

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕМЕНТНИХ
СТЯЖОК ПІДЛОГ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Виконав: студент 2-го курсу, групи 1Б-24М
за спеціальністю 192 – «Будівництво та
цивільна інженерія»


В. В. Миколюк
(підпис, ініціали та прізвище)

Керівник к.т.н., доц. І. В. Маєвська
(науковий ступінь, вчене звання,
ініціали та прізвище)


«15» грудня 2025 р.
(підпис)

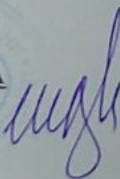
Опонент к.т.н. доц. каф. ТЕ Д. В. Степанов
(науковий ступінь, вчене звання, кафедра)
(підпис, ініціали та прізвище)


«15» грудня 2025 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри БМГА

к.т.н., доц. В. В. Швець
(ініціали та прізвище)

«16» грудня 2025 р.



Вінницький національний технічний університет
Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань 19 – Архітектура та будівництво
Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма Промислове та цивільне будівництво

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри БМГА
Швець В. В.
“13” жовтня 2025 року

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ

Миколіуку Владиславу Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕМЕНТИХ СТЯЖОК ПІДЛОГ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

керівник роботи Маєвська Ірина Вікторівна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “24” 09 2025 року №313.

2. Строк подання магістрантом роботи 01.12.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: нормативна література, результати лабораторних випробувань зразків цементних сумішей для підлог, фрагмент генерального плану житлової забудови, типові архітектурні рішення житлових малоповерхових будинків.

4. Зміст текстової частини: Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична значимість, методи досліджень, апробація). Розділ 1 Теоретичні основи та аналіз сучасного стану досліджень (Роль і функції цементних стяжок у житлових будівлях. Основні дефекти та чинники, що впливають на довговічність підлог. Сучасні технології підвищення експлуатаційних властивостей стяжок. Висновки до розділу 1). Розділ 2 Матеріали, методи та програма досліджень (Характеристика застосованих матеріалів (портландцемент, добавки, фібра, заповнювачі). Методи приготування і випробування сухих будівельних сумішей. Методи дослідження фізико-механічних показників цементного каменю. Висновки до розділу 2). Розділ 3 Результати експериментальних досліджень (Вплив алюміній-вмісних і полімерних добавок на властивості цементних стяжок. Вплив дисперсного армування на тріщиностійкість та міцність стяжок. Структурний аналіз і дослідження пористості модифікованих стяжок. Оптимізація складів цементних стяжок підлог житлових будівель. Висновки до розділу 3). Розділ 4 Технічна частина (Архітектурно-будівельні рішення житлового будинку.

Організаційно-технологічні рішення. Висновки до розділу 4). Розділ 5 Економічна частина. Висновки. Список використаних джерел. Додатки 5. Перелік ілюстративно-графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Науково-дослідний розділ – 5-7 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи). 2. Архітектурно-будівельні рішення – 2-4 арк. (архітектурно-будівельні рішення житлового будинку). 4. Організаційно-технологічні рішення – 1-2 арк. (Технологічна карта на влаштування цементної підлоги житлового будинку. Календарний графік виконання робіт).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
Вступ, науковий розділ 1-3	Маєвська І. В., к.т.н., доцент кафедри БМГА	<i>IMB</i>	<i>IMB</i>
Розділ 4. Технічна частина. Архітектурно-будівельні та конструктивні рішення	Маєвська І. В., к.арх., доцент кафедри БМГА	<i>IMB</i>	<i>IMB</i>
Розділ 4. Технічна частина. Організаційно-технологічні рішення	Маєвська І. В., к.т.н., доцент кафедри БМГА	<i>IMB</i>	<i>IMB</i>
Розділ 5. Економічна частина	Лялюк О. Г., к.т.н., доцент кафедри БМГА	<i>OLY</i>	<i>OLY</i>

7. Дата видачі завдання 13.10.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Складання вступу до МКР	13.10-17.10.25	<i>вик.</i>
2	Науково-дослідна частина	13.10-31.10.25	<i>вик.</i>
3	Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту	03.11-14.11.25	<i>вик.</i>
4	Організаційно-технологічні рішення	17.11-28.11.25	<i>вик.</i>
5	Економічна частина	24.11-28.11.25	<i>вик.</i>
6	Оформлення МКР	01.12-08.12.25	<i>вик.</i>
7	Подання МКР на кафедру для перевірки	01.12-05.12.25	<i>вик.</i>
8	Попередній захист	01.12-05.12.25	<i>вик.</i>
10	Опонування	05.12-08.12.25	<i>вик.</i>
11	Захист МКР	16.12-23.12.25	<i>вик.</i>

Здобувач

IMB
(підпис)

Миколюк В. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

IMB
(підпис)

Маєвська І. В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 691.5:692.5

Миколук В. В., Підвищення експлуатаційних характеристик цементних стяжок підлог житлових будівель. Магістерська кваліфікаційна робота за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія». Вінниця: ВНТУ, 2025. 88 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 50 назв; рис.:22; табл. 22; арк. граф. частини: 18.

У магістерській кваліфікаційній роботі розглянуто питання підвищення експлуатаційних характеристик цементних стяжок підлог житлових будівель шляхом удосконалення складу та структури матеріалу. Проаналізовано роль цементних стяжок у конструкціях підлог, основні види дефектів та причини їх виникнення в умовах дії усадкових, температурних і експлуатаційних навантажень.

У роботі виконано комплекс експериментальних досліджень впливу алюмінієвмісних мінеральних добавок, полімерних модифікаторів та поліпропіленової дисперсної фібри на фізико-механічні, деформаційні та експлуатаційні властивості цементних стяжок. Досліджено зміну міцності на стиск і вигин, водоутримувальної здатності, тріщиностійкості, усадки та мікроструктури цементного каменю залежно від типу й дозування модифікуючих компонентів.

На основі отриманих експериментальних результатів запропоновано оптимізовані комбіновані склади цементних стяжок, які характеризуються підвищеною експлуатаційною надійністю та довговічністю при незначному зростанні матеріальних витрат. Результати роботи можуть бути використані при проєктуванні та влаштуванні підлог житлових будівель, зокрема в конструкціях із системами «тепла підлога», а також під час реконструкції житлового фонду.

Ключові слова: цементна стяжка, підлоги житлових будівель, алюмінієвмісні добавки, полімерні модифікатори, поліпропіленова фібра, тріщиностійкість, міцність, усадка, мікроструктура цементного каменю, експлуатаційна надійність.

ANNOTATION

Mykolyuk V. V., Improving the operational characteristics of cement screeds of residential building floors. Master's qualification work in the specialty 192 – «Construction and civil engineering». Vinnytsia: VNTU, 2025. 88 p.

In Ukrainian. Bibliography: 50 titles; Fig.: 22; Table. 22; sheets of graphic parts: 18.

The master's qualification work considers the issue of improving the operational characteristics of cement screeds of residential building floors by improving the composition and structure of the material. The role of cement screeds in floor structures, the main types of defects and the causes of their occurrence under the action of shrinkage, temperature and operational loads are analyzed.

The work includes a set of experimental studies of the influence of aluminum-containing mineral additives, polymer modifiers and polypropylene dispersed fiber on the physical and mechanical, deformation and operational properties of cement screeds. The change in compressive and flexural strength, water retention capacity, crack resistance, shrinkage and microstructure of cement stone depending on the type and dosage of modifying components was investigated.

Based on the experimental results, optimized combined compositions of cement screeds were proposed, which are characterized by increased operational reliability and durability with a slight increase in material costs. The results of the work can be used in the design and arrangement of floors in residential buildings, in particular in structures with "warm floor" systems, as well as during the reconstruction of the housing stock.

Keywords: cement screed, floors in residential buildings, aluminum-containing additives, polymer modifiers, polypropylene fiber, crack resistance, strength, shrinkage, microstructure of cement stone, operational reliability.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕННЯ	6
1.1 Роль цементних стяжок у конструкції підлог житлових будівель	6
1.2 Основні дефекти цементних стяжок та причини їх виникнення	8
1.3 Аналіз наукових досліджень і сучасних підходів до підвищення експлуатаційних характеристик цементних стяжок	10
Висновки до за розділу 1	12
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	14
2.1 Загальна схема проведення досліджень	14
2.2 Вихідні матеріали та їх характеристика	17
2.3 Формування складів і план експерименту	20
Висновки до розділу 2	26
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ МОДИФІКАЦІЇ ЦЕМЕНТНИХ СТЯЖОК	27
3.1 Вплив алюмінієвмісних добавок на міцнісні характеристики цементних стяжок	27
3.2 Вплив полімерних добавок на водоутримання та структурну однорідність	29
3.3 Вплив полімерних добавок на фізико-механічні властивості цементних стяжок	31
3.4 Оцінка тріщиностійкості фіброармованих цементних стяжок	32
3.5 Оцінка комбінованих складів цементних стяжок	34
3.6 Формування мікроструктури цементної стяжки та зміна пористості при комплексному модифікуванні	38
Висновки до розділу 3	41
РОЗДІЛ 4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	43
4.1 Архітектурно-будівельні рішення	43

	3
4.1.1 Загальні дані	43
4.1.2 План благоустрою ділянки	45
4.1.3 Об'ємно-планувальні рішення	46
4.1.4 Архітектурно-конструктивні рішення	48
4.1.5 Інженерне обладнання будівлі	53
4.2 Технологічні рішення	55
4.2.1 Технологічна карта на влаштування електричної теплої підлоги	55
4.2.2 Обсяги робіт	56
4.2.3 Технологічна послідовність виконання робіт	57
4.2.4 Організаційні заходи	60
4.2.5 Матеріально-технічне забезпечення	62
4.2.6 Калькуляція матеріалів і витрат	64
4.2.7 Контроль якості виконання робіт	66
4.2.8 Охорона праці та безпека під час виконання робіт	68
Висновки за розділом 4	69
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	71
5.1 Кошторисна вартість і документація	71
5.2 Врахування експлуатаційних витрат	79
5.3 Розрахунку терміну окупності	80
Висновки до розділу 5	81
ВИСНОВКИ	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	84
ДОДАТКИ	89
ДОДАТОК А – Протокол перевірки магістерської кваліфікаційної роботи	90
ДОДАТОК Б – Відомість графічної частини	91

ВСТУП

Актуальність теми. Підлогові системи житлових будівель зазнають постійних механічних, температурних та деформаційних впливів, що зумовлює підвищені вимоги до їх надійності й довговічності. Цементно-піщані стяжки, які є найбільш поширеним варіантом вирівнювання основи підлоги, часто характеризуються дефектами структури, такими як усадкове тріщиноутворення, розшаровуваність, нерівномірність тверднення та значна пористість. Ці явища призводять до погіршення експлуатаційних властивостей, зниження міцності та формування передумов для передчасного руйнування покриття. Застосування сучасних модифікуючих добавок і дисперсного армування поліпропіленовими волокнами дає можливість підвищити тріщиностійкість і однорідність структури стяжки, що є актуальним напрямом підвищення експлуатаційної надійності житлових будівель [1-4]. Таким чином, розроблення та оптимізація ефективних технологій модифікації цементних стяжок має значну практичну важливість у сучасних умовах будівництва та реконструкції.

Мета дослідження. Підвищення експлуатаційних характеристик цементних стяжок підлог житлових будівель шляхом удосконалення складу та структури матеріалу з використанням сучасних модифікуючих добавок і поліпропіленової дисперсної фібри.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати дефекти, типові для традиційних цементних стяжок, та визначити їх вплив на експлуатаційні показники.
2. Дослідити ефективність застосування поліпропіленової фібри у складі стяжки та її вплив на тріщиностійкість, міцність і пористість.
3. Встановити закономірності зміни фізико-механічних властивостей стяжок залежно від кількості та типу модифікуючих добавок.
4. Визначити оптимізовані склади цементної стяжки для житлових будівель.

Об'єкт дослідження. Процеси формування структури, тріщиностійкість, міцність, водоутримання та пористість цементних стяжок із застосуванням поліпропіленової фібри та модифікувальних добавок.

Предмет дослідження. Цементні стяжки підлог житлових будівель.

Новизна:

1. Удосконалено підхід до модифікації цементних стяжок шляхом комплексного поєднання впливу поліпропіленової фібри та реологічних добавок.
2. Встановлено кількісні залежності між об'ємом введеної фібри та показниками тріщиностійкості, міцності та пористості стяжки.
3. Запропоновано оптимізований склад стяжки, що забезпечує підвищення експлуатаційної надійності при мінімальному збільшенні матеріальних витрат.

Практичне значення. Результати роботи можуть бути використані:

- у проєктуванні та влаштуванні цементних стяжок у житловому будівництві;
- для підвищення довговічності підлогових систем при реконструкції житлового фонду.

Особистий внесок магістранта: усі результати, наведені у магістерській кваліфікаційній роботі, отримані самостійно. У роботах, опублікованих у співавторстві, автору належать такі: [1] – узагальнення експериментальних досліджень використання модифікувальних добавок, полімерних компонентів та дисперсного армування для цементних стяжок.

Апробація результатів роботи. За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано 1 тезу конференції [1] та підготовлено виступ на Міжнародній науково-технічній конференції «Енергоефективність в галузях економіки України-2025», яка відбулася у ВНТУ 19-21.11.2025 р.

Публікації. Миколюк М. М., Маєвська І. В. Шляхи підвищення експлуатаційних характеристик цементних стяжок підлог житлових будівель. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність в галузях економіки України-2025», Вінниця, Вінницький національний технічний університет, 19.11.2025 – 21.11.2025 р. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2025/paper/viewFile/26354/21739> [1].

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Роль цементних стяжок у конструкції підлог житлових будівель

Цементна стяжка є конструктивно та технологічно важливим елементом підлогових систем житлових будівель, який виконує функції вирівнювання основи, розподілу експлуатаційних навантажень, захисту інженерних комунікацій та забезпечення сумісності з фінішними покриттями [4]. У сучасному житловому будівництві стяжка розглядається не лише як вирівнювальний шар, а як функціональний елемент багатошарової огорожувальної конструкції, що працює в умовах механічних, температурних та усадкових впливів [3, 4].

Особливої актуальності проблема експлуатаційної надійності цементних стяжок набуває при влаштуванні підлог із системами водяного або електричного підігріву. У таких конструкціях стяжка зазнає циклічних температурних деформацій, що в поєднанні з усадкою цементного каменю створює складний напружено-деформований стан. Максимальні розтягувальні напруження формуються у верхній зоні стяжки, що є критичним з точки зору тріщиноутворення. Залежно від конструктивного рішення підлоги цементна стяжка може виконувати різні функції, що систематизовано в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні функції цементної стяжки в конструкції підлоги

Функція	Характеристика
Вирівнювальна	Формування рівної поверхні під фінішне покриття
Розподільча	Перерозподіл точкових і лінійних навантажень
Захисна	Захист труб «теплої підлоги» та кабельних систем
Теплотехнічна	Акумуляція та рівномірна передача тепла
Акустична	Зменшення ударного шуму (у складі плаваючих підлог)

Як видно з таблиці 1.2, традиційні стяжки не забезпечують достатнього

запасу тріщиностійкості, особливо при експлуатації в умовах змінних температур та підвищених навантажень. Це підтверджується експлуатаційними дефектами, що наведені на рис. 1.1, де продемонстровано типові форми тріщин, розшаровування та локальні руйнування поверхні.

Таблиця 1.2 – Характерні властивості традиційних цементних стяжок

Показник	Значення
Міцність на стиск (28 діб), МПа	18-22
Міцність на вигин, МПа	2,8-3,5
Усадка, %	0,30-0,50
Загальна пористість, %	18-20
Адгезія до основи, МПа	0,6-0,7



Рисунок 1.1 – Приклади дефектів цементних стяжок житлових будівель

Таким чином, у сучасних умовах житлового будівництва цементна стяжка повинна відповідати сукупності вимог, наведених у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Основні вимоги до сучасних цементних стяжок

Критерій	Вимоги
Міцність	Не менше 25 МПа (28 діб)
Тріщиностійкість	Обмеження усадкових тріщин
Однорідність	Мінімізація розшаровування
Сумісність	Робота з системами «тепла підлога»
Довговічність	Стабільні властивості протягом життєвого циклу

Зазначені вимоги не можуть бути повністю реалізовані шляхом застосування традиційних цементно-піщаних складів. Це зумовлює необхідність переходу до модифікованих цементних систем, у яких поєднуються хімічні, полімерні та дисперсно-армуючі компоненти [1, 5]. Саме цей напрям і обрано як базовий для проведення експериментальних досліджень, представлених у розділах 2 та 3.

1.2 Основні дефекти цементних стяжок та причини їх виникнення

Незважаючи на простоту конструктивного рішення, цементні стяжки є технологічно чутливими до складу суміші, умов укладання та режиму тверднення [6]. Порушення будь-якого з цих чинників призводить до формування дефектів, які істотно знижують експлуатаційну надійність підлогових конструкцій. Найбільш характерні дефекти цементних стяжок наведені на рис. 1.2 та включають усадкові й температурні тріщини, розшаровування, нерівності поверхні та локальні руйнування.

Ключовим фактором дефектоутворення є усадка цементного каменю, що виникає внаслідок втрати води при гідратації та висиханні. За відсутності ефективних механізмів компенсації усадкових деформацій у матеріалі формуються розтягувальні напруження, які перевищують межу міцності цементного каменю на розтяг [6]. Як показано на рис. 1.3, максимальні розтягувальні напруження локалізуються у верхній зоні стяжки, що пояснює переважно поверхневий характер тріщиноутворення.

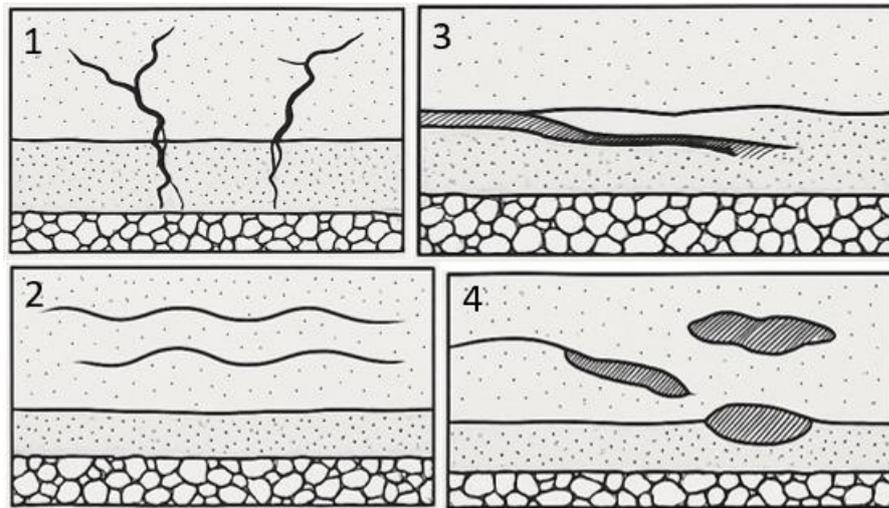


Рисунок 1.2 – Дефекти стяжки: 1 – тріщини; 2 – нерівності поверхні;
3 – розшарування стяжки; 4 – вибоїни (локальні руйнування)

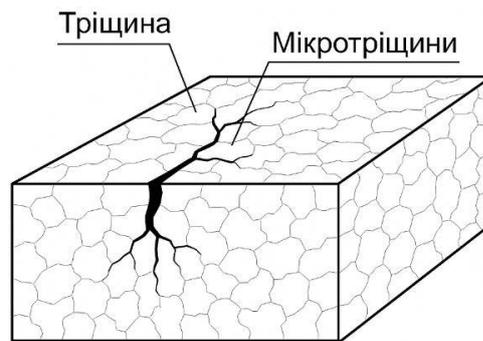


Рисунок 1.3 – Модель тріщиноутворення в стяжці

Причини виникнення дефектів цементних стяжок можна систематизувати за технологічними та матеріальними ознаками (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Основні дефекти цементних стяжок та причини їх виникнення

Дефект	Основні причини
Усадкові тріщини	Надлишкове В/Ц, швидке висихання, відсутність армування
Температурні тріщини	Циклічні теплові деформації (тепла підлога)
Розшаровування	Низька однорідність суміші, недостатнє ущільнення
Вибоїни, локальні руйнування	Низька адгезія до основи, ранні навантаження
Нерівності поверхні	Порушення технології укладання

Особливо небезпечними з точки зору довговічності є мікротріщини, які не завжди фіксуються візуально, але суттєво впливають на проникність, морозостійкість і адгезію фінішних покриттів. З часом такі мікродефекти трансформуються у макротріщини, що потребують ремонтних втручань.

Дослідження [1, 5, 6] свідчать, що без застосування дисперсного армування ширина усадкових тріщин може досягати критичних значень уже в перші 14-28 діб тверднення. Це підтверджує недостатню ефективність традиційних цементно-піщаних стяжок у сучасних умовах експлуатації.

Таким чином, аналіз дефектів цементних стяжок свідчить про необхідність комплексного підходу до їх усунення, що включає оптимізацію складу суміші, керування процесами гідратації та формування мікроструктури матеріалу.

1.3 Аналіз наукових досліджень і сучасних підходів до підвищення експлуатаційних характеристик цементних стяжок

У сучасній науково-технічній літературі питання підвищення експлуатаційних характеристик цементних стяжок розглядається у тісному зв'язку з розвитком теорії модифікованих цементних композитів. Більшість досліджень сходяться на тому, що традиційні цементно-піщані стяжки, виготовлені без спеціальних добавок, не забезпечують необхідного рівня тріщиностійкості, деформаційної стабільності та довговічності, особливо в умовах змінних температурних і експлуатаційних навантажень [1-3].

Одним із найбільш поширених напрямів підвищення експлуатаційних властивостей цементних стяжок є застосування хімічних мінеральних добавок, зокрема алюмінієвмісних сполук. У роботах [4-6] показано, що введення гідроксиду алюмінію $Al(OH)_3$ та оксиду алюмінію $\gamma-Al_2O_3$ сприяє інтенсифікації гідратаційних процесів цементу, формуванню більш щільної кристалічної структури та зменшенню капілярної пористості цементного каменю. Окремі автори відзначають доцільність використання промислових

відходів, зокрема золи-виношення теплових електростанцій, як джерела активних алюмінієвмісних фаз, що одночасно забезпечує як технічний, так і екологічний ефект [7-10].

Іншим важливим напрямом є застосування полімерних модифікаторів, зокрема метилцелюлози та редиспергованих полімерних порошків. За даними досліджень [10-13], такі добавки підвищують водоутримувальну здатність розчинових сумішей, стабілізують їх реологічні властивості та зменшують сегрегацію компонентів. У результаті формується більш однорідна структура цементного каменю, що позитивно впливає на адгезію до основи та знижує ризик розшаровування і утворення поверхневих дефектів. Автори також відзначають здатність полімерних добавок формувати тонкі плівки в капілярно-пористій структурі, які зменшують водопроникність і підвищують морозостійкість матеріалу.

Значна кількість досліджень присвячена дисперсному армуванню цементних композитів волокнами. У працях [5, 10, 14, 15] доведено, що введення поліпропіленових, базальтових або скляних волокон дозволяє ефективно обмежувати розвиток мікротріщин на ранніх стадіях тверднення. Механізм дії волокон полягає у перехопленні тріщин та перерозподілі локальних напружень у цементній матриці. Особливої уваги в літературі надається поліпропіленовій фібрі як матеріалу з оптимальним поєднанням вартості, хімічної інертності та ефективності щодо зниження усадкових деформацій.

Окрему групу досліджень становлять роботи, присвячені структуроутворенню та пористості цементного каменю. Згідно з [6-10, 14-15], підвищення експлуатаційної надійності стяжок безпосередньо пов'язане зі зменшенням частки крупних капілярних пор та формуванням дрібнопористої структури. Такі структурні зміни досягаються шляхом комплексного застосування мінеральних і полімерних добавок, а також дисперсного армування, що підтверджує доцільність системного підходу до модифікації цементних стяжок.

Аналіз наведених джерел дозволяє зробити висновок, що найбільш перспективним напрямом удосконалення цементних стяжок є комплексне модифікування, яке поєднує хімічну активацію цементу, стабілізацію реологічних властивостей суміші та дисперсне армування. Саме такий підхід рекомендується сучасними науковими публікаціями для забезпечення тріщиностійкості, довговічності та експлуатаційної стабільності підлогових конструкцій житлових будівель.

Висновки до розділу 1

Аналіз функціонального призначення цементних стяжок показав, що вони є відповідальним конструктивним елементом підлогових систем, який працює в умовах складного напружено-деформованого стану, зумовленого усадкою, температурними впливами та експлуатаційними навантаженнями.

Встановлено, що традиційні цементно-піщані стяжки характеризуються низькою тріщиностійкістю та схильністю до дефектоутворення внаслідок усадкових деформацій, порушень режиму тверднення, неоднорідності структури та недостатньої адгезії до основи.

Узагальнення літературних джерел свідчить, що основними причинами дефектів цементних стяжок є надлишкове водоцементне відношення, нерівномірне ущільнення, відсутність ефективних армувальних елементів і недотримання технологічної послідовності влаштування.

Огляд сучасних наукових досліджень показав, що підвищення експлуатаційних характеристик цементних стяжок досягається шляхом цілеспрямованого керування процесами гідратації цементу та формування мікроструктури цементного каменю.

Літературні джерела підтверджують ефективність застосування хімічних мінеральних добавок, полімерних модифікаторів і дисперсного армування волокнами як основних напрямів зменшення тріщиноутворення, підвищення міцності та довговічності стяжок.

Найбільш перспективним з точки зору сучасних наукових підходів є комплексне модифікування цементних стяжок, яке поєднує хімічну активацію, стабілізацію реологічних властивостей розчинової суміші та дисперсне армування цементної матриці.

Проведений аналітичний огляд обґрунтовує доцільність подальших експериментальних досліджень, спрямованих на кількісну оцінку впливу різних типів модифікаторів на тріщиностійкість, міцнісні та структурні характеристики цементних стяжок, що реалізується в наступних розділах роботи.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Загальна схема проведення досліджень

Дослідження виконувалися з метою оцінки впливу різних типів модифікаторів на експлуатаційні характеристики цементних стяжок підлог житлових будівель. Методологія досліджень базувалася на поєднанні лабораторних випробувань фізико-механічних властивостей, аналізу тріщиностійкості та вивчення структурних характеристик цементного каменю.

Експериментальні дослідження виконувалися з метою комплексної оцінки впливу різних типів модифікації на експлуатаційні характеристики цементних стяжок підлог житлових будівель. Методологія досліджень побудована таким чином, щоб забезпечити порівняльний аналіз контрольного та модифікованих складів за однакових вихідних умов, що дозволяє встановити закономірності впливу окремих компонентів на властивості матеріалу.

Загальна схема досліджень ґрунтувалася на поетапному підході, який включав підготовку матеріалів, формування серій зразків, проведення комплексу лабораторних випробувань та подальшу обробку отриманих результатів. Логіка експерименту передбачала розділення всіх складів на окремі серії залежно від типу модифікації: контрольні, алюмінієвмісні, полімерні, фіброармовані та комбіновані. Такий підхід забезпечує можливість оцінки як індивідуального, так і сумісного впливу модифікувальних компонентів.

На першому етапі досліджень здійснювали підбір і підготовку вихідних матеріалів, контроль їх відповідності нормативним вимогам та стабільності властивостей. Особлива увага приділялася забезпеченню сталості таких параметрів, як тип цементу, гранулометричний склад піску та водоцементне

відношення, оскільки їх коливання можуть суттєво впливати на результати випробувань.

Другий етап включав приготування розчинових сумішей відповідно до плану складів, наведеного в таблиці 2.1. При цьому змінними параметрами виступали лише вид і дозування модифікувальних добавок або наявність дисперсного армування. Такий принцип побудови експерименту дозволяє коректно зіставляти результати та визначати ефективність кожного способу модифікації.

Таблиця 2.1 – План складів цементних стяжок у дослідженні

Позначення складу	Тип модифікації	Склад та дозування добавок	Фібра, кг/м ³	Основні контрольовані показники
К0	Контрольний	Без добавок	–	Міцність на стиск, усадка, тріщиностійкість, пористість
А1	Алюмінієвмісна	Al(OH) ₃ – 0,5 % від маси цементу	–	Міцність, швидкість тверднення, структура цементного каменю
А2	Алюмінієвмісна	Al(OH) ₃ – 1,0 % від маси цементу	–	Міцність, пористість, ризик усадкових тріщин
А3	Алюмінієвмісна	γ-Al ₂ O ₃ (або алюмінієвмісна фаза золи-винесення) – 1,0 %	–	Щільність структури, мікропористість
П1	Полімерна	Метилцелюлоза (МЦ) – 0,2 %	–	Водоутримання, розшаровуваність, технологічність
П2	Полімерна	Метилцелюлоза (МЦ) – 0,4 %	–	Реологія суміші, усадка, адгезія
П3	Полімерна комбінована	МЦ – 0,4 % + РПП – 0,5 %	–	Адгезія, тріщиностійкість, довговічність
Ф1	Дисперсне армування	–	0,6	Тріщиностійкість, рівномірність усадки
Ф2	Дисперсне армування	–	0,8	Обмеження мікротріщин, міцність при стиску
Ф3	Дисперсне армування	–	1,0	Критична тріщиностійкість, технологічність укладання
КМ1	Комбінована	МЦ – 0,4 % + фібра	0,8	Комплексний ефект: усадка + тріщиностійкість
КМ2	Комбінована	Al(OH) ₃ – 1,0 % + фібра	0,8	Міцність + обмеження тріщиноутворення

На третьому етапі виконували формування зразків встановлених розмірів із подальшим твердненням у нормальних умовах. Для забезпечення відтворюваності результатів усі зразки витримувалися за однакових температурно-вологісних режимів, що виключає вплив зовнішніх факторів на процеси гідратації та структуроутворення цементного каменю.

Четвертий етап передбачав проведення комплексу лабораторних випробувань, спрямованих на оцінку основних експлуатаційних показників цементних стяжок. До них відносили визначення міцності на стиск і вигин, тріщиностійкості, усадки, водоутримувальної здатності, а також аналіз пористої структури та однорідності цементного каменю. Випробування виконувалися за стандартними методиками, що забезпечує коректність і порівнянність результатів.

На завершальному етапі здійснювали узагальнення та аналіз отриманих експериментальних даних. Результати випробувань порівнювали між собою з метою встановлення закономірностей зміни властивостей цементних стяжок залежно від типу та інтенсивності модифікації. Такий підхід дозволяє сформулювати обґрунтовані висновки щодо доцільності застосування конкретних добавок і технологічних рішень у практиці житлового будівництва.

Загальна схема методики досліджень, наведена на рисунку 2.1, відображає послідовність виконання основних етапів експерименту та забезпечує логічний зв'язок між підготовкою матеріалів, проведенням випробувань і подальшим аналізом результатів, що створює методологічну основу для розділу 3 даної роботи.



Рисунок 2.1 – Схема методики досліджень цементних стяжок

2.2 Вихідні матеріали та їх характеристика

Для виготовлення контрольних і модифікованих цементних стяжок застосовували матеріали, які забезпечують відтворюваність результатів і відповідають вимогам до розчинових сумішей для підлог житлових будівель.

Портландцемент. Як в'яжуче використовували портландцемент класу СЕМ І 42,5 (марка М500) Івано-Франківського цементного заводу [16, 17]. Вибір цього цементу обґрунтований його стабільною активністю, достатньою швидкістю набору міцності та прогнозованими параметрами тверднення, що важливо для порівняння впливу модифікуючих добавок. Цемент застосовували без попереднього зволоження та зберігали у герметичних умовах для запобігання карбонізації та злежуванню. Перед замішуванням цемент візуально контролювали на наявність грудок і сторонніх включень.

Дрібний заповнювач. Заповнювачем служив кварцовий пісок з $M_k=2$ мм [18]. Кварцовий пісок обрано через його хімічну інертність, низьку

водопотребу та стабільну гранулометрію, що дозволяє мінімізувати випадкові коливання міцності й усадки. Перед застосуванням пісок просівали та контролювали вміст пилюватих і глинистих частинок (надлишок дрібної фракції підвищує водопотребу, пористість та ризик усадкових тріщин). Вологість піску враховували при дозуванні води замішування.

Вода замішування. Використовували воду якості, придатної для приготування бетонів і розчинів (без домішок масел, солей та органічних забруднень) [19]. Температуру води підтримували в межах лабораторної норми, щоб не впливати на швидкість гідратації.

Полімерні модифікатори. Для регулювання реологічних властивостей та підвищення технологічної стабільності сумішей використовували:

- метилцелюлозу (МЦ) – водоутримувальна й реологічна добавка, що зменшує водовідділення, підвищує однорідність і знижує ризик розшарування [20];

- редиспергований полімерний порошок (РПП) – добавка, що підвищує адгезію до основи, сприяє формуванню еластичнішої цементно-полімерної матриці та знижує крихкість поверхневого шару [20].

Полімерні добавки вводили у складі рідкої фази (попередньо дисперговані/розчинені відповідно до технологічної доцільності) з метою рівномірного розподілу по об'єму.

Мінеральні (алюмінієвмісні) модифікатори. Як хімічно активні компоненти застосовували $Al(OH)_3$ та $\gamma-Al_2O_3$ (у тому числі як алюмінієвмісні фази у складі золи-винесення ТЕС) [20, 21]. Їх використання пов'язане з можливістю інтенсифікації гідратаційних процесів і керування структуроутворенням цементного каменю (формування щільнішої мікроструктури та зменшення частки крупних капілярних пор). Добавки вводили малими дозуваннями з обов'язковим забезпеченням дисперсності, щоб уникнути локального «перенасичення» суміші та неоднорідності структури.

Дисперсне армування. Для підвищення тріщиностійкості застосовували поліпропіленову фібру довжиною 6-12 мм у дозуванні 0,6-1,0 кг/м³. Поліпропіленові волокна є хімічно інертними в цементному середовищі та ефективними для обмеження мікротріщиноутворення на ранніх стадіях тверднення [22]. Фібру вводили на завершальному етапі перемішування та контролювали відсутність «клубків» (агломерації), оскільки це критично впливає на відтворюваність результатів.

У таблиці 2.2 наведено основні технічні характеристики матеріалів, що використовувалися при виготовленні контрольних і модифікованих цементних стяжок. Параметри матеріалів відповідають нормативним вимогам і рекомендаціям виробників, що забезпечує коректність і відтворюваність експериментальних результатів.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики матеріалів, використаних у дослідженні

Матеріал	Основні технічні характеристики	Нормативний документ / примітка
Портландцемент СЕМ І 42,5	Міцність на стиск (28 діб) $\geq 42,5$ МПа; нормальна густина тіста 26-28 %; початок тужавлення не раніше 45 хв; кінець тужавлення не пізніше 10 год	ДСТУ Б EN 197-1:2015 [17]
Кварцовий пісок $M_k=2$ мм	Модуль крупності 1,8-2,0; вміст пилюватих і глинистих частинок ≤ 3 %; насипна густина 1400-1550 кг/м ³	ДСТУ Б В.2.7-32-95 [18]
Вода замішування	pH 6-8; відсутність органічних домішок, масел і солей; температура 15-25 °С	ДСТУ Б В.2.7-273:2011 [19]
Метилцелюлоза (МЦ)	Водоутримання суміші 95-99 %; дозування 0,2-0,4 % від маси цементу; стабілізація реології	ТУ виробника, ДСТУ EN 934-2:2019 [20]
Редиспергований полімерний порошок (РПП)	Підвищення адгезії до 1,0-1,2 МПа; еластичність цементної матриці; дозування 0,3-0,5 %	ТУ виробника, ДСТУ EN 934-2:2019 [20]
Al(OH) ₃	Активна мінеральна добавка; середній розмір частинок 1-5 мкм; дозування 0,5-1,0 %	ТУ виробника, ДСТУ EN 934-2:2019 [20]
γ -Al ₂ O ₃	Високодисперсний оксид алюмінію; питома поверхня 120-180 м ² /г; дозування $\sim 1,0$ %	ТУ виробника, ДСТУ EN 934-2:2019 [20]
Зола-винесення ТЕС	Вміст Al ₂ O ₃ 20-30 %; SiO ₂ 50-60 %; питома поверхня 250-350 м ² /кг	ДСТУ Б В.2.7-205:2009 [21]
Поліпропіленова фібра	Довжина волокон 6-12 мм; діаметр 18-40 мкм; густина 0,91 г/см ³ ; дозування 0,6-1,0 кг/м ³	ДСТУ EN 14889-2:2022 [22], ТУ виробника

2.3 Формування складів і план експерименту

План експерименту передбачав виготовлення контрольної серії та кількох модифікованих серій, у яких змінювали лише тип/дозування добавки або наявність фібри. Такий підхід дає змогу коректно порівнювати ефективність кожного способу модифікації за однакової базової матриці «цемент-пісок». До програми досліджень включено контрольний склад без добавок, а також серії з хімічною, полімерною, волокнистою та комбінованою модифікацією (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Групування складів за типом модифікації

Група складів	Позначення	Тип модифікації	Основне призначення
Контрольна	K0	Без добавок	Базовий еталон
Алюмінієвмісні	A1-A3	Хімічна	Інтенсифікація гідратації, підвищення міцності
Полімерні	П1-П3	Фізико-хімічна	Підвищення водоутримання, зменшення розшаровуваності
Фіброармовані	Ф1-Ф3	Механічна	Підвищення тріщиностійкості
Комбіновані	KM1-KM2	Комплексна	Синергетичний ефект експлуатаційних властивостей

Контрольний склад (K0) представляв традиційну цементно-піщану стяжку без добавок. Контрольний склад використовується як базовий еталон для порівняння зміни фізико-механічних і деформаційних характеристик цементної стяжки при введенні модифікаторів. Для цього складу визначалися показники міцності на стиск, усадки, тріщиностійкості та водоутримання, пористість цементного каменю.

Склади серії А (A1-A3) передбачають використання алюмінієвмісних добавок у вигляді гідроксиду алюмінію $Al(OH)_3$ та $\gamma-Al_2O_3$, у тому числі у складі золи-винесення теплових електростанцій. Вибір даних компонентів зумовлений їх здатністю інтенсифікувати процеси гідратації цементу, сприяти ущільненню мікроструктури та підвищенню ранньої і кінцевої міцності цементного каменю [9-10]. Дозування алюмінієвмісних добавок прийнято в

межах 0,5-1,0 % від маси цементу, що відповідає рекомендаціям наукових джерел і практиці застосування в сухих будівельних сумішах. Мета серії – оцінити, як хімічна активація та вплив на гідратацію змінюють міцність і структурні параметри цементного каменю та побічно – тріщиностійкість. У серії А вводили активні алюмінієвмісні компоненти:

- варіант А1 – $\text{Al}(\text{OH})_3$ у невеликій дозі;
- варіант А2 – $\text{Al}(\text{OH})_3$ у підвищеній дозі;
- варіант А3 – $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (або алюмінієвмісний компонент у складі золи-винесення) у фіксованій дозі.

Серія полімермодифікованих складів (П1-П3) включає введення метилцелюлози та редиспергованих полімерних порошоків. Такі добавки застосовуються з метою підвищення водоутримувальної здатності розчинної суміші, зменшення розшаровуваності та забезпечення рівномірного тверднення цементної стяжки [13]. Комбіноване використання метилцелюлози та полімерних порошоків дозволяє моделювати формування плівкової структури в цементному камені, що позитивно впливає на адгезійні властивості та довговічність підлогових покриттів. Серія П формувалася для оцінки реологічної стабілізації суміші та підвищення адгезійних властивостей:

- варіант П1 – з МЦ у мінімальному дозуванні;
- варіант П2 – з МЦ у підвищеному дозуванні;
- варіант П3 – комбіновано МЦ + РПП.

Склади серії Ф (Ф1-Ф3) передбачають дисперсне армування цементних стяжок поліпропіленовою фіброю з різним рівнем дозування. Введення волокон спрямоване на обмеження розвитку усадкових і температурних мікротріщин, перерозподіл локальних напружень та підвищення тріщиностійкості стяжки в процесі експлуатації [5, 8]. Обраний діапазон дозування фібри відповідає технічним рекомендаціям та забезпечує можливість оцінки впливу кількості волокон на структурно-механічні властивості матеріалу. Мета серії – визначити залежність тріщиностійкості від дозування фібри та оцінити оптимальне значення, при якому зменшується

тріщиноутворення без погіршення технологічності укладання. Серія Ф передбачала дисперсне армування:

- варіант Ф1 – 0,6 кг/м³;
- варіант Ф2 – 0,8 кг/м³;
- варіант Ф3 – 1,0 кг/м³.

Комбіновані склади (КМ1, КМ2) розроблені для дослідження сумісної дії хімічних, полімерних і волокнистих модифікаторів. Такий підхід дозволяє оцінити можливість досягнення синергетичного ефекту, коли підвищення міцності, зменшення усадки та зростання тріщиностійкості реалізуються одночасно [11-13]. Особливу увагу в даній серії приділено поєднанню алюмінієвмісних добавок або полімерів з дисперсним армуванням, що є актуальним для підлог житлових будівель з підвищеними експлуатаційними навантаженнями. Для перевірки синергії застосовували комбіновані варіанти, де поєднували полімерні добавки з фіброю або мінеральні модифікатори з фіброю.

Усі склади в таблиці 2.4 сформовані за умови сталості водоцементного відношення, типу цементу та гранулометричного складу заповнювача, що забезпечує коректність порівняльного аналізу та дозволяє встановити закономірності впливу окремих груп модифікаторів на експлуатаційні характеристики цементних стяжок. Дозування добавок обрані на основі аналізу літературних джерел та технологічних рекомендацій виробників.

Таблиця 2.4 – Склади цементних стяжок для експериментальних досліджень

№ складу	Позначення	Цемент, кг/м ³	Кварцовий пісок, кг/м ³	В/Ц	Al(OH) ₃ або γ-Al ₂ O ₃ *, %	Метилцелюлоза (МЦ), %	РПП, %	Фібра, кг/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	К0	450	1350	0,45	–	–	–	–
2	А1	450	1350	0,45	0,5	–	–	–
3	А2	450	1350	0,45	1,0	–	–	–
4	А3	450	1350	0,45	1,0*	–	–	–
5	П1	450	1350	0,45	–	0,2	0,3	–
6	П2	450	1350	0,45	–	0,3	0,4	–
7	П3	450	1350	0,45	–	0,4	0,5	–

Продовження табл. 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Ф1	450	1350	0,45	–	–	–	0,6
9	Ф2	450	1350	0,45	–	–	–	0,8
10	Ф3	450	1350	0,45	–	–	–	1,0
11	КМ1	450	1350	0,45	1,0	0,3	0,4	0,8
12	КМ2	450	1350	0,45	–	0,4	0,5	1,0

* γ - Al_2O_3 у складі золи-винесення ТЕС.

Твердження зразків здійснювалося в однакових умовах ($t = 20 \pm 2$ °С, відносна вологість ≥ 95 %).

У таблиці 2.5 наведено перелік основних показників, за якими здійснювалася оцінка властивостей контрольних і модифікованих складів цементних стяжок, а також відповідні методи їх визначення та нормативні документи. Обрані показники охоплюють як міцнісні, так і експлуатаційні характеристики, що дозволяє комплексно оцінити придатність цементних стяжок для застосування в житлових будівлях.

Таблиця 2.5 – Заплановані показники оцінки для кожного складу

Показник	Метод визначення	Нормативний документ
Міцність на стиск	Випробування кубиків/балочок	ДСТУ Б В.2.7-187:2009
Міцність на вигин	Триточкове навантаження	ДСТУ Б В.2.7-187:2009
Усадка	Метод усадкової коробки	ДСТУ Б В.2.7-170:2008
Тріщиностійкість	Візуально-метричний аналіз	ДСТУ Б В.2.7-126:2011
Водоутримання	Фільтраційний метод	ДСТУ EN 1015-3:2022
Розшаровуваність	Оцінка однорідності	ДСТУ Б EN 1015-6:2012
Мікроструктура	Оптична мікроскопія	$\times 60, \times 150$

Міцність на стиск і міцність на вигин (рис. 2.2-2.3) визначалися відповідно до вимог чинних стандартів з метою оцінки несучої здатності та тріщиностійкості матеріалу при дії експлуатаційних навантажень (рис. 2.4) [23-24]. Ці показники є базовими для порівняльного аналізу впливу різних типів модифікації на механічні властивості цементної матриці.

Усадка та тріщиностійкість включені до програми досліджень як ключові параметри, що характеризують деформаційну стабільність цементних стяжок у процесі тверднення та експлуатації [23-24]. Їх визначення дозволяє

оцінити ефективність застосування хімічних, полімерних і волокнистих добавок щодо обмеження утворення усадкових і температурних тріщин.

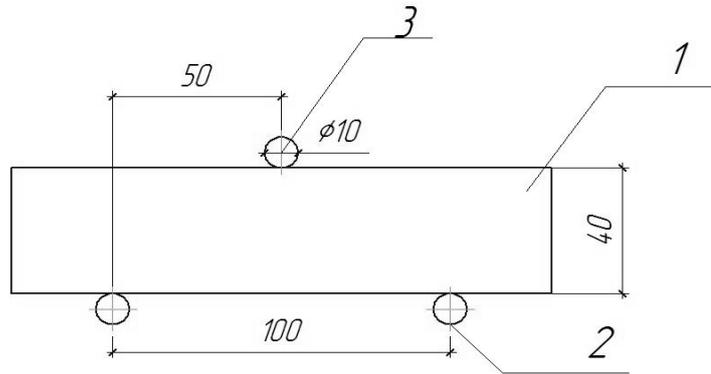


Рисунок 2.2 – Схема розміщення зразка на опорних елементах при випробуванні на згин: 1 – зразок; 2 – нижній опорний елемент; 3 – верхній опорний елемент

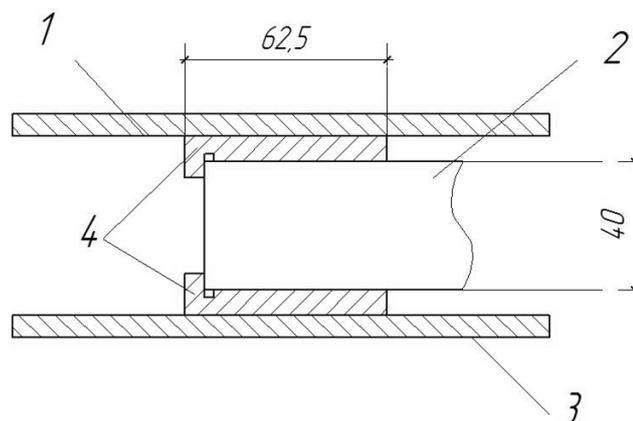


Рисунок 2.3 – Схема випробування зразків-балочок на стиск: 1 – верхня плита преса; 2 – половинка балочки; 3 – нижня плита преса; 4 – пластинки



Рисунок 2.4 – Визначення тріщиностійкості: метод усадкової коробки (оцінка кількості, довжини та ширини тріщин)

Водоутримувальна здатність та розшаровуваність розчинових сумішей використовуються для оцінки технологічності складів, рівномірності тверднення та стабільності структури цементного каменю [23, 24]. Ці показники є особливо важливими для підлогових систем, де порушення однорідності може призводити до зниження міцності поверхневого шару та передчасного руйнування.

Дослідження мікроструктури цементного каменю, виконане методом оптичної мікроскопії (рис. 2.5), дозволяє якісно оцінити характер пористості, контактну зону між компонентами та рівномірність розподілу армувальних волокон. Аналіз структурних особливостей доповнює результати механічних випробувань і забезпечує більш повне розуміння механізмів впливу модифікувальних добавок на властивості цементних стяжок.



Рисунок 2.5 – Дослідження структури розчину за допомогою оптичної мікроскопії під збільшенням $\times 60$ і $\times 150$ крат

Висновки до розділу 2

Розроблена методика досліджень забезпечує комплексну оцінку фізико-механічних, деформаційних і структурних властивостей цементних стяжок за однакових вихідних умов, що дозволяє коректно порівнювати контрольні та модифіковані склади.

Сформовано план експериментальних складів із виділенням контрольної, хімічно модифікованої, полімерної, фіброармованої та комбінованої серій, що створює основу для встановлення закономірностей впливу окремих типів модифікації.

Обрані матеріали та їх технічні характеристики відповідають чинним нормативним вимогам і рекомендаціям виробників, що забезпечує відтворюваність та достовірність отриманих результатів.

Застосовані методи випробувань дозволяють оцінити ключові показники експлуатаційної придатності цементних стяжок, зокрема міцність, тріщиностійкість, усадку, водоутримання та особливості мікроструктури цементного каменю.

Прийнята схема досліджень створює методичну основу для подальшого аналізу результатів та кількісної оцінки ефективності модифікації цементних стяжок, що реалізується в розділі 3 дипломної роботи.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ МОДИФІКАЦІЇ ЦЕМЕНТНИХ СТЯЖОК

У даному розділі наведено аналіз та узагальнення результатів експериментальних досліджень цементних стяжок підлог житлових будівель, модифікованих різними видами добавок. Метою аналізу є встановлення закономірностей впливу хімічної, полімерної та механічної модифікації на фізико-механічні, деформаційні та експлуатаційні характеристики цементних стяжок.

Аналіз виконано на основі результатів лабораторних випробувань контрольних і модифікованих складів, отриманих відповідно до методики, наведеної в розділі 2. Особливу увагу приділено оцінці міцності на стиск і вигин, тріщиностійкості, водоутримувальної здатності та структурної однорідності цементного каменю як визначальних показників експлуатаційної надійності підлогових конструкцій.

У межах розділу здійснено порівняльний аналіз дії окремих груп добавок, а також комплексну оцінку комбінованих складів з метою визначення найбільш ефективних технічних рішень. Отримані результати дозволяють обґрунтувати доцільність застосування модифікованих цементних стяжок у житловому будівництві та слугують підставою для формування практичних рекомендацій, наведених у висновках роботи.

3.1 Вплив алюмінієвмісних добавок на міцнісні характеристики цементних стяжок

Результати випробувань міцності цементних стяжок з алюмінієвмісними добавками наведено в таблиці 3.1. Як видно з отриманих даних, введення $Al(OH)_3$ та $\gamma-Al_2O_3$ у кількості 0,5-1,0 % від маси цементу сприяє зростанню міцності як на стиск, так і на вигин порівняно з контрольним складом.

Таблиця 3.1 – Вплив алюмінієвмісних добавок на міцність цементного каменю

Добавка	1 доба, МПа	3 доби, МПа	28 діб, МПа
Без добавок	13,5	18,2	20,0
Al(OH) ₃ 0,5 %	15,8	20,9	23,4
Al(OH) ₃ 1,0 %	17,2	23,6	26,0
γ-Al ₂ O ₃ 1,0 %	16,5	22,8	24,5

Залежність міцності на стиск від виду та дозування алюмінієвмісних добавок наочно подано на рисунку 3.1. Аналіз графічних даних свідчить, що максимальний приріст міцності досягається за оптимального дозування добавки, тоді як подальше її збільшення не призводить до пропорційного зростання показників.

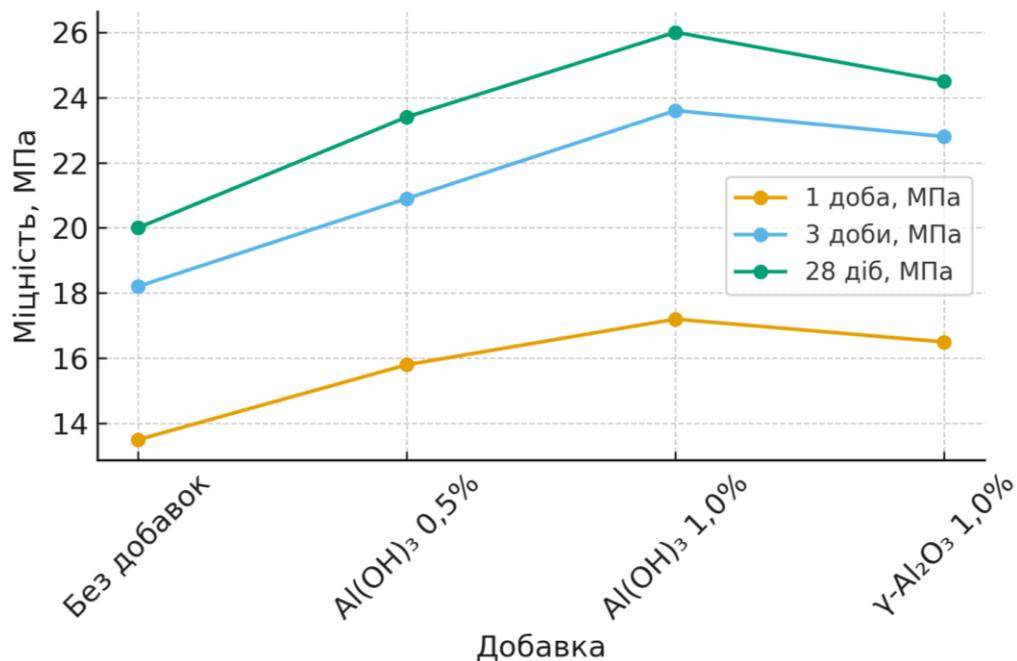


Рисунок 3.1 – Зміна міцності цементного каменю

Підвищення міцнісних характеристик пояснюється інтенсифікацією процесів гідратації цементу та ущільненням мікроструктури цементного каменю, що підтверджується результатами структурного аналізу. Водночас встановлено, що застосування лише алюмінієвмісних добавок не забезпечує

повного обмеження усадкових деформацій, що зумовлює необхідність використання додаткових способів модифікації.

3.2 Вплив полімерних добавок на водоутримання та структурну однорідність

У межах даного дослідження вплив полімерних компонентів оцінювався на прикладі метилцелюлози та редиспергованих полімерних порошоків. Результати визначення водоутримувальної здатності та розшаровуваності полімермодифікованих цементних стяжок наведено в таблиці 3.2. Отримані дані свідчать про суттєве підвищення водоутримання при введенні метилцелюлози та редиспергованого полімерного порошку порівняно з контрольним складом.

Таблиця 3.2 – Вплив полімерних добавок

МЦ, %	РПП, %	Водоутримання, %	Розшаровуваність, %
0,2	0,3	96,5	0,3
0,3	0,4	98,4	0,2
0,4	0,5	99,1	0,1

Залежність водоутримувальної здатності сумішей від вмісту полімерних добавок наведено на рисунку 3.2. Полімермодифіковані суміші характеризуються підвищеним водоутриманням, що забезпечує зменшення втрат води на ранніх стадіях тверднення та знижує ризик утворення поверхневих дефектів. Аналіз графіка показує, що зі зростанням концентрації полімерів відбувається стабілізація водного балансу суміші, що забезпечує рівномірне тверднення цементного каменю. Це позитивно впливає на формування щільної та однорідної структури цементного каменю.

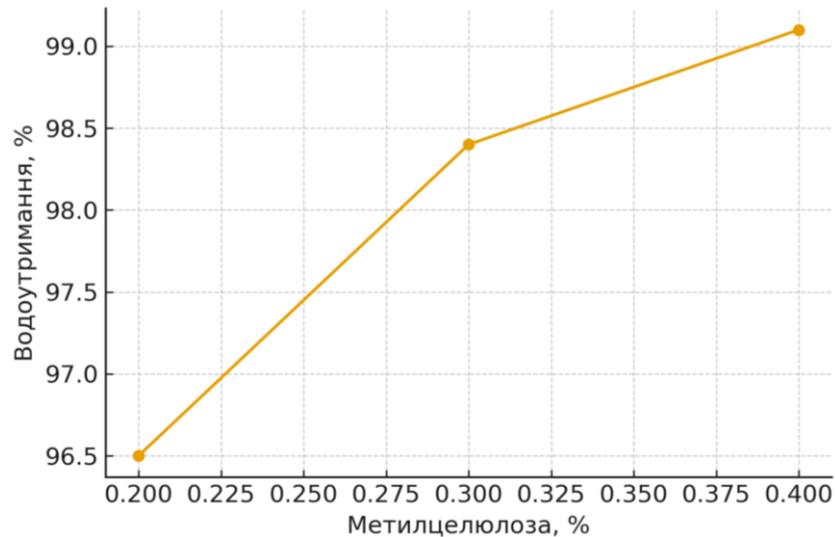


Рисунок 3.2 – Зміна водоутримання розчину від вмісту МЦ

Структурна однорідність полімермодифікованих стяжок підтверджується результатами мікроскопічного аналізу, представленими на рисунку 3.3. У полімермодифікованих зразках спостерігається зменшення кількості відкритих капілярних пор і рівномірніший розподіл гідратних новоутворень, що сприяє підвищенню адгезійних властивостей та експлуатаційної надійності стяжки. Полімери формують «плівкову» структуру навколо частинок цементу, що сприяє рівномірному розподілу води при приготуванні розчинової суміші. Як результат формується щільний цементний камінь. Разом з тим полімерна модифікація не забезпечує достатнього обмеження тріщиноутворення без додаткового армування.

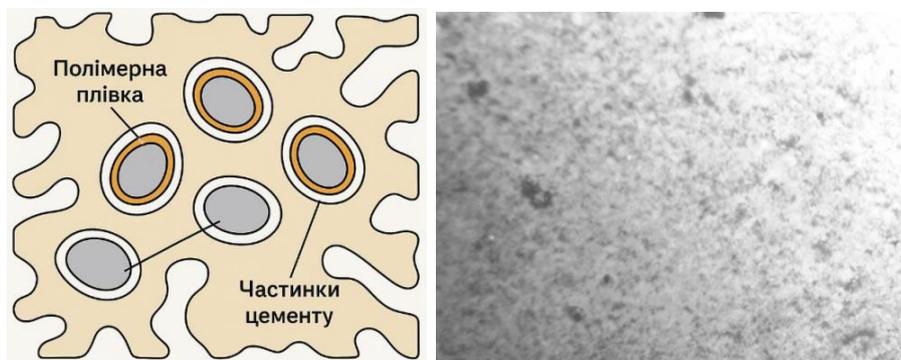


Рисунок 3.3 – Механізм дії полімерних добавок у капілярній пористій цементній матриці

3.3 Вплив полімерних добавок на фізико-механічні властивості цементних стяжок

Полімерні добавки є одним із найбільш ефективних засобів керування фізико-механічними властивостями цементних стяжок за рахунок впливу на реологію розчинової суміші, перебіг гідратаційних процесів та формування мікроструктури цементного каменю.

Результати визначення основних фізико-механічних показників полімермодифікованих складів наведено в таблиці 3.3. Аналіз експериментальних даних свідчить, що введення полімерних добавок не призводить до суттєвого зниження міцності цементних стяжок за умови оптимального дозування. Навпаки, у порівнянні з контрольним складом спостерігається стабілізація міцнісних характеристик, що пояснюється рівномірнішим перебігом процесів тверднення (рис. 3.4).

Таблиця 3.3 – Порівняння фізико-механічних властивостей модифікованих цементних стяжок

Показник	Звичайна стяжка	Модифікована стяжка
Міцність на стиск, МПа	20,0	26,0
Міцність на вигин, МПа	3,2	4,6
Адгезія, МПа	0,7	1,6
Морозостійкість, цикли	25	75
Розшаровуваність, %	1,2	0,1

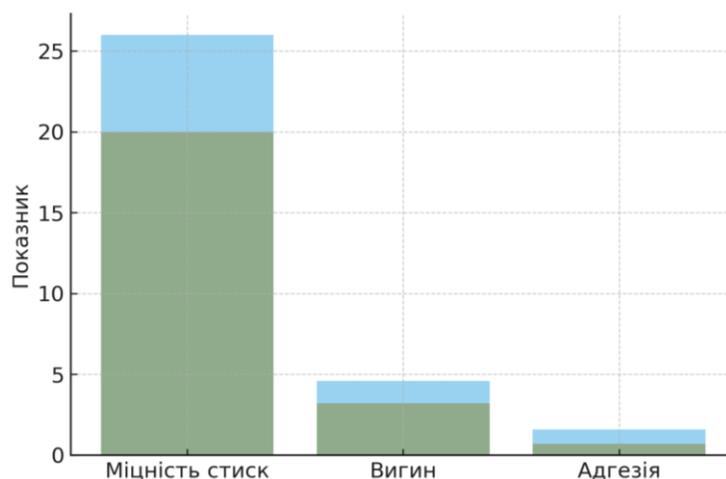


Рисунок 3.4 – Порівняння механічних характеристик модифікованих стяжок

Полімерна модифікація ефективно покращує фізичні та технологічні характеристики, проте для обмеження усадкових і температурних тріщин доцільним є поєднання полімерних добавок з дисперсним армуванням.

Таким чином, полімерні добавки доцільно розглядати як ефективний інструмент стабілізації фізико-механічних властивостей цементних стяжок, особливо в умовах підвищених вимог до якості поверхні та рівномірності тверднення, однак їх застосування є найбільш результативним у складі комбінованих систем модифікації.

3.4 Оцінка тріщиностійкості фіброармованих цементних стяжок

Результати оцінки тріщиностійкості цементних стяжок методом усадкової коробки наведено в таблиці 3.4. Аналіз отриманих даних показує, що введення фібрових волокон призводить до істотного зменшення кількості та ширини усадкових тріщин порівняно з контрольним складом.

Таблиця 3.4 – Вплив введення дисперсних волокон на властивості цементної стяжки

Тип волокна	Дозування, кг/м ³	Довжина волокна, мм	Основна дія	Результат (фактичні зміни властивостей)
Поліпропіленові волокна	0,6-1,0	6-12	Обмеження усадки, перехоплення мікротріщин	<ul style="list-style-type: none"> • Тріщиностійкість ↑ на 40-60%. • Зменшення ширини тріщин у 2-3 рази • Розшаровуваність ↓ до 0,1%
Базальтові волокна	1,0-3,0	12-24	Підвищення міцності та теплостійкості	<ul style="list-style-type: none"> • Міцність на вигин ↑ на 20-30% • Адгезія до основи ↑ на 25-40%
Скловолокно	1,0-2,0	12-18	Підвищення пружності цементного каменю	<ul style="list-style-type: none"> • Зменшення локальних деформацій • Усадка ↓ на 10-15%
Целюлозні мікрволокна	0,2-0,4	3-6	Затримка води, стабілізація структури	<ul style="list-style-type: none"> • Водотримання ↑ до 98-99% • Зменшення поверхневих мікротріщин
Металева фібра	10-25	30-50	Зміцнення на згин та ударну міцність	<ul style="list-style-type: none"> • Міцність на вигин ↑ до 5-7 МПа • Висока стійкість до механічних ударів

Дані таблиці 3.4 свідчать, що введення дисперсних волокон різної природи суттєво впливає на формування структури та експлуатаційні характеристики цементної стяжки. Найбільш ефективним з точки зору зменшення тріщиноутворення є застосування поліпропіленових волокон у кількості 0,6-1,0 кг/м³, які забезпечують перехоплення мікротріщин на ранніх стадіях тверднення та знижують розшаровуваність суміші до 0,1 %.

Базальтові волокна, завдяки високому модулю пружності та теплостійкості, сприяють зростанню міцності на вигин і підвищенню адгезії цементної стяжки до основи. Скловолокно ефективно зменшує локальні деформації та усадку, що є важливим для тонкошарових вирівнювальних покриттів. Целюлозні мікроволокна виконують функцію водоутримуючого та стабілізуючого компонента, що позитивно впливає на рівномірність гідратації цементу та зменшує кількість поверхневих дефектів. Металева фібра забезпечує максимальне підвищення міцності на вигин і ударної стійкості, проте її застосування доцільне переважно у промислових підлогах через високе дозування та вартість.

Залежність показників тріщиностійкості від дозування фібри подано на рисунку 3.5. Графічні дані свідчать, що оптимальний ефект досягається за дозування 0,6-1,0 кг/м³, при якому забезпечується ефективне перехоплення мікротріщин і рівномірний розподіл напружень у цементній матриці.

Результати випробувань, наведені у табл. 3.5 на рисунку 3.6, підтверджують зменшення інтенсивності тріщиноутворення у фіброармованих зразках. Отримані результати свідчать про високу ефективність дисперсного армування поліпропіленовими волокнами як способу підвищення експлуатаційної надійності цементних стяжок.

Таблиця 3.5 – Показники тріщиностійкості фіброармованих стяжок

Склад	Кількість тріщин, шт	Середня ширина тріщин, мм
К0	7	0,42
Ф1	3	0,18
Ф2	2	0,12

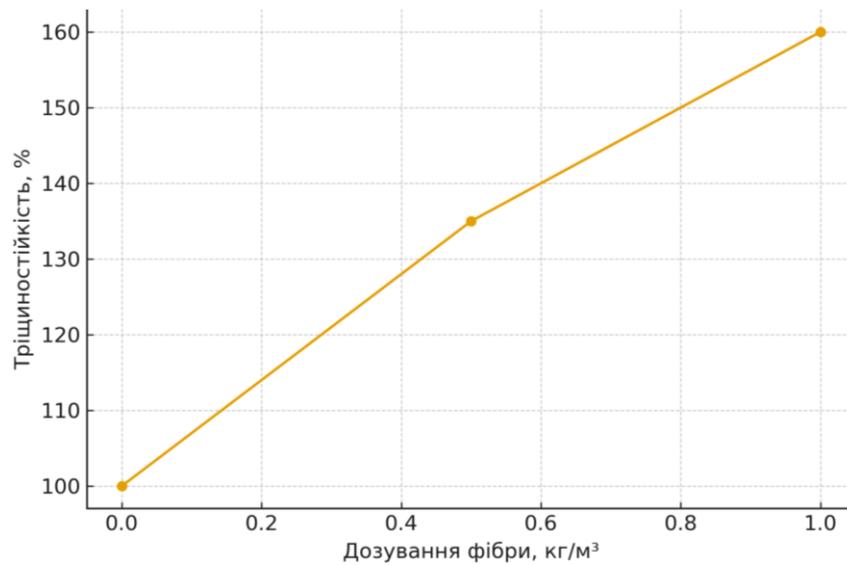


Рисунок 3.5 – Тріщиностійкість цементної стяжки при введенні поліпропіленової фібри

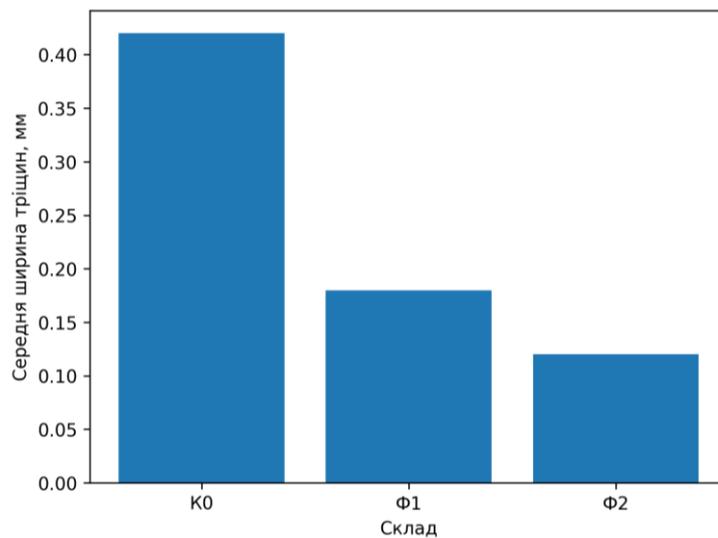


Рисунок 3.6 – Зменшення ширини усадкових тріщин при фіброармуванні

3.5 Оцінка комбінованих складів цементних стяжок

Комплексна оцінка комбінованих складів цементних стяжок виконувалась на основі зіставлення фізико-механічних та експлуатаційних показників, наведених у табл. 3.6, а також графічних залежностей, представлених на рис. 3.7-3.8. Комбіновані склади включали алюмінієві модифікувальні добавки, полімерні компоненти та дисперсне армування

волокнами, що дозволило реалізувати синергетичний ефект покращення структури цементного каменю.

Таблиця 3.6 – Фізико-механічні властивості цементних стяжок

Склад (табл. 2.1)	Міцність на стиск, МПа	Міцність на вигин, МПа	Адгезія до основи, МПа	Морозостійкість, цикли	Розшаровуваність, %
К0 (контроль)	20,0	3,2	0,7	25	1,2
А1 (Al(OH) ₃ 0,5%)	23,4	3,8	0,9	35	0,8
П1 (МЦ + РПП)	24,0	4,0	1,2	50	0,2
Ф1 (фібра 0,8 кг/м ³)	22,5	4,3	1,0	45	0,6
КМ1 (Al(OH) ₃ + МЦ + РПП + фібра)	26,0	4,6	1,6	75	0,1

Наведені в таблиці 3.6 фізико-механічні характеристики цементних стяжок свідчать про суттєвий вплив типу модифікувальних добавок на експлуатаційні показники матеріалу. Контрольний склад К0 характеризується найнижчими значеннями міцності на стиск і вигин, адгезії до основи та морозостійкості, а також підвищеною розшаровуваністю, що є типовим для немодифікованих цементних систем.

Введення алюмінівмісної добавки Al(OH)₃ у складі А1 зумовлює зростання міцності на стиск і вигин, що пояснюється інтенсифікацією процесів гідратації цементу та ущільненням цементного каменю. Разом з тим ефект зниження розшаровуваності є помірним, оскільки добавка не впливає безпосередньо на реологічні властивості суміші.

Застосування полімерних добавок (метилцелюлоза та редиспергований полімерний порошок) у складі П1 забезпечує суттєве підвищення адгезії до основи та зменшення розшаровуваності. Формування полімерної плівки в капілярно-пористій структурі цементного каменю сприяє рівномірному розподілу води та зниженню дефектності структури, що позитивно відображається на морозостійкості матеріалу.

Введення поліпропіленової фібри у складі Ф1 призводить до зростання міцності на вигин і підвищення тріщиностійкості стяжки за рахунок механізму перехоплення та стримування розвитку мікротріщин. При цьому приріст міцності на стиск є менш вираженим, що узгоджується з відомими закономірностями дисперсного армування цементних композитів.

Найвищі значення всіх досліджуваних показників зафіксовано для комплексно модифікованого складу КМ1, який поєднує алюмінієвімісні, полімерні добавки та дисперсну фібру. Синергетичний ефект комплексного модифікування проявляється у максимальному підвищенні міцності, адгезії та морозостійкості, а також у мінімальній розшаровуваності, що підтверджує доцільність застосування комбінованих модифікувальних систем для цементних стяжок підвищеної експлуатаційної надійності.

Згідно з даними табл. 3.6, комбінований склад характеризується найвищими значеннями міцності на стиск і вигин порівняно з контрольним та частково модифікованими складами. Приріст міцності на стиск становить до 30 %, тоді як міцність на вигин зростає на 35-45 %, що підтверджується графіками порівняльного аналізу механічних характеристик (рис. 3.7). Така тенденція пояснюється одночасною дією хімічних модифікаторів, які інтенсифікують гідратацію цементу, та дисперсних волокон, що перехоплюють і стримують розвиток мікротріщин.

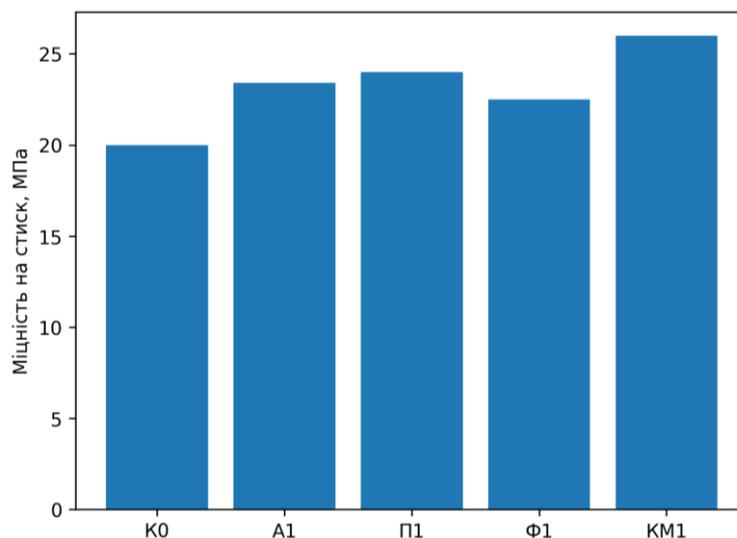


Рисунок 3.7 – Порівняння міцності на стиск цементних стяжок

Адгезійні властивості комбінованих складів істотно покращуються за рахунок введення полімерних добавок. Як показано в табл. 3.5 та на рис. 3.8, адгезія до основи зростає більш ніж у два рази порівняно зі звичайною стяжкою. Формування полімерної плівки в капілярно-пористій структурі цементного каменю забезпечує ефективне зчеплення з основою та знижує ризик відшарування під час експлуатації.

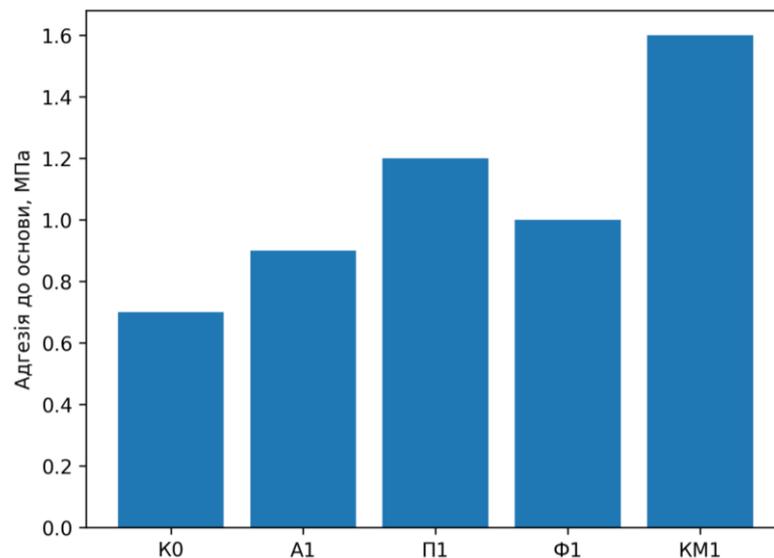


Рисунок 3.8 – Вплив комбінованого модифікування на адгезію стяжки

Аналіз показників тріщиностійкості та розшаровуваності (табл. 3.6, рис. 3.9) свідчить, що комбіновані склади демонструють мінімальну ширину та кількість тріщин.

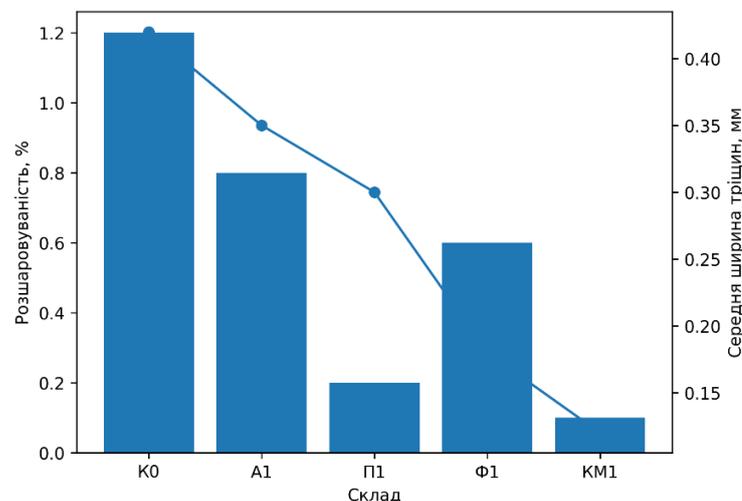


Рисунок 3.9 – Порівняння розшаровуваності та тріщиностійкості складів

Введення поліпропіленової або базальтової фібри забезпечує зростання тріщиностійкості на 40-60 %, тоді як розшаровуваність зменшується до 0,1 %. Це підтверджує ефективність дисперсного армування у поєднанні з реологічною стабілізацією суміші полімерними компонентами.

3.6 Формування мікроструктури цементної стяжки та зміна пористості при комплексному модифікуванні

Формування експлуатаційних властивостей цементних стяжок безпосередньо пов'язане з особливостями мікроструктури цементного каменю, зокрема з характером порового простору, розподілом гідратних фаз та наявністю мікротріщин. У процесі тверднення традиційних цементно-піщаних стяжок формується неоднорідна структура з підвищеною часткою капілярних і макропор, що зумовлює усадкові деформації, локальні концентрації напружень і, як наслідок, розвиток тріщин.

Як показано на рисунку 3.10, введення комплексу модифікувальних добавок (алюмінієвмісні сполуки, полімерні добавки та дисперсна фібра) суттєво змінює порову структуру цементного каменю.

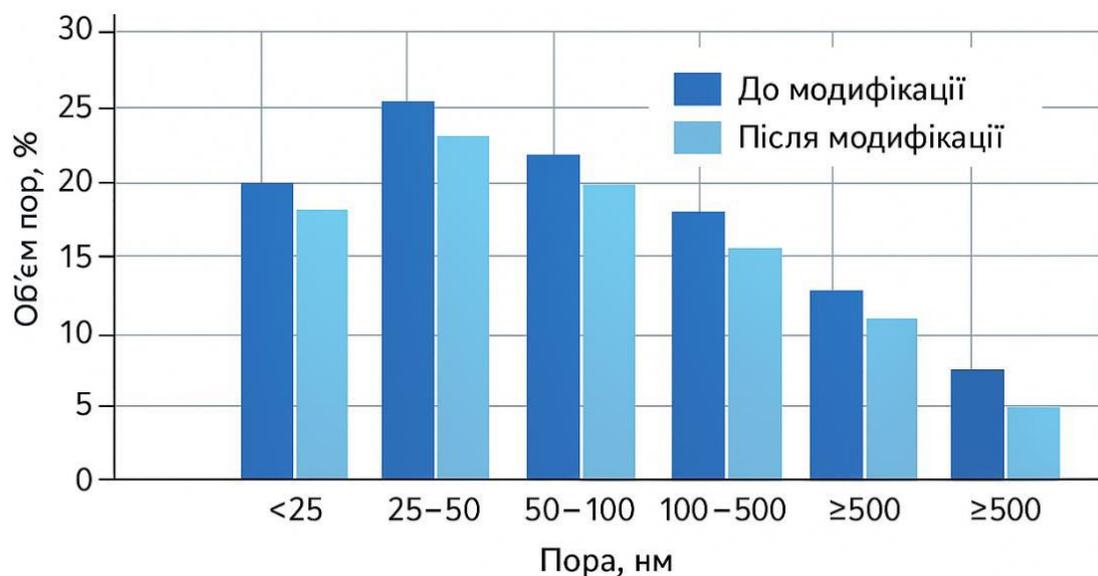


Рисунок 3.10 – Розподіл пористості цементного каменю до та після модифікації

Спостерігається зменшення кількості крупних пор розміром понад 500 нм до 3-4 %, що свідчить про зниження капілярної пористості. Одночасно відбувається зростання частки дрібних пор розміром менше 50 нм до 20-22 %, характерних для щільної гідратної структури цементного каменю. Така трансформація порового простору забезпечує перехід структури від капілярно-пористого до дрібнопористого типу.

Мікроструктурний аналіз поверхні зразків (рис. 3.11-3.12) підтверджує, що після модифікації цементний камінь характеризується більш рівномірним розподілом гідратних новоутворень, зменшенням кількості відкритих пор та зниженням концентрації дефектів структури. У зразках до модифікації чітко фіксуються порожнини неправильної форми та розгалужена система мікротріщин, тоді як у модифікованих зразках поверхня є більш щільною та однорідною.

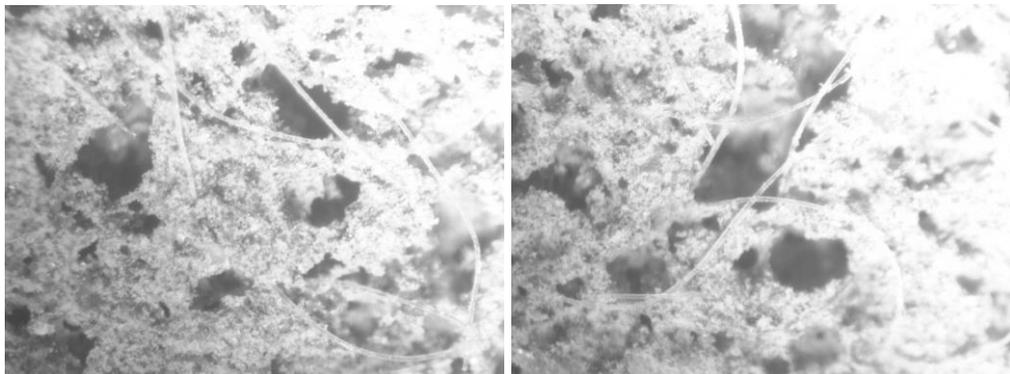


Рисунок 3.11 – Мікроструктурний аналіз поверхні зразків до модифікації

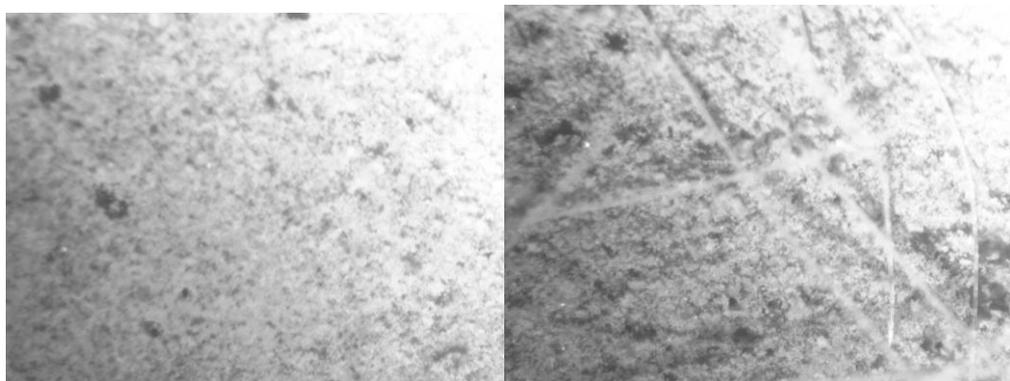


Рисунок 3.12 – Мікроструктурний аналіз поверхні зразків після комплексної модифікації

Важливу роль у формуванні мікроструктури відіграє дисперсне армування волокнами, що підтверджується схемою структури модифікованої цементної стяжки (рис. 3.13). Поліпропіленові та базальтові волокна рівномірно розподіляються в об'ємі матриці, переривають шляхи росту мікротріщин і сприяють перерозподілу локальних розтягувальних напружень. У верхній зоні стяжки, яка є найбільш небезпечною з точки зору тріщиноутворення, волокна виконують функцію мікроармування, зменшуючи інтенсивність усадки та стримуючи розвиток дефектів.



Рисунок 3.13 – Схема структури модифікованої цементної стяжки

Порівняння зразків цементної стяжки до та після модифікації (рис. 3.14) наочно демонструє зменшення усадкових деформацій і підвищення щільності структури після введення комплексу добавок. Це узгоджується з результатами фізико-механічних випробувань і пояснює зростання тріщиностійкості, адгезії та довговічності модифікованих стяжок.



Рисунок 3.14 – Фото зразків цементної стяжки до та після модифікації

Результати мікроструктурного аналізу та оцінки пористості показують, що комбіноване модифікування сприяє переходу структури цементного каменю до дрібнопористого типу. Зменшується кількість крупних пор (>500 нм) і зростає частка дрібних капілярних пор, що безпосередньо корелює з підвищенням морозостійкості та довговічності матеріалу.

Таким чином, комплексне модифікування цементних стяжок забезпечує кероване формування мікроструктури цементного каменю, зменшення дефектності порового простору та підвищення структурної цілісності матеріалу, що є визначальним фактором покращення його експлуатаційних характеристик.

Таким чином, результати досліджень підтверджують, що комбіновані склади цементних стяжок є найбільш ефективними з точки зору сукупності фізико-механічних і експлуатаційних характеристик. Поєднання хімічних, полімерних і дисперсно-армувальних компонентів дозволяє отримати матеріал із підвищеною міцністю, тріщиностійкістю, адгезією та стабільністю структури, що обґрунтовує доцільність їх застосування у житловому будівництві.

Висновки до розділу 3

У результаті комплексного модифікування цементних стяжок (алюмінієві добавки, полімери, дисперсна фібра) досягнуто підвищення міцності на стиск з 20,0 до 26,0 МПа (+30 %) та міцності на вигин з 3,2 до 4,6 МПа (+44 %).

Встановлено, що застосування полімерних добавок (метилцелюлоза 0,2-0,4 % і редиспергований полімерний порошок 0,3-0,5 %) забезпечує водоутримання на рівні 98-99 % та знижує розшаровуваність з 1,2 до 0,1 %, що підвищує однорідність структури розчинової суміші.

Дисперсне армування поліпропіленовою фіброю в кількості 0,6-1,0 кг/м³ сприяє зростанню тріщиностійкості на 40-60 %, зменшенню

середньої ширини усадкових тріщин у 2–3 рази та обмеженню усадкових деформацій у ранні терміни тверднення.

Мікроструктурний аналіз показав зменшення частки крупних пор (>500 нм) до 3-4 % та збільшення вмісту дрібних пор (<50 нм) до 20-22 %, що свідчить про ущільнення цементного каменю та перехід структури до дрібнопористого типу.

Адгезія цементної стяжки до бетонної основи зросла з 0,7 до 1,6 МПа, а морозостійкість – з F25 до F75, що забезпечує підвищення експлуатаційної надійності покриття в умовах змінних температурних впливів.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Архітектурно-будівельні рішення

4.1.1 Загальні дані

Проектований двоповерховий житловий будинок розташований у селі Якушинці Вінницького району Вінницької області. Відповідно до чинного кліматичного та будівельно-нормативного районування територія будівництва належить до першої температурної зони (рис. 4.1), кліматичний район – I згідно з вимогами нормативних документів [25, 26].



Рисунок 4.1 – Карта температурних зон України

Кліматичні умови району будівництва характеризуються помірно континентальним кліматом із чітко вираженими сезонними коливаннями температури повітря. Середня температура зовнішнього повітря у літній період становить $+23,5$ °С, у зимовий період – $-5,0$ °С . Середньорічна кількість атмосферних опадів складає 400-450 мм, що необхідно враховувати

під час проєктування огорожувальних конструкцій, систем водовідведення та захисту будівлі від зволоження.

Нормативна глибина промерзання ґрунтів у даному районі становить 1,0 м, що визначає вимоги до конструктивних рішень фундаментів і заходів із захисту основи будівлі від морозного пучення. Характеристичні значення кліматичних навантажень відповідно до [27] становлять:

- снігове навантаження – 1,4 кПа;
- вітрове навантаження – 0,5 кПа.

Зазначені навантаження враховуються при розрахунку несучих і огорожувальних конструкцій будівлі, а також при виборі конструктивних схем та матеріалів.

Сейсмічність району будівництва згідно з нормативним документом [28] становить менше 6 балів, що дозволяє проєктування будівлі без застосування спеціальних сейсмостійких конструктивних заходів, за умови дотримання загальних вимог надійності та просторової жорсткості.

До основних будівельних показників об'єкта належать:

- клас за ступенем відповідальності відповідно до [29] – СС3, що передбачає підвищені вимоги до надійності, безпеки та експлуатаційної придатності будівлі;
- ступінь вогнестійкості згідно з [30] – І, що відповідає застосуванню негорючих або важкогорючих конструктивних елементів із нормативно визначеними межами вогнестійкості.

Наведені кліматичні, геологічні та нормативні умови є вихідними даними для подальшого архітектурно-будівельного, конструктивного та інженерного проєктування будинку, а також для виконання теплотехнічних, міцнісних і енергетичних розрахунків.

4.1.2 План благоустрою ділянки

План благоустрою території є складовою частиною проектної документації та передбачає комплексне вирішення питань планування і впорядкування будівельного майданчика. У межах даного розділу визначено принципи розміщення будівель і споруд, організації під'їздів і пішохідних зв'язків, транспортних комунікацій, інженерних мереж, а також елементів технічного й організаційно-економічного обслуговування території.

Під час розроблення плану благоустрою ділянки було враховано природні та містобудівні фактори, зокрема характер рельєфу місцевості, орієнтацію будівлі відносно сторін світу, напрямки панівних вітрів, інсоляційні умови та світло-добові чинники. Прийняті планувальні рішення відповідають вимогам чинних нормативних документів, зокрема [30, 31].

Проектований двоповерховий житловий будинок розташований у селі Якушинці Вінницького району Вінницької області. Загальна площа земельної ділянки становить 0,1505 га. У межах ділянки передбачено розміщення житлового будинку та існуючого гаража загальною площею 56,5 м², що забезпечує зручність експлуатації та раціональне використання території.

Будівлю житлового будинку орієнтовано головним фасадом на південь, що сприяє покращенню інсоляційних умов житлових приміщень, підвищенню рівня природного освітлення та зменшенню витрат енергії на опалення в холодний період року. Планувальне розташування будинку виконано з урахуванням широтної орієнтації відносно сторін горизонту, а також з урахуванням рози вітрів, що дозволяє зменшити негативний вплив холодних повітряних потоків і створити більш комфортні умови проживання.

Розміщення будівель та елементів благоустрою на ділянці забезпечує функціональне зонування території, зручні транспортні та пішохідні підходи, а також можливість подальшого озеленення та впорядкування прилеглого простору відповідно до санітарно-гігієнічних і протипожежних вимог.

Техніко-економічні показники генерального плану наведено в таблиці 4.1.

Площа земельної ділянки $-S_d = 0,1505$ га;

Площа забудови $-S_z = 179,78$ м² (житловий будинок) + 56,5 м² (гараж).

Наведені показники свідчать про раціональне використання території та відповідають вимогам чинних нормативних документів щодо щільності забудови й організації присадибних ділянок.

Таблиця 4.1 – Техніко-економічні показники генерального плану

№, п/п	Назва показника	Од. вим.	Величина
1	Площа ділянки	га	0,1505
2	Площа забудови	м ²	179,78(+56,5 гараж)
3	Поверховість	-	2
4	Загальна площа будинку, в тому числі:	м ²	303,14
5	Житлова площа	м ²	90,15
6	Площа літніх приміщень	м ²	23,19
7	Площа підвальних приміщень	м ²	63,27

4.1.3 Об'ємно-планувальні рішення

Проект житлового будинку виконано у Г-подібній планувальній формі, що забезпечує раціональне функціональне зонування внутрішнього простору та зручне розміщення будівлі на ділянці. Габаритні розміри будинку в координативних осях становлять 12,32 × 18,85 м, загальна висота будівлі – 7,83 м.

Запроектовано двоповерховий житловий будинок із мансардним дахом та цокольним поверхом. Висота поверхів від рівня підлоги до низу перекриття складає 2,92 м, що відповідає санітарно-гігієнічним та ергономічним вимогам до житлових будівель. Будинок розрахований на постійне проживання сім'ї з 4-5 осіб, що визначило структуру та площі основних і допоміжних приміщень.

Цокольний поверх запроектовано з двома окремими входами, що забезпечує можливість його автономного використання, у тому числі як тимчасового укриття відповідно до вимог чинних нормативних документів. У складі цокольного поверху передбачено тамбур, комору та технічне приміщення. Підвальні (цокольні) приміщення використовуються як складські

та технічні з можливістю розміщення інженерного обладнання, зокрема котельні, бойлерної та інших елементів інженерних мереж будинку [32].

На першому поверсі розташовані основні приміщення денного перебування: вітальня-кухня, спальня, гардероб, санвузол, комора, хол та тераса. Об'ємно-планувальне рішення поверху побудоване за принципом об'єднання приміщень через центральний хол, у якому розміщено сходи. Хол виконує функцію основного комунікаційного простору та забезпечує зручний зв'язок між поверхами і всіма функціональними зонами будинку.

Проектом передбачено два входи до будинку:

- центральний вхід з боку головного фасаду;
- додатковий вхід з боку заднього двору через терасу, що підвищує зручність експлуатації будинку та функціональну гнучкість планувального рішення.

Планування приміщень виконано з дотриманням мінімально допустимих розмірів відповідно до нормативних вимог [33], а саме:

- ширина кухні – не менше 1,8 м;
- ширина передпокою – не менше 1,5 м;
- ширина коридорів, що ведуть до житлових кімнат, – не менше 1,6 м;
- площа загальної (вітальні) кімнати – не менше 16 м²;
- мінімальна площа кухні – 8 м².

На мансардному поверсі розміщено приміщення нічної зони, а саме: коридор, дві дитячі спальні, спальню для батьків та один санвузол. Таке планувальне рішення забезпечує чітке розмежування денних і нічних функціональних зон будинку, що сприяє підвищенню комфорту проживання.

Площі всіх приміщень будівлі наведено в таблиці 4.2, що дозволяє оцінити відповідність планувальних рішень нормативним вимогам та функціональним потребам мешканців.

Таблиця 4.2 – Експлікація приміщень

№	Назва приміщення	Площа, м ²
Цокольний поверх		
1	Комора	23,48
2	Тамбур	11,18
3	Технічний вузол	28,61
	Загальна площа поверху	63,27
Перший поверх		
4	Кухня-вітальня	53,75
5	Комора	11,39
6	Хол	21,26
7	Спальня	13,90
8	Гардероб	6,17
9	С/В	9,85
10	Тераса	22,78
	Загальна площа поверху	139,10
Мансардний поверх		
11	Коридор	9,60
12	Дитяча	29,45
13	Спальня	30,76
15	С/В	7,68
16	Дитяча	23,55
	Загальна площа поверху	101,04
	Загальна площа будинку	303,14

Загальна площа будівлі становить 303,14 м², житлова площа – 90,15 м², площа літніх приміщень – 23,16 м², площа підвальних приміщень – 63,27 м².

4.1.4 Архітектурно-конструктивні рішення

Проектована будівля у конструктивному відношенні є безкаркасною, з несучими поздовжніми та поперечними стінами, що сприймають вертикальні та горизонтальні навантаження та передають їх на фундаменти. Прийнята конструктивна схема забезпечує просторову жорсткість, надійність та експлуатаційну придатність будівлі відповідно до чинних нормативних вимог.

Фундаменти будівлі запроектовані монолітні залізобетонні, стрічкові, мілкового закладання. Конструкція фундаментів включає монолітні залізобетонні елементи з арматури класу А500С та А240С, а саме:

- фундаментна плита з арматури Ф12 А500С загальною довжиною 400 м.п.;

- фундаментна плита з арматури $\Phi 10$ A500C загальною довжиною 480 м.п.;
- монолітний залізобетонний пояс з арматури $\Phi 12$ A500C загальною довжиною 340 м.п.;
- розподільча арматура $\Phi 6$ A240C загальною довжиною 190 м.п.

Відмітка підшови фундаментів у частині будинку без підвалу становить -1,950 м, а в частині будівлі з цокольним поверхом відмітка низу фундаменту прийнята -3,150 м та -3,350 м, що забезпечує необхідну несучу здатність і захист конструкцій від впливу промерзання ґрунту.

Конструкція зовнішніх стін будівлі запроєктована у двох варіантах залежно від архітектурного рішення фасадів та вимог до теплозахисту.

Конструкція зовнішніх стін 1-го типу (підвищене теплозбереження) складається з п'яти шарів:

- кладка з повнотілої керамічної цегли M100 товщиною 380 мм;
- теплоізоляційний шар із мінераловатних плит щільністю 80 кг/м³, товщина – х мм;
- вентильований повітряний прошарок товщиною 40 мм;
- облицювальна кладка з повнотілої керамічної цегли M100 товщиною 120 мм;
- зовнішнє оздоблення – декоративна штукатурка Ceresit СТ-75 (біла).

Конструкція зовнішніх стін 2-го типу складається з чотирьох шарів:

- кладка з повнотілої керамічної цегли M100 товщиною 380 мм;
- теплоізоляційний шар із мінераловатних плит щільністю 80 кг/м³, товщина – х мм;
- повітряний прошарок товщиною 40 мм;
- облицювання з бутового каменю товщиною 140 мм.

Теплотехнічний розрахунок виконано для зовнішніх стін з керамічної цегли 1-го типу. Розрахункові теплофізичні характеристики шарів прийнято такими:

- керамічна цегла: $\lambda = 0,56$ Вт/(м·°C), $\delta = 380$ мм;

- мінераловатний утеплювач: $\lambda = 0,04 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{С})$, $\delta = ? \text{ мм}$;
- повітряний прошарок: $\lambda = 0,026 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{С})$, $\delta = 40 \text{ мм}$;
- керамічна цегла: $\lambda = 0,56 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{С})$, $\delta = 120 \text{ мм}$;
- декоративна штукатурка: $\lambda = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{С})$, $\delta = 20 \text{ мм}$.

Нормативний приведений опір теплопередачі для зовнішніх стін у I температурній зоні становить $R_0 = 4,0 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{С}/\text{Вт}$.

Для виконання нормативної умови теплозахисту повинна виконуватися залежність:

$$R_0 \leq R_e + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + R_s, \quad (4.1)$$

де $R_e = 0,115 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{С}/\text{Вт}$ – опір тепловіддачі внутрішньої поверхні;

$R_s = 0,0435 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{С}/\text{Вт}$ – опір тепловіддачі зовнішньої поверхні.

За результатами розрахунку прийнято товщину теплоізоляційного шару з базальтової вати FASROCK MAX $\delta = 60 \text{ мм}$, $\lambda = 0,039 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{С})$.

Для зовнішніх стін 2-го типу з облицюванням бутовим каменем розрахунок виконано аналогічно. З урахуванням вищої теплопровідності облицювального шару необхідна товщина теплоізоляції прийнята 70 мм (FASROCK MAX, $\lambda = 0,039 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{С})$).

Внутрішні несучі стіни товщиною 380 мм виконані з повнотілої керамічної цегли на цементно-піщаному розчині М50 та мають центральну прив'язку. Перегородки прийняті цегляні товщиною 120 мм, виконані з повнотілої керамічної цегли розміром $65 \times 120 \times 250 \text{ мм}$.

Покращення звукоізоляції забезпечується ретельною конопаткою швів і зазорів між перегородками, стінами та перекриттями. Поверхні внутрішніх стін оштукатурюються шаром товщиною 5 мм, а подальше оздоблення передбачає застосування керамічної плитки, шпалер або декоративної штукатурки залежно від функціонального призначення приміщень.

Міжповерхові перекриття запроєктовані із застосуванням збірних залізобетонних плит з круглими порожнинами довжиною 5800 та 6800 мм і шириною 1200 та 1500 мм. Плити укладаються по шару цементного розчину М100, а шви між ними заповнюються розчином М100 з улаштуванням анкерних з'єднань, що мають антикорозійний захист.

Для забезпечення просторової жорсткості плити анкеруються до несучих стін. Глибина опирання плит на поздовжні та поперечні несучі стіни становить 120, 135 та 200 мм.

Також проєктом передбачено влаштування монолітних ділянок перекриття у місцях, де це обумовлено конструктивною схемою будівлі, планувальними особливостями або необхідністю забезпечення підвищеної просторової жорсткості.

Горищні перекриття та перекриття над підвальним (цокольным) поверхом утеплюються шаром теплоізоляції з мінераловатних плит товщиною 150 мм, що відповідає вимогам теплозахисту [26]. Для запобігання зволоженню теплоізоляційного шару з внутрішнього боку передбачено влаштування пароізоляції, яка забезпечує стабільність теплофізичних характеристик конструкції в процесі експлуатації.

Віконні блоки будівлі прийняті дерев'яні з подвійним склопакетом індивідуального виготовлення відповідно до вимог [34]. Товщина віконних блоків становить 140 мм, що забезпечує належний рівень тепло- та звукоізоляції приміщень. У віконних прорізах передбачено четверті, у які при монтажі впираються віконні блоки, що сприяє зменшенню повітропроникності вузлів примикання. Внутрішні та зовнішні відкоси виконуються з цементно-піщаного розчину, що забезпечує їх міцність і довговічність.

Зовнішні двері будівлі запроєктовані з металопластику, внутрішні двері – дерев'яні, індивідуального виготовлення за проєктними рішеннями. Напрямок відкривання дверей визначений з урахуванням вимог

безперешкодної евакуації людей з приміщень відповідно до нормативних документів [30, 32].

Дах будівлі запроєктовано багатоскатний, що відповідає архітектурному рішенням та забезпечує ефективне відведення атмосферних опадів. Конструкція даху складається з несучої частини – приставних крокв, та захисної частини – покрівельного покриття. Кути нахилу скатів становлять 45° , $27,3^\circ$ та $40,7^\circ$, що забезпечує надійну роботу покрівлі в умовах снігових і вітрових навантажень.

Система приставних крокв включає:

- крокви перерізом 50×200 мм;
- коньковий брус перерізом 100×200 мм;
- балки перерізом 150×200 мм.

Крокви спираються на мауерлати перерізом 150×150 мм, укладені по периметру зовнішніх стін по шару гідроізоляції. Відстань між кроквами становить 0,885 м. По кроквах улаштовується обрешітка з дерев'яних брусків перерізом 50×100 мм та 50×120 мм.

З урахуванням того, що дерев'яні елементи даху експлуатуються в умовах підвищеної вологості та пожежної небезпеки, всі вони підлягають обробці антисептичними та антипіренними складами, що підвищує їх біостійкість і вогнестійкість.

Покрівельне покриття прийняте з металочерепиці BRAAS «TAUNUS», яка характеризується довговічністю, малою масою та високими експлуатаційними показниками. Водовідведення атмосферних опадів передбачене зовнішнє організоване, з використанням жолобів і водостічних труб.

Для сполучення між поверхами запроєктовано двомаршові сходи. Розрахунок сходів виконано за такими вихідними даними:

- висота поверху (НПОВ) – 2,98 м;
- ширина маршу – 1,0 м;
- ухил маршу – 1:2;

- розмір сходинки – 150 × 250 мм.

Запроєктовано збірні залізобетонні сходи, при цьому конструкція сходинок виконана дерев'яною, що забезпечує комфортність пересування та відповідність архітектурному рішенню інтер'єру.

Оздоблення зовнішніх стін будівлі передбачено акриловою декоративною фасадною штукатуркою Ceresit СТ 75 білого кольору. Цокольна частина будівлі оздоблюється бутовим каменем, що забезпечує підвищену зносостійкість і захист від механічних пошкоджень та вологи.

Козирки над входами запроєктовані дерев'яні, з відповідною захисною обробкою. Огородження ганку та входів виконуються з металевих конструкцій індивідуального виготовлення. Кольорове рішення фасадів прийняте відповідно до паспорта опорядження фасадів.

По периметру будівлі передбачено влаштування вимощення шириною 1000 мм по бетонній підготовці з бетону класу В3.5 товщиною 150 мм, що забезпечує відведення поверхневих вод від фундаментів та захист основи будівлі від зволоження.

4.1.5 Інженерне обладнання будівлі

Інженерне обладнання житлового будинку запроєктовано з урахуванням вимог чинних нормативних документів та забезпечує безпечну, надійну й комфортну експлуатацію будівлі. Склад і принципи роботи інженерних систем прийняті відповідно до нормативних вимог [33] та умов підключення до зовнішніх мереж.

У будівлі передбачено такі інженерні системи та мережі:

- Водопостачання – холодне водопостачання здійснюється шляхом підключення до загальної (міської) водопровідної мережі, що забезпечує подачу води необхідної якості та в обсягах, достатніх для господарсько-побутових потреб мешканців.

- Каналізація – система господарсько-побутової каналізації запроєктована з підключенням до міської каналізаційної мережі, що забезпечує відведення стічних вод відповідно до санітарно-гігієнічних вимог.
- Водовідведення атмосферних опадів – передбачено зовнішній організований водостік з покрівлі будівлі з використанням жолобів і водостічних труб, що забезпечує надійне відведення дощових і талих вод від фасадів та фундаментів.
- Опалення – система опалення будівлі прийнята автономною, що дозволяє незалежно регулювати тепловий режим приміщень, підвищити енергоефективність та зменшити експлуатаційні витрати.
- Вентиляція – вентиляція приміщень запроєктована природна, з організацією повітрообміну через вентиляційні канали, віконні та дверні прорізи, що відповідає функціональному призначенню приміщень та вимогам санітарних норм.
- Гаряче водопостачання – система гарячого водопостачання передбачена автономною, що забезпечує безперебійну подачу гарячої води незалежно від роботи зовнішніх мереж.
- Газопостачання – будівля забезпечується природним газом шляхом підключення до міської газорозподільної мережі, що використовується для потреб опалення та гарячого водопостачання відповідно до вимог безпеки.
- Електропостачання – електрообладнання будівлі живиться від зовнішньої електричної мережі напругою 380/220 В, що забезпечує роботу освітлення, побутових електроприладів та інженерного обладнання.
- Слабкострумові системи – передбачено підключення будівлі до зовнішніх мереж телефонного зв'язку, радіо та телебачення, що забезпечує інформаційні та комунікаційні потреби мешканців.

Запроєктовані інженерні системи забезпечують належний рівень комфорту проживання, відповідають вимогам енергоефективності та

експлуатаційної надійності, а також можуть бути адаптовані до подальшої модернізації або впровадження енергозберігаючих технологій.

4.2 Технологічні рішення

4.2.1 Технологічна карта на влаштування електричної теплої підлоги

У межах проєктного рішення передбачено влаштування електричної теплої підлоги кабельного типу в одноповерховій житловій будівлі. Запроєктована система використовується як основне джерело тепlopостачання у приміщеннях загального користування, що забезпечує рівномірний розподіл температури по площі підлоги та підвищений рівень теплового комфорту.

Конструктивною основою системи є монолітна бетонна плита перекриття, яка забезпечує необхідну міцність, жорсткість і стабільність основи для розміщення нагрівальних елементів. Загальна площа монтажу електричної теплої підлоги становить 121,9 м², що визначає обсяги матеріалів, трудомісткість робіт та тривалість виконання технологічного процесу.

Під фінішні підлогові покриття, зокрема керамічну плитку або ламінат, передбачено улаштування цементно-піщаної стяжки товщиною 50 мм, армованої металевою сіткою. Армування стяжки забезпечує підвищення її тріщиностійкості, рівномірний розподіл теплових навантажень і захист нагрівального кабелю від механічних пошкоджень у процесі експлуатації.

Система електричної теплої підлоги включає комплекс конструктивних та інженерних елементів, взаємодія яких забезпечує ефективну і безпечну роботу системи відповідно до вимог нормативних документів [35-38]. До складу системи входять:

- нагрівальний двожильний електричний кабель, призначений для перетворення електричної енергії в теплову та рівномірного обігріву поверхні підлоги;

- терморегулятор із вбудованим або виносним датчиком температури, що забезпечує автоматичне підтримання заданого температурного режиму та підвищує енергоефективність системи;
- теплоізоляційний шар (пінополістирольні або фольговані теплоізоляційні матеріали), який зменшує тепловтрати вниз та спрямовує тепловий потік у бік опалюваного приміщення;
- армувальна сітка, яка виконує функцію механічного захисту нагрівального кабелю та підвищує жорсткість цементно-піщаної стяжки;
- цементно-піщана стяжка товщиною 50 мм, що слугує теплорозподільним шаром і основою для укладання фінішного покриття.

Прийняте технологічне рішення забезпечує ефективну передачу тепла від нагрівального елемента до поверхні підлоги, стабільність температурного режиму та відповідність санітарно-гігієнічним і експлуатаційним вимогам. Застосування електричної теплої підлоги як основної системи опалення дозволяє відмовитися від традиційних радіаторів, оптимізувати використання внутрішнього простору приміщень та підвищити архітектурну гнучкість планувальних рішень.

4.2.2 Обсяги робіт

Обсяги робіт з улаштування системи електричної теплої підлоги кабельного типу визначені на підставі прийнятих проєктних рішень, конструктивної схеми підлоги та загальної площі приміщень, що підлягають опаленню.

Загальна площа влаштування теплої підлоги становить 121,9 м², що охоплює приміщення загального користування будівлі. На зазначеній площі передбачено виконання повного комплексу підготовчих, монтажних та оздоблювальних робіт.

Основні обсяги та характеристики робіт наведено нижче:

- Площа теплої підлоги – 121,9 м²;

- Теплоізоляційний шар – укладання плит із пінополістиролу товщиною 30 мм по всій площі підлоги з метою зменшення тепловтрат у напрямку основи;
- Гідроізоляція – влаштування шару з поліетиленової плівки, що виконує функцію захисту теплоізоляції та нагрівальних елементів від вологи;
- Армування – монтаж сталеві армувальної сітки зі зварного дроту з розміром осередку 50×50 мм, яка забезпечує підвищення міцності та тріщиностійкості цементно-піщаної стяжки;
- Нагрівальний електричний кабель – загальна орієнтовна довжина становить 731,4 м, що відповідає прийнятій схемі укладання та розрахунковій питомій потужності системи;
- Терморегулятори – 5 шт., встановлюються по окремих зонах опалення для забезпечення індивідуального керування температурним режимом у приміщеннях;
- Цементно-піщана стяжка – влаштування стяжки товщиною 50 мм по армувальній сітці, яка виконує функцію теплорозподільного шару та основи під фінішне підлогове покриття.

Прийняті обсяги робіт забезпечують можливість коректного визначення потреби в матеріальних ресурсах, трудомісткості монтажних операцій, тривалості виконання робіт та економічних показників у межах технологічної карти.

4.2.3 Технологічна послідовність виконання робіт

Технологічний процес влаштування електричної теплої підлоги кабельного типу складається з послідовних взаємопов'язаних операцій, які виконуються відповідно до проєктної документації та вимог чинних нормативно-технічних документів [25, 26, 30, 39-42]. Дотримання наведеної технологічної послідовності забезпечує надійність, безпеку та довговічність роботи системи. Покроковий порядок виконання робіт наведено відповідно до рекомендацій [36-38, 43-45].

1. Підготовка основи. Підготовка основи передбачає очищення бетонної плити перекриття від пилу, бруду, залишків будівельних сумішей та інших забруднень. Видаляються напливи бетону, усуваються нерівності, тріщини та локальні дефекти шляхом заповнення ремонтними сумішами. За необхідності виконується механічне вирівнювання поверхні методом шліфування або фрезерування.

2. Ґрунтування поверхні. На підготовлену основу наноситься ґрунтовка глибокого проникнення (наприклад, Ceresit СТ 17) за допомогою валика або пензля. Час висихання ґрунтовки приймається відповідно до інструкції виробника і, як правило, становить 4-6 годин. Ґрунтування забезпечує підвищення адгезії ізоляційних матеріалів до бетонної основи та зменшує її водопоглинання.

3. Улаштування гідроізоляції. Гідроізоляційний шар виконується з поліетиленової плівки товщиною не менше 150 мкм, яка укладається по всій площі підлоги з нахльостом полотен не менше 100 мм. Плівка заводиться на стіни на висоту 100 мм, а стики герметизуються будівельною клейкою стрічкою для запобігання проникненню вологи.

4. Укладання теплоізоляційного шару. На гідроізоляцію укладаються пінополістирольні плити товщиною 30 мм з щільним приляганням одна до одної без зазорів. За наявності фольгованого шару він орієнтується догори. По периметру приміщення встановлюється демпферна стрічка, що компенсує температурні деформації цементно-піщаної стяжки.

5. Укладання армувальної сітки. Поверх теплоізоляційного шару монтується сталева армувальна сітка з осередком 50×50 мм. Сітка фіксується пластиковими кліпсами або спеціальними підставками, що забезпечує її правильне положення в тілі стяжки та підвищує жорсткість і тріщиностійкість конструкції.

6. Розкладка нагрівального кабелю. Нагрівальний кабель розкладається за схемою «змійка» або «спіраль» відповідно до теплотехнічного розрахунку. Відстань між паралельними нитками кабелю становить 100-120 мм, а відступ

від стін та стаціонарних конструкцій – не менше 100 мм. Кабель кріпиться до армувальної сітки пластиковими стяжками. Перехрещення, заломки та надмірне натягування кабелю не допускаються.

7. Монтаж температурного датчика. Температурний датчик розміщується у гофрованій трубці довжиною не менше 2 м. Кінець трубки встановлюється в зоні між двома витками кабелю, інший кінець під'єднується до терморегулятора, розміщеного на стіні. Перед заливанням стяжки виконується перевірка електричного опору та цілісності ізоляції системи.

8. Установлення маяків. Металеві маяки встановлюються на цементний розчин з кроком 1,2-1,5 м. По маяках виставляється проєктний рівень майбутньої стяжки. Контроль горизонтальності здійснюється за допомогою лазерного нівеліра або будівельного рівня.

9. Улаштування цементно-піщаної стяжки. Цементно-піщаний розчин готується з цементу М400, піску, води та пластифікатора. Розчин укладається між маяками з подальшим розрівнюванням правилом і ущільненням віброрейкою. Товщина стяжки над нагрівальним кабелем повинна становити не менше 50 мм, що забезпечує рівномірний розподіл тепла та захист нагрівальних елементів.

10. Догляд за стяжкою. Після укладання стяжка накривається поліетиленовою плівкою для запобігання передчасному висиханню. Витримка до повного набору міцності становить не менше 28 діб. У цей період вмикання системи теплої підлоги забороняється.

11. Підключення та пусконаладжувальні роботи. Після завершення витримки стяжки повторно перевіряється електричний опір нагрівального кабелю. Проводиться монтаж терморегуляторів у монтажні коробки та підключення системи до електромережі. Перший пуск теплої підлоги дозволяється не раніше ніж через 28 діб після влаштування стяжки. Роботи виконуються відповідно до вимог ДБН В.2.6-22-2001, ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 та чинних правил монтажу електричних систем.

4.2.4 Організаційні заходи

Ефективна організація виконання робіт з улаштування електричної теплої підлоги є невід'ємною складовою загального технологічного процесу та спрямована на забезпечення високої якості кінцевого результату за умови дотримання вимог безпеки праці, чинних будівельних норм і технологічної дисципліни. Основною метою організаційних заходів є створення умов для чіткої, безперервної та раціональної реалізації всіх етапів монтажу системи опалення з урахуванням просторово-технічних особливостей об'єкта, складу робіт та техніко-економічних обмежень.

Перед початком монтажних робіт виконується підготовка будівельного майданчика. Приміщення повністю очищується від будівельного сміття, сторонніх предметів і залишків матеріалів, що можуть перешкоджати виконанню робіт. Матеріали, вироби та комплектуючі завозяться на об'єкт згідно з графіком постачання та розміщуються у визначених зонах приміщення з дотриманням умов зберігання, рекомендованих виробниками. Забезпечується електроживлення напругою 220 В із наявністю захисного заземлення та пристроїв захисного вимкнення. У разі недостатнього природного освітлення організовується тимчасове робоче освітлення, що гарантує безпечне виконання монтажних операцій. Планування робіт здійснюється таким чином, щоб зберігався вільний доступ до дверних прорізів, вентиляційних каналів і електричних розеток.

Важливим елементом організаційних заходів є технічне забезпечення робіт. На об'єкті застосовуються виключно сертифіковані матеріали та системи, що мають відповідні паспорти якості та технічну документацію. Інструмент і механізми проходять попередню технічну перевірку перед початком робіт, особливо електроінструмент та обладнання, що контактує з теплоізоляційними матеріалами або електричними елементами системи. Монтажні роботи виконуються спеціалізованими бригадами, працівники яких проходять первинний інструктаж з охорони праці та працюють відповідно до

затверджених технологічних карт і календарних графіків під керівництвом майстра або виконроба.

Під час організації робочих зон у приміщенні чітко виділяються зони для складування матеріалів, підготовки розчинів та зберігання інструменту. Уся проєктна та технологічна документація (схеми укладання нагрівального кабелю, результати вимірювання опору, карти армування, інструкції з монтажу) розміщується на інформаційних стендах або щитах, доступних для ознайомлення всіма учасниками виробничого процесу. Ведеться журнал виконання робіт та журнал авторського нагляду відповідно до вимог [46].

Контроль якості здійснюється поетапно на всіх стадіях виконання робіт. Перед укладанням нагрівального кабелю перевіряється правильність монтажу теплоізоляційного шару, горизонтальність основи, щільність прилягання гідроізоляційної плівки та цілісність армувальної сітки. Розкладка кабелю виконується з дотриманням проєктного кроку між витками, без перехрещень і механічних пошкоджень. Температурний датчик встановлюється в гофрованій трубці, що забезпечує можливість його демонтажу та заміни у разі виходу з ладу. Перед улаштуванням цементно-піщаної стяжки обов'язково проводиться проміжний контроль – вимірювання електричного опору кабелю та перевірка працездатності датчика температури.

Графік виконання робіт розробляється з урахуванням технологічних характеристик застосованих матеріалів та нормативної тривалості набору міцності цементно-піщаної стяжки. Загальна тривалість робіт з улаштування електричної теплої підлоги, включно з періодом витримки стяжки, становить 34 календарні дні. Основні монтажні операції виконуються протягом перших п'яти діб, після чого передбачено технологічну перерву, необхідну для тверднення та висихання стяжки з дотриманням вимог технічного догляду [47].

Таким чином, правильно організовані організаційні заходи забезпечують безперервність і ритмічність монтажного процесу, зменшують кількість помилок та простоїв, сприяють підвищенню якості виконання робіт

і гарантують безпечні умови праці відповідно до чинного законодавства України у сфері будівництва.

4.2.5 Матеріально-технічне забезпечення

Для забезпечення належного виконання технологічного процесу з улаштування електричної теплої підлоги кабельного типу необхідно передбачити повний комплект матеріалів, виробів, інструментів і механізмів, що відповідають проєктним рішенням та вимогам чинних стандартів. Виходячи із загальної площі укладання 121,9 м², обсяги матеріально-технічних ресурсів визначені відповідно до діючих норм і технологічних карт, адаптованих до умов будівництва в Україні.

Основу матеріального забезпечення становить система нагрівальних кабелів, що укладаються по армувальній сітці на теплоізоляційний шар. Для утеплення застосовуються пінополістирольні плити товщиною 30 мм, які формують необхідний тепловий бар'єр між бетонною основою та нагрівальною системою, зменшуючи тепловтрати вниз. Поверх теплоізоляції укладається армувальна сітка зі сталевого дроту діаметром Ø3 мм з розміром чарунок 50 × 50 мм. Загальна площа сітки приймається не менше 125 м², що забезпечує технологічний запас для перекриття стиків і зручність монтажу.

Нагрівальні кабелі розраховані із середньою питомою потужністю 160 Вт/м², що відповідає вимогам до використання теплої підлоги як основного джерела тепlopостачання. Загальна встановлена потужність системи становить близько 19,5 кВт, що враховується при проєктуванні електроживлення та виборі захисної апаратури.

До складу електротехнічних компонентів системи входять температурні датчики у гофрованих трубках, електронні терморегулятори, монтажні коробки та з'єднувальні елементи. Для забезпечення електробезпеки передбачено заземлення системи, застосування пристроїв захисного вимкнення (УЗО), а також автоматичних вимикачів на силових лініях живлення.

Для улаштування цементно-піщаної стяжки товщиною 50 мм передбачено використання бетону класу В15. За площі 121,9 м² об'єм стяжки становить 6,10 м³. У разі застосування сухих будівельних сумішей орієнтовна витрата матеріалу складає близько 110 кг/м², що відповідає приблизно 13,41 т готової сухої суміші. З метою зменшення ризику утворення усадкових тріщин додатково передбачено використання армувального фіброволокна.

До допоміжних матеріалів, необхідних для виконання робіт, належать:

- гідроізоляційна поліетиленова плівка шириною 2,0 м і товщиною 150 мкм – загальною площею близько 130 м²;
- демпферна стрічка по периметру приміщень – орієнтовно 55 пог. м;
- будівельна ґрунтовка глибокого проникнення – близько 20 л.

Усі матеріали повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-145:2008, ДСТУ Б В.2.7-64-97 та супроводжуватися паспортами й сертифікатами якості.

Матеріально-технічне забезпечення також включає використання необхідного інструменту та обладнання, зокрема: лазерного рівня для контролю горизонтальності, будівельного міксера, ємностей для приготування розчинів, ручного вібратора або віброрейки, правила, ножиць по металу, перфоратора, шуруповерта, інфрачервоного термометра, тестера електричного опору та, за наявності, тепловізійної (ІЧ) камери. Усі інструменти підлягають обов'язковій перевірці перед початком робіт, а електроінструмент – додатковому контролю справності кабелів живлення та ізоляції.

Забезпечення безперервного та ефективного монтажного процесу передбачає своєчасну доставку матеріалів на будівельний майданчик відповідно до графіка виконання робіт. Приймання матеріалів здійснюється з перевіркою кількості та якості за актами приймання-передачі, а складські запаси контролюються відповідно до затвердженого плану використання.

Таким чином, комплексне та своєчасне матеріально-технічне забезпечення є ключовою умовою виконання робіт у встановлені строки з дотриманням вимог якості, безпеки та чинних будівельних норм. Воно

створює основу для стабільної реалізації проєктних рішень без ризиків технологічних порушень або простоїв.

4.2.6 Калькуляція матеріалів і витрат

Розрахунок кількості основних матеріалів і пов'язаних з ними витрат на улаштування системи електричної теплої підлоги кабельного типу виконано на підставі загальної площі укладання 121,9 м². Калькуляція здійснена відповідно до чинних нормативів витрат матеріалів, адаптованих до умов будівництва в Україні, з урахуванням технологічних втрат, відходів та коефіцієнтів запасу, що забезпечують безперервність виконання робіт і компенсацію можливих похибок монтажу [48-50].

Найбільш матеріаломістким етапом технологічного процесу є улаштування цементно-піщаної стяжки товщиною 50 мм, яка виконується поверх нагрівального кабелю та слугує теплорозподільним і захисним шаром. За заданої площі підлоги необхідний об'єм стяжки становить приблизно 6,10 м³ бетонної суміші класу В15. У разі застосування готових сухих сумішей для влаштування стяжки середня витрата матеріалу складає близько 110 кг/м², що відповідає загальній масі приблизно 13,41 т, або орієнтовно 536 мішків по 25 кг.

Для захисту теплоізоляційного шару та нагрівальних елементів від впливу вологи передбачено улаштування гідроізоляції з поліетиленової плівки товщиною 150 мкм, яка укладається суцільним шаром з нахлестом полотен не менше 100 мм. Загальна потреба в плівці становить близько 130 м². Для компенсації температурних деформацій стяжки по периметру приміщень встановлюється демпферна стрічка товщиною 8–10 мм, загальною довжиною приблизно 55 погонних метрів.

Теплоізоляційний шар виконується з пінополістирольних плит товщиною 30 мм, які укладаються суцільно на площу 121,9 м². Для армування цементно-піщаної стяжки застосовується металева сітка зі сталевого дроту Ø3

мм з розміром чарунок 50×50 мм. З урахуванням нахлестів і стиків загальна площа армування приймається близько 125 м^2 .

Монтаж системи електричного обігріву передбачає укладання нагрівального кабелю з питомою потужністю 160 Вт/м^2 . Для заданої площі підлоги сумарна встановлена потужність системи становить $19,5 \text{ кВт}$, що враховується під час вибору елементів електроживлення та захисту. До комплекту постачання входять терморегулятори, температурні датчики у гофрованих трубках, монтажні елементи та технічна документація виробника.

Для підключення системи до електричної мережі передбачається встановлення окремого автоматичного вимикача типу С16, пристрою захисного вимкнення (УЗО) з номінальним струмом 25 А , а також прокладання мідного кабелю ВВГнг-Лs $3 \times 2,5 \text{ мм}^2$ орієнтовною довжиною близько 30 м .

До витрат допоміжних матеріалів належать:

- ґрунтовка глибокого проникнення – орієнтовно 20 л ;
- армувальне фіброволокно – близько 3 кг (за дозуванням $0,25 \text{ кг/м}^3$ розчину);
- монтажні елементи (дюбелі, шурупи, пластикові кліпси) – приблизно 2 мішки.

Узагальнені результати розрахунку кількості матеріалів і витрат наведено у таблиці 4.3, яка дозволяє здійснити подальший аналіз матеріаломісткості робіт, формування кошторисної вартості та планування постачання ресурсів на будівельний майданчик.

Таблиця 4.3 – Витрати матеріалів

№	Найменування	Одиниця	Кількість
1	2	3	4
1	Утеплювач (пінополістирол, 30 мм)	м^2	121,9
2	Гідроізоляційна плівка (150 мкм)	м^2	130,0
3	Демпферна стрічка	м.п.	55,0
4	Армуюча сітка $\text{Ø}3 \text{ мм}$	м^2	125,0
5	Нагрівальний кабель (160 Вт/м^2)	кВт	19,5

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4
6	Цементно-піщана суміш	кг	13 410
7	Терморегулятор з датчиком	комплект	1
8	Фіброволокно	кг	3,0
9	Ґрунтовка глибокого проникнення	л	20,0
10	Електрокомплект (УЗО, автомат, кабель)	комплект	1
11	Кріплення (шурупи, кліпси тощо)	мішок	2

Таким чином, здійснений розрахунок дозволяє обґрунтовано сформулювати заявку на постачання матеріалів, розрахувати логістику доставки та підготувати об'єкт до монтажу без ризиків затримки чи дефіциту ресурсів. Усі розрахунки є актуальними для об'єкта з площею системи теплої підлоги 121,9 м².

4.2.7 Контроль якості виконання робіт

Забезпечення високої якості монтажу системи електричної теплої підлоги потребує системного та поетапного контролю на всіх стадіях технологічного процесу. Контроль якості здійснюється відповідно до вимог ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013 та інших чинних нормативно-технічних документів. Основною метою контролю є своєчасне виявлення відхилень від проектних рішень, попередження дефектів і забезпечення надійної та безпечної експлуатації системи опалення.

Перед початком монтажних робіт виконується вхідний контроль матеріалів і виробів, який передбачає перевірку їх відповідності проектно-кошторисній документації. Особлива увага приділяється технічним характеристикам нагрівального кабелю, терморегуляторів, температурних датчиків, теплоізоляційних матеріалів, армувальної сітки та сумішей для цементно-піщаної стяжки. Усі матеріали повинні мати сертифікати відповідності, маркування та технічні паспорти.

Після підготовки основи здійснюється візуальний та інструментальний контроль рівності поверхні, відсутності тріщин, деформацій і забруднень.

Перед укладанням гідроізоляційної плівки перевіряється герметичність стиків і дотримання нормативного перекриття полотен. Монтаж теплоізоляційного шару та армувальної сітки контролюється щодо щільності прилягання, правильності розташування та відсутності зазорів і зміщень.

У процесі укладання нагрівального кабелю контролюються крок між витками, цілісність захисної оболонки, відсутність перехрещень, перегинів і механічних пошкоджень. Після завершення укладання виконується первинне вимірювання електричного опору та опору ізоляції, результати якого фіксуються у журналі виконаних робіт та журналі авторського нагляду. Допустиме відхилення вимірних значень від паспортних даних не повинно перевищувати $\pm 5\%$.

Температурний датчик встановлюється в гофрованій трубці, що забезпечує можливість його заміни без демонтажу конструкції. Після монтажу маяків перевіряється правильність їх розташування та горизонтальність площини майбутньої стяжки. Перед улаштуванням цементно-піщаної стяжки обов'язково проводиться повторний контроль електричних параметрів системи.

Після заливання стяжки здійснюється візуальний контроль якості поверхні на предмет однорідності, відсутності тріщин, пустот і локальних просідань. У період тверднення контролюється дотримання температурно-вологісного режиму, не допускається пересихання або промерзання стяжки. Усі контрольні операції реєструються в журналі виконаних робіт.

Після завершення нормативного терміну тверднення (не менше 28 діб) виконується пробний пуск системи з перевіркою стабільності температурного режиму на поверхні підлоги. У разі виявлення нерівномірного прогріву проводиться діагностика по зонах із застосуванням інфрачервоного термометра або тепловізійної камери.

Таким чином, поетапний контроль якості забезпечує відповідність виконаних робіт проектним рішенням, вимогам нормативів безпеки та

експлуатаційної надійності, що гарантує довговічну й енергоефективну роботу системи електричної теплої підлоги.

4.2.8 Охорона праці та безпека під час виконання робіт

Питання охорони праці та виробничої безпеки під час монтажу електричної теплої підлоги мають підвищене значення у зв'язку з поєднанням будівельних, електромонтажних і оздоблювальних робіт. Виконання технологічних операцій супроводжується використанням електроінструменту, монтажем силових кабелів, роботою з цементними сумішами та перебуванням у закритих приміщеннях. Основною метою заходів з охорони праці є створення безпечних умов праці, запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням.

Організація робіт здійснюється відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці» та стандарту ДСТУ ISO 45001:2019. До початку виконання робіт усі працівники проходять вступний та первинний інструктажі з охорони праці з обов'язковою реєстрацією у відповідних журналах [30, 41]. До виконання робіт допускаються особи, які пройшли медичний огляд і забезпечені необхідними засобами індивідуального захисту.

На будівельному об'єкті повинні використовуватися лише справні електроінструменти, що мають заземлення та захист від короткого замикання через пристрої захисного вимкнення (УЗО). Монтаж електричних кабелів дозволяється виконувати працівникам з групою допуску з електробезпеки не нижче II відповідно до Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Перед початком робіт перевіряється цілісність ізоляції та відсутність механічних пошкоджень кабелів [42].

Під час виконання бетонних і підготовчих робіт обов'язковим є використання захисного одягу, гумових рукавиць, захисних окулярів і респіратора, особливо при роботі з сухими сумішами. Під час ручного замішування розчинів необхідно уникати вдихання цементного пилу та

прямого контакту шкіри з цементом, який має лужну реакцію та може спричиняти хімічні опіки.

Робочі зони повинні бути добре освітлені, мати належну вентиляцію, рівну та неслизьку поверхню підлоги, а також вільний доступ до евакуаційних виходів. Забороняється зберігання електричних кабелів і нагрівальних елементів у місцях контакту з водою або вологою основою.

Категорично забороняється вмикати систему електричної теплої підлоги під напругою до повного завершення монтажних робіт та набору міцності цементно-піщаної стяжки. Пуск системи дозволяється лише після завершення контрольних перевірок та відповідно до вимог нормативних документів [42].

Контроль за дотриманням вимог охорони праці покладається на відповідальну особу, призначену наказом по об'єкту. Усі порушення фіксуються у журналі щоденного технічного нагляду з подальшим усуненням виявлених недоліків [41].

Таким чином, дотримання вимог охорони праці та безпеки під час виконання робіт забезпечує захист здоров'я працівників, зменшує ризик аварійних ситуацій і є важливою умовою надійної, безпечної та довготривалої експлуатації системи електричної теплої підлоги.

Висновки за розділом 4

У даному розділі МКР розроблено та обґрунтовано основні рішення генерального плану, об'ємно-планувальні, архітектурно-конструктивні й інженерно-технологічні рішення будівництва індивідуального житлового будинку для проживання сім'ї з 4-5 осіб. Запроектовано забудову земельної ділянки площею 0,1505 га з урахуванням вимог благоустрою, інсоляції, рельєфу та кліматичних умов. Будівля виконана за безкаркасною конструктивною схемою з цегляними несучими стінами, монолітними стрічковими фундаментами, утепленими зовнішніми огорожувальними

конструкціями та скатною покрівлею з металочерепиці, що забезпечує її надійність, довговічність і енергоефективність.

Також у розділі опрацьовано повний технологічний цикл улаштування системи електричної теплої підлоги загальною площею 121,9 м², включно з визначенням обсягів робіт, матеріально-технічного забезпечення, контролю якості та заходів з охорони праці. Обґрунтований вибір нагрівального кабелю питомою потужністю 160 Вт/м², теплоізоляційних і конструктивних матеріалів забезпечує комфортний тепловий режим і надійну експлуатацію системи. Розроблена технологічна карта дозволяє раціонально організувати монтажні роботи, мінімізувати технологічні ризики та гарантувати безпечні умови праці відповідно до чинних нормативних вимог.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Кошторисна вартість і документація

В даному розділі виконуємо техніко-економічне обґрунтування [50] застосування хімічних модифікаторів, полімерних добавок та волокон при влаштуванні цементних стяжок:

1 варіант – Введення алюмінійвмісних добавок – 1,0 % $Al(OH)_3$ (108 грн/кг) забезпечує зростання міцності на стиск до 26 МПа у віці 28 діб, що на 30 % вище порівняно зі звичайною стяжкою.

2 варіант – Полімерні модифікатори: метилцелюлоза-МЦ (840 грн/кг), редисперговані полімерні порошки-РПП (120 грн/кг), збільшення дозування МЦ (метилцелюлоза) до 0,4 % та РПП (редисперговані порошки) до 0,5 % піднімає водоутримання до 99,1 %, практично усуваючи розшаровуваність.

3 варіант – Додавання 0,6-1,0 кг поліпропіленової фібри (198 грн/кг) на 1 м^3 забезпечує:

- зменшення ширини усадочних тріщин на 60 %,
- перерозподіл напружень через волокна та стримування розвитку мікротріщин.

На основі даних, що ціна звичайного цементного розчину для підлоги 3376,43 грн/м³, перерахуємо вартість трьох варіантів:

Варіант 1 – $Al(OH)_3$, 1% маса $Al(OH)_3$, $1 = 350 \times 0,01 = 3,5 \text{ кг} \rightarrow$ вартість = $3,5 \times 108 = 378,00$ грн.

Отже, початкова вартість = $3376,43 + 378,00 = 3754,43$ грн/м³.

Варіант 2 – МЦ 0,4% + РПП 0,5%.

МЦ маса = 1,4 кг \rightarrow вартість = $1,4 \times 840 = 1\,176,00$ грн.

РПП маса = 1,75 кг \rightarrow вартість = $1,75 \times 120 = 210,00$ грн.

Отже, початкова вартість = $3376,43 + 1176 + 210 = 4762,43$ грн/м³.

Варіант 3 – ПП-фібра 0,8 кг (середній варіант серед 0,6-1,0)
вартість = $0,8 \times 198 = 158,40$ грн.

Отже, початкова вартість = $3376,43 + 158,40 = 3534,83$ грн/м³.

Для кожної вріанту складений локальний кошторис у відповідності до КНУ Настанова з визначення вартості будівництва за допомогою кошторисної програми Будівельні технології (таблиця 5.1-5.3).

Локальний кошторис складається в поточних цінах на трудові і матеріально-технічні ресурси. В локальному кошторисі визначено кошторисну вартість робіт, яка містить в собі прямі та загальновиробничі витрати.

Прямі витрати враховують заробітну плату робітників, вартість експлуатації будівельних машин і механізмів, вартість матеріалів, виробів і конструкцій. Загальновиробничі витрати будівельно-монтажної організації входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Для розрахунку загальновиробничі витрати групуються в три блоки:

- а) засоби на заробітну плату робітників;
- б) відрахування на соціальні заходи;
- в) інші статті загально - виробничих витрат.

Будівельні Технології: Кошторис 8.5 Онлайн

_лк 02-005-002

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	КБМ203-1080	Підіймачі щоглові будівельні, вантажопідйомність 0,5 т	маш.год	0.93	108.01	108.01	100.45		100.45		
				0.93		91.91			85.48	1.1100	1.0323
	КБМ270-116	Вібратори поверхневі	маш.год	4.42	4.91		21.70				
				4.42							
	С142-10-2	Вода	м3	3.85	32.12000		123.66				
				3.85							
	С1425-11685	Розчин готовий з введенням алюмінійвмісних добавок	м3	2.04	3754.43		7659.04				
				2.04							
	Разом прямих витрат по кошторису						10967	3063	100		42.50
									85		1.03
	Разом прямі витрати					грн.	10967				
	в тому числі:										
	вартість матеріалів, виробів і комплектів					грн.	7804				
	вартість ЕММ					грн.	100				
	в т.ч. заробітна плата в ЕММ					грн.		85			
	заробітна плата робітників					грн.		3063			
	всього заробітна плата					грн.		3148			
	Загальновиробничі витрати					грн.	1863				
	трудоємність в загальновиробничих витратах					люд-г					5.22
	заробітна плата в загальновиробничих витратах					грн.		650			
	Всього по кошторису					грн.	12830				
	Кошторисна трудоємність					люд-г					48.75
	Кошторисна заробітна плата					грн.		3798			

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірів

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

(найменування об'єкта будівництва)

Таблиця 5.2 – Локальний кошторисний розрахунок на будівельні роботи № 02

на

Варіант 2. підлоги

(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

ОСНОВА:

креслення(специфікації)№

Кошторисна вартість	14.887 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	0.04875 тис. люд.-год
Кошторисна заробітна плата	3.798 тис. грн.
Середній розряд робіт	3.1 розряд

Складений в поточних цінах станом на 2025 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не зайнятих обслуговуванням машин	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	тих, що обслуговують машини	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КБ11-15-3	Улаштування покриттів цементних товщиною 20 мм	100 м2 покриття	1.0	13023.73	100.45	13024	3063	100	42.5000	42.50
					3062.55	85.48					
		ТСО-3-1	Витрати труда робітників-будівельників розряду 3,1	люд-год	42.5	72.06		3062.55	3062.55		
				42.5							

Будівельні Технології: Кошторис 8.5 Онлайн

_лк 02-005-003

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	КБМ203-1080	Підіймачі щоглові будівельні, вантажопідйомність 0,5 т	маш.год	0.93	108.01	108.01	100.45		100.45		
				0.93		91.91			85.48	1.1100	1.0323
	КБМ270-116	Вібратори поверхневі	маш.год	4.42	4.91		21.70				
				4.42							
	С142-10-2	Вода	м3	3.85	32.12000		123.66				
				3.85							
	С1425-11685	Розчин готовий з полімерними модифікаторами	м3	2.04	4762.43		9715.36				
				2.04							
		Разом прямих витрат по кошторису					13024	3063	100		42.50
									85		1.03
		Разом прямі витрати				грн.	13024				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів і комплектів				грн.	9861				
		вартість ЕММ				грн.	100				
		в т.ч. заробітна плата в ЕММ				грн.		85			
		заробітна плата робітників				грн.		3063			
		всього заробітна плата				грн.		3148			
		Загальновиробничі витрати				грн.	1863				
		трудоємність в загальновиробничих витратах				люд-г					5.22
		заробітна плата в загальновиробничих витратах				грн.		650			
		Всього по кошторису				грн.	14887				
		Кошторисна трудоємність				люд-г					48.75
		Кошторисна заробітна плата				грн.		3798			

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Будівельні Технології: Кошторис 8.5 Онлайн

лк 02-005-004

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	КБМ203-1080	Підіймачі щоглові будівельні, вантажопідйомність 0,5 т	маш.год	0.93	108.01	108.01	100.45		100.45		
				0.93		91.91			85.48	1.1100	1.0323
	КБМ270-116	Вібратори поверхневі	маш.год	4.42	4.91		21.70				
				4.42							
	С142-10-2	Вода	м3	3.85	32.12000		123.66				
				3.85							
	С1425-11685	Розчин готовий з додаванням поліпропіленової фібри	м3	2.04	3534.83		7211.05				
				2.04							
		Разом прямих витрат по кошторису					10519	3063	100		42.50
									85		1.03
		Разом прямі витрати				грн.	10519				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів і комплектів				грн.	7356				
		вартість ЕММ				грн.	100				
		в т.ч. заробітна плата в ЕММ				грн.		85			
		заробітна плата робітників				грн.		3063			
		всього заробітна плата				грн.		3148			
		Загальновиробничі витрати				грн.	1863				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах				люд-г					5.22
		заробітна плата в загальновиробничих витратах				грн.		650			
		Всього по кошторису				грн.	12382				
		Кошторисна трудомісткість				люд-г					48.75
		Кошторисна заробітна плата				грн.		3798			

Склав

Перевірив

5.2 Врахування експлуатаційних витрат

Прораховуємо на 30 років витрати, без дисконтування витрат:

- Дрібні ремонти $1\% \times 3376,43 = 33,7643$ грн/рік.
- Капремонт 1 раз на 30 років $= 50\% \times 3376,43 = 1\,688,215$ грн.

Стандартна стяжка:

- Початкова вартість влаштування: 3376,43 грн.
- Дрібні ремонти (30 річ): $33,7643 \times 30 = 1\,012,93$ грн.
- Капремонт(и): 1 688,215грн (в 15 р.)

Сумарно за 30 р: $\approx 6\,077,57$ грн/м³

Варіант 1 (Al(OH)₃):

- Початкова вартість влаштування: 3 754,43 грн.
- Дрібні ремонти: $0,7 \times 33,7643 \times 30 = 708,99$ грн (зниження дрібних на 30 %).
- Капремонт: відкладено на кінець (припущення) – $50\% \times$ початкова вартість на момент капремонту $\rightarrow 0,5 \times 3\,754,43 = 877,215$ (в рік 30).

Сумарно: $\approx 6\,340,70$ грн/м³.

Варіант 2 (полімери):

- Початкова вартість влаштування: 4 762,43 грн.
- Дрібні ремонти: $0,2 \times 33,7643 \times 30 = 202,58$ грн(80% зниження).
- Капремонт: 0 (припущення: немає капремонту в 30 років).

Сумарно: $\approx 4\,965,02$ грн/м³.

Варіант 3 (фібра)

- Початкова вартість влаштування: 3 534,83 грн.
- Дрібні ремонти: $0,4 \times 33,7643 \times 30 = 405,17$ (60% зниження).
- Капремонт: один капремонт через 15 років, але коштує 40% від стандартного капремонту (через зменшення пошкоджень) $\rightarrow 0,4 \times 1\,688,215 = 675,286$ грн.

Сумарно: $\approx 4\,615,29$ грн/м³.

В підсумковій таблиці 5.4 зведені усі значення в грн/м³ на період 30-річний горизонт, без дисконтування.

Таблиця 5.4 – Підсумкові витрати

Варіант	Початкова, грн	Дрібні (30 р), грн	Капремонти, грн	Сумарно за 30 р, грн
Стандарт	3376,43	1012,93	1688,22	6077,57
Варіант 1 (Al(OH) ₃)	3754,43	3754,43	1877,22	6340
Варіант 2 (полімери)	4762,43	4762,43	0	4965,02
Варіант 3 (фібра)	3534,83	3534,83	675,29	4615,29

5.3 Розрахунку терміну окупності

Варіант 3 (поліпропіленова фібра) дає найкращий економічний результат (таблиця 5.4) у розрахунку на 30 років: 4 615,29 грн/м³, що на $\approx 1\,462,28$ грн/м³ ($\approx 24\%$) дешевше за стандарт (6 077,57) за рахунок низької додаткової початкової вартості, зниженні дрібних ремонтів і значне зменшення вартості капремонтів (60% менше робіт/пошкоджень).

Період окупності додаткових витрат (порівняно зі стандартом): додатковна початкова вартість – 158,40 грн;

- середня щорічна економія $\approx (6077,57 - 4615,29)/30 \approx 48,6$ грн/рік;
- простий термін окупності $T \approx 3,25$ року.

Варіант 2 (полімери МЦ+РПП) забезпечує суттєве зниження приведених витрат ($\approx 4\,965,02$ грн/м³) – на $\approx 1\,112,55$ грн/м³ ($\approx 18,3\%$) нижче за стандарт.

Однак початкова вартість дуже велика (+1 386 грн/м³ над стандартом), тому простий період окупності для тієї лише економії на ремонтах дуже довгий (≈ 37 років при простому підході).

Водночас полімерний варіант практично усуває ризик розшарувань і дефектів укладання, що для критичних об'єктів (супермаркети, лабораторії, виробництва) може бути вирішальною умовою.

Висновки до розділу 5

Виконано техніко-економічне обґрунтування застосування хімічних модифікаторів, полімерних добавок та волокон при влаштуванні цементних стяжок. Для кожного варіанту порахована собівартість виготовлення і порівняна із звичайним розчином цементної стяжки. Визначена кошторисна вартість влаштування підлоги 100 м² з використанням цих варіантів в локальних кошторисіх:

Варіант 1 (добавки з активним Al₂O₃): 12,830 тис. грн.

Варіант 2 (полімерні добавки): 14,887 тис. грн.

Варіант 3 (фіброволокно поліпропіленове): 12,383 тис. грн.

Пораховані приведені витрати з урахування експлуатації протягом 30 років:

- Стандарт: 6077,57 грн/м³.

- Варіант 1 (Al₂O₃): 6340,70 грн/м³.

- Варіант 2 (полімерні добавки): 4965,02 грн/м³.

- Варіант 3 (фіброволокно полімерне): 4615,29 грн/м³.

Найбільш економічно ефективний варіант за життєвим циклом є використання поліпропіленової фібри.

Поліпропіленова фібра – найкраще рішення: низька початкова ціна та найнижчі сумарні витрати.

Полімерні добавки забезпечують високу якість та мінімізують ризики дефектів – доцільно для критичних об'єктів.

Алюмінійвмісні добавки доцільні там, де потрібна підвищена міцність або можна зменшити товщину стяжки.

ВИСНОВКИ

1. Модифікування цементних стяжок за допомогою хімічних активаторів, полімерних добавок і дисперсних волокон суттєво підвищує їх експлуатаційну надійність у житловому будівництві:

- Міцність цементного каменю збільшується на 20-35 % завдяки введенню алюмінієвмісних добавок ($\text{Al}(\text{OH})_3$ та $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) у вигляді механічно активованої золи-винесення ТЕС, що забезпечує щільнішу мікроструктуру та прискорену гідратацію.

- Водоутримання суміші зростає до 98-99 % при використанні МЦ та РПП, що мінімізує розшаровуваність (0,1 %) та покращує рівномірність гідратації.

- Адгезія стяжки до основи збільшується у 1,5-2,3 рази, що забезпечує стабільну роботу конструкції під дією експлуатаційних навантажень і в системах «тепла підлога».

- Дисперсне армування волокнами підвищує тріщиностійкість на 40-60%, зменшує ширину та кількість усадочних тріщин і покращує деформаційну стійкість.

- Пористість цементної матриці зменшується на 10-18 %, зменшується кількість макропор, а морозостійкість зростає від F25 до F75.

- Модифіковані стяжки демонструють кращу довговічність, підвищену стійкість до механічних впливів та придатність для сучасних багатошарових підлогових систем.

2. $\text{Al}(\text{OH})_3$ та $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ можуть бути отримані з накопичених відходів енергетичної та металургійної промисловості – зокрема, з летючої золи ТЕС, доменних шлаків та бокситових шлаків завдяки лужному вилуговуванню та подальшій термо- та механічній активації. Таким чином досягається додатковий екологічний ефект – утилізація техногенних відходів.

3. Будівництво запроєктовано в с. Якушинці Вінницької обл. (кліматичний район I) на ділянці площею 0,1505 га, площа забудови –

179,78 м² (додатково є гараж – 56,5 м²), фасад орієнтовано на південь. Будинок має 2 поверхи з мансардою та цоколем, Г-подібний, розмірами 12,32×18,85 м, висотою 7,83 м, $h_{\text{поверху}} = 2,92$ м; загальна площа 303,14 м². Конструктивна схема безкаркасна; фундаменти монолітні з/б стрічкові, на відмітках -1,95...-3,35 м. Стіни цеглі товщиною 380 мм, утеплені мінеральною ватою. Перекриття – пустотні плити 5,8/6,8 м з опиранням 120-200 мм; дах багатоскатний (45°/27,3°/40,7°), покриття із металочерепиці. Запроектована тепла підлога площею 121,9 м² на цокольному та першому поверхах, термін робіт по влаштуванню із витримкою стяжки – 34 дні.

4. За результатами техніко-економічної оцінки встановлено, що використання поліпропіленової фібри дозволяє знизити приведені витрати за життєвий цикл на ≈ 24 % (з 6077,6 до 4615,3 грн/м³) порівняно зі стандартною цементною стяжкою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Миколок М. М., Маєвська І. В. Шляхи підвищення експлуатаційних характеристик цементних стяжок підлог житлових будівель. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність в галузях економіки України-2025», Вінниця, Вінницький національний технічний університет, 19.11.2025 – 21.11.2025 р. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2025/paper/viewFile/26354/21739>
2. Семко В. О., Пашинський М. В. Архітектура будівель і споруд. Архітектурні конструкції малоповерхових цивільних будівель : навч. посіб. Кропивницький : ЦНТУ, 2020. 185 с.
3. Види цементних стяжок: переваги та недоліки. URL: <https://www.kirpich.net/ua/vydy-tsementnykh-styazhok>
4. Стяжка підлоги: види і методи виконання. Новий Дім. URL: <https://novii-dom.com.ua/blog-ua/stiazhka-pidlohy-vydy-imetody-vykonannia>
5. Тертичний А. А. Стяжки групи СТ-2 (роздільний шар в цивільному будівництві): дис. ... канд. техн. наук. Одеса: ОДАБА, 2020. 176 с. URL: https://odaba.edu.ua/upload/files/Disertatsiya_Tertichnogo.pdf
6. Radulović R., Pasternak H., Ilić M., Zdravković A. Properties of Fine-Grained Cement Composites and Screeds. Applied Sciences. 2024. Vol. 14, No. 7, 2791. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/7/2791>
7. Polozhiy K. Low Cost Cement Floor Screed. Materials Science Forum. 2015. Vol. 824. P. 77–82. URL: <https://www.scientific.net/MSF.824.77>
8. Jevtić D., Radonjanin V. The properties of the cement screeds with addition of polypropylene fibres and shrinkage-reducing admixture. Journal of Applied Engineering Science. 2016. URL: https://www.researchgate.net/publication/304807888_The_properties_of_the_cement_screeds_with_the_addition_of_polypropylene_fibres_and_the_shrinkage-reducing_admixture
9. Дворкін Л.Й., Мироненко А.В. Будівельні матеріали та вироби із

застосуванням промислових відходів: навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2019. 298 с.

10. Дворкін Л.Й., Житковський В.В., Марчук В.В. Ефективні сухі будівельні суміші та розчини на їх основі: монографія. Київ : Каравела, 2024. 348 с.

11. Kılıç F. M., Arel H. Ş. Comparison of mechanical and physical properties of screed with and without expanded EPS particles. International Journal of Engineering Sciences and Research Technology. 2022. URL: <https://dergipark.org.tr/en/download/articlefile/2432434>

12. Juradin S., Jurišić D., Radić J. Cotton knitted fabric waste as reinforcement in cement screed. Applied Civil Engineering and Architecture. 2024. URL: <https://ojs.srce.hr/index.php/acae/article/download/27921/15386>

13. Hwalla J., Khatib J., Baalbaki O. Durability assessment of geopolymeric and cementitious screed composites. Case Studies in Construction Materials. 2024. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710224006053>

14. Тертичний А. А., Шинкевич О. С. Аналіз структури і властивостей модифікованих розчинів із застосуванням експериментально-статистичного моделювання. Мат. міжн. сем. Одеса, 2019. С. 175-179.

15. Кропивницька Т. П. Мезоструктура та міцність модифікованих будівельних розчинів. Науковий вісник НЛТУ України, 2012. Вип. 22.3. С. 123-127.

16. СЕМ І 42,5 R ПЦ І-500Р. URL: <https://surl.li/uoayjq>

17. ДСТУ Б EN 197-1:2015 (EN 197-1:2011, IDT). Цемент. Частина 1. Склад, технічні умови та критерії відповідності для звичайних цементів. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. К.: Мінрегіон України, 2016. 59 с.

18. ДСТУ Б В.2.7-32-95. Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови. [Чинний від 1996-01-01]. Вид. офіц. К.: Держкомстандарт України, 1996. 20 с.

19. ДСТУ Б В.2.7-273:2011 Будівельні матеріали. Вода для бетонів і розчинів. Технічні умови. [Чинний від 2012-12-01]. Вид. офіц. К.: ДП

«НДІБМВ», 2011. 20 с.

20. ДСТУ EN 934-2:2019. Добавки для бетонів і будівельних розчинів. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. оф. К: ДП «УкрНДНЦ», 2020. 38 с.

21. ДСТУ Б В.2.7-205:2009. Будівельні матеріали. Золи-виносу теплових електростанцій для бетонів. Технічні умови. [Чинний від 2010-09-01]. Вид. оф. К.: Мінрегіон України, 2016. 49 с.

22. ДСТУ EN 14889-2:2022. Фібра для бетону. Частина 2. Фібра полімерна. Визначення, вимоги та оцінка відповідності (EN 14889-2:2006, I). [Чинний від 2024-08-01]. Вид. оф. К: ДП «УкрНДНЦ», 2024. 28 с.

23. ДСТУ Б В.2.7-239:2010. Розчини будівельні. Методи випробувань. [Чинний від 2011-08-01]. Вид. офіц. К: Мінрегіонбуд України, 2010. 11 с.

24. ДСТУ EN 13813:2019. Матеріал штукатурний та стяжка для підлоги. Властивості та вимоги (EN 13813:2002, IDT). [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. К: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 21 с.

25. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 123 с.

26. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 26 с.

27. ДБН В.1.2.-2:2006. Навантаження і впливи. [Чинний від 2007-01-01]. К. : Мінбуд України, 2006. 71 с.

28. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво в сейсмічних районах України. [Чинний від 2014-10-01]. К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства, 2014. 116 с.

29. ДСТУ 8855:2019. Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності). [Чинний від 2019-12-01]. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 16 с.

30. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-06-01]. К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. 38 с.

31. ДБН 2.2-12:2019. Планування і забудова територій. [Чинний від

2019-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 185 с.

32. ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту. [Чинний від 2023-01-11]. Вид. офіц. Київ : Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023. 123 с.

33. ДБН В.2.2-15-2019. Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2019-12-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. 42 с.

34. ДСТУ Б В.2.6-23:2009. Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Загальні технічні умови. [Чинний від 01-08-2009]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 31 с.

35. Інноваційні технології в області теплих підлог. URL: <https://ecopol.com.ua/blog/innovacijni-texnologii-v-oblasti-teplix-pidlog>

36. Монтаж електричної теплої підлоги під плитку. URL: <https://sanpol.ua/ua/library/ob-otoplenii-i-vodosnabjenii/montaj-elektricheskogo-teplogo-pola-pod-plitku/>

37. Монтаж електричної теплої підлоги. URL: <https://bud-info.net.ua/remont/tepla-pidloha/montazh-elektrychnoji-teploji-pidlohy/>

38. Технічний посібник «Влаштування стяжок із системою підігріву та основ під укладання підлогових покриттів». URL: <https://surli.cc/hrplqg>

39. ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016. Настанова з виконання робіт із застосуванням сухих будівельних сумішей. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 47 с.

40. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3113373519350597353

41. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.

42. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

43. Монтаж та укладання теплої підлоги. Покрокова інструкція. URL: <https://gaston.com.ua/ua/blog/pro-teplje-polj/montaz-i-ukladka-teplogo-pola--posagovaja-instrukcija->

44. Технологічна карта на монтаж електричної теплої підлоги. URL: <https://isc.smartom.pro/tehnologichni-kartki/vnutrishni-roboty/tehnologichna-karta-na-montazh-elektrychnoyi-teployi-pidlogy/>

45. Технологічна карта на влаштування підлоги. URL: <https://ferozit.ua/wp-content/uploads/2018/02/PIDLOGY-FEROZIT-2019.pdf>

46. ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013. Настанова щодо проведення робіт з улаштування ізоляційних, оздоблювальних, захисних покриттів стін, підлог і покрівель будівель і споруд. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_n_b_a_3_1_23/5-1-0-1160

47. Білецький А. А., Клімов С. В., Ольховик О. І., Рощик І. А. Організація і технологія будівельних робіт. Практикум : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2019. 93 с.

48. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Підлоги (Збірник 11). [Чинний від 2023-02-22]. Вид. офіц. Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. 60 с.

49. ДСТУ Б Д 1.1.1-2013. Правила визначення вартості будівництва. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 97 с

50. Лялюк О.Г., Маєвська І.В. Техніко-економічне обґрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах будівельних спеціальностей : навчальний посібник. Вінниця : ВДТУ, 2003. 84 с.

ДОДАТКИ

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Підвищення експлуатаційних характеристик цементних стяжок підлог житлових будівель

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота

(бакалаврська кваліфікаційна робота / магістерська кваліфікаційна робота)

Підрозділ БМГА, ФБЦЕІ, гр. 1Б-24м

(кафедра, факультет, навчальна група)

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі системою StrikePlagiarism (КПІ) 10,24 %

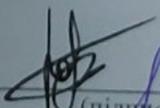
Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

- Запозичення, виявлені у роботі, є законними і не містять ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийняти до захисту
- У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.
- У роботі виявлено ознаки академічного плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень. Робота до захисту не приймається.

Експертна комісія:

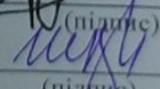
Бікс Ю.С., доцент кафедри БМГА

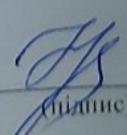
(прізвище, ініціали, посада)


(підпис)

Швець В.В., завідувач кафедри БМГА

(прізвище, ініціали, посада)


(підпис)

Особа, відповідальна за перевірку 

(підпис)

Блащук Н.В.
(прізвище, ініціали)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

Керівник 
(підпис)

Маєвська І.В., доцент кафедри БМГА
(прізвище, ініціали, посада)

Здобувач 
(підпис)

Миколок В.В.
(прізвище, ініціали)

Додаток Б
Відомість графічної частини

Лист	Зміст листа
Лист №1	Актуальність, мета, завдання, об'єкт, предмет дослідження, новизна, практичне значення
Лист №2	Стан питання
Лист №3	Типові дефекти цементних стяжок підлог житлових будівель
Лист №4	Матеріали та методи дослідження
Лист №5	Результати експериментального комплексного модифікування цементних систем для стяжок
Лист №6	Результати експериментального комплексного модифікування цементних систем для стяжок (продовження)
Лист №7	Результати експериментального комплексного модифікування цементних систем для стяжок (продовження)
Лист №8	Результати експериментального комплексного модифікування цементних систем для стяжок (продовження)
Лист №9	Результати експериментального комплексного модифікування цементних систем для стяжок (продовження)
Лист №10	Результати експериментального комплексного модифікування цементних систем для стяжок (продовження)
Лист №11	Економічна ефективність модифікованих цементних стяжок
Лист №12	Висновки до експериментального дослідження
Лист №13	Генеральний план. Ситуаційний план. Візуалізації
Лист №14	План цокольного поверху. План 1-го поверху. План мансардного поверху. Експлікації
Лист №15	План покрівлі. План крокв. План фундаментів. План перекриття. Експлікації
Лист №16	Розріз 1-1, 2-2, 3-3. Фасад в осях А-Д, Д-А, 1-5, 5-1. Відомість опорядження фасадів. Вузли
Лист №17	План поверху гаража. План покрівлі гаража. Фасади гаража. Розрізи гаража. Вузли
Лист №18	Технологічна карта на влаштування теплої підлоги

Актуальність. Підлогові системи житлових будівель зазнають постійних механічних, температурних та деформаційних впливів, що зумовлює підвищені вимоги до їх надійності й довговічності. Цементно-піщані стяжки, які є найбільш поширеним варіантом вирівнювання основи підлоги, часто характеризуються дефектами структури, такими як усадкове тріщиноутворення, розшаровуваність, нерівномірність тверднення та значна пористість. Ці явища призводять до погіршення експлуатаційних властивостей, зниження міцності та формування передумов для передчасного руйнування покриття. Застосування сучасних модифікуючих добавок і дисперсного армування поліпропіленовими волокнами дає можливість підвищити тріщиностійкість і однорідність структури стяжки, що є актуальним напрямом підвищення експлуатаційної надійності житлових будівель. Таким чином, розроблення та оптимізація ефективних технологій модифікації цементних стяжок має значну практичну важливість у сучасних умовах будівництва та реконструкції.

Мета дослідження. Підвищення експлуатаційних характеристик цементних стяжок підлог житлових будівель шляхом удосконалення складу та структури матеріалу з використанням сучасних модифікуючих добавок і поліпропіленової дисперсної фібри.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати дефекти, типові для традиційних цементних стяжок, та визначити їх вплив на експлуатаційні показники.
2. Дослідити ефективність застосування поліпропіленової фібри у складі стяжки та її вплив на тріщиностійкість, міцність і пористість.
3. Встановити закономірності зміни фізико-механічних властивостей стяжок залежно від кількості та типу модифікуючих добавок.
4. Визначити оптимізовані склади цементної стяжки для житлових будівель.

Об'єкт дослідження. Процеси формування структури, тріщиностійкість, міцність, водоутримання та пористість цементних стяжок із застосуванням поліпропіленової фібри та модифікувальних добавок.

Предмет дослідження. Цементні стяжки підлог житлових будівель.

Новизна:

1. Удосконалено підхід до модифікації цементних стяжок шляхом комплексного поєднання впливу поліпропіленової фібри та реологічних добавок.
2. Встановлено кількісні залежності між об'ємом введеної фібри та показниками тріщиностійкості, міцності та пористості стяжки.
3. Запропоновано оптимізований склад стяжки, що забезпечує підвищення експлуатаційної надійності при мінімальному збільшенні матеріальних витрат.

Практичне значення. Результати роботи можуть бути використані:

- у проєктуванні та влаштуванні цементних стяжок у житловому будівництві;
- для підвищення довговічності підлогових систем при реконструкції житлового фонду.

СТАН ПИТАННЯ

Стяжка для підлоги – це проміжний шар, який створюється між несучою основою (плитою перекриття або ґрунтом) і фінішним покриттям підлоги (ламінатом, плиткою, паркетом). Вона є одним із ключових елементів конструкції підлоги, що забезпечує її функціональність і довговічність.

Основне призначення стяжки:

1. Вирівнювання поверхні.
2. Створення необхідного ухилу.
3. Розподіл навантаження по всій площі несучої основи.
3. Приховування комунікацій (переважно в системі «тепла підлога»).
4. Забезпечення тепло- та звукоізоляції.

• **Звичайні цементно-піщані стяжки** мають низьку стабільність:

- значну **усадку 0,3–0,5 %**
- нерівномірну зміну об'єму при твердненні
- підвищену пористість **18–20 %**
- слабку адгезію (**0,6–0,7 МПа**) до решти шарів підлоги
- утворення усадкових тріщин протягом перших 28 днів

• **Сучасне житлове будівництво вимагає:**

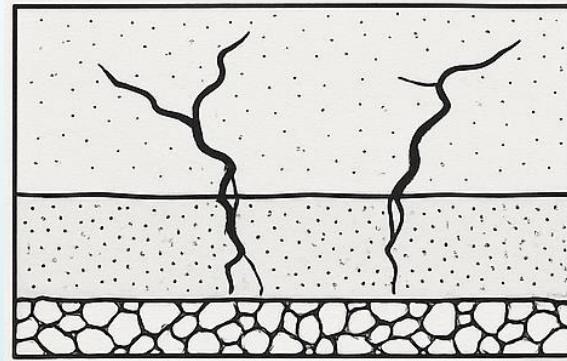
- сумісності з *теплыми підлогами*
- підвищеної деформаційної стійкості
- вищої довговічності (≥ 30 років)
- стабільної роботи під експлуатаційними навантаженнями



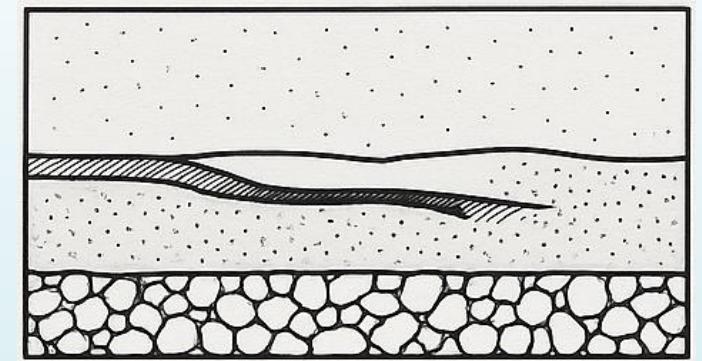
Причини дефектів цементної стяжки:

- Надлишок води в суміші призводить до підвищеної пористості, зниження міцності, появи усадкових тріщин.
- Недостатнє ущільнення та нерівномірне перемішування суміші викликає локальні слабкі зони та розшарування.
- Порушення режиму тверднення (швидке висихання, відсутність зволоження, перепади температур) викликає нерівності поверхні, розтріскування, низьку адгезію до основи.
- Неякісна підготовка основи: пил, слабкі шари, відсутність ґрунтовки, низька адгезія.
- Відсутність або неправильне розташування армування викликає нерозподілені розтягувальні напруження.
- Невлаштування деформаційних швів веде до хаотичного тріщиноутворення на поверхні.
- Застосування матеріалів низької якості (цемент, пісок, несумісні добавки) знижує міцність і довговічність.
- Ранні експлуатаційні навантаження до набору необхідної міцності руйнують стяжку.

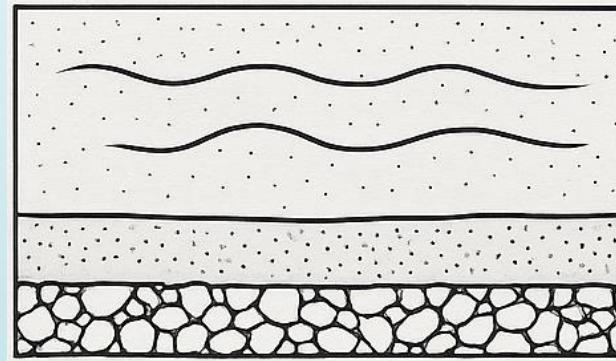
ДЕФЕКТИ СТЯЖКИ



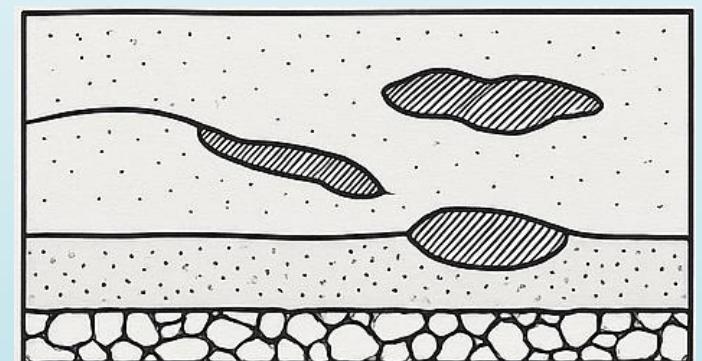
1. Тріщини



3. Розшарування стяжки



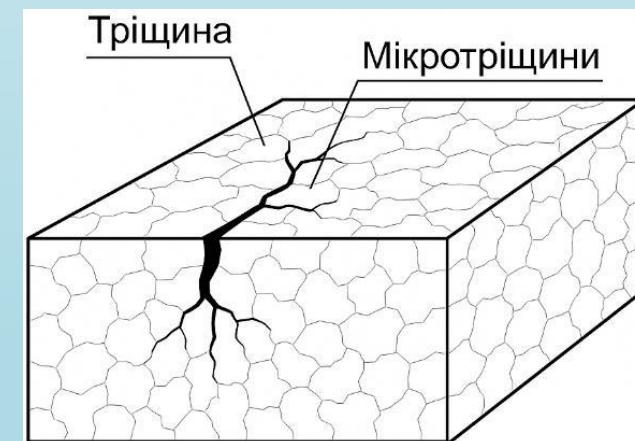
2. Нерівності поверхні



4. Вибоїни (локальні руйнування)

Способи усунення дефектів стяжки:

- оптимізація В/Ц та модифікація суміші;
- дисперсне армування фіброю (зниження тріщиноутворення на 40–60 %);
- підвищення однорідності та ущільнення структури;
- контроль тверднення та вологісного режиму;
- правильне армування й компенсаційні шви;
- підготовка основи та підвищення адгезії.



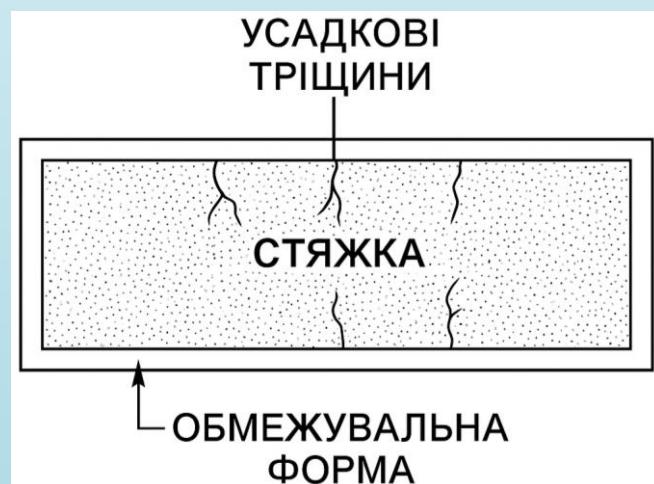
Модель тріщиноутворення в стяжці

Матеріали та методи дослідження

Використані матеріали: портландцемент СЕМ І 42.5 (М500), кварцовий пісок 0–2 мм, пластифікатор, модифікуючі добавки, зола-винесення ТЕС та поліпропіленова фібра (0.6–1.0 кг/м³).

Приготування зразків: пластини 300×300×40 мм (тріщиностійкість), балочки 40×40×160 мм (міцність на стиск, згин, пористість).

Визначення тріщиностійкості: метод усадкової коробки (оцінка кількості, довжини та ширини тріщин).



Дослідження структури: пористість, водотримання, мікроструктурний аналіз.

Порівняння контрольних і модифікованих складів за тріщиностійкістю, міцністю та однорідністю структури.



Дослідження структури розчину за допомогою оптичної мікроскопії під збільшенням ×60 і ×150 крат

Механічні випробування: міцність на вигин і стиск за ДСТУ Б В.2.7-187:2009.

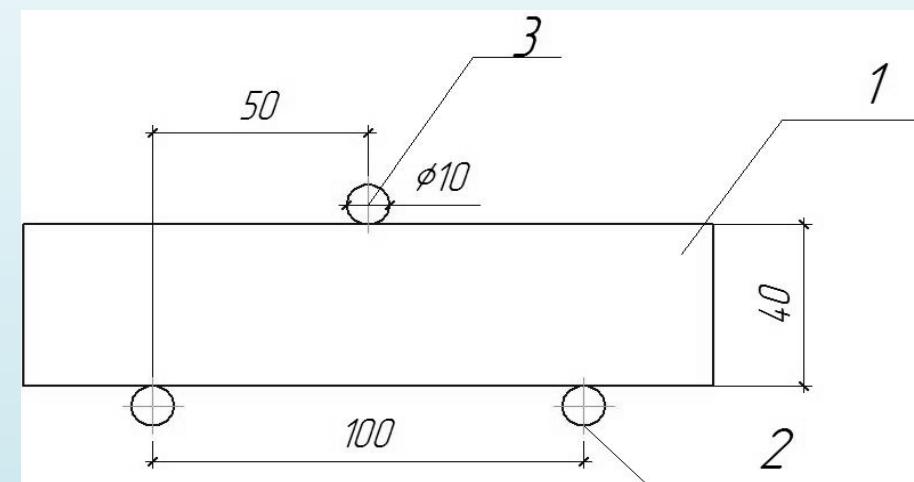


Схема розміщення зразка на опорних елементах при випробуванні на згин: 1 – зразок; 2 – нижній опорний елемент; 3 – верхній опорний елемент

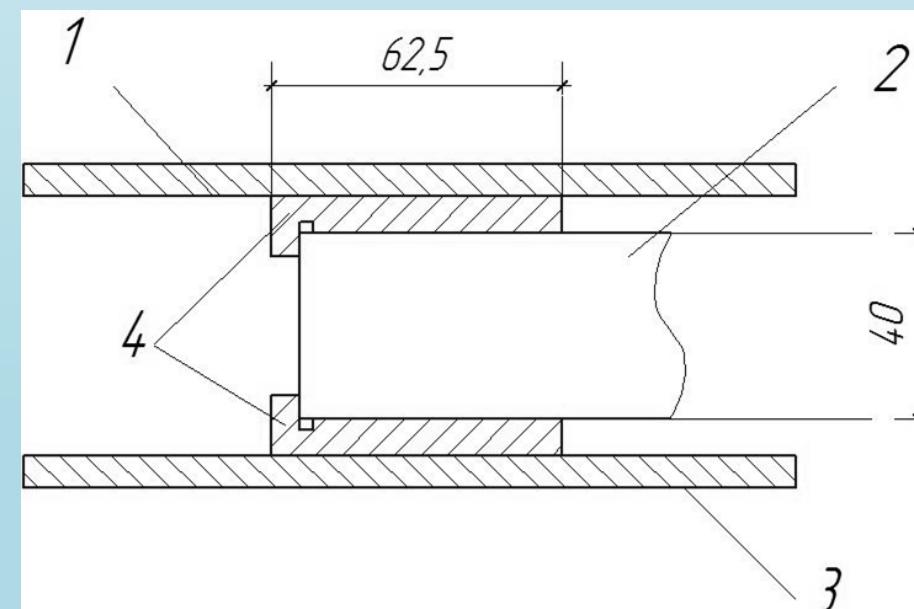


Схема випробування зразків-балочок на стиск: 1 – верхня плита преса; 2 – половина балочки; 3 – нижня плита преса; 4 – пластинки

ОБРАНІ НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТЯЖОК

Проведено експериментальне комплексне модифікування цементних систем для стяжок

1. Хімічні модифікатори (алюмінієвмісні добавки – $Al(OH)_3$, $\gamma-Al_2O_3$ - у складі золи-винесення ТЕС)

- ✓ прискорюють гідратацію
- ✓ ущільнюють мікроструктуру
- ✓ підвищують ранню та кінцеву міцність

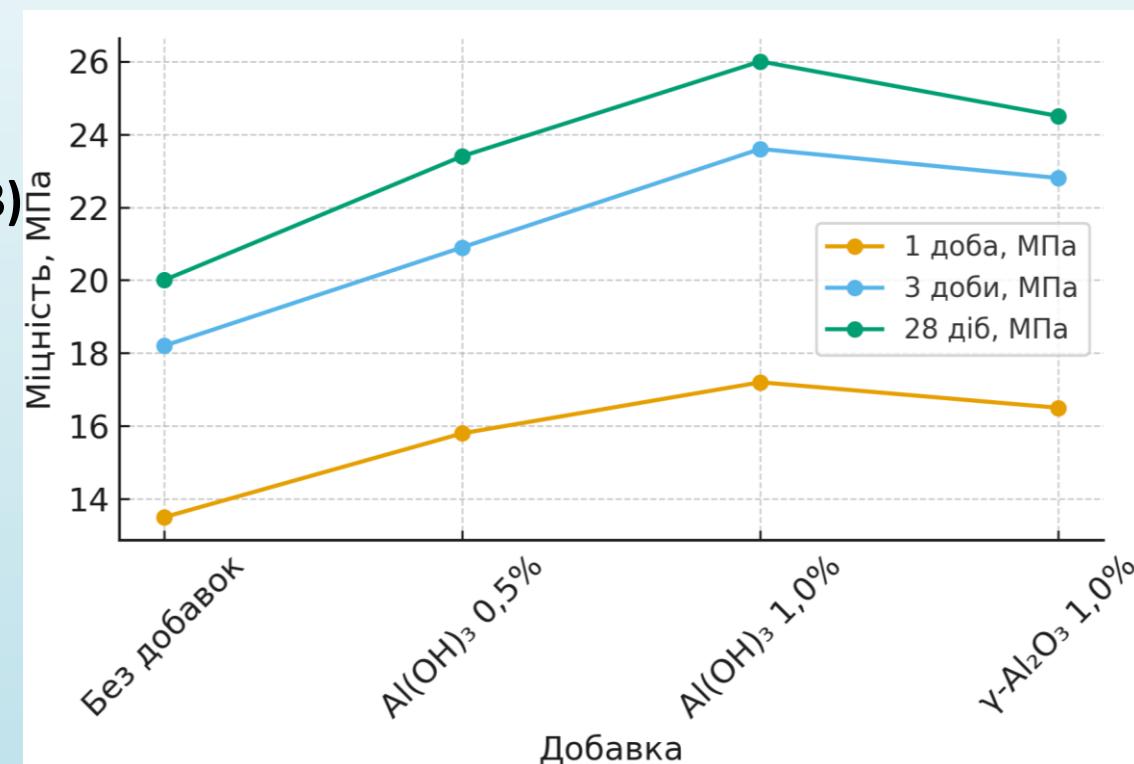
Визначена міцність стяжок у віці 28 діб (табл. 1, 3; графік 1, 3)

• без добавок: **20 МПа**

• з добавками (1,0 % від маси ПЦ): **24,5-26 МПа (+30 %)**

Таблиця 1 – Вплив алюмінієвмісних добавок

Добавка	1 доба, МПа	3 доби, МПа	28 діб, МПа
Без добавок	13.5	18.2	20.0
$Al(OH)_3$ 0,5%	15.8	20.9	23.4
$Al(OH)_3$ 1,0%	17.2	23.6	26.0
$\gamma-Al_2O_3$ 1,0%	16.5	22.8	24.5



Графік 1 – Зміна міцності цементного каменю

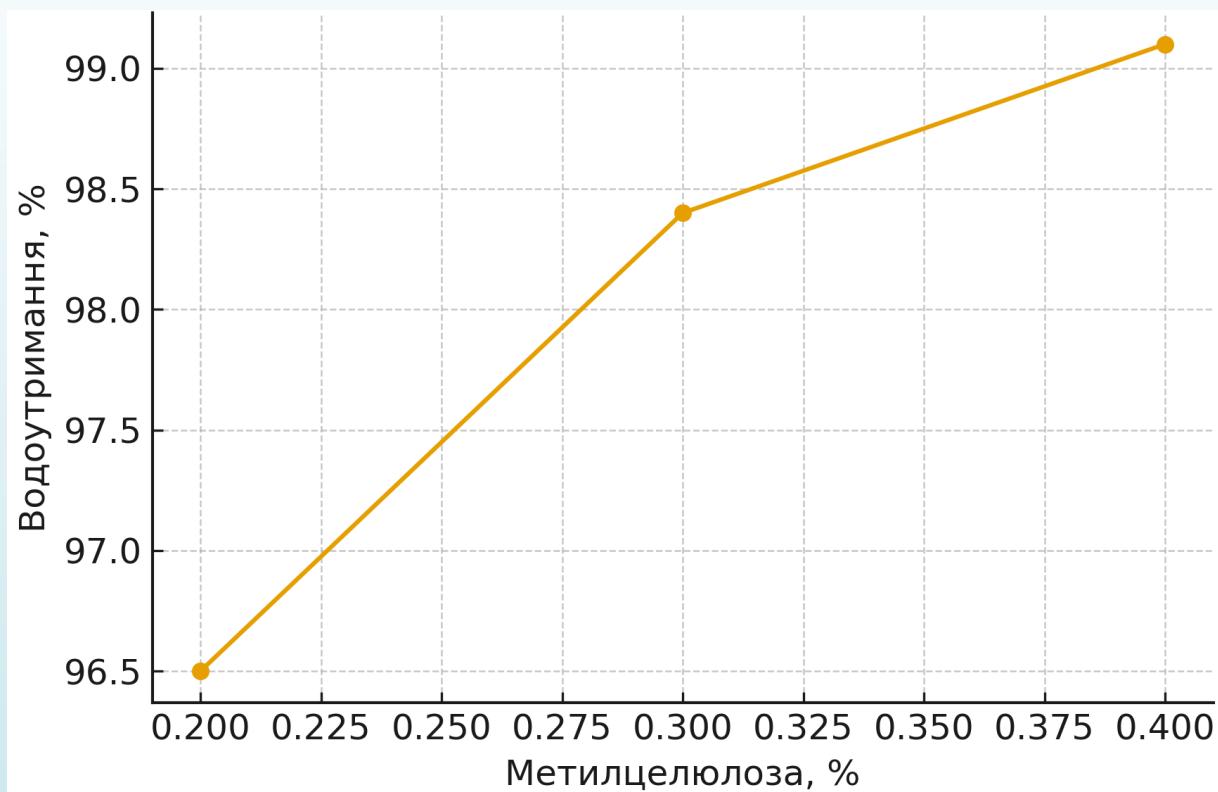
Отриманий ефект: приріст міцності на 30 % завдяки інтенсифікації гідратації цементу.

2. Введення полімерних добавок (метилцелюлоза МЦ, редисперговані полімерні порошки РПП)

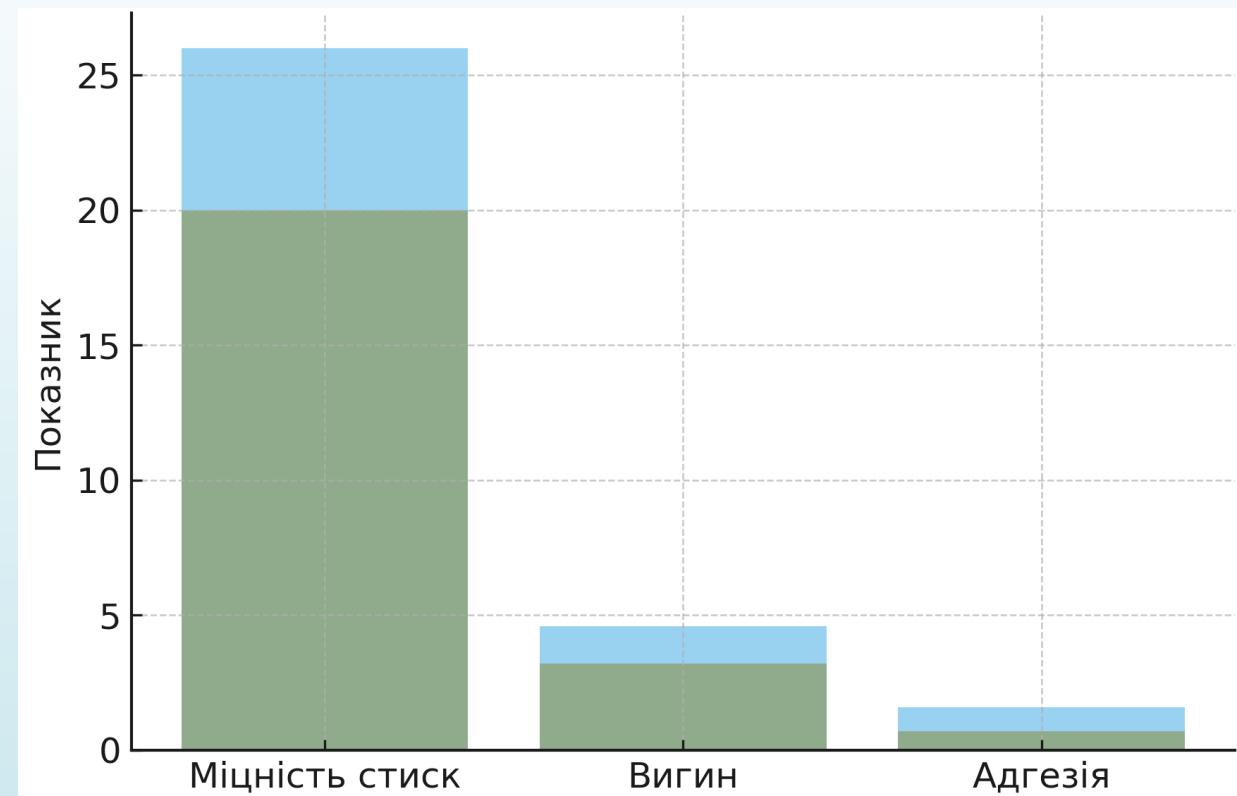
- ✓ водоутримання зростає до **99,1 %** (табл. 2-3; графік 2)
- ✓ повна гідратація цементу
- ✓ зменшення розшарування у **10 разів**

Таблиця 2 – Вплив полімерних добавок

МЦ, %	РПП, %	Водоутримання, %	Розшаровуваність, %
0.2	0.3	96.5	0.3
0.3	0.4	98.4	0.2
0.4	0.5	99.1	0.1



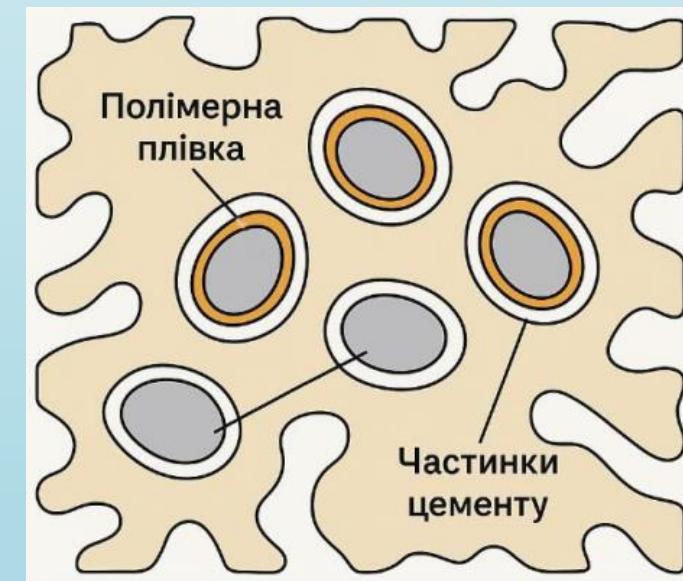
Графік 2 – Зміна водоутримання від вмісту МЦ



Графік 3 – Порівняння механічних характеристик

Таблиця 3 – Порівняння фізико-механічних властивостей стяжок

Показник	Звичайна стяжка	Модифікована стяжка
Міцність на стиск	20.0	26.0
Міцність на вигин	3.2	4.6
Адгезія	0.7	1.6
Морозостійкість	25.0	75.0
Розшаровуваність	1.2	0.1



Механізм дії полімерних добавок у капілярній пористій цементній матриці

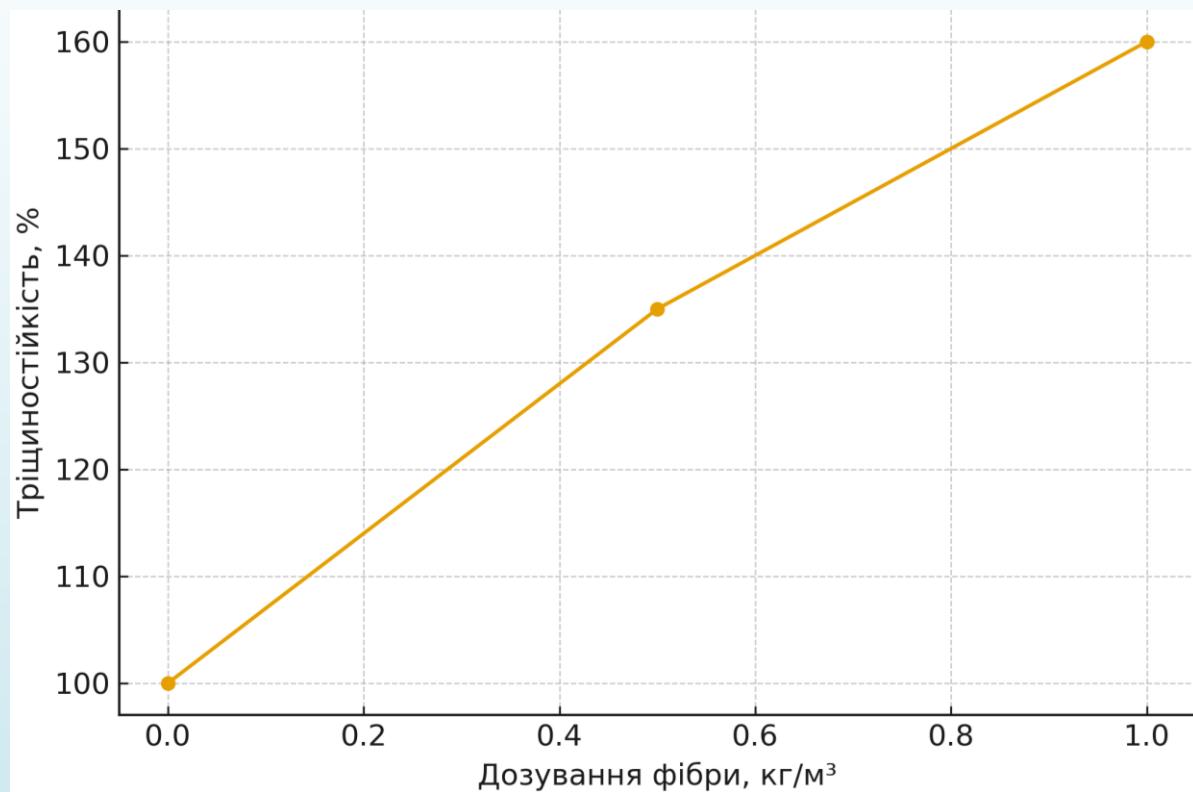
Отриманий ефект: полімери формують «плівкову» структуру навколо частинок цементу, що сприяє рівномірному розподілу води при приготуванні розчинової суміші. Як результат формується щільний цементний камінь.

3. Введення дисперсної фібри (поліпропіленова, базальтова)

- ✓ зростання тріщиностійкості **+40–60 %** (графік 4, табл. 4)
- ✓ перехоплення мікротріщин

Таблиця 4 – Вплив введення дисперсних волокон на властивості цементної стяжки

Тип волокна	Дозування, кг/м ³	Довжина волокна, мм	Основна дія	Результат (фактичні зміни властивостей)
Поліпропіленові волокна	0,6–1,0	6–12	Обмеження усадки, перехоплення мікротріщин	<ul style="list-style-type: none">• Тріщиностійкість ↑ на 40–60%• Зменшення ширини тріщин у 2–3 рази• Розшаровуваність ↓ до 0,1%
Базальтові волокна	1,0–3,0	12–24	Підвищення міцності та теплостійкості	<ul style="list-style-type: none">• Міцність на вигин ↑ на 20–30%• Адгезія до основи ↑ на 25–40%
Скловолокно	1,0–2,0	12–18	Підвищення пружності каменю	<ul style="list-style-type: none">• Зменшення локальних деформацій• Усадка ↓ на 10–15%
Целюлозні мікрволокна	0,2–0,4	3–6	Затримка води, стабілізація структури	<ul style="list-style-type: none">• Водоутримання ↑ до 98–99%• Менше поверхневих мікротріщин
Металева фібра	10–25	30–50	Зміцнення на згин та ударну міцність	<ul style="list-style-type: none">• Міцність на вигин ↑ до 5–7 МПа• Висока стійкість до механічних ударів

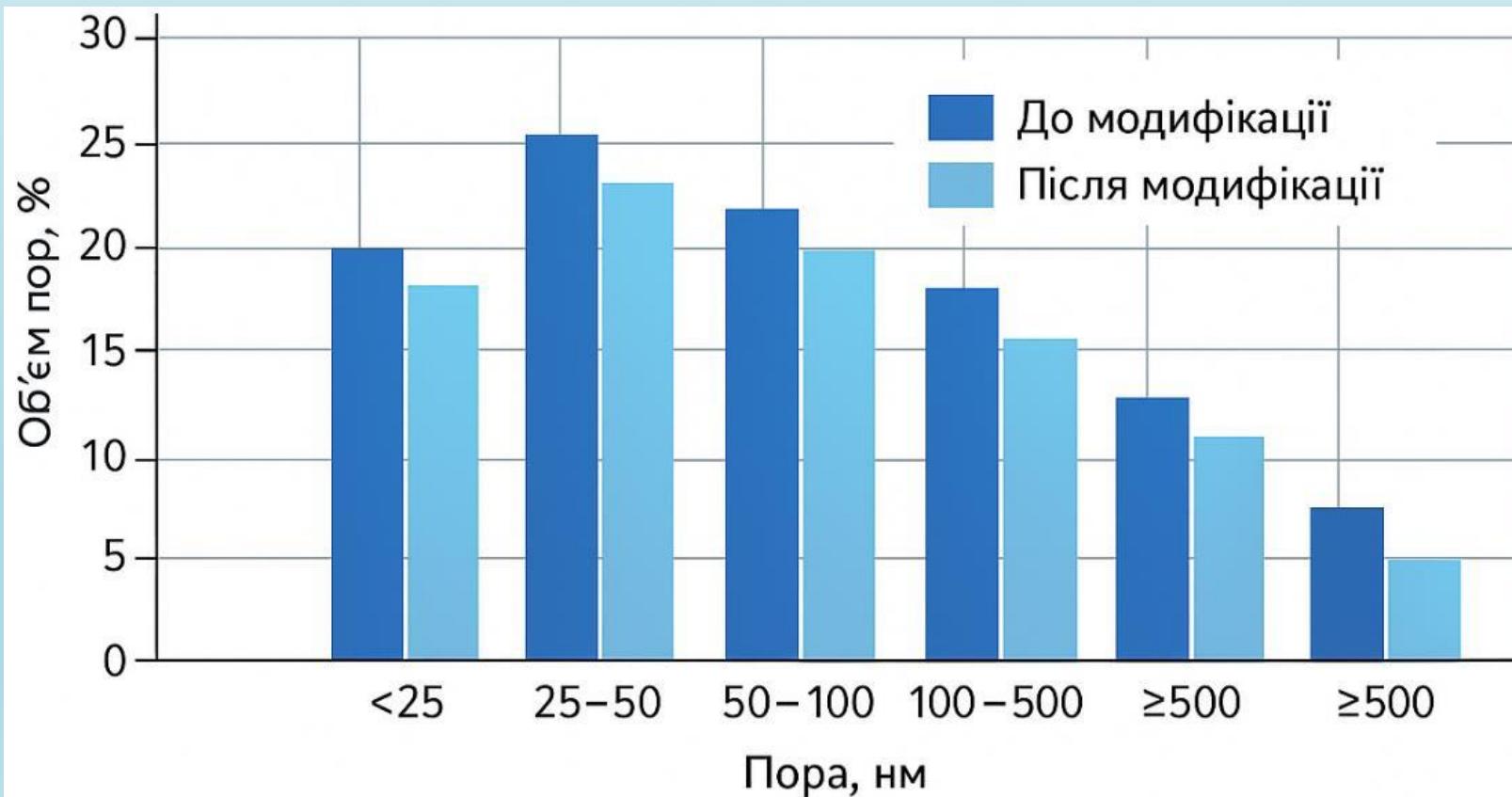
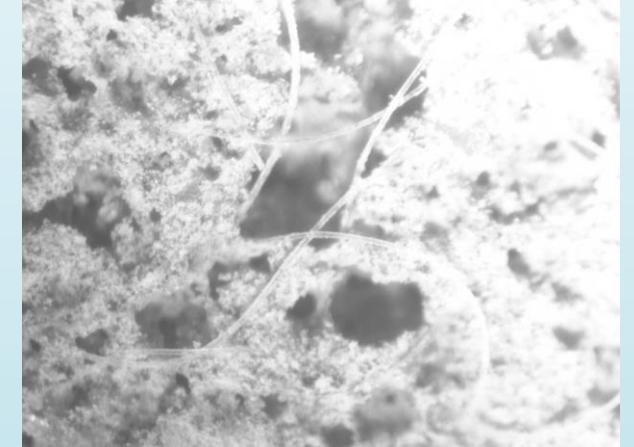
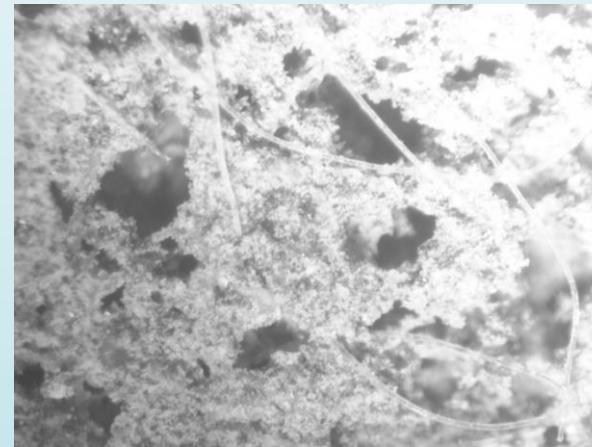


Графік 4 – Трещиностійкість цементної стяжки при введенні поліпропіленової фібри

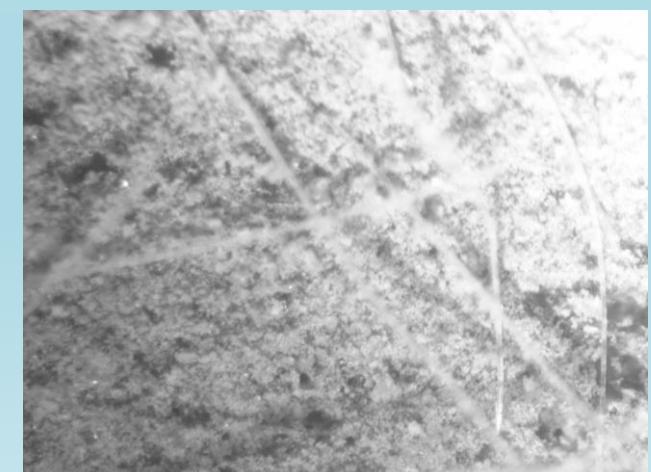
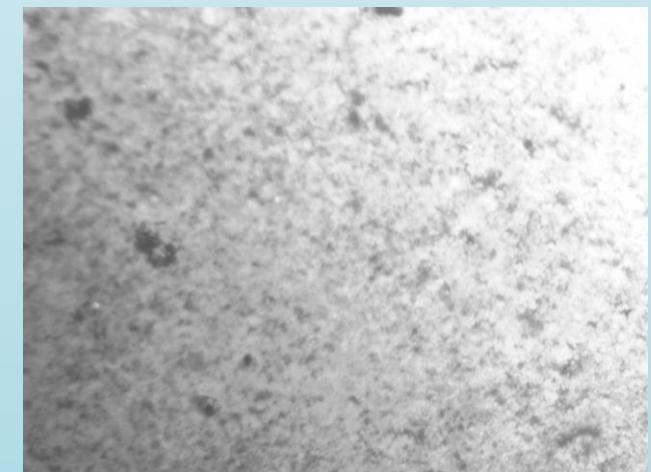
4. Формування мікроструктури та зміни пористості

Структурні зміни цементного каменю, спричинені дією модифікаторів, відображені на графіку 4. Після введення добавок спостерігається:

- ✓ зменшення кількості крупних пор >500 нм (до 3–4 %),
- ✓ збільшення частки дрібних пор <50 нм (до 20–22 %),
- ✓ перехід структури до дрібнопористого типу.



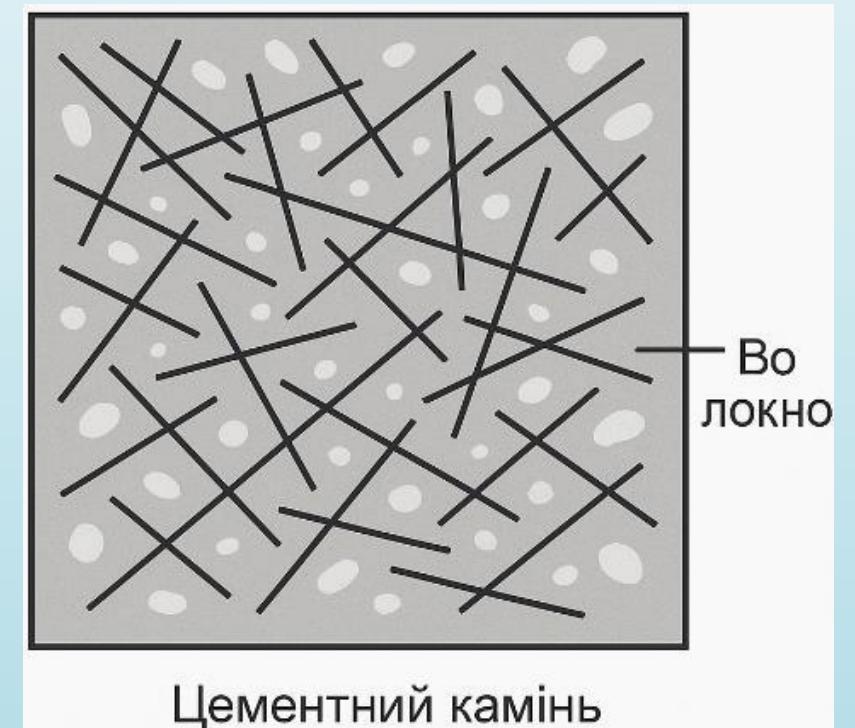
Графік 4 – Розподіл пористості цементного каменю до та після модифікації



Розподіл напружень по товщині цементної стяжки:

- ✓ у верхній частині формується зона розтягувальних напружень, що є найбільш небезпечною щодо тріщиноутворення;
- ✓ дисперсне армування поліпропіленовими чи базальтовими волокнами стримує розвиток мікротріщин. Волокна переривають шлях росту тріщин і перерозподіляють локальні напруження, зменшуючи деформації усадки.

Схема структури модифікованої цементної стяжки



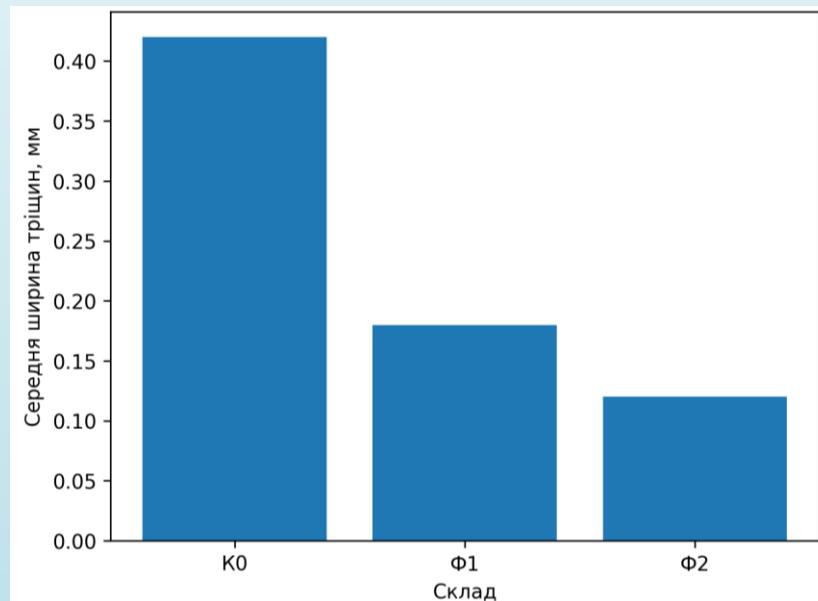
Усадка зразків цементної стяжки до модифікації



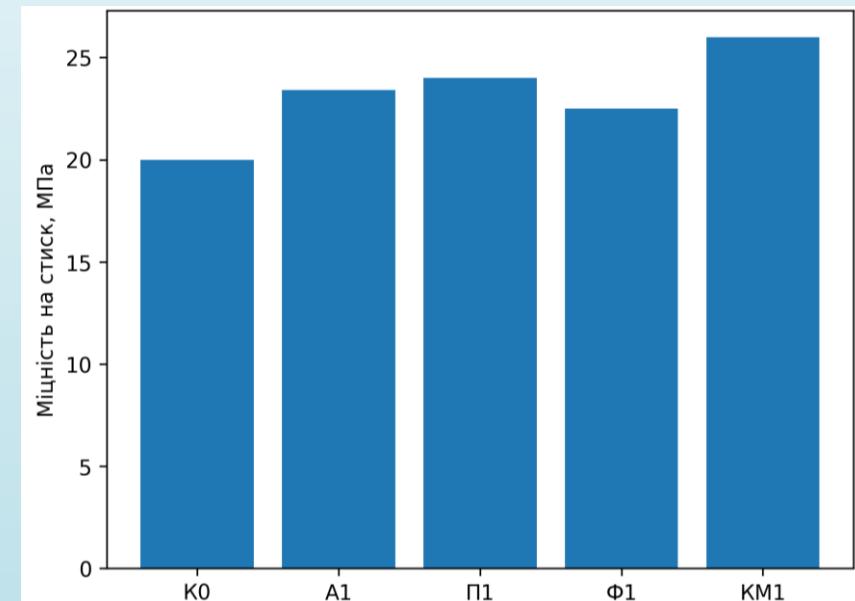
Зразки цементної стяжки після модифікації

Таблиця 5 – Фізико-механічні властивості оптимальних складів цементних стяжок

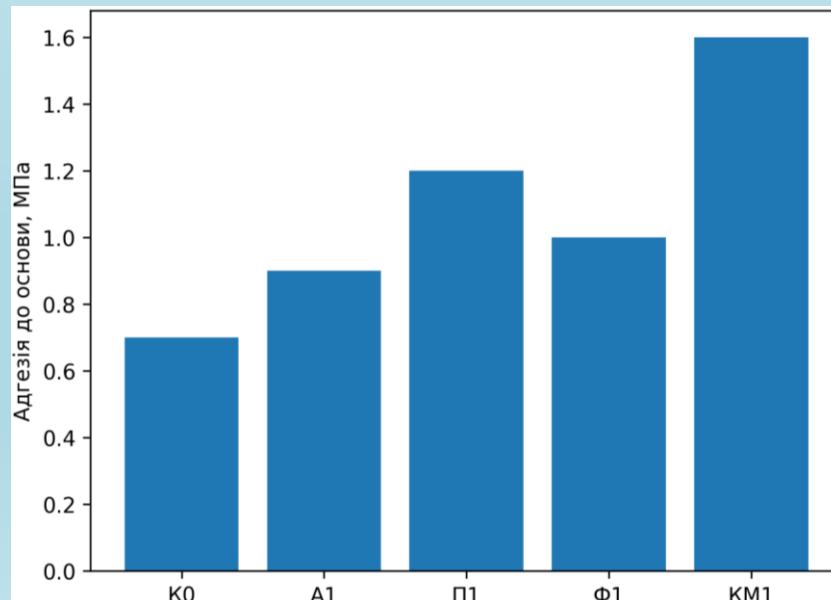
Склад	Міцність на стиск, МПа	Міцність на вигин, МПа	Адгезія до основи, МПа	Морозостійкість, цикли	Розшаровуваність, %
К0 (контроль)	20,0	3,2	0,7	25	1,2
А1 (Al(OH) ₃ 0,5%)	23,4	3,8	0,9	35	0,8
П1 (МЦ + РПП)	24,0	4,0	1,2	50	0,2
Ф1 (фібра 0,8 кг/м ³)	22,5	4,3	1,0	45	0,6
КМ1 (Al(OH) ₃ + МЦ + РПП + фібра)	26,0	4,6	1,6	75	0,1



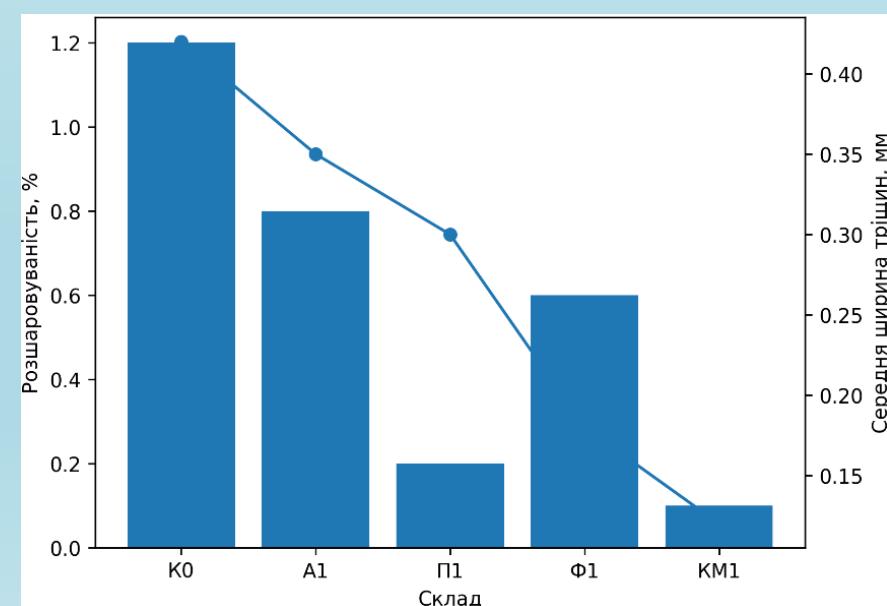
Графік 5 – Зменшення ширини усадкових тріщин при фіброармуванні



Графік 6 – Порівняння міцності на стиск цементних стяжок



Графік 7 – Вплив комбінованого модифікування на адгезію стяжки



Графік 8 – Порівняння розшаровуваності та тріщиностійкості складів

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ МОДИФІКОВАНИХ ЦЕМЕНТНИХ СТЯЖОК

1. Порівняння початкової вартості стяжки (грн/м³)

Варіант	Початкова вартість
Стандартна стяжка	3376,43 грн
Al(OH) ₃ · 1 %	3754,43 грн
Полімери (МЦ 0,4% + РПП 0,5%)	4762,43 грн
Поліпропіленова фібра 0,8 кг	3534,83 грн

2. Приведені витрати за 30 років експлуатації (дрібні ремонти + капремонт без дисконтування)

Варіант	Сумарно за 30 років
Стандарт	6077,57 грн/м ³
Al(OH) ₃	6340,70 грн/м ³
Полімери	4965,02 грн/м ³
Фібра	4615,29 грн/м ³

3. Економія у порівнянні зі стандартною стяжкою

Варіант	Економія за життєвий цикл
Al(OH) ₃	✗ -263 грн/м ³ (невелике здорожчання)
Полімери	✓ -1112 грн/м ³
Фібра	☆ -1462 грн/м ³ (≈24 % економії)

Висновки

1. Ведення поліпропіленової фібри – найбільш економічно ефективно рішення, оскільки потребує найнижчих сумарних витрат за 30 років експлуатації стяжки та швидка окупність.
2. Полімерні модифікатори – оптимальні для об'єктів з високими вимогами до якості, де критично усунення розшаровувань і дефектів, навіть попри високу початкову ціну.
3. Алюмінієвмісні добавки – доцільні при необхідності підвищення міцності або зменшення товщини стяжки, але економічного ефекту не дають, якщо отримують не з відходів промисловості.

4. Термін окупності:

Фібра:

- додаткові витрати = 158,40 грн
- річна економія ≈ 48,6 грн/рік
- **T_o ≈ 3,25 року**

•Полімери:

- додаткові витрати = +1386 грн
- економія накопичується повільно
- **T_o ≈ 37 років** (не доцільно для житлових підлог)

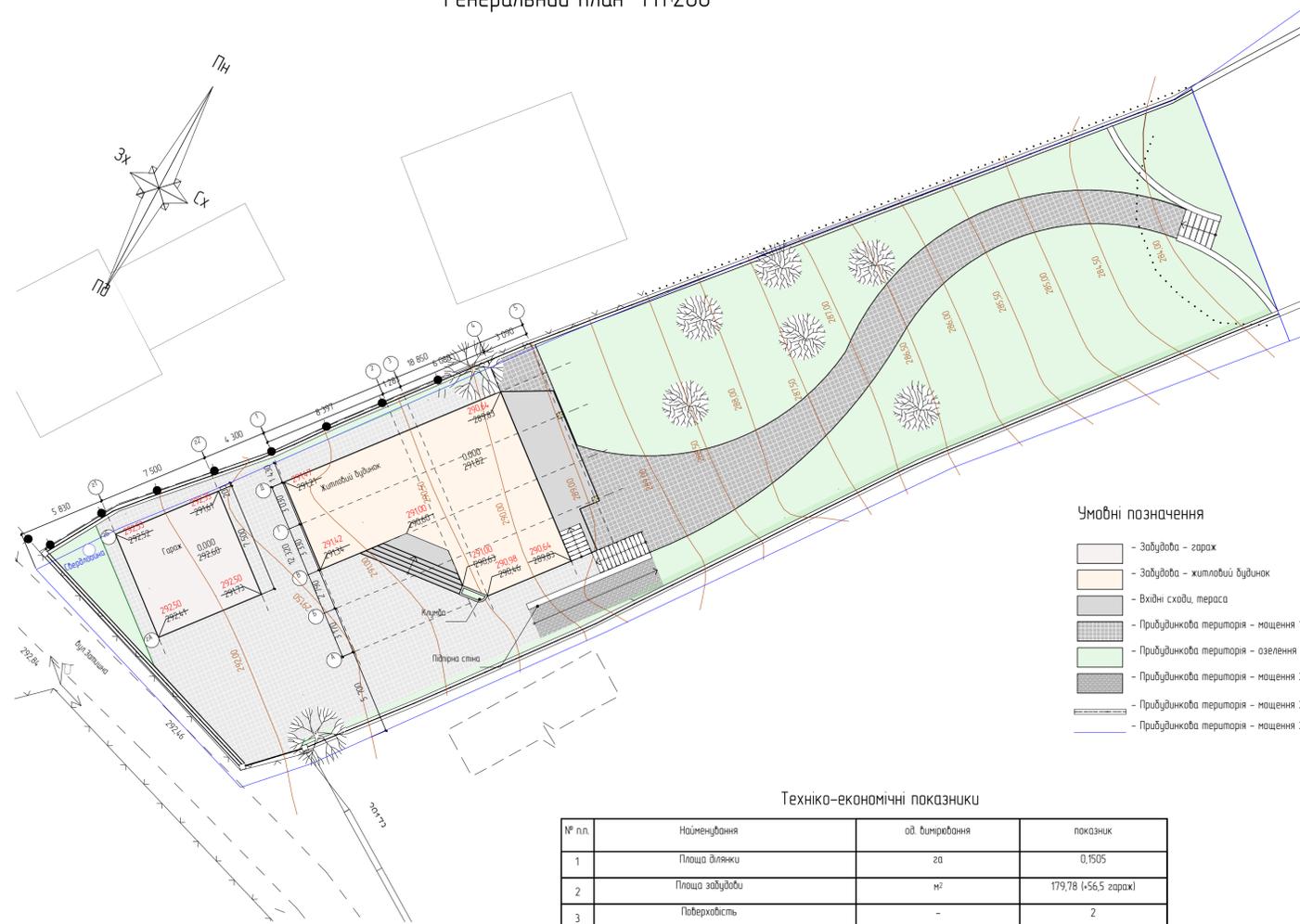
•Al(OH)₃:

- вища початкова вартість
- вигоди — лише за рахунок міцності
- **економічної окупності немає, якщо не використовувати відходи виробництва**

ВИСНОВКИ ДО ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

- 1. Модифікування цементних стяжок** за допомогою хімічних активаторів, полімерних добавок і дисперсних волокон суттєво підвищує їх експлуатаційну надійність у житловому будівництві.
- 2. Міцність цементного каменю** збільшується на **20–35 %** завдяки введенню алюмінієвмісних добавок ($\text{Al}(\text{OH})_3$ та $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) у вигляді механічно активованої зооли-винесення ТЕС, що забезпечує щільнішу мікроструктуру та прискорену гідратацію.
- 3. Водотримання суміші** зростає до **98–99 %** при використанні МЦ та РПП, що мінімізує розшаровуваність (**0,1 %**) та покращує рівномірність гідратації.
- 4. Адгезія стяжки до основи** збільшується у **1,5–2,3 рази**, що забезпечує стабільну роботу конструкції під дією експлуатаційних навантажень і в системах «тепла підлога».
- 5. Дисперсне армування волокнами** підвищує тріщиностійкість на **40–60 %**, зменшує ширину та кількість усадочних тріщин і покращує деформаційну стійкість.
- 6. Пористість цементної матриці** зменшується на **10–18 %**, зменшується кількість макропор, а морозостійкість зростає від **F25 до F75**.
- 7. Модифіковані стяжки** демонструють кращу довговічність, підвищену стійкість до механічних впливів та придатність для сучасних багатошарових підлогових систем.
- 8. $\text{Al}(\text{OH})_3$ та $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ можуть бути отримані з накопичених відходів енергетичної та металургійної промисловості** — зокрема, з летючої золи ТЕС, доменних шлаків та бокситових шламів завдяки лужному вилуговуванню та подальшій термо- та механічній активації. Таким чином досягається додатковий **екологічний ефект** — утилізація техногенних відходів.
- 9. Найекономічнішим рішенням** є поліпропіленова фібра, оскільки вона знижує приведені витрати стяжки з **6077,57 грн/м³** (стандарт) до **4615,29 грн/м³**, забезпечуючи економію близько **1462 грн/м³** ($\approx 24 \%$) та окупність приблизно за **3,25 року**.

Генеральний план М1:200

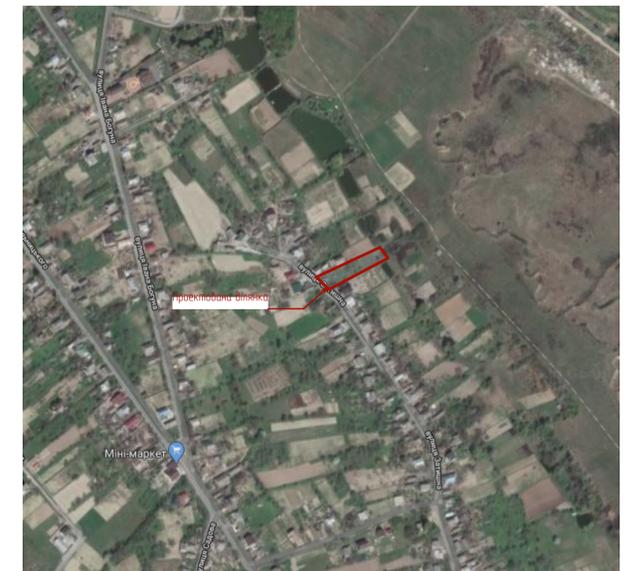


Техніко-економічні показники

№ п.п.	Найменування	од. вимірювання	показник
1	Площа ділянки	га	0,1505
2	Площа забудови	м ²	179,78 (+56,5 гараж)
3	Поверховість	-	2
4	Загальна площа будинку, у тому числі	м ²	303,74
5	житлової площа	м ²	90,15
6	площа літніх приміщень	м ²	23,19
7	площа підвальних приміщень	м ²	63,27

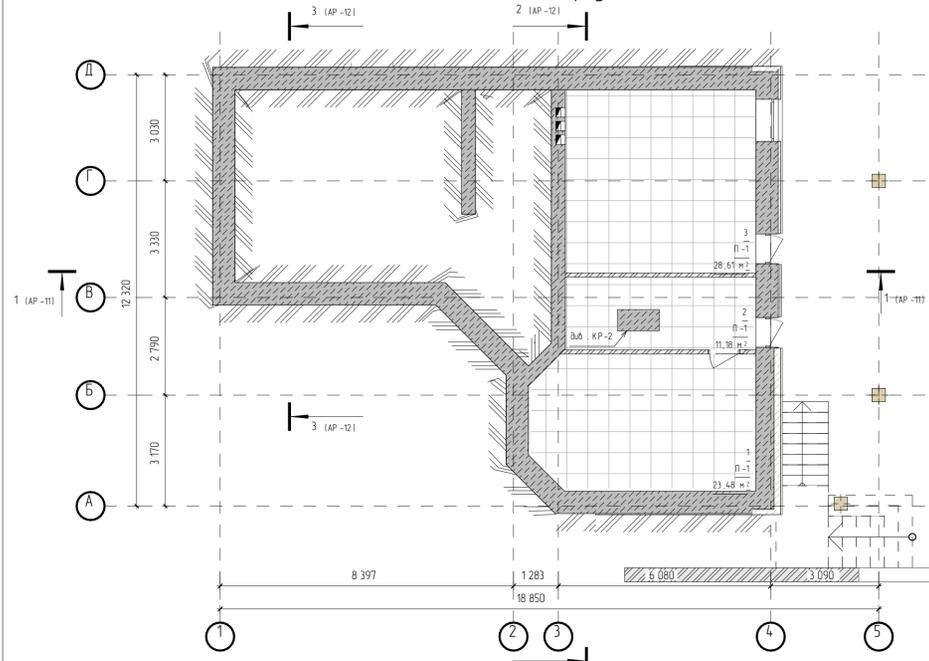


Ситуаційна схема

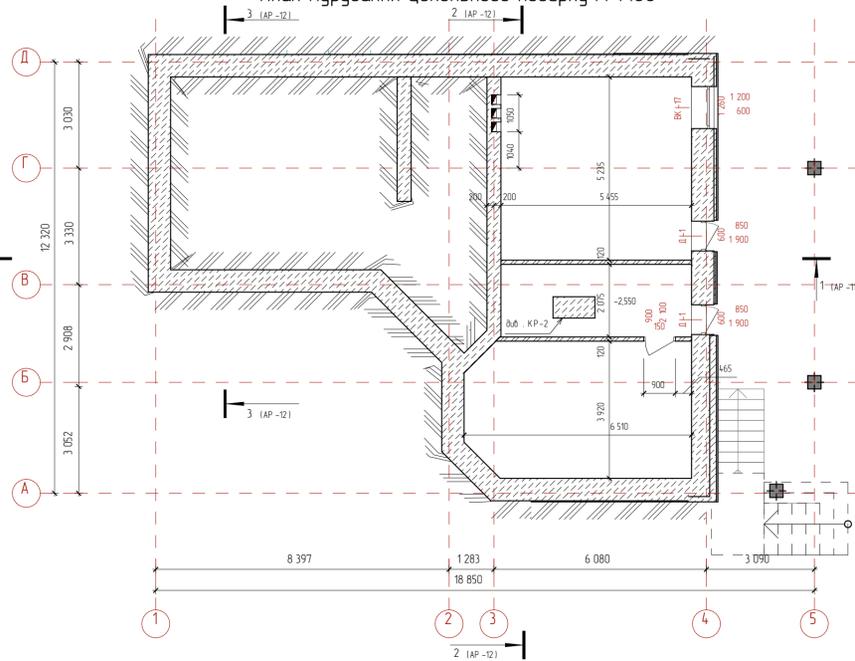


					08-11МКР.009-АБ				
					Житлова будівля				
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Підписання експлуатаційних характеристик цементних стяжок підлог житлових будівель	Сторін	Аркши	Аркши
Розробил			Миколай В. В.			Генеральний план, Ситуаційна схема, Візуалізації	п	1	1
Перевірив			Масцьока І. В.						
Керівник			Масцьока І. В.						
Нач. контролю			Масцьока І. В.						
Опонамент			Степанюк Д. В.						
Затвердив			Швець В. В.			ВНТЧ, зр. 15-24м			

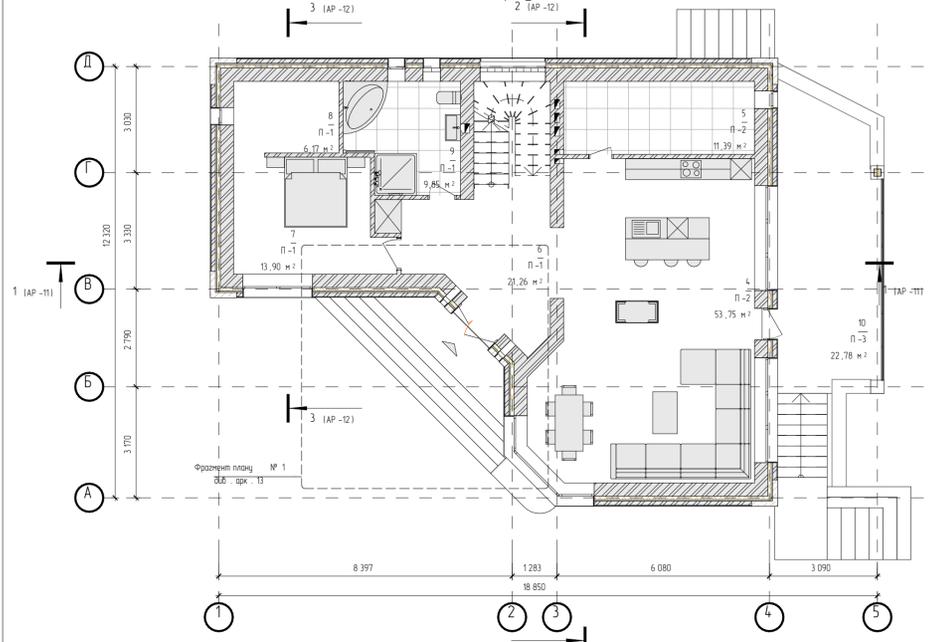
План цокольного поверху М 1:100



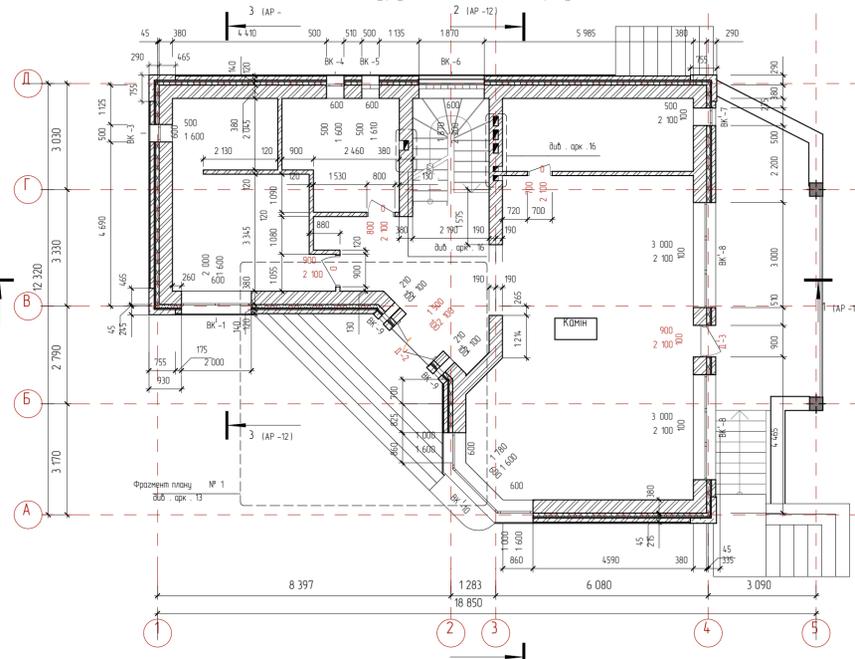
План мурування цокольного поверху М 1:100



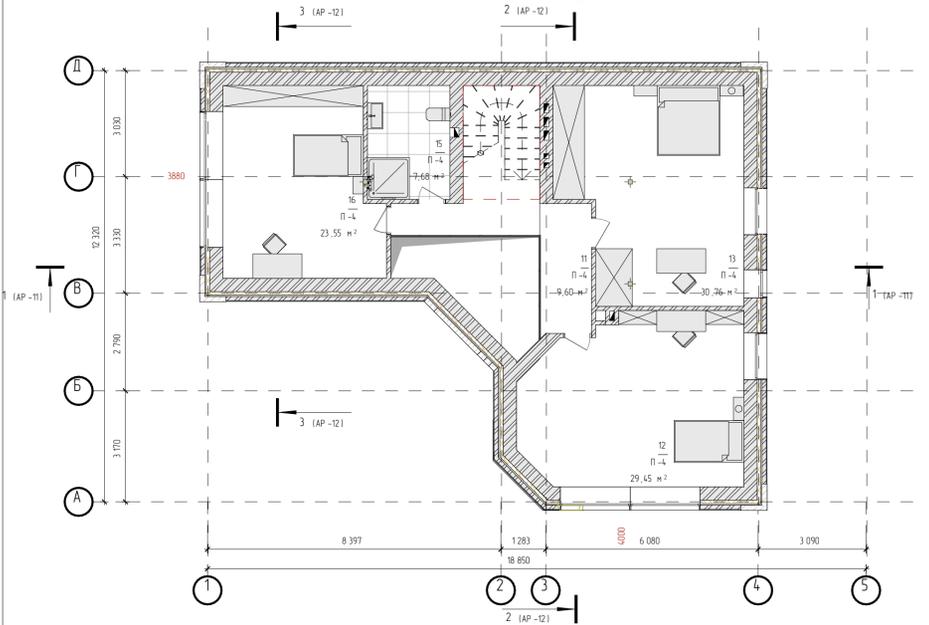
План 1-го поверху М 1:100



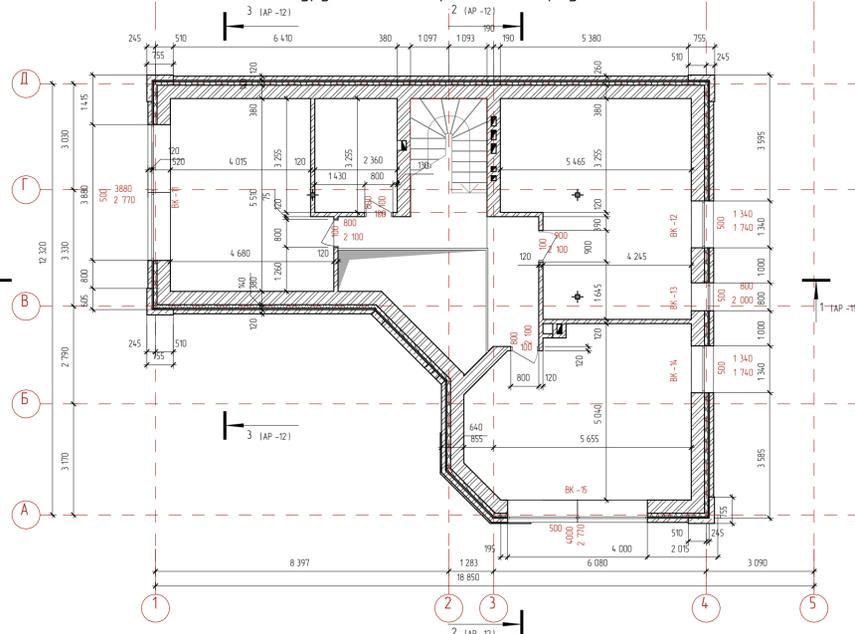
План мурування 1-го поверху М 1:100



План мансардного поверху М 1:100



План мурування мансардного поверху М 1:100



Експлікація підлог

Номер приміщення	Тип підлоги	Схема підлоги або тип підлоги за серією	Дані елементів підлоги (назва, товщина, основа, товщина, мм)	Площа, м2
1,3, 6, 9	П-1		-цементно-вапняна стяжка з додаванням пластифікатора Sika по фабрикації - 80мм -теплоізоляція - плити з екструзійного пінополістиролу - 50мм -облицювання - плитка глянцевана 200 мм -цементно-вапняна стяжка з додаванням пластифікатора Sika по фабрикації з обмеженням ст.з. кроквом 80*100 - 100мм -облицювання - Руберойд TECHNICAL Брокваст ЕКП 4.0 (власні розрахунки на ст.з. 100) -Матилка бітумна TECHNICAL Aquamat для фундаменту - 2шари -Ізолютер бітумна TECHNICAL Aquamat -2 шари -цементно-вапняна стяжка з додаванням пластифікатора Sika по фабрикації - 30мм -цефка 20/40 іпробандо - 100мм -другий шар цементу у-150мм/м	114,45
4, 5	П-2		-цементно-вапняна стяжка з додаванням пластифікатора Sika по фабрикації - 80мм -облицювання - плити з екструзійного пінополістиролу - 100мм -облицювання - плитка глянцевана 200 мм -плита закладена - 220мм	65,14
10	П-3		-Дошка з термозах. 120*20 - 20мм -Лист з термозах. 42*68 крок заст. з рекомендацією виробника - 42мм -Листова теплоізоляційна полімерцементна суміш Cerest СТ-64 -Цементно-вапняна стяжка з додаванням пластифікатора Sika по фабрикації з ухилом 0,01% - 60-64мм -Минеральна вата - 200мм	22,78
11, 16	П-4		-цементно-вапняна стяжка з додаванням пластифікатора Sika по фабрикації - 80мм -теплоізоляція - плити з екструзійного пінополістиролу - 100мм -облицювання - плитка глянцевана 200 мм -плита закладена - 220мм	101,04

Умовні позначення

- конструкції з монолітного залізобетону
- кладка із повнотілої цегли марки М100.
- Вентиляційний канал
- Грунт зворотньої засылки
- кладка із дубового каменя
- утеплювач мінеральна вата
- 16 - номер приміщення
- П-2 - тип підлоги
- 23,55 м² - площа приміщення
- 900 - ширина прорізу
- 100 - висота прорізу
- 100 - відмітка низу прорізу від плити
- Д-1 - маркування елементів заповнення прорізів

Експлікація приміщень цокольного поверху

№	Назва приміщення	Площа, м2
1	Комора	23,48
2	Тандур	11,18
3	Технічний вузол	28,61
	Всього	63,27 м²

Експлікація приміщень 1-го поверху

№	Назва приміщення	Площа, м2
4	Кухня-вітальня	53,75
5	Комора	11,39
6	Хол	21,26
7	Спальня	13,90
8	Гардероб	6,17
9	С/В	9,85
10	Тераса	22,78
	Всього	139,10 м²

Експлікація приміщень мансардного поверху

№	Назва приміщення	Площа, м2
11	Коридор	9,60
12	Дитяча	29,45
13	Спальня	30,76
15	С/В	7,68
16	Дитяча	23,55
	Всього	101,04 м²

Склад зовнішніх стін

- Тип-1**
 - Облицювання дубовим каменем - 140мм
 - Полімерний прошарок - 40мм
 - Міцита цегляна 80 з/м 100мм
 - Кладка із повнотілої керамчної цегли М100 - 380мм
- Тип-2**
 - Штукатурка Cerest СТ-75 біла
 - Кладка із повнотілої керамчної цегли М100 - 120мм
 - Полімерний прошарок - 40мм
 - Міцита цегляна 80 з/м 100мм
 - Кладка із повнотілої керамчної цегли М100 - 380мм

08-11МКР.009-АБ

Житлова будівля

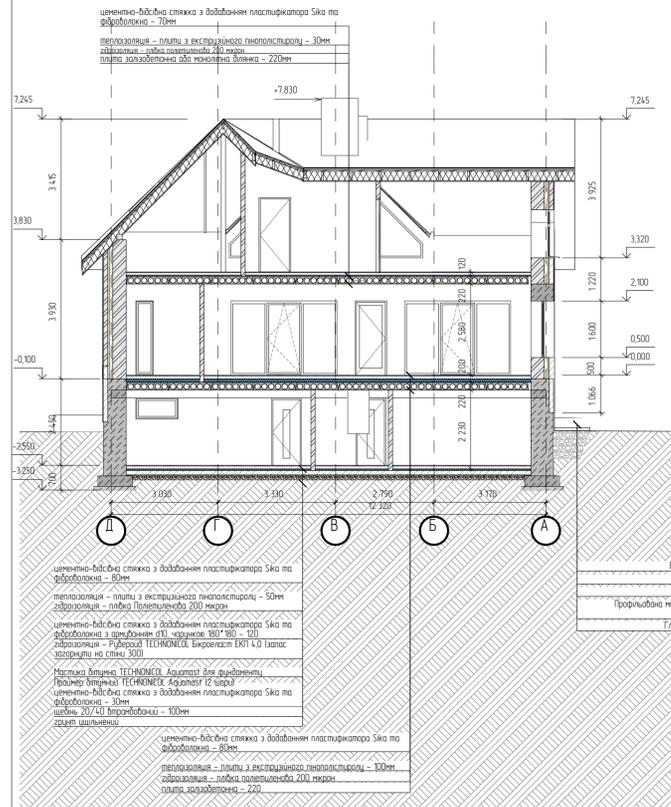
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата
Розробил	Миколай В. В.				
Перевірив	Масьська І. В.				
Керівник	Масьська І. В.				
Нач. контролю	Масьська І. В.				
Опонував	Степанюк Д. В.				
Заступив	Швець В. В.				

Підвищення експлуатаційних характеристик цегельних стінок підлог житлових будівель

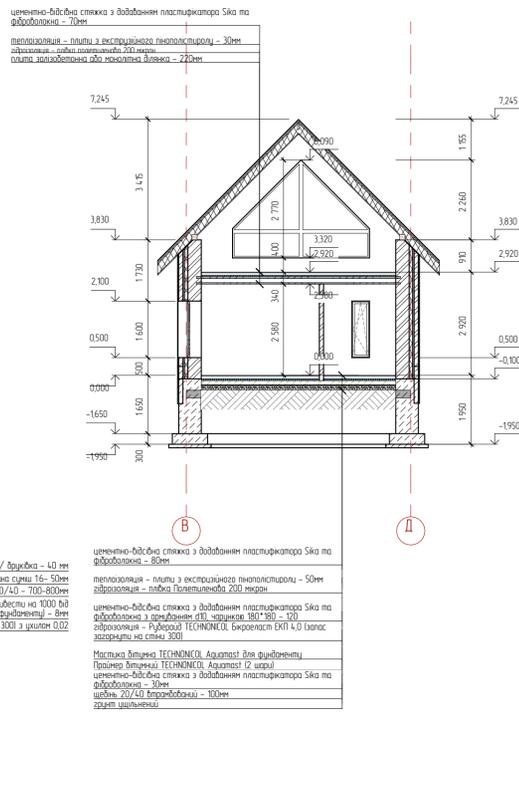
План цокольного поверху, План 1-го поверху, План мансардного поверху, План мурування цокольного поверху, План мурування 1-го поверху, План мурування мансардного поверху, Експлікації.

ВНТУ, гр. 16-24м

Розріз 2-М1100



Розріз 3-М1100



Фасад А-Д М1100



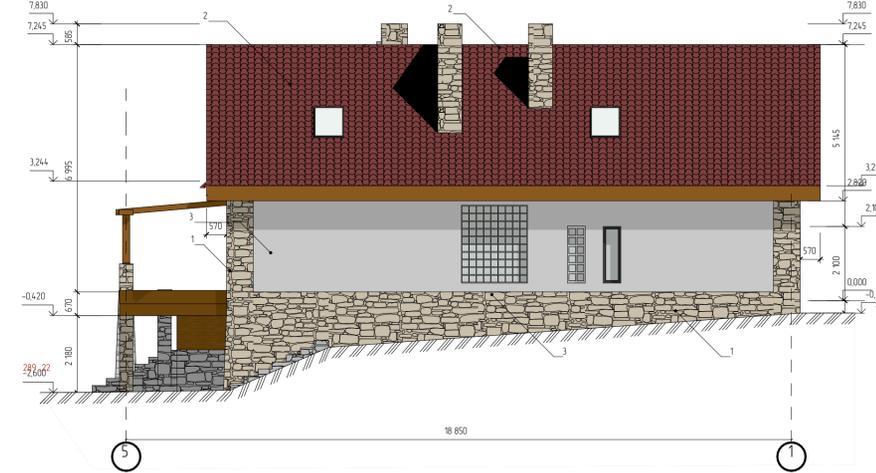
Фасад в осях 1-5М1100



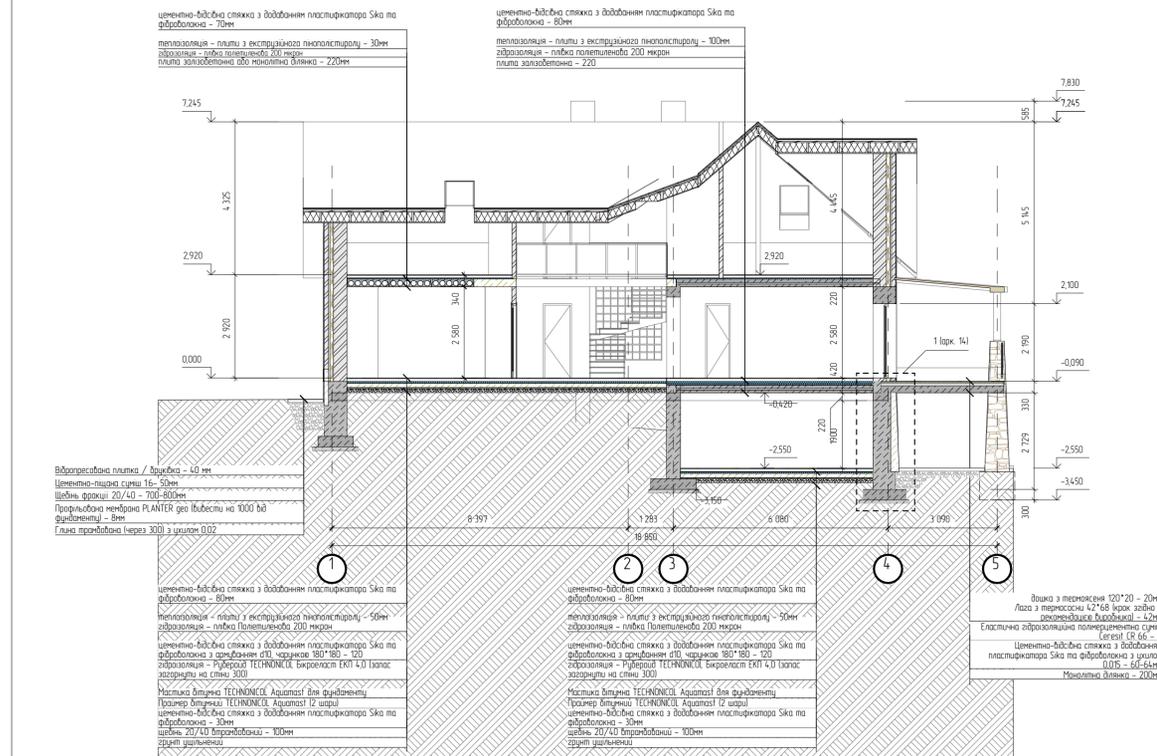
Фасад Д-А М1100



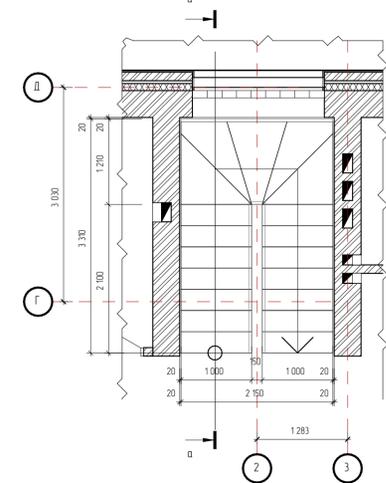
Фасад в осях 5-1 М1100



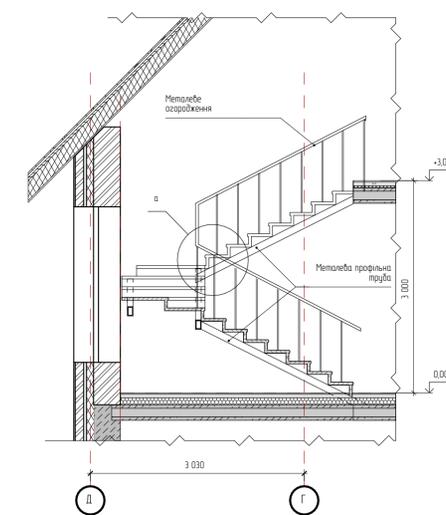
Розріз 1-1 М1100



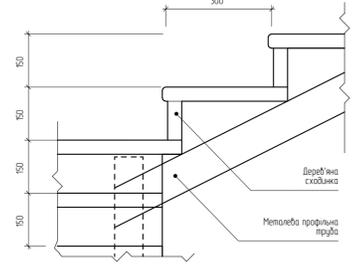
Фрагмент плану М150



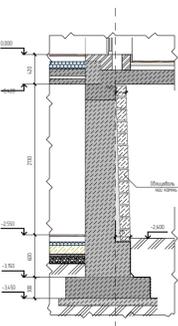
Переріз а-а М150



Вузел а М110



Вузел -1 М150



Відомість опарядження фасаду

Поз.	Найменування	Зразок	Площа , м 2	Примітки
1	Камінь дуптовий		216,35	цоколь , ділянки зовн . стін
2	Черепиця ВРААС "ТАУНС" колір		268,04	покрівля
3	Антик темно-кор. Шпукатурка Ceresit CT -75 діла		206,99	зовн . стіни

Об'єм витрат матеріалів

Поз.	Позначення	Найменування	К-ть	Об'єм м. куб	Примітки
	ДСТУ Б В . 2.6-34-2008	ЕППС 100мм		6,55	
	ДСТУ Б В . 2.6-34-2008	ЕППС 50мм		2,69	
	ДСТУ Б В . 2.6-34-2008	ЕППС 50мм		5,81	
	ДСТУ Б В . 2.7-61-2008	Камінь дуптовий		19,45	
	ДСТУ Б В . 2.6-34-2008	Мінеральна вата щільність 80кг/м3		68,73	
	ДСТУ Б В . 2.7-61-2008	Щезла керамична лійчатна М 100		124,18	

08-11МКР.009-АБ

Житлова будівля

Зм.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата
Розробив	Миколай В. В.				
Перевірив	Масьська І. В.				
Керівник	Масьська І. В.				
Нач. контролю	Масьська І. В.				
Опонамент	Степанів Д. В.				
Затвердив	Швець В. В.				

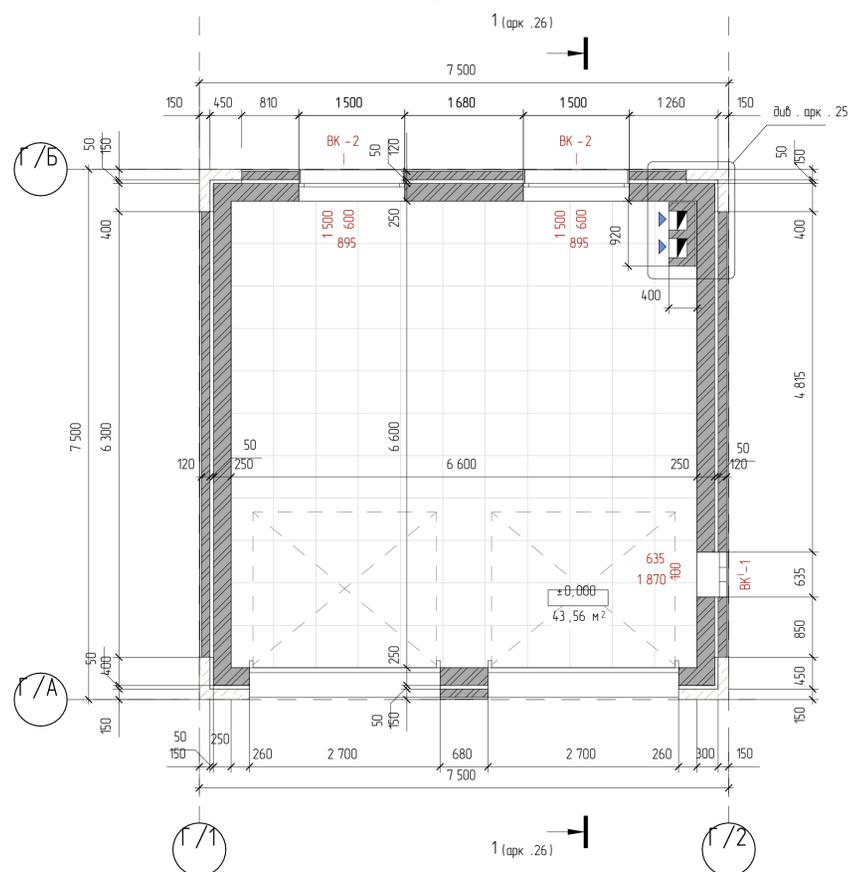
Підвищення експлуатаційних характеристик цементних стяжок підлог житлових будівель

Сторінка	Аркши	Аркши
п	1	1

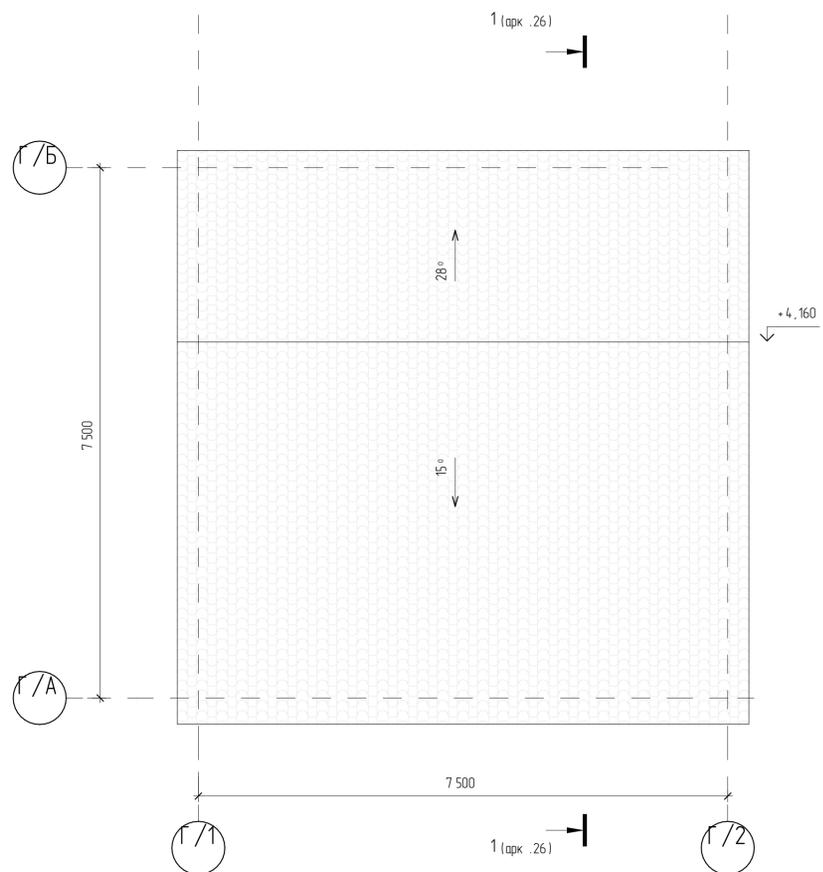
Розріз 1-1, 2-2, 3-3, Фасад в осях А-Д, Д-А, 1-5, 5-1, Відомість опарядження фасадів, Фрагмент плану, Переріз а-а, Вузел а, 1

ВНТУ, гр. 16-24м

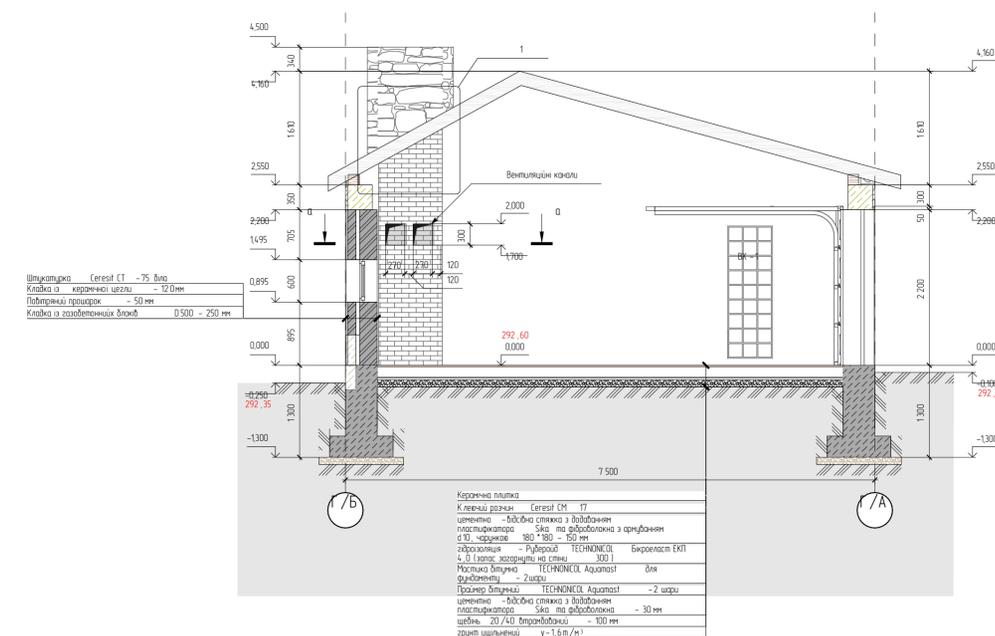
План поверху на відм. 0,000 М1:50



План покрівлі М1:50



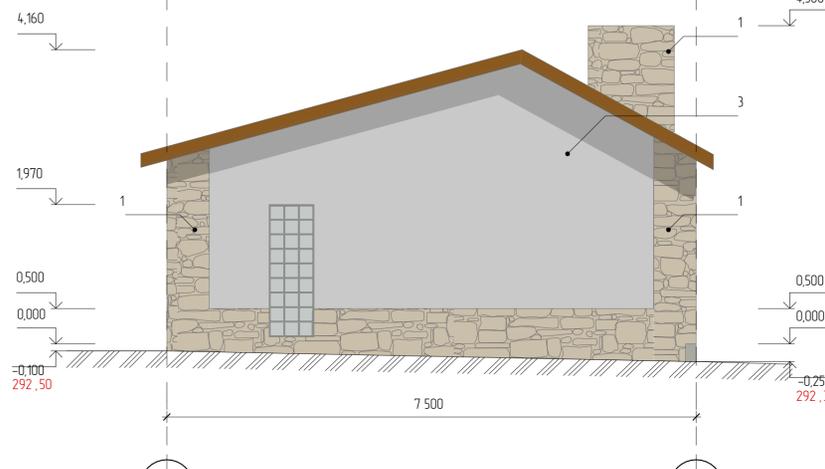
Рохріз Г1-Г1 М1:50



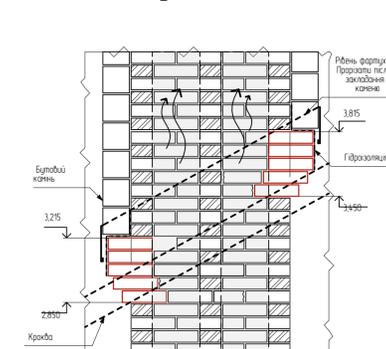
Фасад в осях Г/1-Г/2 М1:50



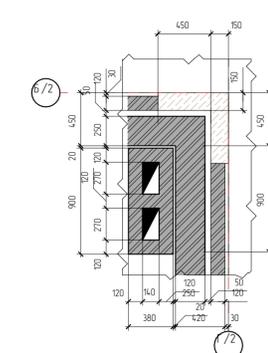
Фасад в осях Г/А-Г/Б М1:50



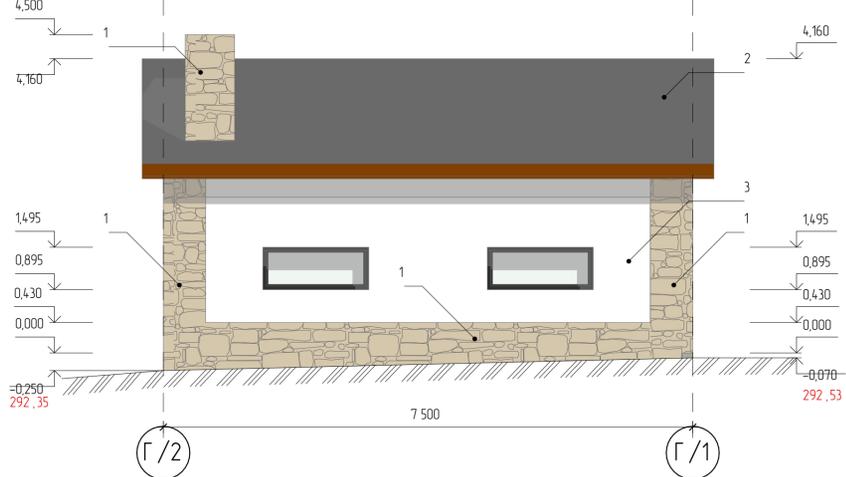
Вузел-1 М1:20



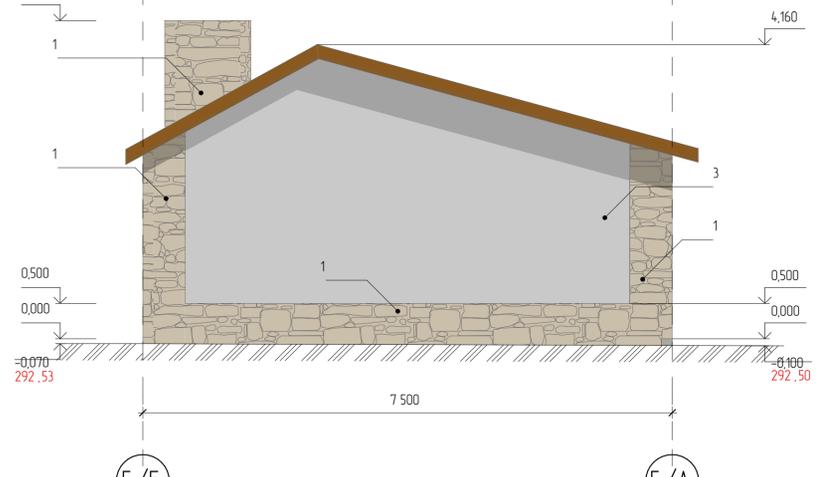
а-а М1:30



Фасад в осях Г/2-Г/1 М1:50



Фасад в осях Г/Б-Г/А М1:50



Умовні позначення:

- кладка із повнотілої цегли марки М100;
- Вентильйонний канал
- ширина прорізу 900
- висота прорізу 2100
- відмітка низу прорізу від плити
- маркування елементів заповнення прорізів.

					08-11МКР.009-АБ				
					Житлова будівля				
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Підвищення експлуатаційних характеристик цегляних стіжок підлог житлових будівель	Сторін	Аркши	Аркши
Розробил	Миколай В. В.						п	1	1
Перевірл	Масьська І. В.								
Керівник	Масьська І. В.								
Нач. контролю	Масьська І. В.								
Опонамент	Степанов Д. В.								
Запвердил	Швець В. В.								
План поверху на відм. 0,000. План покрівлі. Фасад в осях Г/1-Г/2, Г/2-Г/1, Г/А-Г/Б, Г/Б-Г/А; Розріз Г1-Г1, а-а, Вузел 1							ВНТЧ, зр. 15-24м		

ВІДУК ОПОНЕНТА
на магістерську кваліфікаційну роботу

здобувача Миколюка Владислав Віталійовича, ст. гр. 1Б-24М

Кваліфікаційна робота на тему «Підвищення експлуатаційних характеристик цементних стяжок підлог житлових будівель» присвячена вирішенню важливого інженерно-технічного завдання, що має практичне значення для житлового будівництва.

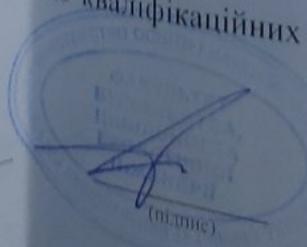
У роботі проведено аналіз існуючих конструктивно-технологічних рішень улаштування цементних стяжок, визначено основні причини виникнення дефектів і зниження експлуатаційних показників підлогових конструкцій. Автором обгрунтовано застосування комплексної модифікації стяжок, що поєднують полімерні, мінеральні добавки та фіброармування.

Позитивною стороною роботи є проведення дослідно-експериментальної частини та наявність кількісної оцінки впливу добавок на міцність, тріщиностійкість, адгезію та довговічність стяжок, а також виконання техніко-економічного аналізу. Наведені результати є логічними, аргументованими та узгоджуються з сучасними уявленнями про структуру та властивості цементних композитів.

Разом з тим, до зауважень можна віднести доцільність більш детального розгляду довготривалої експлуатаційної поведінки модифікованих стяжок підлог по ґрунту в умовах циклічних температурно-вологісних впливів; незначні помилки у оформленні архітектурно-будівельних креслень розрізів житлової будівлі у графічній частині роботи. Зазначені зауваження не знижують загальної науково-практичної цінності роботи.

Загалом кваліфікаційна робота виконана на належному науково-технічному рівні, відповідає вимогам до кваліфікаційних робіт і заслуговує на оцінку «добре».

Доцент кафедри ТЕ, к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь, вчене звання)



Степанов Д. В.
(ініціали, прізвище)

ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи
на тему: «ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ЦЕМЕНТНИХ СТЯЖОК ПІДЛОГ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ»

здобувача групи 1Б-24м Миколюка Владислава Віталійовича

У роботі розглянуто актуальну для сучасного житлового будівництва проблему підвищення надійності, довговічності та експлуатаційної придатності цементних стяжок підлог.

Кваліфікаційна робота виконана відповідно до затвердженого завдання та вимог чинних нормативних документів. У процесі виконання здобувач Миколюк В.В. успішно застосовував програмні комплекси для обробки аналітичного та графічного матеріалу, демонстрував добрі знання нормативної та законодавчої бази і галузі будівництва. Здобувач чітко дотримувалась графіку виконання магістерської кваліфікаційної роботи, вчасно представила роботу на попередньому захисті.

Автором виконано аналіз сучасних матеріалів і технологій улаштування підлог, обґрунтовано доцільність застосування полімерних і мінеральних модифікуючих добавок, а також дисперсного армування. Теоретична частина роботи викладена логічно, з достатнім рівнем узагальнення та коректним використанням науково-технічних джерел. У дослідницькому розділі наведено результати експериментальних і аналітичних досліджень фізико-механічних та експлуатаційних показників цементних стяжок, виконано їх порівняльний аналіз. Отримані результати мають практичну цінність і можуть бути використані при проєктуванні та виконанні будівельних робіт. Технічна частина роботи містить обґрунтовані архітектурно-будівельні, конструктивні та технологічні рішення, розроблені з урахуванням кліматичних, нормативних і експлуатаційних умов будівництва. Робота оформлена грамотно, з дотриманням вимог до кваліфікаційних робіт.

Зауваження носять несуттєвий характер і не впливають на загальну позитивну оцінку роботи і є наступними:

- окремі положення методики досліджень могли б бути детальніше формалізовані з використанням математичних моделей або регресійних залежностей;

- у графічних матеріалах доцільно було б розширити деталізацію окремих вузлів підлог будівлі, що підвищило б наочність та інженерну інформативність креслень.

Вважаю, що кваліфікаційна робота відповідає вимогам, які ставляться до робіт такого рівня, а її автор Миколюк В.В. заслуговує на присвоєння відповідної кваліфікації з оцінкою «добре».

Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи, к.т.н., доцент

I. V. Масвська