В.2.6-160:2010. Конструкції будинків і споруд. Сталезалізобетонні конструкції. Основні положення / Видання офіційне. – Чинні з 01.09.2011. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 55 с.
4. Семко О.В. До розрахунку позацентрово стиснутих сталобетонних елементів зі швелерів / О.В. Семко, А.В. Гасенко // Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. праць. – Рівне: НУВГтаП, 2007. – Вип. 15. – С. 232 – 237.

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ОБСТЕЖЕННЯ ОБ'ЄКТУ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ПІСЛЯ РАКЕТНОГО УДАРУ

Чеканович М.Г., к.т.н., доцент

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

Вступ. Під час військових дій від ракетних ударів страждають об'єкти критичної інфраструктури, багато з яких визначають енергетичну і транспортну безпеку держави, якість проживання і виживання людей. Ворог намагається нанести максимальну шкоду, зруйнувати важливі інфраструктурні об'єкти, серед яких гідроелектростанції, мостові переходи. В цілому, країна стикається зі значними обсягами руйнувань, пошкоджень будівель та споруд критичної інфраструктури. Сьогоднішня ситуація вимагає оперативного технічного обстеження, оцінки технічного стану і швидкого прийняття рішень щодо можливості відновлення функціонування, закриття або консервації об'єктів енергетичного і транспортного призначення. Науково обґрунтоване і швидке прийняття технічного рішення суттєво зменшує загрозу життю людей, сприяє енергетичній безпеці країни. При цьому на основі висновків з аналізу результатів технічних обстежень можна поліпшити ефективність такої роботи в майбутньому.

Основна частина. Розглянемо пошкоджену гідроелектростанцію після ракетного удару, що включає будівлю (рис. 1, 2) і споруду моста (рис. 3-5).



Рисунок 1 – Наслідки ракетного удару, руйнування, пролам консольної частини плити несучого покриття будівлі

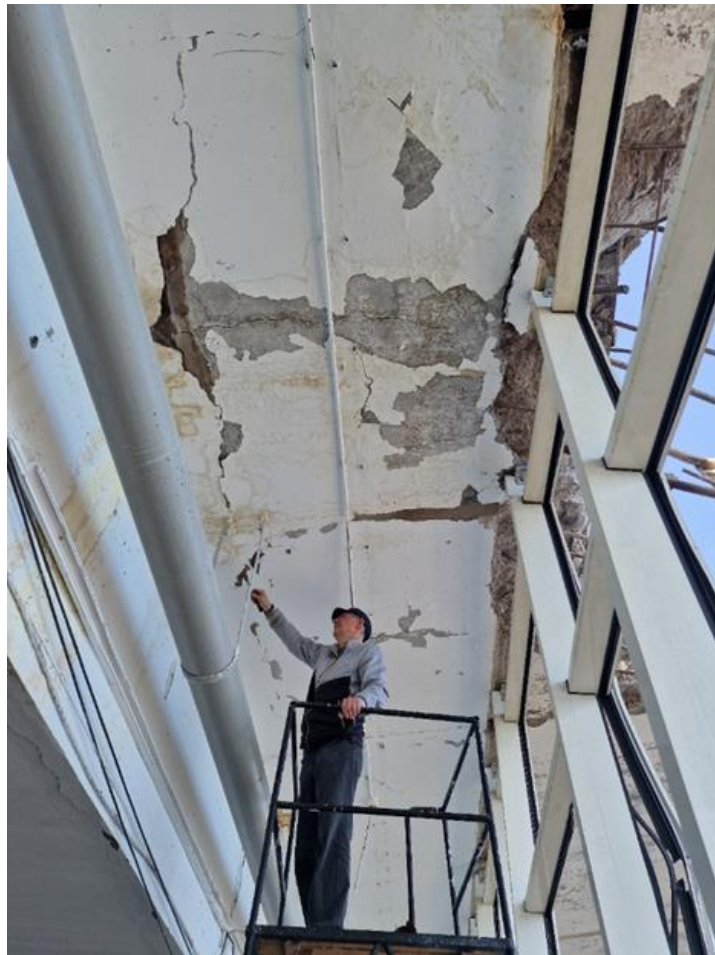


Рисунок 2 – Характерне після ракетного удару тріщиноутворення, тріщини вздовж ригеля в залізобетонній плиті покриття будівлі

Як відомо, технічний стан будівлі визначається згідно з ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 і характеризується однією з чотирьох категорій [1], а технічний стан моста класифікується за п'ятьма експлуатаційними станами згідно ДСТУ 9181:2022 [2].

Несуча залізобетонна консольна плита покриття будівлі має пролам в місці ракетного удару, і в місці дії максимального згинального моменту тріщини розкриттям до 2,8 мм в основі консолі та тріщини на периферії – стан “4” (аварійний).

Експлуатаційний стан прогону моста по смузї проїзду зі сторони нижнього б'єфу – 5 (непрацездатний), а зі сторони нижнього б'єфу – 4 (обмежено працездатний), експлуатаційний стан суміжного прогону – 4 (обмежено працездатний).

З наведених рисунків 3-5 видно, що розмір вхідного отвору в плитній частині залізобетонного прогонової будови від удару значно менший від розмірів вивалу бетону з протилежної сторони.

Оцінка технічного стану будівель і мостових споруд має різну шкалу оцінювання і відмінну нормативну базу, що ускладнює комплексну оцінку технічного стану об'єктів внаслідок пошкодження від ракетного удару [3,4].



Рисунок 3 – Вхідний отвір у плитній частині прогонових будов моста



Рисунок 4 – Руйнування плитних частин балок прогону моста, вивал бетону, деформації, погнутість арматури, корозія, тріщини, порушення з'єднань арматури



Рисунок 5 – Розгалужена система тріщин, руйнування, сколювання бетону, оголення арматури балки прогону моста

Висновки. Аналіз результатів обстеження об'єкту критичної інфраструктури після ракетного удару показав, що в місці ракетного удару утворився пролам плити будівлі, а небезпечні тріщини виникли поодаль в місці дії максимального моменту; при цьому в прогоновій будові моста в місці входу боєприпасу в плитну частину залізобетонних балок пошкодження виявляється меншим, ніж у місці його виходу.

Рекомендується прийти до єдиної системи оцінювання технічного стану будівель і споруд мостів.

Список використаних джерел

1. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 «Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану»
2. ДБН В.2.3-22:2009. Мости та труби. Основні вимоги проектування.
3. Чеканович, М. Г. (2024). Теорема для розрахунку будівельних конструкцій. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, (5), 199-204. <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.5.24>
4. Reinforced concrete structures with during-tensioning on the concrete mix: монографія / Мечислав Чеканович: Херсонський державний аграрно-економічний університет.– Одеса: Олді +, 2024.-146 с. https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=-gZBVZMAAAAJ&citation_for_view=-gZBVZMAAAAJ:fPk4N6BV_jEC

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПЕРЕАРМОВАНИХ ЗГИНАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПІДСИЛЕНИХ РОЗТЯГОМ СТИСНУТОЇ ЗОНИ

*Чеканович М.Г, к.т.н., доцент; Карпович К.О., магістр
Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон*

Вступ. На сьогодні, в умовах війни, постає актуальна проблема з відновлення та підсилення пошкоджених залізобетонних конструкцій. Зазначена проблема є нагальною до вирішення, зокрема, через наявну необхідність швидкого та економічно доцільного відновлення будівель та споруд. Відповідно постає необхідність в певному розширенні загального переліку способів підсилення, зокрема пошкоджених залізобетонних балок. Згинальні елементи чи не найбільше зазнають пошкоджень через вибухові хвилі та потрапляння уламків, Це може призводити до пошкодження бетону стиснутої зони. Таким чином, внаслідок послаблення перерізу, залізобетонний згинальний елемент набуває переармованого стану.

Звісно залізобетонний елемент з певних причин може бути переармований при виготовленні, реконструкції і підсиленні, що в будівельній практиці є досить відомим. Інколи виникає потреба у подальшому підсиленні, відновленні несучої здатності стиснутої зони бетону. Традиційні способи підсилення звісно довели свою ефективність на практиці, але розширення можливостей та засобів підсилення дозволить знайти більш вигідні практичні рішення.

Актуальним буде дослідити нові можливі варіанти підсилення пов'язані з розвантаженням стиснутої зони бетону, прикладенням зусилля розтягу до стиснутої зони.

Основна частина. До виконання зазначеного підсилення стиснутої зони пошкодженої переармованої балки (рис.1), спочатку потрібно перевірити поточну несучу здатність перерізу.

$$N = \int_A \sigma_c dA + \sum \sigma_{Si} A_{Si}; \quad (1)$$

$$M = \int_A \sigma_c h dA + \sum \sigma_{Si} A_{Si} h_{Si}; \quad (2)$$

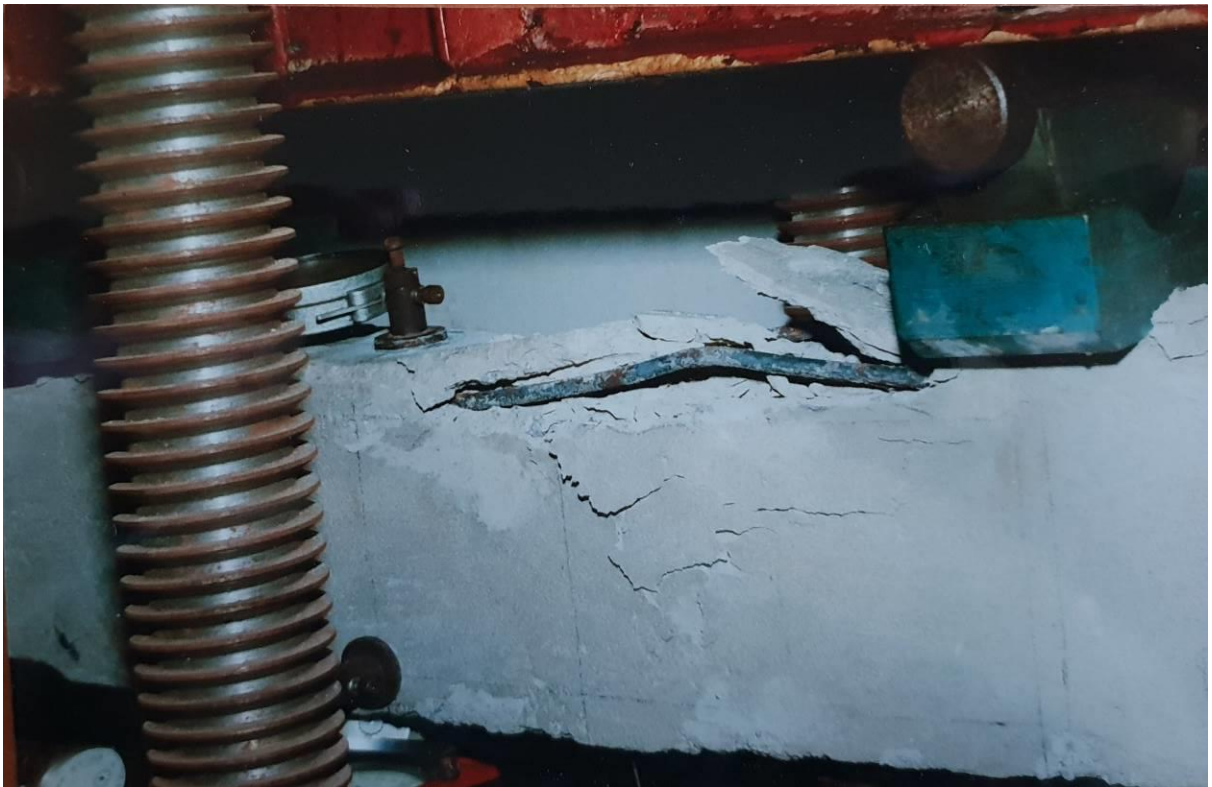


Рис. 1. Схема руйнування переармованої залізобетонної балки

Для цього існують методики наведені в нормативних документах [1], роботи з більш точними методами розрахунку як в статті Павлікова А.М та Гарькавої О.В. [2] та дисертації Полянського К.В. [3] в якій розглянуто саме випадок пошкоджених залізобетонних балок і встановлена залежність між площею пошкодження та поточною несучою здатністю. Але всі зазначені методики розрахунку передбачають обробку даних за допомогою комп'ютерного обчислення, що є достатньо точним але сильно ускладнює інженерний розрахунок в ручну. Тому для перевірки ефективності застосування сил розтягу в стиснутій зоні переармованих елементів попередньо можна звернутися до більш простих методик попередніх років, зокрема до системи розрахунків зазначених в попередніх нормах.

Для доведення ефективності прикладення зусиль розтягу до стиснутої зони бетону переармованої залізобетонної балки, потрібно розрахувати максимальні граничні значення несучої здатності для певного перерізу до і після прикладення зусиль. Відповідний інженерний розрахунок був виконано для обраної залізобетонної балки прямокутного перерізу, шириною 0,3 м, висотою 0,4 м, довжину балки прийняли 5,98 м (рис.1.). Прийнятий переріз відповідав умові переармованості. Процент армування перерізу призначений в межах від 3 - 4 %. Тож прийнято, що в переріз закладено 3 стрижні арматури класу А500 та діаметром 40мм, з загальною площею $A_s=37,7 \text{ см}^2$. Клас бетону прийнято С25/30.

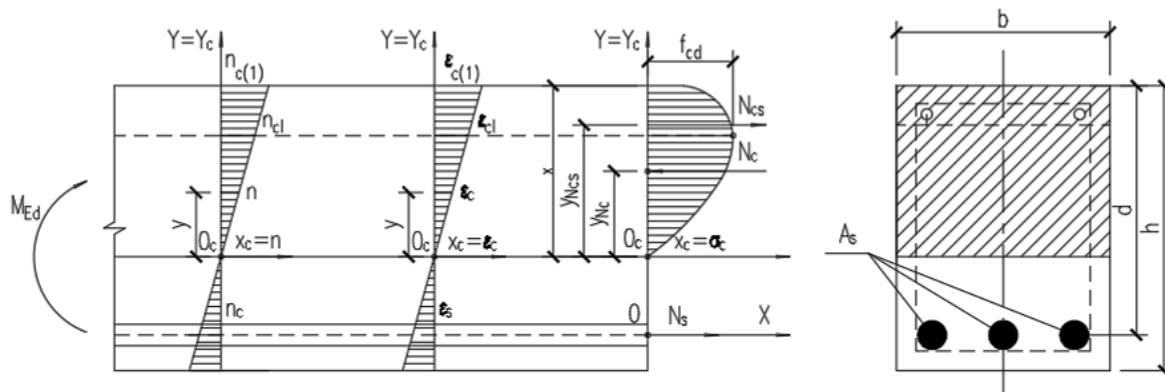


Рис. 2. Схема переармованої залізобетонної балки

Розрахунок виконувався за формулами, які були наведені в будівельних нормах і правилах 2.03.01.84. Де з рішення рівнянь (1) та (2) було визначено граничну висоту стиснутої зони бетону.

$$f_{cd}A_b - \sigma_s A_s \pm N = 0; \quad (3)$$

$$\sigma_s = \frac{\sigma_{scu}}{1 - \frac{\omega}{1,1}} \left(\frac{\omega}{\xi} - 1 \right) + \sigma_{sp}; \quad (4)$$

Після перевірки застосували альтернативну формулу (5), після чого були уточнені розрахункові значення напружень. На основі отриманих розрахункових показників та інших вихідних даних за формулою (6) було визначено граничний момент переармованого перерізу залізобетонної балки.

$$\sigma_s = \left[\beta + (1 - \beta) \frac{\xi_{el} - \xi}{\xi_{el} - \xi_R} \right] f_{yd}; \quad (5)$$

$$M_{Rd} = h x b f_{cd} + \sigma_s A_s d + N H \quad (6)$$

Отримавши дійсні значення граничних навантажень до підсилення, було виконано розрахунок балки за зазначеними формулами, але з прикладеною до верхнього поясу силою розтягу $N=64$ кН. За результатами подальших розрахунків отримали зменшення граничної стиснутої зони бетону і зростання моменту склало до 25%.

Для прикладення сили розтягу в стиснутій зоні переармованого залізобетонного згинального елемента можна використовувати системи на основі розтягуючих тяжів або канатів, а також розпірні системи. Головними умовами є те, щоб в місцях прикладення зусиль було виконано монтаж анкерів. Відповідним обмеженням в цьому випадку є величина розвантаження від прикладених сил розтягу - вона не має перевищувати граничних значень міцності бетону. Влаштування зазначених систем передбачено на симетричній

основі, а їх напруження має відбуватись поступово та рівномірно. Також важливою умовою підсилення є те, щоб системи напружували при завантаженні елемента на 65%. Також при поступовому напруженні системи загальне поточне завантаження не має бути меншим за 65%.

Тяже-роликові системи передбачають натяг сталеві арматури на зовнішньому елементі конструкції, де в результаті зусилля передаються за допомогою ролику або системи роликів на вісь прикладення до стиснутої зони елемента конструкції, що підсилюється.

Канатно-роликове підсилення передбачає влаштування системи виключно в площині грані елемента. За допомогою канатів і роликів утворюється незамкнений контур, що натягується механізмом в нижньому поясі, в результаті верхній пояс розтягується, а сили від натягу певним чином розподіляються в площині перерізу по всій довжині балки в залежності від кількості роликів та їх розташування спричиняючи стиск розтягнутої зони.

Основою розпірної системи є сталевий елемент що сприйматиме стискаюче навантаження від розпірних сили що прикладені до балки за допомогою спеціальних механічних або гідравлічних механізмів. Розпірна система будучи стиснутою прикладає розтягуючі зусилля на відповідному місці балки. Така система може бути добре відрегульована.

Висновки. За результатами проведеного дослідження та виконаним розрахункам було підтверджено ефективність прийнятого підсилення переармованих залізобетонних згинальних елементів силами розтягу прикладених до стиснутої зони бетону. Підвищення несучої здатності розрахованому випадку досягло 25 відсотків. Звісно для остаточного визначення ефективності способу підсилення переармованих згинальних елементів в подальшому необхідно провести низку лабораторних досліджень в практичній площині. Саме за таких умов буде допустимо стверджувати, що запропонований підхід до вирішення проблеми можливо застосовувати в ремонтно-будівельному процесі відновлення країни.

Список використаних джерел

1. ДБН Б В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. 3 редакція. Київ, Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. 41с. Чинний від 2023-09-26.

2. Павліков А.М., Гарькава О.В. Розрахунок несучої здатності залізобетонних згинальних елементів при неповному використанні міцності арматури / Павліков А.М., Гарькава О.В. / Збірник наукових праць. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. – 1 (52) 2019.

3. Полянський К. В. Напружено-деформований стан та несуча здатність похилих перерізів пошкоджених залізобетонних балок: дис. доктор філософії з галузі знань 19 Архітектура та будівництво: 192БЦІ. Одеса, 2020. 192 с.

МЕТОДИ САНАЦІЇ ТРУБОПРОВОДІВ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Волошин М.М., к.т.н., доцент

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

Вступ. Нині в системах водопостачання України невідкладним завданням являється впровадження розробок по відновленню (санації) пошкоджених ділянок трубопроводів, оскільки велика частина водопровідних мереж (їх протяжність понад 70 тис. км) прокладена із застосуванням сталевих труб. Великим недоліком цих труб є схильність до корозії, а отже, недовгий термін експлуатації (10-15 років). У результаті корозії з'являються свищі в стінках труб, через які відбуваються витoki води. З плином часу кількість свищів прогресивно зростає, а міцність стінок водоводів знижується. За оцінками фахівців [1, 2] із 70 з гаком тис. км трубопроводів водопровідних мереж 55% потребують термінової заміни та ремонту, на кожні 100 км трубопроводів за один рік у середньому припадає 45 аварій, причому з кожним роком становище все погіршується. За такого стану водопровідних мереж, з урахуванням прогресуючого корозійного руйнування і за систематичного підкачування, що збільшує навантаження на ослаблені стінки труб, у найближчі 5-7 років почнуться масові руйнування водоводів із катастрофічними наслідками для економіки України.

Основна частина. Санація трубопроводів – альтернативна технологія трудомісткому риттю траншей. Технологія широко застосовується для заміни зношених інженерних мереж. Метод санації застосовується при виявленні необхідності повної або часткової заміни ділянки існуючого трубопроводу. Відновлення (ремонт) трубопроводів може здійснюватися як безтраншейним, так і траншейним способом [4] і дозволяє відновити водопостачання в найкоротший термін, дотримуючись і виконуючи при цьому усіх вимог надійності та безпеки відновлюваного трубопроводу. Безтраншейна санація трубопроводів виконується без використання важкої техніки та залучення великої кількості робітників.

Одним із найбільш часто застосовуваних методів санації є нанесення цементно-піщаного покриття (ЦПП) на внутрішню поверхню трубопроводу, що дає змогу очистити стінки труб від відкладень, які осіли [3], є найкращим антикорозійним захистом для сталевих і чавунних трубопроводів. Він захищає внутрішню поверхню труб від руйнування, а також ліквідує різні дефекти. Суть методу полягає в тому, що в попередньо очищену механічним способом ділянку трубопроводу вводиться розбризкувальний пристрій, який протягується через трубопровід за допомогою лебідки. У пристрій рівномірно подається

цементно-піщана суміш із ємності і набризується на стінки старого трубопроводу.

Сфера застосування методу ЦПП доволі широка – діаметри трубопроводів, що сануються, можуть бути від 150 до 1500 мм, причому величина тиску в трубопроводі не обмежена, також не лімітовані глибина закладення і тип навколишніх ґрунтів. До переваг методу ЦПП слід віднести простоту виконання основних і підготовчих робіт. Крім того, метод ЦПП є найдешевшим методом санації трубопроводів, і зазвичай його вартість становить близько 30% від вартості нового будівництва. Термін експлуатації ЦПП за сприятливих умов може досягати 50 років. Однак метод ЦПП непридатний для відновлення сильно зруйнованих трубопроводів, що мають наскрізні отвори, пошкодження стиків труб, деформації та осьові зміщення.

Найбільш часто застосовувані способи безтраншейної технології санації трубопроводів є ремонт методом «труба в трубі» і методом «панчохи». Санація трубопроводів методом «труба в трубі» (релейнінг) – це протягування всередину пошкодженої труби нової труби. При цьому стара труба може піддаватися або не піддаватися руйнуванню. Релейнінг без руйнування старої труби дуже економічний і не вимагає великих термінів. Однак труба, що протягується всередині старої труби, має менший діаметр порівняно з колишньою. У тих випадках, коли згідно з проектом санації трубопроводу діаметр не може бути зменшений або має бути збільшений, застосовується релейнінг із руйнуванням старої труби, при якому пошкоджена труба розрізається, розсувається і всередину протягується нова труба. Використання методу «труба в трубі» дає змогу протягувати в старий трубопровід нові ділянки труб завдовжки в кілька сотень метрів за мінімального обсягу земляних робіт, у найкоротші строки і з найменшими трудовитратами.

Ремонт труб методом під назвою «панчоха» проводиться так: ділянку мережі, яку ремонтують, попередньо очищають струменем високого тиску, а у внутрішню порожнину трубопроводу протягують спеціальний просочений поліефірною смолою шланг зі скловолокна («панчоха»). Потім шланг («панчоха») під тиском стисненого повітря або води набуває форми труби і полімеризується в середовищі рідини, що транспортується. При підвищенні температури води смола твердне, створюючи міцну гладку поверхню і забезпечуючи повну герметичність.

Цей спосіб найчастіше застосовується для ремонту трубопроводів діаметром понад 400 мм або на ділянках із вигинами, де неможлива протяжка нового пластикового трубопроводу. На відміну від методу протягання («труба в трубі»), він найменш трудомісткий і складний, але вимагає значних витрат у зв'язку з дорожнечою застосовуваних матеріалів і витрат на експлуатацію обладнання.

Дані фірм-виробників робіт дають змогу оцінити питому вагу реалізації зазначених технологій безтраншейного вагу реалізації зазначених технологій безтраншейного ремонту трубопроводів таким чином: «труба в трубі» - 68-72%; «труба в трубі» з руйнуванням старого трубопроводу - 8-10%; цементно-піщане облицювання внутрішньої поверхні - 6-8%; «панчішна» технологія - 5-8%; локальний ремонт – 1-2%.

Проаналізувавши відомі дослідження низки авторів, мною було зроблено висновки, що всі вищенаведені способи санації трубопроводів мають низку суттєвих недоліків. Тому інноваційним є метод «пакерного» ремонту, який виконується в такій послідовності:

1. До початку ремонту проводиться очищення порожнини труби від відкладень, вирівнюються ремонтвані ділянки тіла труби полімерцементним розчином (рис.1).

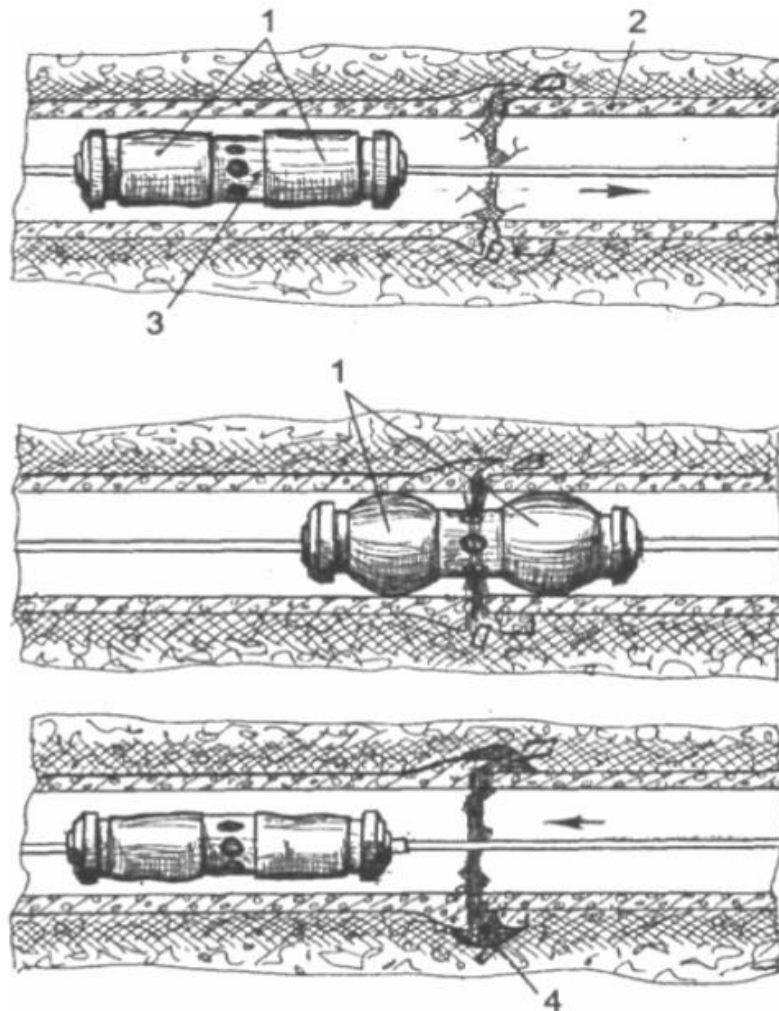


Рис. 1. Метод «пакерного» ремонту локальних пошкоджень трубопроводів: 1 – пневматичні заглушки; 2 – ремонтований трубопровід; 3 – система отворів; 4 – герметизувальні пробки.

2. Просочену смолою тканину з нахлестом 10-15% по периметру наворачують на гумовий «пакер» - балон, заздалегідь обмотаний пакувальною

плівкою в кілька шарів. Крім того, може бути використаний «пакер» фірми «Insituform» [5, 6], що являє собою циліндричний пристрій, який складається з двох пневматичних заглушок і системи центральних отворів для подачі герметизуючого середовища.

3. За допомогою стрижнів вводять (просовують) «пакер» до місця ремонту труби, нагнітають у нього повітря і він, надуваючись, щільно притискає просочену тканину до внутрішньої поверхні ремонтної труби. Просочена тканина формує полімерну трубу всередині ремонтного трубопроводу. Потім «пакер» витягують із трубопроводу.

У результаті ремонту всередині старої труби отримують гладку полімерну трубу завтовшки від 1,5 до 10 мм з високою несучою здатністю. Санація труб методом «пакерного» ремонту має такі переваги: відновлена труба з армованого полімеру може сформувати обвалене склепіння старої труби і витримувати в надалі навантаження від ґрунту; у місцях стику труб полімер проникає у щілини і герметизує їх; сформована поверхня має високу стійкість до стирання; зростає термін служби відремontованої таким методом труби.

Висновок. З аналізу перерахованих вище методів санації трубопроводів систем водопостачання, можна зробити висновок про доцільність застосування безтраншейного методу «пакерного» ремонту трубопроводу на ділянці водопровідної мережі, що має найбільші переваги перед іншими методами санації трубопроводів систем водопостачання.

Список використаних джерел

1. Водовозов М.П. Санація трубопроводів нанесенням цементно-піщаного розчину методом напівсухого торкретування // Матеріали конф. «Екологія. Технологія. Водопостачання. Каналізація». - Ялта, 2003. - С.133-135.
2. Агачов В.І., Виноградов Д.А. Стан і перспективи безтраншейного методу відновлення систем водопостачання та водовідведення // Водопостачання та санітарна техніка. - 2003. - №12. - С.17-19.
3. Храменков С.В., Примін О.Г., Орлов В.А. Безтраншейні методи відновлення водопровідних і водовідвідних мереж. - М.: Прима - Прес, 2008. - 283 с.
4. Храменков С.В. Стратегія модернізації водопровідної мережі. - М.: Будовидав, 2005. - 308 с.
5. PER AARSLET A/S, INSITUFORM: Проспект фірми. - 2009.
6. Спосіб і пристрій для ремонту трубопроводу. Проспект фірми «Insituform» - 2010.

УНІФІКАЦІЯ І ТИПІЗАЦІЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

*Гасенко А.В., д.т.н., доцент, Шаульський А.А., магістрант
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Дніпро*

У сучасних економічних умовах зростає потреба у швидкому та якісному будівництві. Це пов'язано як із розвитком урбанізації, так і з необхідністю реконструкції та модернізації наявних інфраструктурних об'єктів [1]. Залізобетонні конструкції посідають одне з перших місць у застосуванні в будівництві завдяки своїй міцності, порівняно невеликій вартості, а також перевіреній чисельними експериментальними дослідженнями методиці розрахунку несучої здатності [2]. Однак процес індивідуального проектування кожного об'єкта призводить до збільшення термінів проектування і будівництва, а також збільшення витрат на виробництво нестандартних виробів.

Уніфікація і типізація залізобетонних конструкцій дають змогу розв'язати ці проблеми, торкнутися рішень для масового стандартного будівництва. *Типізація* – це розробка конструктивних елементів, які можуть застосовуватися в різних проектах без необхідності їх доопрацювання або зміни, а *уніфікація* – це приведення проектних рішень до єдиної системи стандартів [3]. Такий підхід відповідає народногосподарським потребам України, де важливо не тільки швидко будувати, а й забезпечувати збереження і безпеку об'єктів.

Наукова проблема дослідження полягає в необхідності розроблення універсальних рішень у галузі залізобетонних конструкцій, які можна було б застосувати в масовому будівництві, забезпечуючи водночас забезпечення параметрів міцності, поширеності та економічності. Сучасне будівництво стикається з безліччю викликів, включно з необхідністю скорочення часу і витрат на будівництво, а також підвищення безпеки і ліквідності будівельних об'єктів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання.

1. Виконати аналіз наявних методів уніфікації та типізації залізобетонних конструкцій. На першому етапі дослідження вивчити додаткові методи та підходи до уніфікації залізобетонних конструкцій. Цей аналіз дасть змогу виявити їхні переваги та недоліки, а також визначити сфери, що потребують поліпшення.

2. Після аналізу наявних методів визначити основні критерії та параметри, які будуть використовуватися під час розроблення нових уніфікованих рішень.

3. Розробити типові рішення для залізобетонних конструкцій. На основі виявлених причин і проведеного аналізу слід виявити конкретні типові рішення, які можуть використовуватися в масовому будівництві. Ці рішення повинні враховувати сучасні будівельні норми та вимоги безпеки.

4. Дослідити економічну ефективність розроблених рішень. Наступним етапом є оцінка економічної ефективності розроблених рішень. Необхідно забезпечити додаткові економічні вигоди від їхнього використання, такі як скорочення витрат на виробництво і монтаж конструкцій, скорочення термінів будівництва та експлуатаційних витрат.

5. Оцінити надійність розроблених конструкцій. На завершальному етапі дослідження проводиться оцінка ефективності розроблених конструктивних рішень. Це включає в себе їхні випробування на міцність, стійкість до кліматичних умов, а також оцінку їхньої стійкості в умовах нормальної експлуатації.

На рисунку 1 показана схема напрямків уніфікації та типізації залізобетонних конструкцій.



Рисунок 1 – Напрямки уніфікації та типізації залізобетонних конструкцій

Список використаних джерел

1. Гасенко А.В., Новицький О.П., Пенц В.Ф. Реконструкція багатоповерхових промислових будівель під доступне житло із використанням ресурсозберезувальних конструктивних рішень // Зб. наук. пр. Вісник НУВГП, серія Технічні науки, вип. 2(94). Рівне : НУВГтаП, 2021. С. 27–40. <https://doi.org/10.31713/vt220214>

2. Пічугін С.Ф. Етапи розвитку загальної методики розрахунку будівельних конструкцій : монографія. Полтава : ТОВ «АСМІ», 2024. 400 с.

3. Чепурна В.Б. Конструкції будівель і споруд : конспект лекцій. 2018. 61 с.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПРИ РОБОТІ З БУДІВЕЛЬНИМИ СУМІШАМИ

*Дарієнко В.В., к.т.н., доц., Центральноукраїнський національний технічний
університет, м. Кропивницький*

Панченко В.А., студент

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Кропивницький

Вступ. Робота з будівельними сумішами є невід'ємною частиною будівельного процесу. Незважаючи на їхню ефективність і популярність, використання таких матеріалів вимагає дотримання суворих заходів безпеки для захисту здоров'я працівників і мінімізації негативного впливу на довкілля. Ця стаття присвячена питанням охорони праці та екологічної безпеки, які необхідно враховувати при роботі з будівельними сумішами.

Основний текст. Однією з головних небезпек при роботі з будівельними сумішами є утворення пилу. Дрібнодисперсні частинки, що містяться в складі матеріалів, можуть проникати в дихальні шляхи, спричиняючи алергічні реакції, подразнення слизових оболонок, а в деяких випадках – більш серйозні захворювання, як-от пневмоконіоз чи хронічний бронхіт. Довготривалий вплив пилу без належного захисту може також стати причиною розвитку професійних хвороб у працівників. Для зменшення цього ризику слід застосовувати спеціалізовані респіратори, які фільтрують навіть найменші частинки пилу, та захисні маски (рис. 1).



Рисунок 1 – Респіратор протипиловий

Вентиляція робочого простору, використання вологого прибирання або обприскування водою під час роботи можуть значно зменшити концентрацію пилу в повітрі. Крім того, сучасні технології дозволяють використовувати будівельні суміші з низьким рівнем пиловиділення, що є особливо корисним у закритих приміщеннях [1].

Хімічний склад деяких будівельних сумішей може включати активні речовини, які викликають подразнення шкіри або слизових оболонок. Наприклад, контактування з в'язучими компонентами, такими як

портландцемент, може призводити до хімічних опіків або алергічного дерматиту. Постійний вплив цих речовин може послаблювати шкірний бар'єр, що робить працівників вразливими до інфекцій. Для мінімізації таких ризиків необхідно використовувати спеціальний робочий одяг, що забезпечує повне закриття шкіри, а також рукавиці з матеріалів, стійких до хімічних впливів. Захисні окуляри запобігають потраплянню розчинів у очі, що особливо важливо при нанесенні матеріалів на вертикальні поверхні.

Шум і вібрація, що виникають під час роботи з механізованими інструментами для змішування чи нанесення будівельних матеріалів, також можуть мати довготривалий негативний вплив на організм працівника. Постійний вплив шуму підвищеного рівня може спричинити зниження слуху, головний біль та втому, а вібрація – порушення роботи суглобів та м'язів. Для захисту працівників необхідно використовувати навушники чи вставки для зниження рівня шуму (рис. 2).



Рисунок 2 – Захисні навушники

Крім того, регулярні перерви у роботі з вібраційними інструментами дозволяють зменшити вплив шкідливих факторів на організм. Такі заходи також регламентовані [2].

Екологічна безпека є ще одним ключовим питанням, пов'язаним із роботою з будівельними сумішами. Неправильне зберігання матеріалів, зокрема їх розливання або утилізація у невідповідних місцях, може призводити до забруднення ґрунтів, підземних і поверхневих вод. Залишки сумішей, що потрапляють у довкілля, можуть містити шкідливі хімічні компоненти, які завдають шкоди екосистемам. Для мінімізації такого впливу слід дотримуватися стандартів екологічного управління: організувати належне зберігання в герметичних контейнерах, утилізувати залишки відповідно до рекомендацій виробників і використовувати сучасні екологічно чисті матеріали. Основи екологічної безпеки також викладені у Законі України "Про хімічну безпеку та управління хімічною продукцією".

Протипожежна безпека також відіграє важливу роль при роботі з будівельними сумішами. Деякі суміші можуть бути займистими або вступати в реакцію з іншими речовинами, утворюючи небезпечні сполуки [3]. Робочі зони

повинні бути обладнані пожежними щитами, а персонал навчений правильному використанню протипожежних засобів (рис. 3).



Рисунок 3 – Протипожежний щит

Зберігання хімічних матеріалів повинно проводитися окремо від джерел відкритого вогню, а залишки легкозаймистих речовин мають бути своєчасно видалені із зони роботи.

Інструктаж та підвищення рівня знань працівників щодо правил безпеки є основою для мінімізації ризиків. Кожен працівник повинен знати особливості матеріалів, з якими працює, та можливі наслідки недотримання правил. Розробка комплексних заходів, які включають використання сучасного обладнання, засобів індивідуального захисту та екологічно безпечних будівельних матеріалів, дозволяє не лише забезпечити безпеку працівників, але й зробити будівельний процес більш ефективним та відповідальним.

Висновки. Охорона праці при роботі з будівельними сумішами – це не лише виконання вимог нормативних документів, а й турбота про здоров'я працівників і довкілля. Інвестування в засоби індивідуального захисту, підвищення культури безпеки та застосування екологічно безпечних матеріалів дозволяє не лише знизити ризики, але й зробити будівельний процес ефективнішим та відповідальнішим.

Список використаних джерел

1. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – Чинний від 2012-04-01. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 124 с.

2. ДБН В.1.2-8:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Гігієна, здоров'я та захист довкілля. – Чинний від 2022-09-01. – Київ: Мінрегіон України, 2022. – 16 с.

3. ДСТУ Б В.2.7-176:2008. Будівельні матеріали. Суміші бетонні та бетон. Загальні технічні умови – Чинний від 2010-05-01. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. – 107 с.

РЕКОНСТРУКЦІЯ ІНГУЛЕЦЬКОГО ЗРОШУВАЛЬНОГО КАНАЛУ В УМОВАХ ВІДНОВЛЕННЯ АГРАРНОЇ СФЕРИ ТА ПІСЛЯВОЄННИХ ЗМІН

Коваленко Р.Ю., к.т.н., доцент

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

Вступ

Інгулецький зрошувальний канал є ключовим елементом іригаційної інфраструктури Півдня України. Його відгалуження забезпечують водопостачання для сільськогосподарських угідь, що становлять значну частину економіки регіону. Військові дії спричинили суттєві руйнування як магістральних, так і другорядних каналів, зокрема поблизу насосної станції в районі села Чернобаївка Херсонської області (рис. 1). Відновлення таких ділянок є стратегічно важливим для забезпечення продовольчої безпеки країни та повернення до довоєнних обсягів виробництва.



Рисунок 1 – Інгулецький зрошувальний канал (знімок google map)

Основний текст. Реконструкція обраної ділянки другого порядку каналу поблизу насосної станції в селі Чернобаївка є показовим прикладом, який ілюструє основні підходи до відновлення зрошувальної інфраструктури:

1. Технічний стан каналу:

- Виявлено пошкодження бетонних плит, ерозію укосів і засмічення русла через бойові дії.
- Руйнування гідротехнічних споруд призвело до відсутності водопостачання на прилеглі поля.

2. Основні заходи реконструкції:

- **Відновлення гідротехнічних споруд:** Заміна пошкоджених плит на сучасні матеріали із високою стійкістю до механічних навантажень.
- **Зміцнення укосів:** Використання геотекстильних матеріалів для захисту від подальшої ерозії.
- **Розчищення русла:** Усування завалів і відновлення вільного потоку води.

Післявоєнні зміни та виклики:

- Врахування змін у гідрологічному режимі через руйнування природних і техногенних систем.
- Необхідність інтеграції відновлених каналів у загальну систему зрошення регіону.
- Використання інноваційних рішень для підвищення ефективності та зниження витрат на реконструкцію.

Висновки.

Реконструкція другорядних каналів системи Інгулецького зрошувального каналу є критично важливою для відновлення аграрного потенціалу Півдня України. Обраний приклад поблизу насосної станції в Чернобаївці демонструє, що завдяки системному підходу можна досягти відновлення зрошувальної інфраструктури, підвищення її ефективності та стійкості до викликів майбутнього.

Список використаних джерел

1. Ромащенко М.І., Яцюк М.В. «Наукові засади відновлення та розвитку зрошення в Україні в сучасних умовах». Меліорація і водне господарство, 2017, №106, с. 9–14.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ КАРКАСНИХ БУДИНКІВ

*Литвиненко В.М., к.т.н., доцент, Жолуденко А.В., магістрант
Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон*

Вступ. Економія ресурсів – важливий фактор для сталого розвитку сучасного суспільства. Застосування енергозберігаючих технологій у будівництві дозволяє значно зменшити витрати на опалення, освітлення та експлуатацію будинків. Це не тільки знижує комунальні платежі, але й сприяє досягненню енергетичної незалежності. Енергоефективність житлового будинку залежить в великій мірі від конструкції будівлі. Мета роботи полягає в висвітленні переваг каркасної технології при її використанні для зведення енергозберігаючих будівель.

Основний текст. Екологічні проблеми стають більш актуальними. У зв'язку з цим, люди почали звертати увагу на економні проекти будинків. Вони дозволяють зберігати природні ресурси та знижують негативний вплив на довкілля. Енергозберігаючі проекти будинків стають такими внаслідок деяких факторів. Якісному утепленню та ущільненню, вибору енергоефективних вікон та дверей. У загальному розумінні, коли ведуть мову про каркасний будинок, мають на увазі спорудження, в якості несучої основи якого є каркас, що виготовлений з різних матеріалів [1]. Простір між елементами каркаса (стійками, балками) заповнюють утеплювачем. У цьому сенсі можна стверджувати, що каркасна технологія поширена не тільки на будинки з дерева, але також на будівлі, що зводяться із сталевим каркасом або з елементами з бетону і сталі. Яскравий приклад тому - сучасні висотні споруди, в яких простір між каркасними елементами зі сталі і бетону заповнений пінобетонними блоками.

Ще одним важливим фактором є ефективна система опалення. Каркасні будинки добре підходять для використання систем опалення з низькотемпературними системами. Такими як: підлогове опалення або радіатори з низькими температурами води. Вони використовують менше енергії для підтримання комфортної температури. Каркасний будинок - це будинок, який є полегшеною та більш простою у зведенні альтернативою цегляного житла. Зводяться каркасні будинки на дрібнозаглибленому фундаменті, і не потребують важкої техніки на всіх етапах будівництва.

Будівництво каркасних будинків – один з найпоширеніших у світі способів людини забезпечити себе житлом. Різні різновиди каркасних будівель відомі протягом багатьох століть: від фахверкових споруд середньовіччя, в яких простір між стійками каркаса заповнювалося блоками з глини і соломи, до сучасних будинків, які зводяться з найбільш технологічних матеріалів. В даний час каркасні будинки є основним видом житла, що зводиться в Німеччині, Фінляндії, країнах Скандинавії. В Японії використання каркасної

технології обумовлено їх високою сейсмостійкістю. Бурхливий розвиток північноамериканського континенту – особливо Сполучених Штатів і Канади, зажадав такої технології будівництва, яка забезпечувала б швидкомонтованим, надійним і недорогим житлом швидкозростаюче населення цих країн. Сьогодні каркасний будинок є основним видом приватного житла в Північній Америці – від тропіків Флориди до прерій Саскачевану, клімат яких є доволі суровим.

Каркасне житло прийшло до нас із Канади. Зараз воно є однією з найбільш перспективних технологій замиського будівництва. Зведення будинків за каркасною технологією – досить новий напрямок в Україні. Але попит на таке житло росте: хоча б тому, що дім не поступається за надійністю традиційним варіантам, а будується значно швидше та коштує дешевше. Енергоефективні будинки за каркасною технологією будівництва є сучасними та інноваційними спорудами (рис. 1). Вони спроектовані з метою зменшення споживання енергії та екологічного впливу [2].



Рисунок 1 – Конструкція дерев'яного каркасного будинку

Технології каркасного будівництва. Є два способи зведення каркасних будинків: каркасно-щитовий та каркасно-панельний [1]. Каркасно-щитова технологія передбачає монтаж готових щитів заводського виготовлення на заздалегідь зроблений фундамент. Саме ці щити і є, по суті, каркасом будинку. Щити не мають внутрішнього та зовнішнього утеплення: воно виконується будівельною командою вже після монтажу каркасу будинку. Паралельно з цим виконується прокладання всіх інженерних мереж. Наступний етап - все зашивається гіпсокартоном, й будинок здається клієнту. За такою технологією каркас будинку можна монтувати будь-яку пору року, але завершувати різні роботи – залежно від температурних та погодних умов. Особливість каркасно-панельної технології полягає у тому, що всі елементи конструкції виготовляються безпосередньо в цеху. На ділянку для будівництва

приїжджають вже повністю готові каркасні панелі (стіни, міжповерхове перекриття і навіть дах будинку). Залежно від площі, увесь процес зведення займає не більше двох тижнів. Відмінність каркасно-панельної технології від каркасно-щитової – в тому, що такий будинок може зводитись будь-коли, незалежно не лише від пори року, а й від погодних умов.

При будівництві приватних житлових будинків найбільшого поширення набув каркас з дерев'яних дощок або балок. Важливу роль при виборі такої технології зіграли: доступність будівельного матеріалу і легкість його обробки; відсутність необхідності зводити потужні фундаменти через загальну легкість конструкції; висока швидкість будівництва; відсутність усадки будівлі; хороший захист від спеки та холоду; можливість будівництва різних архітектурних форм; низька собівартість житла. На рис.2 наведений дерев'яний каркасний будинок, побудований компанією «КБК», яка має представництва по всій Україні.



Рисунок 2 – Дерев'яний каркасний будинок, побудований компанією «КБК»

Висновки. Проаналізовано достоїнства каркасної технології в будівництві житла. Каркасні будинки підходять для використання систем опалення з низькотемпературними системами. Ефективним для енергозбереження в каркасній технології являється використання утеплювача, яким заповнюють простір між елементами каркаса. Добра холодо- і теплоізоляція стін каркасних будинків дає змогу заощадити енергоресурси на обігрів будинку в холодну пору року та витрати на вентиляцію в жарку погоду. Тепла підлога дає змогу зекономити витрати на обігрів будинку. Всі перелічені фактори дають змогу стверджувати, що каркасна технологія являється енергоефективною технологією будівництва житла.

Список використаної літератури

1. Інноваційні технології каркасного будівництва / Г.М. Толкачев, О.С. Молодід, В.Г. Толкачев, О.Г. Шандра. Київ: Ліра-К, 2024. 316с.
2. Куліков П.М., Плоский В.О., Гетун Г.В. Конструкції будівель і споруд. Підручник. Книга 1. Київ: Ліра К, 2021. 816с.

ПРОБЛЕМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ МОСТОВИХ СПОРУД ПО ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Мищенко Р.Р., аспірант

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»,
м. Полтава*

Вступ. Важлива роль мостових споруд в організації транспортного процесу визначає не лише високі вимоги до експлуатаційного стану мостових споруд, але й потребує своєчасного їх ремонту. Проте нині склалася така система організації утримання, експлуатації і виконання ремонтних робіт на мостових спорудах, яка неспроможна швидко та якісно вирішувати ці завдання. Багато в чому це пояснюється недостатньою проробкою проблеми, відсутністю будь-яких економіко-математичних обґрунтувань при виборі сучасних схем утримання та проведення ремонтних робіт в умовах недостатнього фінансування, обмежених ресурсів та дуже швидкого зростання вантажопідйомності транспортних засобів. І, найголовніше, відсутністю спеціалізованих мостових організацій, які б могли на професійному рівні виконувати експлуатацію та поточні ремонти. Крім того, дуже обмежена кількість професійних спеціалізованих організацій по капітальному ремонту мостових споруд з повним набором спеціалізованих механізмів і професійних робочих, які б могли вести роботи за сучасними технологіями із сучасними матеріалами. Отже, необхідна оцінка варіанта ремонту мостових споруд за багатьма критеріями, які повинні враховувати не тільки економічні, але й соціальні та екологічні наслідки проведення ремонтних робіт.

Основна частина. На нинішній час склад транспортної системи визначається тільки рухомим складом і не визначається шляхами сполучень, тому розглядати перспективу розвитку транспорту без урахування шляхів сполучення не коректно. Різне збільшення кількості транспортних засобів, їх видів і, найголовніше, навантажень на вісь, при одночасному зниженні пропускної здатності мостів призводить до різкого зниження надійності мостових споруд, основна маса яких побудована в середині ХХ століття за нормами, які не можуть враховувати нинішні навантаження [1, с. 282]. Тому виникає значний дисбаланс між рухомим складом і надійністю споруд, що може призвести до їх руйнування. Дисбаланс існує і в фінансовій складовій, так як автомобільні дороги і мостові споруди належать державі і фінансуються із бюджету, а транспорт як правило комерційний, тому дороги являються найбільш проблемною частиною транспортного комплексу. Так дуже складно застосовувати ринкові відношення між бюджетними дорогами і комерційним транспортом, тим паче, що контроль за транспортними засобами виконувати дуже складно тут не врятовують ні знаки ні обмеження.

Слід звернути увагу і на найважливішу обставину суттєвої диспропорції між фактичними і необхідними обсягами ремонтних робіт, що склалися за останні 25 років, коли ресурси на утримання мостових споруд виділялися не в достатній кількості, як правило за залишковим принципом. По суті система утримання споруд нині змушена «наздоганяти» нормативний графік ремонтних робіт в результаті значних недоремонтів в минулому. Крім того багато споруд за терміном служби підійшли до граничного стану, відремонтувати одразу всі споруди під нові нормативні вимоги практично неможливо, а будівництво нових у нас зараз не можливо. Яка ж ситуація спостерігається в цьому питанні? Аналізуючи надійність та довговічність 143 мостових споруд по Полтавській області, які знаходяться на балансі Служби відновлення та розвитку інфраструктури маємо такі висновки: 17% мостових споруд знаходяться в 2-ому стані; 37% мостових споруд знаходяться в експлуатаційному стані «3» - працездатні; 29% мостових споруд знаходяться в експлуатаційному стані «4» - обмежено працездатні і вимагають особливої уваги; - окремі елементи, обмежено працездатних мостів: прогонові будов, тротуари, опорні частини, деформаційні шви знаходяться в «5» експлуатаційному стані і вимагають негайного капітального ремонту; - 4% споруд знаходяться в аварійному стані. Стратегічно, на майбутнє для продовження працездатності споруди та захисту від подальшого руйнування на найбільш аварійних штучних спорудах необхідно провести роботи з підсилювання несучих конструкцій, щоб продовжити життя, в самому критичному випадку розробити варіант влаштування тимчасової штучної споруди.

Висновок. Таким чином, необхідно дослідити причини, які призводять до швидкого руйнування відповідних елементів штучних споруд, враховуючи взаємодію різних факторів впливу на конструкцію, включаючи статичні та динамічні навантаження, корозійні процеси, температурні деформації. Виконати систематизацію та класифікацію за імовірністю виникнення та можливими наслідками. Розробити алгоритм моделювання механізмів руйнування, який буде містити в собі: визначення послідовності моделювання можливого виникнення руйнування на штучній споруді, аналіз та висновки щодо деформацій споруди.

Вирішення вказаних завдань спрямовані на підвищення загального рівня надійності та довговічності штучних споруд і їх відповідних елементів, забезпечуючи їх безперебійне функціонування протягом всього запланованого терміну експлуатації, виявлення завчасно ознак можливого майбутнього руйнування і усунення їхньої причини.

Список використаних джерел

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

ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ЗБІРНО-МОНОЛІТНИХ КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ ГРОМАДСЬКОГО БУДІВНИЦТВА

*Симонов С.І., к.т.н., доцент, Марченко В.І., магістрант
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Дніпро*

На фоні стрімкого зростання міської забудови та необхідності забезпечення населення доступним житлом, будівельні технології мають адаптуватися до умов обмеженого простору, скорочених термінів будівництва та підвищених вимог до якості. Тому застосування збірно-монолітних конструкцій стає важливим етапом у еволюції будівельних технологій, поєднуючи переваги традиційних монолітних та збірних систем [3].

Тема застосування збірно-монолітних конструкцій є надзвичайно актуальною в контексті як інженерної підготовки, так і практичної будівельної діяльності:

- потреби ринку житла: збільшення попиту на доступне житло в умовах великих міст робить актуальним впровадження технологій, що дозволяють скорочувати строки будівництва і зменшувати витрати на його реалізацію. Будівельна галузь стає основою для забезпечення таких важливих соціальних аспектів, як поліпшення умов життя і задоволення потреб зростаючого населення;

- економічна ефективність: поєднання збірних і монолітних елементів дозволяє зменшити витрати на транспортні операції, робочу силу та матеріали. Це також скорочує необхідність тривалої підготовки і монтажу опалубки, що додатково знижує собівартість будівництва;

- технологічна гнучкість: застосування збірно-монолітних конструкцій дозволяє працювати у важкодоступних місцях, а також на будівельних майданчиках, де простір для маневрів обмежений. Це особливо актуально для великих мегаполісів, де щільна забудова вимагає використання гнучких і швидких рішень.

Потреба у швидкому будівництві розпочалася ще в період післявоєнної відбудови у середині минулого століття, коли в багатьох країнах активно впроваджувалися збірні конструкції. На той час технології збірного домобудування стали основою для зведення багатоповерхових житлових будинків, що відповідали вимогам індустріалізації будівництва. Проте, незважаючи на свою швидкість, ці конструкції мали певні недоліки, зокрема у сфері теплоізоляції, шумоізоляції та естетичності. З іншого боку, монолітні конструкції відрізнялися високою міцністю та надійністю, проте процес їх зведення був складнішим і тривалішим.

Технології збірно-монолітного будівництва, які активно розвиваються з кінця ХХ століття, надають змогу об'єднати переваги двох підходів – швидкість і точність збірного будівництва та усталеність традиційних технологій. Вони

пропонують вирішення сучасних завдань міського будівництва і стали відповіддю на виклики швидкої урбанізації.

Технології збірно-монолітного будівництва вже зараз широко використовуються в багатьох країнах світу, включаючи Німеччину, Китай та США, що підтверджує їхню економічну ефективність. Основними економічними перевагами є:

- скорочення вартості будівництва: оскільки більшість елементів виготовляються на заводах з використанням сучасних технологій, це знижує потребу у високій кваліфікації робітників на будівельних майданчиках;

- швидкий монтаж: збірні елементи дозволяють скоротити час на будівельних майданчиках. Це особливо важливо для проектів, які вимагають коротких строків здачі об'єктів.

- менша залежність від кліматичних умов: на відміну від повністю монолітного будівництва, яке сильно залежить від погодних умов, збірні елементи можуть бути підготовлені заздалегідь і змонтовані в будь-який час року.

Перспективним напрямком дослідження у вказаному питанні є вивчення переваг та можливостей застосування збірно-монолітних конструкцій у будівництві житлових і промислових об'єктів, а також у розробці рекомендацій щодо їх впровадження в умовах сучасних будівельних вимог [1].

Конкретні аспекти такого напрямку дослідження включають [2]:

- дослідження закономірностей просторово-часової зміни конструкцій: як ведуть себе збірно-монолітні елементи під впливом навантажень різної інтенсивності та характеру, таких як статичні, динамічні та сейсмічні;

- розробка нових матеріалів: вивчення можливостей використання нових матеріалів для збірних і монолітних частин будівель. Особлива увага приділяється високоміцним бетонним сумішам, які мають підвищену стійкість до впливу зовнішніх факторів;

- оптимізація технологій монтажу: визначення найефективніших способів з'єднання збірних і монолітних елементів, що дозволить скоротити строки будівництва і підвищити безпеку будівель;

- енергоефективність та екологічність: вивчення можливостей зниження енергоспоживання будівель за рахунок використання збірно-монолітних конструкцій, а також зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище.

Список використаних джерел

1. Ковальчук В.В., Моїсєєв Л.М. Основи наукових досліджень :навч. посібник. К.: Професіонал, 2004. 206 с.

2. Цехмістрова Г.С. Методологія наукових досліджень : навч. посібник. К.: Слово, 2008. С. 101–135.

3. Чепурна В.Б. Конструкції будівель і споруд : конспект лекцій. 2018. 61 с.

НІМЕЦЬКИЙ ДОСВІД МОДЕРНІЗАЦІЇ РАЙОНІВ МАСОВОЇ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ 1960-1980х рр.

Смоленська С.О., д. арх., професор,

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

Вступ. Немає такого великого міста в Україні, яке не мало б районів, забудованих серійними житловими будинками у 1960-1980-х роках. Вони зводилися з конструктивних елементів поточного виробництва швидко та з великим розмахом, що дозволило тоді багатьом сім'ям перебраться до окремих квартир. Багато хто з нас досі є їхніми власниками. Хоча будинки були типовими, планування районів та мікрорайонів було завжди індивідуальним, оскільки згідно з розробленими в ті роки містобудівними нормами, при проектуванні забудови необхідно було враховувати широкий спектр кліматичних та ландшафтних особливостей ділянки, відповідати вимогам провітрювання території, інсоляції кожної квартири. У той же час погоня за дешевим житлом призвела до одноманітності забудови, мінімізації площі квартир, низької якості будівництва.

Панельні «хрущовки» періоду 1960-х були розраховані на 50-річний термін служби. Ми вже увійшли в смугу амотризації житлового фонду, що стрімко наростає. Це вимагає сьогодні темпів і масштабів капітального ремонту, пропорційних швидкості його зведення. Здавалося б, що знесення та нове будівництво зможуть відповісти на цей виклик. Однак у нинішній ситуації економічного спаду, коли ми маємо великі руйнування житлових районів масової забудови через війну з Росією, є гостра необхідність берегти те житло, яке ще вціліло та придатне для життя. Тому актуальним завданням є вивчення та аналіз підходів до модернізації районів масової забудови 1960-1980-х років, які вже застосовуються за кордоном з метою їхньої можливої адаптації в українських умовах.

Основний текст. Ідея масового житлового будівництва була характерною і для повоєнної Європи, особливо для країн Східного блоку, таких, як НДР, Румунія, Болгарія та ін. У якому стані забудова 1960х-1980-х там сьогодні? Надзвичайний інтерес, на мій погляд, становить досвід німецьких колег, застосований у Halle-Neustadt.

Halle-Neustadt створювався поблизу старого Галле як нове «Місто хіміків» для робітників двох хімічних заводів, розташованих у регіоні у південному напрямку. Для цього у 1964 році було відкрито завод із виробництва збірних залізобетонних виробів. У тому ж році було закладено перший камінь у фундамент школи, як символічний початок будівництва міста. А в 1965 році перші жителі переїхали в Галле-Нойштадт. Його головним архітектором в 1963 став Річард Паулік [1], який істотно вплинув на його планування та художнє оформлення.

Місто було розраховане приблизно на 100 000 мешканців [4]. Містобудівні принципи, покладені в його основу, були близькими до тих, що впроваджувалися в радянському містобудуванні в ті роки (рис. 1). Великопанельні будинки від п'яти до дванадцяти поверхів (рис. 2) та точкові монолітні будівлі, висотою до 24 поверхів, розміщені у відкритих озеленених просторах, склали основу міської забудови. 11-поверховий житловий блок довжиною 380 метрів під назвою «Блок 10» вважався найдовшим багатоквартирним будинком у НДР. У ньому мешкало до 2500 осіб [3].

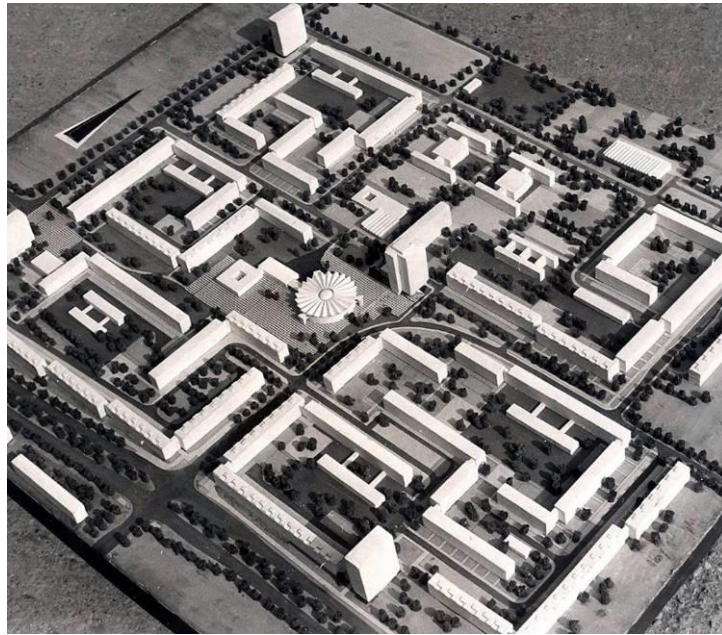


Рисунок 1 – Макет планування житлового комплексу III у Halle-Neustadt [2]



Рисунок 2 – Панельний житловий будинок. Сучасний стан.
Фото: © С.О.Смоленська, 2024

Halle-Neustadt був розділений на п'ять районів: Північний Нойштадт, Південний Нойштадт, Західний Нойштадт і торговельний район Нойштадт, кожен з яких був забезпечений всією необхідною соціальною інфраструктурою: школами, дитячими садками, магазинами, об'єктами побутового та медичного обслуговування тощо.

Центр міста було запроектовано та реалізовано як протяжну пішохідну дворівневу зону торговельного та побутового обслуговування з універмагами, спеціалізованими магазинами, Головною поштою, Будинком побуту та ін. Маркерами центру стали п'ять 18-поверхових баштових монолітних будинків-пластин, зведених у першій половині 1970-х років (рис. 3). Міський центр завершувався площею із громадськими та культурними об'єктами, але її формування затяглося. Кінотеатр був побудований тільки в 1983, а міська ратуша - в 1989 році.



Рисунок 3 – Дворівневий міський центр. Сучасний стан.
Фото: © С.О.Смоленська, 2024

Свого часу Halle-Neustadt вважався зразковим соціалістичним містом. Його відмінними рисами були зелені оази між будинками та застосування візуального мистецтва у міському просторі у синтезі з архітектурою. Успішний розвиток міста позначився і на кількості мешканців: у 1980 році їх чисельність перевищила 93 000 [5].

3 травня 1990 року Галле-Нойштадт був об'єднаний зі старим містом Галле, ставши його частиною, а в 1999 було прокладено трамвайну лінію, яка поєднала їх зручним транспортним сполученням. Тоді ж було знесено побудований 17 років до цього кінотеатр, а його місце у 2000 році посів «Neustadt Centrum Halle» – новий торговельний центр із сучасним 3D-кінотеатром.

Після возз'єднання двох Німеччин багато підприємств на сході країни були закриті або значно скоротили робочі місця. Це торкнулося і хімічної промисловості. Жителі, втративши роботу, почали покидати Галле-Нойштадт. Населення катастрофічно скорочувалося. Згідно з деякими інтернет-джерелами, у 2015 році воно досягло 45 000 осіб [3]. У місті з'явилися спорожнілі будівлі, що не використовувалися. Їх почали зносити.

Оскільки міську структуру необхідно було адаптувати до нових вимог, у 2001 році Галле-Нойштадт було включено до державної ініціативи землі Саксонія-Анхальт URBAN 21, підтриманої федеральним урядом, державою та європейськими фондами. Потім він став зоною фінансування програм міського розвитку «Соціальне місто» та «Міська реконструкція Схід». Усі програми були спрямовані на реалізацію заходів щодо оновлення та збереження переваг цього житлового масиву. Навіть сьогодні, незважаючи на складнощі, які він зазнавав в останні десятиліття, його соціальну інфраструктуру було збережено. У ньому функціонують 21 дитячий садок, 18 шкіл, 17 ігрових майданчиків, 7 молодіжних розважальних закладів, 6 будинків для людей похилого віку, 2 лікарні, 8 стаціонарних та 4 амбулаторні заклади, 16 аптек, соціально-культурний центр, бібліотека, церква та релігійні громади центри тощо. Житлова забудова була модернізована, зелені простори збережені та оновлені. Нещодавно Галле-Нойштадт було визнано національною спадщиною.

Висновки. Можна провести деяку аналогію проблем, що виникли у Німеччині щодо масової житлової забудови у промислових містах сходу, з проблемами, що назріли в Україні. З багатьох причин (одна з них – нинішня війна) населення на сході країни скорочується. Існують урядові плани щодо концентрації населення в окремих великих містах шляхом ущільнення забудови районів періоду 1960-1980-х років. Це неминуче призведе до втрати найбільш цінних містобудівних якостей цих поселень, їх великих озелених зон, які є екологічно привабливими для життя. Приклад Галле-Нойштадта демонструє нам інші підходи до розвитку житлової забудови цього типу із збереженням всіх її переваг.

Список використаних джерел

1. Butter Andreas, Hartung Ulrich, Sukrow Oliver (2020). DDR // Bauhaus, Shanghai, Stalinallee, Na-Neu. Der Lebensweg Des Architekten Richard Paulick, 1903–1979. pp. 40-83.
2. Category: Nördliche Neustadt (Halle) // Wikipedia. [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Nördliche_Neustadt_\(Halle\)?uselang=de#](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Nördliche_Neustadt_(Halle)?uselang=de#)
3. Halle-Neustadt // Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Halle-Neustadt>
4. Katalog. Stadtwende Halle. Halle/Saale-Kassel, 2022.
5. Neustadt // Halle (Saale). Händelstadt. <https://halle.de/leben-in-halle/stadtentwicklung/stadtteile-und-stadtviertel/neustadt>

ПОЧАТОК ЕПОХИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В АРХІТЕКТУРІ, ОСНОВНІ РОБОЧІ НАПРЯМКИ ТА МОЖЛИВОСТІ В 2024 РОЦІ

Віганд А.С., асистент

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

Вступ. Штучний інтелект вже давно не є темою для наукової фантастики.

В останні десятиліття ми спостерігаємо стрімкий розвиток технологій, які трансформують різні сфери нашого життя, зокрема й архітектуру. Таким чином, 2024 рік відкриває нові можливості для інтеграції ШІ в архітектурну практику. Отже, які саме напрямки, можливості в архітектурі може нам запропонувати ШІ станом на 2024 рік.

Основний текст. ШІ може швидко відтворювати основний концептуальний задум для проектного простору (рисунок 1). Шляхом початкового ескізування на основі виданого архітектором технічного завдання і опису або зображення прототипів. І поки що не йде мова про реалізацію ШІ деталізованого, готового архітектурного проекту.

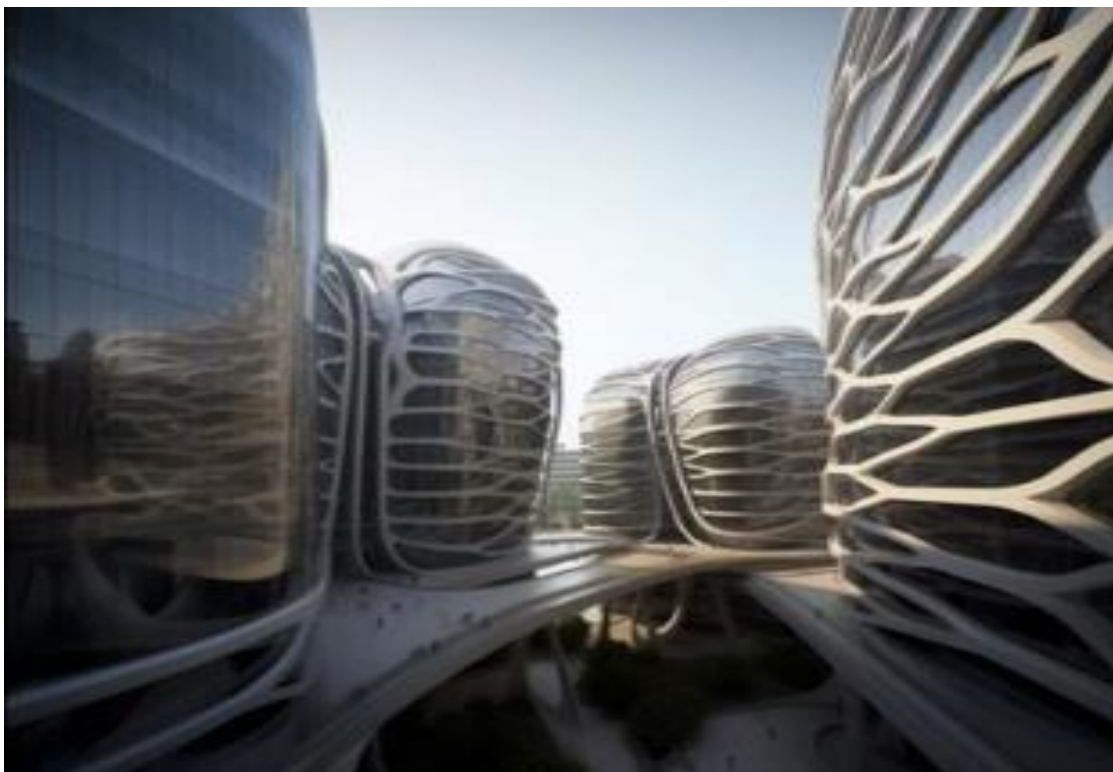


Рисунок 1 – Приклад реалізації концептуального задуму проекту за допомогою штучного інтелекту

Також існують такі мережі, завдяки яким архітектор може загрузити зображення своєї 3Д моделі в лінії або ескіз зроблений від руки, при цьому розписавши детальне технічне завдання для ШІ про те в якому саме стилі має

На сьогоднішній день ШІ пробує себе в розробці плануваних рішень внутрішнього простору споруди. Але поки що ці планування не відповідають ергономіці внутрішнього простору та дотриманню нормативних стандартів, які використовує архітектор в своїй практиці. Тут лише можна скористатись можливістю ШІ зробити перший приблизний зонінг, поділити загальну площу на приблизне планування кімнат і показати на скільки приміщень вистачить існуючої загальної площі. Але вже реалізовується програма, яка працює над тим щоб ШІ вивчав і використовував нормативну, бібліотечну базу якою керуються проектувальники.

Більш успішною реалізацією ШІ на даний момент можна вважати саме застосування штучного інтелекту в прояві образотворчого мистецтва. Тут ШІ з легкістю створить космічні зображення на будь який запит, а якість зображення може бути дуже високою.

Дуже успішно використовується можливість опрацювання, покращення знімків і фотографій за допомогою ШІ.

Зараз на просторах інтернету вже можна зустріти рекламу, створену на основі зображень штучного інтелекту. Ця специфічна графіка ШІ вже є яскраво впізнаваною на інформаційному, публічному просторі нашого сьогодні.

Штучний інтелект дуже швидко розвивається і поширюється. Майже кожного місяця виходять нові програмні забезпечення ШІ, кожен з них видають різні результати якості по рендерінгу зображень. В основному, ті програми які вибиваються в лідери, спроможні видати дійсно якісний продукт, але ці програми є платними і поки що недоступними для широкого загалу користувачів.

Висновки. На момент 2024 року штучний інтелект може сміливо використовуватися в розробленні початкових концептуальних ідей архітектора та дизайнера.

ШІ буде і надалі впливати на розвиток оптимізації архітектурного проектування, заощаджуючи витрачений час проектувальників. Однак для повного впровадження цих технологій необхідно подолати низку етичних, соціальних та економічних викликів, які постають перед архітектором вже сьогодні.

Список використаних джерел

1. Ніл Ліч. Архітектура в добу штучного інтелекту, вступ до ШІ для архітекторів. Видавництво ArtHuss, Київ, 2024 рік.

2. Enhancing Architectural Space through AI-Driven Ideation: A Case Study of Future Iranian-Traditional City Yarpay Zeka Odaklı Fikir Yoluyla Mimari Mekanın Geliştirilmesi: Geleceğin İran-Geleneksel Şehri Üzerine Bir Örnek Olay, İncelemesi
Received: March 1, 2024 Accepted: April 26, 2024.

**ВЛАШТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ДОСТУПНОСТІ ДЛЯ
МАЛОМОБІЛЬНИХ ГРУП НАСЕЛЕННЯ В МОБІЛЬНИХ
УКРИТТЯХ НА ЗУПИНКАХ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ**

Гасенко А.В., д.т.н., доцент, Зубік О.А., студент

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»,
м. Полтава*

Захисні споруди – спеціальні будівлі, призначені для укриття населення від засобів масового ураження в особливий період та надзвичайних ситуацій у мирний час. Згідно ДБН В.2.2-5:2023 [2] захисні споруди поділяються на сховища, протирадіаційні укриття, споруди подвійного призначення та найпростіші укриття. Саме до найпростіших укриттів – фортифікаційна споруда, що знижує ураження людей від небезпечних наслідків надзвичайних ситуацій – відносять тимчасові захисні споруди на зупинках міського транспорту. Актуальність тимчасових захисних споруд на зупинках громадського транспорту зросла під час воєнних дій в Україні [3].

До функціональних призначень тимчасових захисних споруд на зупинках міського транспорту відносять:

- 1) захист цивільного населення від артилерійських обстрілів, авіаційних нальотів та інших бойових дій;
- 2) тимчасове укриття під час повітряних тривог;
- 3) забезпечення безпеки пасажирів у критичних ситуаціях.

За конструктивним типом тимчасові захисні споруди на зупинках міського транспорту поділяють на:

- металеві модульні укриття посиленої конструкції;
- залізобетонні споруди швидкого монтажу;
- підсилені павільйони з додатковим захистом.

До захисних споруд на зупинках міського транспорту висуваються такі основні конструктивні вимоги: товщина стін та перекриття не менше 20-25 см, що здатні витримувати обвали легких конструкцій; наявність запасних виходів; вентиляційні отвори; місця для сидіння. До додаткових вимог відносять: швидке встановлення (монтаж); мобільність конструкцій; можливість демонтажу та переміщення; економічна доцільність.

Розміщення таких тимчасових споруд на зупинках міського транспорту здійснюється з урахуванням щільності населення, розташування транспортних вузлів та потенційних зон ризику. Важливо забезпечити максимальну доступність укриттів для різних категорій населення, включаючи людей з інвалідністю. Досвід використання тимчасових захисних споруд показує їхню ефективність як елементу цивільного захисту в умовах воєнного стану, що робить їх важливою складовою забезпечення безпеки населення.

У той же час вимоги ДБН В.2.2-40:2018 [1] встановлюють загальні положення щодо забезпечення доступності будівель і споруд, їх розумного

пристосування з урахуванням потреб маломобільних груп населення. Забезпечення доступності зупинок громадського транспорту для маломобільних груп населення є важливою складовою створення інклюзивного міського середовища. Архітектурні рішення у вказаному нормативному документі передбачають комплексний підхід до облаштування простору. Зокрема, необхідним є встановлення пологих пандусів з м'яким нахилом, обладнаних надійними поручнями та неслизькою поверхнею. Такі пандуси дозволяють особам з інвалідними колясками та літнім людям вільно пересуватися територією зупинки. Комфортні зони очікування на зупинках мають включати навіси від негоди, ергономічні лавки з підтримуючими поручнями, місця для відпочинку. Окрім цього, як було вказано вище, зони очікування громадського транспорту мають включати і тимчасові захисні споруди. Правове регулювання передбачає неухильне дотримання державних будівельних норм та стандартів доступності. Кожне архітектурне рішення має бути спрямоване на забезпечення рівних прав та можливостей для всіх категорій населення.

На рисунку 1 показано загальний вигляд тимчасової захисної споруди на зупинках міського транспорту із влаштуванням елемента доступності (пологого пандусу) для маломобільних груп населення. На зовнішніх стінах захисної споруди нанесені написи та зрозумілі позначення інформаційного забезпечення.



Рисунок 1 – Загальний вигляд тимчасової захисної споруди на зупинках міського транспорту із влаштуванням елемента до ступності для МГН

Список використаних джерел

1. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Із Зміною № 1. [Чинний з 01-09-2022]. К.: МінРГтаТ України, 2022.
2. ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту. [Чинний з 01-11-2023]. К.: МінРГтаТ України, 2023.
3. Філіпчук С.В., Налєпа О.І., Голуб А.О., Баран Д.Я. Аналіз існуючих архітектурно-конструктивних рішень захисних фортифікаційних споруд. Зб. наук. пр. «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди». Рівне : НУВГтаП, 2023. Вип. 43. С. 228–237. DOI: <https://doi.org/10.31713/budres.v0i43.25>

МОЖЛИВОСТІ ІНТЕГРАЦІЇ ВЕЛОСИПЕДНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ У ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЮ МЕРЕЖУ

*Гасенко Л.В., к.т.н., доцент, Сахно О., магістрантка
Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон*

Вступ. Дедалі більше міст світу долучаються до політики сталого розвитку територій, зокрема – до парадигми розвитку сталої мобільності у населених пунктах, яка полягає у вдосконаленні транспортної інфраструктури, а саме пішохідної інфраструктури, велосипедної та інфраструктури громадського електричного транспорту.

Розвиток велосипедної інфраструктури вирішує багато проблем сьогодення, оскільки велосипеди, на відміну від автомобільного транспорту, не створюють шумового та хімічного забруднення, займають набагато менше місця при русі і при паркуванні, є набагато дешевшими, безпечнішими і кориснішими для здоров'я та не залежать від енергоресурсів.

Крім того, існують моделі велосипедів, що можуть використовуватися маломобільними групами населення та надають можливість перевезення малогабаритних вантажів. Недарма у найпривабливіших з точки зору комфорту життя містах світу частка велосипедних поїздок у структурі щоденних пересувань мешканців є значною.

Основна частина.

Починаючи з 2010-их років міста України розпочали розбудову велосипедної інфраструктури (рисунок 1). В багатьох містах з'явилися спеціальні органи чи посадовці, які відповідають за розвиток велоінфраструктури. Ряд міст має спеціальні концепції розвитку велоінфраструктури. Місто Львів наразі є «флагманом» велоінфраструктури України та майданчиком для експериментів, які впроваджують європейські стандарти.

У світі винайдено різноманітні варіанти інтеграції велоінфраструктури в існуючу вулично-дорожню мережу (рисунок 2), основними з яких є велосмуги на автомобільних дорогах чи на тротуарах, відокремлені велосипедні доріжки та суміщені вело-пішохідні доріжки.

Переорієнтація частини автомобільного руху на велосипедний дозволить решті автомобілістів більш швидко (але в умовах безпечного і дозволеного режиму швидкості) і комфортно діставатися місця призначення, адже зменшаться затори і потреба у парковці.

Створеною велосипедною інфраструктурою можуть користуватися не лише велосипедисти, але і водії інших легких транспортних засобів (самокатів, електро-велосипедів і електро-самокатів, сегвеїв, гіробордів, моноколес і т.п.), які мають спільні особливості, що мають враховуватися при проектуванні велоінфраструктури.



Велодоріжка вздовж тротуару по вул. Липинського у м. Львів



Відокремлена двостороння велодоріжка вздовж вул. Стрийської у м. Львів



Велосмуга вздовж вул. Зеленої у м. Львів



Пандус на велопереїзді у м. Львів



Велошлюз на вул. Садовій у м. Львів



Велосипедна контр-смуга вздовж вул. Коперника у м. Львів



Пішохідно-велосипедний міст через Володимирський узвіз у м. Київ



Велосмуга вздовж міського дендропарку, м. Полтава

Рисунок 1 – Вітчизняний досвід організації велоінфраструктури

Проектуючи інфраструктуру для таких легких транспортних засобів (ЛТП), слід турбуватися про те, щоб по можливості уберегти водія екологічного виду транспорту від шкідливих вихлопних газів та автомобільного шуму (прокладати шляхи для руху ЛТП відокремлено від автодоріг, влаштовувати смуги озеленення, захисні екрани тощо).

Компактність і мобільність ЛТП дозволяють проектувати шляхи для руху на них на тих ділянках, де обмеження площі не дозволяють прокласти автомобільні дороги. Відносно невисока швидкість руху ЛТП викликає потребу у найкоротших шляхах сполучення, що дозволять досягати кінцевих пунктів у терміни, що не перевищують автомобільні переїзди, а також закінченості та логічності маршрутів.



Велосипедна смуга на магістральній дорозі Данії



Тимчасово розширена велосипедна смуга у Берліні



Очищена від снігу велосмуга в Данії



Надання пріоритету велосипедному транспорту у Данії, м. Хаутен



Найбільша велосипедна розв'язка в Нідерландах



Найдовший велосипедний міст в Нідерландах

Рисунок 2 – Міжнародний досвід організації велоінфраструктури

Виходячи з невеликої площі дотикання ЛТП до дороги, слід особливу увагу приділяти рівності, шорсткості та зчепленню дорожніх покриттів. Оскільки більшість ЛТП не забезпечує захист водія від атмосферних опадів, слід враховувати це при проектуванні інфраструктури (по можливості влаштовувати навіси над пунктами парковки і прокату, майданчиками відпочинку, станціями технічного обслуговування тощо).

Основними нормативними документами, що регламентують проектування велоінфраструктури, є ДСТУ «Планування та проектування велосипедної інфраструктури» [1], ДБН «Вулиці та дороги населених пунктів» [2] і ДБН «Планування і забудова територій» [3].

Проаналізувавши міжнародний і вітчизняний досвід проектування велоінфраструктури, можна сформулювати основні вимоги до проектування велоінфраструктури: безпека, зв'язність і неперервність, комфортність, спрямленість та естетична привабливість. Важливість кожної з вимог залежить від мети поїздки (рисунок 3).

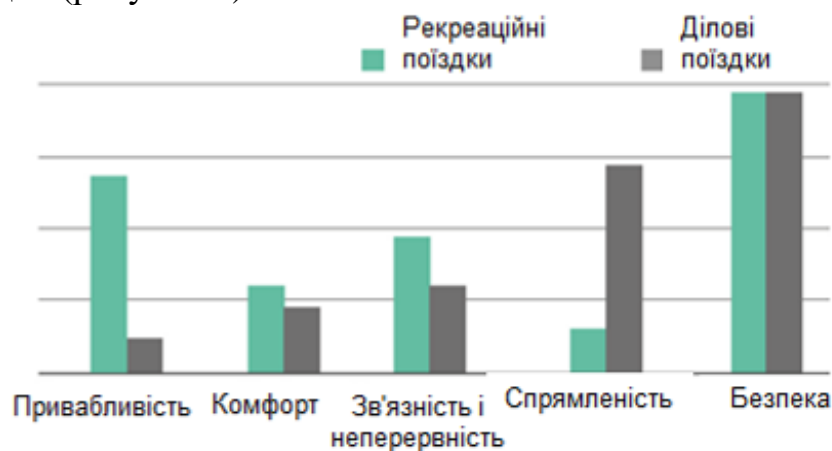


Рисунок 3 – Важливість вимог до велотранспортної інфраструктури в залежності від мети поїздки

Висновки. Створення системи велосипедних доріжок у транспортній системі населених пунктів не лише вирішує проблеми сьогодення, а і забезпечує підготовленість інфраструктури міста до майбутнього прогресу у сфері транспортних засобів. Найпоширенішими на сьогоднішній день представниками легких транспортних засобів є велосипеди і самокати, але також все більш широкого розповсюдження набувають електро-велосипеди і електро-самокати, сегвеї, гіроборди, моноколеса і т.п.

У світі, а зокрема і в Україні, винайдено різноманітні варіанти інтеграції велоінфраструктури в існуючу вулично-дорожню мережу. Вибір форми велосипедного потрібно здійснювати з урахуванням максимальних значень інтенсивності та швидкості транспортного потоку. Переходи між діапазонами не є жорсткими, тому в деяких випадках допустимим є вибір іншого діапазону.

Параметри велосипедної інфраструктури (ширина, матеріал покриття, колір, технічні засоби організації дорожнього руху тощо) визначають проектною документацією індивідуально для кожної вулиці чи дороги, враховуючи місцеві умови.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 8906:2019 «Планування та проектування велосипедної інфраструктури» – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 52 с.
2. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. Чинний від 2018-09-01. – Київ: Мінрегіон України, 2018. – 55 с.
3. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. Чинний від 2019-10-01. – Київ: Мінрегіон України, 2019. – 177 с.

АРХІТЕКТУРА НА МЕЖІ ПРИРОДИ ТА МИСТЕЦТВА У ТВОРЧОСТІ ЖАНА НУВЕЛЯ

Харламова Л.В., ст. викладач

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Кропивницький

Вступ. Французький архітектор, володар Прітцкерівської премії – Жан Нувель вже реалізував кілька вражаючих проектів на Близькому Сході. В даний час в рамках проекту «Sharaan» (Шараан) архітектор працює в регіоні Аль-Ула над об'єктом усередині піщаних скель посеред Аравійської пустелі.

Регіон Аль-Ула – велика територія площею 22 тисяч км², яка включає долину оазису, гори з пісковика і стародавні об'єкти культурної спадщини, що виникли тисячі років тому за часів правління Набатеїського царства. Найзначнішою пам'яткою Аль-Ули є набатеїське місто Хегра – перший у Саудівській Аравії об'єкт Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО. Через Хегру проходив великий Шовковий шлях. Місто, де розташовувалася величезна торговельна імперія, було процвітаючим мегаполісом набатеїського народу.

На сьогоднішній день в рамках програми Saudi Vision 2030 регіон Аль-Ула перетворюється на туристичний напрямок для вивчення археологічної спадщини, збереження природи та мистецтва.

Відповідно до програми розвитку Саудівської Аравії «Vision 2030» оголошено про створення курорту Sharaan, як частини масштабнішого генерального плану розвитку території.

Основна частина. Розроблений Жаном Нувелем комплекс на курорті Шараан розташований в унікальному місці – в долині Аль-Ула, яку також називають музеєм просто неба. Старовинне скельне місто Хегра, яке було побудоване, а точніше, вирубане в скелях Набатеїцями понад дві тисячі років тому, надихнуло Жана Нувеля на створення розкішного комплексу Шараан, також вирубаного в скелі.

Племена Набатеїської культури вирізали культові споруди, житла в масивах місцевих скель з пісковика віком у мільйони років. Жан Нувель використав спадок локальних стародавніх народностей, що зберігся, і переосмислив його в руслі традицій сучасної архітектури.

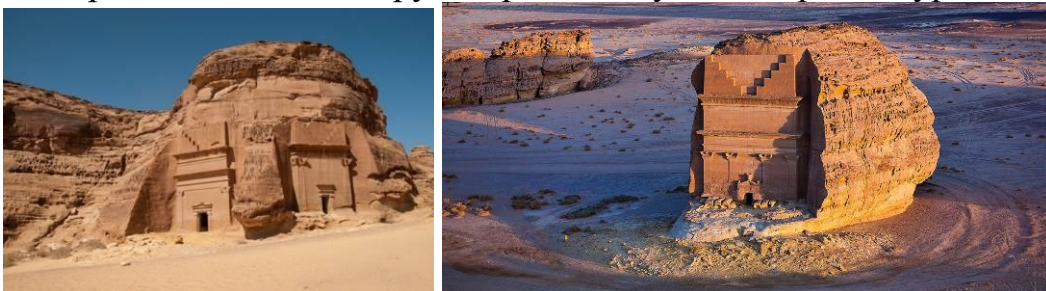


Фото 1, 2 – Печерне місто Хегра в долині Аль-Ула

Усі приміщення спроектованого Жаном Новелем комплексу Sharaan висічені у скелях пісковика. Увійти в готельний комплекс можна через патіо - ідеально-круглий внутрішній дворик із зображенням фаз місяця. Загалом у комплексі передбачено 40 готельних номерів, які розміщені навколо панорамного ліфта. Додатково, крім готельного комплексу у скелях збудують три окремі вілли, а також центр для занять колективною медитацією та 14 затишними альтанками.



Фото 3 – Патіо - внутрішній дворик із зображенням фаз місяця

Фото 4 – Комплекс Sharaan, висічений у скелях пісковика

Відповідно до програми розвитку Саудівської Аравії (Vision 2030) та Хартії сталого розвитку території Аль-Ула курорт Шараан та Міжнародний центр самітів спроектовані в гармонії з навколишнім середовищем.

Сам архітектор Жан Нувель розглядає цей проект як "можливість втілити в життя просторові, чуттєві та емоційні переживання на стику природи, архітектури та мистецтва, де скрізь присутні звук, музичність, різкість, тактильність, сила та складність природи".

Комплекс Шараан розташований на тлі мальовничого пейзажу і включає курорт, житлові приміщення, спа - центр і центр міжнародних зустрічей.

Збереження унікального ландшафту та багатовікової спадщини регіону було першорядним завданням для архітектора, який розумів, що будь-яка нова будівля, не пов'язана зі скелями, виглядатиме чужорідно.

Жан Нувель та його команда вивчали стародавні будівельні прийоми набатейців, які вирізали унікальні споруди прямо у скелях пісковика.

Простори комплексу Шараан створюються у скелі різних рівнях і різної висоті. Будівництво курорту ведеться з урахуванням 2000-річного будівельного досвіду набатейців, стандартних технологій з використанням комбінації гірничого обладнання, прохідницького обладнання.

Охолодження та обігрів комплексу буде здійснюватися за допомогою природного геологічного теплообміну, а також розробники проекту прагнуть нульового рівня стічних вод.

Комплекс Шараан є свідченням архітектури, що сягає корінням в набатейську історію, де спадщина людства та ландшафт природи нерозривно пов'язані.

Інтер'єр комплексу Шараан підкреслює красу природних особливостей скелі. Акцент виконаний на натуральності та багатовікових східних традиціях. У внутрішньому декорі комплексу активно задіяний незадрапірований природний камінь у поєднанні з тонким різьбленням. Сонячне світло відіграє важливу роль: воно проникає крізь різьблені отвори та тонкі завіси, натхненні традиційними арабськими наметами.

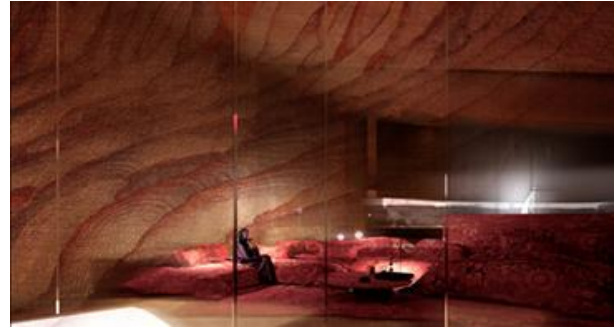
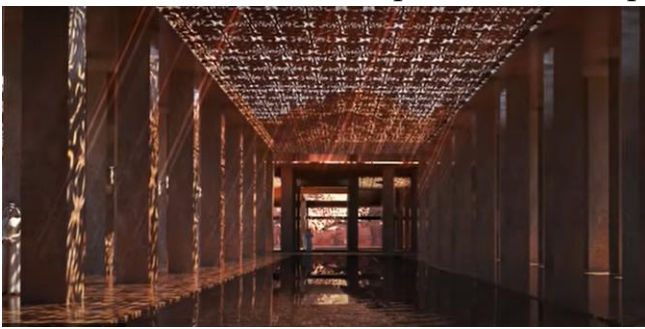


Фото 5, 6, 7, 8 – Внутрішнє оздоблення дублює текстуру скелі



Фото 9 – Панорамний готельний ліфт



Фото 10 – Хол комплексу

Жан Нувель вважає, що «Шараан» це не просто готель, а культурний акт — адже в цій споруді відбито місцеву культурну спадщину та оспівано дух набатейського народу, представники якого жили в цих місцях у 3 столітті до нашої ери. Саме так виглядали їхні міста — висіченими у скелях із пісковика. Досі можна побачити приклади такого будівництва тут же, в Аль-Улі, в комплексі археологічних об'єктів Мадаїн-Саліх (м. Хегра), а також в Йорданії, Петрі.

Висновок. Жан Нувель надихнувся тисячолітньою набатейською архітектурою. Саме тому у проекті курорту Sharaan відображено елементи Хебри – першого комплексу археологічних об'єктів Саудівської Аравії, який включили до списку Світової спадщини ЮНЕСКО. В основі проекту «Шараан», розробленого архітектором Жаном Нувелем, лежить повага до історії, стародавньої культури та унікального ландшафту скельних утворень.

Жан Нувель максимально підкреслив у проекті комплексу унікальність заповідника Аль-Ули як справжнього музею історії та культури просто неба і зробив так, щоб гості Sharaan могли перейнятися самотністю цього місця. Революційний підхід до творчості, заснований на використанні природних джерел, покликаний вивести AlUla на передові позиції в галузі архітектурного дизайну та зайняти гідне місце на світовій арені. Курорт «Шараан» стане для архітектора та його агентства чудовою можливістю втілити в життя чи не найамбіційніший проект у своєму творчому житті.

Список використаних джерел

1. Найдивовижніші готелі світу та їх знамениті архітектори [Електронний ресурс] URL: <https://travellife.com.ua/travelling-tuorism/samyie-udivitelnyie-oteli-mira-i-ih-znamenityie-arhitektoryi.html>.
2. Унікальні рішення у готелях [Електронний ресурс] URL: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLrZN0gXT58KnTC7WppMMS8C475sAooytM>
3. Construction begins on Jean Nouvel-designed Sharaan Resort— [Електронний ресурс] URL: <https://www.sleepermagazine.com/stories/projects/construction-begins-on-jean-nouvel-designed-sharaan-resort/>
4. [Електронний ресурс] URL: <https://www.dezeen.com/2020/10/27/sharaan-jean-nouvel-alula-desert-saudi-arabia/>
5. [Електронний ресурс] URL: <https://www.designboom.com/architecture/jean-nouvel-sharaan-saudi-arabia-subterranean-resort-hotel-10-27-2020/>
6. [Електронний ресурс] URL: https://www.instagram.com/ateliersjeannouvel/p/CsRJZe7IdDD/?img_index=3
7. [Електронний ресурс] URL: <https://royaldesign.ua/ru/jan-nouvel.bXn6T/>

КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАХОДІВ, НЕОБХІДНИХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Гасенко Л.В., к.т.н., доцент, Савка Ю.С., студент

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

Вступ. За оцінками Міжурядової групи експертів зі зміни клімату, глобальне потепління на 1,5°C буде перевищено впродовж 21-го століття якщо в найближчі десятиліття не відбудеться глибокого скорочення викидів CO₂ та інших парникових газів [1].

Вступ України до Європейського Союзу тісно пов'язаний із необхідністю впровадження заходів для підвищення енергоефективності будівель і споруд. Однією з ключових умов є реалізація Національного плану з енергетики та клімату, що включає політику щодо енергоефективності та енергозбереження.

Основна частина. Будівлі, як житлові, так і комерційні, відповідальні за значну частину глобального використання енергії та викидів вуглецю. На комерційний, інституційний і житловий сектор припадає близько 12% викидів парникових газів ЄС, а на будівлі припадає приблизно 41% споживання енергії в ЄС (рисунок 1). Це робить їх роль вирішальною у боротьбі зі зміною клімату. Розвиток технологій енергоефективності забезпечує інноваційні рішення для зменшення цього енергетичного сліду [2].

Технології енергоефективності будівель умовно можна розподілити на три основні категорії (рисунок 2). Для широкого впровадження цих технологій важливо визначати та посилювати необхідні заходи впровадження енергоефективних технологій, а також розуміти та усувати перешкоди на шляху їхнього впровадження.

Можна виокремити 7 основних перешкод для впровадження енергоефективних технологій у будівельних проектах (рисунок 3).

Впровадження енергоефективних технологій та стратегій у будівельних проектах дає можливість зменшити споживання енергії, заощадити кошти та допомогти побудувати більш стійке майбутнє. Етапи будівельного проекту можуть відрізнятися за назвою та обсягом у різних країнах і компаніях. Однак робота, яка виконується на різних етапах, виконується в більшості будівельних проектів незалежно від країни чи компанії, що робить це дослідження узагальненим для більшості будівельних проектів.

Можна виокремити 4 основні категорії необхідних заходів для збільшення обсягів впровадження енергоефективних технологій у будівельні проекти (рисунок 4).

У трансформації галузі будівельних матеріалів і запровадженні заходів енергоефективності пілотні проекти відіграватимуть ключову роль, адже саме пілотні проекти каталізують співпрацю, просувають циклічне мислення і поширюють цифрові технології.

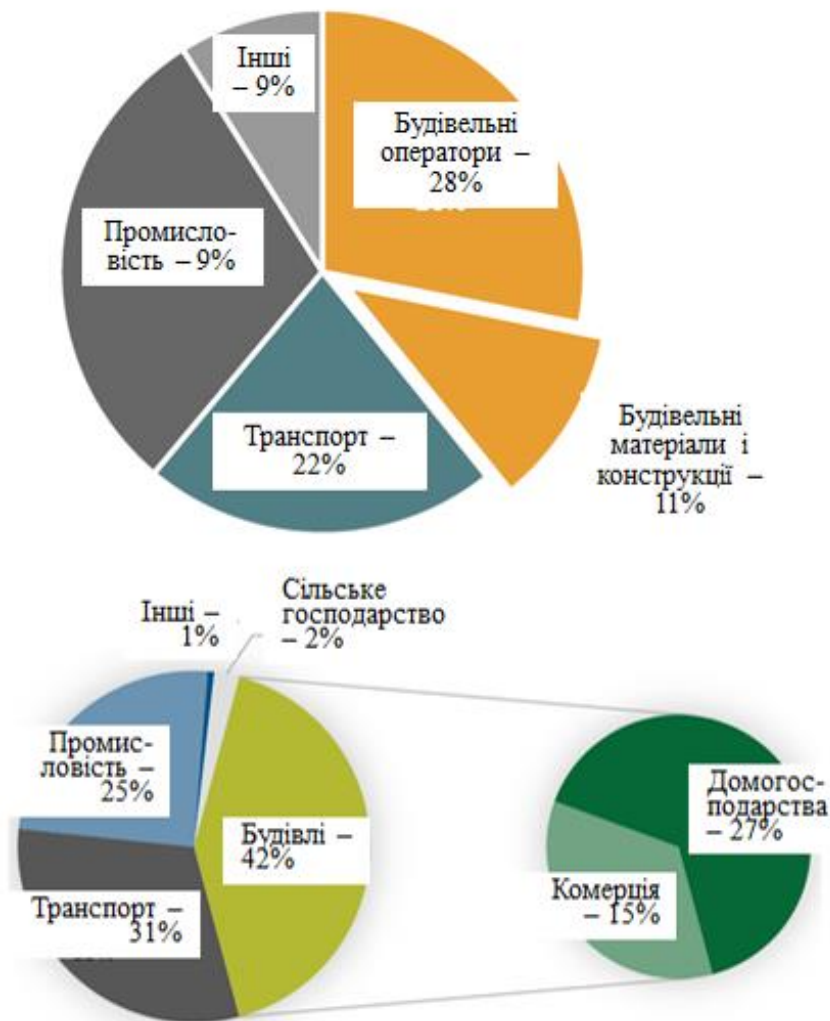


Рисунок 1 – Глобальні викиди CO₂ за секторами



Рисунок 2 – Основні категорії технологій енергоефективності



Рисунок 3 – Основні перешкоди для впровадження енергоефективних технологій у будівельних проектах

Провідні галузеві рішення у сфері енергоефективності будівельної галузі мають великий потенціал, оскільки все більше і більше країн світу беруть на себе кліматичні зобов'язання.

Висновки. Основними категоріями рушійних сил для впровадження енергоефективних технологій у будівельних проектах є фінансові (бонуси, субсидії, зменшення витрат), інформаційні (довідкові проекти, сертифікація майстрів та покращення системи освіти), організаційні (коворкінг, корпоративна культура та стимулювання амбіційності проєктантів) та зовнішні (національні вимоги та вимоги клієнтів) рушійні сили.

Найпомітнішими перешкодами для впровадження енергоефективних технологій у будівельних проектах є приховані витрати, інертність споживачів, ризики впровадження енергоефективних технологій, ускладнений доступ до капіталу, брак знань, роздільні стимули різних груп користувачів та інформаційні перешкоди.



Рисунок 4 – Категорії заходів, необхідних для підвищення енергоефективності будівель і споруд

Щоб подолати інерцію та брак знань, можна визначити дві основні сфери, на яких слід зосередитися: підвищення знань про енергоефективні та екологічно чисті технології та способи будівництва; виведення людей із зони комфорту, щоб вони не завжди робили те, що звикли. Зосередження уваги на цих двох сферах може також допомогти подолати інші перешкоди.

Список використаних джерел

1. Jakob Carlander, Patrik Thollander. Barriers to implementation of energy-efficient technologies in building construction projects – Results from a Swedish case study // Resources, Environment and Sustainability. Volume 11. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2022.100097>
2. Enrico Cagno, Andrea Trianni, Ernst Worrell, Federica Miggiano. Barriers and Drivers for Energy Efficiency: Different Perspectives from an Exploratory Study in the Netherlands // Energy Procedia. Volume 61. 2014. P. 1256-1260 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.11.1073>

КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТАЛЕВИХ ДВЕРЕЙ ДЛЯ ЖИТЛОВИХ ТА ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

*Гудзь С.А., к.т.н., доцент, Царенський О.А., магістрант
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Дніпро*

Сучасні будівельні технології значною мірою залежать від використання надійних конструкцій, які забезпечують безпеку та енергоефективність будівель. Металеві двері стали важливою частиною як житлового, так і промислового будівництва завдяки своїм технічним характеристикам. Метою даного дослідження являється визначення типів металевих дверей, їхні технічні характеристики, переваги та області застосування.

Металеві двері вирізняються своєю *довговічністю* та *здатністю забезпечувати високий рівень безпеки*. Їх виготовляють із якісних металевих сплавів, зазвичай сталі або алюмінію, що робить їх надзвичайно міцними. Ця властивість захищає приміщення від проникнення сторонніх осіб, зломів та пошкоджень [1]. Крім того, у сучасних моделях використовують високотехнологічні захисні замки та додаткові елементи захисту, наприклад, броньовані вставки або подвійні рами.

Завдяки своїм *антикорозійним властивостям*, металеві двері менш чутливі до дії вологи та інших погодних умов. Вони часто мають спеціальні захисні покриття, такі як порошкове фарбування, яке запобігає виникненню корозії та забезпечує довготривале збереження естетичного вигляду. Це робить металеві двері ідеальним варіантом для зовнішнього використання, особливо у районах з підвищеною вологістю або де значні перепади температур.

Окремо варто виділити *протипожежні властивості*. Багато металевих дверей мають сертифікацію EI (здатність утримувати вогонь від поширення протягом певного часу) і є обов'язковим елементом у багатьох громадських і комерційних будівлях. Вони можуть затримувати вогонь на тривалий час, що є критично важливим для безпеки людей та збереження майна у випадку пожежі. Наприклад, протипожежні двері з межею вогнестійкості EI 30 можуть забезпечувати 30 хвилин протипожежного захисту, а EI 60 – 60 хвилин протипожежного захисту.

Шумоізоляція це ще одна значуща перевага металевих дверей. Завдяки багатошаровій структурі, яка може включати як метал, так і шумоізоляційні наповнювачі (мінеральна вата або спеціальні ізолюючі матеріали), металеві двері ефективно зменшують рівень шуму. Це робить їх особливо популярними для використання в багатоквартирних житлових будинках або офісних приміщеннях, де важливий комфорт та тиша. Шумоізоляція дверей також може допомогти покращити якість повітря, вологість і комфорт у вашій кімнаті. Ізоляція дверей запобігає проникненню забруднюючих речовин і вологи, роблячи приміщення комфортним для роботи або відпочинку.

Металеві двері є важливим елементом як житлових, так і промислових будівель. Завдяки переліченим властивостям – міцності, надійності, пожежній стійкості та звукоізоляції(шумо) – вони забезпечують безпеку, комфорт і економічну ефективність. Вибір металевих дверей як для приватних будинків, так і для підприємств є інвестицією у довготривалу безпеку та захист, що робить їх незамінним компонентом сучасного будівництва [3].

Використання металевих дверей в житлових і промислових будівлях є економічно вигідним рішенням з кількох причин. Хоча початкова вартість таких дверей може бути вищою порівняно з іншими матеріалами, їх довготривала експлуатація, низька потреба в обслуговуванні та здатність зберігати енергоресурси роблять їх значною інвестицією для бізнесів і приватних власників.

На виробничих підприємствах металеві двері встановлюються між приміщеннями з різними умовами безпеки. Наприклад, вони можуть використовуватись для відокремлення виробничих цехів від складів або офісних приміщень, що дозволяє забезпечити безпечний доступ лише для уповноважених працівників.

У промислових об'єктах металеві двері, що відповідають протипожежним стандартам, можуть затримувати поширення вогню. Це особливо важливо для підприємств, де використовуються легкозаймисті або вибухонебезпечні матеріали. Протипожежні металеві двері забезпечують безпеку персоналу, допомагають захистити обладнання та матеріальні ресурси.

На складах, у цехах та інших промислових приміщеннях двері зазнають значного навантаження через інтенсивний рух людей та техніки. Металеві двері стійкі до зносу, пошкоджень і витримують великі навантаження, що робить їх вигідним рішенням для промислового середовища.

На багатьох виробництвах, де важливо підтримувати стабільний рівень температури та вологості (наприклад, у харчовій промисловості або фармацевтичних підприємствах), металеві двері допомагають зберегти необхідні параметри мікроклімату у різних зонах.

Класифікація металевих дверей (дверні блоки) може здійснюватися за кількома критеріями, залежно від їх конструкції, функціональних особливостей, матеріалів та сфери застосування. Ось основні підходи до класифікації [2]:

- за опором зламуванню (6 класів рівнів захисту);
- за призначенням (дверні блоки вхідні, міжкімнатні, тощо);
- за конструкцією (з чвертю чи без чверті);
- за кількістю стулок (одностулкові, полуторні, двостулкові);
- за способом відчинення (розпашні, розсувні, маятникові, складні);
- за класом вогнетривкості (переважна більшість в межах EI30-EI60).

Список використаних джерел

1. Герасимов В. І. Безпека будівель і споруд. Львів: Політехніка, 2017.
2. ДСТУ Б В.2.6-11:2011. «Блоки дверні металеві протиударні вхідні в квартири».
3. Нові технології у виробництві дверей. Журнал «Архітектурний дизайн», №12, 2020.

СОНЯЧНІ ПАНЕЛІ ЯК ОСНОВА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО БУДІВНИЦТВА

*Жесан Р.В, к.т.н., доцент, Голик О.П., к.т.н., доцент
Центральноукраїнський національний технічний університет,
м. Кропивницький*

*Зубенко В.О., к.т.н., доцент
Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон*

Вступ. Сучасний світ стикається з гострими проблемами енергетичної кризи та зміни клімату. Одним з найбільш перспективних шляхів вирішення цих проблем є активне використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Особливу увагу при цьому приділяється сонячній енергії, як найбільш доступному та невичерпному ресурсу [1,2].

За даними Міжнародного агентства з відновлюваних джерел енергії (IRENA), у 2020 році загальна встановлена потужність сонячних електростанцій у світі перевищила 700 ГВт. З огляду на значну енергозалежність України, використання відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячної енергії, стає важливим кроком у підвищенні енергоефективності будівель. [3] За даними Міжнародного енергетичного агентства, близько 40% усієї споживаної енергії припадає на будівлі, що робить енергозберігаючі технології ключовими для зниження енергетичних витрат.

Протягом останніх десятиліть спостерігається стрімкий розвиток технологій, спрямованих на підвищення енергоефективності будівель [4]. Одним з найважливіших напрямків у цій галузі стало використання відновлюваних джерел енергії, зокрема, сонячної. Сонячні панелі, перетворюючи сонячне світло на електричний струм, поступово інтегрувалися в будівельну індустрію, надаючи будівлям нових функціональних та естетичних якостей.

Історично використання сонячної енергії для виробництва електроенергії було досить обмеженим через високу вартість технологій та низьку ефективність сонячних елементів. Однак, з розвитком науково-технічного прогресу ситуація кардинально змінилася. Сучасні сонячні панелі відрізняються високою ефективністю, тривалим терміном служби та різноманітністю дизайнерських рішень.

Багатьма вченими та дослідниками здійснено численні дослідження, які підтвердили економічну доцільність використання сонячних панелей в будівництві. Зменшення вартості виробництва сонячних елементів, зростання цін на традиційні енергоносії та посилення екологічної свідомості суспільства сприяли популяризації цієї технології.

Доведено, що використання сонячних панелей не тільки зменшує споживання електроенергії та знижує викиди парникових газів, але й підвищує

вартість нерухомості. Будівлі, обладнані сонячними панелями, стають більш привабливими для інвесторів та покупців, оскільки забезпечують енергетичну незалежність та сприяють збереженню навколишнього середовища.

Розроблено різноманітні способи інтеграції сонячних панелей в будівельні конструкції. Крім традиційних дахових систем, з'явилися фасадні системи, які дозволяють поєднувати енергогенерацію з естетичними функціями (рис.1).



Рисунок 1 – Варіанти розташування сонячних панелей: на даху, на стіні, на балконі

Розроблені також інноваційні рішення, такі як інтеграція сонячних елементів в будівельні матеріали та створення автономних енергетичних систем для окремих будівель.

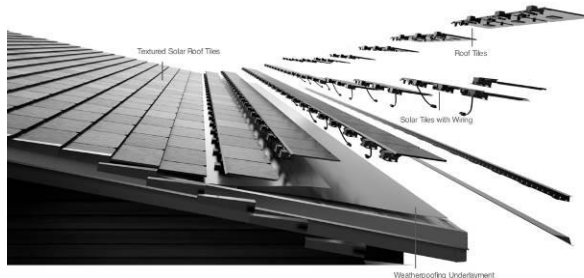


Рисунок 2 – BIPV – технології, використання сонячних панелей в якості черепиці на даху

BIPV (Building-Integrated Photovoltaics) – це інноваційна технологія, яка інтегрує фотоелектричні елементи безпосередньо в конструкцію будівлі, перетворюючи їх на важливу частину архітектурного рішення. Ця технологія дозволяє використовувати сонячні панелі не лише як джерело електроенергії, а й як естетичний елемент, замінюючи традиційні будматеріали, такі як покриття, фасадні панелі та козирки. Встановлення фотоелектричних модулів у різних частинах будівлі, включаючи дахи, стіни та вікна, забезпечує не лише естетичний вигляд, але й енергетичну ефективність.

ВІРV системи генерують електрику безпосередньо на місці споживання, що знижує витрати на електроенергію та зменшує залежність від традиційних джерел. Вони також сприяють зменшенню теплових втрат завдяки своїм теплорегулюючим властивостям, відбиваючи частину сонячного випромінювання і знижуючи температуру внутрішніх приміщень влітку. Крім того, ВІРV елементи виконують звукоізоляційні функції, зменшуючи рівні шуму ззовні, що є особливо важливим для будівель у міських умовах.

Однією з ключових переваг ВІРV є економія простору, оскільки інтеграція сонячних панелей в будівлю дозволяє уникнути необхідності встановлювати окремі панелі на землі або дахах. Генеруючи власну електроенергію, будівлі можуть суттєво знизити витрати на електрику, а у разі надвиробництва енергії є можливість продавати її в мережу, що приносить додатковий прибуток.

Установка ВІРV систем планується на етапі проектування будинку, що дозволяє оптимізувати їх розміщення та інтеграцію з іншими системами будівлі, такими як вентиляція та опалення. У разі необхідності заміни фотоелектричних елементів, демонтаж проводиться з можливістю заміни на рівноцінні будівельні матеріали, що гарантує збереження функціональних та естетичних характеристик будівлі.

Таким чином, ВІРV технології представляють собою потужний інструмент для підвищення енергоефективності будівель. Їх інтеграція не лише забезпечує економію електроенергії, але й покращує комфорт і безпеку мешканців. Завдяки таким рішенням будівлі стають більш сталими, що відповідає сучасним вимогам енергозбереження та екологічної відповідальності.

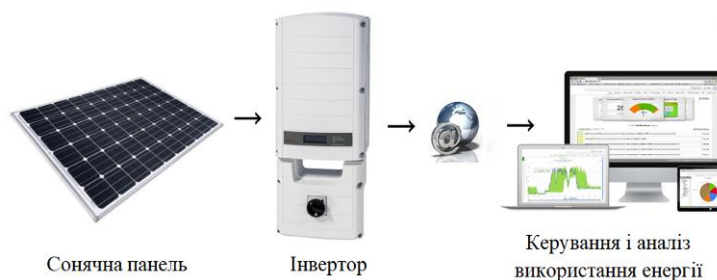
Для оцінки економічної ефективності використання сонячних систем нами проведені розрахунки первинних інвестицій, витрат на експлуатацію та очікуваної економії від зниження витрат на електроенергію. Термін окупності сонячних систем залежить від багатьох факторів, таких як вартість обладнання, інтенсивність сонячної радіації, тарифи на електроенергію та державні стимули.

Порівняльні дані ефективності та витратності таких систем наведені в таблиці.

Тип системи	Вартість встановлення (за 1 кВт)	Виробництво енергії (кВт·год/рік)	Окупність (років)	Економія на рік (грн)
Фотоелектричні панелі	\$1000	1200–1500	6–7	20 000–25 000
Сонячні колектори	\$500	500–700	4–5	8 000–10 000
Комбіновані системи	\$1500	1800–2000	6–8	28 000–30 000

Інтеграція сонячних панелей з інтелектуальними системами управління енергоспоживанням відкриває нові можливості для оптимізації енергетичних процесів на у міських спорудах та на підприємствах. Такий симбіоз дозволяє не

тільки виробляти чисту енергію, але й ефективно керувати її споживанням, аналізувати дані в режимі реального часу та оптимізувати витрати.



З урахуванням усіх вищезазначених факторів, можна стверджувати, що впровадження сонячних технологій у будівництво є не лише економічно вигідним, а й екологічно доцільним кроком, що відповідає вимогам сталого розвитку.

Висновок. Використання сонячної енергії в будівництві є перспективним напрямком розвитку енергетики. Впровадження сонячних технологій дозволяє знизити залежність від традиційних джерел енергії, зменшити викиди парникових газів та підвищити енергетичну ефективність будівель. Незважаючи на деякі недоліки (висока собівартість та залежність від сонячної активності), сонячна енергетика має великі перспективи для розвитку та стане одним з основних джерел енергії в майбутньому. Активне використання сонячної енергії в будівлях з інтелектуальними системами управління енергоспоживанням дійсно відкриває нові горизонти для сталого розвитку. Розумні системи управління енергією оптимізують використання енергії, забезпечуючи максимальну ефективність і мінімізуючи втрати. Громади зможуть об'єднувати зусилля для створення енергетичних кооперативів, що використовують спільні сонячні станції. Це дозволить знижувати витрати на встановлення та обслуговування обладнання і забезпечить рівномірне розподілення виробленої енергії серед учасників.

Такі інноваційні підходи дозволять значно підвищити ефективність використання сонячної енергії та сприяти сталому розвитку будівельної галузі, забезпечуючи енергетичну незалежність і знижуючи вплив на довкілля.

Список використаних джерел

1. Використання відновлювальних джерел енергії в будівництві. (2023) [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://buduj.com.ua/energoeffic/energosafeist/vykorystannya-vidnovlyuvalnyh-dzherel-energiyi-v-budivnycztvi/?form=MG0AV3>
2. Застосування відновлюваних джерел енергії у будівництві (2024). [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ucg-engineering.com.ua/uk/zastosuvannya-vidnovlyuvanyh-dzherel-energiyi-u-budivnycztvi/?form=MG0AV3>
3. Офіційний сайт Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://sae.gov.ua/>
4. Мельник Л.Г., Маценко О.І., Терещенко С.В.. Наукове обґрунтування підвищення техніко-економічної ефективності використання сонячної енергії // Механізм регулювання економіки, 2020. №2. DOI:<https://doi.org/10.21272/mer.2020.88.10>

ВИКОРИСТАННЯ УТИЛІЗОВАНОЇ ПОВІТРЯНО-БУЛЬБАШКОВОЇ ПЛІВКИ, ЯК УТЕПЛЮВАЧА В МІЖСТІННОМУ ПРОСТОРІ

Заїко В. І., студент

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

Вступ. Сьогодні утеплення стін житлових будинків є необхідністю, так як вартість енергоресурсів постійно зростає. Набуває особливої актуальності питання пошуку альтернативного матеріалу, який може бути використано в якості утеплювача без втрат показників теплопровідності але який може бути значно дешевшим за список сучасних популярних матеріалів таких як: пінопласт, мінеральна вата. Це може бути утилізована повітряно-бульбашкова поліетиленова плівка, яка широко використовується для пакування різноманітних речей при транспортуванні.

Також, в наші дні вимкнення електрики, опалення є проблема підвищення вологості в середині житлового приміщення за рахунок конденсації склопакетів вікон цього приміщення. Вирішити це питання можливо за допомогою утилізованої повітряно-бульбашкової поліетиленової плівки .

Основний текст. Одним з найбільших винаходів людства є поліетилен. Але це стало й найбільшою екологічною катастрофою, так як у середньому повне розкладання пластику в природі становить близько 400 років (рис.1).



Рис. 1. Використаний поліетилен

Тому питання збору, переробки та вторинного використання поліетилену (і пластику загалом) має важливо значення для людства (рис.2).



Рис.2. Утилізація повітряно-бульбашкової плівки на пункті вторсировини

Повітряно-бульбашкова плівка [1] (англ. bubble wrap) — гнучкий прозорий поліетиленовий матеріал, поверхня якого рівномірно покрита невеликими виступами, заповненими повітрям. Використовується для упаковки крихких предметів. Винайшли цю плівку два інженери: Альфред Філдінг (*Alfred Fielding*) та Марк Чаваннес (*Marc Chavannes*) в 1957 році. Спочатку замислювалася як новий матеріал для шпалер, який було б легко і зручно чистити (рис. 3).

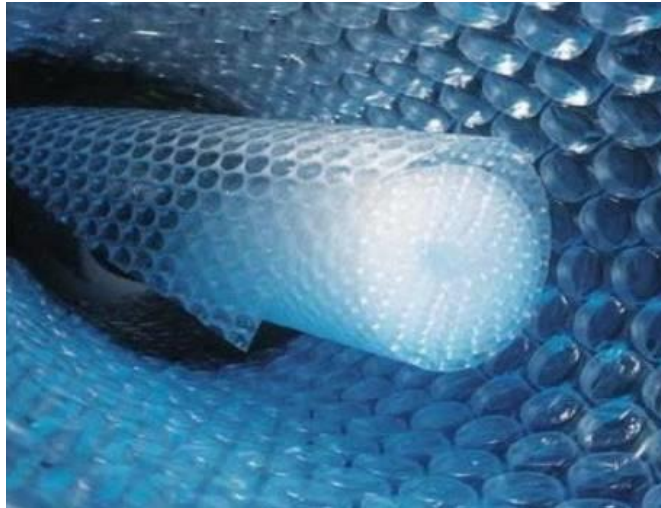


Рис. 3. Повітряно-бульбашкова плівка

Бульбашкова плівка буває як крупна так і дрібна. Серед найбільш поширених розмірів бульбашок такі: 6 мм x 3 мм, 10 мм x 4 мм, 10 мм x 4,8 мм, 8 мм x 35 мм і, нарешті, 10 мм на 30 мм (рис. 4).



Рис. 4. Приклад поширених розмірів бульбашок

Повітря має найнижчий коефіцієнт теплопровідності, тому розглянемо можливість використання утилізованої повітряно-бульбашкової плівки, як утеплювача в між стіновому просторі, який складається з двох стін: газо-блок та облицювальна цегла.

Пропонується наступна схема монтажу повітряно-бульбашкової плівки в якості утеплювача (рис. 5):

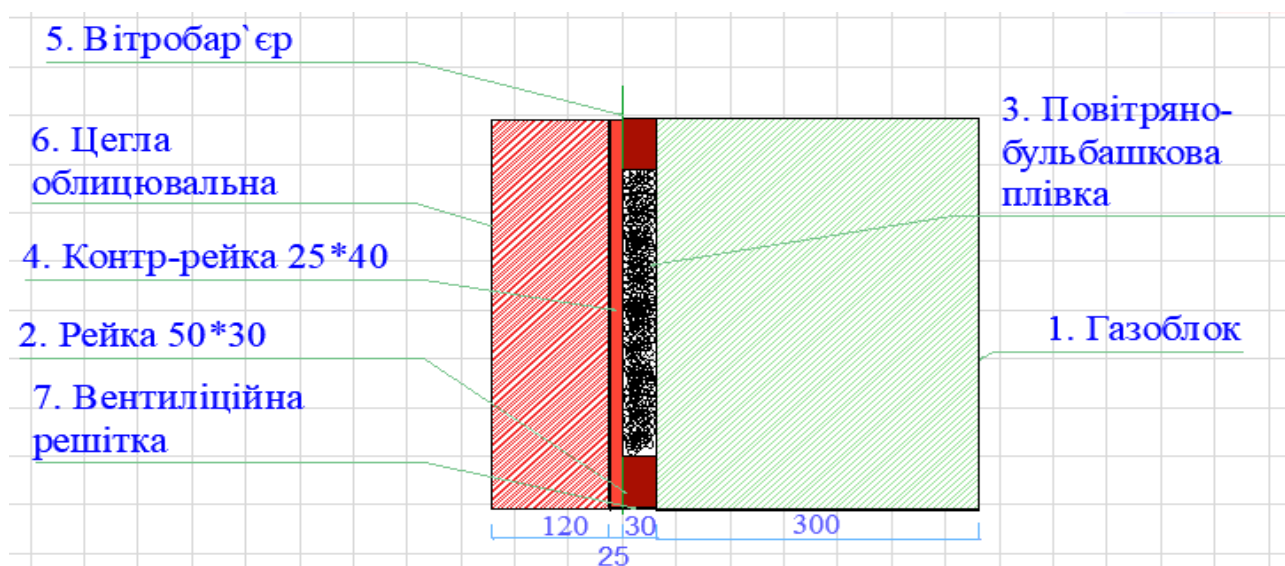


Рис. 5. Схема монтажу повітряно-бульбашкової плівки в якості утеплювача

Поступовий порядок виконання монтажу:

1. Монтаж на стіну газоблоку рейки 50*30 підтримуючої з кроком 40-50см.
2. Монтаж п-б плівки між рейками в 3-4 шари (в залежності від розміру плівки) на клей-піню.
3. Монтаж вітробар`єру.
4. Монтаж котр-рейки 25*40.
5. Кладка облицювальної цегли.

Для зменшення втрат тепла через стіни будинку пропонується утеплити міжстіновий простір пароізолюючим полімерним матеріалом (декілька шарів екструдованої поліетиленової плівки з повітряними бульбашками діаметром 10 мм).

Розглядаємо поліетиленову плівку вже використану, яка є вторинною сировиною, що значно зменшує її вартість.

Втрата тепла з кожного 1 м^2 поверхні стіни дорівнює 30%. Теплопровідність поліетилену $0,038 - 0,045 \text{ Вт/м}^2\text{С}$ [2] в залежності від щільності. Якщо, втрати тепла від поверхні стін будинку $4,07 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^\circ\text{С}$, то зі застосуванням поліетиленової плівки в якості утеплювача будуть вже $4,07 * 0,04 = 0,16 \text{ Вт/м}^2\text{С}$.

Тобто, втрати тепла з кожного 1 м^2 поверхні стіни будуть становити 1,2%.

Приклад практичного дослідження застосування утилізованої повітряно-бульбашкової поліетиленової плівки для вирішення проблеми запотівання вікон та виникнення великого обсягу конденсату на склі через такі обставини, як: погана вентиляція; перебої в електропостачанні та опаленні.

Для вирішення цієї проблеми використали утилізовану повітряно-бульбашкову поліетиленову плівку в якості утеплювача та пароізоляції вікон,

як додаткову термокамеру до склопакетів за рахунок простору між склом і плівкою та ще безліч міні термокамер з бульбашок діаметром 10мм і товщиною 4мм.

Щоб збільшити кількість різності результатів та показовості були ізолювані склопакети вікон та дверей з ПВХ профілю частина із зовні приміщення, а частина з середини. Один фрагмент склопакета вікна залишили не ізолюваним для досліду контрасту результатів. Очікувалось, що при утепленні зі сторони приміщення кухні в той час коли готується їжа і випаровується багато теплого і волого повітря конденсат все ж виступить або на самої плівці або в просторі між склопакетом та плівкою. Але, в результаті, всі вікна ізолювані бульбашковою плівкою при різних температурних і воложистих режимах продовжували залишатися сухими (рис. 6). Найкращій результат показали частини вікон ізолювані з середини, так як плівка стала не тільки утеплювачем, а і пароізоляцією склопакетів.

Протягом усього часу дослідження - в приміщенні не збільшується вологість із за відсутності конденсування вікон.



Рис. 6. Приклад результату від утеплення пароізоляції склопакетів вікон

Висновок.

1. Здійснено розробку способу використання утилізованої повітряно-бульбашкової плівки як утеплювача в між стіновому просторі і схеми її монтажу.

2. Встановлено, що використання повітряно-бульбашкової плівки для тепло і пароізоляції вікон вирішує питання запотівання та конденсування останніх, що усуває утворення вологості та грибка в приміщенні від склопакетів.

Список використаних джерел:

1. https://uk.wikipedia.org/wiki/Бульбашкова_плівка
2. ДСТУ-Н Б В.2.5-35:2007

ІНТЕГРАЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ У БУДІВЕЛЬНУ ІНДУСТРІЮ

Зубенко В.О., к.т.н., доцент

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

Вступ. Інтеграція інтелектуальних систем у будівельну індустрію є однією з найбільш перспективних і актуальних напрямків розвитку сучасного будівництва. Завдяки стрімкому розвитку технологій Інтернету речей (IoT), штучного інтелекту (AI), доповненої та віртуальної реальності (AR та VR), а також використанню передових матеріалів та робототехніки, будівельні процеси зазнають кардинальних змін. Ці інновації не лише підвищують ефективність та якість будівництва, але й сприяють створенню більш безпечних, економічно ефективних та екологічно сталих об'єктів [1].

Сучасна будівельна галузь стикається з численними викликами, серед яких варто виділити підвищені вимоги до енергоефективності, необхідність дотримання екологічних стандартів, а також зростаючий попит на швидкі та високоякісні будівельні рішення. Інтелектуальні системи дозволяють адресувати ці виклики, забезпечуючи точність, передбачуваність та зниження витрат.

Запровадження смарт-технологій у будівництво [2] також змінює підхід до управління проектами, дозволяючи ефективніше планувати, моніторити та коригувати процеси, пов'язані з енергозбереженням. Використання даних у реальному часі для прийняття рішень значно знижує енергоспоживання і забезпечує більшу надійність та безпеку об'єктів. Таким чином, інтеграція інтелектуальних систем стає невід'ємною частиною інноваційного розвитку будівельної індустрії, відкриваючи нові горизонти для створення більш розумних, стійких і адаптивних будівельних рішень.

Незважаючи на численні переваги, впровадження смарт технологій у будівництво стикається з багатьма викликами. По-перше, їх впровадження часто вимагає значних інвестицій, що може бути бар'єром для багатьох компаній. По-друге, існує дефіцит фахівців з навичками управління та експлуатації смарт технологій. А, інтеграція нових технологій з існуючими системами може бути складною і схильною до проблем сумісності. Також підвищене використання цифрових інструментів і IoT-пристроїв підвищує ризик кібератак і витоків даних.

Тому, питання, як смарт технології можуть бути ефективно інтегровані в будівельну практику для покращення енергоефективності будинків та споруд, є актуальним.

Основний матеріал. Одна з найперспективніших смарт-технологій, що активно застосовується у сучасному будівництві це моніторинг та керування енергоспоживанням в режимі реального часу. Вона дозволяє збирати та

аналізувати детальні дані про споживання енергії в будівлі в будь-який момент часу та керувати технологічними переметрами мікроклімату, що відкриває широкі можливості для оптимізації енергоефективності. Цей процес передбачає використання різних датчиків, лічильників та програмного забезпечення для відстеження споживання електроенергії, газу, води та інших ресурсів. Отримані дані дозволяють виявити неефективні зони, оптимізувати роботу систем опалення, вентиляції та кондиціонування, а також приймати обґрунтовані рішення щодо зниження витрат на енергоносії. Інтерфейс користувача забезпечує зручний доступ до інформації та дозволяє контролювати енергоспоживання в режимі реального часу.

Переваги моніторингу енергоспоживання очевидні: економія коштів, підвищення енергоефективності, зменшення впливу на навколишнє середовище та підвищення комфорту. Завдяки моніторингу можна виявити приховані резерви для економії, оптимізувати роботу інженерних систем та приймати обґрунтовані рішення щодо модернізації обладнання.

Дослідження в галузі моніторингу та керування енергоспоживанням постійно розвиваються. Вчені працюють над створенням більш точних датчиків, розробкою нових алгоритмів для аналізу даних та створення інтуїтивно зрозумілих інтерфейсів користувача. Це дозволяє підвищити ефективність систем моніторингу та розширити сферу їх застосування.

Досліджуючи цю тему, ми провели детальне дослідження [3] та аналіз сучасного житлового комплексу, розташованого в міському районі Кіровоградської області, використовуючи дані про економію витрат і зміни в експлуатаційних параметрах. Комплекс включає кілька багатоквартирних будинків, кожен з яких оснащений смарт-технологіями для управління енергоспоживанням.

Основні характеристики будівельного об'єкта:

Тип об'єкта: Житловий комплекс (багатоквартирні будинки).

Кількість будинків: 5 будинків із загальною кількістю 200 квартир.

Рік будівництва: 2022.

Впроваджені технології:

- ✓ Теплові насоси для опалення та охолодження.
- ✓ Системи автоматизації управління будівлею (BMS).
- ✓ Енергозберігаючі LED-лампи.
- ✓ Інтелектуальні термостати.
- ✓ Системи збору дощової води.
- ✓ Сенсори для автоматичного керування освітленням.

Метою дослідження було оцінити ефективність впровадження смарт-технологій у будівельні проекти, зокрема, їх вплив на зниження експлуатаційних витрат, підвищення енергоефективності та сприяння сталому розвитку. Аналіз проводився протягом першого року експлуатації комплексу, що дозволило оцінити реальні результати впровадження технологій.

Для аналізу були зібрані дані про початкові інвестиції, експлуатаційні витрати та економічні вигоди, пов'язані зі зменшенням споживання енергії, скороченням витрат на обслуговування та підвищенням комфорту для мешканців. Також враховувався термін служби технологій та їх вплив на загальну вартість житлового або комерційного будівництва. Отримані дані занесені в таблицю, яка ілюструє основні витрати та вигоди.

Таблиця – Впровадження інтелектуальної системи в будівельні об'єкти

Параметр	До впровадження (грн/рік)	Після впровадження (грн/рік)	Економія (грн/рік)
Експлуатаційні витрати			
Опалення	200,000	120,000	80,000
Охолодження	100,000	60,000	40,000
Освітлення	80,000	30,000	50,000
Водопостачання	50,000	40,000	10,000
Обслуговування	60,000	30,000	30,000
Загальні експлуатаційні витрати	490,000	280,000	210,000
Витрати на початкові інвестиції	1,000,000		
Економія енергії (енергетичні технології)		150,000	150,000
Зниження витрат на обслуговування (інтелектуальні системи)	0	50,000	50,000
Загальна вигода за рік			410,000
Термін служби технологій (роки)	10		
Загальна вигода за 10 років			4,100,000

У результаті впровадження смарт-технологій було відзначено значні зміни в експлуатаційних параметрах, які безпосередньо вплинули на економію витрат.

Теплові насоси забезпечили ефективніше використання енергії, а термостати автоматично регулювали температуру в залежності від фактичних потреб, що дозволило уникнути перевитрат. Витрати на охолодження знизились завдяки впровадженню системи автоматизації управління кліматом, яка оптимізувала роботу кондиціонерів. Вона адаптувалась до зовнішніх температур і активності мешканців, що зменшило споживання електроенергії. Зниження витрат на освітлення було результатом переходу на енергозберігаючі

LED-лампи та впровадження системи автоматичного керування освітленням. Сенсори, що реагують на присутність людей, дозволили зменшити час роботи освітлення в непотрібний час. Витрати на водопостачання зменшились завдяки встановленню систем збору дощової води, що дозволило використовувати її для поливу території та сантехнічних потреб. Це зменшило споживання питної води. Зниження витрат на обслуговування стало можливим завдяки впровадженню систем моніторингу стану обладнання. Системи дозволили виявляти несправності на ранніх стадіях, що зменшило витрати на термінове обслуговування та ремонт.

Висновок. Результати дослідження, проведеного на житловому комплексі в Кіровоградській області, свідчать про успішне впровадження смарт-технологій та їх значний потенціал для економічної вигоди та енергозбереження. Загалом, економія витрат у різних експлуатаційних параметрах була досягнута завдяки інтеграції сучасних смарт-технологій, які забезпечили більш ефективне використання ресурсів, поліпшили управління системами будівлі та зменшили споживання енергії. Зниження експлуатаційних витрат, підвищення енергоефективності та покращення комфорту для мешканців стали основними факторами, що вплинули на позитивний економічний результат. Цей досвід може слугувати корисним прикладом для майбутніх проектів у галузі будівництва.

Список використаних джерел

1. Іванов-Костецький, С. (2023). РЕВОЛЮЦІЯ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ (З 2020 РР.): ЯК ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ФОРМУЄ МАЙБУТНЄ БУДІВНИЦТВА (НА ПРИКЛАДІ «РИЗИКІВ» ТА «БЕЗПЕКИ»). *Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування*, (67), 230–240. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.67.230-240>
2. Що таке смарт технології та які їх ключові переваги? (2021) [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://futurenow.com.ua/shho-take-smart-tehnologiyi/>
3. Методика моніторингу енергоефективності будівель. USAID. Муніципальна енергетична реформа в Україні. 2015. [Електронний ресурс], URL: <http://surl.li/evtbm>

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ ПРЕСОВАНОЇ СОЛОМИ

Кошевий І.О.

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

Вступ. Аналіз сучасних методів теплоізоляції будівель із застосуванням пресованих солом'яних панелей як альтернативного будівельного матеріалу показує забезпечення екологічності, підвищення енергоефективності та зниження вартості будівельних матеріалів (рис.1).



Рис. 1. Зведена будівля із пресованої соломи

Важливим є аналіз та обґрунтування ефективності використання солом'яних панелей як альтернативного теплоізоляційного матеріалу, що забезпечує раціональне використання ресурсів і сприяє створенню екологічно чистих будівель (рис. 2).



Рис. 2. Готовий енергоефективний будинок із солом'яних панелей

Основна частина. Розрахунки виконано для каркасного дерев'яного будинку, утепленого пресованою соломною, з урахуванням кліматичних умов Херсонського регіону.

Основні етапи проведення розрахунку:

1. Кліматичні умови регіону:

✓ Середня температура січня: $-1,5^{\circ}\text{C}$.

✓ Середня температура липня: $+24^{\circ}\text{C}$.

Це дозволяє оцінити максимальні тепловтрати у зимовий період та необхідність теплоізоляції [3].

2. Теплопровідність матеріалів:

Дерев'яний каркас: теплопровідність деревини залежить від її породи, але в середньому коливається в межах $0,12\text{--}0,16 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ [1].

Пресована солома: один з найбільш важливих параметрів теплоізоляції. Теплопровідність пресованої соломи становить приблизно $0,045\text{--}0,065 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$, що робить її досить ефективною для збереження тепла [4].

3. Визначення товщини теплоізоляції:

Для визначення оптимальної товщини солом'яного утеплювача потрібно розрахувати необхідний опір теплопередачі (R) стін будинку. Згідно з ДБН В.2.6-31:2021, для житлових будинків в Херсоні мінімальний опір теплопередачі для зовнішніх стін має бути не менше $R = 3,3 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$ [3].

4. Формула розрахунку товщини теплоізоляції:

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

- R - опір теплопередачі ($\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$,
- d - товщина матеріалу (м),
- λ - теплопровідність матеріалу ($\text{Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$).

Для пресованої соломи з теплопровідністю $\lambda=0.05$ можна визначити необхідну товщину утеплювача:

$$d = R \times \lambda = 3,3 \times 0,05 = 0,165 \text{ м} = 16,5 \text{ см.}$$

Встановлено, що мінімальна товщина шару пресованої соломи (рис.3) має бути не менше 16,5 см для забезпечення комфортної температури всередині будинку в зимовий період.

5. Втрати тепла: окрім стін, розглядаються тепловтрати через вікна, двері, підлогу і дах які також повинні відповідати теплотехнічним вимогам.

Розрахунки показують, що використання утеплювача з пресованої соломи забезпечує ефективну теплоізоляцію за умови дотримання рекомендованої товщини матеріалу (рис. 4 та рис. 5).

Переваги:

- Висока екологічність.
- Низька вартість.
- Простота монтажу.
- Енергоефективність.



Рис. 3. Стінова панель

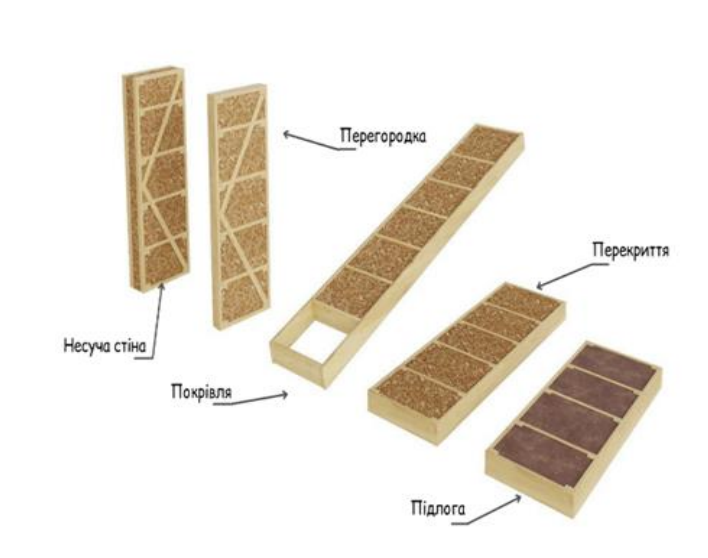


Рис. 4. Види панелей



Рис. 5. Зведена будівля з утепленим дахом

Увагу слід приділяти захисту панелей від вологи, щоб гарантувати довговічність конструкцій.



Рис. 6. Готовий енергоефективний будинок із солом'яних панелей

Висновок. Застосування огорожувальних конструкцій із пресованої соломи є перспективним напрямом екологічного будівництва. Цей матеріал поєднує високу екологічність, енергоефективність і доступну вартість, що робить його конкурентоспроможним у сучасній будівельній сфері. Для забезпечення довговічності та функціональності необхідно приділяти особливу увагу якійсь обробці панелей та їх захисту від вологи. Використання таких конструкцій особливо доцільне для малоповерхового будівництва, де важливі теплоізоляція, швидкий монтаж і мінімальний вплив на навколишнє середовище.

Список використаних джерел:

1. Будівельні матеріали: Підручник / М. І. Писаренко, Ю. В. Писаренко, О. І. Літвінова. — Київ: Видавництво Ліра-К, 2018. — 312 с.
2. Конструкції із солом'яних панелей: технологія та перспективи / В. П. Гуменюк, Л. В. Супрун. — Науковий вісник будівництва. — 2021. — №3. — С. 45-52.
3. Державні будівельні норми України. Енергозбереження. ДБН В.2.6-31:2021. — Київ: Мінрегіон України, 2021.
4. Панелі з пресованої соломи: досвід використання у житловому будівництві // Журнал "Енергоефективне будівництво". — 2022. — №2. — С. 25-30.

МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ФАХОВИХ ДИСЦИПЛІН ДЛЯ АРХІТЕКТОРІВ ТА БУДІВЕЛЬНИКІВ

Волошин М.М., к.т.н., доцент

Калиняк А.Р., студентка першого курсу магістратури

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

Вступ. Фахова підготовка архітекторів та будівельників є основою для створення комфортного, функціонального та естетично привабливого середовища. Ці спеціалісти відіграють важливу роль у розвитку міст, вирішенні екологічних проблем та впровадженні інноваційних технологій у будівництві. Для забезпечення їхньої ефективної роботи необхідно поєднувати різноманітні методи навчання, які включають не лише теоретичну підготовку, але й розвиток практичних навичок, креативного мислення та міждисциплінарного підходу. У цій статті розглянуто ключові аспекти фахової підготовки, які формують професійні компетенції архітекторів і будівельників.

Основна частина. Збалансування теорії та практики у навчанні. Успішна підготовка архітекторів та будівельників вимагає гармонійного поєднання



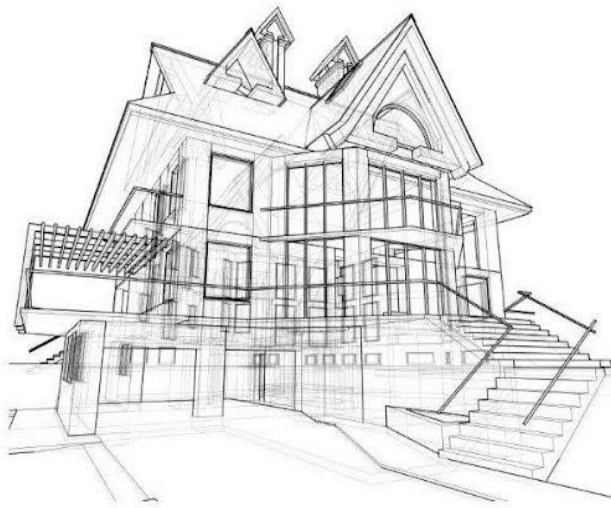
теоретичних знань із практичними навичками.

1. **Теоретична складова.** Вона охоплює фундаментальні знання з архітектури, будівництва, матеріалознавства, інженерії, а також екології та урбаністики. Наприклад, студентам викладають основи проектування, конструктивні рішення та енергозбереження.

2. **Практична складова.** Включає лабораторні роботи, моделювання,

навчальні практики на будівельних майданчиках та участь у реальних проектах. Завдяки цьому студенти можуть застосувати знання на практиці, розуміючи особливості різних етапів проектування та будівництва.

У сучасних навчальних програмах широко застосовуються проектно-орієнтовані методи навчання. Студенти працюють над конкретними завданнями, створюючи макети, креслення та 3D-моделі. Такий підхід дозволяє зрозуміти весь цикл роботи — від концептуального задуму до його реалізації. Розвиток креативності та інженерного мислення.



Архітектура поєднує в собі елементи мистецтва та науки, тому студенти мають навчитися мислити креативно та одночасно враховувати технічні аспекти.

Креативність. Важливим завданням викладачів є стимулювання творчого підходу до вирішення завдань. Наприклад, створення архітектурних проектів із врахуванням нестандартних форм, екологічних матеріалів або використанням сучасних технологій.

1. **Інженерне мислення.** Це здатність передбачати технічні нюанси, такі як міцність конструкцій, стійкість до кліматичних умов та економічна доцільність проекту.

Для цього використовуються інтегративні методики, які поєднують уроки з математики, фізики та дизайну. Наприклад, завдання на розрахунок навантаження на будівельні конструкції одночасно вчать студентів бути точними та зважати на естетичну складову.

Вимоги до міждисциплінарної підготовки. Сучасний архітектор та будівельник повинні розуміти широкий спектр дисциплін, що забезпечує комплексний підхід до проектування.

1. **Дизайн та урбаністика.** Архітектори проектують не лише окремі будівлі, але й міські простори, тому мають враховувати аспекти транспорту, соціальної інфраструктури та екології.

2. **Екологія.** Енергозбереження, мінімізація впливу на довкілля та використання екологічних матеріалів стали важливими темами у сучасному будівництві.

3. **Інженерія.** Розуміння конструктивних рішень та інноваційних технологій дозволяє створювати більш надійні та ефективні будівлі. Навчання має забезпечувати взаємодію різних спеціалістів: архітекторів, інженерів, екологів, економістів. Завдяки цьому майбутні фахівці вчаться працювати в команді та приймати обґрунтовані рішення.

Використання цифрових технологій у підготовці. Цифрові інструменти відіграють важливу роль у фаховій підготовці архітекторів та будівельників.

2. **ВІМ-технології** (Building Information Modeling) дозволяють створювати інтегровані проекти, враховуючи всі аспекти будівництва.

3. **3D-моделювання** допомагає студентам краще розуміти просторове мислення. Програми, такі як AutoCAD, Revit чи SketchUp, стали невід'ємною частиною навчального процесу.

4. **Віртуальна реальність** відкриває нові можливості для презентації проектів та інтерактивного навчання. Ці технології забезпечують

конкурентоспроможність випускників на ринку праці та допомагають впроваджувати інноваційні підходи у проектуванні.

Роль сталого розвитку у підготовці архітекторів та будівельників. Сталий розвиток є ключовим принципом у сучасній архітектурі та будівництві. Підготовка фахівців має орієнтуватися на розуміння екологічних, соціальних та економічних аспектів у проектуванні.

1. Екологічна свідомість. Викладачі навчають студентів враховувати вплив будівництва на довкілля. Наприклад, використовувати відновлювані матеріали, проектувати енергоефективні будівлі та застосовувати "зелені" технології, такі як сонячні батареї чи системи збору дощової води.

2. Соціальний аспект. Архітектори мають створювати простори, які сприяють покращенню якості життя громади: доступне житло, інклюзивний дизайн для людей з обмеженими можливостями, комфортні громадські зони.

3. Економічна стійкість. Навчання охоплює вміння прораховувати економічну доцільність проекту, знаходити баланс між інноваційністю та бюджетом. Сталий розвиток формує свідомих професіоналів, які здатні знаходити рішення для глобальних викликів, таких як зміна клімату та урбанізація.

Висновок. Фахова підготовка архітекторів та будівельників – це складний, але надзвичайно важливий процес, який потребує поєднання теорії, практики та міждисциплінарного підходу. Вона має на меті не лише розвиток професійних компетенцій, але й формування творчого та аналітичного мислення. Завдяки інтеграції сучасних технологій та орієнтації на сталий розвиток, майбутні фахівці зможуть відповідати викликам сучасності та створювати якісне середовище для життя. Архітектура та будівництво – це не просто професії, це мистецтво, яке змінює світ на краще.

Список використаних джерел

1. <http://archinform.knuba.edu.ua/article/view/300501/294865>
2. <http://surl.li/mgrvfq>
3. <http://surl.li/hpwcav>