

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Електротехнічний факультет

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра «Електричні машини»

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему: «Проект системи теплопостачання готелю у м. Суми»

Виконала: студентка IV курсу, групи E-250сп
Спеціальності 144 «Теплоенергетика»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація) «Промислова і
комунальна теплоенергетика»

Юлія ПАЗЮК

(ім'я та прізвище)

Керівник Ірина НАЗАРЕНКО

(ім'я та прізвище)

Рецензент Олександр ШРАМ

(ім'я та прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет “Запорізька політехніка”

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет «Електротехнічний»

Кафедра «Електричні машини»

Ступінь вищої освіти «бакалавр»

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) «Промислова і комунальна теплоенергетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри «Електричні машини»

_____ проф., д.т.н. Дмитро ЯРИМБАШ

“ _____ ” _____ 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТКИ
Пазюк Юлії Олександрівни
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проєкту «Проєкт системи тепlopостачання готелю у м. Суми»

1. Керівник проєкту (роботи) Назаренко Ірина Анатоліївна, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 09.05. 2023р. № 128.

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 01 червня 2023 року.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи): готель у м.Суми. Плани поверхів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1 Аналіз об'єкту проєктування. 2 Аналіз та підбір будівельних та ізоляційних матеріалів для проєктування готелю. 3. Теплотехнічний розрахунок. Розрахунок теплових втрат готелю. 4 Проєктування та розрахунок системи тепlopостачання готелю. 5 Розрахунок економічних показників проєкту. 6 Оформлення розрахунково-пояснювальної записки, виконання креслень.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1 Повний план будівлі, експлікації першого та другого поверхів – 1 лист. _____ 2

Схема системи опалення, вузол керування, зведена специфікація, специфікація на вузол керування – 2 лист. 3 Повний план будівлі, аксонометрична схема гарячого водопостачання – 3 лист. 4 Економічні показники – 4 лист.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Прийняв виконане завдання
Загальний	Назаренко І.А. к.н.т., доцент		
Технічний	Назаренко І.А. к.н.т., доцент		
Нормоконтроль	Каюков Ю.М. к.т.н, доцент		

7. Дата видачі завдання 20 квітня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналіз об'єкту проєктування	20.04.2023- 01.05.2023	
2	Аналіз та підбір будівельних та ізоляційних матеріалів для проєктування готелю	01.05.2023- 08.05.2023	
3	Теплотехнічний розрахунок. Розрахунок теплових втрат готелю	08.05.2023- 15.05.2023	
4	Проектування та розрахунок системи теплопостачання готелю	15.05.2023 29.05.2023	
5	Розрахунок економічних показників проєкту	29.05.2023 01.06.2023	
6	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки, виконання креслень	01.05.2023- 01.06.2023	

Студент _____

(підпис)

Юлія ПАЗЮК

(ім'я та прізвище)

Керівник проєкту _____

(підпис)

Ірина НАЗАРЕНКО

(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Розрахунково-пояснювальна записка до дипломного проєкту на тему «Проектування системи теплопостачання готелю у м. Суми» вміщує: 60 сторінок, 11 таблиць, 4 креслення .

Мета роботи – проектування економічної і технічно – обґрунтованої системи теплопостачання.

Метод дослідження – розрахунково-графічний з використанням стандартних методик.

В першу чергу проводиться аналіз об'єкту проектування. Підбір будівельних та ізоляційних матеріалів. Проводиться аналіз систем теплопостачання та обирається відповідно до умов та стандартів проектування готелів.

Виконується повний розрахунок системи теплопостачання готелю у м, Суми. Теплотехнічний розрахунок готелю включає в себе: теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін, покриття, дверей, вікон та підлоги. Розрахунок теплових втрат приміщень будівлі. Гідравлічний розрахунок системи опалення. Розрахунок системи гарячого водопостачання.

СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК, ТЕПЛОВІ ВТРАТИ, ОПАЛЕННЯ, ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ, ТРУБОПРОВОДИ, ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК, ТЕПЛОПЕРЕДАЧА.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. Загальна характеристика об'єкту проектування.....	
1.1 Характеристики зони забудови.....	7
1.2 Нормативні показники проектування системи тепlopостачання готелів	7
1.3 Аналіз будівельних та ізоляційних матеріалів.....	10
1.4 Аналіз систем тепlopостачання.....	13
2. Проектування системи тепlopостачання готелю у м. Суми	15
2.1 Теплотехнічний розрахунок.....	15
2.1.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін.....	15
2.1.2 Теплотехнічний розрахунок покриття.....	17
2.1.3 Теплотехнічний розрахунок дверей.....	18
2.1.4 Теплотехнічний розрахунок вікон	18
2.1.5 Теплотехнічний розрахунок підлоги	19
2.2 Розрахунок тепловтрат.....	20
2.3 Гідравлічний розрахунок системи опалення.....	32
2.4 Розрахунок системи гарячого водопостачання.....	36
3. Економічний розділ	41
3.1 Калькуляція трудових витрат.....	41
3.2 Підбір якісного і кваліфікаційного складу бригади.....	45
3.3 Визначення вартості санітарно-технічних робіт.....	48
3.4 Розрахунок економічної ефективності.....	53
3.5 Розрахунок техніко-економічних показників.....	56
ВИСНОВКИ.....	59
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	60

ВСТУП

Готель розташовано в місті Суми. Має два поверхи, висота кожного 3,3 метри та неопалювальний підвал, висота якого 3,3 метри.

Сторона світу, куди зорієнтовано основний фасад – південь.

Розрахункова температура зовнішнього повітря в цьому місті приймається рівною середній температурі найбільш холодної п'ятиднівки і складає -24°C .

Кожне приміщення пронумероване трьохзначним числом для першого та другого поверхів. Будівля має 26 приміщень, назва та номер яких приведені в експлікації на першому аркуші креслень.

Дипломний проект системи теплопостачання готелю в місті Суми, виконаний на підставі архітектурно-будівельного і технологічного завдання. В проекті запроектована вертикальна двотрубна система опалення з нижньою розводкою подавальної магістралі та відкритим прокладанням стояків і підводок.

Опалювальні прилади – «Extra Therm» типу S4 500/100. Оригінальність конструкції радіатора в тому, що він складається з міцного й стійкого до електрохімічної корозії сталевого трубопровідного каркаса, який має зовнішні ребра із високоякісного алюмінієвого сплаву, запресовані методом лиття під високим тиском.

При цьому утворюється монолітне з'єднання, що виключає можливість контакту алюмінію з водою, а значить і корозії. Гарантована стійкість конструкції при різких наднормативних перепадах тиску в системі протягом усього терміну служби, чого не витримує жоден алюмінієвий або чавунний радіатор.

Радіатори адаптовані до будь-яких систем опалення житлових і виробничих приміщень із робочим тиском у системі до 18 атм. Ці радіатори не вимагають спеціальної підготовки води (очищення, зниження кислотності, лужності), на відміну від західних аналогів (алюмінієві радіатори).

Біля кожного опалювального приладу встановлено регулятор температур. Температура теплоносія в подавальному трубопроводі 95°C , а в зворотному 70°C .

На підставі схеми опалення можна проводити монтажне проектування. Це необхідне оскільки в робочих кресленнях недостатня ступінь деталізації монтажних елементів системи опалення для виготовлення, а в окремих випадках відсутні необхідні при монтажі прив'язки елементів системи опалення до будівельних конструкцій будинків. Труби з'єднуються за допомогою ніпелів, трійників, з'єднувальних муфт.

У будинку встановлюється вузол керування.

Вузол керування встановлено в технічному приміщенні, який має таку арматуру та обладнання: регулятор перепаду тиску, сідельний регулюючий клапан з електроприводом, датчики температури зовнішнього повітря, датчик температури теплоносія, збалансований вентиль, фільтр, тепло лічильник, насос, зворотний клапан.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ

1.1 Характеристика зони забудови

Місто Суми знаходиться у північно-західному архітектурно-будівельному кліматичному районі на території України. Середня температура повітря за січень коливається від -5 до -8°C , а швидкість вітру у від 3 до 4 м/с. Абсолютний температурний мінімум від -37 до -40°C . Кількість опадів за рік від 550 до 700 мм. Середня річна відносна вологість досягає 77% . Прийнято по [1].

Об'єкт проєктування - готель, що знаходиться у місті Суми.

Назва об'єкту - громадська будівля (готель).

Будівельна характеристика об'єкта:

- кількість поверхів – 2 ;

- висота поверхів – $3,3$ м.;

- неопалювальний підвал;

Розрахункова температура – -24°C ;

Режим роботи (знаходження людей) - тимчасовий.

1.2 Нормативні показники проєктування систем теплопостачання готелів

Комфортність проживання у готелі більшою мірою обумовлюється рівнем виконання санітарно - технічних норм його утримання, що дозволяє забезпечувати життя та здоров'я гостей.

Вимоги до місцезнаходження, території, будинку готелю та його технічного обладнання повинні враховуватись уже на етапі проєктування. Це відображено у будівельних нормах та правилах, відповідних стандартах. Готель необхідно розміщувати у сприятливих, екологічно безпечних умовах. Так, земельна ділянка, на якій планується звести готель, не повинна бути заболоченою, занадто сухою, мусить бути озелененою. Вона повинна бути відокремленою від великої магістралі та сусідніх територій зеленою смугою. Розташування будинку на території планується з урахуванням особливостей

місцевого клімату - бажано, щоб сонце потрапляло в усі його приміщення протягом дня. Прийнято по [10].

Набір приміщень та їх планувальне вирішення теж визначаються з урахуванням санітарно-технічних вимог. Особливо це стосується житлової частини. Мінімальна площа номера не повинна бути менше 8-9 кв. м, що дозволяє забезпечити в ньому необхідний для людини об'єм повітря, а також можливість зручно розмістити меблі та речі. Планування номера повинно передбачати можливості для організації у ньому сну, відпочинку, роботи, прийому гостей. Спальне приміщення не повинно бути прохідним. Передпокій призначений не тільки для роздягання та зберігання верхнього одягу, він також відокремлює житлову кімнату від коридорних шумів і потоків холодного повітря тощо. Прийнято по [10].

Житлові приміщення мусять бути просторими, з комфортною температурою, в них повинні бути забезпечені рух і чистота повітря, відрегульований його газовий склад та вологість. Це досягається через підтримання у приміщеннях готелю оптимального мікроклімату.

Велику роль у створенні умов для збереження здоров'я та гарного самопочуття проживаючих у готелі відіграє його оснащення відповідними теплотехнічними системами. Це тепlopостачання, а саме опалення та гаряче водопостачання.

Мікроклімат готелю - це різновид місцевого клімату штучно створений в умовах готельного будинку. Його найважливішими характеристиками є температурний режим, склад і рух повітря, вологість. Прийнято по [1].

Підтримувати нормальну температуру у приміщеннях готелю допомагає система опалення. Нині у готелях діють системи центрального опалення - водяного або парового. Прийнято по [1].

До опалювальних систем пред'являються наступні гігієнічні вимоги: вони повинні забезпечувати рівномірну температуру у приміщеній, не повинні бути джерелом забруднення повітря і бути легко доступними для очищення. Прийнято по [1].

У холодний період року в зоні обслуговування житлових, громадських та адміністративно побутових приміщень температуру та швидкість руху повітря приймають у межах оптимальних (підвищених оптимальних для відповідних приміщень) норм;

Циркуляцію теплоносія в системах водяного опалення та/або внутрішнього теплопостачання від будь-якого джерела теплопостачання слід здійснювати автоматично регульованими насосами, окрім насосів, що за вимогами безпечної роботи обладнання повинні бути нерегульованими. У системах водяного опалення та/або внутрішнього теплопостачання житлового будинку допускається застосовувати нерегульовані циркуляційні насоси.

У будівлі зі змінним тепловим режимом необхідно забезпечувати залежне від погодних умов автоматичне регулювання теплового потоку системи опалення з додатковим його коригуванням за усередненою температурою внутрішнього повітря або за температурою повітря у характерному за призначенням будівлі приміщенні. Прийнято по [1].

Автоматичне регулювання теплового потоку системи опалення за погодними умовами слід здійснювати регулятором теплового потоку, забезпечуючи наближену до лінійної залежність теплового потоку від рівня керуючого сигналу. Необхідно забезпечувати експлуатаційну сталість зазначеної залежності шляхом автоматичної стабілізації перепаду тиску теплоносія на клапані регулятора теплового потоку, настройкою на приводі клапана витратної характеристики за технічно передбаченої такої можливості тощо. Між клапаном автоматичного регулятора теплового потоку та клапаном автоматичного регулятора перепаду тиску не повинно бути жодного місцевого опору (регульовальної арматури, дросельної шайби або діафрагми тощо). Прийнято по [3].

Тепловий та гідравлічний режими джерела теплопостачання повинні бути узгоджені з тепловим та гідравлічними режимами систем теплоспоживання будівлі.

Системою опалення слід забезпечувати в опалюваних приміщеннях розрахункову результуючу температуру приміщення протягом опалювального періоду. Прийнято по [5].

Опалення слід проектувати з урахуванням теплового балансу між тепловтратами та теплонадходженнями, а саме:

- утратою теплоти через огороджувальні конструкції;

- витратою теплоти на нагрівання зовнішнього повітря, що потрапляє у приміщення за рахунок інфільтрації або шляхом організованого припливу для вентиляції приміщень;

- витратою теплоти на нагрівання матеріалів, обладнання, тощо..

Прийнято по [5].

Утрату теплоти через внутрішні огороджувальні конструкції приміщень допускається не враховувати, якщо різниця температури повітря в цих приміщеннях не більше ніж 3 °С. Прийнято по [5].

Комплектація системи опалення повинна відповідати специфікації проектної документації. Допускається заміна елементів системи на аналогічні, якщо ця заміна не суперечить вихідним даним на проектування, чинним будівельним нормам, експлуатаційній надійності, економічним вимогам, покращує техніко-економічні показники та якщо обладнання, яким замінюють, має вищий клас енергоефективності. Система опалення повинна бути налагоджена - досягнута витрата теплоносія в циркуляційних кільцях відповідно до результатів гідравлічного розрахунку, та випробовувана на герметичність під тиском. Прийнято по [5].

Для трубопроводів систем теплопостачання слід застосовувати сталеві, мідні, полімерні (у тому числі металополімерні) труби, які призначені для цього за відповідними нормативними документами.

Магістральні трубопроводи і стояки систем теплопостачання повинні прокладатися в тепловій ізоляції. Покривний шар теплоізоляційної конструкції повинен бути паронепроникним.

Температура зовнішнього повітря залежить від пори року і є різною для різних приміщень. Так, в опалювальний сезон оптимальною температурою

повітря у житлових номерах є + 18-22°C. В адміністративно-господарських приміщеннях нормальною вважається температура +18°, у санвузлах житлових номерів - +24-25°C.

Виходячи з цього, у приміщеннях готелю прийняті такі температури:

- житлові кімнати - 22°C;
- санвузли житлових кімнат - 24°C;
- коридор - 16°C;
- кабінет адміністрації - 22°C;
- пральня - 20°C;
- хол, кухня, ресторан - 18°C.

1.3 Аналіз будівельних та ізоляційних матеріалів

При проектуванні огорожень готелю були підібрані надійні будівельні та теплоізоляційні матеріали, які якнайкраще підходять для будівництва готелю. При визначенні необхідної товщини теплоізоляційного шару враховують лише термічний вплив теплопровідних включень, що є характерними особливостями відповідного типу непрозорої огорожувальної конструкції. Термічний вплив теплопровідних включень, що визначаються конструктивними особливостями всієї будівлі, при визначенні необхідної товщини теплоізоляційного шару не враховують. Прийнято по [4].

Визначальними при виборі теплоізоляційного матеріалу є наступні фізико-технічні показники :

- гранична температура застосування;
- вологість;
- водопоглинання;
- морозостійкість;
- паропроникність;
- група горючості;
- міцність на стиск/границя міцності при стиску;
- стисливість;

- границя міцності при зсуві;
- границя міцності при розтягу у напрямку, перпендикулярному до поверхні;
- густина;
- правильність геометричної форми.

Додатково до перелічених вище показників необхідно керуватися наступними показниками якості:

- розрахункова теплопровідність;
- термін ефективної експлуатації. Прийнято по [2].

У готелі була запроєктована цегляна стіна, з утеплювачем Paroc Uns 37Z. Універсальний теплоізоляційний матеріал PAROC UNS 37 z - це негорюча ізоляція з кам'яної вати. Застосовується для тепло-, звукоізоляції і вогнезахисту стін, дахів і підлог у всіх типах будівель. Теплоізоляційна плита гнучка і пружна, відрізняється легкістю обробки і монтажу. Ізоляція не дає усадки і не втрачає своїх властивостей в процесі експлуатації. Прийнято по [2].

Достатня щільність плити перешкоджає конвекції, тому опір теплопередачі зберігається навіть в дуже холодні зими.

Основні переваги цегляної кладки:

-міцність і надійність. Цегла стійка до зовнішніх впливів – змін температури, рівня вологості, цвілі, пожежі. З огляду на вище зазначені моменти підвищується загальний термін експлуатації будівлі з цегли.

-екологічність. Цегла виготовлена з натуральних матеріалів, тому не містить шкідливих для людини речовин.

-комфортний мікроклімат. Завдяки унікальним властивостям цегли, каркас будівлі буквально «дихає», що дозволяє влітку не відчувати спеку, а взимку зберігати тепло.

-високий рівень звукоізоляції. З огляду на матеріал і товщину стін, звуки у цегляних будівлях ефективно поглинаються і розсіюються, нівелюючи можливі незручності для жителів сусідніх приміщень.

Підлога виконана з шлакопемзобетону, утеплювача PAROC Was 25T та лінолеуму на тканинній основі. Плита PAROC WAS 25t - це негорюча кам'яна вата, яка вживається для ізоляції вентилярованих фасадів в процесі реконструкції старих і будівництва нових будівель. Фасадна плита має кашировку стеклохолстом, що дозволяє захистити теплоізоляцію від інверсії волокна. Прийнято по [2].

Переваги використання шлакопемзобетону:

- технічні характеристики шлакобетону досить високі, завдяки чому його можна використовувати для малоповерхової забудови будь-якого призначення. Універсальність використання дозволяє застосовувати його практично для будь-яких цілей;
 - відмінні теплозберігаючі властивості дозволяють заощадити значні кошти на обігрів в подальшому. Це дуже корисно як в регіонах з холодними зимами, так і в теплих поясах: в таких будівлях постійно підтримуватиметься мікроклімат, наближений до оптимального;
 - легкий та простий у використанні, можливе встановлення без залучення важкої техніки;
- залежно від особливостей застосування можна вибрати як повнотілі блоки, так і варіанти з пустотами, які набагато легше. При цьому і конфігурація порожнин може дуже сильно відрізнятися, але згідно з будівельними нормами порожнеча не повинна перевищувати 40%.

У список переваг лінолеуму на тканинній основі входить:

- теплоізоляція;
- легка укладка;
- екологічність;
- невибагливість;
- безпека експлуатації.

В покриттях були використані наступні матеріали:

- керамзитобетонні плити;
- утеплювач Технорф;
- пароізоляція;

-рубероїд.

Висококласний будівельний матеріал ТЕХНОРУФ використовують для теплоізоляції будівель, який служить в якості нижнього шару. Крім теплоізоляції, плити також мають звукоізоляцією, відмінно поглинають вуличний шум і властивостями пароізоляції, що дозволяє дихати покриттям. Утеплювач використовують не тільки в будівельних, але і ремонтних роботах існуючих будівель. Негорючими плитами покривають металеві та залізобетонні основи. Прийнято по [2].

Утеплювач має низку переваг, таких як:

- тепозбереження;
- звукоізоляція;
- універсальність (застосовують для утеплення будівель всіх видів);
- стійкість до вологи;
- негорючість (пожежобезпечний);
- зносостійкість;
- простий в монтажній роботі;
- екологічно чистий матеріал.

Керамзитобетон, як різновид будівельного матеріалу, є монолітним і застиглий природним шляхом компонент, в складі якого використовується керамзит. Застосування керамзиту забезпечує легкість зведеної конструкції і утримання тепла, що дозволяє знизити витрати на опалювальні прилади.

Перекриття з бетону з додаванням керамзиту має безліч переваг, включаючи звукоізоляцію, вологостійкість, легкість конструкції і т.д.

Пароізоляційна плівка екологічно безпечна, відрізняється високою стійкістю до сонячної радіації, високою розривною міцністю.

Переваги пароізоляції:

- зберігає в сухому стані теплоізоляцію і всі елементи конструкції;
- зменшує втрати тепла, пов'язані з інверсією в утеплювач холодного повітря, що значно покращує теплозахисні якості покрівлі;
- запобігає втраті ваги утеплювача в результаті видування в підкрівельний простір волокон.

До переваг руберойду, що забезпечує затребуваність будматеріалу, відносяться:

- гнучкість. Можна провести гідроізоляцію об'єкта з будь-якою конфігурацією. Використовується в проектах типового та індивідуального будівництва;
- довговічність. При дотриманні правил експлуатації руберойдового покриття може служити десятиліттями, забезпечуючи захист від вологи;
- універсальність. Рулонне покриття підійде для гідроізоляції дахів, фундаменту, підвалу та інших частин будівель;
- відмінні гідроізоляційні властивості;
- простий монтаж;
- низька вартість.

1.4 Аналіз системи тепlopостачання

Дипломний проект опалення готелю в місті Суми, виконаний на підставі архітектурно-будівельного і технологічного завдання. В проекті запроектована вертикальна двотрубна система опалення з нижньою розводкою подавальної магістралі та відкритим прокладанням стояків і підводок. Прийнято по [8].

Переваги водяних систем тепlopостачання Прийнято по [9]:

- можливість транспортування води на більшу відстань, ніж пари;
- нескладність приєднання систем опалення, вентиляції і гарячого водopостачання до водяних теплових мереж;
- можливість центрального регулювання теплових навантажень;
- вода має більшу теплоємність, ніж пара, та більшу акумулюючу здатність;
- більший термін безаварійної роботи систем опалення і вентиляції.

Недоліки водяних систем тепlopостачання Прийнято по [9]:

- витрати електроенергії на транспортування теплоносія;
- значно підвищений гідростатичний тиск внаслідок значної густини води.

Система запроектована з труб сталевих водогазopовідних діаметрами від 15 до 50 мм.

До сильних сторін і особливостям труб зі сталі можна віднести:

-їх стійкість до високих навантажень, представленим зовнішнім впливом і високим тиском;

-можливість руху по трубах теплоносія, що має температуру більше ста градусів за Цельсієм;

-можливість відігрівання труб в екстрених випадках (при замерзанні теплоносія) навіть відкритим полум'ям;

-значний термін служби (близько 30 -ти років). Прийнято по [9].

Опалювальні прилади – «Extra Therm» типу S4 500/100. Оригінальність конструкції радіатора в тому, що він складається з міцного й стійкого до електрохімічної корозії алюмінієвого трубопровідного каркаса, який має зовнішні ребра із високоякісного сплаву, запресовані методом лиття під високим тиском.

При цьому утворюється монолітне з'єднання, що виключає можливість контакту алюмінію з водою, а значить і корозії. Гарантована стійкість конструкції при різких наднормативних перепадах тиску в системі протягом усього терміну служби.

Радіатори адаптовані до будь-яких систем опалення житлових і виробничих приміщень із робочим тиском у системі до 16 атм. Ці радіатори не вимагають спеціальної підготовки води (очищення, зниження кислотності).

Біля кожного опалювального приладу встановлено регулятор температур. Температура теплоносія в подавальному трубопроводі 95°C , а в зворотному 70°C .

У готелі встановлюється вузол керування.

Вузол керування встановлено в технічному приміщенні, який має таку арматуру та обладнання: регулятор перепаду тиску, сідельний регулюючий клапан з електроприводом, датчики температури зовнішнього повітря, датчик температури теплоносія, збалансований вентиль, фільтр, теплолічильник, насос, зворотний клапан. Прийнято по [16].

2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ГОТЕЛЮ У МІСТІ СУМИ

2.1. Теплотехнічний розрахунок

2.1.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалювальних будівель та споруд і внутрішніх конструкцій, що розділяють приміщення, температура повітря в яких відрізняється на 3° С та більше, обов'язкове виконання умов:

$$R_{np} \geq R_{g \min} \quad (2.1)$$

де $R_{g \min}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, мінімальне значення опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, Вт/ (м² · К). Прийнято по [2];

Коефіцієнт теплопередачі визначаємо за формулою:

$$K = \frac{1}{R_{np}} \quad (2.2)$$

Невідому товщину шару огороження (утеплювача) визначено за формулою:

$$\delta_x = \left[R_{g \min} - \left(\frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \right] \times \lambda_x \quad (2.3)$$

Тоді

$$\delta_3 = 0,036 \cdot \left[3,3 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,001}{0,81} + \frac{0,51}{0,70} + \frac{0,012}{0,81} + \frac{0,04}{0,81} + \frac{1}{23} \right) \right] = 0,09 \text{ м.}$$

Приведений термічний опір огороження R_{np} , $\text{м}^2\text{К}/\text{Вт}$, визначено за формулою (2.4)

$$R_{np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,51}{0,70} + \frac{0,012}{0,81} + \frac{0,04}{0,81} + \frac{0,09}{0,036} + \frac{1}{23} = 3,36 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт.}$$

Знайдене значення R_{np} порівняно з мінімальним значенням опору теплопередачі R_{qmin} , за формулою (2.1). Отже

$$R_{np} \geq R_{qmin},$$

$$3,36 \geq 3,3.$$

Коефіцієнт теплопередачі визначено за формулою (2.2):

$$K = \frac{1}{3,36} = 0,3 \text{ Вт/м}^2\text{К.}$$

Визначення температурних зон району будівництва виконуються за картою-схемою температурних зон України за кількістю градусо-днів опалювального періоду S , *градусо-днів*, що наведені у [2] або за формулою:

$$S = (t_g - t_{on}) \cdot Z_{on}, \quad (2.5)$$

де t_g - розрахункова температура внутрішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$. Прийнято по [3];

t_{on} - середня температура опалювального періоду, $^{\circ}\text{C}$;

Z_{on} - тривалість опалювального періоду, *днів*.

Отже

$$S = (20 + 0,8) \cdot 178 = 3702 \text{ градусо-дїб}$$

Результати розрахунку зведено в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Конструкція зовнішніх стін	Товщина шару огородження δ , м	Коефіцієнт теплопровідності матеріалу огородження λ , Вт/(м · К)	Кількість градусо-дїб опалювального періоду S	Приведений термічний опір огородження R_{np} , м ² К/Вт	Коефіцієнт теплопередачі K , Вт/м ² К
1.Цементно-піщаний розчин	0,01	0,81	3702	3,36	0,3
2.Цегляна кладка з цегли звичайної	0,51	0,70			
3.Розчин цементно-піщаний	0,012	0,81			
4.Утеплювач Paroc Uns 37Z	0,09	0,036			
5.Розчин цементно-піщаний	0,004	0,81			

2.1.2 Теплотехнічний розрахунок покриття

Термічний опір зовнішнього огородження R_{np} житлових і побутових будівель повинен бути не меншим за нормативний опір тепловіддачі, що визначається за [2], для покриття рівняється $R_{q\min} = 4,95$.

Невідому товщину шару утеплювача δ , м, визначено по формулі (2.3):

$$\delta_2 = 0,042 \cdot \left[4,95 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,4}{0,79} + \frac{0,003}{0,41} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{1}{12} \right) \right] = 0,175 \approx 0,18 \text{ м.}$$

Приведений термічний опір огороження R_{np} , м²К/Вт, визначено за формулою (2.4):

$$R_{np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,4}{0,79} + \frac{0,18}{0,042} + \frac{0,003}{0,41} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{1}{12} = 5,82 .$$

$$R_{np} \geq R_{q \min} ,$$

$$5,82 \geq 4,95 .$$

Коефіцієнт теплопередачі визначено за формулою (2.2)

$$K = \frac{1}{5,82} = 0,17 \text{ Вт/м}^2\text{К.}$$

Результати розрахунку зведено в таблицю 2.2

Таблиця 2.2 - Теплотехнічний розрахунок покриття

Конструкція зовнішніх стін	Товщина шару огороження δ , м	Коефіцієнт теплопровідності матеріалу огороження λ , Вт/(м · К)	Кількість градусодіб опалювального періоду S	Приведений термічний опір огороження R_{np} , м ² К/Вт	Коефіцієнт теплопередачі K , Вт/м ² К
1.Керамзитобетонні плити	0,4	0,79	3,702	5,82	0,17
2.Утеплювач Техноруп	0,18	0,042			
3.Пароізоляція	0,003	0,41			
4.Вирівнююча цементна стяжка	0,01	0,81			
5.Рубероїд	0,01	0,17			

2.1.3 Теплотехнічний розрахунок дверей

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі для дверей приймається згідно за [2], м²К/Вт

$$R_{q \min} = 0,5 .$$

Коефіцієнт теплопередачі визначено за формулою (2.2):

$$K = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ Вт/м}^2\text{К.}$$

2.1.4 Теплотехнічний розрахунок вікон

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожуючої конструкції (вікон) $R_{q\min} = 0,5 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$, прийнято по [2].

Вибираємо вікна з двокамерним склопакетом 4М₁-16-4і та приведеним опором теплопередачі $R_{пр} = 0,75 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$.

Позначення скла:

4 – товщина скла;

М₁ – листове стандартне;

б – відстань між склом;

К – енергозберігаюче з твердим покриттям.

Визначаємо табличний коефіцієнт теплопередачі K , $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$, по формулі (2.6)

$$K_{\text{табл}} = \frac{1}{0,75} = 1,33.$$

Для розрахунку втрат тепла через стіни, поверхні огорожень вимірюють без урахування площі вікон, таким чином, площа вікон враховується двічі, тому коефіцієнт для вікон приймають як різницю його значень для вікон і стін. Отже

$$K = K_{\text{табл}} - K_{\text{зс}} = 1,33 - 0,3 = 1,03 .$$

2.1.5 Теплотехнічний розрахунок підлоги

Термічний опір зовнішнього огороження $R_{пр}$ житлових і побутових будівель повинен бути не меншим за нормативний опір тепловіддачі, що визначається за [2], для підлоги рівняється $R_{q\min} = 4,50$.

Невідому товщину шару утеплювача δ , м, визначено по формулі (2.3)

$$\delta_2 = 0,034 \cdot \left[3,75 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,3}{0,37} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,05}{0,23} + \frac{1}{6} \right) \right] = 0,09 \text{ м.}$$

Приведений термічний опір огороження R_{np} , м²К/Вт, визначено за формулою (2.4)

$$R_{np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,3}{0,37} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,05}{0,23} + \frac{0,09}{0,034} + \frac{1}{6} = 3,97.$$

$$R_{np} \geq R_{q\min},$$

$$3,97 \geq 3,75$$

Коефіцієнт теплопередачі визначено за формулою (2.2):

$$K = \frac{1}{3,97} = 0,25 \text{ Вт/м}^2\text{К.}$$

Результати розрахунку зведено в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 - Теплотехнічний розрахунок підлоги

Конструкція зовнішніх стін	Товщина шару огороження δ , м	Коефіцієнт теплопровідності матеріалу огороження λ , Вт/(м · К)	Кількість градусодіб опалювального періоду S	Приведений термічний опір огороження R_{np} , м ² К/Вт	Коефіцієнт теплопередачі K , Вт/м ² К
1.Шлакопемзобетон	0,3	0,37	3702	3,97	0,25
2.Утеплювач Paroc Was 25Т (TSL)	0,08	0,034			
3.Вапняно-піщана корка	0,01	0,93			
4.Лінолеум на тканинній основі	0,005	0,23			

2.2 Розрахунок тепловтрат

Основні тепловтрати приміщень житлового будинку, що складаються з втрат теплоти через окремі зовнішні огорожуючі конструкції, $Q_{осн}$, Вт, визначено по формулі

$$Q_{осн} = K \cdot A \cdot (t_{в} - t_{3.о.р}) \cdot n, \quad (2.7)$$

де A - площа конструкції, через яку відбувається втрата теплоти, м²;

$t_{в}$ - розрахункова температура внутрішнього повітря, °С, прийнято по [3] (в кутових кімнатах на 2 градуси вище);

n - поправочний коефіцієнт, прийнято по [4] для зовнішніх стін - 1, горіщних перекриттів – 0,9, перекриттів над підвалами 0,6;

K – коефіцієнт теплопередачі конструкцій огорож, Вт/(м²·К).

Назви огорожень позначені: ЗС – зовнішня стіна, ПВ – подвійне скло, Ст - горищне перекриття (стеля), ПД – перекриття над підвалом (підлога), Дв - подвійні двері.

Повні втрати теплоти $Q_{\text{п}}$, Вт, визначено по формулі

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{осн}} \cdot P, \quad (2.8)$$

де P - множник, що враховує додаткові втрати теплоти. Його визначено по формулі

$$P = 1 + 0,01 \cdot \beta, \quad (2.9)$$

де β - додаткові втрати, %.

В розрахунку прийняті наступних видів:

- 1) на кутові приміщення. Для них температуру внутрішнього повітря прийнято на 2 °С більше для житлового будинку;
- 2) добавка на підігрів холодного повітря, що надходить через зовнішні двері, котрі короткочасно відкриваються, прийнята рівною для подвійних дверей без тамбура $34 \cdot H$ (%), де H – висота будівлі, м;
- 3) на вітер
- 4) добавка на орієнтацію огорожуючих конструкцій по сторонах світу відповідно прийнята для:
 - північ, схід, північний захід, північний схід – 10%
 - південний схід, захід – 5%
 - південний захід, південь – 0%

Побутові тепловиділення (від освітлення, обладнання і людей) $Q_{\text{м}}$, Вт, визначено по формулі

$$Q_{\text{м}} = 10 \cdot A_{\text{підл}}, \quad (2.10)$$

де $A_{\text{підл}}$ - площа підлоги приміщень. Визначена по кресленнях будинку.

Втрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря Q_v , Вт, визначені по формулі

$$Q_v = 0,337 \cdot F \cdot h \cdot (t_v - t_{z.o.p.}), \quad (2.11)$$

де h - висота приміщення від підлоги до стелі, м.

Загальні втрати теплоти $Q_{заг}$, Вт, для всього приміщення визначені по формулі

$$Q_{заг} = \sum Q_{п} + Q_v - Q_m, \quad (2.12)$$

Приклад розрахунку втрат теплоти приміщення № 101:

1. Зовнішня стіна з орієнтацією на схід.

Площа $A=27,08 \text{ м}^2$; температурний напір $t_{вн} - t_{н.о.р.} = 22 - (-23) = 45^\circ\text{C}$;

Коефіцієнт теплопередачі $K=0,30 \text{ Вт/м}^2\text{К}$;

Сума додаткових втрат $\Sigma\beta=10\%$;

Поправочний коефіцієнт $n=1$.

Повні тепловтрати через зовнішню стіну визначено за формулою (2.13)

$$Q = 27,08 \cdot 0,30 \cdot 45 \cdot 1 \cdot (1 + 0,1) = 402,2 \text{ Вт.}$$

2. Зовнішня стіна з орієнтацією на південь.

Площа $A=16,28 \text{ м}^2$; температурний напір $t_{вн} - t_{н.о.р.} = 22 - (-23) = 45^\circ\text{C}$;

Коефіцієнт теплопередачі $K=0,30 \text{ Вт/м}^2\text{К}$;

Сума додаткових втрат $\Sigma\beta=0\%$;

Поправочний коефіцієнт $n=1$.

Повні тепловтрати через зовнішню стіну визначено за формулою (2.14)

$$Q = 16,28 \cdot 0,30 \cdot 45 \cdot 1 \cdot (1 + 0) = 219,8 \text{ Вт.}$$

3. Вікно з орієнтацією на південь.

Площа $A=3,78 \text{ м}^2$; температурний напір $t_{вн} - t_{н.о.р.} = 22 - (-23) = 45^\circ\text{C}$;

Коефіцієнт теплопередачі $K=1,03 \text{ Вт/м}^2\text{К}$;

Сума додаткових втрат $\Sigma\beta=0\%$;

Поправочний коефіцієнт $n=1$.

Повні тепловтрати через зовнішню стіну визначено за формулою (2.15)

$$Q=3,78 \cdot 1,03 \cdot 45 \cdot 1 \cdot (1+0)=175,2 \text{ Вт.}$$

4. Підлога кімнати.

Площа $A=27,25 \text{ м}^2$; температурний напір $t_{\text{вн}} - t_{\text{н.о.р.}} = 22 - (-23) = 45^\circ\text{C}$;

Коефіцієнт теплопередачі $K=0,25 \text{ Вт/м}^2\text{К}$;

Сума додаткових втрат $\Sigma\beta=0\%$;

Поправочний коефіцієнт $n=0,6$.

Повні тепловтрати через зовнішню стіну визначено за формулою (2.16)

$$Q=27,25 \cdot 0,25 \cdot 45 \cdot 0,6 \cdot (1+0)= 184,0 \text{ Вт.}$$

Втрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря Q_v визначено за формулою (2.17) – для житлових приміщень.

$$Q_v = 0,337 \cdot 27,25 \cdot 3,3 \cdot 45 = 1363,9 \text{ Вт,}$$

Побутові тепловиділення (тепловий потік що регулярно від освітлення, і людей) Q_m для житлових приміщень визначено за формулою (2.18),

$$Q_m = 10 \cdot 27,25 = 272,5 \text{ Вт.}$$

Загальні тепловтрати всього приміщення $Q_{\text{заг}}$ визначено за формулою (2.19)

$$Q_{\text{заг}}=981,1+1363,9+272,5= 2073 \text{ Вт}$$

Для інших приміщень розрахунків виконано аналогічно.

Результат розрахунку заводиться до таблиці 2.4.

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
103	ЗС	18	Півд	17,78	3,7	65,79	41	1	0,30	809,2	0	0	0	0	809,2			
ресторан	ПВ	18	Півд	3,75	1,8	6,75	41	1	1,03	285,1	0	0	0	0	285,1			
	ПВ	18	Півд	3,75	1,8	6,75	41	1	1,03	285,1	0	0	0	0	285,1			
	ПВ	18	Півд	3,75	1,8	6,75	41	1	1,03	285,1	0	0	0	0	285,1			
	ПВ	18	Півд	3,75	1,8	6,75	41	1	1,03	285,1	0	0	0	0	285,1			
	Пд.	18	-	18,1	8,7	157,5	41	0,6	0,25	968,4	0	0	0	0	968,4			
															2917,8	7180,0	1575	8523
104	ЗС	18	Сх	1	3,7	3,70	41	1	0,30	45,5	10	0	0	10	50,1			
кухня	ЗС	18	Півд	4,84	3,7	17,91	41	1	0,30	220,3	0	0	0	0	220,3			
	ЗС	18	Зх	2,99	3,7	11,1	41	1	0,30	136,1	5	0	0	5	142,9			
	ПВ	18	Півд	2,13	1,8	3,83	41	1	1,03	161,9	0	0	0	0	161,9			
	Пд	18	-	6,8	3,56	24,21	41	0,6	0,25	148,9	0	0	0	0	148,9			
	Пд.су	25	-	2,45	1,69	4,14	48	0,6	0,25	29,8	0	0	0	0	29,8			
	Пд.кор.	16	-	1,77	2,45	4,34	39	0,6	0,25	25,4	0	0	0	0	25,4			
															779,2	1490,3	326,9	1943
ЛК	ЗС	16	Зх	6,57	3,7	24,31	39	1	0,30	284,4	5	0	0	5	298,6			
А	ЗС	16	Півн	4,57	3,7	16,91	39	1	0,30	197,8	10	0	0	10	217,6			
	ПВ	16	Півн	2,13	1,8	3,83	39	1	1,03	154,0	10	0	0	10	169,4			
	Пд	16	-	4,02	6,56	26,37	39	0,6	0,25	154,3	0	0	0	0	154,3			
															839,9	1143,8	264	1720

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
202	ЗС	22	Сх	2	3,7	7,40	45	1	0,30	99,9	10	0	0	10	109,9			
КОМ.	ЗС	22	Півд	1,00	3,7	3,70	45	1	0,30	50,0	0	0	0	0	50,0			
	ЗС	22	Сх	1,00	3,7	3,70	45	1	0,30	50,0	10	0	0	10	54,9			
	ЗС	22	Півд	3,14	3,7	11,62	45	1	0,30	156,8	0	0	0	0	156,8			
	ЗС	22	Зх	1,00	3,7	3,70	45	1	0,30	50,0	5	0	0	5	52,4			
	ЗС	22	Півд	0,43	3,7	1,59	45	1	0,30	21,5	0	0	0	0	21,5			
	ПВ	22	Півд	1,6	1,8	2,88	45	1	1,03	133,5	0	0	0	0	133,5			
	Пд.	22	-	1,87	1	1,87	45	0,6	0,25	12,6	0	0	0	0	12,6			
	Пд.	22	-	3,6	3,33	11,99	45	0,6	0,25	80,9	0	0	0	0	80,9			
	Пд.су	25	-	1,92	2,48	4,76	48	0,6	0,25	34,3	0	0	0	0	34,3			
	Пд.кор.	16	-	1,58	2,48	3,92	39	0,6	0,25	22,9	0	0	0	0	22,9			
															729,8	1127,9	225,4	1632
203	ЗС	22	Півд	8,98	3,7	33,23	45	1	0,30	448,6	0	0	0	0	448,6			
КОМ.	ПВ	22	Півд	3,75	1,8	6,75	45	1	1,03	312,9	0	0	0	0	312,9			
	ПВ	22	Півд	3,75	1,8	6,75	45	1	1,03	312,9	0	0	0	0	312,9			
	Пд.	22	-	4,24	8,34	35,36	45	0,6	0,25	238,7	0	0	0	0	238,7			
	Пд.	22	-	4,29	5,79	24,84	45	0,6	0,25	167,7	0	0	0	0	167,7			
	Пд.су	25	-	2,56	2,44	6,25	48	0,6	0,25	45,0	0	0	0	0	45,0			
	Пд.кор.	16	-	1,63	2,44	3,98	39	0,6	0,25	23,3	0	0	0	0	23,3			
															1548,9	3524,3	704,2	4369

Кінець таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
212	ЗС	22	ПівН	4,07	3,7	15,06	45	1	0,30	203,3	10	0	0	10	223,6			
КОМ.	ПВ	22	ПівН	3,75	1,8	6,75	45	1	1,03	312,9	10	0	0	10	344,1			
	Пд.	22	-	3,97	6,05	24,02	45	0,6	0,25	162,1	0	0	0	0	162,1			
	Пд.су	25	-	1,54	2,36	3,63	48	0,6	0,25	26,2	0	0	0	0	26,2			
	Пд.кор.	16	-	2,33	2,36	9,75	39	0,6	0,25	57,0	0	0	0	0	57,0			
															813,1	1871,8	374,0	2311
213	ЗС	22	ЗХ	1,34	3,7	4,96	45	1	0,30	66,9	10	0	0	10	73,6			
КОМ.	ЗС	22	ПівН	3,19	3,7	11,80	45	1	0,30	159,3	10	0	0	10	175,3			
	ЗС	22	СХ	1,32	3,7	4,88	45	1	0,30	65,9	10	0	0	10	72,5			
	ЗС	22	ПівН	1,32	3,7	4,88	45	1	0,30	65,9	10	0	0	10	72,5			
	ЗС	22	СХ	2,31	3,7	8,55	45	1	0,30	115,4	10	0	0	10	126,9			
	ПВ	22	ПівН	1,6	1,8	2,88	45	1	1,03	133,5	10	0	0	10	146,8			
	Пд.	22	-	1,9	1	1,90	45	0,6	0,25	12,8	0	0	0	0	12,8			
	Пд.	22	-	3,76	3,99	15,00	45	0,6	0,25	101,3	0	0	0	0	101,3			
	Пд.су	25	-	1,93	2,5	4,83	48	0,6	0,25	34,7	0	0	0	0	34,7			
	Пд.кор.	16	-	1,73	2,5	4,33	39	0,6	0,25	25,3	0	0	0	0	25,3			
															841,8	1303,8	260,5	1885
214	ЗС	20	СХ	2,6	3,7	9,62	43	1	0,30	124,1	10	0	0	10	136,5			
КОМ.	ПВ	20	СХ	1,56	1,8	2,81	43	1	1,03	124,4	10	0	0	10	136,8			
	Пд.	20	-	3,76	1,96	7,37	43	0,6	0,25	47,5	0	0	0	0	47,5			
															320,8	352,4	73,7	600

2.3 Гідравлічний розрахунок системи опалення.

Гідравлічний розрахунок системи опалення полягає у визначенні діаметрів трубопроводів і витрат тиску в розрахункових кільцях. Для цього попередньо виконано аксонометричну схему системи опалення з поділом на розрахункові кільця, визначені розрахункові ділянки з позначенням витрат теплоносія, діаметрів і довжин ділянок.

Гідравлічний розрахунок системи опалення виконано наступним чином.

Для гідравлічного розрахунку виконуємо схему системи опалення в аксонометричній проекції.

Виміряємо довжини ділянок, підраховуємо необхідні витрати на ділянках і місцеві опори.

Витрати теплоносія на ділянці, кг/с

$$G_{\text{діл}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{діл}}}{c \cdot (t_{\text{г}} - t_{\text{о}})} \quad (2.20)$$

де $Q_{\text{діл}}$ – теплове навантаження ділянки, Вт;

c - теплоємність води, кДж/кг·К.

Користуючись таблицями по витратам теплоносія [4], [6] знаходимо діаметр трубопроводу d , швидкість теплоносія w , уточнюємо втрати тиску по довжині R і динамічний тиск $P_{\text{д}}$.

Втрати тиску на тертя Rl , Па

$$Rl = R \cdot l \quad (2.21)$$

Втрати тиску на місцеві опори знаходять по динамічному тиску і сумі коефіцієнтів місцевих опорів, Па

$$Z = P_{\text{д}} \cdot \sum \xi \quad (2.22)$$

де $\sum \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів.

Задача гідравлічного розрахунку полягає в підборі діаметрів таким чином, щоб сума втрат тиску $\sum(Rl + Z)$ була на 5-15 % менше величини розрахункового циркуляційного тиску $\Delta P_{ц.к}$

$$\Delta = \frac{\Delta P_{цк} - \sum(Rl + Z)}{\Delta P_{цк}} \cdot 100 \quad (2.23)$$

Якщо нев'язка гідравлічного розрахунку не перевищує 15 %, розрахунок вважається завершеним.

Розрахунок першого циркуляційного кільця:

Витрати теплоносія на ділянці, кг/с визначено по формулі (2.20)

$$G_{д\ddot{u}л} = \frac{3,6 \cdot 66035}{4,187 \cdot (95 - 70)} = 2271,1$$

Користуючись таблицями по витратам теплоносія знаходимо діаметр трубопроводу $d=50\text{мм}$, швидкість теплоносія $w=0,291\text{м/с}$, уточнюємо втрати тиску по довжині $R=24\text{Па/м}$ і динамічний тиск $P_d=41,1\text{Па}$.

Втрати тиску на тертя Rl , Па визначено по формулі (2.21)

$$Rl = 24 \cdot 4,60 = 110,4$$

Втрати тиску на місцеві опори знаходять по динамічному тиску і сумі коефіцієнтів місцевих опорів, Па за формулою (2.22)

$$Z = 41,1 \cdot 2 = 82,2$$

По формулі (2.23) визначено нев'язку гідравлічного розрахунку першого кільця:

$$\Delta = \frac{11980 - 10265}{11980} \cdot 100 = 14\%$$

Розрахунок другорядного циркуляційного кільця системи виконано аналогічно. Отже:

- нев'язка гідравлічного розрахунку другого кільця

$$\Delta = \frac{11980 - 10245,1}{11980} \cdot 100 = 14,5\%;$$

Аксонетрична схема системи опалення з нанесеними розрахунковими ділянками, витратами теплоносія, діаметрами і довжинами ділянок зображена на графічному листі 2.

Результати гідравлічного розрахунку заносяться до таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Гідравлічний розрахунок

Номер ділянки	Теплове навантаження ділянки Q, Вт	Витрати теплоносія на ділянці С, кг/с	Довжина ділянки L, м	Діаметр ділянки d, мм	Швидкість руху теплоносія w, м/с	Питомі втрати тиску Rуд, Па/м	Втрати тиску на тертя Rl, Па	Коефіцієнт місцевих опорів $\sum \zeta$	Динамічний тиск Rд, Па	Втрати тиску на місцеві опори Z, Па	Втрати тиску на ділянці Rl+Z, Па	Ескізи місцевого опору
1	66035,0	2271,1	4,60	50	0,291	24	110,4	2	41,1	82,2	192,6	відвод - 1,трійник на відгалуженні-1
2	33511,0	1152,5	8,50	40	0,245	24	204,0	2	29,3	58,6	262,6	відвод - 1,трійник на відгалуженні-1
3	30838,0	1060,6	6,50	32	0,285	38	247,0	2,5	39,7	99,25	346,3	відвод - 2,трійник на відгалуженні-1
4	28766,0	989,3	7,00	32	0,269	34	238,0	3,5	35,6	124,6	362,6	відвод - 2,трійник на відгалуженні-1
5	25104,0	863,4	8,40	25	0,411	110	924,0	1,5	82,2	123,3	1047,3	трійник на відгалуженні - 1
6	16474,0	566,6	8,60	20	0,435	170	1462,0	1,5	92,5	138,75	1600,8	трійник на відгалуженні - 1
7	7782,0	267,6	8,90	20	0,204	40	356,0	3,5	20,5	71,75	427,8	відвод - 2,трійник на відгалуженні-1
8	3680,0	126,6	7,40	15	0,176	45	333,0	35,5	15	532,5	865,5	відвод - 2,трійник на відгалуженні-1, радіатор - 2, регулюючий кран - 2
8'	3680,0	126,6	7,40	15	0,176	45	333,0	5	15	75	408,0	відвод - 2,трійник на протитеч.-1
7'	7782,0	267,6	8,90	20	0,204	40	356,0	5	20,5	102,5	458,5	відвод - 2,трійник на протитеч.-1
6'	16474,0	566,6	8,60	20	0,435	170	1462,0	3	92,5	277,5	1739,5	трійник на протитоці - 1
5'	25104,0	863,4	8,40	25	0,411	110	924,0	3	82,2	246,6	1170,6	трійник на протитоці - 1
4'	28766,0	989,3	7,00	32	0,269	34	238,0	5	35,6	178	416,0	відвод - 2,трійник на протитеч.-1
3'	30838,0	1060,6	6,50	32	0,285	38	247,0	4	39,7	158,8	405,8	відвод - 2,трійник на протитеч.-1
2'	33511,0	1152,5	8,50	40	0,245	24	204,0	3,5	29,3	102,55	306,6	відвод - 1,трійник на протитч. -1
1'	66035,0	2271,1	4,60	50	0,291	24	110,4	3,5	41,1	143,85	254,3	відвод - 1,трійник на протитч. -1
Σ			119,80				7748,8			2515,8	10264,6	

Кінець таблиці 2.5

Номер ділянки	Теплове навантаження ділянки Q, Вт	Витрати теплоносія на ділянку G, кг/с	Довжина ділянки l, м	Діаметр ділянки d, мм	Швидкість руху теплоносія w, м/с	Питомі втрати тиску Rуд., Па/м	Втрати тиску на тертя Rl, Па	Коефіцієнт місцевих опорів $\Sigma\zeta$	Динамічний тиск Рд, Па	Втрати тиску на місцеві опори Z, Па	Втрати тиску на ділянку Rl+Z, Па	Ескізи місцевого опору
1	66035,0	2271,1	4,60	50	0,291	24	110,4	2	41,1	82,2	192,6	відвод - 1,трійник на відгалудженні-1
9	32524,0	1118,6	5,70	40	0,234	22	125,4	2	25,9	51,8	177,2	відвод - 1,трійник на відгалудженні-1
10	30217,0	1039,2	2,70	32	0,285	38	102,6	2,5	39,7	99,25	201,9	відвод - 1,трійник на відгалудженні-1
11	26016,0	894,7	7,20	25	0,430	120	864,0	1,5	90,4	135,6	999,6	трійник на відгалудженні - 1
12	16994,0	584,5	7,80	25	0,272	50	390,0	1,5	15,0	22,5	412,5	трійник на відгалудженні - 1
13	13705,0	471,3	4,60	20	0,363	120	552,0	1,5	65,1	97,65	649,7	трійник на відгалудженні - 1
14	8765,0	301,4	3,50	15	0,424	240	840,0	4,5	88,3	397,35	1237,4	відвод - 2,трійник на відгалудженні-1
15	4116,0	141,6	16,00	15	0,196	55	880,0	4,5	18,6	83,7	963,7	відвод - 2,трійник на відгалудженні-1
15`	4116,0	141,6	16,00	15	0,196	55	880,0	6	18,6	111,6	991,6	відвод - 2,трійник на протитеч.-1
14`	8765,0	301,4	3,50	15	0,424	240	840,0	6	88,3	529,8	1369,8	відвод - 2,трійник на протитеч.-1
13`	13705,0	471,3	4,60	20	0,363	120	552,0	3	65,1	195,3	747,3	трійник на протитеч.- 1
12`	16994,0	584,5	7,80	25	0,272	50	390,0	3	15,0	45	435,0	трійник на протитеч.- 1
11`	26016,0	894,7	7,20	25	0,430	120	864,0	3	90,4	271,2	1135,2	трійник на протитеч.-1
10`	30217,0	1039,2	2,70	32	0,285	38	102,6	4	39,7	158,8	261,4	відвод - 1,трійник на протитеч.-1
9'	32524,0	1118,6	5,70	40	0,234	22	125,4	3,5	25,9	90,65	216,1	відвод - 1,трійник на протитеч.-1
1'	66035,0	2271,1	4,60	50	0,291	24	110,4	3,5	41,1	143,85	254,3	відвод - 1,трійник на протитч. -1
Σ			95,00				7508,0			2290,2	10245,1	

2.4 Розрахунок системи гарячого водопостачання

Гаряче водопостачання забезпечує гарячою водою потреби споживачів готелю. Вода з мережі холодного водопостачання, яка відповідає вимогам ДСанПін №383 Про затвердження Державних санітарних правил і норм «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько – питного водопостачання», поступає в місцевий водонагрівач, який розташовано в Центральному тепловому пункті.

Мережу гарячого водопостачання запроектовано з нижньою розводкою труб до стояків і верхнім їх закільцьовуванням. Для забезпечення рівних умов циркуляції по стояках, водорозбірні стояки кільцюють проміж собою.

Магістральні трубопроводи прокладено відкрито у підвалі з нахилом 0,002, для можливості спуску води з мережі.

Трубопроводи гарячого водопостачання монтуються з пластикових труб діаметром 25*1,9...50*3,7, мм. Арматура в системах гарячого водопостачання використовується латунна.

Мережа гарячого водопостачання розраховується на найбільш несприятливі режими роботи максимальної витрати води.

Добова витрата гарячої води визначається за формулою

$$q_{u,d}^h = \frac{q_u^h \cdot U}{1000}, \text{ м}^3 / \text{доб} \quad (2.24)$$

де q_u^h - норма витрати гарячої води споживачем за добу найбільшого споживання;

Добова витрата гарячої води розрахована за формулою (2.24)

$$q_{u,d}^h = \frac{54 \cdot 70}{1000} = 3,78, \text{ м}^3 / \text{доб}$$

Середньогодинна витрата води за добу максимального водоспоживання,

визначається за формулою

$$q_T^h = \frac{q_{u,d}^h}{T}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.25)$$

де T - розрахунковий час використання води 24 години;

Середньогодинна витрата води за добу максимального водоспоживання, розрахована за формулою (2.25)

$$q_T^h = \frac{3,78}{24} = 0,16, \text{ м}^3/\text{год}$$

Ймовірність дії санітарно – технічних приладів визначається за формулою

$$P^h = \frac{q_{hr,u}^h \cdot U}{q_0^h \cdot N \cdot 3600} \quad (2.26)$$

де $q_{hr,u}^h$ - норма витрати гарячої води споживачем, за добу найбільшого споживання;

q_0^h - годинна витрата гарячої води приладом;

N - кількість приладів з підведенням гарячої води;

Ймовірність дії санітарно – технічних приладів визначається за формулою (2.26)

$$P^h = \frac{8,2 \cdot 54}{0,14 \cdot 30 \cdot 3600} = 0,03$$

Визначено коефіцієнт α^h в залежності від множення, за формулою (2.27)

$$P \cdot N = 0,03 \cdot 30 = 0,900 \Rightarrow \alpha = 0,916,$$

Максимальна, розрахункова секундна витрата гарячої води, на ввіді в будинок розраховується за формулою (2.28)

$$q^h = 5 \cdot q_0^h \cdot \alpha^h, \text{ л/с} \quad (2.28)$$

$$q^h = 5 \cdot 0,14 \cdot 0,916 = 0,6412, \text{ л/с}$$

Ймовірність дії санітарно – технічних приладів в годину максимального водоспоживання визначається за формулою:

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot P^h \cdot q_0^h}{q_{0,hr}^h} \quad (2.29)$$

де $q_{0,hr}^h$ - годинна витрата гарячої води санітарно – технічними приладами;

Ймовірність дії санітарно – технічних приладів в годину максимального водоспоживання розраховано за формулою (2.29):

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot 0,03 \cdot 0,14}{60} = 0,252$$

Визначається коефіцієнт α_{hr}^h в залежності від множення, за формулою (2.27)

$$P \cdot N = 0,252 \cdot 30 = 7,6, \text{ прийнято } \alpha = 3,400$$

Тепловий потік на потреби гарячого водопостачання на протязі години максимального водоспоживання, розраховано за формулою (2.30)

$$[Q_{hr}^h] = 1,16 \cdot q_{hr}^h \cdot (55 - t^c), \text{ кВт} \quad (2.30)$$

де t^c - температура холодної води, прийнята 5°C;

$$[Q_{hr}^h] = 1,16 \cdot 1,02 \cdot (55 - 5) = 59,16, \text{ кВт}$$

Тепловитрати трубопроводами гарячого водопостачання, при відсутності значень втрат теплоти, їх приймають рівними 15% від теплового потоку, розраховано за формулою (2.31)

$$Q^{hr} = 0.15 \cdot [Q_{hr}^h], \% \quad (2.31)$$

$$Q^{hr} = 0.15 \cdot 59,16 = 8,874, \%$$

Тепловий потік на потреби гарячого водопостачання (з урахуванням тепловитрат) при транспортуванні по трубопроводах за годину максимального споживання, розраховано за формулою (2.32)

$$Q_{hr}^h = [Q_{hr}^h] + Q^{ht} = 1.15 \cdot Q_{hr}^h, \text{кВт} \quad (2.32)$$

$$Q_{hr}^h = 59,16 + 8,874 = 1.15 \cdot 59,16 = 68,034, \text{кВт}$$

Циркуляційна витрата гарячої води в мережі, визначається за формулою:

$$q^{cir} = \beta \sum \frac{Q^{hr}}{4,2 \cdot \Delta t}, \text{л/с} \quad (2.33)$$

де β - коефіцієнт розрегулювання циркуляції;

t - різниця температур в постачальних трубопроводах мережі від водонагрівача до найбільш віддаленого приладу;

Циркуляційна витрата гарячої води в мережі, розраховується за формулою (2.33):

$$q^{cir} = 1,3 \sum \frac{8,874}{4,2 \cdot 8,5} = 0,32, \text{л/с}$$

Визначено коефіцієнт k^{cir} в залежності від ділення, за формулою (2.34):

$$q^h / q^{cir} = 0,6412 / 0,32 = 2 \Rightarrow k_{cir} = 0,12$$

Розрахункова секундна витрата гарячої води з урахуванням циркуляції на вводі в будинок та на ділянках мережі, розрахована за формулою (2.35) :

$$q^{h,cir} = q^h \cdot (1 + k_{cir}) \quad (2.35)$$

$$q^{h,cir} = 0,6412 \cdot (1 + 0,12) = 0,72$$

Гідравлічний розрахунок виконується з метою визначення діаметрів трубопроводів та витрат напору на розрахунковій магістралі від уводу до розрахункової точки. В розрахунках рекомендується приймати швидкість від 0,5 до 1,2, м/с (але не більше 3 м/с). Визначають гідравлічний ухил, уточнюють швидкість і обчислюють втрати напору для прийнятого діаметру.

Розрахунок виконується в такій послідовності: схема поділяється на розрахункові ділянки від “диктуючого” приладу до уводу; для кожної ділянки підраховують кількість приладів, при визначенні кількості санітарно – технічних приладів в загальну кількість необхідно враховувати всі прилади; визначається ймовірність дії приладів на вводі; за значеннями ймовірності дії та кількості приладів визначається коефіцієнт α для кожної ділянки; визначається максимальна секундна витрата води на кожній розрахунковій ділянці.

Втрата напору на розрахункових ділянках та сумарна втрата напору в мережі гарячого водопостачання(з урахуванням втрат на місцеві опори) розраховується за формулою :

$$H = i \cdot l(1 + k_l), м \quad (2.36)$$

де i - питома витрата напору;

l - довжина розрахункової ділянки, визначається за схемою гарячого водопостачання;

k_l - коефіцієнт, що враховує місцеві опори;

По закінченню розрахунку визначаються загальні втрати напору.

Гідравлічний розрахунок гарячої води наведено в таблиці 2.6

Таблиця 2.6 – Гідрравлічний розрахунок гарячого водопостачання

№ ділянки	Кількість приладів	Ймовірність дії приладів	Множення	Коефіцієнт	Секундна витрата води на ділянці	Відношення	Коефіцієнт	Сумарна витрата гарячої води	Діаметр умовного проходу	Швидкість	Питомі втрати напору	Довжина ділянки	Витрати напору на ділянці	Загальні втрати напору на ділянці
№	N^h	P^h	$P^h \times N^h$	α^h	q^h	q^h / q^{cir}	k^{cir}	$q^{h,cir}$	D	V	i	l	$i \times l$	H
1-2	1	0,03	0,03	0,2	0,14			0,14	25x1,9	0,57	0,022	1	1,1	0,02662
2-3	2		0,06	0,215	0,151			0,151	25x1,9	0,57	0,0242	2		0,05324
3-4	3		0,09	0,237	0,166			0,166	25x1,9	0,57	0,0242	3,5		0,09317
4-5	5		0,15	0,289	0,202			0,202	32x2,4	0,52	0,015	3		0,0495
5-6	9		0,27	0,331	0,232			0,232	32x2,4	0,52	0,015	3		0,0495
6-7	11		0,33	0,399	0,279			0,279	32x2,4	0,52	0,015	5,5	1,2	0,099
7-8	13		0,39	0,458	0,321			0,321	32x2,4	0,69	0,0248	3		0,08928
8-9	15		0,45	0,51	0,357			0,357	32x2,4	0,69	0,0248	3,5		0,10416
9-10	17		0,51	0,602	0,421			0,421	32x2,4	0,86	0,0368	3		0,13248
10-11	19		0,57	0,645	0,452			0,452	32x2,4	0,86	0,0368	4,5		0,19872
11-12	21		0,63	0,692	0,484			0,484	32x2,4	0,86	0,0368	1		0,04416
12-13	23		0,69	0,767	0,537			0,537	40x3,0	0,66	0,0175	3		0,063
13-14	25		0,75	0,803	0,562			0,562	40x3,0	0,66	0,0175	3,5		0,0735
14-15	27		0,81	0,822	0,575			0,575	40x3,0	0,66	0,0175	2,5		0,0525
15-16	30		0,9	0,916	0,641	2,004	0,12	0,718	50x3,7	0,56	0,0099	1		0,01188
16-ВВ	30	0,9	0,916	0,641	2,004	0,12	1,718	50x3,7	0,56	0,0099	20	0,2376		

3 ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТУ

В економічному розділі розраховуються техніко-економічні показники проекту, до яких відносяться:

- трудові витрати;
- склад бригади;
- собівартість робіт;
- виробіток;
- фонд заробітної платні;
- середньомісячна заробітна плата;
- рівень продуктивності праці.

3.1 Калькуляція трудових витрат

Таблиця 3.1 - Калькуляція трудових витрат на виробництво санітарно-технічних робіт із пристрою системи тепlopостачання.

№	ЕНіР	Докладний опис робіт	Од. вимір.	Склад ланки	К-сть робіт	Норма часу на од. вимір.	К-сть люд/год за норму часу на об'єм робіт
1	Е1-5П.4	Розвантаження трубних вузлів і матеріалів.	100 т	машиніст 4р-1 такелажник 2р-2	0,016	10,8	0,1728
2	Е1-22П.1	Розвантаження і навантаження газових балонів	т	Підсобний робітник 1р-1	0,5	1,18	0,59
3	Е1-21П.1	Перенесення газових балонів на відстань 50 м	т	Підсобний робітник 2р-1	0,5	1,1	0,55
4	Е1-6П.18	Підйом вантажу і підймання матеріалу на висоту 6,6 м	100т	Машиніст 4р-1 такелажник 2р-2	0,008	34,34	0,2747
5	Е9-1-41П.1	Комплектування і підймання матеріалу	т	Монтажник 4р-1 2р-1	1,621	3	4,863

Продовження таблиці 3.1

6	E9-1-29	Встановлення вузла керування	ВУЗОЛ	Монтажник 4р-1 3р-1 5р-1	1	2,64	2,64
7	E9-1-1ПБ	Розмітка місць прокладки трубопроводів	100М	монт. 6р-1	3,82	1,3	4,966
8	E9-1.2	Прокладка магістралей Ø50	М	Монтажник 5р-1 4р.-1 3р-1	9,2	0,24	2,208
9	E9-1.2	Прокладка магістралей Ø40	М	Монтажник 5р-1 4р.-1 3р-1	28,4	0,21	5,96
10	E9-1.2	Прокладка магістралей Ø32	М	Монтажник 5р-1 4р.-1 3р-1	32,4	0,2	6,48
11	E9-1.2	Прокладка магістралей Ø25	М	Монтажник 5р-1 4р.-1 3р-1	46,8	0,17	7,96
12	E9-1.2	Прокладка магістралей Ø20	М	Монтажник 5р-1 4р.-1 3р-1	44,2	0,17	7,514
13	E9-1.2	Прокладка магістралей Ø15	М	Монтажник 5р-1 4р.-1 3р-1	53,8	0,17	9,146
14	E91.2П13	Прокладка поверхостояків та підводок Ø15	М	монт. 5р-1 3р-1	180	0,23	41,4
15	E22-2-8	Зварювання горизонтальних неповоротних стиків Ø50	СТИК	зварник 4р-1	2	0,22	0,44
16	E22-2-8	Зварювання горизонтальних неповоротних стиків Ø40	СТИК	зварник 4р-1	6	0,2	1,2

Продовження таблиці 3.1

17	E22-2-8	Зварювання горизонтальних неповоротних стиків Ø32	СТИК	зварник 4р-1	11	0,17	1,87
18	E22-2-8	Зварювання горизонтальних неповоротних стиків Ø25	СТИК	зварник 4р-1	16	0,15	2,4
19	E22-2-8	Зварювання горизонтальних неповоротних стиків Ø20	СТИК	зварник 4р-1	5	0,15	0,75
20	E22-2-8	Зварювання горизонтальних неповоротних стиків Ø15	СТИК	зварник 4р-1	12	0,11	1,32
21	E9-1-27	Монтаж кронштейнів	ШТ	Монтажник 5р-1 3-1	36	0,42	15,12
22	E9-1-12	Монтаж радіаторів «Extra Therm»	ШТ	Монтажник 4р-1 3р-1	36	0,44	15,84
23	E11-11	Шнур теплоізоляційний з мінеральної вати в бавовняно-паперовому обплетенні	м ²	Термоізол. 4р-1 2р-2	20	1,5	30
24	E11-21	Покривний шар фольгоізол	м ²	Термоізол. 4р-1 2р-1	92,09	0,23	21,18
25	E11-36	Антикорозійне покриття лак БТ-577 по ґрунту ГФ-021	100м ²	маляр 4р-1	0,2055	17,5	3,5963
26	E8-1- 15П12	Фарбування труб та опалювальних приладів за 2 рази	100м ²	маляр 4р-1	16,62	1,094	18,1823
27	E9-1-8П8	Перший робочий іспит системи	100м	Монтажник 5р-1 4р-1 3р-1	3,82	3,8	14,516

Кінець таблиці 3.1

28	Е9-1-8П9	Робоча перевірка системи в цілому	100м	Монтажник 6р-1 5р-1 4р-1	3,82	2,5	9,55
29	Е9-1-8	Перевірка опалювальних приладів на прогрів	шт	Монтажник 6р-1	36	0,11	3,96
30	Е9-1-18 П10	Остаточна перевірка системи	100м	Монтажник 6р-1 5р-1	3,82	1,8	6,876
						Σ =	241,53

З'ясуємо трудові витрати у калькуляції з локальним кошторисом:

$$T_n = 705,64 \text{ люд.-год.}$$

$$K = 705,64 / 241,53 = 2,92$$

3.2 Підбір якісного і кваліфікаційного складу бригади

Підбір професійно-кваліфікаційного складу бригади здійснюється відповідно до калькуляції трудових витрат робітників.

Чисельний склад бригади визначається за формулою:

$$Ч = \frac{T_n}{D_n \cdot 8}, \quad (3.1)$$

де- T_n -трудові витрати по нормі, чол.-год;

D_n -тривалість виконання робіт з норми, днів;

8- тривалість робочої зміни, год.

Чисельний склад бригади визначається за формулою (3.1):

$$ч = 705,64 / 28,5 \cdot 8 = 3 \text{ чол}$$

Виходячи з витрат праці по професіях і заданому терміну будівництва визначаємо чисельний склад бригади по професіях.

Машиніст	-	$0,435 : 28,5 : 8 = 0,002 \rightarrow 0 \text{ чол.}$
Такелажник	-	$0,87 : 28,5 : 8 = 0,004 \rightarrow 0 \text{ чол.}$
Під.робітник	-	$3,306 : 28,5 : 8 = 0,015 \rightarrow 0 \text{ чол.}$
Монтажник	-	$461,042 : 28,5 : 8 = 2,02 \rightarrow 2 \text{ чол.}$
Зварник	-	$23,142 : 28,5 : 8 = 0,102 \rightarrow 0 \text{ чол.}$
Термоізол.	-	$148,422 : 28,5 : 8 = 0,102 \rightarrow 1 \text{ чол.}$
Маляр	-	$63,162 : 28,5 : 8 = 0,102 \rightarrow 0 \text{ чол.}$

Підраховані по калькуляції трудових витрат дані про склад бригади і витрат праці по розрядах заносимо в таблицю 3.2

Таблиця 3.2 - Дані про склад бригади і витрат праці

Професія	Витрати праці, люд/год	Питома вага Тн, %	Витрати праці по розрядах, люд/год					
			1	2	3	4	5	6
Машиніст	0,435	0,06				0,435		
Такелажник	0,87	0,12		0,87				
Підс.робітник	3,306	0,47	1,71	1,595				
Монтажник	462,042	65,83		7,047	159,5	93,7744	155,684	45,078
Зварник	24,142	3,31				24,142		
Термоізол.	150,683	21,19		89,77		60,911		
Маляр	64,162	9,02				63,162		
ВСЬОГО:	705,64	100	1,71	98,22	159,5	240,224	155,684	45,078

Аналізуючи дані таблиці про витрати праці по розрядах визначаємо теоретично обґрунтований професійно-кваліфікаційний склад бригади. Дані заносимо в таблицю 3.3

Таблиця 3.3 - Професійно-кваліфікаційний склад бригади

Професія	Розряд					
	1	2	3	4	5	6
Машиніст	-	-	-	-	-	-
Такелажник	-	-	-	-	-	-
Підс.робітник	-	-	-	-	-	-
Монтажник	-	-	1	1	-	-
Зварник	-	-	-	-	-	-
Термоізол.	-	1	-	-	-	-
Маляр	-	-	-	-	-	-

Для того щоб визначити раціональний склад бригади чи ні, необхідно визначити середній розряд робітників і середній розряд робіт.

Визначаємо середній розряд робітників за формулою:

$$P_{\text{ср.р-х}} = P_6 - \frac{C_6 - C_{\text{ср.}}}{C_6 - C_m}, \quad (3.2)$$

де P_6 -тарифный розряд більший стосовно середньої тарифної ставки;

C_6 -більша годинна тарифна ставка, грн;

C_m -менша годинна тарифна ставка, грн.;

$C_{\text{ср.}}$ -середня годинна тарифна ставка, грн.

Середня годинна тарифна ставка бригади визначається за формулою:

$$C_{\text{ср}} = \frac{\sum C_i \cdot N_i}{N}, \quad (3.3)$$

де, C_i -часовая тарифна ставка i -го розряду;

N_i - кількість людей i -го розряду;

N -кількість людей у бригаді.

Середню годинну тарифну ставку бригади визначаємо за формулою (3.3):

$$C_{\text{ср}} = \frac{48,76 \cdot 1 + 53,55 \cdot 1 + 60,46 \cdot 1}{3} = 54,26 \text{ грн.}$$

Визначаємо середній розряд робітників за формулою (3.2):

$$P_{\text{ср.р-х}} = 4 - \frac{60,46 - 54,26}{60,46 - 48,76} = 3,47$$

Визначаємо середній розряд робіт за формулою (3.4):

$$P_{\text{ср.р-т}} = \frac{\sum T_i \cdot P_i}{T_n}, \quad (3.4)$$

де T_i -трудові витрати i -го розряду, чол.-год;

P_i - i -ий розряд стосовно трудовим витратам.

$$P_{\text{ср.р-т}} = \frac{1,711 \cdot 1 + 98,223 \cdot 1 + 159,4594 \cdot 3 + 240,2244 \cdot 4 + 155,6836 \cdot 5 + 45,0776 \cdot 6}{705,64} = 3,81$$

Тому що, величина середнього розряду робіт більш ніж величина середнього розряду робітників, виходить, бригада підібрана раціонально.

3.3 Система ціноутворення у будівництві містить кошторисні нормативи, правила визначення вартості будівництва і складання інвесторської кошторисної документації.

Кошторисні нормативи-це узагальнена назва комплексу кошторисних норм, що поєднуються в окремі збірники. Разом із правилами і положеннями, що містять необхідні вимоги, вони служать для визначення вартості будівництва.

Для визначення вартості санітарно-технічних робіт необхідно скласти інвесторську документацію на підставі нормативного документу затвердженого Держбудом України у 2013 році. А саме на підставі документу ДСТУ-НБД.1.1-7-2013р.

Для визначення ціни санітарно-технічних робіт складаємо локальний кошторис. Локальний кошторис складаємо у поточному рівні цін на трудові і матеріально-технічні ресурси. На протязі розрахунку визначаємо витрати на:

- сировину, матеріали;
- заробітну плату;
- експлуатацію машин і механізмів;
- загальновиробничі витрати;
- величину прибутку монтажної організації;
- величину адміністративних витрат монтажної організації;
- податок на додаткову вартість.

Розрахунок локального кошторису заносимо у таблицю 3.4, що знаходиться на аркуші 4.

3.4 Розрахунок економічної ефективності

Визначаємо розмір зниження БМР за рахунок:

- зменшення ціни на матеріали на 5%;
- збільшення норми виробітку машин і механізмів на 10%;
- збільшення росту продуктивності праці на 15%.

Визначення розміру зниження СВ БМР може бути визначено в наступному порядку:

- а) зниження собівартості БМР, як наслідок зменшення витрат на будівельні матеріали та конструкції:

$$C_M = C_{\text{мат}} \cdot \left[1 - \frac{Y_m \cdot Y_c}{100 \cdot 100} \right] \quad (3.5)$$

де Y_m - питома вага витрат на матеріали та конструкції у відсотках до кошторисної вартості усіх БМР ;

Y_c, Y_u - відповідно відсоток зниження норми витрат та ціни матеріалів та конструкцій.

$$C_M = 75,76 \cdot \left[1 - \frac{100 \cdot 95}{100 \cdot 100} \right] = 3,79\%$$

Так як кошторисна собівартість дорівнює 259826 грн, то зменшення її на 3,79% буде складати:

$$C_M = \frac{259826}{100} \cdot 3,79 = 9847,41 \text{ грн}$$

б) зменшення витрат на експлуатацію будівельних машин на запланований період можливо прогнозувати на основі запланованого збільшення норми виробітку машин за формулою

$$C_{\text{мех}} = \frac{C_{\text{мех}}}{100} \cdot \left(1 + \frac{P_{\text{мех}}}{100} \right) \cdot P_{\text{у.п.}} \quad (3.6)$$

де $U_{\text{мех}}$ - рівень витрат на експлуатацію будівельних машин в загальній вартості виконаних робіт, %;

$P_{\text{у.п.}}$ - частка умовно постійних витрат на експлуатацію будівельних машин в загальній вартості робіт, %;

$P_{\text{мех}}$ - запланований відсоток збільшення виробітку машин.

$$Y_{\text{мех}} = \frac{5424 \cdot 100}{259826} = 2,09 \%$$

$$I_{\text{УП}} = 100\%$$

Зменшення витрат на експлуатацію будівельних машин на запланований період визначаємо за формулою (3.6):

$$C_{\text{мех}} = \frac{2,09 \cdot 50 \cdot 15}{(100 + 15) \cdot 100} = 0,14 \%$$

$$C_{\text{мех}} = \frac{259826}{100} \cdot 0,14 = 363,76 \text{ грн}$$

в) зниження собівартості БМР за рахунок росту продуктивності праці відбувається лише при випередженні цим показником темпів росту заробітної плати:

$$C_3 = \left(1 - \frac{I_{\text{з.п.}}}{I_{\text{п.п.}}}\right) \cdot Y_{\text{з.п.}}, \quad (3.7)$$

де $I_{\text{з.п.}}$ – ріст заробітної плати в порівнянні із закладеною в кошторисі, %;
 $I_{\text{п.п.}}$ – ріст продуктивності праці в порівнянні із передбаченими в кошторисі, % ;

$Y_{\text{з.п.}}$ – питома вага заробітної плати в СВ БМР, %.

У розрахунку приймаємо $I_{\text{з.п.}}$ - 1,5%; $I_{\text{п.п.}}$ - 3%;

$$Y_{\text{з.п.}} = 45968 \cdot 100 / 259826 = 17,69\%$$

Зниження собівартості БМР за рахунок росту продуктивності праці відбувається лише при випередженні цим показником темпів росту заробітної плати, за формулою (3.7)

$$C_3 = \left(1 - \frac{1,5}{3}\right) \cdot 17,69 = 8,85\%$$

$$C_3 = \frac{259826}{100} \cdot 8,85 = 22994,60 \text{ грн}$$

Г) зниження тривалості будівництва викличе зменшення загально-виробничих витрат (ЗВВ) на величину:

$$C_{\Pi} = K_{\text{уз}} \cdot H_{\text{н.в.}} \cdot \left(1 - \frac{T_{\text{пл}}}{T_{\text{н}}}\right), \quad (3.8)$$

де $K_{\text{уз}}$ – частка умовно-змінної складової ЗВВ ;

$H_{\text{н.в.}}$ – величина ЗВВ;

$T_{\text{п}}, T_{\text{н}}$ – планова та нормативна трудомісткість.

Трудові витрати за планом визначаються за формулою:

$$T_{\text{пл}} = T_{\text{н}} - \frac{\Delta T \cdot T_{\text{н}}}{100}, \quad (3.9)$$

де ΔT – скорочення трудових витрат у зв'язку з ростом продуктивності праці, що визначається за формулою:

$$\Delta T = \frac{P_{\text{нн}} \cdot 100}{P_{\text{нн}} + 100}, \quad (3.10)$$

$$\Delta T = \frac{15 \cdot 100}{15 + 100} = 13,04\%$$

Трудові витрати за планом визначаються за формулою (3.9):

$$T_{\text{пл}} = 705,64 - \frac{13,04 \cdot 705,64}{100} = 613,62 \text{ люд-год.}$$

Зниження тривалості будівництва викличе зменшення загально-виробничих витрат (ЗВВ) на величину визначаємо за формулою (3.8):

$$C_{\Pi} = 0,5 \cdot 19546 \cdot \left(1 - \frac{613,62}{705,64}\right) = 1274,46 \text{ грн}$$

Загальний економічний ефект

$$E_{ЗАГ} = C_M + C_{МЕХ} + C_3 + C_{П} \quad (3.11)$$

$$E_{ЗАГ} = 9847,71 + 363,76 + 22994,60 + 1274,46 = 34480,23 \text{ грн}$$

3.5 Розрахунок техніко-економічних показників

1.Обсяг робіт у натуральному вираженні

$$V_{НВ} = 824,8 \text{ м}$$

2.Обсяг робіт у грошовому вираженні

$$V_{ГВ} = 319\,226,00 \text{ грн.}$$

3.Трудоємність робіт

3.1.Нормативна

$$T_{Н} = 705,64 \text{ люд.-год} = 705,64/8 = 88 \text{ люд.-дн}$$

3.2.Планова

$$T_{Пл} = 613,62 \text{ люд.-год} = 613,62/8 = 77 \text{ люд.-дн}$$

4.Тривалість виконання робіт

4.1.Нормативна

$$D_{Н} = 28,5 \text{ дн.}$$

4.2.Планова

$$Д_{пл} = 26 \text{ дн.}$$

5.Кількість робітників на об'єкті

$$n = 3 \text{ чол.}$$

6.Собівартість виконаних робіт

6.1.Нормативна

$$С_{н} = 259 \, 826,00 \text{ грн.}$$

6.2.Планова

$$С_{пл} = С_{н} - Е_{заг}. \quad (3.12)$$

$$С_{пл} = 259 \, 826 - 34480,23 = 225 \, 345,77 \text{ грн.}$$

7.Прибуток

7.1.Нормативний

$$П_{н} = 5222 \text{ грн}$$

7.2.Плановий

$$П_{пл} = П_{н} + Е_{заг}. \quad (3.13)$$

$$П_{пл} = 5222 + 34480,23 = 39 \, 702,23 \text{ грн.}$$

8.Вироблення на одного робітника в день у натуральному вираженні

8.1.Нормативне

$$В_{нв} = V_{нв} / T_{н} \quad (3.14)$$

$$В_{нв} = 824,8 / 88 = 9,37 \text{ м/люд.-дн}$$

8.2.Планове

$$V_{ПЛВ} = V_{ПЛВ} / T_{ПЛ} \quad (3.15)$$

$$V_{ПЛВ} = 824,8 / 77 = 10,71 \text{ м/люд.-дн}$$

9.Вироблення на одного робітника в день у грошовому вираженні

9.1.Нормативне

$$V_{нд} = V_{ГВ} / T_{н} \quad (3.16)$$

$$V_{нд} = 319226 / 88 = 3627,57 \text{ грн/люд.-дн}$$

9.2.Планове

$$V_{пл.д.} = V_{ГВ} / T_{ПЛ} \quad (3.17)$$

$$V_{пл.д.} = 319226 / 77 = 4145,79 \text{ грн/люд.-дн}$$

10.Фонд заробітної плати робітників

10.1.Нормативний

$$\Phi_{н} = 45968 \text{ грн}$$

10.2.Плановий

$$\Phi_{пл.} = \Phi_{н} \cdot П \quad (3.18)$$

де, П-премия 15% от $\Phi_{н}$

$$\Phi_{пл.} = 45968 \cdot 1,15 = 52863,2 \text{ грн}$$

11.Середньомісячна заробітна плата на одного робітника

11.1.Нормативна

$$Z_{сн} = \Phi_{н} \cdot 22 / T_{н} \quad (3.19)$$

$$Z_{срн} = 45968 \cdot 22 / 88 = 11492 \text{ грн}$$

де 22-кількість робочих днів на місяць

11.2.Планова

$$З_{ср.пл.} = Ф_{пл.} \cdot 22 / Т_{пл.} \quad (3.20)$$

$$З_{ср.пл.} = 52863,2 \cdot 22 / 77 = 15103,77 \text{ грн.}$$

12.Рівень продуктивності праці

$$У_{пп.} = В_{пл.} / В_{н.} \cdot 100 \quad (3.21)$$

$$У_{пп.} = 4145,79 / 3627,57 \cdot 100 = 114\%$$

ВИСНОВКИ

В ході дипломного проектування на підставі архітектурно будівельних креслень і завдання з вихідними даними було виконано проект економічної та технічно обґрунтованої системи теплопостачання готелю, який знаходиться у місті Суми.

В проекті запроектована двотрубна вертикальна система опалення з нижньою розводкою. Опалювальні прилади – алюмінієві радіатори «Extra Therm».

Система опалення монтується із сталевих труб високої щільності, система гарячого водопостачання із пластикових труб.

Виконалося креслення повного плану будівлі на різних відмітках, тобто план першого та другого поверхів, план підвалу. Накреслено аксонометричну схему опалення та гарячого водопостачання. Виконана експлікація першого та другого поверхів, вузол керування та специфікація до нього.

В розрахунково–конструкторському розділі було зроблено розрахунок системи опалення та гарячого водопостачання.

Розрахунок системи опалення включає в себе наступні розрахунки: теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожень, тепловтрат, опалювальних приладів, гідравлічний розрахунок системи опалення, підбір обладнання вузла керування, енергозбереження.

При виконанні теплотехнічного розрахунку було знайдено коефіцієнти теплопередачі кожного огороження, визначено за формулою (2.2):

$$K_{з.с.} = 0,3 \text{ Вт/м}^2\text{К.}$$

$$K_{покр.} = 0,17 \text{ Вт/м}^2\text{К.}$$

$$K_{дв.} = 2 \text{ Вт/м}^2\text{К.}$$

$$K_{вік.} = 1,03 \text{ Вт/м}^2\text{К.}$$

$$K_{підл.} = 0,25 \text{ Вт/м}^2\text{К.}$$

Після виконання розрахунку тепловтрат було виявлено загальні втрати тепла двоповерхового готелю, і складають вони:

$$Q_{\text{заг}} = 68714,1 \text{ Вт.}$$

Для гідравлічного розрахунку система опалення була поділена на II циркуляційних кільця. Аксонометрична схема системи опалення з нанесеними розрахунковими ділянками, витратами теплоносія, діаметрами і довжинами ділянок зображена на графічному листі 2.

Було виявлено втрати тиску на кожному з кілець, і становлять вони:

- I циркуляційне кільце: $Rl+Z=10264,6$ Па, при довжині $l=119,8$ м;
- II циркуляційне кільце: $Rl+Z=10245,1$ Па, при довжині $l=95$ м.

Розрахунок системи гарячого водопостачання включає в себе гідравлічний розрахунок. Гідравлічний розрахунок виконувався з метою визначення діаметрів трубопроводів та витрат напору на розрахунковій магістралі від уводу до розрахункової точки. Визначили гідравлічний ухил, швидкість і втрати напору для прийнятого діаметру

В економічному розділі підібраний якісний та кваліфікаційний склад бригади, зроблено розрахунок економічної ефективності завдяки організаційним заходам та розраховані техніко-економічні показники.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 ДСТУ-Н.Б.В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія.
- 2 ДБН В.2.6-31:2006 зі зміною №1 від 1 липня 2013 року. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель.
- 3 ДБН В.2.2-15:2005 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.
- 4 ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційних матеріалів для утеплення будівель, Київ, 2014 р.
- 5 Конспект лекцій з дисципліни «Опалення будівель», для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» (освітня програма «Промислова і комунальна теплоенергетика») усіх форм навчання.
- 6 Рекомендації по застосуванню насосів ТМ «WILO».
- 7 Навчальний посібник «ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ» (ЧАСТИНА I «ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ ТА СПОРУДИ»), Київ, 2007 р., Єнін П.М., Швачко Н.А.
- 8 Навчальний посібник «Розрахунки теплових схема і основи проєктування джерел теплопостачання», Вінниця, 2004 р. , Ткаченко С.Й., М.М. Черпуний, Д.В. Степанов.
- 9 Конспект лекцій з дисципліни «Проектування систем теплопостачання», для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» (освітня програма «Промислова і комунальна теплоенергетика») усіх форм навчання.
- 10 ДБН.2-20:2008, зміна №1 «Будинки і споруди. Готелі» Публічне акціонерне товариство "Український дослідний і проєктний інститут по цивільному будівництву" (ПАТ "КИЇВЗНДІ ЕП"), Київ, 2019 р.
- 11 Горфінкель В.Я. Економіка підприємства М-1996 р.
- 12 Збірник нормативів. Київ. НТФ «Інпроєкт» 2002 р.
- 13 ДБН Д.2.2-16 99 Збірник 16
- 14 ДБН Д.2.2-16 99 Збірник 13
- 15 ДБН Д.2.2-16 99 Збірник 18

16 ЕниР №9 в.1 Системи теплопостачання.