

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет будівництва та транспорту
Кафедра Архітектури та інженерних вишукувань

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри
Архітектури та інженерних
вишукувань
_____ Бородай Д. С.

«__» _____ 2024р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

На тему: «Удосконалення архітектурно-конструктивних рішень багатопверхового житлового будинку у м. Суми в ході капітального ремонту»

Виконав (ла)

(підпис)

С. Ю. Бесараб

(Прізвище, ініціали)

Група

Буд 2301-2м

(Науковий)
керівник

(підпис)

В. П. Сопов

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2024 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: **Архітектури та інженерних вишукувань**
Спеціальність: **192 "Будівництво та цивільна інженерія"**

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Бесараб Сергій Юрійович

Тема роботи: Удосконалення архітектурно-конструктивних рішень багатопверхового житлового будинку у м. Суми в ході капітального ремонту

Затверджено наказом по університету № 3455/ос від " 07 " 10 2024р.
Строк здачі студентом закінченої роботи: " 1 " грудня 2024 р.

Вихідні дані до роботи:

Дані інженерно-геологічних вишукувань, типові проекти, завдання проектування _____

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)

Розділ 1. Загальна характеристика роботи, 1.1. Розробка та вибір конструктивних рішень, 1.2. Визначення приведенного опору теплопередачі системи, Розділ 2. Опис архітектурно-планувального рішення будівлі, 2.1.

Ситуаційний план, 2.2. Об'ємно-планувальне рішення, 2.3. Архітектурно-конструктивне рішення, Список використаних джерел

5. Перелік графічного та або мультимедійного матеріалу (з вказівкою обов'язкових креслень)

21 слайдів мультимедійного матеріалу

Керівник :

(підпис)

В. П. Сопов
(Прізвище, ініціали)

Консультант

(підпис)

В. П. Сопов
(Прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання:

Здобувач

(підпис)

С. Ю. Бесараб
(Прізвище, ініціали)

Анотація

Бесараб Сергій Юрійович «Удосконалення архітектурно-конструктивних рішень багатопверхового житлового будинку у м. Суми в ході капітального ремонту» – Кваліфікаційна робота магістра на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». – Сумський національний аграрний університет, Суми, 2024.

Робота складається із змісту, загальної характеристики роботи та її кваліфікаційних ознак, огляду досліджень за обраною темою, розділів основної частини, висновків за результатами МКР (українською та англійською мовами).

Сформульовано мету, задачі, об'єкт та предмет дослідження, методи наукового дослідження.

Дослідження ізоляційних матеріалів в будівництві зосереджене на підвищенні енергоефективності та покращенні теплових характеристик будівель. Використання легких та економічно ефективних матеріалів, таких як жорсткий пінополіуретан та мінеральна вата, дозволяє значно знижувати теплопередачу, що сприяє зменшенню енергоспоживання та поліпшенню внутрішнього клімату приміщень. Застосування передових технологій ізоляції також має позитивний вплив на зниження вуглецевого сліду та відповідає вимогам сталого розвитку.

Оптимізація будівельних процесів, зокрема правильний вибір матеріалів та інноваційні методи будівництва, дозволяють зменшити початкові витрати і довгострокові витрати на обслуговування. Поглиблене розуміння властивостей ізоляційних матеріалів, таких як термостійкість, вологопроникність і вогнестійкість, допомагає вибрати найбільш підходящі варіанти для конкретних умов, що збільшує енергоефективність і зменшує відходи. Також, удосконалення методів будівництва зменшує час виконання робіт і витрати на робочу силу.

Наукова новизна дослідження полягає в експериментальному визначенні зміни теплопровідності мінераловатних ізоляційних матеріалів (марки IZOVAT) після 100 кліматичних циклів, що включають заморожування, відтавання та нагрівання. Встановлено, що теплопровідність змінюється в межах 5-8%, а ефективний термін служби матеріалу оцінюється в 45 років при збереженні термічного опору $R \geq 2,92 \text{ м}^2\text{-К/Вт}$, що відповідає сучасним вимогам енергоефективності.

Ключові слова: мінвата, полістирол, пінопласт.

Список публікацій та/або виступів на конференціях студента:

1. Сопов В.П., Бесараб С. Ю. ДОСЛІДЖЕННЯ УТЕПЛЮВАЧІВ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ: ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ // Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції , 29 листопада 2024 р., ХНАДУ, Харків, С.64

2. Бесараб С. Ю. ДОСЛІДЖЕННЯ УТЕПЛЮВАЧІВ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ: ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ / Матеріали 86 Міжнародної наукової конференції студентів, 8-12 квітня 2024 р., ХНАДУ, Харків, С.23

В додатках наведено тези конференції, альбом слайдів мультимедійної презентації.

Структура роботи.

Робота складається з основного тексту на 47 сторінках, у тому числі 13 таблиць, 17 рисунків. Текст роботи містить загальну характеристику роботи, 2 розділи, висновки і рекомендації за результатами роботи, список з 18 використаних джерел. Графічна частина складається з 21 слайдів мультимедійної презентації.

Abstracts

Besarab Serhiy Yuriyovych “Improvement of architectural and structural solutions of a multi-storey residential building in the city of Sumy during major repairs” - Master's qualification work in the form of a manuscript.

Master's qualification work in specialty 192 “Construction and civil engineering”. - Sumy National Agrarian University, Sumy, 2024.

The work consists of the content, general characteristics of the work and its qualification features, a review of research on the selected topic, sections of the main part, conclusions based on the results of the MCR (in Ukrainian and English).

The goal, objectives, object and subject of the study, methods of scientific research are formulated.

The study of insulating materials in construction is focused on increasing energy efficiency and improving the thermal characteristics of buildings. The use of lightweight and cost-effective materials, such as rigid polyurethane foam and mineral wool, allows you to significantly reduce heat transfer, which contributes to reducing energy consumption and improving the indoor climate of the premises. The use of advanced insulation technologies also has a positive impact on reducing the carbon footprint and meets the requirements of sustainable development.

Optimization of construction processes, in particular the right choice of materials and innovative construction methods, allows to reduce initial costs and long-term maintenance costs. In-depth understanding of the properties of insulation materials, such as thermal resistance, moisture permeability and fire resistance, helps to select the most suitable options for specific conditions, which increases energy efficiency and reduces waste. Also, improving construction methods reduces work time and labor costs.

The scientific novelty of the study lies in the experimental determination of the change in thermal conductivity of mineral wool insulation materials (IZOVAT brand) after 100 climatic cycles, including freezing, thawing and heating. It was established that the thermal conductivity changes within 5-8%, and the effective service life of the material is estimated at 45 years while maintaining the thermal

resistance $R \geq 2.92 \text{ m}^2\text{-K/W}$, which meets modern energy efficiency requirements.

Keywords: mineral wool, polystyrene, foam.

List of publications and/or speeches at student conferences:

1. Sopov V.P., Besarab S. Yu. RESEARCH OF INSULATORS AND FEATURES OF THEIR USE: TECHNICAL AND ECONOMIC ASPECT // Materials of the XVIII International Scientific and Practical Conference, November 29, 2024, KhNADU, Kharkiv, P.64

2. Besarab S. Yu. RESEARCH OF INSULATORS AND FEATURES OF THEIR USE: TECHNICAL AND ECONOMIC ASPECT / Materials of the 86th International Scientific Conference of Students, April 8-12, 2024, KhNADU, Kharkiv, P.23

The appendices contain the conference abstracts, an album of multimedia presentation slides.

Structure of the work.

The work consists of the main text on 47 pages, including 13 tables, 17 figures. The text of the work contains a general description of the work, 2 sections, conclusions and recommendations based on the results of the work, a list of 18 sources used. The graphic part consists of 21 slides of a multimedia presentation.

ЗМІСТ

Розділ 1. Загальна характеристика роботи.....	9
1.1. Розробка та вибір конструктивних рішень.....	11
1.2. Визначення приведенного опору теплопередачі системи.....	19
Розділ 2. Опис архітектурно-планувального рішення будівлі.....	39
2.1. Ситуаційний план.....	39
2.2. Об'ємно-планувальне рішення.....	39
2.3. Архітектурно-конструктивне рішення.....	41
Список використаних джерел.....	46

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми: Ізоляція будівельних конструкцій набуває все більшого значення в сучасній практиці будівництва, особливо в контексті підвищення енергоефективності та теплових характеристик. Застосування легких, простих у монтажі та економічно ефективних ізоляційних матеріалів відіграє вирішальну роль у покращенні термічного опору зовнішніх стін і даху.

Ці ізоляційні матеріали, які можуть включати плити з жорсткого пінополіуретану, пінополіуретани або мінеральну вату, призначені для мінімізації теплопередачі, тим самим зменшуючи споживання енергії для опалення та охолодження. Покращуючи теплоізоляційні властивості огорожувальних конструкцій, ці матеріали сприяють підтримці стабільної внутрішньої температури, підвищують комфорт мешканців і зменшують залежність від механічних систем опалення та охолодження.

Крім того, інтеграція передових технологій ізоляції може значно знизити загальний вуглецевий слід будівель, узгоджуючи цілі сталого розвитку та нормативні вимоги. Таким чином, стратегічний вибір і встановлення відповідних ізоляційних матеріалів є важливими для оптимізації продуктивності та довговічності будівельних конструкцій у поточному екологічному контексті.

Мета і завдання дослідження: Поглиблення розуміння ізоляційних матеріалів та оптимізація будівельних процесів може призвести до значного скорочення як початкових витрат на будівництво будівлі, так і довгострокових витрат, пов'язаних з обслуговуванням. Повне розуміння ізоляційних властивостей, таких як термостійкість, вологопроникність і вогнестійкість, дає змогу професіоналам у будівництві вибирати найбільш відповідні матеріали для конкретних застосувань, тим самим максимізуючи енергоефективність і мінімізуючи відходи.

Крім того, оптимізація методології будівництва, яка може включати розширене планування, інноваційні технології будівництва та інтеграцію

готових компонентів, підвищує загальну ефективність проекту. Цей раціональний підхід не тільки зменшує витрати на робочу силу, але й мінімізує час будівництва, що сприяє швидшому завершенню проекту.

Удосконалені методи будівництва можуть призвести до кращих результатів, зменшуючи ймовірність майбутніх ремонтів і технічного обслуговування. Впроваджуючи найкращі методи ізоляції та будівництва, галузь може досягти більш стійкого та економічно ефективного архітектурного середовища, що зрештою сприятиме зниженню експлуатаційних витрат та збільшенню довговічності будівель.

Об'єкт дослідження: Дослідження утеплювачів та особливості їх використання.

Предмет дослідження: Багатоповерховий житловий будинок в місті Суми.

Методи дослідження: Проведення ретельного дослідження джерел, доступних в Інтернеті та в архівних сховищах, має важливе значення для збору вичерпних даних, що стосуються будівельних проектів. Це дослідження передбачає систематичний аналіз різних цифрових платформ, наукових статей та історичних записів для вилучення відповідної інформації, яка може стати основою для прийняття рішень і найкращих практик у будівництві.

На додаток до онлайн-досліджень та архівних досліджень, збір емпіричних даних з різноманітних будівельних майданчиків із подібними проектами є критично важливим. Цей процес може включати оцінку на місці, співбесіди з керівниками проекту та підрядниками, а також оцінку методології будівництва та використання матеріалів. Задokumentувавши показники продуктивності, виклики, що виникли, і рішення, реалізовані в цих аналогічних проектах, дослідники можуть створити надійну базу даних, яка полегшить порівняльний аналіз і виявлення тенденцій.

Інтеграція якісних і кількісних даних, отриманих як з цифрових, так і з фізичних джерел, сприяє всебічному розумінню практики будівництва та

інновацій. Цей багатовимірний підхід не тільки підвищує надійність висновків, але й підтримує розробку стратегій, заснованих на фактичних даних, які можуть оптимізувати майбутні будівельні роботи.

Наукова та технічна новизна одержаних результатів: Наукова новизна дослідження полягає в експериментальному визначенні зміни теплопровідності мінераловатних теплоізоляційних матеріалів (марки IZOVAT) після 100 кліматичних циклів, що включають заморожування, відтавання та нагрівання. Встановлено, що теплопровідність зразків змінюється в межах 5-8%, залежно від умов впливу, при цьому їх геометричні розміри залишаються стабільними з допуском ± 1 мм. Ефективний термін служби матеріалу оцінюється в 45 років за умови збереження термічного опору $R \geq 2,92 \text{ м}^2\text{-К/Вт}$ при товщині ізоляції 12 см, що відповідає сучасним вимогам енергоефективності. Вперше побудовано графік залежності теплопровідності від кількості кліматичних циклів, який демонструє нелінійний характер зміни теплофізичних властивостей у часі.

Апробація та публікація результатів роботи: 1. Сопов В.П., Бесараб С. Ю. ДОСЛІДЖЕННЯ УТЕПЛЮВАЧІВ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ: ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ // Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції , 29 листопада 2024 р., ХНАДУ, Харків, С.64

2. Бесараб С. Ю. ДОСЛІДЖЕННЯ УТЕПЛЮВАЧІВ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ: ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ / Матеріали 86 Міжнародної наукової конференції студентів, 8-12 квітня 2024 р., ХНАДУ, Харків, С.23

1.1. Розробка та вибір конструктивних рішень

Згідно із запропонованою методологією проектування, рекомендується віддати перевагу використанню збірних систем, які включають легкі тонкошарові штукатурки, поряд із тими, що використовують товстошарові штукатурні системи. Ці варіанти вважаються найбільш технологічними та

економічно вигідними для підвищення теплової ефективності громадських будівель.

Збірні системи пропонують численні переваги, зокрема спрощені процеси складання, скорочені терміни будівництва та покращений контроль якості, оскільки компоненти виготовляються в контрольованому середовищі. Інтеграція легких тонкошарових штукатурок у ці системи сприяє ефективній теплоізоляції при мінімізації додаткових структурних навантажень, забезпечуючи таким чином сумісність з різними будівельними каркасами.

Навпаки, товстошарові штукатурні системи забезпечують покращену теплову масу та теплоізоляційні властивості, сприяючи покращенню енергозбереження та комфорту в громадських приміщеннях. Товщина штукатурного шару служить для пом'якшення температурних коливань і зменшення потреби в енергії для опалення та охолодження.

Обидва підходи сприяють оптимізації теплових характеристик у громадських будівлях, узгоджуючи їх із сучасними стандартами енергоефективності та цілями сталого розвитку.

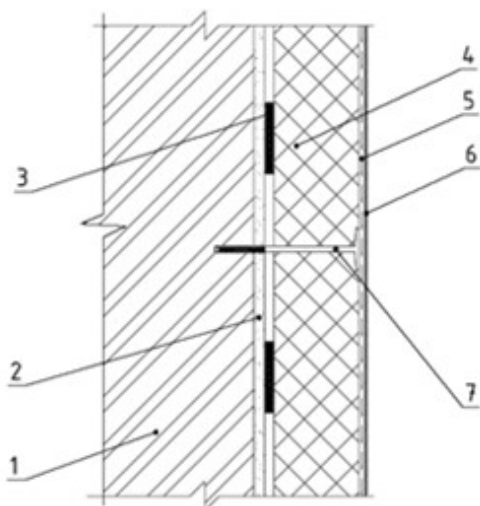


Рис. 1.1. Конструктивна схема збірної системи з опорядженням легкими тонкошаровими штукатурками

1. Несучий конструкційний елемент: цей компонент стінової системи призначений для підтримки вертикальних і бічних навантажень, забезпечуючи структурну цілісність і стійкість будівлі. Виготовлені з міцних матеріалів, таких як залізобетон, сталь або цегляна кладка, ці елементи мають

вирішальне значення для передачі навантажень на фундамент і підтримки загальної продуктивності конструкції.

2. Вирівнюючий шар штукатурки: використовується для створення однорідної та гладкої поверхні, цей вирівнюючий шар штукатурки компенсує нерівності основи. Це має вирішальне значення для підготовки стіни до наступних шарів, забезпечення належної адгезії та естетичної якості кінцевої обробки. До складу часто входять гіпсові або цементні матеріали, які дозволяють легко наносити та маніпулювати.

3. Адгезивний шар: цей шар служить сполучним агентом, полегшуючи адгезію різних матеріалів або компонентів у стіні. Створений із спеціалізованих полімерів або матеріалів на основі цементу, клейовий шар має вирішальне значення для забезпечення довговічності та ефективності з'єднань між різними будівельними елементами.

4. Теплоізоляційний шар: спеціально розроблений для підвищення теплових характеристик огорожувальних конструкцій будівлі, цей шар утримує тепло всередині конструкції, мінімізуючи втрати енергії та підвищуючи загальну енергоефективність. Звичайні матеріали, що використовуються для теплоізоляції, включають плити з жорсткого пінопласту, мінеральну вату або скловолокно, які мають низькі властивості теплопровідності.

5. Посилений захисний шар: цей шар містить скловолоконну сітку для підвищення структурної цілісності та стійкості до розтріскування. Він служить для захисту матеріалів підкладки від факторів навколишнього середовища, таких як вологість і теплове розширення, одночасно надаючи додаткову міцність системі стін. Це посилення особливо важливо в місцях, які піддаються механічним навантаженням або суворим погодним умовам.

6. Остаточне фінішне покриття: цей крайній шар наноситься для досягнення бажаного естетичного вигляду поверхні стіни. Складається з різних матеріалів, включаючи фарбу, штукатурку або декоративну

штукатурку, фінішне покриття не тільки покращує візуальну привабливість, але й забезпечує додатковий захист від впливу навколишнього середовища.

7. Механічний фіксуєчий елемент ізоляції: цей компонент використовується для надійного кріплення ізоляційного шару до структурної основи, запобігаючи зміщенню та забезпечуючи безперервність теплових характеристик. Загальні методи механічного кріплення включають використання анкерів, гвинтів або спеціальних ізоляційних кріплень, призначених для розміщення певних вузлів стіни.

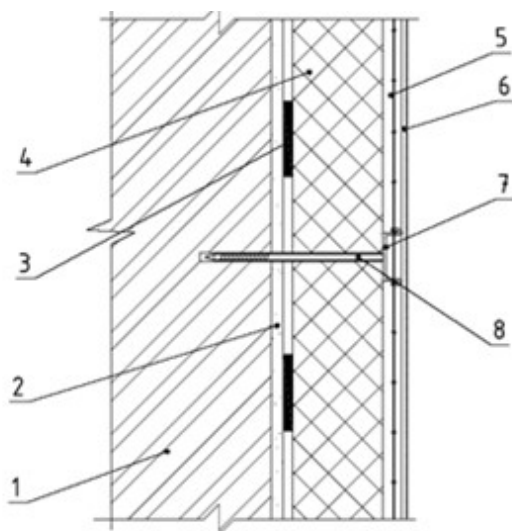


Рис. 1.2. Конструктивна схема збірної системи з опорядженням товстошаровими штукатурками

1. Компонент несучої стіни: ця невід’ємна частина стінової системи розроблена для підтримки вертикальних і бічних навантажень, які створює конструкція, включаючи власну вагу, а також динамічних навантажень, таких як вітрові та сейсмічні сили. Цей компонент виготовлений із високоміцних матеріалів, таких як залізобетон, цегляна кладка або сталь, має вирішальне значення для підтримки загальної стабільності та безпеки будівлі.

2. Вирівнюючий шар штукатурки: цей шар штукатурки наноситься на основу стіни для отримання гладкої та рівної поверхні, необхідної для естетичної обробки та належного зчеплення наступних шарів. Вирівнюючий шар може складатися з матеріалів на основі гіпсу або цементу, що дозволяє

регулювати товщину та консистенцію для усунення нерівностей поверхні, забезпечуючи при цьому міцну основу для подальшої обробки.

3. Адгезивний шар: цей шар функціонує як сполучний агент, полегшуючи адгезію різних будівельних матеріалів і компонентів. Створений з високоефективних полімерів або клеїв на основі цементу, цей шар має вирішальне значення для забезпечення надійного та довговічного з'єднання між різнорідними матеріалами, сприяючи загальній цілісності стіни.

4. Теплоізоляційний шар: спеціально розроблений для підвищення теплової ефективності стінової системи, цей шар призначений для мінімізації теплопередачі та покращення збереження енергії всередині будівлі. Поширені ізоляційні матеріали включають пінополістирол (EPS), екструдований пінополістирол (XPS) і мінеральну вату, всі вони характеризуються низькою теплопровідністю та високою стійкістю до вологи.

5. Посилений захисний шар: цей захисний шар містить металеву сітку, таку як оцинкована сталь або нержавіюча сталь, для підвищення міцності та довговічності стіни. Армування служить для розподілу напруги по всій поверхні, зменшуючи ризик розтріскування та забезпечуючи захист від факторів зовнішнього середовища, таких як проникнення вологи та теплове розширення.

6. Фінішне покриття: цей крайній шар наноситься для досягнення бажаного естетичного вигляду стіни, одночасно забезпечуючи додатковий захист від факторів навколишнього середовища. Оздоблювальне покриття, що складається з таких матеріалів, як акрил, силіконові фарби або текстурована штукатурка, сприяє візуальній привабливості та може підвищити стійкість конструкції до погодних умов.

7. Фіксатор металевої сітки: цей компонент використовується для фіксації арматури металевої сітки на місці всередині захисного шару. Він забезпечує правильне розташування під час нанесення штукатурки або інших

оздоблювальних матеріалів, зберігаючи ефективність армування, запобігаючи зсуву або деградації з часом.

8. Механічний кріпильний елемент для ізоляції: цей компонент необхідний для надійного кріплення ізоляційного матеріалу до стіни конструкції. Різні механічні методи кріплення, включаючи анкери, гвинти або спеціальні ізоляційні кріпильні елементи, використовуються для того, щоб ізоляція залишалася міцно на місці, таким чином зберігаючи постійність теплових характеристик і структурної цілісності.

Під час механічного кріплення ізоляційних шарів до зовнішніх стін слід ретельно враховувати кілька важливих рекомендацій, щоб забезпечити оптимальну продуктивність, довговічність і структурну цілісність вузла.

По-перше, важливо вибрати відповідну систему механічного кріплення на основі конкретного ізоляційного матеріалу та характеристик основи стіни. Кріпильні елементи мають бути сумісними з типом ізоляції, наприклад гвинти, анкери або спеціальні ізоляційні кріпильні елементи, щоб забезпечити надійне кріплення без шкоди для цілісності матеріалу.

По-друге, відстань і малюнок кріпильних елементів слід визначати відповідно до вказівок виробника та відповідних будівельних норм. Правильний відстань мінімізує ризик утворення теплових містків, водночас гарантуючи, що ізоляційний шар залишається міцно закріпленим проти вітру та інших механічних навантажень. Кріпильні елементи слід розподілити рівномірно по поверхні ізоляції, щоб запобігти локальному пошкодженню та підтримувати рівномірну теплову оболонку.

Крім того, вкрай важливо враховувати потенційне розширення та звуження як ізоляції, так і основи стіни через коливання температури. Система кріплення повинна допускати певний рух, щоб запобігти пошкодженню шару ізоляції та всієї стіни.

Перед установкою необхідно звернути увагу на стан основи стіни. Поверхня повинна бути чистою, сухою та вільною від сміття, що забезпечує належне зчеплення та механічне зачеплення кріплень. Будь-які нерівності або

дефекти основи слід усунути до встановлення ізоляції для досягнення оптимального контакту та підтримки.

Нарешті, після монтажу слід провести ретельний огляд, щоб переконатися, що всі кріпильні елементи надійно затягнуті, а ізоляційний шар правильно вирівняний і вільний від зазорів або пустот. Цей захід контролю якості має вирішальне значення для забезпечення довгострокової ефективності системи теплоізоляції та загальної енергоефективності огорожувальних конструкцій будівлі.

Таблиця 1.1. Кількість дюбелів на м² у крайовій зоні

Вітровий район згідно з ДБНВ.1.2-2	Висота будівлі, м			
	до 5 поверхів	5-9 поверхів	9-16 поверхів	16-25 поверхів
II	6	8	10	12
III	8	10	12	14

Таблиця 1.2. Кількість дюбелів на м² у звичайній зоні

Висота будівлі	Пінополістирольні плити	Мінераловатні плити
До 5 поверхів	4	6
5-16 поверхів	6	8
16-25 поверхів	8	10

Примітка. Дюбелі в звичайній зоні розміщуються по периметру плити і всередині, при цьому охоплюють перпендикулярно розміщені шви двох рядів плит.

Таблиця 1.3. Величина крайової зони

Кількість поверхів	До 9	9-16	16-25
Ширина торця будинку, м	12	12-18	більше 18
Крайова зона, м	1,0	1,5	2,0

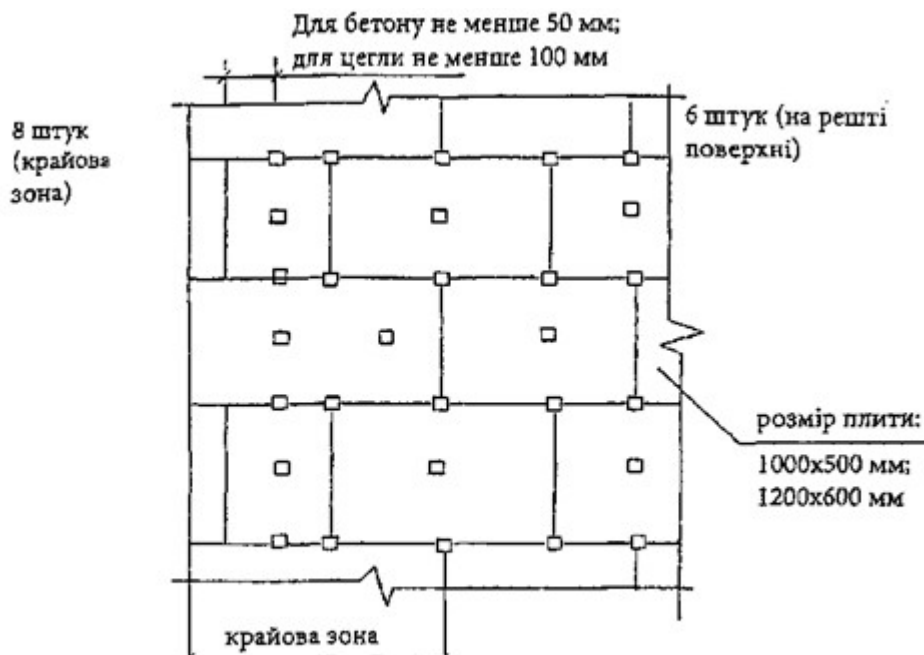


Рис. 1.3. Схема розташування дюбелів у зоні по краях

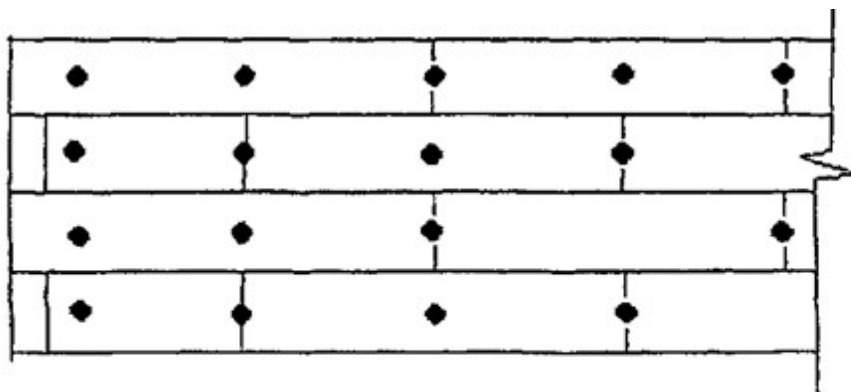


Рис. 1.4. Схема розташування дюбелів у зоні по краях. Розмір плити: 1200мм x 150мм, 1200мм x 200мм

З точки зору проектування, рекомендується віддавати перевагу впровадженню збірних систем, які використовують легкі тонкошарові штукатурки, поряд із тими, які включають товстошарові штукатурки. Ці системи являють собою найбільш технологічно придатні та економічно життєздатні стратегії підвищення теплової ефективності громадських будівель.

Збірні системи пропонують численні переваги, включаючи точність виробництва та контроль якості, що забезпечує стабільну продуктивність і скорочує час будівництва. Використання в цих системах легких тонкошарових штукатурок значно мінімізує додаткову вагу елементів

конструкції, забезпечуючи при цьому ефективну теплоізоляцію. Ці штукатурки складаються з передових матеріалів, які забезпечують чудову адгезію та рівномірне нанесення, що є важливим для збереження цілісності теплового бар'єру.

Навпаки, товстошарові штукатурні системи забезпечують значну теплову масу, сприяючи підвищенню енергозбереження в громадських приміщеннях. Збільшена товщина цих штукатурних шарів забезпечує кращу терморегуляцію, ефективно зменшуючи тепловіддачу та сприяючи стабільному внутрішньому середовищу. Здатність товстошарових систем поглинати та віддавати тепло допомагає пом'якшувати температурні коливання, що сприяє підвищенню комфорту мешканців і зниженню споживання енергії для опалення та охолодження.

Обидва підходи сприяють оптимізації теплової ефективності в громадських будівлях, узгоджуючи їх із сучасними стандартами енергоефективності та цілями сталого розвитку. Стратегічно обираючи ці передові системи, зацікавлені сторони можуть досягти значної довгострокової економії коштів, зменшити вимоги до обслуговування та зробити внесок у загальне зменшення вуглецевого сліду будівлі. Цей комплексний підхід не тільки покращує функціональність будівлі, але й підтримує ширші цілі енергоефективності та стійкості в антропогенному середовищі.

1.2. Визначення приведенного опору теплопередачі системи

Оцінка опору теплопередачі передбачала системний підхід, який включав експериментальні вимірювання різних систем ізоляції. Ця комплексна оцінка мала на меті кількісну оцінку теплових характеристик стінових вузлів як до встановлення ізоляції, так і після застосування різних ізоляційних рішень.

Спочатку базові вимірювання теплових характеристик були отримані для стінових конструкцій без ізоляції. Це передбачало використання каліброваних тепловізійних камер і датчиків теплового потоку для точного

вимірювання температури поверхні та швидкості теплового потоку. Дані, зібрані під час цього етапу, дали важливе розуміння притаманних теплових властивостей матеріалів стін і загальних механізмів передачі енергії.

Згодом до тих самих стінових конструкцій було застосовано ряд систем ізоляції з використанням ряду матеріалів, таких як пінополістирол (EPS), екструдований пінополістирол (XPS), мінеральна вата та пінополіуретан. Кожен тип ізоляції оцінювався на його ефективність у підвищенні термічної стійкості стінових вузлів. Процес застосування проводився відповідно до стандартизованих протоколів встановлення, щоб забезпечити узгодженість різних тестових зразків.

Після встановлення ізоляційних систем було проведено повторні вимірювання для оцінки покращених теплових характеристик. Це передбачало повторну оцінку вузлів стін із використанням тих самих методів тепловізійного зображення та вимірювання теплового потоку, які використовувалися під час початкової оцінки. Результати були проаналізовані, щоб визначити загальну ефективність кожної системи ізоляції щодо зменшення теплопередачі, що дозволило провести порівняльний аналіз значень їх термічного опору.

Висновки цієї оцінки не тільки надали емпіричні дані щодо теплових характеристик різних систем ізоляції, але й сприяли глибшому розумінню їх практичного значення в реальних застосуваннях. Такі детальні оцінки мають важливе значення для інформування про найкращі практики проектування ізоляції та для підвищення енергоефективності огорожувальних конструкцій будівель у різноманітних кліматичних умовах.

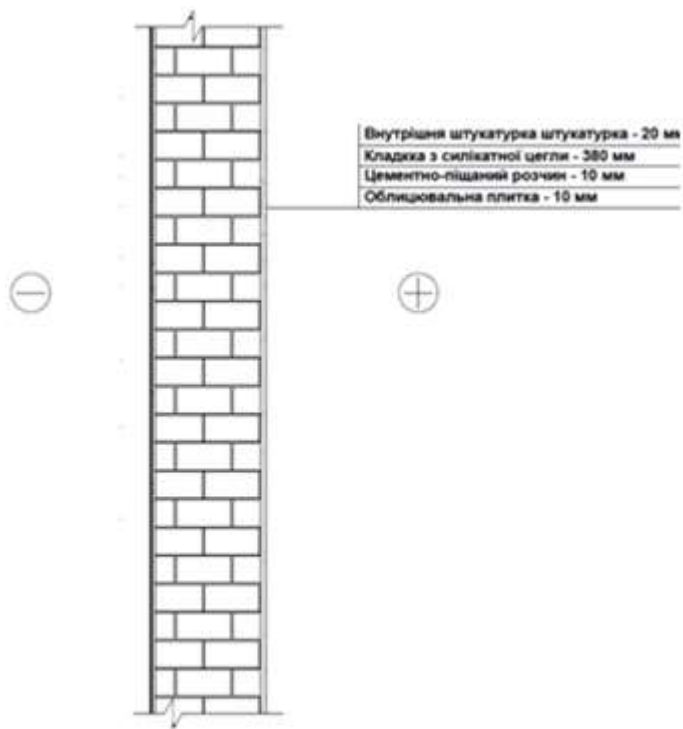


Рис. 1.5. Зовнішня стіна до утеплення

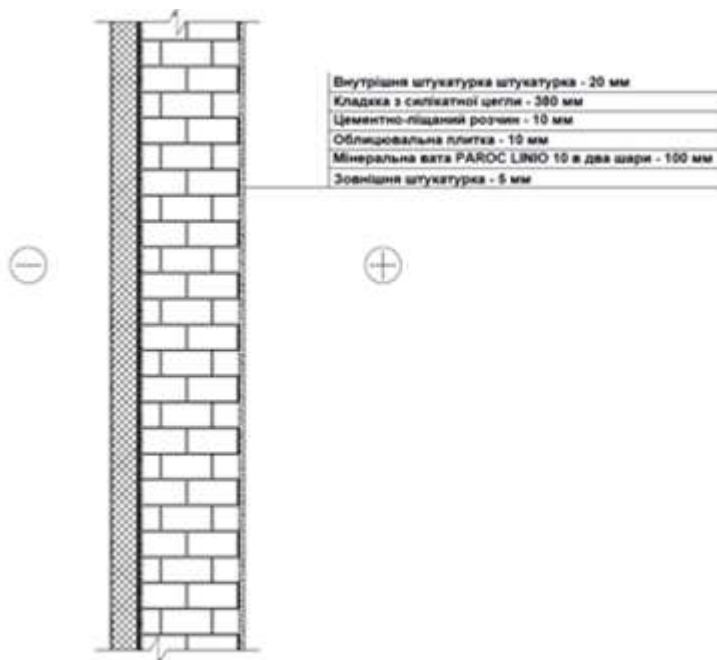


Рис. 1.6. Зовнішня стіна утеплена мінеральною ватою

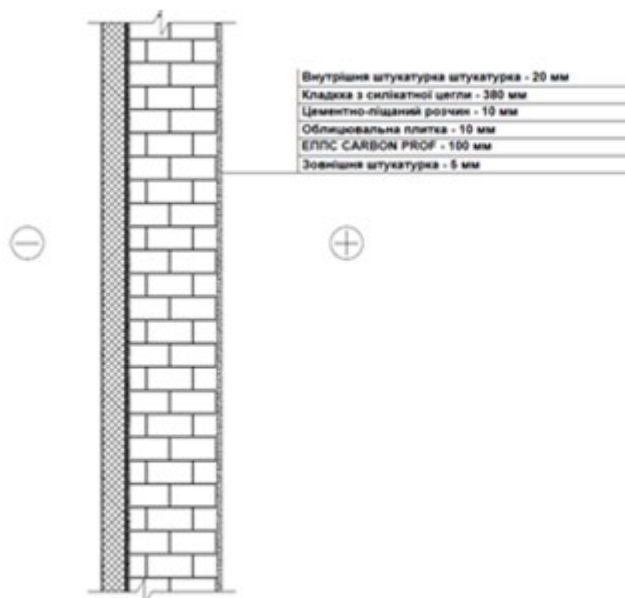


Рис. 1.7. Зовнішня стіна утеплена екструдованим пінополістиролом

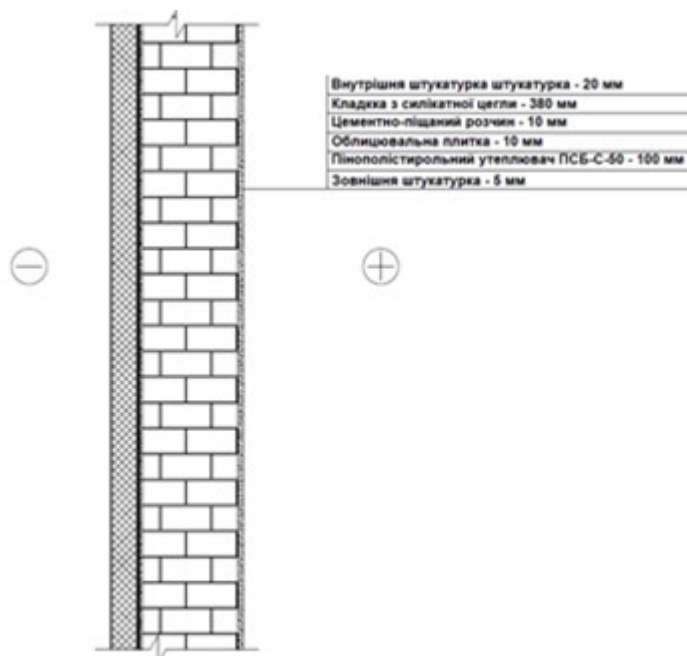


Рис. 1.8. Зовнішня стіна утеплена пінополістиролом

Оцінка опору теплопередачі із використанням різних систем ізоляції проводилася в найхолодніші місяці, зокрема з грудня по лютий 2023 року. Цей часовий проміжок було стратегічно вибрано для збору даних за екстремальних температурних умов, що дозволяє комплексно оцінити системи ізоляції. ефективність мінімізації втрат тепла в пікові зимові місяці.

Протягом цього періоду було проведено серію систематичних вимірювань для кількісної оцінки теплових характеристик зовнішніх стін. Експериментальна установка включала встановлення датчиків температури

та вимірювачів теплового потоку на поверхнях стін, що дозволяло безперервно контролювати температуру поверхні та швидкість теплообміну через вузли стін. Цей інструментарій надавав дані в режимі реального часу, дозволяючи проводити точні розрахунки теплового опору (R-значення) на основі встановлених рівнянь теплопередачі.

Оцінка охоплювала низку ізоляційних систем, у тому числі плити з жорсткого пінопласту, плити зі скловолокна та розпилену піну, кожен з яких застосовували до ідентичних стінових конструкцій для забезпечення узгодженості в порівнянні. Перед нанесенням ізоляції було проведено базові вимірювання, щоб визначити початкові теплові характеристики неізольованих стін. Після встановлення кожного типу ізоляції той самий протокол вимірювання повторювався для оцінки підвищеного теплового опору.

Аналіз даних передбачав порівняння швидкості теплопередачі до і після утеплення, що підкреслило ефективність кожної системи утеплення у зменшенні втрат тепла. Результати, отримані в ці холодні місяці, дали цінну інформацію про характеристики ізоляційних матеріалів у реальних умовах.

Таблиця 1.4. Опір теплопередачі зовнішньої стіни до утеплення та після

Зовнішня стіна	Тепловий опір системи утеплення	Опір теплопередачі системи утеплення	Відповідність вимогам ДБН В.2.6-31:2016	
			I-а температурна зона	II-а температурна зона
Система утеплення пінополістиролом	2,71	2,87	-	+
Система утеплення екструдованим пінополістиролом	3,05	3,21	-	+
Система утеплення мінеральною ватою	2,93	3,08	-	+
Система утеплення піносклом	2,4	2,55	-	+
До утеплення	0,48	0,64	-	-



Рис. 1.9. Оцінка ефективності утеплення стіни з внутрішньої сторони пінополістиролом

Під час процесу ізоляції фасаду термопари були стратегічно прикріплені до кожного з чотирьох типів теплоізоляційних матеріалів, щоб полегшити безперервний моніторинг рівня температури. Це систематичне розміщення було необхідним для отримання точних даних щодо теплових характеристик і розуміння теплової поведінки кожної системи ізоляції на місці.

Кожна термопара була встановлена в заздалегідь визначених місцях під ізоляційними шарами, забезпечуючи оптимальний контакт з матеріалом для точного фіксування коливань температури. Стратегія розміщення передбачала розміщення термопар на різній глибині в ізоляційних шарах, включаючи поверхню, проміжний шар і межу з нижньою підкладкою стіни. Цей багаторівневий моніторинг дозволив збирати всебічні дані щодо температурних градієнтів і ефективності кожного ізоляційного матеріалу щодо мінімізації теплопередачі.

Конкретна конфігурація та розміщення термопар були ретельно задокументовані, забезпечуючи чітке візуальне уявлення про їх розташування по відношенню до шарів ізоляції. Ця конфігурація дозволила диференціювати температурні профілі для різних матеріалів, таких як

спінений полістирол, екструдований полістирол, мінеральна вата та пінополіуретан.

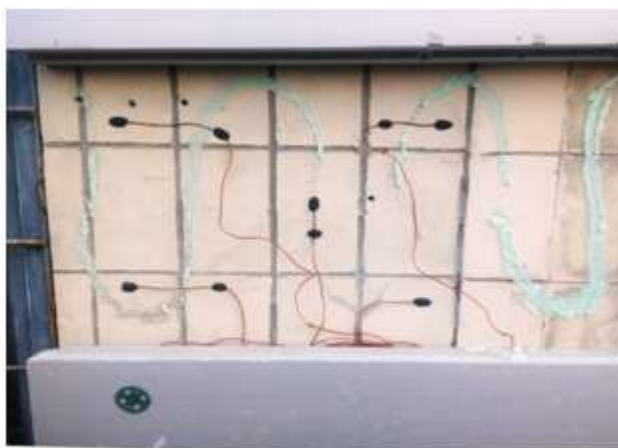


Рис. 1.10. Місця кріплення термопар під пінополістиролом



Рис. 1.11. Місця кріплення термопар під мінеральною ватою



Рис. 1.12. Місця кріплення термопар під піносклом

Температури, зареєстровані під час експериментальних досліджень, були ретельно задокументовані для полегшення порівняльного аналізу з теоретичними значеннями, отриманими шляхом двовимірного моделювання за допомогою програмного забезпечення THERM 7.7. Цей підхід мав на меті перевірити точність прогнозів теплових характеристик, зроблених програмним забезпеченням, порівняно з емпіричними даними, отриманими з реальних умов.

Коефіцієнти теплопровідності для ізоляційних матеріалів, використаних у розрахунках, були отримані з встановлених таблиць властивостей матеріалів і представлені в детальній таблиці, що супроводжує результати. Ці коефіцієнти є критично важливими параметрами, що впливають на термічну поведінку кожного типу ізоляції та мають важливе значення для точних розрахунків теплового опору в рамках моделювання.

У поєднанні з температурними даними були створені візуальні зображення, щоб проілюструвати розподіл температури по зовнішніх стінах, демонструючи теплові профілі, пов'язані з чотирма різними типами ізоляційних матеріалів. Ці цифри підкреслюють варіації теплових характеристик, дозволяючи прямо візуально порівняти, як кожен тип ізоляції впливає на температуру поверхні стін за однакових умов навколишнього середовища.

Аналіз був зосереджений на виявленні розбіжностей між виміряними температурами та тими, що прогноуються програмним забезпеченням для моделювання, надаючи розуміння ефективності ізоляційних матеріалів і точності процесу моделювання. Цей суворий підхід не тільки підвищує надійність експериментальних даних, але й покращує розуміння теплової динаміки огорожувальних конструкцій будівель, що в кінцевому підсумку сприяє вдосконаленню методів проектування ізоляції в сфері енергоефективного будівництва.

Таблиця 1.5. Коефіцієнти теплопровідності матеріалів

Матеріали	Теплопровідність Вт/м·К
Внутрішня штукатурка	0,81
Кладка з силікатної цегли	0,87
Цементно-піщаний розчин	0,93
Плитка для оздоблення фасаду	1,1
Мінераловатний утеплювач	0,041
Пінополістирольний утеплювач	0,045
Утеплювач екструдований пінополістирол	0,039
Гіпсокартонний лис	0,21
Піноскло	0,054

Таблиця містить вичерпне порівняння як експериментально виміряних, так і обчислювальних прогнозованих температур під ізоляційними шарами. Експериментальні дані про температуру були ретельно зібрані 21 грудня 2023 року, дату, вибрану з огляду на холодні погодні умови, оскільки середня температура зовнішнього повітря протягом дня була зареєстрована на рівні - 9,6°C.

Ця конкретна зовнішня температура служила критичною точкою відліку для оцінки теплових характеристик систем ізоляції в реальних зимових умовах. Під час процесу збору даних температурні датчики були розміщені стратегічно під ізоляційними шарами, щоб забезпечити точні показання теплових умов у стінах. Вимірювання, проведені в цю дату, відображають ефективність ізоляції в зменшенні теплопередачі та підтримці стабільнішої внутрішньої температури в умовах значного зовнішнього холоду.

Потім отримані дані порівнювалися з температурами, передбаченими тепловим моделюванням за допомогою програмного забезпечення THERM 7.7, яке використовує встановлені значення теплопровідності для різних ізоляційних матеріалів, залучених до дослідження. Це порівняння дозволяє

детально проаналізувати фактичні характеристики ізоляції порівняно з теоретичними прогнозами, тим самим забезпечуючи цінну інформацію про надійність інструментів теплового моделювання та реальну застосовність досліджуваних систем ізоляції. Отримані висновки сприяють глибшому розумінню термічної динаміки в огорожувальних конструкціях під час екстремально холодних погодних умов, сприяючи прийняттю обґрунтованих рішень щодо дизайну ізоляції та вибору в енергоефективних будівельних практиках.

Таблиця 1.6. порівняльна таблиця експериментальних та розрахункових значень температури зовнішньої стіни різними видами утеплювача

Система утеплення зовнішньої стіни	Експериментальні значення Температур, °C	Розрахункові значення температур, °C
Мінеральна вата	13,8 (2,4)	14,3 (2,5)
Пінополістирол	13,3	14,0
Екструдований пінополістирол	14,1	14,6
Піноскло	12,7	13,2

Розрахунки підтвердили експериментально отримані значення температури, тим самим підтвердивши валідність і надійність досліджених методів теплоізоляції для застосування в системах зовнішніх стін. Ця кореляція між вимірними та прогнозованими температурами підкреслює практичну корисність досліджуваних методів ізоляції для підвищення енергоефективності огорожувальних конструкцій.

Щоб оцінити ефективний термін служби ізоляційних матеріалів, зразки були ретельно підготовлені, спочатку відрегулювавши їх вміст вологи до заданих рівнів, гарантуючи, що вони точно відображають реальні умови. Після цієї підготовки зразки були надійно запечатані в поліетиленові пакети для підтримки бажаного рівня вологості та запобігання будь-якому забрудненню або випаровуванню.

Після герметизації ці зразки піддавалися контрольованому циклічному температурному режиму, розробленому для імітації теплових навантажень, з якими можуть зіткнутися ізоляційні матеріали протягом усього терміну служби. Цей режим включав повторювані цикли заморожування, відтавання та нагрівання, тим самим відтворюючи умови навколишнього середовища, типові для сезонних коливань погоди.

Кожен цикл ретельно контролювався для оцінки фізичної та термічної цілісності ізоляційних матеріалів. Було задокументовано вплив термічного циклу на властивості матеріалу, включаючи зміни теплопровідності, міцності на стиск і стабільності розмірів. Цей суворий підхід до тестування дозволяє комплексно оцінити довговічність і довгострокову роботу систем ізоляції в різних умовах навколишнього середовища, що в кінцевому підсумку сприяє кращому розумінню їх придатності для практичного застосування в ізоляції зовнішніх стін.

$$t_3 = -22\text{ }^\circ\text{C}, \tau_3 = 3\text{ год}; t_B = +20\text{ }^\circ\text{C}, \tau_B = 4\text{ год}; t_H = +60\text{ }^\circ\text{C}, \tau_H = 16\text{ год},$$

У цьому дослідженні температури замерзання, відтавання та нагрівання позначені як t_z , t_w та t_n відповідно. Протягом експерименту проводилися періодичні оцінки зразків ізоляції, щоб оцінити їх ефективність за цих умов термічного циклу.

Після кожної послідовності з десяти повних циклів зразки піддавалися ретельному дослідженню для кількісного визначення їх теплопровідності за стандартизованих умов тестування. Це передбачало використання каліброваних витратомірів тепла для забезпечення точного вимірювання теплопровідності, що є критичним для визначення ефективності ізоляції матеріалів у часі. Будь-які спостережувані зміни зовнішнього вигляду зразків, такі як тріщини, розшарування або зміна кольору, були ретельно задокументовані, щоб отримати якісне уявлення про довговічність і ефективність матеріалів.

Після завершення термоциклічних випробувань був побудований графік, щоб проілюструвати кореляцію між теплопровідністю і кількістю

витриманих циклів. Це графічне представлення служить для підкреслення погіршення або покращення теплових властивостей як функції багаторазового впливу змінних теплових режимів, що дозволяє візуально інтерпретувати характеристики ізоляційних матеріалів з часом.

Крім того, числове значення, що представляє ефективний термін служби ізоляційних матеріалів, можна розрахувати за спеціальною формулою, отриманою з експериментальних даних. Ця формула включає спостережувані зміни теплопровідності та кумулятивні ефекти циклічного теплового впливу, забезпечуючи кількісну оцінку довговічності та надійності матеріалів у практичних застосуваннях.

$$r = b x^* + \varepsilon,$$

Де, x - максимальна кількість циклів, яка відповідає лінійній частині зміни експлуатаційної теплопровідності.

b позначає тангенс кута нахилу графіка залежності λz .

ε означає довірчу границю щодо випадкової похибки результатів вимірювань з довірчою ймовірністю 95%.

Постулюється, що ефективний термін служби теплоізоляції та конструкційних теплоізоляційних матеріалів має становити мінімум 45 років, залежно від того, що матеріали зберігають свої визначені критерії ефективності після проходження ста циклів теплового впливу.

$$\frac{r}{\lambda_0} k_z \leq 0,2,$$

k_z - це масштабний коефіцієнт, який враховує, наскільки добре експериментальні цикли узгоджуються з тепловими і вологісними умовами матеріалу в конструкції. Якщо між теплоізоляційним шаром і зовнішнім повітрям знаходиться захисний оздоблювальний шар матеріалу, а параметр D менший за 1, то k_z присвоюється значення 5.

λ позначає коефіцієнт теплопровідності матеріалу за стандартних умов у вихідному стані, виміряний в одиницях Вт/(м·К), при температурі $T_c = +25^\circ\text{C}$.

Коефіцієнт, який кількісно визначає вплив погіршення кліматичних умов на теплопровідність ізоляційних матеріалів протягом терміну їх експлуатації, виводиться за спеціальною формулою.

$$\kappa_x = 1 + \frac{r}{\lambda_0} \cdot \kappa_g$$



Рис. 1.13. Кліматична камера для проведення циклічних кліматичних випробувань

Формула використовувалася для отримання значень теплопровідності для різних досліджуваних ізоляційних матеріалів. Цей розрахунок є ключовим для оцінки теплових характеристик матеріалів, оскільки теплопровідність є фундаментальною властивістю, яка кількісно визначає здатність матеріалу проводити тепло.

На практиці формула включає ключові параметри, які відображають внутрішні характеристики матеріалів та їх реакцію на фактори навколишнього середовища:

$$\lambda_A = \lambda_{10}(w_A) \cdot K_K \cdot K_M + \sigma,$$

$$\lambda_B = \lambda_{10}(w_B) \cdot K_K \cdot K_M + \sigma,$$

Де, λ_A - теплопровідність матеріалу за розрахункових умов А, виміряна в одиницях Вт/м·К.

λ_{10wA} - експериментальне значення теплопровідності матеріалу при температурі 10°C і вологості w_A , також вимірюється у Вт/м·К.

λ_B - теплопровідність матеріалу за розрахункових умов B, також вимірюється у Вт/м·К.

λ_{10wB} - експериментальне значення теплопровідності матеріалу при температурі 10°C і вологості wB, виміряне у Вт/м·К.

kk - коефіцієнт, що враховує вплив кліматичного погіршення матеріалів під час експлуатації.

km - коефіцієнт, що враховує вплив якості будівельно-монтажних робіт на зміну теплопровідності матеріалу. Значення 1 присвоюється для матеріалів з межею міцності на стиск 0,035 МПа і більше при 10% деформації, а значення 1,1 - для матеріалів з межею міцності на стиск менше 0,035 МПа при 10% деформації.

σ - середньоквадратичне відхилення експериментальних значень.

Оцінка теплопровідності в стандартизованих умовах, а також оцінка ефективного терміну служби мінерально-ватних виробів марки ІЗОВАТ, проводилася на зразках у формі паралелепіпедів. Ці зразки були ретельно підготовлені з номінальними розмірами 300 мм як по довжині, так і по ширині, що супроводжувалося зазначеною номінальною товщиною.

В експериментальній установці зразки паралелепіпедів піддавали суворим протоколам випробувань, розробленим для вимірювання їх теплопровідності у контрольованих лабораторних умовах. Випробування включали розміщення зразків у каліброваному приладі для вимірювання теплового потоку.



Рис. 1.14. Установки для визначення теплопровідності

Таблиця 1.7. Тип і характеристики випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки

Назва випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки	Заводський або інвентарний номер	Дата атестації або повірки		Номер свідоцтва
		Останньо ї	наступно ї	
Установка для визначення теплопровідності будівельних матеріалів IT-7 згідно з ДСТУ Б В.2.7-105-2000, точність 3%, діапазон вимірювання теплопровідності (0,02-1,5) Вт/(м·К), температурний діапазон (-40 ÷ +130) °С	01	12.2013	12.2014	24-2/5602
Кліматична камера ФОЙТРОН 3101-01	1157	11.2013	11.2014	24-2/5028
Кліматична камера КТК-3000	993	01.2013	01.2014	24-2/0255
Міра теплопровідності з органічного скла згідно з ГОСТ 17622-72 з похибкою ±3%	1	12.2013	12.2014	24-3/5237
Ваги РН-10ц	25	07.2013	07.2014	Клеймо
Психрометр МВ-4М з термометрами метеорологічними ТМ 6 згідно з ГОСТ 112-78, точність ± 1%	26431	10.2011	10.2014	Клеймо
Лінійка металева згідно з ДСТУ ГОСТ 427, похибка вимірювань ±0,5мм	–	IV кв. 2013	I кв. 2014	Клеймо
Камера для теплової обробки НПС-222	3585060	11.2013	11.2014	24-2/5030

Після всебічного візуального огляду зразків мінеральної вати після проходження циклів випробування кліматичного впливу, які включали чергування фаз заморожування, відтавання та нагрівання, було встановлено, що загальний вигляд зразків залишався надзвичайно постійним. Не було помітних змін у геометричних розмірах зразків; як довжина, так і ширина були в межах прийнятних допусків, а номінальна товщина залишилася незмінною.

Щоб забезпечити кількісне представлення результатів, отриманих у результаті цієї оцінки, був побудований графік, який ілюструє взаємозв'язок між теплопровідністю виробів із мінеральної вати та кількістю кліматичних циклів, які вони зазнали. Цей графік служить критичним інструментом для візуалізації того, як теплопровідність ізоляційного матеріалу поводить себе у відповідь на повторювані стресори навколишнього середовища.

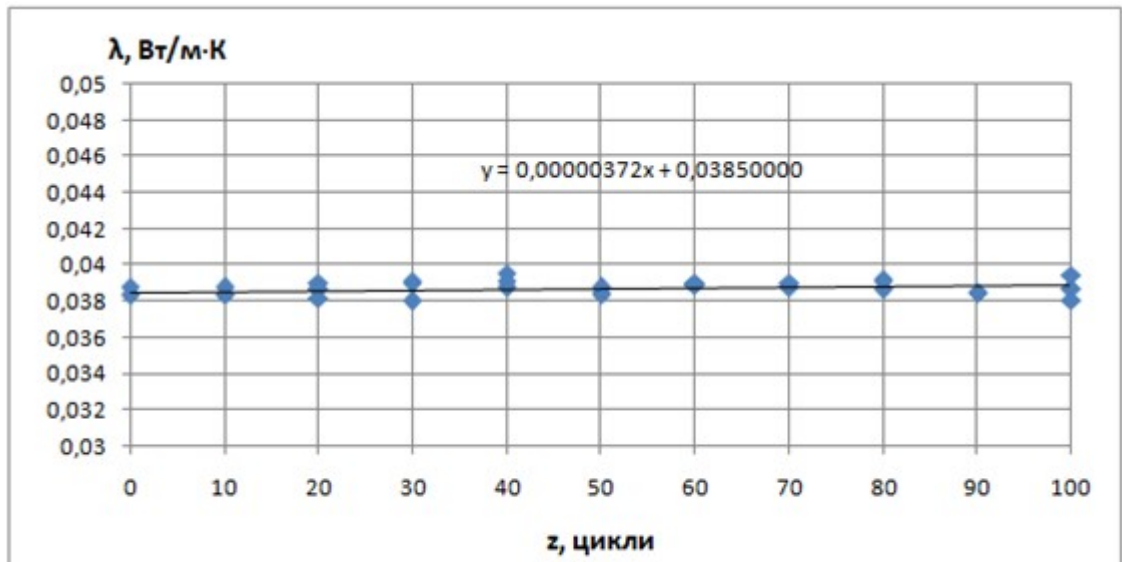


Рис. 1.15. Залежність теплопровідності виробів мінеральної вати

Зміна теплопровідності:

$$\lambda(z) = 0,0385 + 0,00000372 \cdot z.$$

Показник терміну служби:

$$\frac{r}{\lambda_0} k_z = \frac{0,000372}{0,0385} \cdot 5 = 0,05 \leq 0,2.$$

Таблиця 1.8. Результати випробувань терміну ефективної експлуатації матеріалів

Марка	Середня густина, кг/м ³	Коефіцієнт урахування впливу кліматичної деструкції, k _κ	Термін ефективної експлуатації
IZOVAT 145	142,3	1,05	не менше ніж 50 років

Таблиця 1.9. Загальна таблиця термінів ефективної експлуатації

Марка	Середня густина, кг/м ³	Коефіцієнт урахування впливу кліматичної деструкції, k_x	Термін ефективної експлуатації
Мінеральна вата	142,3	1,05	не менше ніж 50 років
Піноскло	120	1,047	не менше ніж 50 років
Пінополістирол	22	1,040	не менше ніж 50 років
Екструдований пінополістирол	31	1,038	не менше ніж 50 років

Втрата тепла в будівельних конструкціях в основному виникають через теплопровідність матеріалів, що використовуються в їх будівництві. Отже, стратегії ізоляції зосереджені на впровадженні матеріалів з низькою теплопровідністю в існуючі конструкції, щоб мінімізувати ці втрати. В ідеалі ідеальним ізолятором був би вакуум, оскільки він запобігає прямій взаємодії атомів між матеріалом і навколишнім повітрям, тим самим перешкоджаючи теплопередачі через провідність і конвекцію.

Основна мета ізоляційних матеріалів — якнайточніше імітувати теплові властивості вакууму. Щоб досягти цього, інженери та дослідники із ізоляції розробляють матеріали, які ефективно затримують повітря в замкнутому просторі. Наприклад, такі матеріали, як спінена піна, солома або подвійні склопакети, розроблені для створення повітряних кишень, які перешкоджають руху тепла.

У спінених пінах структура складається з численних крихітних комірок, наповнених повітрям, які діють як теплові бар'єри, уповільнюючи передачу тепла шляхом провідності. Подібним чином солома з її волокнистим складом створює проміжний простір, який утримує повітря та

забезпечує термостійкість. Вікна з подвійним склопакетом ще більше підвищують теплоізоляцію, використовуючи дві скляні панелі, розділені вакуумом або заповненим газом простором, що значно зменшує передачу тепла за рахунок конвекції та провідності.

Це захоплене повітря служить ефективним ізолятором, функціонуючи як бар'єр проти теплового потоку та підвищуючи енергоефективність будівель. Покращуючи регулювання температури, ці ізоляційні матеріали сприяють зниженню споживання енергії для опалення та охолодження, в кінцевому підсумку підтримуючи практику сталого будівництва та підвищуючи комфорт мешканців.

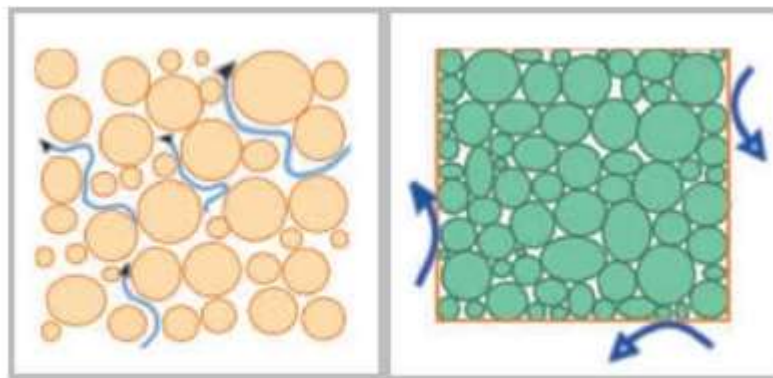


Рис. 1.16. Рух повітря у нещільному та щільному матеріалах

Для оцінки ефективності ізоляційного матеріалу використовується тепловий опір, який позначається як R . Наприклад, якщо для стіни необхідний тепловий опір $R = 5$, довідкова таблиця може вказати необхідну товщину різних матеріалів для задоволення цієї вимоги.

Таблиця 1.10. Порівняння матеріалів по тепловому опору

Матеріал	Товщина стіни, потрібна для $R=5$
Цемент	$T=5,0\text{м}$
Цегла	$T=2,5\text{м}$
Солома	$T=0,5\text{м}$
Натуральна Вовна	$T=0,21\text{м}$
Пінопласт	$T=0,2\text{м}$

Стіни складаються з кількох шарів із різною теплопровідністю, що вимагає розрахунку теплового опору для кожного шару для оцінки загальної енергоефективності. Наприклад, шар цементу товщиною 60 см має термічний опір $R = 0,60$, тоді як стіна з шаром цегли 38 см і шаром пінопласту 12 см досягає $R = 2,92$.

Ізоляційні матеріали поділяються на чотири основні категорії:

1. Вата/наповнювач: мінеральна вата підходить для горищ і дерев'яних підлог, але потребує захисного спорядження під час роботи.

2. Насипна ізоляція: складається з таких гранул, як пробка та вермикуліт, ідеально підходить для закритих горищ.

3. Напилена ізоляція: вогнестійка целюлоза або мінеральна вата, потребує професійного монтажу.

4. Жорсткі ізоляційні плити: виготовлені зі спінених матеріалів, таких як полістирол і поліуретан, які використовуються в обмеженому просторі.

Вибір екологічно чистої ізоляції вимагає оцінки ефективності, довговічності та потенційних ризиків, таких як шкідники та пожежа. Необхідні регулярні перевірки та заходи безпеки.

Висновок

Зовнішні стіни мають вирішальне значення для енергоефективності, а сучасні технології ізоляції запобігають утворенню конденсату, забезпечуючи тепло. Такі матеріали, як піна та натуральна вовна, забезпечують чудову термостійкість, але їх слід ретельно вибирати, щоб зменшити такі ризики, як вологість і пожежа.

Утеплення покрівлі може бути зовнішнім і внутрішнім, причому пінополіуретан ефективний завдяки низькій теплопровідності і простоті монтажу. Він широко використовується для енергозбереження. Ізоляція підлоги за допомогою напленої поліуретанової піни забезпечує чудову адгезію та створює безшовні теплові бар'єри, покращуючи загальну систему ізоляції.

Розпилюваний пінополіуретан пропонує значні переваги перед традиційними ізоляційними матеріалами, такими як мінеральна вата, включаючи економічну ефективність, швидке нанесення, економію простору та довготривалі бар'єри від вологи та пари.

Isover Classic поєднує пінополіуретан зі скловолокном для створення легкого, універсального ізоляційного мату. Isover Classic Plus покращує ці властивості за рахунок більшої щільності, стійкості до гниття та грибків, а також покращеної адгезії, досягаючи теплопровідності 0,037 Вт/м·К, що ідеально підходить для дахів, горищ, підлоги та стін.

Унісол ще один універсальний варіант утеплювача, який регулює температуру, звук і вологість без додаткових кріплень або пароізоляційних елементів, має щільність 32-64 кг/м³ і теплопровідність 0,034-0,042 Вт/м·К.

При виборі ізоляції основними факторами є щільність, теплопровідність, горючість і вплив на навколишнє середовище. Пінополіуретан особливо ефективний завдяки здатності заповнювати тріщини, простоті монтажу та мінімальним вимогам до підготовки поверхні.

РОЗДІЛ 2. ОПИС АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОГО РІШЕННЯ БУДІВЛІ

2.1. Ситуаційний план

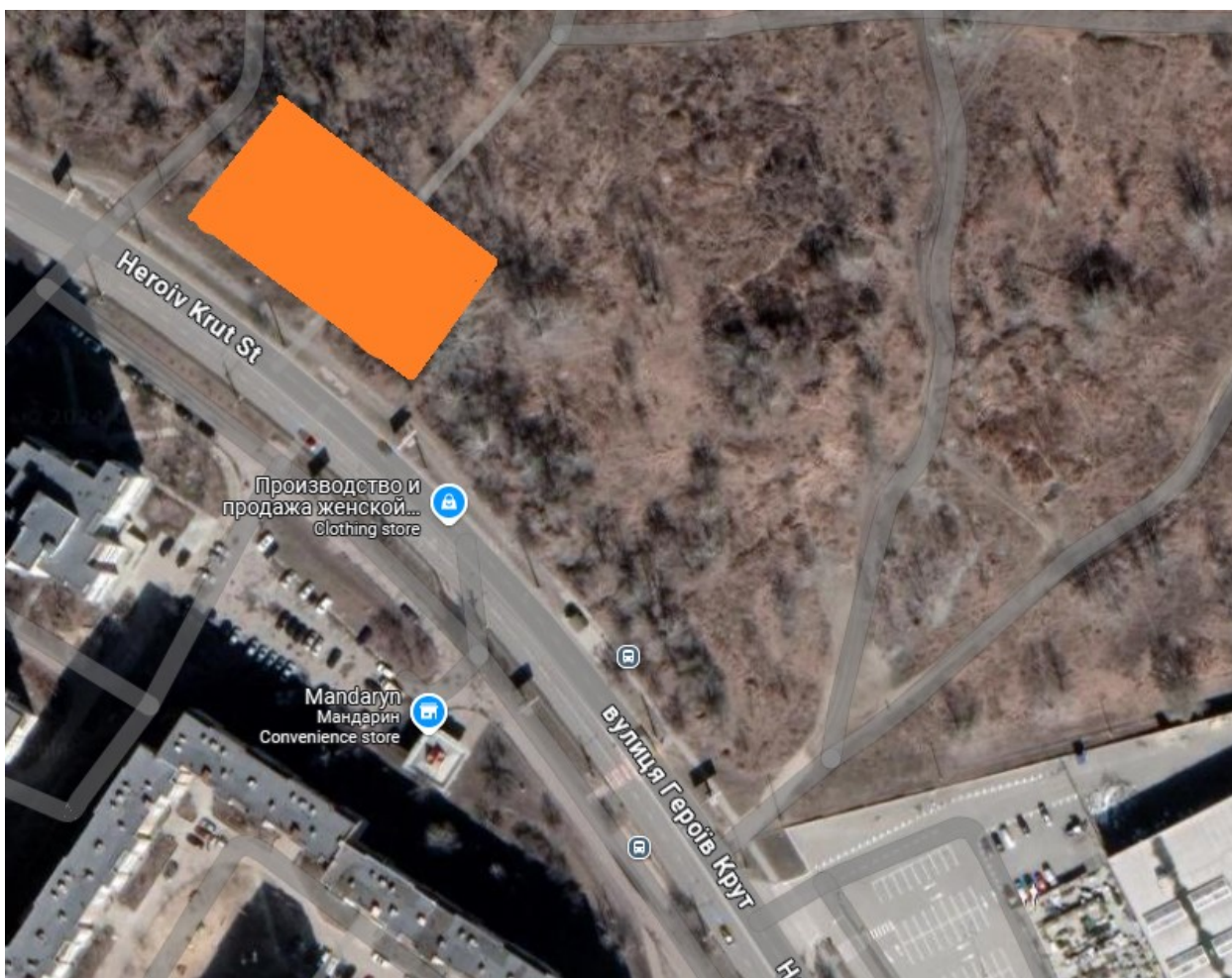


Рис. 2.1. Ситуаційний план

Будівля розташована на вулиці Героїв Крут в місті Суми. Місце розташування помічено помаранчевим кольором.

2.2. Об'ємно-планувальне рішення

10-поверхова будівля загальною висотою 32.45 метрів буде побудована безкаркасним методом з несучими цегляними стінами. Розміри будівлі становлять 53720 мм на 26900 мм.

Вертикальна циркуляція всередині конструкції буде забезпечена сходами та ліфтами. Кватирки спроектовані з висотою стелі 2,25 метра. Підвал для технічних потреб висотою в 2 метри. Будівля має як основний, так і виділений пожежний вихід, що відповідає нормам безпеки.

Таблиця 2.1. Експлікація приміщень

Номер приміщення	Найменування	Площа , м	Кат. приміщення
1	Вітальня	21.61	
2	Спальня	10.00	
3	Спальня	15.85	
4	Спальня	17.85	
5	Ванна кімната	3.86	
6	Передпокій	12.37	
7	Кухня	9.80	
8	Кухня	8.97	
9	Передпокій	7.18	
10	Спальня	17.38	
11	Ванна кімната	5.72	
12	Вітальня	10.46	
13	Передпокій	6.93	
14	Ванна кімната	4.28	
15	Кухня	8.42	
16	Ванна кімната	3.89	
17	Передпокій	5.56	
18	Спальня	20.16	
19	Передпокій	5.59	
20	Ванна кімната	3.94	
21	Спальня	17.26	
22	Кухня	11.19	
23	Ванна кімната	4.25	
24	Передпокій	7.67	
25	Кухня	12.19	
26	Спальня	16.18	
27	Кухня	10.86	
28	Ванна кімната	3.80	
29	Передпокій	7.67	
30	Вітальня	9.64	
31	Спальня	17.07	
32	Комора	5.81	

2.3. Архітектурно-конструктивне рішення

Фундаменти та основи

Будівлю зводитимуть на пальному фундаменті із заляганням палів на глибину 10 метрів. Система фундаменту призначена для передачі навантаження через типові для місцевості піщані та глинисті шари ґрунту. Самий верхній шар складається з чорнозему, родючого, але структурно слабкого ґрунту, який потребує більш глибоких фундаментів для досягнення стабільних несучих шарів.

Палі будуть побудовані із залізобетону, відомого своєю високою міцністю на стиск, довговічністю та стійкістю до погіршення навколишнього середовища. Крім того, через те, що ґрунтові води знаходяться на глибині 4,2 метра, залізобетонні палі будуть сконструйовані так, щоб протистояти потенційній корозії, спричиненій вологою, зберігаючи свою структурну цілісність навіть при тривалому контакті з ґрунтовими водами.

Зовнішні, внутрішні стіни та перегородки

Несучі стіни будівлі, зведені з цегли товщиною 640 мм, утворюють первинний каркас конструкції, що забезпечує високу здатність до розподілу вертикального та бічного навантаження. Враховуючи товщину та властивості матеріалу, ці стіни забезпечують відмінну стійкість до сил стиску, що дозволяє їм витримувати як вагу будівлі, так і додаткові динамічні навантаження, такі як вітер або сейсмічна активність. Теплоізоляційні властивості цегли додатково сприяють енергоефективності будівлі, а висока щільність забезпечує покращену звукоізоляцію.

Перегородки товщиною 120 мм не є несучими і призначені виключно для розділення внутрішніх просторів. Ці перегородки побудовані з використанням цегли однакових розмірів, але в один шар, зберігаючи баланс між міцністю та ефективністю простору. Незважаючи на свою зменшену товщину, ці стіни забезпечують достатній акустичний поділ між кімнатами та забезпечують приватність.

Як несучі стіни, так і перегородки зміцнюються сталеву сіткою, виготовленою з високоміцних сталевих дротів діаметром 4 мм, розташованих у вигляді сітки. Ця армуюча сітка закладається в кожен четвертий або п'ятий ряд цегляної кладки, забезпечуючи додаткову міцність на розрив.

Покрівля

Основу даху утворює залізобетонна плита товщиною 220 мм, яка є основним несучим елементом. В ході ремонту виконано ремонт покрівлі та її оновлення. Використовуваний бетон має міцність на стиск не менше 30 МПа, що забезпечує його довговічність і стійкість до розтріскування.

Над бетонною плитою встановлюється пароізоляційна плівка, яка запобігає проникненню вологи з внутрішньої частини будівлі в шари утеплювача. Цей пароізоляційний бар'єр виготовляється з самоклеючої бітумної мембрани або поліетиленового листа товщиною від 0,2 до 0,5 мм, що забезпечує високу водонепроникність і запобігає утворенню конденсату.

Поверх пароізоляції встановлюються плити жорсткого пінопласту, що забезпечують термостійкість. Ці плити, виготовлені поліізоціанурату, мають товщину 120 мм. Завдяки коефіцієнту теплопровідності 0,034 Вт/м·К ці матеріали дуже ефективно зменшують втрати тепла через дах. Вони також стійкі до вологи та зберігають свої ізоляційні властивості з часом.

Гідроізоляційний шар складається з полівінілхлоридної мембрани товщиною 1,5 мм, яка термічно зварюється на швах для створення суцільної водонепроникної поверхні. ПВХ мембрана має високу стійкість до ультрафіолетового випромінювання та екстремальних температур, витримуючи умови до -35°C, не стаючи крихкими. Його гнучкість дозволяє йому витримувати незначні рухи в будівельній конструкції без шкоди для його гідроізоляційної здатності, забезпечуючи тривалий термін служби понад 30 років.

Між утеплювачем і гідроізоляційною мембраною розміщують геотекстильний розділовий шар, щоб захистити ізоляцію від механічних пошкоджень під час монтажу та забезпечити диференційований рух між

шарами. Цей шар виготовляється з поліефірних волокон, що забезпечує додаткову довговічність, не впливаючи на загальні характеристики даху.

Дах має невеликий ухил від 1 до 2 відсотків, щоб забезпечити належний дренаж дощової води. Точки внутрішнього водовідведення підключаються до системи водовідведення будівлі, запобігаючи накопиченню води на поверхні даху та знижуючи ризик пошкодження гідроізоляційного шару.

Покриття підлог

Підлогове покриття для спалень і холів паркет з інженерного дуба товщиною 14 мм. Цей матеріал складається з шару дубового шпону товщиною 4 мм поверх фанерної серцевини товщиною 10 мм, що забезпечує стабільність і стійкість до перепадів температури і вологості. Дошки мають ширину 180 мм і довжину 1800 мм, що забезпечує гладку, елегантну поверхню.

Для кухонь і ванних кімнат вибирається керамічна плитка товщиною 10 мм і розміром 300 мм на 300 мм. Ця плитка виготовлена з обпаленої глини, що забезпечує чудову водостійкість і довговічність.

Покриття підлоги в коридорах вінілова плитка товщиною 5 мм. Плитка має розміри 200 мм на 1200 мм і має зносостійку поверхню, що імітує вигляд натурального дерева. Жорстка серцевина та захисний верхній шар роблять їх дуже міцними та стійкими до подряпин і зношування.

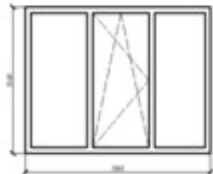
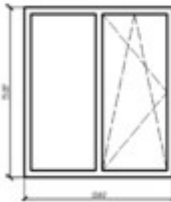

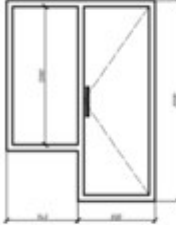

Для входів обрана плитка з керамограніта товщиною 12 мм і розміром 600 мм на 600 мм. Ця плитка щільна і тверда, з текстурованою, стійкою до ковзання поверхнею, розробленою таким чином, щоб витримувати інтенсивний рух людей і вплив бруду та вологи.

У процесі ремонту в під'їзді була виконана заміна старого покриття на нову плитку. Спочатку підготували поверхню, очистивши її від бруду та старих матеріалів. Потім, використовуючи спеціальний клей, плитку уклали рівно по всій площі підлоги. Після укладання плитка була зафіксована та

залишена для висихання. Завершальним етапом стало заповнення швів між плитками спеціальним розчином для забезпечення їх надійного з'єднання.

Вікна та двері

Таблиця 2.2. Експлікація віконних отворів

Мар., поз	Позначення	Найменування	Кількість на поверхі								Маса, од.,кг	Примітка
			5	6	7	8	9	10	11	Всього		
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ВК1		ОРС19,8-15	-	4	4	4	4	4	-	20	-	
ВК2		ОРС13,8-15	-	7	7	7	7	7	-	35	-	
ВК3		ОРС13-19	6	-	-	-	-	-	-	6	-	
ВК4		ОРС18-23	-	6	6	6	6	6	-	30	-	
ВК5		ОРС6-9	-	1	1	1	1	1	-	5	-	

Таблиця 2.3. Специфікація дверних отворів

Мар, поз	Позначення	Найменування	Кількість на поверхі								Мас аод.,кг.	Примі т-ка
			Підв .	1	2	3	4	5	Гор.	Всьог о		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Т.У.2.6-11-97	Д.Б.700x 2100	-	4	4	4	4	4	-	20		
2	Т.У.2.6-11-97	Д.Б.800x 2100	-	2	2	2	2	2	-	8		
3	ГОСТ6629-88	ДО21-13	-	2	-	-	-	-	-	2		
4	Інд.вироб.	ДГ21-9	-	9	9	5	9	9	1	42		Дерев. Утепл.
5	ГОСТ6629-88	ДГ21-9	-	15	15	17	15	15	-	77		

Зовнішнє і внутрішнє опорядження

Фасад будівлі демонструє сучасний дизайн з акцентом на теплоізоляцію та естетику. Ізольовані пінополістиролом стіни оздоблені атмосферостійкою штукатуркою, що забезпечує гладку поверхню.

Стіни в спальнях та холах обшиті гіпсокартоном товщиною 12 мм. Цей матеріал забезпечує гладку і рівну поверхню, ідеальну для фарбування або нанесення декоративної обробки. Він встановлюється безпосередньо на стінову конструкцію, забезпечуючи хороші вогнестійкі та звукоізоляційні властивості.

Стіни в кухнях та санвузлах облицьовані керамічною плиткою товщиною 8 мм розміром 300 мм на 600 мм. Ця плитка є водостійкою та легко миється, що робить її ідеальною для місць, які піддаються впливу вологи та пари. Вони забезпечують міцну та гігієнічну поверхню, яка запобігає розвитку цвілі та бактерій.

В коридорах стіни обклеєні вініловими шпалерами товщиною 10 мм. Цей матеріал обраний через його міцність і легкість у догляді, оскільки він стійкий до подряпин і потертостей. Вінілові шпалери гладкі, їх можна мити, тому вони залишаються в хорошому стані, незважаючи на велику кількість відвідувачів.

Стелі в усіх покриті гіпсокартоном товщиною 12 мм. Цей матеріал забезпечує гладку рівну поверхню, яку можна легко пофарбувати або обробити відповідно до дизайну інтер'єру кожного приміщення. Гіпсокартон забезпечує хорошу вогнестійкість і звукоізоляцію всіх приміщень і дозволяє легко встановити освітлювальні прилади. У таких приміщеннях, як кухні та ванні кімнати, гіпсокартон, який використовується, є вологостійким.

У ході ремонту в під'їзді були пофарбовані стіни та стеля. Спочатку поверхні були підготовлені: очищені від пилу, бруду та старої фарби. Потім було нанесено ґрунтовку для покращення зчеплення фарби з поверхнею. Після цього стіни та стелю поетапно покрили фарбою, використовуючи валик для великих площ та кисть для країв і важкодоступних місць.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пожежна безпека об'єктів будівництва: ДБН В.1.1.7-2016 [Чинний від 2017-06-01]. -К: Держбуд України, 2017. – 84 с. (Національні стандарти України).
2. Благоустрій територій (зі Змінами): ДБН Б.2.2-5:2011 [Чинний від 2012-09-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2019. – 44 с. (Національні стандарти України).
3. Природне і штучне освітлення: ДБН В.2.5-28:2018 [Чинний від 2019-02-28]. -К: Мінрегіонбуд України, 2018. – 7 с. (Національні стандарти України).
4. Склад та зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3-2014 [Чинний від 2014-10-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2014. – 10 с. (Національні стандарти України).
5. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016 [Чинний від 2016-10-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2017. – 15 с. (Національні стандарти України).
6. Навантаження і впливи. Норми проектування: ДБН В.1.2-2:2016 [Чинний від 2017-10-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2016. – 13-16 с. (Національні стандарти України).
7. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення: ДБН В.2.1-10:2018.
8. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією: ДБН В.2.6-33:2018.
9. Кам'яні та армокам'яні конструкції: ДБН В.2.6-162:2010.
10. Покриття будівель і споруд: ДБН В.2.6-220:2017
11. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Підлоги.
12. Вікна та двері: ДСТУ EN 14351-1:2020.
13. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Оздоблювальні роботи

14. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування: ДБН В.2.5-75:2013.
15. Охорона праці і промислова безпека в будівництві ДБН А.3.2-2-2009: [Чинний від 2012-04-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2012. – 53-54 с. (Національні стандарти України).
16. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5:2016 [Чинний від 2016-01-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2016. – 44-46 с. (Національні стандарти України).
17. Кошторисні норми України «Настанова з визначення вартості будівництва»: [Чинний від 2021-11-09]. -К: Мінрегіонбуд України, 2021. – 44-46 с. (Національні стандарти України).
18. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6- 98:2009 [Чинний від 2011-01-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2011. – 45 с. (Національні стандарти України).