

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.**

«___» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

На тему: «9-ти поверховий житловий будинок на 32 квартири в м. Шостка»

Виконав (ла)

(підпис)

О. В. Обушний

(Прізвище, ініціали)

Група

(Науковий) керівник

(підпис)

А. С. Бородай

(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

Обушний Олександр Валерійович

Тема роботи: 9-ти поверховий житловий будинок на 32
квартири в м. Шостка

Затверджено наказом по університету № 612-н від "14" березня 2024р.
Строк здачі студентом закінченої роботи: "___" _____ 2024 р.

Вихідні дані до роботи:

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

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

Розділ 1. Загальна характеристика роботи, 1.1. Опис технології теплої підлоги, 1.2. Розрахунок системи «Тепла підлога», 1.3. Кошторис робіт на

влаштування теплої підлоги, Розділ 2. Опис архітектурно-планувального рішення будівлі, 2.1. Ситуаційний план, 2.2. Об'ємно-планувальне рішення, 2.3. Архітектурно-конструктивне рішення, 2.4. Інженерні розрахунки, Список використаних джерел

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

14 слайдів мультимедійного матеріалу

Керівник :

(підпис)

А. С. Бородай

(Прізвище, ініціали)

Консультант

(підпис)

А. С. Бородай

(Прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання:

Здобувач

(підпис)

О. В. Обушний

(Прізвище, ініціали)

Анотація

Обушний О. В. - 9-ти поверховий житловий будинок на 32 квартири в м. Шостка – Кваліфікаційна робота магістра на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». – Сумський національний аграрний університет, Суми, 2023.

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

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

Результати досліджень дозволяють розробити проект 9-ти поверхового житлового будинку та описати використання теплової підлоги для опалення житлових приміщень.

В основній частині наведено опис конструкцій та наукову частину роботи.

Ключові слова: житловий будинок, пальові фундаменти, тепла підлога.

Список публікаційта/абовиступів на конференціях студента:

1. Обушний О. В. ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОЇ ПІДЛОГИ У БАГАТОПОВЕРХОВОМУ ЖИТЛОВОМУ БУДИНКУ / Збірник студентських наукових праць ХНАДУ, – 25 листопада 2022р.: тез доп. – Харків: –2022. –С.118

В додатках наведено; тези конференції, альбом слайдів мультимедійної презентації.

Структура роботи. Робота складається з основного тексту на 47 сторінках, у тому числі 5 таблиць, 5 рисунків. Текст роботи містить загальну характеристику роботи, 3 розділа, висновки і рекомендації за результатами роботи, список з 22 використаних джерел. Графічна частина складається з 14 слайдів мультимедійної презентації.

Abstract

Obushnyi O. V. - 9-storey residential building for 32 apartments in Shostka - Master's qualification work in the form of a manuscript.

Master's qualification work in the specialty 192 "Construction and Civil Engineering." - Sumy National Agrarian University, Sumy, 2023.

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

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

The research results allow to develop a project of a 9-storey residential building and describe the use of underfloor heating for residential premises.

The main part of the paper describes the structures and the scientific part of the work.

Keywords: residential building, pile foundations, underfloor heating.

List of publications and / or presentations at conferences of the student:

1. Obushnyi O. V. Implementation of a heated floor system in a multi-storey residential building / Collection of student research papers of KhNADU, - November 25, 2022: abstracts - Kharkiv: -2022. - P.118

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

Structure of the work. The work consists of the main text on 47 pages, including 5 tables, 5 figures. The text of the paper contains a general description of the work, 3 chapters, conclusions and recommendations based on the results of the work, a list of 22 references. The graphic part consists of 14 slides of a multimedia presentation.

Зміст

Розділ 1. Загальна характеристика роботи

1.1. Опис технології теплої підлоги

1.2. Розрахунок системи «Тепла підлога»

1.3. Кошторис робіт на влаштування теплої підлоги

Розділ 2. Опис архітектурно-планувального рішення будівлі

2.1. Ситуаційний план

2.2. Об'ємно-планувальне рішення

2.3. Архітектурно-конструктивне рішення

2.4. Інженерні розрахунки

Список використаних джерел

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТИ

Актуальність теми: Актуальність теми визначається кількома чинниками:

Комфорт і енергоефективність: Системи теплої підлоги стають все більш популярними через свій високий рівень комфорту та енергоефективність. Вони забезпечують рівномірне розподілення тепла по всій площі приміщення, знижуючи витрати на опалення та забезпечуючи зручний мікроклімат.

Екологічна аспект: Встановлення системи теплої підлоги може сприяти зменшенню викидів CO₂, оскільки вона працює при низькій температурі і може бути підключена до джерел альтернативної енергії, таких як сонячні батареї або теплові насоси.

Підвищення ринкової цінності нерухомості: Встановлення сучасної та енергоефективної системи опалення, такої як тепла підлога, може значно підвищити ринкову цінність житла, оскільки це стає важливим фактором для покупців нерухомості.

Технологічний прогрес: Сучасні технології дозволяють встановлювати системи теплої підлоги з використанням різноманітних матеріалів та систем керування, що сприяє підвищенню ефективності та зручності в експлуатації.

Споживчий попит: Зростання попиту на комфортні умови проживання змушує розробників та власників будівель шукати більш ефективні та зручні системи опалення, в тому числі і системи теплої підлоги.

Отже, тема є актуальною, оскільки вона відповідає потребам сучасного ринку будівельної та енергетичної галузей, сприяє покращенню комфорту та енергоефективності житла, а також відповідає стратегічним цілям з екологічної стійкості та технологічного прогресу.

Мета і завдання дослідження: Головною метою дослідження є вивчення ефективності та придатності впровадження системи теплої підлоги в багатоповерховому житловому будинку з метою забезпечення комфортних

умов проживання для мешканців, а також зменшення витрат на опалення та підвищення енергоефективності об'єкта.

Завдання дослідження включають:

- Аналіз літературних джерел та попередніх досліджень щодо ефективності теплої підлоги як системи опалення.
- Вивчення технічних аспектів влаштування системи теплої підлоги, включаючи вибір оптимальних матеріалів, системи розподілу та регулювання тепла.
- Збір та аналіз даних щодо температурного режиму та витрат енергії вже існуючих систем опалення в об'єкті.
- Проектування системи теплої підлоги з урахуванням особливостей будівлі та потреб мешканців.
- Встановлення експериментальних зразків системи теплої підлоги та збір даних щодо їх ефективності.
- Аналіз економічної доцільності впровадження системи теплої підлоги порівняно з іншими видами опалення.
- Оцінка комфортних умов проживання з урахуванням впливу системи теплої підлоги на мікроклімат приміщень.
- Формулювання рекомендацій щодо оптимального використання та обслуговування системи теплої підлоги.

Загальна мета дослідження та конкретні завдання визначаються специфікою об'єкта дослідження, потребами замовника та наявними ресурсами для проведення дослідження.

Об'єкт дослідження: У даному випадку, об'єктом дослідження є будівництво 9-поверхового житлового будинку на 32 квартири в місті Шостка.

Об'єкт дослідження визначає обсяг і напрямки роботи, дозволяючи докладно розглянути всі важливі аспекти будівництва 9-поверхового житлового будинку в місті Шостка.

Предмет дослідження: Предметом дослідження є система теплої підлоги, впроваджена на прикладі багатоповерхового житлового будинку. Це означає, що дослідження спрямоване на аналіз ефективності, енергоефективності, економічної доцільності, комфортності та технічної придатності використання системи теплої підлоги в конкретному житловому об'єкті.

Методи дослідження: Для проведення дослідження ефективності впровадження системи теплої підлоги на прикладі багатоповерхового житлового будинку можуть бути використані різноманітні методи, які дозволять здійснити аналіз та отримати об'єктивні результати.

Аналіз літературних джерел та наукових публікацій: Дослідження раніше опублікованих матеріалів дозволить отримати інформацію щодо впливу систем теплої підлоги на комфорт та ефективність опалення, а також проаналізувати кращі практики в цій сфері.

Експериментальні дослідження: Встановлення експериментальних зразків системи теплої підлоги в конкретних приміщеннях будинку для збору даних про їхню ефективність, температурний режим та комфорт.

Опитування та анкетування мешканців будинку: Збір думок, вражень та оцінок мешканців щодо комфорту та ефективності системи теплої підлоги.

Вимірювання споживаної енергії: Моніторинг витрат енергії під час експлуатації системи теплої підлоги порівняно з іншими системами опалення.

Економічний аналіз: Оцінка витрат на встановлення та експлуатацію системи теплої підлоги, порівняно з іншими варіантами опалення, включаючи амортизацію інвестицій та експлуатаційні витрати.

Технічний аналіз: Оцінка технічної придатності системи теплої підлоги, її довговічності та потреби у ремонті та обслуговуванні.

Моделювання та комп'ютерне моделювання: Створення комп'ютерних моделей для прогнозування ефективності та впливу системи теплої підлоги на мікроклімат та енергоспоживання в будинку.

Комбінація цих методів дозволить отримати комплексне уявлення про ефективність та придатність використання системи теплої підлоги в багатоповерховому житловому будинку.

Наукова та технічна новизна одержаних результатів: Переваги енергозбереження багатогранні: вони охоплюють помітне зниження споживання енергії на 20%, велику 40-річну гарантію, спільну розробку, спрямовану на мінімізацію опору потоку води, гладку внутрішню поверхню для зменшення опору та виняткові теплоізоляційні характеристики. Крім того, вибір полімерних систем для монтажу виявляється значно менш трудомістким порівняно зі сталевими трубами.

Апробація та публікація результатів роботи:

1. Обушний О. В. ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОЇ ПІДЛОГИ У БАГАТОПОВЕРХОВОМУ ЖИТЛОВОМУ БУДИНКУ / Збірник студентських наукових праць ХНАДУ, – 25 листопада 2022р.: тез доп. – Харків: –2022. –С.118

1.1. Опис технології теплої підлоги

Підлогове опалення, давня концепція, що бере свій початок ще з лазень Римської імперії, перетворилася на сучасне рішення для опалення, яке набуло популярності в Скандинавії і врешті-решт дійшло до України на початку 1990-х років. Цей метод, який передбачає вбудовування нагрівальних елементів у конструкцію підлоги, став важливим компонентом систем опалення в окремих регіонах.

Сучасні системи теплої підлоги складаються зі складних компонентів, включаючи нагрівальні кабелі, терморегулятори, пластикові напрямні та теплоізоляційні матеріали. Хоча ці системи пропонують ефективні рішення для обігріву, процес їх встановлення та ремонту може бути складним і трудомістким.

Незважаючи на популярність, системи теплої підлоги з резистивними нагрівальними елементами не позбавлені недоліків. Такі проблеми, як

потенційні струми витoku та управління енергозбереженням, створюють значні труднощі в їх експлуатації та обслуговуванні.

Тим не менш, переваги теплої підлоги є суттєвими. Окрім історичної привабливості та естетичних переваг, цей метод забезпечує ефективний розподіл тепла, що призводить до економії енергії та підвищення рівня комфорту. Ці якості роблять системи теплої підлоги привабливим варіантом для різноманітних приміщень і застосувань.



Рис. 1.1. Система «Тепла підлога»

Система кабельного обігріву, що складається з нагрівального кабелю, терморегулятора та монтажної стрічки, вирізняється своєю економічністю та багатогранними перевагами:

Енергоефективність: Завдяки своїй конструкції кабельна система опалення мінімізує втрати тепла в приміщенні, що призводить до значного скорочення споживання енергії на 10-15% порівняно з традиційними системами опалення. Це підтверджується дослідженнями, які вказують на значну економію енергії при впровадженні таких систем, що сприяє екологічній стійкості та зниженню витрат.

Довговічність: Однією з характерних особливостей кабельної системи обігріву є її довговічність. Термін служби як нагрівального кабелю, так і терморегуляторів збігається з терміном служби самої будівлі, що забезпечує

тривале і безперебійне опалення. Цей аспект довговічності має вирішальне значення, особливо в контексті практики сталого будівництва та довгострокових інвестиційних міркувань.

Мінімальне обслуговування: Конструкція кабельної системи обігріву вимагає мінімального технічного обслуговування, що з часом призводить до зниження експлуатаційних витрат. Цей аспект є особливо привабливим для власників нерухомості та менеджерів, які шукають ефективні та безпроблемні рішення для обігріву.

Комфорт і безпека: Система забезпечує теплу і суху підлогу, ефективно усуваючи холодні місця і мінімізуючи циркуляцію повітря. Таким чином, вона створює безпечне та комфортне середовище в приміщенні, сприяючи добробуту та задоволенню мешканців. Крім того, аспект безпеки підкреслюється здатністю системи підтримувати оптимальні умови обігріву без ризику перегріву або несправності.

Контроль: Помітною особливістю кабельної системи обігріву є електронний терморегулятор, що забезпечує точний і ефективний контроль над механізмом обігріву підлоги. Цей аспект підвищує зручність для користувача і дозволяє індивідуально налаштовувати параметри обігріву, додатково оптимізуючи використання енергії та рівень комфорту в приміщенні.

Технічні параметри: Забезпечення питомої теплопровідності нагрівального кабелю має першорядне значення для досягнення оптимальних характеристик теплої підлоги. Це передбачає ретельне дотримання технічних специфікацій та інструкцій з монтажу, щоб гарантувати ефективний розподіл тепла та енергоефективність.

Типи кабелів: Система кабельного опалення пропонує універсальність завдяки наявності одножильних і двошкілних екранованих кабелів, кожен з яких представляє окремі схеми укладання з різними характеристиками і вартістю. Така різноманітність забезпечує гнучкість у проектуванні та

налаштуванні системи, що відповідає конкретним вимогам проекту та бюджетним обмеженням.

Таким чином, система кабельного опалення є надійним і міцним рішенням для обігріву приміщень, що характеризується низьким енергоспоживанням, довговічністю та ефективністю експлуатації. Її інтеграція в проектування і будівництво будівель обіцяє підвищити тепловий комфорт, енергозбереження та загальну задоволеність мешканців.

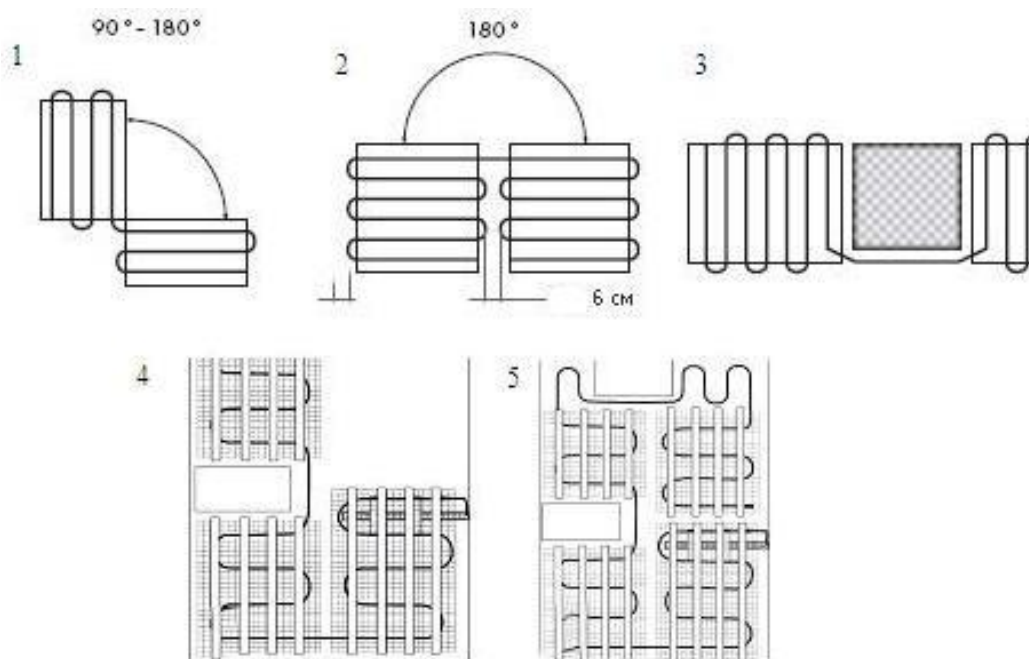


Рис. 1.2. Схема укладання кабелю

Система кабельного опалення, універсальне рішення для обігріву приміщень, включає в себе кілька важливих компонентів і міркувань, кожен з яких робить свій внесок в її ефективність і результативність:

Терморегулятори та датчики температури: Ці пристрої необхідні для підтримання точного контролю температури в приміщенні. Термостати, як ручні, так і програмовані, регулюють систему опалення на основі заданих параметрів. Датчики температури, стратегічно розміщені по всьому приміщенню, контролюють температуру навколишнього повітря або підлоги, щоб забезпечити оптимальну ефективність опалення.

Захист від вологи у вологих приміщеннях: у приміщеннях з підвищеною вологістю, таких як ванні кімнати або кухні, необхідно обирати

терморегулятори з підвищеним захистом від вологи, щоб запобігти пошкодженню та забезпечити довговічність.

Подвійні системи керування для дерев'яної або ламінованої підлоги: Для різних підлогових покриттів, таких як дерево або ламінат, використовується подвійна система керування, щоб підтримувати рівномірність температури та запобігати пошкодженню чутливих матеріалів.

Ізоляція для збереження тепла: Належна ізоляція має вирішальне значення для мінімізації тепловтрат і максимізації енергоефективності. Тип і товщина необхідної ізоляції залежать від таких факторів, як використання приміщення та конструкція підлоги.

Монтажна стрічка та гофрована труба: Ці матеріали використовуються для закріплення нагрівального кабелю через певні проміжки та захисту його від пошкоджень під час монтажу. Датчик температури часто розміщують у гофрованій трубці між відгалуженнями кабелю, щоб забезпечити точний моніторинг температури.

Процес стяжки: Після того, як нагрівальний кабель і датчики встановлені на місці, вони покриваються цементною стяжкою відповідної товщини (зазвичай 2-4 см). Стяжка забезпечує структурну підтримку і сприяє рівномірному розподілу тепла по всій поверхні підлоги.

Різна товщина стяжки для різних підлогових матеріалів: Товщина стяжки може змінюватися залежно від типу підлогового покриття (наприклад, плитка, лінолеум, килимове покриття), щоб забезпечити оптимальну продуктивність і довговічність.

Розподіл та активація потужності: Обмеження потужності (зазвичай в межах 35-45 Вт/м²) визначаються на основі специфічних вимог до матеріалу підлоги та використання приміщення. Щоб уникнути пошкодження, нагрівальний кабель слід активувати тільки після завершення процесу стяжки підлоги.

Інтеграція з традиційними системами опалення: Тепла підлога може доповнювати традиційні системи опалення, забезпечуючи додаткове тепло і

комфорт. Стратегічне розміщення нагрівальних елементів, особливо біля вікон і дверей, допомагає компенсувати втрати тепла і підтримувати постійну температуру в приміщенні.

Електронні терморегулятори для автоматизованого керування: Електронні термостати відіграють ключову роль в управлінні системою, забезпечуючи автоматичне регулювання температури та енергозбереження. Їх можна запрограмувати на зниження температури в періоди бездіяльності або вночі, що ще більше оптимізує енергоефективність.

Нагрівальні мати для вологих приміщень: у вологих приміщеннях, таких як ванні кімнати, нагрівальні мати без стяжки є практичним рішенням для укладання плитки. Ці мати складаються з кабелю, прикріпленого до сітки, і забезпечують ефективне нагрівання, не змінюючи при цьому висоту підлоги.

Враховуючи ці фактори та застосовуючи правильні методи монтажу, система кабельного опалення може забезпечити ефективне, надійне та комфортне рішення для обігріву приміщень у різних сферах застосування.

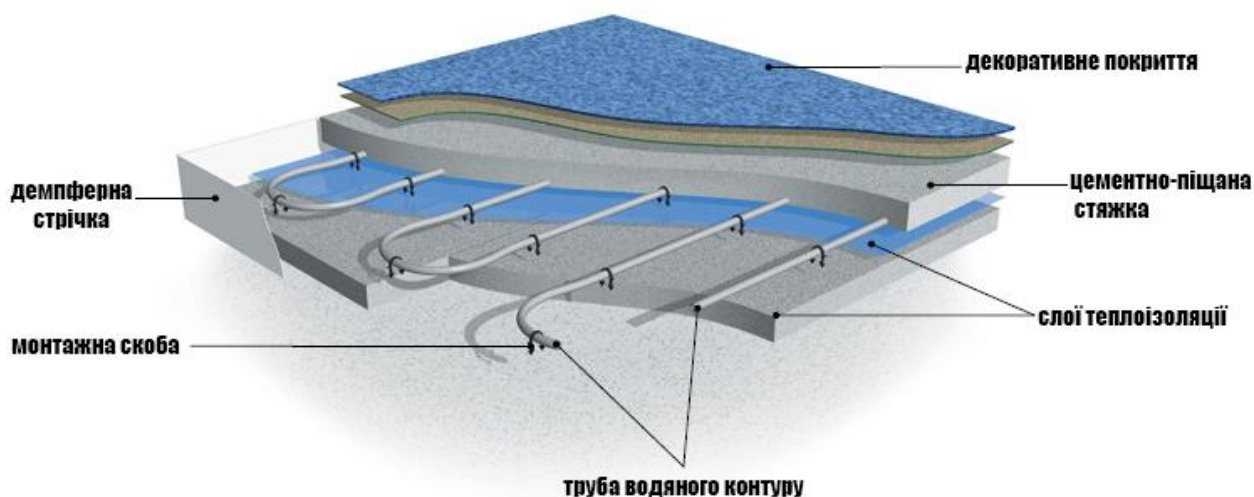


Рис. 1.3. Фрагмент підлоги

Використання нагрівальних матів для реконструкції підлоги передбачає досягнення оптимальної ефективності підігріву підлоги з мінімальними

витратами енергії, як правило, близько 145 Вт/м². Такий підхід значно зменшує споживання енергії порівняно з традиційними системами опалення, оскільки нагрівальні мати активуються лише тоді, коли це необхідно, що призводить до значної довгострокової економії енергії.

На ефективність теплої підлоги значною мірою впливає тип обраного підлогового покриття. Існує чотири основні категорії, що базуються на їхніх характеристиках теплопровідності та опору:

Високопровідні: Ці покриття для підлоги сприяють ефективній теплопередачі та швидкому і рівномірному нагріванню. Прикладами є керамічна плитка та натуральний камінь.

Помірна теплопровідність: Матеріали цієї категорії мають помірну теплопровідність і забезпечують збалансоване поєднання комфорту та енергоефективності. Ламінат і паркетна дошка належать до цієї категорії.

Помірна зносостійкість: Підлогові покриття з помірним опором теплопередачі вимагають дещо більших витрат енергії для досягнення бажаного рівня обігріву. Типовим прикладом є килимові покриття, особливо з щільними волокнами.

Висока міцність: Ці матеріали демонструють високий опір теплопередачі і потребують більших витрат енергії для підтримання бажаного рівня обігріву. Паркетна дошка належить до цієї категорії.

Розуміння характеристик теплопередачі та опору кожного типу підлогового покриття має вирішальне значення для вибору відповідного опалювального рішення та досягнення оптимальної продуктивності.

Окрім матеріалу підлоги, для забезпечення ефективності та комфорту системи теплої підлоги необхідно враховувати ще кілька факторів:

Потужність кабелю: Вибір потужності кабелю залежить від теплопровідності матеріалу підлоги. Для високопровідних матеріалів можуть знадобитися кабелі з більшою потужністю, щоб компенсувати швидку тепловіддачу, тоді як для матеріалів з меншою теплопровідністю достатньо кабелів з меншою потужністю.

Відстань між кабелями: Правильна відстань між нагрівальними кабелями має важливе значення для забезпечення рівномірного розподілу тепла по поверхні підлоги. Відстань слід регулювати залежно від обраного матеріалу підлоги, щоб запобігти перегріванню або утворенню холодних ділянок.

Ізоляція: Належна ізоляція під нагрівальними матами допомагає мінімізувати втрати тепла і підвищити енергоефективність. Ізоляційні матеріали з високим коефіцієнтом теплопередачі створюють тепловий бар'єр між підлогою з підігрівом і основою.

Управління термостатом: Електронні термостати з програмованими налаштуваннями забезпечують точне регулювання температури та енергозбереження. Налаштування нічного зниження температури дозволяють автоматично знижувати температуру в періоди бездіяльності, додатково оптимізуючи використання енергії.

Ретельно зваживши ці фактори та обравши відповідні нагрівальні мати, потужність кабелю, відстань між ними та ізоляцію, власники будинків можуть створити ефективну, комфортну та економічно вигідну систему теплої підлоги в рамках своїх проектів реконструкції.

Таблиця 1.1. Види типів покриття підлоги

№	Опір теплопередачі	Тип покриття підлоги
1	0,02	Кераміка, глазурь, бетон
2	0,075	Синтетичні матеріали
3	0,1	Перкет, ковер середньої товщини
4	0,15	Перкет, ковер високої товщини

1.2. Розрахунок системи «Тепла підлога»

У сфері систем теплої підлоги критично важливим аспектом, на який слід звернути увагу, є температура поверхні - параметр, який ретельно підбирається залежно від призначення приміщення. Рекомендовані температури поверхні є наступними:

Вітальні: Ці приміщення зазвичай потребують комфортної, але помірної температури поверхні, встановленої на рівні приблизно 30°C, що сприяє створенню атмосфери, сприятливої для відпочинку та повсякденної діяльності.

Приміщення з короткочасним перебуванням: Приміщення, які відвідують люди протягом коротких періодів часу, наприклад, ванні кімнати або кухні, потребують дещо підвищеної температури поверхні, зазвичай близько 36°C, щоб створити затишну та привабливу атмосферу під час короткого перебування.

Пристінні зони: Зони по периметру приміщень, що прилягають до стін, потребують підвищеної температури поверхні близько 37°C, щоб зменшити втрати тепла і підтримувати рівномірний тепловий комфорт по всьому приміщенню.

Системи теплої підлоги оптимально працюють при низьких температурах, що відрізняє їх від традиційних методів опалення. Ця властивість пояснюється рівномірним розподілом тепла по поверхні підлоги, що забезпечує рівномірне тепло по всьому приміщенню при мінімальному споживанні енергії.

Наукові дослідження з'ясували ефективність систем теплої підлоги в підтримці теплового комфорту при низьких температурах поверхні. Дослідження, проведені експертами в цій галузі, продемонстрували, що ці системи можуть досягти бажаного рівня комфорту при температурі поверхні в діапазоні від 27°C до 35°C, що точно відповідає встановленим температурним нормам для різних типів приміщень.

Більше того, досягнення в технології теплої підлоги, такі як використання сучасних матеріалів та інтелектуальних систем управління, ще більше підвищили ефективність та результативність цих систем. Наприклад, інтеграція інтелектуальних термостатів з програмованими функціями дозволяє точно регулювати температуру і оптимізувати енергоспоживання,

що сприяє підвищенню загальної продуктивності системи і задоволеності користувачів.

На завершення слід зазначити, що врахування температури поверхні має першорядне значення при проектуванні та експлуатації систем теплої підлоги з ретельним калібруванням, необхідним для задоволення специфічних вимог до комфорту і функціональності різних приміщень. Завдяки використанню низьких температур та інноваційних технологій, системи теплої підлоги продовжують пропонувати неперевершене поєднання комфорту, енергоефективності та екологічності в сучасних будівлях.

Розрахунок дистанції між лініями кабелю здійснюється за допомогою наступного рівняння:

$$A = Q_K / Q_n, \text{ м}$$

$$A = E_{\text{під}} / L_{\text{каб}}, \text{ м}$$

де: Q_K – потужність на 1 погонний метр кабелю, Вт/м;

Q_n – необхідна потужність на 1 м² вільної площі;

$F_{\text{під}}$ - площа опалювального приміщення, незахаращена розміщенням обладнання або меблями, м²

$L_{\text{каб}}$ - довжина кабелів, що укладається в підлогу, м

У ретельному процесі визначення теплової потужності для систем теплої підлоги важливим моментом є включення додаткового коефіцієнта безпеки 1,2. Цей запобіжний захід застосовується для того, щоб гарантувати швидку і ефективну реакцію системи на будь-які коливання або зниження температури навколишнього середовища.

Обґрунтування цього коефіцієнта безпеки полягає в його ролі буфера проти зовнішніх впливів навколишнього середовища, таких як коливання зовнішньої температури. Помноживши розрахункову теплову потужність на 1,2, дизайнери та інженери прагнуть забезпечити запас міцності, який підвищує чутливість і стійкість системи в підтримці бажаних теплових умов у приміщенні.

Наукова література та галузеві стандарти підкреслюють важливість врахування коефіцієнтів безпеки при проектуванні та визначенні розмірів систем опалення. Дослідження показали, що врахування варіацій зовнішніх умов, таких як зміни погодних умов або несподівані перепади температури, є важливим для забезпечення оптимальної продуктивності системи та комфорту мешканців.

Крім того, впровадження коефіцієнтів безпеки узгоджується з усталеними передовими практиками проектування будівель та інженерії ОВіК (опалення, вентиляції та кондиціонування повітря). Такі організації, як Американське товариство інженерів з опалення, охолодження та кондиціонування повітря (ASHRAE), виступають за включення коефіцієнтів безпеки для врахування невизначеностей і зменшення потенційних ризиків, пов'язаних з експлуатацією системи.

На практиці застосування коефіцієнта безпеки 1,2 слугує превентивним заходом для захисту від неоптимальної продуктивності або недостатньої теплової потужності в складних умовах навколишнього середовища. Враховуючи цей додатковий запас міцності, проектувальники і монтажники можуть підвищити надійність і ефективність систем теплої підлоги, забезпечуючи постійний комфорт і задоволеність мешканців будівлі.

Загалом, врахування коефіцієнта запасу міцності 1,2 є виваженим підходом до проектування системи, що відображає прагнення до створення надійних і стійких до зовнішніх впливів опалювальних рішень у різних умовах навколишнього середовища. Завдяки ретельному врахуванню зовнішніх змінних і дотриманню найкращих галузевих практик, системи теплої підлоги можуть ефективно зменшити ризики та оптимізувати продуктивність в реальних умовах експлуатації.

$$Q_{ч} = \frac{Q * T_{в} * K}{T_{h}}$$

де:

$T_{в}$ – час використання, 24 год.

Q – тепловтрати;

$Q_{ч}$ – необхідна годинна потужність;

K – коефіцієнт запасу, 1,2;

T_{h} – час виробництва тепла, година.

Розглядаючи сценарій оптимізації виробництва тепла в старій будівлі, необхідно заглибитися в тонкощі систем теплої підлоги, враховуючи додаткові фактори та деталі з відкритих джерел:

Динамічні тарифи на електроенергію:

Аналіз динамічних тарифів на електроенергію, які пропонують різні тарифи залежно від часу доби або рівня попиту, що дозволяє економічно ефективно використовувати енергію в непікові години.

Розрахунки тепловтрат:

Використання передових методів розрахунку тепловтрат, таких як метод теплового балансу ASHRAE, який враховує такі змінні, як характеристики огорожувальних конструкцій, кількість мешканців та ефекти теплових мостів.

Альтернативні режими опалення:

Вивчення інноваційних режимів опалення, таких як стратегії реагування на попит або методи перерозподілу навантаження, для оптимізації енергоспоживання та мінімізації витрат у пікові періоди.

Впровадження систем прямої дії:

Розгляд можливості інтеграції електричних обігрівачів прямої дії або випромінюючих панелей у стратегічних місцях для доповнення систем теплої підлоги та задоволення специфічних потреб в обігріві в прохолодних зонах або біля вікон.

Проектування системи теплої підлоги:

Включення передових алгоритмів керування та інтелектуальних термостатів з можливістю адаптивного навчання для динамічного регулювання потужності обігріву в залежності від умов навколишнього середовища в реальному часі та уподобань користувача.

Переваги енергозбереження:

Висвітлення довгострокових переваг енергозбереження систем теплої підлоги, підтверджених науковими дослідженнями та конкретними прикладами, що демонструють значне скорочення енергоспоживання та пов'язаних з ним витрат.

Міркування щодо встановлення:

Підкреслення важливості професійного монтажу кваліфікованими фахівцями, які пройшли навчання відповідно до галузевих стандартів і найкращих практик, для забезпечення оптимальної продуктивності, надійності та безпеки системи.

Технологія полімерних труб:

Вивчення останніх досягнень у технології полімерних труб, таких як зшитий поліетиле або полібутилен, відомих своєю гнучкістю, довговічністю та корозійною стійкістю, що ідеально підходять для систем теплої підлоги.

Стандарти та норми ефективності:

Дотримання стандартів і норм ефективності, таких як ASHRAE 90.1 або європейський стандарт EN 1264, які встановлюють мінімальні вимоги до продуктивності та інструкції з монтажу систем теплої підлоги для підвищення енергоефективності та комфорту мешканців.

Аналіз вартості життєвого циклу:

Проведення аналізу вартості життєвого циклу для оцінки загальної вартості володіння, включаючи початкові витрати на встановлення, витрати на технічне обслуговування та економію енергії протягом усього терміну служби системи, для прийняття обґрунтованих рішень щодо інвестицій та вибору системи.

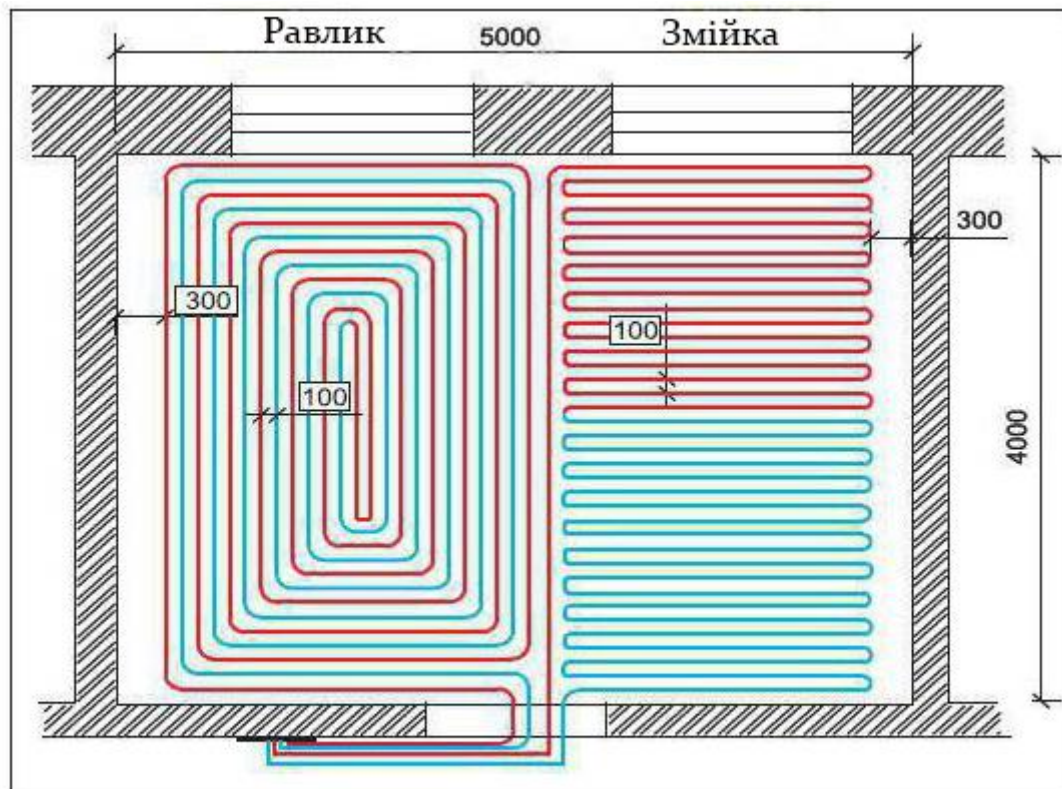


Рис. 1.4. Конструкція теплої підлоги

Інтегруючи ці додаткові відомості та деталі з авторитетних відкритих джерел, зацікавлені сторони можуть розробити комплексні стратегії для оптимізації виробництва тепла та максимізації продуктивності систем теплої підлоги як у житлових, так і в комерційних будівлях.

Щоб оптимізувати теплові характеристики систем теплої підлоги, важливо враховувати додаткову інформацію та деталі з відкритих джерел:

Оптимізація відстані між трубами:

Дослідження показують, що зменшення відстані між трубами вздовж зовнішніх стін може допомогти компенсувати підвищені тепловтрати на цих ділянках. Моделювання комп'ютерної гідродинаміки (CFD) та аналіз емпіричних даних можуть допомогти у визначенні найбільш ефективного розташування труб для досягнення рівномірного розподілу тепла по поверхні підлоги.

Заходи забезпечення якості:

Ресурси з відкритим вихідним кодом надають детальні рекомендації щодо проведення гідравлічних випробувань труб теплої підлоги, включаючи

конкретні процедури застосування та підтримання рівня тиску, а також критерії оцінки цілісності труб і стійкості до витоків. Дотримання цих стандартів забезпечує надійність і безпеку системи опалення.

Процедури введення в експлуатацію:

Найкращі практики введення в експлуатацію систем теплої підлоги, як правило, включають комплексний контрольний перелік завдань, зокрема протоколи поступового підвищення температури, процедури гідравлічного балансування та тестування функціональних характеристик для перевірки роботи та ефективності системи. Ці процедури викладені в галузевих стандартах і технічних посібниках, доступних через платформи з відкритим кодом.

Бетонні технології будівництва:

Ресурси з відкритим кодом пропонують інформацію про передові технології будівництва з бетону, такі як самоущільнюючий бетон (SCC) або армований фібробетон (FRC), які можуть підвищити довговічність і теплотехнічні характеристики, мінімізуючи при цьому ризик розтріскування або усадки. Також доступні детальні технічні характеристики температурних компенсаторів та встановлення захисних труб, що забезпечують належну реалізацію в монолітних бетонних конструкціях.

Врахування теплового розширення:

У науковій літературі підкреслюється важливість врахування ефектів теплового розширення і стиснення в системах теплої підлоги, особливо у великих або складних будівлях. Аналіз методом скінченних елементів (FEA) та інструменти теплового моделювання можуть допомогти у прогнозуванні та пом'якшенні потенційних проблем, пов'язаних з різницею температур та коефіцієнтами розширення матеріалу.

Моніторинг та оптимізація системи:

Інструменти реєстрації та моніторингу даних з відкритим вихідним кодом дозволяють безперервно оцінювати продуктивність систем теплої підлоги, полегшуючи коригування та оптимізацію стратегій в режимі

реального часу, щоб максимізувати енергоефективність та комфорт мешканців. Інтеграція з системами управління будівлею (BMS) і платформами автоматизації розумного будинку дозволяє здійснювати віддалений моніторинг і контроль параметрів опалення.

Сталі практики:

Репозиторії з відкритим вихідним кодом надають ресурси про практики сталого опалення та інтеграцію відновлюваних джерел енергії, наприклад, поєднання систем теплої підлоги з сонячними тепловими колекторами або геотермальними тепловими насосами. Тематичні дослідження та звіти про проекти демонструють екологічні та економічні переваги цих інтегрованих рішень, сприяючи їх ширшому впровадженню в будівельні проекти.

Використовуючи ці додаткові знання та ресурси з відкритих джерел, зацікавлені сторони можуть покращити проектування, будівництво та експлуатацію систем теплої підлоги, зрештою досягаючи оптимального теплового комфорту, енергоефективності та цілей сталого розвитку в будівлях.

Підрахунок коефіцієнта теплопередачі будівельних огорожувальних конструкцій здійснюється згідно з нижченаведеними критеріями:

$$R_o = \frac{1}{a} + R_k + \frac{1}{a_n}$$

де: a_n - 8,7 - для стін та підлог, гладких стель;

a_n - 23 для зовнішніх стін, покриттів, перекриттів над проїздами;

R_k - термічний опір огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$:

$$R_k = \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$$

де: R_i - термічний опір і шару огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$, що визначається за формулою:

$$R_i = \delta / \lambda$$

де: δ – товщина шару, м;

λ - теплопровідність матеріалу

При подальшому вивченні теплових властивостей та ізоляції стін будівель, особливо тих, що були побудовані до 1991 року, дуже важливо заглибитися в додаткову інформацію та деталі з відкритих джерел:

Будівельні норми та стандарти:

Ресурси з відкритим кодом надають доступ до будівельних норм, правил і стандартів, що регулюють вимоги до теплоізоляції як для нового будівництва, так і для проектів модернізації. Наприклад, такі стандарти, як ASHRAE 90.1 в США або EN ISO 6946 в Європі, визначають мінімальні рівні ізоляції та критерії ефективності для різних будівельних компонентів, включаючи стіни.

Тепловізійне зображення та оцінка експлуатаційних характеристик будівлі:

Технологія тепловізійного зображення, доступна через платформи з відкритим вихідним кодом, пропонує неінвазивний метод оцінки ефективності огорожувальних конструкцій і виявлення зон тепловтрат або теплових мостів. Інфрачервоне термографічне обстеження може точно

визначити недоліки ізоляції та спрямувати цільові заходи з модернізації для підвищення енергоефективності.

Ізоляційні матеріали та технології:

Бази даних з відкритим вихідним кодом надають вичерпну інформацію про широкий спектр ізоляційних матеріалів і технологій, доступних для покращення теплових характеристик стін будівлі. Від традиційних матеріалів, таких як скловолокно і целюлоза, до сучасних аерогелів і вакуумних ізоляційних панелей, зацікавлені сторони можуть оцінити теплові властивості, вимоги до монтажу і вплив на навколишнє середовище різних варіантів ізоляції.

Інструменти для моделювання будівель та енергетичного моделювання:

Програмне забезпечення для енергетичного моделювання будівель, доступне через платформи з відкритим вихідним кодом, дозволяє детально моделювати та аналізувати характеристики огорожувальних конструкцій за різних кліматичних умов та сценаріїв заселення. Ці інструменти дозволяють дизайнерам та інженерам оцінити ефективність стратегій утеплення, оптимізувати проекти будівель та оцінити потенціал енергозбереження.

Тематичні дослідження та найкращі практики:

Репозиторії з відкритим вихідним кодом містять безліч тематичних досліджень, наукових статей та посібників з найкращих практик, що висвітлюють успішні проекти з модернізації теплоізоляції в будівлях, побудованих до 1991 року. Ці реальні приклади демонструють вплив модернізації ізоляції на енергоспоживання, тепловий комфорт і загальні експлуатаційні характеристики будівлі, слугуючи цінним орієнтиром для подібних ініціатив.

Державні програми стимулювання:

Урядові установи часто надають стимули, знижки або гранти, щоб заохотити власників будівель інвестувати в енергоефективну модернізацію, в тому числі в утеплення. Бази даних та веб-сайти з відкритим доступом

містять інформацію про наявні програми стимулювання, критерії прийнятності та процедури подання заявок, що дає змогу зацікавленим сторонам залучати фінансову підтримку для проектів з утеплення.

Використовуючи ці додаткові ресурси та інформацію з відкритих джерел, зацікавлені сторони можуть отримати всебічне розуміння проблем і можливостей теплоізоляції будівель, побудованих до 1991 року. Озброївшись знаннями та інноваційними рішеннями, вони зможуть впроваджувати ефективні стратегії утеплення для підвищення енергоефективності, скорочення викидів вуглецю та підвищення комфорту мешканців в існуючих будівлях.

Розрахувати передбачувані втрати тепла для подібних приміщень можливо за наведеною нижче формулою:

$$Q = V * g \text{ (Вт)}$$

де: V – кубатура приміщень, м³; g – оцінні втрати тепла.

$$61 * 24 * 195 * (18 + 2,5) / (18 + 24) = 185 \text{ Квт/год}$$

де: 24×195 - тривалість опалювального періоду в градусо - годинах;

$20,5$ - середній температурний перепад за опалювальний період, °C;

42 – максимальний температурний перепад за опалювальний період °C

Розрахувати втрату тиску в трубах можливо за допомогою наступної формули:

$$P = L * R + \sum \delta * Z$$

де: L – довжина трубопроводу, м;

R - поодинокі втрати тиску, Па/м, прийняті за довідковими даними;

$\sum \delta$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів;

Z - втрати тиску для $25 = 1$ при даній швидкості води в трубопроводі, Па.

При подальшому заглибленні в тонкощі систем теплої підлоги (ТП) та факторів, що визначають їхню ефективність, додаткова інформація та деталі з відкритих джерел проливають світло на різні аспекти:

Технологія гідравлічного опалення:

Матеріали з відкритих джерел пропонують поглиблене пояснення принципів гідравлічного опалення, що охоплює циркуляцію нагрітої води по трубах, вбудованих в конструкцію підлоги. Розуміння основ теплопередачі в системах UFH на основі рідини допомагає оптимізувати продуктивність та енергоефективність.

Теплопровідність матеріалів підлогового покриття:

Комплексні бази даних містять значення теплопровідності для широкого спектру матеріалів для підлогових покриттів, що дає змогу точно розрахувати швидкість теплопередачі та різницю температур на поверхні підлоги. Проектувальники можуть вибрати підлогові матеріали з оптимальними тепловими властивостями для підвищення ефективності системи UFH.

Розрахунки тепловтрат:

Ресурси з відкритим доступом детально описують методологію проведення розрахунків тепловтрат у приміщеннях будівель, враховуючи такі фактори, як характеристики огорожувальних конструкцій, рівень ізоляції та кліматичні умови. Ці розрахунки дають інформацію для визначення розмірів і специфікацій систем UFH для ефективного задоволення потреб в опаленні.

Визначення розмірів труб та гідравлічний розрахунок:

Принципи гідравлічного проектування, включаючи розрахунок розмірів труб, швидкості потоку та перепаду тиску, викладені в технічних довідниках та інженерних посібниках. Правильний гідравлічний розрахунок забезпечує збалансований розподіл потоку і рівномірну тепловіддачу по всій системі UFH, максимізуючи ефективність і продуктивність.

Термічний опір підлогових конструкцій:

Наукові дослідження надають емпіричні дані про термічний опір різних конструкцій підлоги, включаючи матеріали підлогового покриття, шари ізоляції та оздоблювальні матеріали. Детальні значення термічного опору допомагають у точних розрахунках теплових потоків та оптимізації проектування системи.

Динамічне моделювання та інструменти моделювання:

Програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом дозволяє проводити динамічне моделювання систем UFH за різних умов експлуатації, полегшуючи прогнозування та оптимізацію продуктивності. Результати моделювання дають уявлення про розподіл температури, споживання енергії та реакцію системи на зміну параметрів.

Показники та стандарти енергоефективності:

Показники енергоефективності, такі як градусо-дні нагріву (HDD) та індекси використання енергії (EUI), обговорюються в літературі з відкритим кодом, а також у відповідних галузевих стандартах і контрольних показниках. Ці показники дають змогу порівнювати ефективність систем ОВТ у різних будівлях і кліматичних умовах.

Тематичні дослідження та проектні звіти:

Реальні тематичні дослідження та звіти про проекти документують впровадження систем UFH у різноманітних будівельних проектах, висвітлюючи результати роботи, економію енергії та отримані уроки. Доступ до таких тематичних досліджень пропонує цінну інформацію для проектувальників, інсталяторів та власників будівель, які планують встановлення систем UFH.

Використовуючи ці додаткові ресурси та детальну інформацію з відкритих джерел, зацікавлені сторони можуть поглибити своє розуміння ефективності систем UFH та найкращих практик впровадження, що в кінцевому підсумку підвищить енергоефективність та комфорт мешканців у будівлях.

Потрібний потік тепла обчислюється з врахуванням втрат тепла в приміщенні та його площі і визначається за допомогою наступної формули:

$$Q = Q/F, \text{ Вт/м}^2$$

Обчислення потрібної кількості води на опалення здійснюється за допомогою наступної формули:

$$m = 1,1 * Q / 4190 * (t_1 - t_2), \text{ кг/сек}$$

Зниження тиску усередині спіралі:

$$\Delta P = L W \times R$$

де: Lw – необхідна довжина спіралі

$$LW = F / v \text{ (М)}$$

де:

F - площа підлоги, м²;

v – розрахунковий крок спіралі, м.

1.3. Кошторис робіт на влаштування теплої підлоги

Локальний кошторис на будівельні роботи
на будівельні роботи
Тепла підлога

Кошторисна вартість	2 089,38 06	тис. грн
Кошторисна трудомісткість	3,343962	тис. люд.год
Кошторисна заробітна плата	253,21	тис. грн
Середній розряд робіт	1 054,5	розряд

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн		Загальна вартість, грн			Витрати труда робітників, люд.год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										тих, що обслуговують машини	
					заробітної плати	з тому числі заробітної плати			з тому числі заробітної плати	на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		<i>Підготовчі роботи</i>									
1	KP7-16-2	Улаштування підстильного шару піщаного	1 м3	14,25	<u>1584,75</u> 302,01	<u>173,56</u> 41,38	22583,4	4 303,5	<u>2 473,8</u> 589,95	<u>4,5800</u> 0,5537	<u>65,265</u> 7,8945
2	KP20-14-3	Готування цементного розчину вручну	100 м3	0,14	<u>27570,16</u> 27570,16	= -	4007,1	4 007,1	= -	<u>459,120</u> 0 -	<u>66,747</u> - -

3	C1421-10634	Пісок природний, рядовий (1т-0,7м3)	м3	10,9	<u>1165.59</u> -	= -	12705,3	-	= -	= -	= -
4	C111-1305	Портландцемент загальнобудівельного призначення бездобавковий, марка 400 (1т-1,3м3)	т	2,85	<u>6631.45</u> -	= -	18898,35	-	= -	= -	= -
5	KP7-17-1-ИН	Улаштування цементної стяжки товщиною 20 мм по бетонній основі прибищення площею до 20 м2	100 м2	2,85	<u>4839.09</u> 4704,16	<u>109.34</u> 91,13	13791,15	13 406,4	<u>310.65</u> 259,35	<u>71.3400</u> 1,1877	<u>203.319</u> 3,3915
6	KP7-17-9K=6	На кожні 5 мм зміни товщини шару цементної стяжки додавати або виключати	100 м2	2,85	<u>1026.26</u> 854,58	<u>171.68</u> 143,09	2924,1	2 436,75	<u>490.2</u> 407,55	<u>12.9600</u> 1,8648	<u>36.936</u> 5,301
7	C111-1844-1	Маяки для стяжки	м	570	<u>27.24</u> -	= -	15526,8	-	= -	= -	= -
8	C111-1844-1	Фібра	пачка	285	<u>199.53</u> -	= -	56866,05	-	= -	= -	= -
9	KP7-20-1	Улаштування суцільної теплоізоляції з плит "ЕКСТРУДЕР"	100 м2	2,85	<u>2637.34</u> 2613,74	<u>23.60</u> 19,59	7515,45	7 449,9	<u>68.4</u> 57	<u>37.7000</u> 0,2553	<u>107.445</u> 0,741
10	C114-4-У-1-ИНБ1	Плита пінополістирол екструдована	м2	290,2	<u>234.64</u> -	= -	68209,05	-	= -	= -	= -
<i>Прокладання кабель</i>											
11	KP17-9-2	Прокладання кабелю на скобах	100 м	25,65	<u>7542.54</u> 5268,27	<u>45.99</u> 38,33	193 466,5 5	135 129, 9	<u>1 179.9</u> 983,25	<u>71.5700</u> 0,4995	<u>1 835.77</u> 05 12,825
12	C1512-	Кліпса для кріплення	шт	8550	<u>1.26</u>	=	10 773	-	=	=	=

	2				-	-			-	-	-
13	C153-1-ИНБ1	Нагрівальний кабель DEVI (Формула: 9+1)	м	2850	<u>439.13</u> -	= -	1 251 520 ,5	-	= -	= -	= -
<i>Опорядження</i>											
14	KP20-14-3	Готування цементного розчину вручну	100 м3	0,058	<u>27570.16</u> 27570,16	= -	1 601,7	1 601,7	= -	<u>459.120</u> 0	<u>26.7045</u> -
15	C1421-10634	Пісок природний, рядовий (1т-0,7м3)	м3	4,36	<u>1165.59</u> -	= -	5 081,55	-	= -	= -	= -
16	C111-1305	Портландцемент загальнобудівельного призначення бездобавковий, марка 400 (1т-1,3м3)	т	11,4	<u>6631.45</u> -	= -	7 561,05	-	= -	= -	= -
17	KP7-17-1	Улаштування цементної стяжки товщиною 20 мм по бетонній основі приміщення площею до 20 м2	100 м2	2,85	<u>10837.42</u> 4704,16	<u>109.34</u> 91,13	30 885,45	13 406,4	<u>310.65</u> 259,35	<u>71.3400</u> 1,1877	<u>203.319</u> 3,3915
18	KB11-29-1	Улаштування покриттів з керамічних плиток на розчині із сухої клеючої суміші, кількість плиток в 1 м2 до 7 шт	100 м2	2,85	<u>12234.11</u> 11186,08	<u>36.79</u> 30,66	34 866,9	31 880,1	<u>105.45</u> 88,35	<u>155.600</u> 0,3996	<u>443.46</u> 1,14
19	C111-327-5-ИНБ	Клей для плитки Ceresit CM-11	кг	1852,5	<u>12.24</u> -	= -	22 674,6	-	= -	= -	= -
20	C111-283-1-1-ИН-Б	Система вирівнювання плитки	1 шт	1425	<u>0.61</u> -	= -	869,25	-	= -	= -	= -
21	C111-287-1-4-ИН-Б	Плитка для підлоги	м2	290,2	<u>610.98</u> -	= -	177 612	-	= -	= -	= -

22	C111- 330-2- 1Д-ИН- Б	Суміш для швів	кг	114	<u>91.80</u> -	= -	10 465,2	-	= -	= -	= -
		Разом прямі витрати					1 970 404,5	213 621,75	<u>4 939,05</u> 2 644,8		<u>2 988,96</u> 6 34,6845
		у тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів і комплектів					1 751 843,7				
		всього заробітна плата						216 266,55			
		Загальновиробничі витрати					118 976,1				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах									320,3115
		заробітна плата в загальновиробничих витратах						36 953,1			
		Всього по кошторису					2 089 380,6				
		Кошторисна трудомісткість									3 343,96 2
		Кошторисна заробітна плата						253 219,65			

Висновок

Досліджувана система відповідає суворим вимогам і встановленим стандартам, що позиціонує її як переконливу альтернативу традиційним системам підігріву підлоги, які залежать від нагрівальних кабелів. Відрізняючись здатністю доповнювати електричні системи опалення, він пропонує енергоефективне тепло, пристосовуючись до різних підлогових покриттів, тим самим розширюючи сферу його застосування і привабливість у різних умовах.

Повсюдне впровадження електричного опалення залежить від вирішення складної проблеми визначення оптимальних параметрів конструкції окремих компонентів і всієї системи в цілому. Це важливе завдання включає в себе ретельний вибір матеріалів, спрямований на досягнення делікатної рівноваги між економічною ефективністю та тепловими характеристиками. Репозиторії з відкритим вихідним кодом надають цінну інформацію про теплопровідність, довговічність та економічну доцільність різних матеріалів, що сприяє прийняттю обґрунтованих рішень при проектуванні та впровадженні систем.

Зважаючи на значне енергоспоживання, притаманне системам електричного кабельного обігріву, забезпечення ефективності їх електропостачання потребує спеціалізованого підходу та вирішення. Надійні стратегії управління електроживленням, засновані на комплексному енергетичному моделюванні та динамічному профілюванні навантаження, є незамінними для зменшення втрат енергії, оптимізації продуктивності системи та мінімізації експлуатаційних витрат. Спільні зусилля дослідників, виробників та регуляторних органів мають першорядне значення у розробці інноваційних рішень для підвищення енергоефективності та сталості систем електроопалення.

РОЗДІЛ 2. ОПИС АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОГО РІШЕННЯ БУДІВЛІ

2.1. Ситуаційний план



Рис. 2.1. Ситуаційний план

Вибір місця для будівництва 9-поверхового житлового комплексу на перетині вулиці Горького та провулку Горького підкріплений ретельним врахуванням як функціональної зручності, так і складної соціально-екологічної структури. Розташований у міському ядрі Шостки, вздовж вулиці Горького, що динамічно розвивається, цей архітектурний проект втілює гармонійне поєднання доступності та естетичної привабливості. Бездоганно вплетений у міський контекст, комплекс пропонує своїм мешканцям безпрецедентний доступ до пишних зелених насаджень, створюючи спокійну оазу в природному ландшафті.

Оточений сусідніми житловими будинками, будівельний майданчик слугує сполучною ланкою для зміцнення соціальної згуртованості та культурного розмаїття, сприяючи створенню багатого гобелену громадських взаємозв'язків. Окрім простої фізичної близькості, це місце сприяє створенню

середовища, сприятливого для громадської активності та комунікабельності його мешканців. Крім того, його стратегічне розташування забезпечує легкий доступ до різноманітних об'єктів інфраструктури, включаючи престижну будівлю Пенсійного фонду України, тим самим підвищуючи загальну якість життя мешканців.

2.2. Об'ємно-планувальне рішення

Житловий будинок висотою 31,5 метра з 9 поверхами вирізняється прагматичним архітектурним дизайном. Завдяки високій стелі у 2,7 метра, кожен поверх ретельно продуманий, щоб задовольнити вимоги ефективного міського життя. Габаритні розміри будівлі, 55,8 на 14,4 метра, забезпечують достатньо місця для різноманітних функціональних приміщень. Перший поверх відведено під офісні приміщення, що забезпечує професійне середовище в межах комплексу.

З другого по дев'ятий поверхи житлові приміщення ретельно сплановані таким чином, щоб розмістити по чотири квартири на кожному поверсі, загалом 32 одиниці. Така конфігурація оптимізує використання простору, забезпечуючи при цьому оптимальний комфорт для мешканців. Конструкція будівлі відповідає принципам безкаркасної архітектури, спираючись на несучі цегляні стіни товщиною 640 мм, що слугують фундаментною основою. Для оптимізації будівельних процесів і забезпечення міцності конструкції міжповерхові перекриття перекриті пустотілими залізобетонними плитами товщиною 220 мм. Ці плити, що сягають 6 метрів у довжину, мінімізують необхідність у надмірних структурних елементах, тим самим зберігаючи ширину поверху 1,2 або 1,5 метра, відповідно до унікальних вимог кожного рівня.

2.3. Архітектурно-конструктивне рішення

Фундаменти

У процесі проектування були ретельно враховані геологічні умови, структурні передумови, динаміка фундаменту, ґрунтові навантаження та

експлуатаційні вимоги. Для досягнення цих цілей було вирішено використовувати бурин'єкційні палі висотою 9,0 метрів.

Фундаменти укріплені надійною системою ростверків. Ця решітчаста структура фундаменту ретельно виготовлена зі стандартизованої бетонної суміші з додаванням портландцементу для підвищення міцності. Арматурні механізми ретельно інтегровані для посилення структурної цілісності та забезпечення стійкості до зовнішніх впливів.

Зовнішні, внутрішні стіни та перегородки

У цьому проекті як зовнішні, так і внутрішні несучі стіни мають значну товщину - 640 мм і 120 мм відповідно. Несучі стіни, як основна несуча система, відіграють ключову роль у передачі структурного навантаження на фундамент. Посилені за рахунок інтеграції сталевих арматурних стержнів у бетонну матрицю, ці стіни демонструють неабияку стійкість до навантажень, що виникають.

І навпаки, внутрішні перегородки всередині будівлі, позбавлені значних навантажень, мають тонкий профіль 120 мм. Ці перегородки, призначені в першу чергу для просторового поділу та забезпечення приватності, мають високу якість, незважаючи на їхню незначну несучу здатність.

Покрівля

Конструкція плоского даху цього житлового будинку включає залізобетонні або залізобетонні плити, покриті гідроізоляційною мембраною, що забезпечує міцність, довговічність і стійкість до погодних умов. Ретельно спланована водостічна система використовується для ефективного відведення дощової води з плоского даху за допомогою стратегічно розташованих жолобів і водостоків.

Покрівлі сучасних житлових будинків слугують багатофункціональними платформами для розміщення різних інженерних мереж та комунікацій. У цьому проекті бездоганно організовано інтеграцію систем опалення, вентиляції та кондиціонування, а також сонячних панелей і

супутникових антен. Ця інтеграція виконана з особливою увагою до збереження естетичної цілісності будівлі завдяки впровадженню зі смаком підібраних парканів та екранів.

Таблиця 2.1. Специфікація покриття

Матеріал	Товщина
Залізобетонна пустотна плита зі значною товщиною	220 мм.
Шар звукоізоляції товщиною	2 см.
Шар покрівельного матеріалу товщиною	0,5 см.
Легка бетонна стяжка глибиною	0,5 см.
Клейова мастика, нанесена на товщину	1,5 мм.
Високоміцна деревоволокниста плита товщиною	0,3 см.

Покриття підлог

Для забезпечення комфорту та опалення в житлових приміщеннях в житловому будинку було влаштовано систему теплої підлоги. В даному випадку було обрано електричну кабельну систему.

У сфері внутрішніх підлогових покриттів ми пропонуємо індивідуальні рекомендації, що базуються на функціональних вимогах і просторовій динаміці. Для спалень ідеально підходить килимове покриття, відоме своїми ізоляційними властивостями, тактильним комфортом і сприятливою атмосферою для спокійного сну. Для передпокоїв і коридорів найкращим вибором є ламінат, який гармонійно поєднує в собі міцність, стійкість до подряпин і легкість у догляді.

Для кухонних приміщень прагматичним вибором є вінілове покриття, яке славиться своєю винятковою стійкістю до розливів, плям і високої прохідності. Водонепроникність і легкість у догляді роблять його

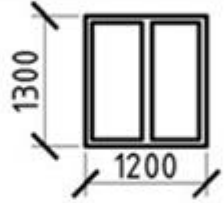
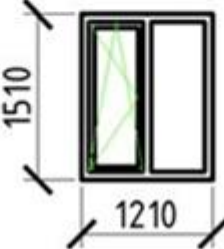
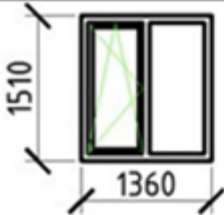
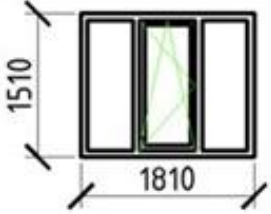
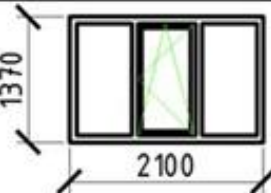
універсальним і економічно вигідним рішенням для різних бюджетів. Тим часом у ванних кімнатах для підлогового покриття використовують керамічну плитку, яка цінується за свою водонепроникність і простий догляд, що забезпечує практичність і дотримання гігієнічних стандартів на найвищому рівні.

Двері та вікна

Таблиця 2.2. Специфікація дверних проїомів

Мар , поз	Позначенн я	Найменува ння	Кількість на повахі					Ма са од., кг.	Приміт- ка
			1	2	3	4	Всього		
Д-1	Д.В. 1450x2100	Д-1	2				2		
Д-2	Д.М. 1200x2100	Д-2	3	3	3	3	12		
Д-3	ДО 1200x2100	Д-3	3	3	3	3	12		
Д-4	ДГ 900x2100	Д-4	6	6	6	6	24		
Д-5	Д.Б. 800x2100	Д-5	4	4	4	4	16		
Д-6	ДГ 800з3000	Д-6	11	1 1	1 1	1 1	44		

Таблиця 2.3. Специфікація віконних проїмів

Марка по проекту	Позначення, ескіз	Найменування елемента	Площа, м ²	Кількість, шт.	Примітка
1	2	3	4	5	6
ВК-1		Металопластикове вікно фірми REHAU 3-подвійним склопакетом	1,56	12	
ВК-2		Металопластикове вікно фірми REHAU 3-подвійним склопакетом	1,83	40	
ВК-3		Металопластикове вікно фірми REHAU 3-подвійним склопакетом	2,05	80	
ВК-4		Металопластикове вікно фірми REHAU 3-подвійним склопакетом	2,73	40	
ВК-5		Металопластикове вікно фірми REHAU 3-подвійним склопакетом	2,877	20	

Зовнішнє і внутрішнє опорядження

Зовнішні стіни пройшли подвійну обробку, щоб поєднати візуальну привабливість з атмосферостійкою функціональністю: спочатку нанесли штукатурку для покращення поверхні, а потім нанесли емульсійну фарбу,

щоб посилити естетичну привабливість і водночас захистити від впливу атмосферних явищ.

Металеві компоненти, що мають вирішальне значення для структурної міцності будівлі, були покриті ґрунтовкою для захисту від корозії. Двері та вікна, виготовлені з металопластику, були пофарбовані в білий колір, що поєднує естетичну елегантність з довготривалою довговічністю.

В офісних приміщеннях стіни прикрашають фактурні шпалери, доповнені звукопоглинаючими акустичними панелями, що вінчають стелі. Спальні прикрашають заспокійливі пастельні відтінки на стінах, підкреслені фактурним оздобленням стелі.

У холах і коридорах стіни облицьовані міцною плиткою, а стелі прикрашені натяжними тканинами, які є стійкими до зносу і водночас створюють вражаюче тло. Кухні оздоблені керамічною плиткою для стін і вініловими панелями для стелі, водонепроникними і простими в догляді.

У ванних кімнатах розкіш поєднується з функціональністю завдяки оздобленню стін мармуровою плиткою, а стелі - глянцевою фарбою, що додає розкоші та оптимізує відбиття світла.

2.4. Інженерні розрахунки

Ізоляційна здатність зовнішніх стін будівлі повинна перевищувати мінімальні вимоги до ізоляції, передбачені відповідними будівельними нормами. Необхідно гарантувати, що ефективність теплоізоляції зовнішніх стін будівлі перевищує встановлені критерії, оскільки це відіграє ключову роль у підвищенні енергоефективності, комфорту та дотриманні будівельних норм і правил. Ефективна теплоізоляція допомагає підтримувати постійну температуру в приміщенні, зменшує витрати на опалення та охолодження, а також забезпечує загальну стійкість будівлі.

Відповідно до сучасних стандартів, встановлений мінімальний опір теплопередачі становить:

$$R_{q \min} = 4.0 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$$

Стіни будівлі побудовані з цегли і доповнені утеплювачем у вигляді напівжорстких мінераловатних плит з пластиковим наповнювачем. Важливо підкреслити, що в розрахунках не враховуються шви, а внутрішній шар цегли з'єднаний між собою за допомогою силікатного розчину.

За умов вологості 51,57% і помірної температури навколишнього середовища +21,32°C коефіцієнт теплопередачі становить похвальний показник 8.7, що добре узгоджується з встановленими стандартами і нормами. Однак у зимові місяці, коли зовнішня температура опускається до -26,97°C, коефіцієнт теплопередачі зростає до 23.

Таблиця 2.4. Склад стіни

№	Найменування матеріалу	γ_0 , кг/м ³	δ , м	λ , Вт/(м·°C)	R, м ² ·°C/Вт
1	Шар вапняно-піщаного розчину	1600	0.02	0.81	0.0247
2	Шар цементно-піщаного розчину	1800	0,02	0,93	0,0215
3	Шар цегляної кладки	1800	0.51	0.64	0,5

Оцінюємо здатність ізолятора витримувати коливання температури:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i,p}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}$$

$$R_{\text{к}} = R_{\text{q min}} - (1/\alpha_{\text{в}} - 1/\alpha_{\text{н}}) = 4.0 - (1/8.7 - 1/23) = 3.9 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Оцінюємо стійкість ізоляції до температурних коливань:

$$R_{\Sigma} = R_{\text{к}} - R_{\text{о.с.}} - R_{\text{кл}} = 3.9 - 0,0247 - 0,0215 - 0.5 - 0,72 = 2.7 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

На основі отриманих результатів вибираємо відповідну товщину ізоляції:

$$\delta_{\text{ут.}} = \lambda_{\text{ут.}} \cdot R_{\text{ут.}} = 0,053 \cdot 2.7 = 0.14 \text{ м}.$$

Для тесту ми використаємо пінополістирол товщиною 15 см:

$$R_{\phi}^{\phi} = 1/8,7 + 1/23 + 0.5/0.64 + 0.02/0.64 + 0,02/0,93 + 0.2 /0.053 = 4.6 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ} \text{C/Вт.}$$

$$R_{\phi}^{\phi} = 4.6 \text{ м}^2 \text{K} / \text{Вт} > R_{\phi} \text{ min} = 4 \text{ м}^2 \text{K} / \text{Вт}$$

Умову виконано.

Список використаних джерел

1. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2-15:2019 [Чинний від 2019-12-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2019. – 54 с. (Національні стандарти України).
2. 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).
3. Благоустрій територій (зі Змінами): ДБН Б.2.2-5:2011 [Чинний від 2012-09-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2019. – 44 с. (Національні стандарти України).
4. Природне і штучне освітлення: ДБН В.2.5-28:2018 [Чинний від 2019-02-28]. -К: Мінрегіонбуд України, 2018. – 7 с. (Національні стандарти України).
5. 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).
6. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016 [Чинний від 2016-10-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2017. – 15 с. (Національні стандарти України).
7. 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).
8. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення: ДБН В.2.1-10:2018.
9. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією: ДБН В.2.6-33:2018.
10. Кам'яні та армокам'яні конструкції: ДБН В.2.6-162:2010.
11. Покриття будівель і споруд: ДБН В.2.6-220:2017
12. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Підлоги.

13. Вікна та двері: ДСТУ EN 14351-1:2020.
14. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Оздоблювальні роботи
15. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування: ДБН В.2.5-75:2013.
16. 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).
17. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5:2016 [Чинний від 2016-01-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2016. – 44-46 с. (Національні стандарти України).
18. Кошторисні норми України «Настанова з визначення вартості будівництва»: [Чинний від 2021-11-09]. -К: Мінрегіонбуд України, 2021. – 44-46 с. (Національні стандарти України).
19. 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).
20. Довідково-інформаційний збірник ресурсів та одиничних розцінок на будівельно-монтажні роботи, Суми, СНАУ – 2011 р.
21. Нормування праці та кошториси в будівництві. Суми -«Мрія – 1», 2010 , 452 с.
22. Організація будівельного виробництва (посібник для розробки курсових та дипломних проєктів). Суми, СНАУ, 2011, 125 с.