

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет будівництва та транспорту
Кафедра будівництва та експлуатації будівель, доріг та транспортних споруд

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри
Будівництва та експлуатації
будівель, доріг та транспортних споруд _____
О. П. Новицький

«__» _____ 2025р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

На тему: «Капітальний ремонт готелю в м. Харків»

Виконав (ла)

(підпис)

В. О. Бойко

(Прізвище, ініціали)

Група

ЗПЦБ 2301м

(Науковий)
керівник

(підпис)

М. В. Нагорний

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: Будівництва та експлуатації будівель, доріг та транспортних споруд
Спеціальність: 192 "Будівництво та цивільна інженерія"

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Бойко Вадим Олександрович

Тема роботи: Капітальний ремонт готелю в м. Харків

Затверджено наказом по університету № 241/ос від " 31 " 01 2025р.
Строк здачі студентом закінченої роботи: " " 2025 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, Розділ 2. Бібліографічний огляд досліджень, 2.1. Опис системи регулювання тепла, Розділ 3. Дослідження системи регулювання тепла, Розділ 4. Опис архітектурно-планувального рішення будівлі, 4.1. Ситуаційний план, 4.2. Об'ємно-планувальне рішення,

4.3. Архітектурно-конструктивне рішення, Список використаних джерел

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

16 слайдів мультимедійного матеріалу

Керівник :

(підпис)

М. В. Нагорний
(Прізвище, ініціали)

Консультант

(підпис)

М. В. Нагорний
(Прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання:

Здобувач

(підпис)

В. О. Бойко
(Прізвище, ініціали)

Анотація

Бойко Вадим Олександрович «Капітальний ремонт готелю в м. Харків» – Кваліфікаційна робота магістра на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». – Сумський національний аграрний університет, Суми, 2025.

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.

Ефективність системи опалення є ключовим фактором у зниженні енергоспоживання в готельних комплексах Харкова, де опалювальний сезон триває до семи місяців. Постійне зростання цін на енергоносії та акцент на екологічній стійкості вимагають модернізації теплової інфраструктури під час капітального ремонту. Інтеграція автоматизованих систем управління, оснащених терморегуляторами та високоточними лічильниками тепла, дозволяє не лише знизити експлуатаційні витрати, але й забезпечити стабільні теплові умови для гостей.

Старі будівлі без сучасної автоматизації часто мають значні тепловтрати та нерівномірний розподіл тепла. Встановлення інтелектуальних систем моніторингу дозволяє адаптивно керувати опаленням залежно від зовнішніх умов і рівня заповнюваності готелю. Це сприяє оптимізації теплопостачання у різних зонах — від номерів до технічних приміщень, мінімізуючи перегрів і втрати енергії.

Окрім економічних вигод, модернізація опалювальної системи сприяє скороченню викидів вуглекислого газу, що відповідає міжнародним стандартам сталого розвитку. Впровадження передових технологій дозволяє підвищити операційну ефективність та комфорт для гостей, зберігаючи при

цьому економічну доцільність. Це стратегічний підхід, який поєднує фінансові та екологічні переваги, забезпечуючи довгострокову стійкість готельних комплексів.

Ключові слова: опалення, капітальний ремонт, оптимізація.

Список публікацій та/або виступів на конференціях студента:

1. Нагорний М. В., Бойко В., ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕПЛА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОПАЛЕННЯ // Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції , 29 листопада 2024 р., ХНАДУ, Харків, С.94

В додатках наведено тези конференції, альбом слайдів мультимедійної презентації.

Структура роботи.

Робота складається з основного тексту на 46 сторінках, у тому числі 2 таблиці, 5 рисунків. Текст роботи містить загальну характеристику роботи, 4 розділи, висновки і рекомендації за результатами роботи, список з 18 використаних джерел. Графічна частина складається з 16 слайдів мультимедійної презентації.

Abstracts

Boyko Vadym Oleksandrovysh 'Overhaul of the hotel in Kharkiv' - Master's qualification work in the form of a manuscript.

Master's thesis in the speciality 192 'Construction and Civil Engineering.' - Sumy National Agrarian University, Sumy, 2025.

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 of the ICR (in Ukrainian and English).

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

The efficiency of the heating system is a key factor in reducing energy consumption in hotel complexes in Kharkiv, where the heating season lasts up to seven months. The constant increase in energy prices and the emphasis on environmental sustainability require the modernisation of the heating infrastructure during major repairs. The integration of automated control systems equipped with thermostats and high-precision heat meters not only reduces operating costs but also ensures stable thermal conditions for guests.

Old buildings without modern automation often have significant heat loss and uneven heat distribution. The installation of intelligent monitoring systems allows for adaptive heating control depending on external conditions and the hotel's occupancy level. This helps to optimise heat supply in different areas, from rooms to technical rooms, minimising overheating and energy losses.

In addition to the economic benefits, the modernisation of the heating system helps to reduce carbon dioxide emissions, which is in line with international sustainability standards. The introduction of advanced technologies improves operational efficiency and guest comfort while maintaining economic viability. This is a strategic approach that combines financial and environmental benefits, ensuring the long-term sustainability of hotel complexes.

Keywords: heating, overhaul, optimisation.

List of publications and/or conference presentations of the student:

1. Nagorny M.V., Boyko V., STUDY OF THE INFLUENCE OF THE HEAT CONTROL SYSTEM ON HEATING EFFICIENCY // Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference, 29 November 2024, KhNADU, Kharkiv, p.94

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

Structure of the work.

The work consists of the main text on 46 pages, including 2 tables, 5 figures. The text of the paper contains a general description of the work, 4 chapters, conclusions and recommendations based on the results of the work, a list of 18 references. The graphic part consists of 16 slides of a multimedia presentation.

ЗМІСТ

Розділ 1. Загальна характеристика роботи.....	9
Розділ 2. Бібліографічний огляд досліджень.....	14
2.1. Опис системи регулювання тепла.....	14
Розділ 3. Дослідження системи регулювання тепла.....	18
Розділ 4. Опис архітектурно-планувального рішення будівлі.....	34
4.1. Ситуаційний план.....	34
4.2. Об'ємно-планувальне рішення.....	34
4.3. Архітектурно-конструктивне рішення.....	36
Список використаних джерел.....	45

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми: Ефективність роботи системи опалення відіграє вирішальну роль у мінімізації енергоспоживання, особливо в регіонах з суворими кліматичними умовами. У Харкові, де опалювальний сезон триває до семи місяців, забезпечення оптимального теплового режиму є пріоритетним завданням для готельних комплексів. З огляду на постійне зростання вартості енергоносіїв та посилення уваги до екологічної стійкості, підвищення ефективності систем опалення стає фундаментальним аспектом капітального ремонту готелів.

Старі будівлі, особливо ті, що не мають сучасної автоматизації, часто страждають від надмірних тепловтрат, нерівномірного розподілу температури та енергетичної неефективності. Ці проблеми не тільки призводять до збільшення експлуатаційних витрат, але й негативно впливають на комфорт проживання та загальну привабливість готелю для клієнтів. Впровадження автоматизованої системи управління опаленням, оснащеної високоточними калориметрами, терморегуляторами та інтелектуальними датчиками, дозволяє здійснювати моніторинг у режимі реального часу та адаптивно розподіляти енергію. Такі рішення дозволяють динамічно регулювати температуру залежно від зовнішніх погодних умов, рівня заповнюваності та специфічних вимог різних зон готелю, включаючи номери, ресторани зони, конференц-зали та технічні приміщення.

Актуальність цієї теми виходить за рамки економічної вигоди, оскільки вона безпосередньо впливає на якість послуг, забезпечуючи стабільні теплові умови, необхідні для комфорту гостей та ефективної роботи персоналу. Крім того, оптимізація опалювальної інфраструктури сприяє скороченню викидів вуглекислого газу, що відповідає глобальній політиці енергоефективності та стандартам сталого розвитку. Тому інтеграція передових технологій управління в системи опалення є стратегічним підходом, який вирішує як фінансові, так і екологічні проблеми, одночасно підвищуючи операційну ефективність готелів.

Мета і завдання дослідження: Це дослідження має на меті провести комплексну оцінку впливу технологій автоматизованого управління, таких як прецизійні лічильники тепла, регулятори витрати та інтелектуальні системи управління температурою, на енергоефективність опалювальної інфраструктури. Дослідження фокусується на оцінці ефективності цих технологій у мінімізації перегріву, зменшенні теплових втрат та оптимізації енергоспоживання, особливо в готелях, де стабільні теплові умови є ключовими для комфорту гостей та економічної ефективності закладу. Особлива увага приділяється регіонам зі змінними зовнішніми температурами, де неефективне регулювання тепла призводить до надмірних витрат енергії та нерівномірного розподілу тепла.

Ключова мета – проаналізувати, як механізми регулювання температури потоку в поєднанні з автоматизованими системами управління впливають на операційну ефективність теплових мереж. Дослідження дасть кількісну оцінку потенціалу енергозбереження сучасних лічильників тепла, вивчивши їхню роль у скороченні споживання шляхом точного вимірювання та регулювання теплопостачання на основі попиту в реальному часі. Крім того, дослідження вивчає ефективність інтелектуальних терморегуляторів у підтримці оптимальної температури в приміщеннях, що забезпечує тепловий комфорт та запобігає непотрібним втратам енергії.

Дослідження аналізує інтеграцію цих технологій у різні типи будівель, зокрема готелі, що перебувають на стадії капітального ремонту. Воно оцінює сумісність автоматизованих систем управління з існуючою опалювальною інфраструктурою, визначаючи потенційні виклики та технічні модифікації, необхідні для їх впровадження. Дослідження визначає оптимальні умови для реалізації цих технологій, враховуючи такі фактори, як масштабованість системи, економічна ефективність та довгострокові експлуатаційні вигоди. Зрештою, результати дослідження нададуть наукові рекомендації щодо підвищення ефективності систем опалення в готелях, що сприятиме як економічній доцільності, так і екологічній стійкості.

Об'єкт дослідження: Готель в місті Харків.

Предмет дослідження: Влаштування та дослідження ефективності системи регулювання тепла.

Методи дослідження: Це дослідження використовує комплексний методологічний підхід для оцінки впливу автоматизованих технологій управління опаленням на енергоефективність готельних будівель. Інтегруючи якісні та кількісні методи, дослідження охоплює аналіз сучасних технічних рішень, їх впровадження та вплив на експлуатаційні характеристики будівлі.

На першому етапі проводиться детальний огляд літератури, що включає наукові дослідження, технічні звіти та нормативні документи, пов'язані з енергоефективними системами опалення, автоматизованими механізмами управління та застосуванням лічильників тепла і регуляторів потоку в будівлях. Особлива увага приділяється принципам розподілу теплової енергії, стратегіям зменшення тепловтрат та ефективності інтелектуальних рішень для регулювання температури. Цей огляд створює теоретичне підґрунтя для оцінки потенційних переваг та обмежень автоматизованого управління опаленням у готелях, що перебувають на стадії капітального ремонту.

Емпіричний аналіз базується на тематичних дослідженнях готельних будівель, що зазнають модернізації, зокрема в Харкові та інших регіонах зі схожими кліматичними умовами. Дослідження включає оцінку впровадження теплових лічильників, терморегуляторів та інтелектуальних систем управління потоком теплоносія. Аналізується енергоспоживання до і після модернізації, розглядаються показники покращення температурної стабільності приміщень та загальної ефективності опалювальної системи.

Кількісний аналіз включає порівняння моделей використання енергії до і після інтеграції передових технологій управління. Здійснюється оцінка таких параметрів, як рівномірність розподілу тепла, зниження пікових навантажень і сезонні коливання ефективності. Для підвищення точності

висновків використовуються методи математичного моделювання, що імітують різні стратегії управління опаленням залежно від кліматичних та експлуатаційних умов.

Крім того, застосовуються статистичні методи, зокрема кореляційний та регресійний аналіз, що дозволяють встановити взаємозв'язок між точним регулюванням температури та показниками енергоефективності.

Інтегруючи ці методи, дослідження має на меті розробити науково обґрунтовані рекомендації щодо оптимізації систем опалення в готелях, спрямовані на зниження енергоспоживання, скорочення експлуатаційних витрат та підвищення комфорту в приміщеннях.

Наукова та технічна новизна одержаних результатів: Наукова новизна цього дослідження полягає в аналізі практичного впровадження технологій автоматизованого управління опаленням у готельних будівлях, що проходять капітальний ремонт у регіонах зі значними температурними коливаннями, таких як Харків. На відміну від попередніх досліджень, що зосереджувалися на інтеграції передових систем у новобудовах або адаптації імпортованих технологій, це дослідження акцентує увагу на економічно ефективних рішеннях, які можуть бути інтегровані в існуючу теплову інфраструктуру без суттєвих структурних модифікацій.

Ключовий аспект полягає у вивченні впливу інтелектуального регулювання температури, механізмів управління потоком теплоносія та технологій обліку тепла на підвищення ефективності застарілих систем опалення. У дослідженні оцінюється можливість модернізації цих систем із мінімальними інвестиціями, що водночас забезпечує значне покращення енергоефективності. З урахуванням технічних та фінансових обмежень, пов'язаних із реконструкцією готельних будівель, дослідження формує нову концепцію оптимізації використання енергії в умовах обмежених ресурсів.

Окрім технічних аспектів, розглядаються економічні та екологічні переваги автоматизованих рішень. Дослідження оцінює потенційне зниження перегріву, тепловтрат і надмірного енергоспоживання, надаючи кількісну

оцінку довгострокових економічних вигод та впливу на екологічну стійкість. Запропоновані підходи демонструють, як автоматизація може значно покращити енергоменеджмент готелів без повної заміни системи опалення.

Крім того, дослідження враховує специфічні кліматичні, економічні та нормативні умови регіону, що дозволяє розробити практичні рекомендації для масштабованого впровадження в інших готельних будівлях, особливо тих, що зазнають капітального ремонту. Це сприятиме підвищенню енергоефективності та зменшенню експлуатаційних витрат, що є важливими чинниками у сфері готельного бізнесу. Таким чином, дослідження робить внесок у розвиток енергоефективних технологій у будівництві та підтримує міжнародні ініціативи зі зниження вуглецевого сліду та оптимізації споживання енергії.

Апробація та публікація результатів роботи: 1. Нагорний М. В., Бойко В., ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕПЛА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОПАЛЕННЯ // Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції , 29 листопада 2024 р., ХНАДУ, Харків, С.94.

РОЗДІЛ 2. БІБЛОГРАФІЧНИЙ ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Опис системи регулювання тепла

У будівлях із центральним опаленням точне регулювання теплопостачання є критично важливим для оптимізації енергоспоживання та зниження витрат на експлуатацію. Автоматизовані системи управління тепловим потоком забезпечують моніторинг споживаної енергії в реальному часі, що дозволяє адаптивно регулювати температуру в приміщеннях в залежності від потреб користувачів. Інтелектуальні технології включають сучасні датчики температури, алгоритми управління та мережеву автоматизацію, що дозволяє динамічно коригувати подачу тепла з урахуванням заповнюваності приміщень, погодних умов та часу доби. Це не тільки покращує комфорт, але й значно знижує ризик надмірного енергоспоживання, що особливо важливо для великих готельних комплексів.

Ідеї автоматизованого управління опаленням набули поширення після енергетичної кризи, яка стимулювала розробку енергоефективних технологій. Данія, ставши лідером у цій сфері, впровадила термостатичні радіаторні клапани та централізовані комп'ютеризовані мережі опалення. Це дало змогу знизити споживання енергії приблизно на 15%, що стало важливим орієнтиром для інших європейських країн. Використання програмованих контролерів для моніторингу температури в реальному часі дозволило знизити енергоспоживання в урядових та комерційних будівлях на 25%.

Сучасні системи централізованого теплопостачання проектуються з урахуванням особливостей будівель та кліматичних умов. У готелях ефективність таких систем визначається можливістю індивідуального регулювання температури в номерах і загальних зонах. Наприклад, двотрубні системи, популярні в Німеччині, дозволяють зменшити енергоспоживання на 20%, що доводить їх ефективність для об'єктів із змінним рівнем заповнення. У готелях такі системи забезпечують гнучке управління теплом у номерах,

конференц-залах, ресторанах і інших приміщеннях, що допомагає оптимізувати витрати та підвищити рівень комфорту для гостей.

Подальший розвиток автоматизованого керування тепlopостачанням зосереджений на інтеграції алгоритмів машинного навчання, Інтернету речей та прогнозних кліматичних моделей. Це дозволяє не тільки підвищити енергоефективність, зменшуючи витрати на експлуатацію, а й забезпечити сталий розвиток та покращити умови для гостей. Використання таких адаптивних систем у готельному господарстві забезпечує значне поліпшення якості обслуговування, роблячи будівлі більш енергоефективними та зручними для експлуатації[18].

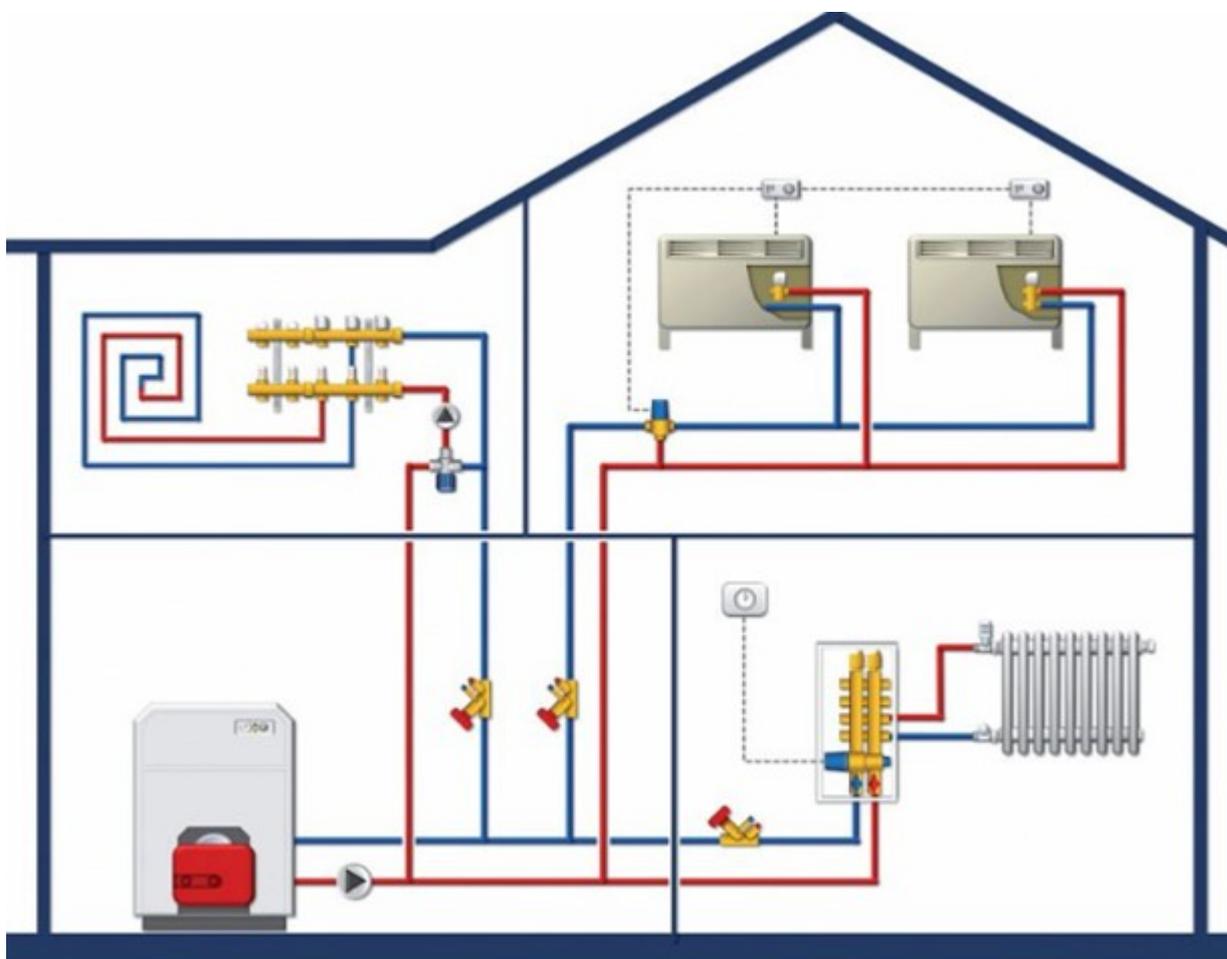


Рис. 2.1. Двотрубна система опалення

Контролери опалення з погодною компенсацією відіграють важливу роль в енергоефективному управлінні системами опалення в готелях, автоматично регулюючи теплову потужність у відповідь на зміни зовнішньої температури. Очікується, що під час капітальної реконструкції готелю в

Харкові їхня інтеграція значно знизить експлуатаційні витрати та підвищить рівень комфорту для гостей. Сучасні контролери дозволяють динамічно регулювати подачу тепла на основі погодних даних в режимі реального часу, що сприяє зниженню витрат на опалення до 15%. Це стало можливим завдяки високоточним температурним датчикам і механізмам предиктивного управління, які покладаються на алгоритми машинного навчання для оптимізації використання енергії[16].

Інтелектуальні термостати, інтегровані з передовими алгоритмами прогнозування, є ще одним важливим досягненням у підвищенні енергоефективності. Ці термостати оцінюють такі фактори, як заповненість приміщення, теплова інерція будівлі, сезонні зміни клімату та прогнози погоди, щоб динамічно регулювати налаштування опалення. Це допомагає запобігти перегріванню та зменшити надмірне споживання енергії. У великих готелях такий тип розумного управління опаленням може призвести до економії енергії до 25% - результат, підтверджений дослідженнями в різних комерційних будівлях, включаючи офіси, лікарні та торгові центри.

Реконструкція також фокусується на модернізації будівельних конструкцій для мінімізації втрат тепла. Наприклад, встановлення енергоефективного скління з коефіцієнтом теплопередачі $0,6 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ значно зменшує кондуктивні втрати тепла через вікна. Крім того, застосування високоефективних ізоляційних матеріалів, таких як аерогелі та вакуумні ізоляційні панелі, може скоротити загальні втрати тепла на 30%. Однак покращення герметичності також вимагає впровадження складних стратегій вентиляції для забезпечення належної якості повітря та підтримання комфортного мікроклімату в приміщенні для гостей.

Ефективна вентиляція забезпечується за допомогою механічної системи, оснащеної функцією рекуперації тепла. Сучасні теплообмінники можуть утилізувати до 75% теплової енергії з відпрацьованого повітря, зменшуючи загальну потребу будівлі в опаленні приблизно на 35%. Для підтримки оптимального балансу між циркуляцією повітря та

енергозбереженням система оснащена датчиками CO₂, які безперервно контролюють якість повітря і відповідно регулюють повітряний потік. Це особливо важливо для готелів, де управління енергоспоживанням у зонах з високою прохідністю, таких як конференц-зали, ресторани та інші громадські приміщення, має вирішальне значення.

Проектування, встановлення та обслуговування обладнання для управління опаленням регулюється суворими технічними стандартами. Для капітальних ремонтів підбирають регулювальні клапани діаметром від 25 до 50 мм залежно від теплового навантаження та гідравлічної конфігурації. Правильний підбір клапанів забезпечує рівномірний розподіл теплоносія, мінімізуючи втрати енергії. Для запобігання дисбалансу тиску в тепломережах заборонено використовувати клапани з ручним керуванням, натомість застосовуються автоматичні регулятори тиску та обмежувачі потоку. Ці компоненти забезпечують точний контроль над витратою теплоносія і дозволяють здійснювати дистанційний моніторинг системи, полегшуючи коригування в режимі реального часу для оптимізації роботи[17].

Регулювання температури в готельних тепломережах відбувається за заздалегідь визначеними тепловими графіками, затвердженими муніципальними органами теплопостачання. Ці графіки враховують сезонні коливання температури, кліматичні умови та теплотехнічні властивості будівлі, пропонуючи стандартизований підхід до розподілу тепла. Для міських офісних будівель типове теплове навантаження коливається в межах 120-160 кВт, тоді як у готелях теплове навантаження може перевищувати 320 кВт, залежно від рівня заповнюваності та енергоефективності. Автоматизовані системи адаптуються до коливань навантаження в режимі реального часу, тим самим підвищуючи загальну ефективність і стійкість енергетичної системи.

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕПЛА

Зростання вартості природного газу робить передові технології управління опаленням все більш рентабельними, особливо у великих комерційних і житлових будівлях, де на опалення припадає значна частина експлуатаційних витрат. У деяких будівлях опалення може становити до 65% загальних витрат на енергію. Інтегруючи системи безперервного моніторингу та адаптивні механізми управління, річні витрати на опалення можна скоротити на 30%. Ця економія досягається завдяки підвищенню ефективності, оптимізації розподілу тепла та зменшенню споживання енергії в періоди низького попиту. Покращуючи тепловий контроль і мінімізуючи непотрібне використання енергії в незаселених або малозаселених районах, можна досягти значного скорочення енергоспоживання[18].

У системах централізованого теплопостачання зазвичай застосовують дві основні стратегії регулювання теплової потужності: пропорційне регулювання та позиційне регулювання. Кожен метод має на меті оптимізувати розподіл тепла, зменшити втрати, підтримувати комфорт та зменшити залежність від дорогих джерел енергії.

Пропорційне регулювання регулює температуру теплоносія (зазвичай води) в режимі реального часу, виходячи зі змін зовнішніх і внутрішніх умов будівлі. Така безперервна модуляція теплової потужності дозволяє уникнути бінарного підходу «увімкнути/вимкнути», забезпечуючи більш плавні переходи та зменшуючи ризик теплового перевантаження. Наприклад, коли зовнішня температура підвищується з -6°C до 5°C , система пропорційного регулювання може знизити температуру подачі води до 14°C , таким чином запобігаючи перегріву і забезпечуючи стабільну температуру в приміщенні. У сучасних системах опалення пропорційне регулювання зазвичай підтримує температуру води на подачі в діапазоні від 46°C до 62°C , залежно від зовнішніх умов і теплотехнічних характеристик будівлі.

Будівлі, обладнані системами пропорційного регулювання, можуть досягти значної економії енергії, щорічно скорочуючи споживання енергії

приблизно на 20-25%. Пропорційне регулювання особливо ефективне в багатозональних будівлях, де теплове навантаження може змінюватися через такі фактори, як кількість мешканців, сонячне випромінювання та різноманітне функціональне використання внутрішніх приміщень. Безперервно регулюючи потужність опалення відповідно до локального попиту, пропорційне регулювання запобігає зайвому використанню енергії, зберігаючи при цьому точний тепловий комфорт.

Позиційне регулювання, з іншого боку, регулює температуру зворотної води за допомогою циклічного механізму увімкнення/вимкнення або регулювання потоку теплоносія відповідно до попередньо встановлених температурних порогів. Цей метод гарантує, що надлишкова теплова енергія не рециркулює, зменшуючи тепловтрати та підвищуючи ефективність системи[16]. На відміну від пропорційного регулювання, яке постійно модулює інтенсивність нагріву, позиційне регулювання вмикає систему опалення лише тоді, коли це необхідно, і вимикає її після досягнення бажаної температури. Цей підхід особливо ефективний у добре ізольованих будівлях з низькою тепловою інерцією, запобігаючи надмірному споживанню енергії та накопиченню тепла.

На практиці позиційне регулювання підтримує температуру зворотної води в діапазоні від 34°C до 44°C, мінімізуючи втрати тепла в трубах і зменшуючи енергію, необхідну для повторного нагріву. Однією з ключових переваг позиційного регулювання є його здатність підвищувати ефективність мереж централізованого теплопостачання за рахунок зниження температури зворотної води. Це зменшує втрати тепла в розподільчій інфраструктурі, покращує продуктивність теплообмінників, підвищує ефективність котлів та збільшує загальну довговічність системи. Результатом є зменшення витрат на обслуговування та більша стійкість до коливань попиту на енергію.

У сучасній автоматизації будівель стратегії пропорційного та позиційного керування часто інтегруються в гібридні системи, щоб максимізувати енергоефективність та швидкість реагування. Ці системи

використовують передові алгоритми машинного навчання та адаптивні моделі прогнозування для точного налаштування параметрів опалення на основі історичних моделей використання, прогнозів погоди та даних датчиків у реальному часі. Використання інтелектуальних систем управління дозволяє безперервно оптимізувати розподіл енергії, забезпечуючи зниження експлуатаційних витрат при збереженні постійного теплового комфорту в різних приміщеннях будівлі[18].

У великих будівлях з розгалуженими тепломережами позиційне керування відіграє ключову роль в оптимізації енергоспоживання за рахунок мінімізації непотрібних циклів повторного нагрівання та підвищення ефективності системи. Крім того, позиційне регулювання допомагає продовжити термін служби опалювальної інфраструктури за рахунок зменшення теплового навантаження на компоненти, що призводить до зниження витрат на технічне обслуговування і меншого зносу системи.

З іншого боку, пропорційне регулювання безперервно налаштовує систему опалення у відповідь на внутрішні та зовнішні умови, забезпечуючи більш плавний перехід, ніж традиційні системи з увімкненням/вимкненням. Такий підхід запобігає перегріванню і підтримує стабільність температури шляхом динамічної модуляції теплової потужності. У багатозональних будівлях пропорційне регулювання підлаштовується під різну кількість мешканців та умови навколишнього середовища, що призводить до економії енергії на 20-25%.

Як пропорційне, так і позиційне регулювання покладаються на передові технології автоматизації, такі як електронні термостатичні клапани, ступінчасті клапани і змішувальні клапани, які працюють в тандемі для безперервного регулювання температури і теплового потоку. Електронні термостатичні клапани, наприклад, регулюють потік теплоносія за допомогою електронних датчиків і приводів, які реагують протягом 4-7 секунд на коливання температури, забезпечуючи негайну корекцію для підтримки бажаної температури. Ступінчасті клапани поступово модулюють

потік теплоносія з контрольованим кроком, запобігаючи різким коливанням температури, в той час як змішувальні клапани допомагають підтримувати стабільну температуру зворотної води, змішуючи потоки подачі та обратки. Це не лише оптимізує ефективність системи, але й зменшує тепловтрати, причому одні лише змішувальні клапани допомагають зменшити тепловтрати приблизно на 10%. У багатоповерхових будинках це може призвести до скорочення річних витрат на опалення на 10-15%, що значно підвищує енергоефективність.

Крім того, сучасні системи управління опаленням включають в себе мережі датчиків в режимі реального часу і автоматизовані платформи управління будівлею для поліпшення пропорційного і позиційного контролю. Ці системи безперервно відстежують кліматичні умови в приміщенні, зміни погоди ззовні та заповнюваність, що дозволяє динамічно оптимізувати розподіл тепла протягом дня. Використовуючи аналітику та машинне навчання, системи регулюють потужність опалення на основі історичних даних та прогнозованого попиту, запобігаючи надмірному використанню енергії та забезпечуючи оптимальний комфорт у приміщенні[16].

Інтеграція цих передових технологій у мережі централізованого теплопостачання забезпечує довгострокову ефективність, знижує експлуатаційні витрати та підвищує довговічність системи, мінімізуючи непотрібні коливання навантаження. Оскільки попит на теплову енергію продовжує зростати, впровадження точних стратегій управління та автоматизованої оптимізації матиме вирішальне значення для сталого управління будівлями.

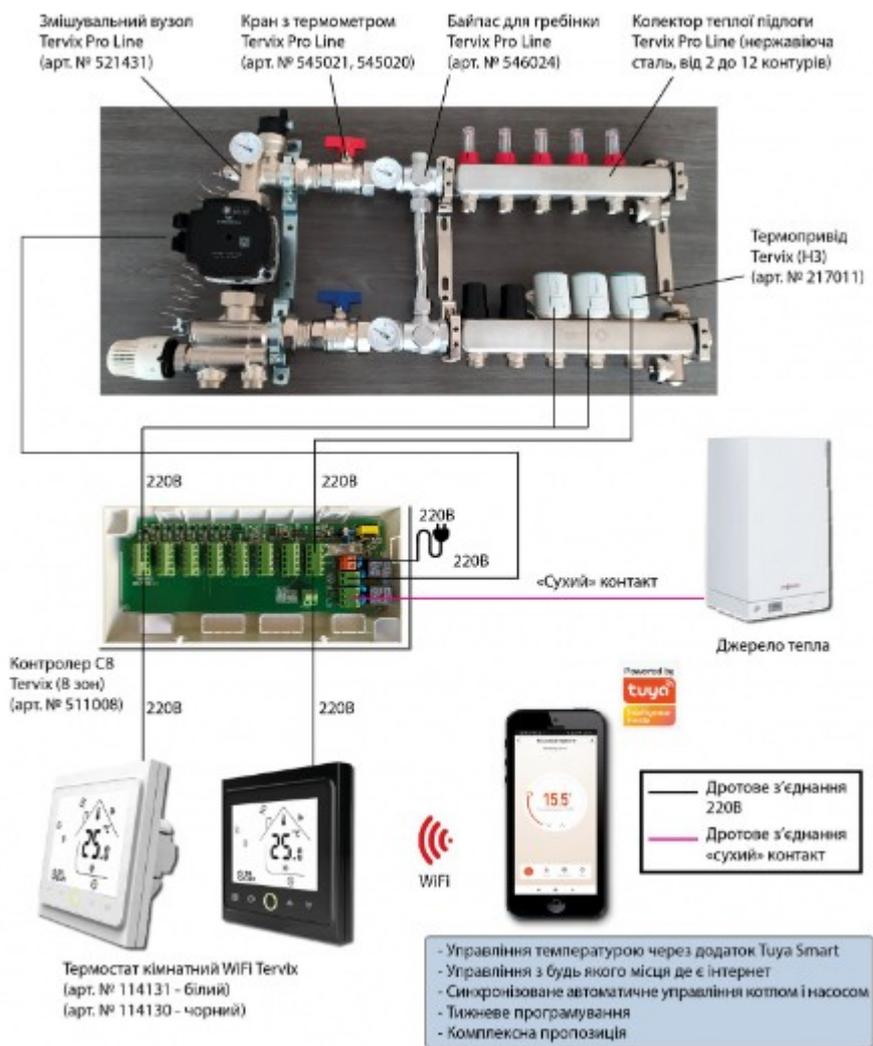


Рис. 3.1. Схема компонентів системи регулювання тепла

Інтеграція стратегій пропорційного та позиційного регулювання в системах опалення продемонструвала значне підвищення енергоефективності в різних реальних застосуваннях. Ці вдосконалені методи керування динамічно регулюють розподіл тепла на основі даних про навколишнє середовище в реальному часі, графіків зайнятості та прогнозої аналітики, що призводить до оптимізації використання енергії та зниження витрат. Безперервний моніторинг і технічне обслуговування системи мають вирішальне значення для того, щоб ці методи управління зберігали свою ефективність з плином часу.

Автоматизовані платформи моніторингу, вбудовані в системи управління будівлею, відстежують графіки опалення, кліматичні умови в приміщенні та зовнішні погодні зміни в режимі реального часу. Ці системи

дозволяють динамічно регулювати задані значення температури, забезпечуючи їхню відповідність потребам і запобігаючи тепловому дисбалансу.

Комплексні мережі датчиків безперервно відстежують відхилення температури та неефективність системи. Коли виникають неочікувані коливання, система генерує автоматичні сповіщення, що дозволяє швидко вжити заходів для виправлення ситуації. Без цих втручань неефективність може призвести до збільшення витрат на електроенергію на 6-12%, що підкреслює необхідність інструментів оптимізації та діагностики в режимі реального часу.

Інтегруючи пропорційне та позиційне керування опаленням з автоматизованими технологіями прогнозування, комерційні та громадські будівлі можуть досягти значної економії енергії, знизити експлуатаційні витрати та покращити екологічні показники. Така інтеграція прискорює перехід до більш інтелектуального та адаптивного керування опаленням, прокладаючи шлях до більш сталого та економічно ефективного управління будівлею.

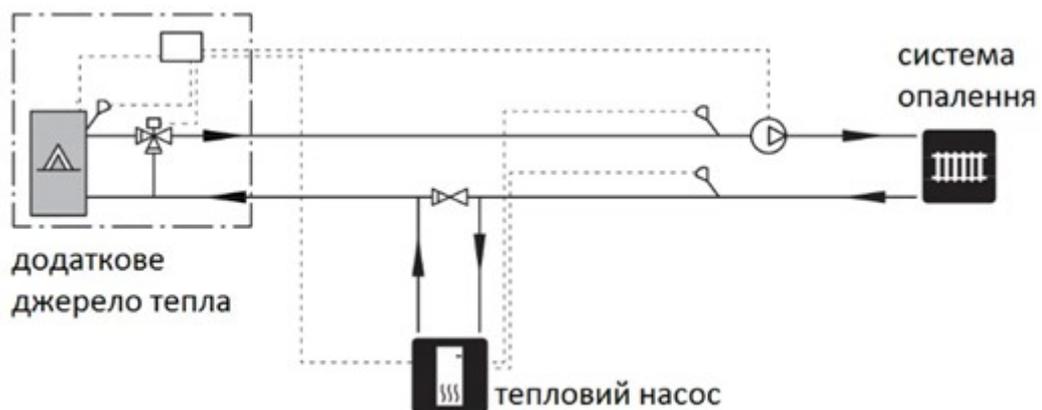


Рис. 3.2. Принцип системи регулювання тепла

Готелі потребують точного контролю температури для забезпечення комфорту та гігієни гостей, а також мінімізації енергоспоживання. Автоматизовані системи управління опаленням можуть скоротити річне споживання енергії до 25%, оптимізуючи умови в приміщенні та забезпечуючи відповідність опалення фактичним потребам. Крім того,

системи гарячого водопостачання регулюються відповідно до зовнішньої температури, забезпечуючи нагрів води в режимі реального часу та запобігаючи надмірному використанню енергії.

Для запобігання перегріву та підтримання стабільного температурного режиму системи опалення оснащені автоматичними регуляторами теплоносія, які підтримують температуру в оптимальному діапазоні 61-72°C. Ці регулятори запобігають тепловому навантаженню на систему, допомагаючи підтримувати постійну температуру в приміщенні без зайвого споживання енергії. Перегрів не тільки призводить до неефективного використання енергії, але й прискорює знос систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, створюючи температурні коливання, які можуть погіршити комфорт гостей. Стратегії автоматизованого управління зменшують ці ризики, підтримуючи стабільні теплові умови.

Ключовим показником ефективності системи опалення є температура зворотної води. Нижча температура зворотної води сприяє утриманню тепла в приміщеннях, зменшуючи загальні втрати енергії. Сучасні системи керування використовують теплову інерцію структурних елементів, таких як бетонні стіни та підлога, які поглинають, зберігають і поступово віддають тепло. Цей процес особливо ефективний у приміщеннях і зонах очікування, допомагаючи зменшити потреби в опаленні приблизно на 15%, зберігаючи при цьому стабільне середовище.

Для подальшої оптимізації енергоефективності позиційні регулятори та системи ступінчастої рекуперації тепла регулюють опалення поступово, щоб уникнути різких перепадів температури, забезпечуючи стабільні умови в критичних зонах. Ці системи регулюють подачу тепла в режимі реального часу, зменшуючи непотрібне опалення та запобігаючи перегріванню, особливо в зонах з низькою відвідуваністю. У великих будівлях, які впровадили ці системи, витрати на опалення скоротилися на 24%, і все це при збереженні постійного контролю температури.

Для забезпечення довгострокової ефективності автоматизовані системи управління будівлею постійно відстежують температуру зворотної води, рівень заповнюваності та зовнішні кліматичні умови. Ці системи динамічно коригують графіки опалення залежно від попиту та теплового навантаження, що запобігає неефективності, яка може збільшити споживання енергії на 8-14% через дрейф датчиків або неправильне калібрування контролерів. Забезпечуючи точне регулювання температури, ці системи знижують експлуатаційні витрати та підвищують комфорт. Система опалення підтримує температуру зворотної води в діапазоні 38-46°C, забезпечуючи узгодження з робочими параметрами мережі централізованого теплопостачання.

Температура зворотної води відіграє вирішальну роль у калібруванні теплової потужності в режимі реального часу, діючи як механізм зворотного зв'язку, що забезпечує точне регулювання для оптимізації розподілу енергії. Датчики, вбудовані в опалювальну інфраструктуру, безперервно відстежують теплові навантаження, дозволяючи системі тонко налаштовувати свою роботу для досягнення максимальної ефективності. Наприкінці робочого дня система автономно зменшує потік нагрітої води, щоб запобігти непотрібним втратам тепла, що сприяє значному скороченню енергоспоживання. Така стратегія енергозбереження не тільки підвищує ефективність системи, але й призводить до зниження експлуатаційних витрат і викидів вуглекислого газу. Перед початком щоденних операцій система відновлює розрахунковий потік води до попередньо встановленого рівня, гарантуючи, що внутрішнє середовище досягне бажаних теплових умов вчасно до заселення[18].

Емпіричні дослідження показали, що динамічне регулювання витрати води дозволяє скоротити споживання енергії приблизно на 20%, особливо в будівлях з мінливою кількістю відвідувачів. Ця адаптивна стратегія управління особливо ефективна в таких приміщеннях, як лікарні, офіси та навчальні заклади, де кількість відвідувачів змінюється протягом дня. Регулюючи потужність обігріву синхронно з фактичним навантаженням,

система забезпечує оптимальний комфорт, запобігаючи при цьому зайвому споживанню енергії.

Для об'єктів з частим переміщенням людей додатковий рівень оптимізації забезпечують просторово-адаптивні механізми керування. Керування опаленням за місцем розташування використовує зональне регулювання температури, яке спрямовує тепло лише в ті зони, де перебувають люди. Ця система реалізується за допомогою інтелектуальних електронних контролерів, які інтегрують декілька джерел даних, включаючи температуру води в приміщенні, погодні умови ззовні та рівень зайнятості. Постійно аналізуючи ці фактори, система регулює розподіл тепла в режимі реального часу, фокусуючи теплову енергію на активних зонах і мінімізуючи опалення в незайнятих приміщеннях.

Крім того, інтеграція алгоритмів прогнозування з електронними контролерами підвищує ефективність локального опалення. Ці контролери прогнозують попит на опалення на основі даних у реальному часі та історичних тенденцій заповнюваності, проактивно регулюючи потужність системи відповідно до очікуваних потреб. Такий підхід особливо корисний у приміщеннях, де різні зони потребують різного температурного режиму залежно від рівня використання. Використовуючи інтелектуальне керування опаленням, будівлі досягають оптимального балансу між енергозбереженням, зниженням витрат і комфортом мешканців, гарантуючи, що опалення є одночасно ефективним і реагує на мінливі потреби.

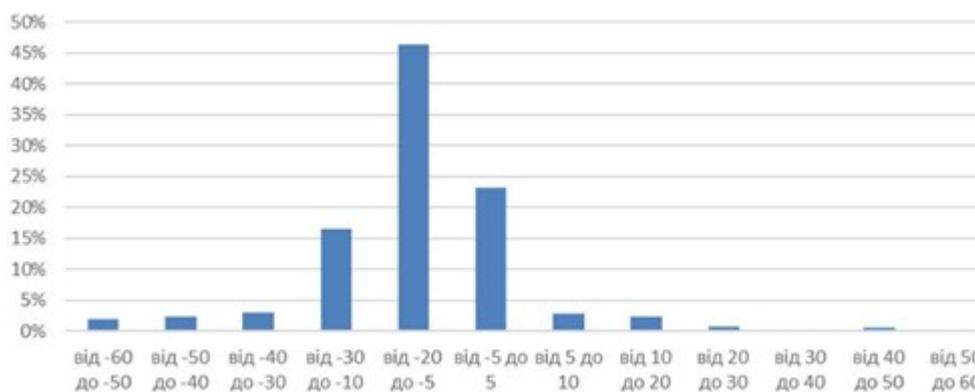


Рис. 3.3. Ефективність використання системи регулювання тепла

Ефективні системи погодної автоматизації є життєво важливими для адаптивного опалення, гарантуючи, що система динамічно реагує на коливання зовнішньої температури. Ці системи використовують сучасні контролери теплового потоку, які точно регулюють рівень опалення, запобігаючи перегріванню та забезпечуючи комфортні умови в приміщенні без надмірного споживання енергії. Інтегруючи динамічний контроль теплового потоку, ці системи допомагають підтримувати стабільний клімат у приміщенні, мінімізуючи втрати енергії, особливо під час різких перепадів зовнішньої температури.

Контроль подачі тепла в режимі реального часу має важливе значення для підтримання оптимального комфорту. Це досягається завдяки використанню температурних датчиків, які безперервно контролюють температуру в приміщенні та температуру теплоносія. Ці датчики надають дані в режимі реального часу, що дозволяє вчасно регулювати потужність системи опалення та забезпечує відповідність споживання енергії фактичним потребам будівлі в теплі. Температура теплоносія, зокрема, відіграє вирішальну роль, оскільки вона безпосередньо впливає як на тепловий комфорт у приміщенні, так і на загальну енергоефективність системи[17].

Системи опалення працюють за встановленим температурним графіком. Однак відхилення від цього графіка - наприклад, спричинені зовнішніми погодними змінами або затримками в регулюванні системи - можуть призвести до неефективності. Наприклад, якщо температура теплоносія підтримується вищою, ніж потрібно, або якщо не відбувається оперативного регулювання у відповідь на погодні зміни, споживання енергії зростає.

Це призводить до збільшення експлуатаційних витрат і дисбалансу між попитом і пропозицією тепла, що ставить під загрозу ефективність розподілу тепла по всій будівлі. Автоматизовані системи управління опаленням вирішують цю проблему, постійно регулюючи потік і температуру теплоносія на основі даних датчиків в режимі реального часу. Таке

проактивне управління мінімізує ризик перегріву та оптимізує використання енергії, гарантуючи, що система належним чином реагує як на внутрішні, так і на зовнішні фактори.

Крім того, автоматизовані системи можуть бути інтегровані в комплексні системи управління будівлею, що дозволяє повністю автоматизувати процес опалення. Така інтеграція допомагає запобігти непотрібному перегріву, зменшує навантаження на опалювальну інфраструктуру та оптимізує загальне енергоспоживання. Ще одна важлива роль автоматизованих систем управління - це управління надлишком тепла, особливо в добре ізольованих будівлях. У періоди пікового попиту на опалення, наприклад, у холодну погоду, надлишкове тепло може накопичуватися.

Без належного управління це може призвести до дискомфорту та підвищеного споживання енергії. Автоматизовані системи можуть виявляти підвищення температури і відповідно регулювати тепловий потік, запобігаючи перегріванню. Модулюючи потужність опалення відповідно до фактичних потреб будівлі, ці системи підтримують комфортні умови в приміщенні, мінімізуючи непотрібне використання енергії. Це призводить до підвищення ефективності системи, зниження експлуатаційних витрат і зменшення впливу на навколишнє середовище.

$$T_1 = \left(\frac{365}{7} \times 2 + 10 \right) = 114$$

У будівлях, обладнаних контрольованими системами опалення, теплий сезон зазвичай триває приблизно 68 днів, протягом яких зовнішня температура достатня для підтримання комфортних умов у приміщенні без потреби в активному опаленні. Протягом цих 1580 годин у більшості днів потреба в опаленні мінімальна завдяки сприятливій зовнішній погоді. Аналіз трьох років, що передували модернізації системи, показує, що в середньому будівлі мали 1860 годин, протягом яких опалення було або непотрібним, або працювало на знижених рівнях. Це було пов'язано насамперед з

недостатньою активацією або ефективністю систем контролю температури в приміщеннях.

Впровадження економного режиму, призначеного для періодів низької відвідуваності, таких як вихідні, свята та позапікові години, дозволяє системі опалення працювати зі зниженою потужністю під час мінімального попиту. Цей режим активний близько 3220 годин на рік, в основному, коли будівля частково або повністю пустує. У ці періоди система регулює свою теплову потужність відповідно до меншого попиту, заощаджуючи енергію без шкоди для комфорту мешканців. Це призводить до значного скорочення споживання енергії, оскільки система працює зі зниженою потужністю, зберігаючи при цьому базовий рівень комфорту[18].

Економічний режим відіграє вирішальну роль в оптимізації енергоспоживання, динамічно регулюючи потужність обігріву відповідно до рівня заповнюваності приміщення та зовнішніх температурних умов. Система гарантує, що опалення забезпечується тільки тоді, коли це необхідно, і на оптимальному рівні, виходячи з потреб у реальному часі. Таке динамічне регулювання ще більше підвищує енергозбереження порівняно зі стандартним графіком опалення, який працює незалежно від заповнюваності або зовнішніх умов. Загальна економія енергії, досягнута завдяки зменшенню попиту на опалення в періоди відсутності людей, є значною, особливо в непікові години, такі як вихідні, свята та сезонні переходи.

Завдяки 3220 годинам роботи в економічному режимі система здатна ефективно адаптуватися до сценаріїв низького попиту, що призводить до значної економії витрат на електроенергію. Залежно від таких факторів, як ізоляція будівлі та інтенсивність опалювального навантаження, економія енергії в цьому режимі може досягати до 34% на рік. Такий підхід не лише зменшує експлуатаційні витрати, але й сприяє пом'якшенню впливу будівлі на навколишнє середовище за рахунок мінімізації непотрібного використання енергії. Завдяки інтелектуальному управлінню енергоспоживанням будівлі можуть узгоджувати потужність опалення з

фактичними потребами, забезпечуючи споживання енергії тільки тоді, коли це необхідно, що сприяє як економії коштів, так і досягненню цілей сталого розвитку.

$$Q_{\text{Year}} = f_{\text{ri}} \times K_{\text{o}}, \text{ where } K_{\text{o}} = \frac{(A_{\text{rn}} - T_{\text{o}}) \times Z_{\text{o}} \times 24}{(T_{\text{n}} - T_{\text{p.o}})}$$

При температурі 18 градусів:

$$K' = \frac{(18+2.5) \times 195 \times 24}{(18+24)} = 2284$$

При температурі 20 градуси:

$$K_{\text{o}} = \frac{(20+2.5) \times 195 \times 24}{(20+24)} = 2393$$

Характеристика витрати енергії:

$$\frac{Q_{\text{ri}} - Q_{\text{ri_econ_3206_18}^{\circ}\text{C}}}{Q_{\text{ri}}} \times 100 = 12\%$$

$$\frac{(Q_{\text{ri}} - Q_{\text{ri_econ_3206_20}^{\circ}\text{C}})}{Q_{\text{ri}}} \times 100 = 16.9\%$$

При використанні екологічного режиму:

$$Q_{\text{ri_econ_3206_20}^{\circ}\text{C}} = \frac{(20+2.5)}{(20+24)} \times 3206 = 1639 \text{ Gcal.}$$

Спрощена термодинамічна модель може надати корисну оцінку потенційної економії тепла для офісної будівлі, виходячи з її річного споживання тепла та запропонованого зниження температури в періоди бездіяльності. У цьому випадку будівля споживає 290 Гкал тепла на рік, середня температура в приміщенні становить 18°C, а запропоноване зниження температури в періоди простою - 7°C.

Ця модель працює за принципом, що попит на опалення в приміщенні тісно пов'язаний з коливаннями температури. Коли температура в приміщенні знижується, потреба в опаленні, необхідна для підтримання теплового комфорту, також знижується. Ступінь цього зниження залежить від декількох факторів, включаючи теплову масу будівлі (стіни та підлога), якість ізоляції та вікон, а також загальні властивості теплозбереження огорожувальних конструкцій будівлі. По суті, здатність будівлі утримувати тепло визначає, скільки енергії можна заощадити за рахунок зниження температури.

Ключовим фактором економії є здатність системи динамічно пристосовуватися до зниження температури і відповідно зменшувати споживання енергії. Наприклад, більшість комерційних систем опалення є більш ефективними, коли попит є нижчим, що призводить до зменшення споживання енергії, оскільки система адаптується до менших потреб в опаленні в періоди бездіяльності.

Для кількісної оцінки цього взаємозв'язку використовується модель «градусо-день», яка враховує коливання зовнішньої температури, щоб оцінити попит на енергію на основі запропонованого зниження температури. Модель також враховує теплоізоляційні властивості будівлі, які дозволяють знизити температуру на 7°C без суттєвого впливу на комфорт мешканців, коли вони повертаються. Використовуючи такі моделі, можна більш точно оцінити зниження теплового навантаження і, як наслідок, економію енергії[18].

$$(\Delta T) \text{ of } 280 \times 0.12 = 34 \text{ Gcal.}$$

$$(\Delta E) \text{ is } 34 \times 981.6 = 33375 \text{ UAH.}$$

Система опалення працює з температурою подачі 67°C, яка призначена для підвищення температури води в будівлі до необхідних 55°C. Однак через коливання температури до 9°C ця температура подачі може перевищувати фактичну потребу будівлі в теплі, що призводить до надлишку тепла. Як наслідок, будівля перегрівается, що спричиняє дискомфорт для мешканців і призводить до зайвих тепловтрат, особливо через вікна, оскільки дисбаланс температур між внутрішнім і зовнішнім середовищем призводить до виходу тепла назовні. Ця проблема стає особливо гострою в регіонах, де будівлі обладнані лічильниками тепла або калориметрами, які контролюють і регулюють споживання енергії.

Проблема ускладнюється в будинках з калориметрами. Ці лічильники забезпечують більш точний моніторинг споживання енергії, але вони все ще стикаються з проблемами швидкого пристосування до коливань зовнішньої температури. Коли температура значно падає, спроба регулювати опалення

може призвести до перегріву або недогріву, створюючи парадокс в управлінні теплом. Це стає ще більш проблематичним у будівлях без лічильників тепла, де за регулювання теплового потоку відповідають автоматичні механізми управління. Без ефективного контролю система може бути не в змозі запобігти надмірному нагріванню, що призводить як до втрат енергії, так і до дискомфорту мешканців.

Для вирішення цих проблем вирішальне значення мають системи автоматичного регулювання температури. Ці системи динамічно регулюють рівень опалення на основі даних про зовнішню температуру в режимі реального часу, оптимізуючи споживання енергії та забезпечуючи рівномірний розподіл тепла в будівлі. Опалювальний сезон зазвичай триває близько 195 днів, при цьому зовнішня температура коливається від 2°C до 9°C приблизно 27% часу. За таких умов зниження температури подачі до 64°C може ефективно задовольнити потреби будівлі в опаленні, не перевантажуючи систему і не спричиняючи перегріву. Таке регулювання особливо підходить, коли зовнішня температура коливається близько 8°C, забезпечуючи необхідне тепло без зайвих втрат енергії[17].

Хоча це регулювання вимагає початкових інвестицій в модернізацію системи, очікується, що економія енергії під час опалювального сезону компенсує ці витрати. Це призводить до позитивної рентабельності інвестицій завдяки зниженню операційних витрат. Ще однією ефективною стратегією є регулювання споживання тепла протягом дня. Динамічно регулюючи тепловий потік у непікові години або періоди низької завантаженості, система може досягти економії енергії до 7%. Ефективність цієї стратегії залежить від здатності системи реагувати як на зовнішні погодні умови, так і на внутрішній попит на тепло, таким чином мінімізуючи втрати енергії в періоди низького попиту.

Встановлення лічильників тепла є однією з найефективніших стратегій моніторингу та регулювання споживання енергії відповідно до фактичних потреб будівлі в опаленні. Дослідження показують, що будівлі з

лічильниками тепла можуть скоротити витрати на опалення на 23%. Крім того, за рахунок інтеграції контрольних пристроїв, таких як термостатичні клапани та автоматичні регулятори, можна досягти додаткової економії енергії до 15%. У поєднанні ці стратегії можуть призвести до загальної економії енергії до 38%.

Технології регулювання теплового потоку особливо вигідні для старих будівель і невеликих систем опалення, особливо при обслуговуванні окремих частин будівлі. На відміну від деяких імпорتنих технологій, які потребують капітальної реконструкції та несумісного обладнання, місцеві рішення часто використовують існуючу інфраструктуру, наприклад, ліфтове обладнання, щоб звести до мінімуму потребу в масштабних змінах системи. Цей метод не лише зменшує витрати на встановлення, але й мінімізує перебої в роботі під час модернізації, що робить його економічно вигідним і практичним рішенням для підвищення ефективності опалення в існуючих будівлях.

Висновок

Впровадження передових стратегій оптимізації систем опалення, включаючи динамічне регулювання температури, регулювання теплового потоку та інтеграцію лічильників тепла з автоматизованими пристроями управління, пропонує високоефективний підхід до підвищення енергоефективності в будівлях. Вирішуючи поширені проблеми перегріву, недогріву та тепловтрат, ці системи забезпечують оптимальний тепловий комфорт, мінімізуючи при цьому енерговитрати.

Можливість регулювати опалення залежно від заповнюваності приміщень і зовнішніх умов у режимі реального часу призводить до значного скорочення енергоспоживання та експлуатаційних витрат, особливо в регіонах зі змінним кліматом. Крім того, такі технології, як кондиціонування теплового потоку, є економічно ефективним рішенням для модернізації як нових, так і існуючих будівельних інфраструктур, уникаючи необхідності масштабних капітальних ремонтів систем.

РОЗДІЛ 4. ОПИС АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОГО РІШЕННЯ БУДІВЛІ

4.1. Ситуаційний план

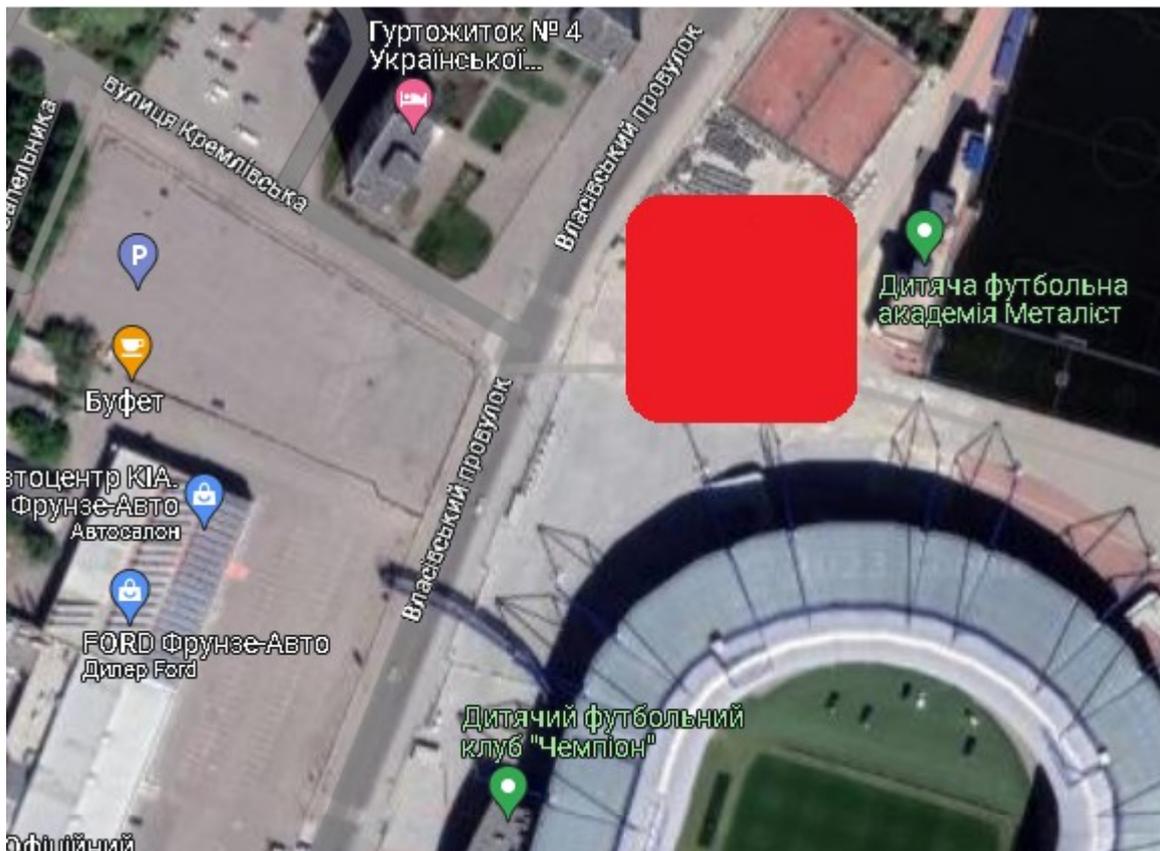


Рис. 4.1. Ситуаційний план

Готель розташовано в місті Харків на провулку Власівському біля стадіону Металіст[2].

4.2. Об'ємно-планувальне рішення

Будівля готелю являє собою п'ятиповерхову залізобетонну конструкцію загальною висотою 25,7 метрів. Перший і другий поверхи мають висоту стель 3,25 метра, а з третього по п'ятий - 2,45 метра. Загальна кількість гостьових номерів - 250, розподілених по верхніх поверхах. Площа будівлі на третьому-п'ятому поверхах зменшена порівняно з нижніми поверхами, а рівень даху розташований на висоті 14 метрів над землею. Розміри будівлі складають 77 200 мм по осях 1-18 і 52 800 мм по осях А-Р.

Конструкцію підтримує залізобетонний каркас, що складається з монолітних колон перерізом 400x400 мм. Ці колони спроектовані таким

чином, щоб витримувати осьові навантаження, згинальні моменти та поперечні зусилля, забезпечуючи стабільність конструкції. Колони розміщені на залізобетонному фундаменті, призначеному для розподілу навантажень від будівлі[1].

Плити перекриття монолітні і мають товщину 200 мм. Ці плити армовані сталеву арматурою (марка B500A) і призначені для протистояння напруженням на вигин і зсув. Плити відливаються на місці, що забезпечує безперервність бетону та арматури. Система перекриттів забезпечує високу несучу здатність, вогнестійкість та звукоізоляцію між поверхами. З'єднання плит з колонами здійснюється за допомогою зрізних з'єднувачів (наприклад, анкери чи металеві пластини), які забезпечують монолітність системи перекриття та підвищують структурну цілісність[7].

Вертикальну циркуляцію всередині будівлі забезпечують п'ять залізобетонних сходів і два ліфти. Сходи побудовані шириною 1200 мм і мають сходові площадки через кожні 3,0 метри, що відповідає нормам будівельної безпеки. Ліфти стандартної вантажопідйомності, здатні перевозити до 1000 кг або приблизно 13 пасажирів за одну поїздки.

Під час капітального ремонту готелю буде встановлено систему динамічного регулювання температури, яка дозволить оптимізувати споживання енергії на опалення. У готелі буде інтегровано лічильники тепла, що вимірюють фактичне споживання та адаптують подачу тепла відповідно до потреб. Для зниження енергоспоживання у періоди зниженого заповнення приміщень, таких як періоди відсутності спортивних змагань на стадіоні, температура вільних номерів знижуватиметься на 5-7°C. Також було передбачено процеси з оптимізації витрат енергії, як ремонт та заміна дверей та вікон.[3].

Зокрема, зниження температури в порожніх кімнатах на 7°C дозволяє зменшити теплове навантаження до 20%. Інтеграція автоматизованого контролю тепла дозволить скоротити витрати на опалення до 23%, що в умовах готелю з постійними змінами кількості відвідувачів забезпечить

значну економію енергетичних ресурсів, а також сприятиме зменшенню вуглецевого сліду[8].

4.3. Архітектурно-конструктивне рішення

Фундаменти та основи

Фундамент будівлі готелю - стрічковий, глибиною 1,6 метра і шириною 1 метр, що спирається на чорнозем. Для забезпечення стабільності та рівномірного розподілу навантаження на ґрунт, фундамент ретельно влаштований із застосуванням спеціальних матеріалів та методів. В рамках капітального ремонту на фундамент буде нанесена гідроізоляція та теплоізоляція, щоб підвищити його експлуатаційні характеристики та довговічність[9].

Спочатку ділянка навколо стрічкового фундаменту буде розкопана на глибину 1,6 метра, щоб досягти необхідного рівня фундаменту. Ґрунт буде ущільнено, щоб створити стабільну основу для фундаменту, забезпечивши належний розподіл навантаження та мінімізувавши ризик осідання або деформації.

Фундамент буде укріплений сталевим арматурним каркасом для забезпечення міцності конструкції. Арматура буде виготовлена зі сталеві арматури марки B500A, яка має межу плинності 500 МПа. Арматура буде розташована в горизонтальному та вертикальному шарах з відстанню між прутами 150 мм, що забезпечить достатню міцність. Після того, як арматурний каркас буде встановлений, розпочнеться заливка бетону. Бетонна суміш буде марки C25/30, з міцністю на стиск 25 МПа після 28 днів затвердіння. Бетон буде залитий на арматурний каркас і ущільнений за допомогою механічних вібраторів, щоб усунути будь-які повітряні кишені і забезпечити щільну, однорідну масу. Після заливки бетон буде вирівняний і залишений для затвердіння протягом щонайменше 28 днів, щоб досягти повної міцності перед тим, як прикладати будь-яке навантаження.

Після цього для гідроізоляції буде використана бітумна мембранна система. Самоклеючий бітумний лист, товщиною 4 мм, буде нанесений

безпосередньо на поверхню фундаменту. Перед укладанням мембрани поверхня буде очищена і прогрунтована бітумною ґрунтовкою для забезпечення міцної адгезії. Мембрану ретельно розгортають, щоб покрити всю поверхню, з перекриттям швів не менше ніж на 100 мм для забезпечення безперервного водонепроникного шару. Після укладання мембрану притискають валиком, щоб видалити повітряні кишенькі та досягти безшовного, водонепроникного покриття.

Потім поверх гідроізоляційного шару буде встановлена теплоізоляція, щоб запобігти втраті тепла з будівлі в землю. Для цього буде використано екструдований пінополістирол товщиною 100 мм. Його обрали через його низьку теплопровідність 0,035 Вт/м·К, високу міцність на стиск і стійкість до поглинання вологи, що робить його ідеальним для утеплення фундаменту. Ізоляційні плити укладаються безпосередньо на гідроізоляційну мембрану, забезпечуючи щільне прилягання без зазорів для збереження цілісності теплового бар'єру.

Нарешті, територія навколо фундаменту буде засипана ґрунтом, який буде пошарово ущільнюватися, щоб забезпечити належну несучу здатність і запобігти майбутньому осіданню. Такий багат шаровий підхід, що поєднує гідроізоляцію, ізоляцію та залізобетон, гарантує захист фундаменту від проникнення води, ізоляцію для енергоефективності та структурну міцність для довгострокової стабільності будівлі.

Зовнішні, внутрішні стіни та перегородки

Стіни будівлі готелю є самонесучими і побудовані з газобетонних блоків, кожен з яких має стандартні розміри 600 мм в довжину, 250 мм у висоту і 300 мм в ширину. Блоки мають щільність приблизно 500-600 кг/м³, що забезпечує баланс між легкою вагою та стабільністю конструкції. Під час ремонту пошкоджені блоки будуть акуратно видалені та замінені новими блоками ідентичного розміру. Ці нові блоки будуть скріплені клейовим розчином на основі цементу, модифікованого полімерами. Розчин з міцністю на стиск 12 МПа і міцністю зчеплення 0,8 МПа буде наноситися рівномірним

шаром за допомогою зубчастого шпателя для забезпечення рівномірного з'єднання між блоками. Товщина швів між блоками буде утримуватися в межах 3-4 мм, щоб забезпечити достатнє клейове покриття та цілісність конструкції.

Після завершення ремонту стіни фасаду будуть утеплені. Для утеплення будуть використані плити з пінополістиролу, кожна з яких має товщину 100 мм і теплопровідність 0,035 Вт/м·К. Пінополістирол обрано завдяки його чудовим теплоізоляційним властивостям, високій міцності на стиск та вологостійкості. Плити будуть кріпитися до стіни за допомогою високоміцного клейового розчину на цементній основі, спеціально розробленого для зовнішніх систем теплоізоляції. Клей матиме міцність на стиск 5 МПа і час відкритого стану 20-30 хвилин, що забезпечить міцне з'єднання і достатній робочий час під час монтажу. Плити будуть щільно прилягати до стіни, щоб усунути будь-які повітряні зазори, забезпечуючи рівномірне ізоляційне покриття та покращуючи тепло ефективність[15].

Для подальшого посилення шару ізоляції в клейовий розчин буде вмонтовано скловолоконну сітку щільністю 160 г/м². Ця сітка, розміщена суцільним шаром над плитами пінополістиролу, посилить структурну міцність ізоляційної системи, підвищить стійкість до розтріскування та забезпечить додаткову стійкість до механічних пошкоджень. Потім шар клейового розчину із закладеною сіткою буде вирівняний і вигладжений, щоб створити рівну, однорідну поверхню для фінішної обробки.

Фасад буде пофарбовано акриловою фарбою для зовнішніх робіт, спеціально розробленою для використання на газобетонних поверхнях. Фарба матиме високу стійкість до ультрафіолетового випромінювання, завдяки чому колір залишатиметься стабільним протягом тривалого часу, а також забезпечить ефективний захист від впливу факторів навколишнього середовища, таких як коливання температури, волога та забруднювачі повітря. Процес фарбування складатиметься з двох шарів: перший шар, який виконує роль ґрунтовки, покращить адгезію до поверхні стіни, тоді як другий

шар, фінішне покриття, забезпечить остаточний естетичний вигляд та підвищену стійкість до атмосферних впливів. Фарба наноситиметься розпилювачем або валиком для досягнення гладкого, рівномірного покриття, яке надійно прилягатиме до підготовленої поверхні стіни, забезпечуючи довготривалий захист та привабливий зовнішній вигляд[6].

Сходи

Косметичний ремонт сходових клітин передбачає кілька ключових етапів для відновлення зовнішнього вигляду та забезпечення функціональності простору зі збереженням довговічності. Першим кроком буде підготовка поверхонь. Існуючі стіни, які виготовлені з газобетону, будуть очищені від бруду, пилу та неміцних матеріалів. Будь-які дефекти поверхні, такі як тріщини або отвори, будуть усунені за допомогою шпаклівки, що підходить для матеріалу стін. Для стін з газобетону буде використовуватися дрібнодисперсна шпаклівка на основі цементу. Ці шпаклівки будуть вирівнюватися, шліфуватися і розгладжуватися, щоб забезпечити однорідну поверхню.

Після підготовки поверхні стіни будуть поґрунтовані акриловою ґрунтовкою, призначеною для конкретного матеріалу стін. Ґрунтовка покращить адгезію фарби та допоможе забезпечити рівномірне покриття. Після висихання ґрунтовки стіни будуть пофарбовані високоякісною, довговічною інтер'єрною фарбою. Буде обрано акрилову фарбу на водній основі з низьким вмістом летких органічних сполук (ЛОС) за її здатність протистояти зношуванню, легкість очищення та стійкість до вицвітання. Фарба буде наноситися у два шари, щоб забезпечити рівномірний колір і покриття. Перший шар наноситься пензлем або валиком, після чого він повинен висохнути перед нанесенням другого шару.

На сходових маршах і сходових площадках будуть відремонтовані будь-які пошкодження або знос існуючих поверхонь. Проступи будуть згладжені та вирівняні за допомогою ремонтної суміші на цементній основі. Для додаткової міцності та декоративного оздоблення сходинок можуть бути

покриті зносостійким епоксидним покриттям, яке також забезпечить стійкість до ковзання для безпеки.

Поручні будуть оглянуті та відремонтовані за потреби. Будь-яку іржу або корозію буде видалено, а поверхня буде погрунтована антикорозійною грунтовкою перед фарбуванням довговічною, глянцевою емалевою фарбою. Поручні зроблені з дерева відшліфують, зашпаклюють усі дефекти, а потім покриють морилкою для дерева і прозорим лаком або лаком, щоб відновити зовнішній вигляд і захистити поверхню[12].

Дах та покрівля

Дах будівлі готелю має дерев'яний каркас і покритий металочерепицею. Під час огляду було виявлено кілька протікань, але дерев'яний каркас виявився неушкодженим. Процес ремонту буде зосереджений на усуненні протікання металочерепиці та обробці дерев'яного каркасу з метою профілактики.

Першим кроком у ремонті є виявлення всіх пошкоджених металочерепиць[10]. Кожна черепиця буде оглянута на предмет наявності отворів або перфорації, що спричиняють протікання. Пошкоджені черепиці будуть зняті і замінені новими такого ж розміру і типу. Металеві плитки будуть використовуватися зі сталі з покриттям, шириною 400 мм і довжиною 600 мм, товщиною 0,4 мм. Ці плитки будуть закріплені за допомогою оцинкованих сталевих шурупів діаметром 5 мм і довжиною 30 мм, що забезпечить їх щільне прикріплення до обрешітки даху.

Після заміни пошкодженої черепиці шви між черепицею та навколо кріплень будуть закриті високоякісним бутилкаучуковим герметиком. Герметик, що має високу еластичність і адгезію до металевих поверхонь, буде наноситися суцільним шаром уздовж швів черепиці і навколо кожного шурупа, щоб запобігти подальшому проникненню води. Герметик затвердіє відповідно до інструкцій виробника, забезпечуючи водонепроникне ущільнення.

Після заміни та герметизації черепиці дерев'яний каркас даху буде оброблено засобом для захисту деревини. Каркас, що складається з крокв і обрешітки, виготовлених з деревини хвойних порід з вологістю 15%, буде оброблений для захисту від гниття, плісняви та зараження комахами. Для захисту деревини буде використаний фунгіцид на основі міді на водній основі, спеціально розроблений для зовнішнього застосування. Його наноситимуть пензлем, забезпечуючи повне покриття всіх відкритих поверхонь, включаючи нижню частину крокв і верхню частину обрешітки. Засіб проникає в деревину на глибину до 5 мм, забезпечуючи довготривалий захист від вологи та гниття[11].

Після обробки дах буде ретельно перевірено, щоб переконатися, що протікання повністю усунуто, нова черепиця належним чином встановлена та ущільнена, а дерев'яний каркас належним чином захищений від пошкодження вологою в майбутньому. Цей ремонт відновить цілісність покрівлі, запобіжить подальшому потраплянню води та забезпечить довговічність покрівельної конструкції.

Вікна та двері

В рамках капітального ремонту замінено двері та вікна в номерах для відвідувачів[13].

Таблиця 4.1. Специфікація дверних отворів

Мар, поз	Позначення	Найменування	Кількість на повахі					Маса од., кг.	Примітка
			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	Д.О. 1200x2100	Д-3	3	3	3	3	12		
Д-4	Д.Г. 900x2100	Д-4	6	6	6	6	24		
Д-5	Д.Б. 800x2100	Д-5	4	4	4	4	16		

Таблиця 4.2. Специфікація віконних отворів

Мар, поз	Позначення	Найменування	Кількість на поведі					Маса од., кг.	Примітка
			1	2	3	4	Всього		
1	ВК-1	ВК1385x1670	8	8	8	8	32		
2	ВК-2	ВК1385x1820	4	4	4	4	16		

Покриття підлог

Під час капітального ремонту пошкоджену керамічну плитку буде видалено та замінено на нову. Існуюча керамічна плитка розміром 300 мм x 300 мм і товщиною 8 мм буде обережно видалена за допомогою скребка для плитки. Після зняття плитки буде оглянута основа з бетону та очищена від залишків клею, пилу та сміття. Якщо поверхня нерівна, буде нанесена вирівнююча суміш на цементній основі з міцністю на стиск 25 МПа, щоб створити гладку, стійку поверхню[4].

Нову плитку укладатимуть за допомогою плиткового клею на цементній основі з міцністю на зсув 1,5 МПа, спеціально розробленого для укладання підлогових покриттів. Клей буде рівномірно розподілятися за допомогою зубчастого шпателя з насічкою 10 мм. Плитка укладається з постійним зазором між швами 3 мм, а шви заповнюються затіркою. Затирка буде обрана на цементній основі, з міцністю на стиск 25 МПа, і наноситиметься за допомогою гумового поплавця. Підлога буде очищена від надлишків затірки і залишена на рекомендований час для застигання.

У житлових приміщеннях буде встановлено нове ламіноване покриття для підлоги. Панелі ламінату матимуть розміри 1200 мм x 200 мм і товщину 8 мм. Перед укладанням ламінату на існуючу основу буде покладена підкладка, пінопласт або корковий матеріал товщиною 3 мм, для забезпечення звукоізоляції та запобігання передачі вологи. Ламінована підлога буде встановлена як плаваюча підлога, тобто панелі будуть з'єднані за допомогою механізму «клік-замок» без використання клею. Панелі будуть

встановлені в шаховому порядку, щоб підвищити стабільність і уникнути вирівнювання швів. По периметру приміщення буде залишено розширювальний зазор 10 мм, який буде закритий плінтусами або облицюванням після завершення монтажу.

У технічних приміщеннях і на складах на підлогу буде нанесено епоксидне покриття, яке забезпечить міцну, легку в обслуговуванні поверхню, що витримує інтенсивне використання та вплив різних хімічних речовин. Існуюча поверхня підлоги спочатку буде ретельно очищена і підготовлена шляхом видалення бруду, масла та інших забруднень, які можуть перешкоджати адгезії покриття. Якщо поверхня нерівна або має дефекти, її вирівнюють за допомогою бетонної суміші з межею міцності на стиск не менше 30 МПа, щоб забезпечити гладку і стабільну основу для епоксидної смоли[5].

Після підготовки поверхні буде нанесена ґрунтовка, спеціально розроблена для епоксидних покриттів, щоб покращити адгезію. Ґрунтовка буде двокомпонентним продуктом на основі розчинника, який наноситиметься валиком або пензлем. Після затвердіння ґрунтовки епоксидне покриття буде змішуватися відповідно до інструкцій виробника, забезпечуючи правильне співвідношення смоли і затверджувача. Епоксидна смола повинна мати в'язкість, придатну для нанесення на підлогу, і міцність на стиск не менше 60 МПа, що забезпечує стійкість до зносу і хімічного впливу.

Епоксидне покриття наноситиметься у два шари. Перший шар наноситься валиком або скребком для забезпечення рівномірного покриття і витримується протягом рекомендованого часу, 6-12 годин. Після повного затвердіння першого шару наноситься другий шар, щоб забезпечити повне покриття і рівномірну товщину. Остаточна товщина епоксидного покриття становитиме приблизно 2 мм, що забезпечить міцну, безшовну та непористу поверхню.

Готове епоксидне покриття буде стійким до стирання, хімічних речовин і вологи, що робить його ідеальним для використання в технічних приміщеннях і на складах. Воно також забезпечить легке очищення поверхні, що є важливим для підтримки безпечного та функціонального середовища в цих приміщеннях. Епоксидна підлога буде перевірена на відсутність дефектів, таких як бульбашки повітря або нерівні ділянки, до того, як вона повністю затвердіє і буде готова до використання.

У житлових приміщеннях готелю, поряд з іншими оновленнями, буде влаштовано систему теплої підлоги. Вона включатиме елементи для забезпечення рівномірного прогріву підлоги та оптимізації теплового режиму. Водяна система встановлюватиметься між вирівнюючим шаром. Система буде підключена до центральної системи опалення і автоматично регулюватиметься залежно від температури в приміщенні, що дозволить знижувати енергоспоживання під час низької заповнюваності готелю, особливо в моменти відсутності гостей. Елементи підлоги мають потужність 150 Вт/м², що забезпечує оптимальний рівень тепла для комфорту мешканців, а автоматичне регулювання температури дозволяє знижувати споживання енергії на 10-15%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98:2009 [Чинний від 2011-01-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. 45 с.
2. Благоустрій територій (зі Змінами): ДБН Б.2.2-5:2011 [Чинний від 2012-09-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2019. 44 с.
3. Вікна та двері: ДСТУ EN 14351-1:2020.
4. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Оздоблювальні роботи.
5. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Підлоги.
6. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією: ДБН В.2.6-33:2018.
7. Навантаження і впливи. Норми проектування: ДБН В.1.2-2:2016 [Чинний від 2017-10-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2016. 13–16 с.
8. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5:2016 [Чинний від 2016-01-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2016. 44–46 с.
9. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення: ДБН В.2.1-10:2018.
10. 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.
11. Покриття будівель і споруд: ДБН В.2.6-220:2017.
12. Пожежна безпека об'єктів будівництва: ДБН В.1.1.7-2016 [Чинний від 2017-06-01]. К.: Держбуд України, 2017. 84 с.
13. Природне і штучне освітлення: ДБН В.2.5-28:2018 [Чинний від 2019-02-28]. К.: Мінрегіонбуд України, 2018. 7 с.
14. Склад та зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3-2014 [Чинний від 2014-10-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2014. 10 с.
15. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016 [Чинний від 2016-10-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2017. 15 с.
16. Bejan A. Heat Transfer. USA: John Wiley & Sons, 2013. 800 с.

17. Incropera F. P., DeWitt D. P. Fundamentals of Heat and Mass Transfer. 6th ed. USA: John Wiley & Sons, 2006. 997 c.
18. Kreith F. Principles of Heat Transfer. 7th ed. USA: Cengage Learning, 2011. 784 c.