Міністерство освіти і науки України

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Херсонський навчально-науковий інститут

Кафедра теплотехніки

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри теплотехніки
_____ к.т.н., доцент Г.О. Кобалава
« 10 » червня 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему: «Розробка системи теплопостачання будинку котеджного типу загальною площею 130 м^2 у місті Херсон»

Виконав: студент **IV** курсу, групи **4247**
спеціальності
144 «Теплоенергетика»
(шифр і назва спеціальності)
«Теплоенергетика»
(назва освітньо-професійної програми)
Інна ЗІНІЧ
(прізвище та ініціали)
Керівник **Віктор САМОХВАЛОВ**
(прізвище та ініціали)
Рецензент **Олександр ВОІНОВ**
(прізвище та ініціали)

Херсон – 2026

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
(повне найменування вищого навчального закладу)
Інститут, факультет ХНІІ НУК, енерготехнічний факультет
Кафедра теплотехніки
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Галузь знань 14 «Електрична інженерія»
(шифр і назва)
Спеціальність 144 «Теплоенергетика»
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма «Теплоенергетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Гарант освітньої програми
_____ к.т.н., доц. В.С. Корнієнко

« 22 » квітня 2026 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

здобувач **Зініч Інна Олегівна, група 4247**
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка системи теплопостачання будинку котеджного типу загальною площею 130 м^2 у місті Херсон»
керівник роботи **Самохвалов Віктор Сергійович, к.т.н., доцент**
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ректора НУК від « 22 » квітня 2026 року № 293уч
2. Термін подання студентом роботи « 10 » червня 2026 року.
3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки
Вступ.
Розділ 1. Характеристика об'єкта, для якого розробляється система теплопостачання. Мета кваліфікаційної роботи.
Розділ 2. Розробка системи водяного опалення.
2.1. Визначення величини опору теплопередачі огороджень приміщень
2.2. Визначення теплових втрат через огородження приміщень та на підігрів інфільтраційного повітря і матеріалу
2.3. Визначення надходжень теплоти у приміщення
2.4. Складання теплового балансу приміщення. Визначення теплової потужності системи опалення
2.5. Визначення питомої втрати теплоти на опалення приміщень
2.6. Обрання та обґрунтування типу системи опалювання та опалювальних приладів
2.7. Розрахунок площі поверхонь опалювальних приладів для усіх приміщень (заповнити таблицю). Вибір зразка і кількості опалювальних приладів
2.8. Розробка аксонометричної схеми опалення з нанесенням на неї опалювальних приладів, стояків, магістральних теплопроводів та інших елементів системи
2.9. Розрахунок головного циркуляційного кільця з ув'язкою двох-трьох паралельних циркуляційних кілець
2.10. Визначення ємності бака розширювача.

Розділ 3. Розрахунок джерела теплоти для об’єкту теплопостачання . Вибір типу і кількості котлів.
Розділ 4. Розробка конструктивного вузла.
4.1. Опис конструктивного вузла. Принципова схема, визначення початкових параметрів.
4.2. Розрахунки елемента: теплові, гідравлічні, на міцність та інші.
4.3. Опис розробленої системи теплопостачання.
Розділ 5. Розробка заходів з охорони праці.
Висновки.
Список використаних літературних джерел.

4. Перелік графічного матеріалу

1. План-схема об’єкту на місцевості (з визначенням підводів теплоносіїв) (формат А1).
2. Аксонометрична схема системи опалення (формат А1).
3. Конструктивний вузол: водо водяний підігрівач / котел (формат А1).
4. Схема теплового пункту або блоку підготовки води (формат А1).
Примітка: обсяг розрахунків та креслень узгоджується з керівником.
Оформлення кваліфікаційної роботи здійснюється у відповідності з вимогами ЄСКД та ДСТУ.
Розрахунково-пояснювальна записка (60…80 сторінок тексту) повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5. Дата видачі завдання « 22 » квітня 2026 року.
Дата представлення на кафедру « 10 » червня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Отримання завдань у керівника	28 квітня	*виконано*
2.	Вступ + розділ 1	до 07 травня	*виконано*
3.	Розділ 2 + план-схема об’єкту на місцевості	до 15 травня	*виконано*
4.	Розділ 3 + аксонометрична схема системи опалення	до 23 травня	*виконано*
5.	Розділ 4 + конструктивний вузол: водо водяний підігрівач / котел / схема теплового пункту або блоку підготовки води	до 02 червня	*виконано*
6.	Розділ 5 + висновки	до 06 червня	*виконано*
7.	Остаточне оформлення розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу; подання кваліфікаційної бакалаврської роботи на кафедру	до 10 червня	*виконано*

Здобувач _____ **Інна ЗІНІЧ**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **Віктор САМОХВАЛОВ**
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Зініч Інна Олегівна, група 4247.

«Розробка системи теплопостачання будинку котеджного типу загальною площею 130 м^2 у місті Херсон».

Кваліфікаційна робота на здобуття кваліфікації бакалавр за спеціальністю 144 Теплоенергетика (освітньо-професійна програма «Теплоенергетика»). Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, 2026 р.

Пояснювальна записка до бакалаврської роботи складається зі вступу, 5 розділів та висновків, викладених на друкованих сторінках об'ємом 62 сторінки та бібліографію з 25 назв. Графічна частина представлена на чотирьох аркушах формату А1.

В роботі проведені розрахунки теплової потужності системи опалення, втрат тепла через огороджувальні конструкції будівлі та опалювальні прилади, а також витрати тепла на гаряче водопостачання. Як конструктивний елемент було обрано газовий котел з потужністю 16 кВт, проведено аналіз та вибране необхідне обладнання. Як опалювальні прилади було обрано сталеві радіатори «TERRA teknik» марки 22 клас 500 у кількості 9 шт відповідних розмірів: 500х500 3 шт, 500х800 3 шт, 500х1200 1 шт, 500х1400 2 шт.

Було розроблено аксонометричну схему та визначено найбільш навантажений стояк та секцію. Систему було перевірено на працездатність, встановлено насос, оскільки природної циркуляції недостатньо для забезпечення якісної подачі теплоносія.

У роботі використовувалися сучасні методи. Ці методи та розроблені конструкції дозволяють забезпечити комфортні умови праці та обслуговування споживачів.

Ключові слова: теплопостачання, система опалення, гаряче водопостачання, теплові втрати, опалювальні прилади, циркуляційний насос.

ABSTRACT

Zinich Inna Olegovna, group 4247.

"Development of a heat supply system for a cottage-type house with a total area of 130 m2 in the city of Kherson".

Bachelor's thesis for obtaining a bachelor's degree in specialty 144 "Thermal Power Engineering" (educational program: "Thermal Power Engineering"). Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, 2026.

The explanatory note to the bachelor's thesis consists of an introduction, 5 chapters and conclusions, presented on printed pages of 62 pages and a bibliography of 25 titles. The graphic part is presented on four sheets of A1 format.

The work includes calculations of the thermal power of the heating system, heat losses through the building's enclosing structures and heating devices, as well as heat consumption for hot water supply. A gas boiler with a capacity of 16 kW was selected as a structural element, an analysis was conducted and the necessary equipment was selected. Steel radiators "TERRA teknik" brand 22 class 500 in the amount of 9 pieces of the corresponding sizes were selected as heating devices: 500x500 3 pieces, 500x800 3 pieces, 500x1200 1 piece, 500x1400 2 pieces.

An axonometric diagram was developed and the most loaded riser and section were determined. The system was checked for operability, a pump was installed, since natural circulation is not enough to ensure high-quality coolant supply.

Modern methods were used in the work. These methods and developed designs allow to provide comfortable working conditions and service to consumers.

Keywords: heat supply, heating system, hot water supply, heat loss, heating devices, circulation pump.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ 8
ВСТУП 9
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА, ДЛЯ ЯКОГО РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ. МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ 12
1.1. Загальна характеристика об'єкта, для якого проводиться розрахунок 12
1.2. Аналіз складу зовнішніх та внутрішніх перекриттів 113
1.3. Експлуатаційні характеристики системи теплозабезпечення 14
1.4. Висновки за розділом 1. 17
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ 19
2.1. Визначення величини опору теплопередачі огороджень приміщень. 19
2.2. Визначення теплових втрат через огородження приміщень та на підігрів інфільтраційного повітря і матеріалу. 22
2.3. Визначення надходжень теплоти у приміщення 24
2.4. Складання теплового балансу приміщення 25
2.5. Визначення питомої втрати теплоти на опалення приміщень. 26
2.6. Обрання та обґрунтування типу системи опалювання та опалювальних приладів..... 26
2.7 Розрахунок площі поверхонь опалювальних приладів для усіх приміщень. Вибір зразка і кількості опалювальних приладів..... 28
2.8 Визначення ємності бака–розширювача 30
2.9. Висновки за розділом 2. 32
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОТИ ДЛЯ ОБ'ЄКТУ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ . ВИБІР ТИПУ І КІЛЬКОСТІ КОТЛІВ 344
3.1. Аналіз вибору системи опалення та гарячого водопостачання. 344
3.2. Розробка шляхів забезпечення опалення та гарячого водопостачання споживачів будівлі. 355
3.3. Оцінка використання газового котла..... 46

3.4. Висновки за розділом 3. 49
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНОГО ВУЗЛА 51
4.1. Опис конструктивного вузла. Принципова схема, визначення початкових параметрів. 51
4.2. Принцип підключення котла. 51
4.3. Вибір кількості теплообмінників 52
4.4 Висновки по розділу 4 54
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ 56
5.1. Аналіз небезпек 56
5.2. Витяг з правил техніки безпеки 56
5.3. Висновки за розділом 5. 57
ВИСНОВКИ 59
ЛІТЕРАТУРА 60

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

ГВП – гаряче водопостачання;

ДВЗ – двигун внутрішнього згоряння;

ЕУ – енергетична установка;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

НС – навколишнє середовище;

СА – струминний апарат;

ТК – турбокомпресор;

ТП – термопресор;

ЦО – центральний охолоджувач;

К – котел;

GE – General Electric.

ВСТУП

Будівлі та споруди обладнуються засобами опалення для підтримки в них температурних умов, що забезпечують благополуччя та здоров'я людей, що перебувають у них, якісне протікання технологічних процесів, а також надійне збереження будівельних конструкцій та технологічного обладнання в холодну пору року.

Температурні умови в приміщеннях характеризуються кімнатною температурою $t_к$, яка розуміється як комплексний параметр, що враховує як температуру повітря $t_п$, так і температуру всіх поверхонь t_R всередині приміщення. Кімнатна температура $t_к$, відносна вологість $\varphi_в$, а також швидкість руху повітря $V_п$ є основними факторами, під впливом яких формуються процеси тепломасообміну людини.

Метою роботи є розробка рекомендацій підвищення енергетичної ефективності житлового будинку котеджного типу загальною площею 130 м^2.

При розрахунку опалення необхідно враховувати всі фактори, що беруть участь у формуванні температурних умов у приміщеннях. Нестабільність більшості з них робить необхідним створення систем опалення, здатних автоматично реагувати на погодні, технологічні та інші збурення. Низькі температури зовнішнього повітря та тривалість холодного періоду для більшості регіонів нашої країни зумовлюють значні витрати палива на теплопостачання. Згідно з узагальненими даними, понад чверть усього палива, що виробляється в країні, витрачається на теплопостачання, а третина з нього витрачається на теплопостачання промислових будівель.

У цій роботі основна увага приділяється найпрогресивнішим та економічним системам водонагріву, підключеним до теплових мереж. Розширенню сфери застосування систем опалення сприяє зменшення кількості котелень з децентралізованим спалюванням твердого палива, що дозволяє вирішити проблеми захисту атмосфери від забруднення, ефективно

використовувати низькосортне паливо, зменшити кількість обслуговуючого персоналу та тим самим знизити матеріальні та енергетичні витрати.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Робота складається зі вступу, п’яти розділів, висновків, списку використаних джерел з 25 найменувань. Загальний обсяг роботи складає 62 сторінки, містить 22 рисунки та 2 таблиці.

					КРБ.14*4.4247.01.05.ПЗ.01*			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент		Зініч І.О.			Розділ 1	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Самохвалов В.С.						
						ХННІ НУК		11
Консульт.								
Зав.каф.		Кобалава Г.О.						

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА, ДЛЯ ЯКОГО РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ. МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1.1. Загальна характеристика об'єкта, для якого проводиться розрахунок

Об'єктом проектування є система теплопостачання будинку котеджного типу 130 м^2 (м. Херсон). Рельєф місцевості рівний. Зимова температура при розрахунках - 21°С. Будівля складається 8 кімнат, з яких 4 житлові приміщення, ванної кімнати, гардеробної, кухні, гаражу та літньої веранди. Зовнішній вид фасаду будівлі представлено на рис. 1.1.

Рисунок 1.1. Зовнішній вид фасаду будівлі 130 м^2

Температура зовнішнього повітря визначається як середня температура найбільш холодної п'ятиденки за 8 самих холодних зим за останні 50 років. Для міста Херсон $t_{бн}$ = - 19 °С.

Водогінна мережа закільцьована. Водопостачання здійснюється від міської мережі.

Вид заднього двору будинку представлено на рис. 1.2.

Рисунок 1.2. Вид заднього двору будинку 130 м^2

Система водяного опалення двохтрубна, горизонтальна з нижнім розведенням. Теплоносій системи опалювання – вода з параметрами 80 - 65 ºС.

Для подальших розрахунків всім приміщеням присвоєний номер. План креслення знаходиться на графічному зображенню.

1.2. Аналіз складу зовнішніх та внутрішніх перекриттів

Стіни зовнішні - обшивка «Силікатна цегла», всередині утеплювач - пінополіуретан, потім стіна з керамзитобетону товщиною 500 мм (монолітна).

Стіни внутрішні - цегляні товщиною 360 мм.

Перегородки - цегляні товщиною 120 мм.

Перекриття - збірні залізобетонні з багатопустотних плит.

Утеплювач підлоги - гравій керамзитовий.

1.3. Експлуатаційні характеристики системи теплозабезпечення

Для системи опалення використовується автономний газовий котел димохідний АТЕМ Житомир-3 КС-Г-015 СН (верхній димохід) з тепловою потужністю 15 кВт. Зовнішній вид приведений на рис.1.3.

Рисунок 1.3. Зовнішній вид котла АТЕМ Житомир-3 КС-Г-015 СН

Основні характеристики котла АТЕМ Житомир-3 КС-Г-015 СН

Тип видалення вихлопів ..... Димохідний (природна тяга)

Кількість контурів..... Одноконтурний (опалення)

Площа обігріву..... 160 м²

Вага ..... 60 кг

Спосіб встановлення..... Підлоговий

Особливості..... Алюмінієвий захист теплообмінника, полегшений запуск атем-старт, ккд 94%. Можлива додаткова опція - робота від електрики

Тип ..... Конвекційний (опалювальний)

Тип камери згоряння..... Відкрита

Теплова потужність ..... 16 кВт

Матеріал теплообмінника..... Сталь

Тип розпалювання..... П'єзоелектричний (кнопкою)

Керування ..... Механічне

Габарити (ВхШхГ) ..... 86/28/53 см

Країна-виробник товару ..... Україна

Котел АТЕМ Житомир-3 КС-Г-015 СН розрахований на опалення приміщень площею до 160 м² та об'ємом води в системі опалення до 220 літрів.

Для гарячого водопостачання використовується газова колонка Zanussi GWH 10 Fonte (Рис. 1.4).

Рисунок 1.4. Газова колонка Zanussi GWH 10 Fonte

Основні характеристики газової колонки Zanussi GWH 10 Fonte

Бренд.....Zanussi

Потужність .....18,5 кВт

Номінальна витрата газу .....0,58 – 2 м.куб./год

Матеріал теплообмінника.....мідь

Діаметр димоходу .....110 мм

Особливості.....працюють при низькому тиску води

Камера згоряння.....відкрита

Відведення газів .....димохідний

Продуктивність (ДТ=25 °С) .....10 л/хв

Тип колонки .....атмосферна

Тип розпалу .....від батарейок

Додаткові характеристики.....тиск води – від 1,5 до 8 атм

Висота.....55 см

Ширина.....38 см

Глибина .....18,9 см

Вага.....10,2 кг

Країна-виробник .....Китай.

В якості опалювальних приладів використовуються біметалеві секційні радіатори марки Ragall Top-R 350/80 (Рис. 1.5).

Рисунок 1.5. Радіатор марки Ragall Top-R 350/80

Основні характеристики

Матеріал .....Литий алюмінієвий сплав високої щільності

Міжосьова відстань .....350 мм

Повна висота секції.....424 мм

Глибина секції.....80 мм

Ширина секції.....80 мм

Робочий тиск.....До 20 бар (атмосфер)

Максимальний тиск .....33 бар (випробувальний) / 60 бар (на розрив)

Максимальна температура теплоносія .....120°C

Теплова потужність (Д T = 70°C) ....≈ 120–135 Вт.

Модель Top-R має потовщені внутрішні стінки та розширені вертикальні канали. Це захищає батарею від гідроударів та знижує ризик засмічення дрібним сміттям із труб

1.4. Висновки за розділом 1.

Метою розрахунку є розробка високоефективної, надійної та працездатної системи опалення, яка забезпечить комфортні умови мешканців будинку котеджного типу площею 130 м^2 (м. Херсон).

					КРБ.144.4247.01.05.ПЗ.02		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент		Зініч І.О.			*Розділ 2*	Літ.	Арк. / Аркушів
Керівник		Самохвалов В.С.					
						ХННІ НУК	18
Консульт.							
Зав.каф.		Кобалава Г.О.					

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ

2.1. Визначення величини опору теплопередачі огороджень приміщень.

Основне призначення системи опалення полягає в компенсації втрат теплоти певними приміщеннями будівлі та підтримці температури повітря в приміщеннях на заданому рівні. Основні теплові втрати приміщень обумовлені теплопередачею через огороджувальні конструкції (стіни, стеля, підлога, вікна, двері). Інтенсивність теплопередачі залежить від термічного опору огороджувальної конструкції. Термічний опір, у свою чергу, визначається товщиною огорожі, теплопровідністю матеріалу, орієнтацією огородження в просторі, температурним режимом та іншими факторами.

Зовнішні стіни

Зовнішня стіна в теплотехнічному відношенні представляє багатошарову пластину. Стіна має шар керамзитобетону, шар зовнішнього облицювання будівлі, шар утеплювача і штукатурки. Над реконструйованими приміщеннями знаходиться опалювальний поверх, отже, опір теплопередачі покриттів і перекриттів враховувати не потрібно.

Згідно з даними ДСТУ II-3-79 * «Будівельна теплотехніка» виробляємо розрахунок стіни:

1. Облицювання «Цегла силікатна»:

товщина: $\delta = 120\ мм = 0{,}12\ м$;

коефіцієнт теплопровідності: $\lambda = 0{,}76\ Вт/(м \cdot К)$;

2. Цегляна кладка:

товщина: $\delta = 120\ мм = 0{,}12\ м$;

коефіцієнт теплопровідності: $\lambda = 0{,}7\ Вт/(м \cdot К)$;

3. Утеплювач «Пінополіуретан»:

товщина: $\delta = 50\ мм = 0{,}05\ м$;

коефіцієнт теплопровідності: $\lambda = 0{,}035\ Вт/(м \cdot К)$;

4. Керамзитобетон:

товщина: $\delta = 170\ мм = 0{,}17\ м$;

коефіцієнт теплопровідності: $\lambda = 0{,}56\ Вт/(м \cdot К)$;

5. Штукатурка (Цегляна на легкому розчині):

товщина: $\delta = 0{,}655\ мм$;

коефіцієнт теплопровідності: $\lambda = 0{,}34\ Вт/(м \cdot К)$;

Термічний опір зовнішньої стіни визначається за формулою:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_н},\quad R_0 = \frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}655}{0{,}34} + \frac{0{,}05}{0{,}035} + \frac{0{,}12}{0{,}76} + \frac{0{,}12}{0{,}7}\frac{1}{23{,}3} = 3{,}84 м^2 \cdot К / Вт$$

$\alpha_в = 8{,}7 \quad Вт/(м^2 \cdot К)$ - коефіцієнт тепловіддачі від внутрішнього повітря до внутрішеьої поверхні стінки.

$\alpha_н = 23{,}3 \quad Вт/(м^2 \cdot К)$ - коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні огородження до зовнішнього повітря.

Коефіцієнт теплопередачі через зовнішню стінку:

$$k = \frac{1}{R_0} = \frac{1}{3{,}84} = 0{,}26 Вт/(м^2 \cdot К)$$

Підлога.

Так як був прийнятий не опалювальний підвал, розрахунок виробляємо за звичайною схемою розрахунку термічного опору огородження:

1. Штукатурка (цементно піщаний розчин):

товщина: $\delta = 20\ мм = 0{,}02\ м$;

коефіцієнт теплопровідності: $\lambda = 0{,}76\ Вт/(м \cdot {}^0C)$;

2. Плита перекриття 1ПК63.18:

товщина: $\delta = 220\ мм = 0{,}22\ м$;

коефіцієнт теплопровідності: $\lambda = 1{,}92\ Вт/(м\cdot^0 C)$;

3. Пароізоляція «Руберойд»:

товщина: $\delta = 5\ мм = 0{,}005\ м$;

коефіцієнт теплопровідності: $\lambda = 0{,}17\ Вт/(м\cdot^0 C)$;

4. Утеплювач «Гравій керамзитовий»:

товщина: $\delta = 200\ мм = 0{,}2\ м$;

коефіцієнт теплопровідності: $\lambda = 0{,}11\ Вт/(м\cdot^0 C)$;

5. Стяжка (цем. піщаний розчин):

товщина: $\delta = 40\ мм = 0{,}04\ м$;

коефіцієнт теплопровідності: $\lambda = 0{,}76\ Вт/(м\cdot^0 C)$;

Термічний опір перекриття розраховується за формулою:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_н}, \text{ де}$$

$\alpha_в = 8{,}7\ \ Вт/(м^2 \cdot^0 C)$ - коефіцієнт тепловіддачі від внутрішнього повітря до внутрішньої поверхні стіни.

$\alpha_н = 23{,}3\ \ Вт/(м^2 \cdot^0 C)$ - коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні огородження до зовнішнього повітря.

$$R_0 = \frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}02}{0{,}76} + \frac{0{,}22}{1{,}92} + \frac{0{,}005}{0{,}17} + \frac{0{,}20}{0{,}11} + \frac{0{,}04}{0{,}76} + \frac{1}{17} = 2{,}21\ м^2 \cdot К/Вт$$

Коефіцієнт теплопередачі:

$$k = \frac{1}{R_0} = \frac{1}{2{,}21} = 0{,}45 Вт/(м^2 \cdot К)$$

Вікна

Необхідну термічний опір $R_0^{тр}$ нормується залежно від різниці температур $t_в - t_н$.У проекті передбачені дерев'яні вікна подвійного стіклення з роздільними палітурками, R_0 приймаємо рівним $0{,}52\ (м^2 \cdot К / Вт)$ [1, 2].

Коефіцієнт теплопередачі: $k = \frac{1}{R_0} = \frac{1}{0{,}52} = 1{,}92 Вт/(м^2 \cdot К)$

Внутрішні перегородки

Теплопередача між суміжними приміщеннями розраховується, якщо різниця температур повітря суміжних приміщень більше $3^0 C$. При цьому термічний опір визначається за формулою:

$R_0 = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_н}$, де

$\alpha_в = 8{,}7 \quad Вт/(м^2 \cdot^0 C)$ - коефіцієнт тепловіддачі від внутрішнього повітря до внутрішньої поверхні стіни.

$\alpha_н = 23{,}3 \quad Вт/(м^2 \cdot^0 C)$ - коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні огородження до зовнішнього повітря.

У даному проекті такі приміщення відсутні.

2.2. Визначення теплових втрат через огородження приміщень та на підігрів інфільтраційного повітря і матеріалу.

Фізичні параметри повітря – температура, вологість, рухливість повітря та його чистота – впливають на самопочуття людини та її працездатність. Щоб людина почувалася нормально, необхідно створити для неї комфортні умови – параметри, за яких підтримується стан теплової рівноваги в організмі людини та за яких немає напруги в системах саморегуляції.

Для підтримки комфортних умов для людини створюються системи опалення та вентиляції, які розраховані на певний тепловий баланс.

Щоб розрахувати тепловий баланс приміщень та визначити дефіцит або надлишок тепла, необхідно знати всі надходження та втрати тепла в цих приміщеннях.

Джерелами теплоприпливів у приміщення є:

- теплопритоки від обладнання;
- теплопритоки від сонячної радіації;
- теплопритоки від людей;
- теплопритоки від освітлення.

Джерелами тепловтрат у приміщеннях в зимовий період є:

- тепловтрати через огороджувальні конструкції (вікна, двері, стіни, підлога);
- тепловтрати з інфільтрацією повітря крізь щілини у вікнах, відчинення дверей, воріт.

Від точності визначення вищезазначених тепловтрат і теплоприпливів, які є основними складовими теплового балансу, залежить підтримка в приміщенні необхідного мікроклімату. При складанні теплового балансу для зимового режиму теплопритоки від сонячної радіації не враховуються. Вони складають запас по теплу.

Розрахунок тепловтрат у приміщеннях

Основні втрати теплоти Q через огородження враховуються, коли різниця температур повітря з двох сторін приміщення перевищує 3^0C.

Розрахунок основних тепловтрат виробляється у певної послідовності. На плані поверху будівлі проставлені номери опалювальних приміщень. Приміщення пронумеровані 1, 2, ... і т. д. На рис. 2.1 представлений план будівлі.

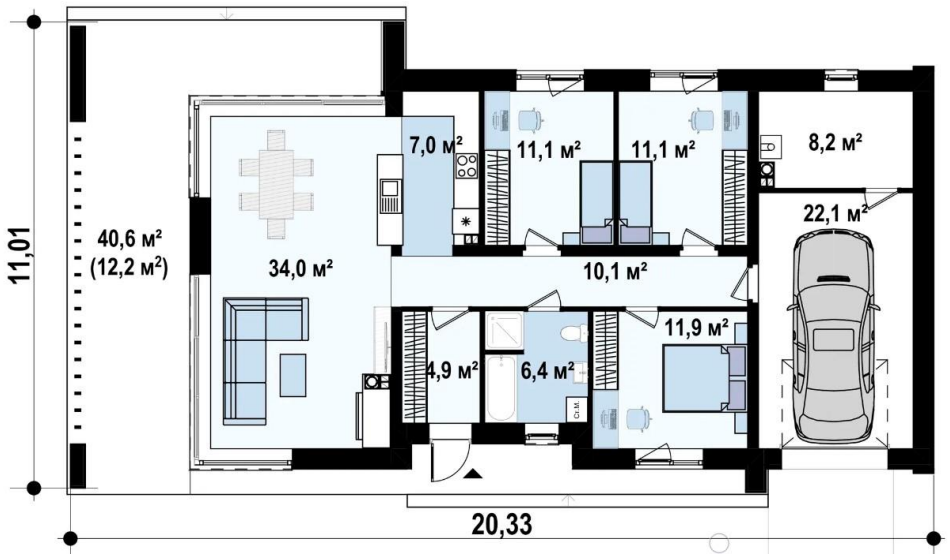

Рисунок 2.1. План будівлі

Вихідні дані, прийняті значення і результати розрахунків внесені в зведену таблицю тепловтрат.

При виконанні роботи використовувалися такі скорочені позначення огорож:

• ЗС - зовнішня стіна;

• ПВ - вікно з подвійним склом;

• ДВ - двері зовнішні;

• ПЛ – підлога.

2.3. Визначення надходжень теплоти у приміщення

Розрахунок теплопритоків до будівлі можна визначити з такої формули:

$$Q_{над} = Q_{матер} + Q_{обор} + Q_{п.п} + Q_{л} + Q_{с.рад} + Q_{ел.об}$$

$$Q_{матер} = Q_{об} = Q_{с.р} = Q_{п.п} = 0;$$

Надходження теплоти у приміщення від людей:

$$Q_{люд} = \beta_{р} \cdot \beta_{од} \cdot (2{,}5 + 10{,}3\sqrt{V_{п}})(35 - t_{вн}) \cdot n_{i} = 1 \cdot 0{,}65 \cdot (2{,}5 + 10{,}3\sqrt{0{,}1})(35 - 18) \cdot 1 = 71{,}1\,\text{Вт}.$$

Надходження теплоти від електричних (освітлювальних в тому числі) приладів:

k – коефіцієнт, що враховує частку переходу електроенергії в теплоту;

$N_{ел.ос}$ – потужність приладів освітлення.

$$Q_{ел.ос} = k \cdot N = 0{,}95 \cdot 80 = 77 \text{ Вт}.$$

Величина надходження теплоти в приміщення:

$$Q_{над} = Q_л + Q_{ел.ос} = 71{,}1 + 77 = 148 \text{ Вт}.$$

2.4 Складання теплового балансу приміщення

Визначення теплової потужності системи опалення, тобто можна обчислити кількість теплоти, яке має внести система опалення.

$$Q_{с.о} = Q_{втр} - Q_{над} \ .$$

Всі приміщення розраховують за цією методикою, а результат розрахунку балансу теплоти занесені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Баланс теплоти системи опалення будівлі

Номер прим.	Тепловтрати			Теплопритоки			Qс.о, Вт
	Qог, Вт	Qінф, Вт	Q∑втр	Q ел.ос, Вт	Qл, Вт	Q∑над	
1 кух	391	860	1251	362	72	434	817
2 дит1	515	976	1491	78	72	150	1341
3 дит2	515	976	1491	78	72	150	1341
4 с.в.	426	482	908	58		58	850
5 гараж	1380	869	2249	39		39	2210
6 спал	705	1029	1734	230	144	374	1360
7 ванна	370	580	950	39	36	75	875
8 зал	1790	3960	5750	340	144	484	5266
Всього							14060

Сумарний баланс втрати теплоти приміщень будинку складає 14,1 кВт.

2.5 Визначення питомої втрати теплоти на опалення приміщень

Після обчислення загальних тепловтрат будівлі, знаходиться його питома теплова характеристика ($Вт/м^3 \cdot К$), яка показує витрата теплоти на опалення $1\,м^3$ будівлі при розрахунковій різниці температур 1 градус.

$$q_0 = \frac{Q_{с.о}}{V_{зов} \cdot (t_{вн} - t_н^Б)} = \frac{2716}{391 \cdot (16 - (-20))} = 0{,}20 .$$

$V_н$ - зовнішній об'єм будівлі, $м^3$;

$t_{вн}$ - середня температура у приміщеннях споруди ($t_{вн} = 16^0 С$);

Це значення порівнюємо зі значенням $q_{пит}$ для житлових споруд за нормами, що задовольняє вимогам $q_0 = 0{,}20 \le q_{пит} = 0{,}47$.

2.6 Обрання та обґрунтування типу системи опалювання та опалювальних приладів

На цей час системи водяного опалення є найпоширеніші у системах теплопостачання.

При обранні типу системи опалення враховують:

- призначення об’єкту, для якого проектується система опалення;

- особливості функціонування об’єкту;

- місце розташування на території об’єкту, на території міста, району, зони;

- технічні, екологічні, санітарні та інші вимоги.

Систему водяного опалення обираємо двохтрубну з горизонтальним нижнім розведенням і попутним рухом води за наведеною схемою (рис. 2.2).

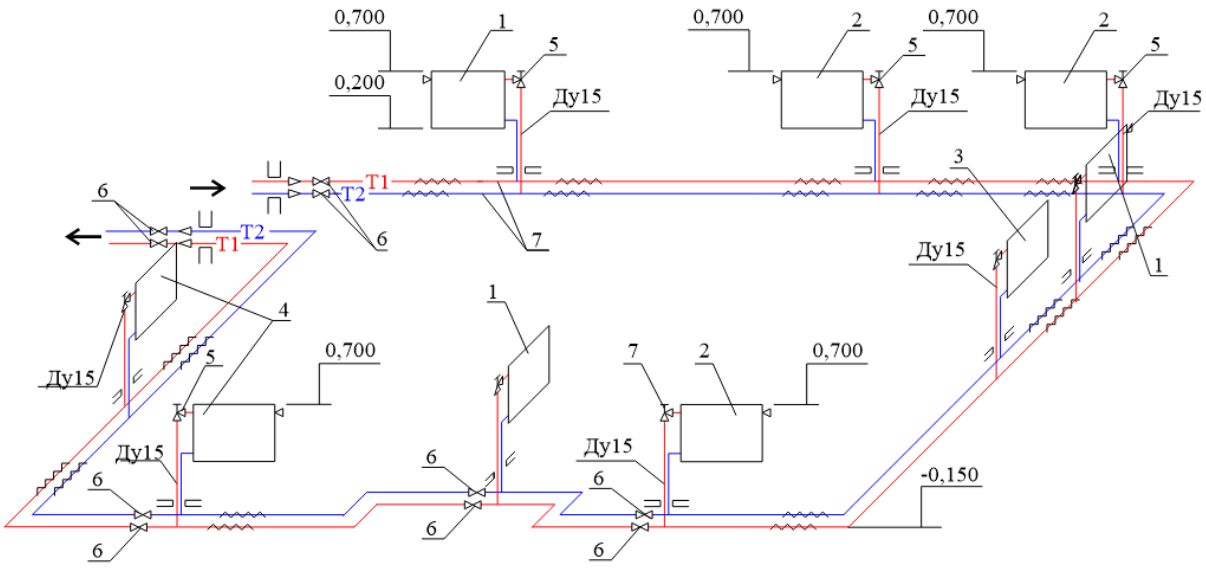

Рисунок 2.2. Аксонометрична схема системи опалення будинку

1, 2, 4, 4 - опалювальні прилади; 5 - терморегулятор; 6 - клапан для демонтажу; 7 - пластикові труби системи опалення

Обираємо сталеві радіатори Українського виробника (завод «СанТехРай», Одеська обл. рис. 2.3) «TERRA teknik» марки 22 клас 500 (рис. 2.4), так як на ринку України присутні багато типорозмірів, що дозволить підібрати опалювальний прилад за необхідною теплопродуктивністю та розмірами 500х500 мм, , 500х800 мм, 500х1200 мм та 500х1400 мм для всіх приміщень будівлі. Стандарт 22 означає: перша цифра 2 – використовуються дві пластини, друга цифра 2 – використовується два ряди П подібного типу ребер.

Рисунок 2.3. Завод «СанТехРай», Одеська обл.

Рисунок 2.4. Сталеві радіатори «TERRA teknik» марки 22 клас 500

Матеріал приладу опалення є штампованим сталевий листом, товщиною 1,25 мм. Витримує тиск до 10 атм. Максимальна температура теплоносія до 110 °С. Вага 25 кг на 1 метр довжини. Обєм води – 4,5 л на 1 метр довжини. Дозволяють виконати як бічне так і нижнє підключення.

2.7 Розрахунок площі поверхонь опалювальних приладів для усіх приміщень. Вибір зразка і кількості опалювальних приладів

Метою розрахунків є визначення поверхні теплообміну. Вибір типів нагрівальних приладів здійснюється відповідно до санітарно-гігієнічними та техніко-економічними вимогами, висунутими до приміщенню. Вжито прилади - Сталеві радіатори «TERRA teknik» марки 22 клас 500.

Розрахунок проводимо для одного приміщення. Для інших приміщень розрахунок зводимо у табл. 2.2. Розраховуємо поверхню нагріву і визначаємо кількість секцій нагрівального приладу Сталеві радіатори «TERRA teknik» марки 22 клас 500. Теплове навантаження на приміщення №2 (дитяча спальня) 1341 Вт.

Система опалення двотрубна горизонтальна.

Параметри теплоносія $t_г$= 90 ºС, $t_о$ = 60 ºС.

Температура повітря в приміщенні $t_п$ = 22 °С

Відкрито прокладені: стояки зовнішній діаметр d = 15 мм, підводка зовнішній діаметр також d = 15 мм.

У нагнітальній частині системи $\Delta t = t_г - t_п = 90 - 22 = 78$ ºС, d = 15мм

$q_н$ =52 Вт/м, для горизонтальних труб d = 15 мм – $q_г$ =*75* Вт/м [1].

У зворотній частині системи де $\Delta t = t_о - t_п = 60 - 22 = 38$ ºС для вертикальних труб з $d_{зовн}$ = 15мм – $q_в$ = 30 Вт/м, для горизонтальних труб з $d_{зовн}$ = 15 мм – $q_г$ = 40 Вт/м.

$Q_{тр} = (q_н l_н + q_г l_г)\,\Delta t = 78$ ºС $+(q_н l_н + q_г l_г)\,\Delta t = 48$ºС = 105 Вт.

На опалювальні прилади теплове навантаження складає:

$$Q_{\Sigma пр} = 1446 \text{ Вт.}$$

Розрахункову густину теплового потоку нагрівального приладу визначаємо:

$$q_{пр} = q_{ном}\left(\frac{\Delta t_{ср}}{70}\right)^{1+n}\left(\frac{G_{пр}}{0{,}1}\right)^{p} c_{пр} = 723 \text{ Вт/м}^2,$$

де $q_{ном}$ = 730 Вт/м^2 – номінальна густина теплового потоку приладу при стандартних умовах; n =0,3; p = 0,02; $c_{пр}$ = 1,039.

$$\Delta t_{ср} = (0{,}5\,(t_г + t_о) - t_в) = 0{,}5\,(90+60) - 22 = 60{,}1 \text{ ºС}$$

Дійсна витрата води в нагрівальному приладі:

$$G_{пр} = \frac{Qпр}{c \cdot (t_г - t_0)} == 0{,}017\ кг/с.$$

Розрахункова поверхня нагріву безпосередньо нагрівального приладу:

$F_р = \dfrac{Q_{пр}}{q_{пр}}\beta_1\beta_2 = 2{,}3$ м^2 , де β_1, β_2 – коефіцієнти, що враховуємо додатковий

тепловий потік нагрівальних приладів за рахунок округлення розрахункових величин та додаткові втрати теплоти приладами біля зовнішніх огороджень[1], $\beta_1 = 1{,}02$, $\beta_2 = 1{,}02$.

Для радіатору «TERRA teknik» марки 22 клас 500, f_1 − площа поверхні нагріву на кожні 100 мм , $f_1 = 0{,}438$ м^2. Результат вписуємо в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 Розрахунок опалювальних приладів

Номер приміщення	Втрати тепла, Вт	Витрата теплоносія, кг/с	Густина теплового потоку, Вт/м^2	Теплота приладу, Вт	Площа приладу, м^2	К-сть, шт	Типорозмір опалювального приладу 500х
1 - кухня	817	0,010	640	916	2,19	1	500
2 – дитяча 1	1341	0,017	730	1446	3,46	1	800
3 – дитяча 2	1341	0,017	730	1446	3,46	1	800
4 - комора	850	0,012	677	908	2,07	1	500
5 - гараж	2210	0,023	1340	2297	5,24	1	1200
6 - спальня	1360	0,016	717	1439	3,43	1	800
7 - ванна	875	0,009	627	889	1,96	1	500
8 - вітальня	5266	0,032	1680	5342	12,18	2	1400
Разом	14 060			14 683		9	

Для виконання всіх потреб в опаленні потрібно встановити опалювальних прилади розміром:

- 500х500 3 шт;
- 500х800 3 шт;
- 500х1200 1 шт;
- 500х1400 2 шт.

2.8 Визначення ємності бака–розширювача

Розширювальний бак в системі опалення призначений для врегулювання і компенсації зміни тиску в трубопроводах та опалювальних

приладах.

Об'єм розширювального бака: $V = (V_L * E) / D$, де

V_L = 1060 л - сумарний об'єм системи (котел, радіатори, труби, теплообмінники тощо);

E – 0,04 - коефіцієнт розширення рідини %;

D = 0,57 - ефективність мембранного розширювального бака.

Тоді:

$$V = 1060 * 0,04 / 0,57 = 74,4 \text{ л.}$$

Вибір: Обираємо розширювальний бак об’ємом 80 літрів фірми «Lider» 80, корпус виготовлений із вуглецевої сталі, тиск зарядки 0,5 бар. Зовнішній вид розширювального баку представлено на рис. 2.5.

Рисунок 2.5. Зовнішній вид розширювального баку об’ємом 80 літрів фірми «Lider» 80

2.9. Висновки за розділом 2.

В даному розділі бакалаврської роботи виконано розрахунок втрати теплоти на опалення приміщень, яке складає 14,1 кВт. Для теплозабезпечення будівлі були вибрані прилади опалення сталеві радіатори Українського виробника (завод «СанТехРай», Одеська обл) «TERRA teknik» марки 22 клас 500 у кількості 9 шт відповідних розмірів: 500х500 3 шт, 500х800 3 шт, 500х1200 1 шт, 500х1400 2 шт. Побудовано схему системи опалення в аксонометрії з укаранням кількості приладів опалення у кожному приміщенні. Також підібрано розширювальний бак об’ємом 80 літрів фірми «Lider».

					КРБ.144.4247.01.05.ПЗ.03		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент		Зініч І.О.			Розділ 3	Літ.	Арк. / Аркушів
Керівник		Самохвалов В.С.					
						ХННІ НУК	33
Консульт.							
Зав.каф.		Кобалава Г.О.					

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОТИ ДЛЯ ОБ'ЄКТУ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ . ВИБІР ТИПУ І КІЛЬКОСТІ КОТЛІВ

3.1. Аналіз вибору системи опалення та гарячого водопостачання.

Двоконтурний газовий котел на 16 кВт є ідеальним технічним рішенням для будинку площею 130 м², оскільки його теплової потужності вистачає з необхідним запасом для компенсації найсуворіших зимових тепловтрат. Основна особливість вибору такого приладу під площу 130 м² — це баланс між стабільним опаленням та продуктивністю контуру гарячого водопостачання (ГВП). Зазвичай проточний контур моделей на 16 кВт видає від 4 до 6,7 літрів гарячої води на хвилину, чого цілком достатньо для комфортного використання однієї точки водорозбору (наприклад, комфортного душу або кухонної мийки).

Для комфортного забезпечення гарячою водою 4 осіб, які проживають у приватному будинку чи великій квартирі, мінімальна теплова потужність котла повинна становити від 24 до 28 кВт.

Якщо котел потужністю 16 кВт ідеально справляється з опаленням площі 130 м², то для приготування гарячої води в проточному режимі для великої родини цієї потужності буде замало. Пристрій просто не встигатиме прогрівати великий потік холодної води взимку.

Продуктивність проточного контуру: Котел на 16 кВт видає лише близько 5 – 7 літрів гарячої води на хвилину. Цього вистачає лише на один комфортний душ. Якщо хтось на кухні відкриє кран з холодною водою, людина в душі відчує різкий перепад температури.

Потреби великої родини: Родина з 4 осіб часто користується водою одночасно (наприклад, працює душ та миється посуд на кухні). Для одночасної роботи двох точок водозабору потрібна швидкість протоку мінімум 11 – 13 літрів на хвилину. Таку продуктивність забезпечують двоконтурні котли потужністю 24 кВт.

Режим пріоритету ГВП: Усі двоконтурні газові котли працюють за принципом пріоритету ГВП — коли ви відкриваєте кран гарячої води, котел тимчасово вимикає опалення і спрямовує всі свої кіловати на нагрів води. Що вища потужність, то швидше та стабільніше подається вода, при цьому будинок не встигає охолонути.

3.2. Розробка шляхів забезпечення опалення та гарячого водопостачання споживачів будівлі.

Розглянемо декілька шляхів забезпеченням гарячою водою 4 осіб та зберегти баланс між опаленням будинку 130 м²:

1. Встановлення конденсаційного двоконтурного котла на 24 кВт.

Конденсаційний газовий котел – це опалювальний пристрій, який використовує не лише тепло від згоряння газу, але й витягує енергію з водяної пари, що міститься в продуктах згоряння. Його основна відмінність від звичайного котла полягає в здатності охолоджувати димові гази до температури нижче точки роси (приблизно 55 - 57°C), що призводить до конденсації водяної пари та вивільнення прихованої теплоти пароутворення (рис. 4.1).

Згоряння 1 м^3 природного газу утворює приблизно 1,6 кг водяної пари. У звичайному котлі ця пара разом з гарячими димовими газами при температурі 120 - 200°C просто викидається в атмосферу, забираючи з собою

значну кількість тепла. Конденсаційний котел охолоджує ці гази до 40 - 60°С, що призводить до конденсації водяної пари та виділення додаткових 2260 кДж/кг теплової енергії.

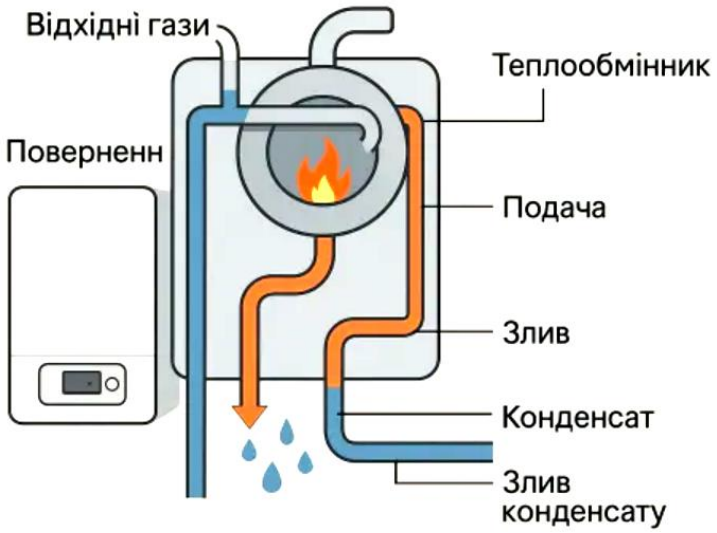

Рисунок 4.1. Принцип роботи 2-х контурного конденсаційного котла

Конструктивні особливості конденсаційних котлів представлені на рис. 4.2.

Рисунок 4.2. Конструктивні особливості конденсаційних котлів

Переваги конденсаційної технології включають підвищення ефективності на 15-20% порівняно з традиційними котлами. Це досягається завдяки використанню прихованої теплоти пароутворення, яка становить приблизно 11% від загальної теплотворної здатності природного газу. Крім того, викиди оксиду азоту зменшуються на 50-70% завдяки нижчим температурам горіння.

Сучасні газові котли (особливо настінні турбовані або конденсаційні) мають функцію модуляції полум'я. Це означає, що в режимі опалення котел автоматично знизить свою потужність до необхідних вам 12 – 14 кВт (під площу 130 м²), щоб не перевитрачати газ. Але щойно буде відкрито кран у ванній, котел миттєво увімкнеться на всі 24 кВт і видасть стабільні 11 – 12 л/хв гарячої води для для забезпечення потреб у ГВП. Як приклад можна використовувати 2-х контурний конденсаційний газовий котел фірми Beretta Ciao X 25C (рис. 4.3).

Рисунок 4.3. 2-х контурний конденсаційний газовий котел фірми Beretta Ciao X 25C

Також для варіанту 1 може використовуватися: 2-контурний газовий конденсаційний котел з бойлером 8 л для компенсації тиску в системі опалення фірми **Vaillant** марки **EcoTEC pure VUW 246/7-2** тепловою потужністю 24 кВт (рис. 4.6).

Рисунок 4.6. 2-контурний газовий конденсаційний котел **Vaillant** марки **EcoTEC pure VUW 246/7-2**

Високоефективний двоконтурний газовий котел Vaillant ecoTEC pure VUW 246/7-2. Цей котел належить до двоконтурних котлів і використовується в системах ГВП з тиском до 6 атмосфер та системах опалення з максимальним робочим тиском до 3 атмосфер. В режимі опалення котел може використовуватися для обігріву приміщень площею до 200 м^2. Котел Vaillant ecoTEC pure VUW має закриту камеру згоряння та димохід з турбосистемою для відведення продуктів згоряння. Котел має 8-літровий

розширювальний бак, а також автоматичний клапан випуску повітря та спеціальний клапан підживлення. Максимальна витрата газу при опаленні приміщення площею 200 м^2 та використанні ГВП, з мінімальними тепловтратами, становить 2,21 кубічних метра. Середній ККД котла становить 107%.

2. Комбінація: Використовувати газовий котел потужністю 16 кВт плюс додаткову газову колонку або електричний бойлер. Якщо ви вже націлені на енергонезалежний підлоговий або парапетний котел потужністю 16 кВт, його другий контур можна використовувати як помічник, або взагалі придбати одноконтурний котел суто для опалення. Питання гарячої води для 4 осіб у такому разі закривається встановленням окремої газової колонки чи електричного бойлера об'ємом 100 – 120 літрів. Це гарантує великий запас гарячої води без перепадів тиску та температури.

Як один з варіантів встановлення електричного бойлера для потреб гарячого водопостачання може використовуватися бойлер Thermo Alliance 100 л вертикальний плаский (рис. 4.4). Суха вага бойлера складає 36 кг.

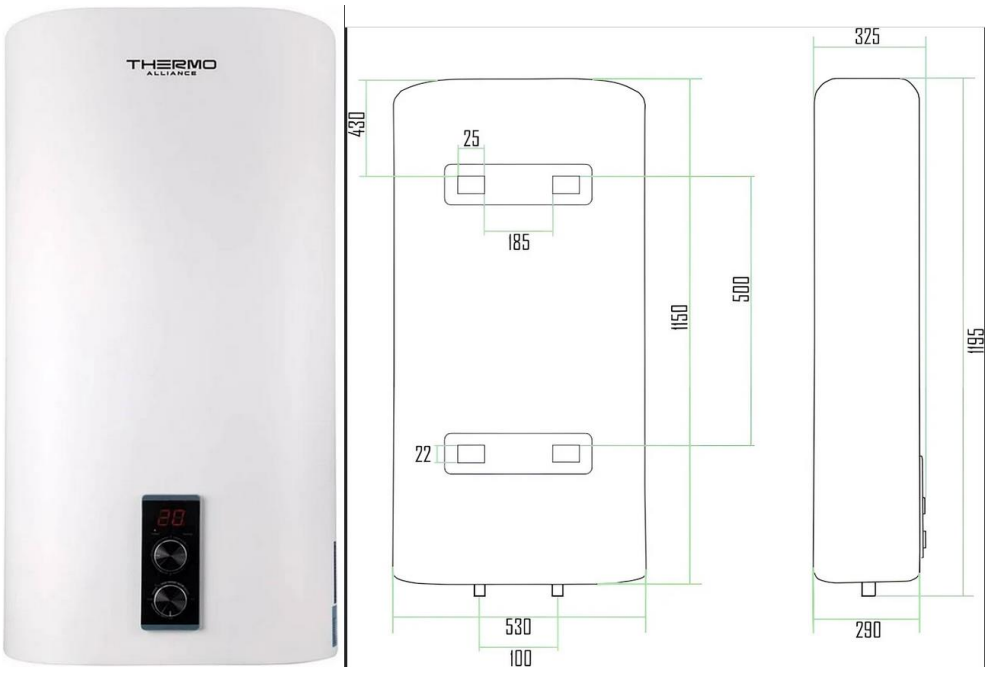

Рисунок 4.4. Бойлер електричний **Thermo Alliance 100** л плаский

Електрична потужність 800 – 1200 Вт/год.

Час нагріву становить – 3 години.

Максимальна робоча температура 75 °С.

3. Конденсаційний котел із вбудованим бойлером. Це преміальний варіант (наприклад, моделі серії Baxi Nuvola). Котел може мати невелику загальну потужність, але завдяки інтегрованому баку з нержавіючої сталі на 40–45 літрів він завжди тримає гарячу воду напоготові, згладжуючи пікові навантаження, коли вмикаються кілька кранів одночасно.

Для використання варіанту №3 можливо встановлення газового котла з вбудованим або підключеним додатковим баком (бойлером) — це інженерно найбільш правильне та комфортне рішення для родини з 4 осіб. Такий тандем повністю нівелює головні недоліки звичайних двоконтурних котлів: зникають стрибки температури, вода тече гарячою з першої секунди, а ресурсу вистачає на роботу кількох кранів одночасно.

Для реалізації такого задуму є два кардинально різних шляхи.

Варіант 1. Настінний котел із вбудованим бойлером (Усе в одному корпусі).

Це єдиний моноблочний пристрій, усередині якого виробник уже розмістив невеликий накопичувальний бак на 40–45 літрів із нержавіючої сталі. Завдяки постійному запасу окропу в баку, такий котел на 24 кВт видає в перші 30 хвилин величезний об'єм гарячої води (еквівалент протоку понад 14–16 літрів на хвилину).

Як варіант можуть використовуватися наступні газові котли:

Котел газовий конденсаційний **BAXI NUVOLA DUO-TEC 24 GA** вбудований бойлер 40л із нержавіючої сталі (рис. 4.5).

Переваги:

Надзвичайно економний завдяки ККД до 107.6%.

Рисунок 4.5. Котел газовий конденсаційний

BAXI NUVOLA DUO-TEC 24 GA

Має адаптивний контроль горіння під якість газу (GAC) та надшироку модуляцію (автоматично знижує потужність опалення під ваші 130 м², щоб не перевитрачати ресурс).

Забезпечує миттєву подачу гарячої води без очікування.

Накопичувальний бак об’ємом 40 л з нержавіючої сталі.

Вага - 62 кг.

Теплова потужність - 24 кВт.

Тип - конденсаційний.

Площа обігріву до 190 м².

Країна-виробник товару - Італія.

Також може використовуватися: 2-контурний газовий конденсаційний котел Vaillant ecoCOMPACT VSC 266/4-5 150 тепловою потужністю 27 кВт (рис. 4.6).

Рисунок 4.6. 2-контурний газовий конденсаційний котел з розширювальним баком **Vaillant ecoCOMPACT VSC 266/4-5 150**

Котел з розширювальним баком **Vaillant ecoCOMPACT VSC 266/4-5 150** здатний підігріти воду до 35 градусів у кількості 730 л/годину. Обєм розширювального баку становить 15 л.

Варіант 2. Одноконтурний котел + окремий бойлер непрямого нагріву

Це найбільш професійна система з необмеженим ресурсом води. Ви купуєте одноконтурний газовий котел (який вміє працювати тільки на опалення) та підключаєте до нього через спеціальний триходовий клапан окремий підлоговий або настінний бойлер непрямого нагріву на 100–120 літрів. Всередині цього бака є потужний змійовик: коли вода в баку остигає, котел тимчасово перемикається і всією своєю потужністю (24 кВт) за 15–20 хвилин прогріває весь об'єм бака.

Прикладом такого варіанту може використовуватися одноконтурний газовий котел Immergas Victrix Tera 24 Plus (рис. 4.7).

Рисунок 4.7. Одноконтурний газовий котел

Immergas Victrix Tera 24 Plus

Характеристики котла

Тип котла – конденсаційний;

Теплова потужність – до 24 кВт;

Кількість контурів - одноконтурний (для опалення);

Тип камери згоряння - закрита (турбо);

Вид теплообмінника - монотермічний (роздільний);

Тип установки – настінний;

Матеріал теплообмінника - сталь нержавіюча;

Тип димоходу – стурбований.

Також для використання варіанту №2 можна встановити одноконтурний настінний котел Bosch Condens GC2300iW 24 P та підключити до нього окремий поруч розташований бойлер непрямого нагріву Bosch на 100 літрів W 100-5 EP1 B (Відповідно рис. 4.8 та 4.9).

Рисунок 4.8. Одноконтурний настінний котел Bosch Condens GC2300iW 24 P

Рисунок 4.9. Бойлер непрямого нагріву Bosch на 100 літрів

Одноконтурний настінний котел Bosch Condens GC2300iW 24 P має теплову потужність до 24 кВт для опалення з робочим тиском до 3 атмосфер.

Бойлер непрямого нагріву Bosch на 100 літрів W 100-5 EP1 B має максимальну температуру нагріву води до 95 °C вагою до 84 кг.

Недолік варіанту №3 з вбудованим розширювальним баком або бойлером не непрямого нагріву.

Сумарна вартість такого варіанту буде мінімум у двічі перевищувати вартість двох контурного котла. Зазвичай такі котли є напільними тому розміщення і монтаж потрібно виконувати в окремому приміщенні, що також є не зручним варіантом.

3.3. Оцінка використання газового котла.

Тепловий потік, за період (добу, зміна) максимального водоспоживання на потреби гарячого водопостачання (з урахуванням тепловтрат) слід обчислювати за формулами:

а) протягом середньої години:

$$Q_T^h = 1{,}16\, q_T^h \left(55 - t^c\right) + Q^{ht};$$

б) протягом години максимального споживання

$$Q_{hr}^h = 1{,}16\, q_{hr}^h \left(55 - t^c\right) + Q^{ht}.$$

Максимальний часовий витрата води q_{hr} м^2 / год, слід визначати за формулою:

$$q_{hr} = 0{,}005\, q_{0,hr}\, \alpha_{hr},$$

де q_{hr} - коефіцієнт, що визначається згідно рекомендованого додатком залежно від загального числа приборів N, що обслуговуються проектованою системою і ймовірності використання приладу *p*.

α_{hr} = 2,16 (з таблиці1 додаток 4 ДСТУ 2.04.01);

$q_{0,hr}$ = 1900 л / год – витрати гарячого теплоносія на опалення;

t^c = 5℃ - температура холодної води;

Q^{ht} = 3 кВт–втрати в магістральному трубопроводі.

І так на протязі максимальної години водоспоживання витрата тепла:

$$Q_{hr}^h = 1{,}16\, q_{hr}^h \left(55 - t^c\right) + Q^{ht} = 1{,}16 \cdot 2{,}16 \cdot (55 - 5) + 3 = 12{,}8 \text{ кВт}.$$

Таким чином теплова потужність газового котла на опалення повинна бути не менше 13 кВт. Таким чином для забезпечення потреб споживачів на опалення та гаряче водопостачання обираємо двохконтурний конденсаційний газовий котел з вбудованим розширювальним баком на 8 літрів, так як розмір 40 літрів призводе до більших витрат газу на підтримку температури води.

Основні конструктивні вузли 2-контурного газового конденсаційного котла з бойлером 8 л фірми **Vaillant** марки «**EcoTEC pure VUW 246/7-2**» тепловою потужністю 24 кВт представлені на рис. 4.10 та 4.11 [25].

Рисунок 4.10. Основні конструктивні вузли 2-контурного газового конденсаційного котла з бойлером 8 л фірми **Vaillant** марки «**EcoTEC pure VUW 246/7-2**»

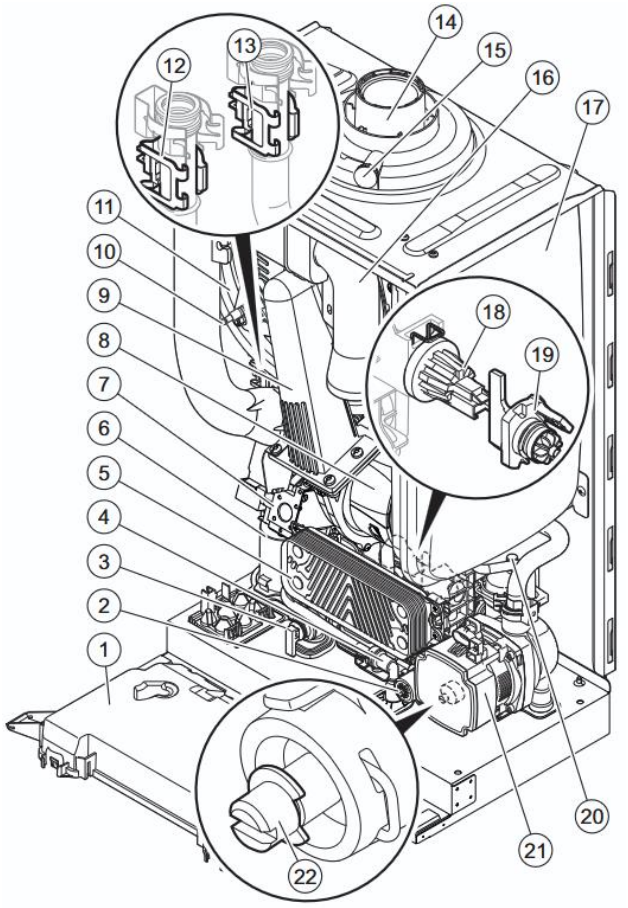

Рисунок 4.11. Основні конструктивні вузли котла з бойлером 8 л фірми **Vaillant** марки «**EcoTEC pure VUW 246/7-2**»

1 Розподільча коробка; 2 Пріоритетний клапан; 3 Запобіжний клапан; 4 Наповнювальний пристрій; 5 Пластинчатий теплообмінник; 6 Сифон для конденсату; 7 Газова арматура; 8 Вентилятор; 9 Компактний термомодуль; 10 Електрод розпалювання та іонізації; 11 Первинний теплообмінник; 12 Датчик температури лінії подачі системи опалення; 13 Датчик температури зворотної лінії системи опалення; 14 Підключення для системи підведення повітря та газовідводу; 15 Вимірювальний патрубок відпрацьованого газу; 16 Повітрозабірна труба; 17 Розширювальний бак; 18 Датчик тиску; 19 Датчик крильчатки (гаряча вода) ; 20 Автоматичний пристрій для видалення повітря; 21 Опалювальний насос; 22 Байпас.

Час нагрівання 8 літрів води за умови підігріву на Δ T = 35°C від 5 градусів до 35 °C у котлі Vaillant ecoTEC pure VUW 246/7-2 становить приблизно 48 секунд.

3.4. Висновки за розділом 3.

У даному розділі роботи проведено аналіз вибору системи опалення та гарячого водопостачання. Розглянуто три варіанти: перший – з одно контурним котлом та електричним бойлером для ГВП, другий – з газовим котлом з вбудованим або підключеним додатковим баком (бойлером), і третій – з двоконтурним котлом. Перші два варіанти дають максимальний комфорт при одночасному використанні системи опалення і ГВП, так як вода на ГВП нагрівається в окремому бойлері. Однак сумарна вартість котла і бойлера, або котла з вбудованим бойлером як мінімум у двічі перевищує вартість двохконтурного котла. Тому було обрано 2-контурний газовий конденсаційний котел фірми **Vaillant** марки «**EcoTEC pure VUW 246/7-2**» з потужністю до 24 кВт, який задовольняє потребам на опалення та гаряче водопостачання для будівлі 130 м^2. Даний котел обладнаний внутрішнім розширювальним баком на 8 л для запобігання перевищення тиску води в системі опалення.

					КРБ.14*4.4247.01.05.ПЗ.04*		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент		Зініч І.О.			Розділ *4*	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Самохвалов В.С.						
						ХННІ *НУК*		50
Консульт.								
Зав.каф.		Кобалава Г.О.						

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНОГО ВУЗЛА

4.1. Опис конструктивного вузла. Принципова схема, визначення початкових параметрів.

Незалежне підключення системи опалення використовується для створення локального теплогідравлічного режиму при tg < T1. Гідравлічне відділення теплової мережі від системи опалення здійснюється поверхневим теплообмінником. Таке рішення приймається, коли тиск у тепловій мережі перевищує допустимий тиск для системи опалення або навпаки - коли статичний тиск системи перевищує допустиму межу для теплової мережі. Крім того, експлуатаційні вимоги до працездатності сучасних систем опалення все частіше стають обґрунтуванням вибору незалежного підключення.

Умови експлуатації насосів, квартирних витратомірів, автоматичних регуляторів теплогідравлічних параметрів теплоносія, термостатів, штампованих сталевих радіаторів здебільшого вимагають використання високоякісного теплоносія. Наприклад, без твердих домішок, без зливу води із системи в теплу пору року. Такі умови можна забезпечити лише за умови незалежного підключення до теплової мережі.

4.2. Принцип підключення котла

Перевагою незалежного підключення є також те, що система опалення значно менше зазнає впливу змін гідравлічного режиму теплової мережі з часом і менш впливає на саму теплову мережу. Незалежне підключення допомагає зменшити об'єм теплоносія в тепловій мережі, що означає

зниження витрат на водоочищення. Особливо важливо зменшити інерційність теплової мережі, що зрештою призводить до покращення якості наданої послуги з опалення будівель завдяки своєчасному реагуванню центрального контролю якості на зміну погодних умов. Тому незалежне підключення є найкращим і найперспективнішим технічним рішенням.

4.3. Вибір кількості теплообмінників

Найбільш поширеними є схеми незалежного підключення з одним теплообмінником. Прийнятним варіантом є конструктивне рішення з використанням нерозбірного теплообмінника. Вважається, що вода в тепловій мережі та системі опалення пройшла спеціальну обробку для запобігання інтенсивному утворенню накипу в теплообміннику. Найкращим варіантом з експлуатаційної точки зору є використання знімного теплообмінника. В обох випадках слід передбачати запірну арматуру для відключення теплообмінників: кульові крани, дросельні клапани, засувки. Однак слід враховувати, що багато автоматичних регуляторів є багатофункціональними. Вони можуть мати функцію відсікання. У цьому випадку запірний клапан не встановлюється. Це спрощує схему. Запірна арматура з вбудованими зливними клапанами також зручна в експлуатації.

Взаємне розташування насоса та теплообмінника не має особливого значення. Сучасні насоси здатні ефективно працювати як на подавальному, так і на зворотному трубопроводах. Однак кожне розташування має незначні переваги, якими зазвичай нехтують. Насос на зворотному трубопроводі має дещо більший запас кавітації та кращий тепловідвід від двигуна з мокрим ротором. При цьому він перекачує теплоносій з більшою щільністю, що збільшує споживання потужності на валу двигуна та, відповідно, споживання енергії порівняно з насосом на подавальному трубопроводі.

Тепловий пункт (ТП) – це комплекс пристроїв, розташованих в окремому приміщенні, що складається з елементів теплових електростанцій, що забезпечують підключення цих установок до теплової мережі, їх працездатність, керування режимами теплоспоживання, трансформацію, регулювання параметрів теплоносія та розподіл теплоносія за видами споживання.

ТП призначений для підключення автономних систем опалення та ГВП об'єктів будь-якого призначення до джерела тепла. Автономні системи мають ряд переваг порівняно з традиційними системами опалення та гарячого водопостачання: автоматичне керування забезпечує стабільну температуру в будинку протягом усього опалювального періоду; рівномірний обігрів усіх приміщень у будинку; Витоки в контурі теплової мережі та в контурі опалення будівлі обмежені рамками цього контуру та не впливають на роботу другого контуру; мінімальна кількість підживлення в замкнутій системі знижує рівень кисню у воді, що зменшує корозію труб та підтримує чистоту системи; економія енергії в тепловому пункті до 20-40% на рік; Теплові пункти оснащені власним контрольно-регулювальним обладнанням, що забезпечує додаткові можливості для економії енергії. Автоматичне підтримання кривої регулювання до 15 - 20%. Покращення регулювання ГВП до 5 - 15%. Основні переваги обладнання: висока якість; надійність в експлуатації та простота обслуговування; компактність приладів; висока економічна ефективність обладнання; дозволяють економити теплову енергію, монтажний простір та скорочують час монтажних робіт; використання ІТП дозволяє використовувати двотрубні теплові мережі замість чотиритрубних, та економить від 20% до 40% теплової енергії; малий внутрішній об'єм заповнення теплоносіями.

4.4 Висновки по розділу 4

В даному розділі бакалаврської роботи проведено опис конструктивного вузла, її принципової схеми, визначені початкові параметри. Обрано схему незалежного підключення з одним теплообмінником.

					КРБ.14*4.4247.01.05.ПЗ.05*		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент		Зініч І.О.			Розділ *5*	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Самохвалов В.С.						
						ХННІ НУК		55
Консульт.								
Зав.каф.		Кобалава Г.О.						

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1. Аналіз небезпек

Основні небезпеки пов’язані з технологією виконання робіт та використанням будівельних матеріалів, інструментів і механізмів. Найбільш критичним ризиком залишається падіння з висоти під час монтажу фасадних систем утеплення, виконання робіт на покрівлі та встановлення інженерних конструкцій. Такі операції належать до робіт підвищеної небезпеки та вимагають застосування повного комплексу засобів індивідуального захисту, страхувальних систем і жорсткого контролю технологічної дисципліни.

Суттєву загрозу становить електротравматизм, що виникає під час експлуатації ручного електроінструменту, тимчасових електромереж і підключення інженерного обладнання систем опалення та вентиляції. Ризики значно зростають у разі роботи у вологому середовищі або в умовах обмеженого простору, де знижується контроль за безпечністю виконання операцій.

Не менш небезпечним фактором є вплив будівельного пилу та аерозольних частинок, які утворюються під час різання утеплювачів, демонтажу конструкцій та обробки поверхонь. Тривала дія таких забруднювачів повітря призводить до ураження органів дихання та погіршення загального стану здоров’я працівників.

5.2. Витяг з правил техніки безпеки

Під час реалізації енергоефективних заходів рівень небезпеки зростає, оскільки роботи виконуються безпосередньо на конструкціях будівлі та

інженерних системах. Найбільшу увагу слід приділяти утепленню фасаду, заміні вікон і дверей, роботам на покрівлі, модернізації системи опалення та ентиляції.

Під час утеплення зовнішніх стін і заміни вікон значна частина робіт виконується на висоті. Саме тому необхідно використовувати справні риштування, підйомники або інші засоби доступу, що відповідають вимогам безпеки. Працівники повинні бути забезпечені касками, страхувальними системами та спеціальним одягом. Роботи не можна проводити за сильного вітру, дощу чи ожеледиці.

Під час модернізації системи опалення важливо попередньо відключити обладнання від джерела живлення, скинути тиск у відповідних ділянках системи та переконатися у відсутності загрози витоку теплоносія. Якщо роботи виконуються в тепловому пункті або біля насосного обладнання, доступ до цих зон має бути обмежений для сторонніх осіб.

Електромонтажні роботи, пов’язаніз оновленням освітлення чи встановленням засобів керування, дозволяється виконувати лише після відключення напруги та перевірки відсутності струму на відповідній ділянці мережі.

5.3. Висновки за розділом 5.

У розділі проаналізовано умови праці під час виконання робіт з термомодернізації будівлі та визначено основні небезпечні й шкідливі виробничі фактори. Встановлено, що найбільші ризики пов’язані з роботами на висоті, електробезпекою, впливом будівельного пилу та хімічних речовин, а також пожежною небезпекою.

Виявлено, що рівень виробничих ризиків значною мірою залежить від організації будівельного процесу та дотримання технології виконання робіт.

Реалізація запропонованих заходів дозволяє знизити рівень виробничих ризиків, забезпечити безпечні умови праці та підвищити ефективність виконання робіт з термомодернізації будівлі.

ВИСНОВКИ

1) В роботі проведені розрахунки теплової потужності системи опалення, втрат тепла через огороджувальні конструкції будівлі та опалювальні прилади, а також витрати тепла на гаряче водопостачання, яке складає 14,1 кВт.

2) Для теплозабезпечення будівлі були вибрані прилади опалення сталеві радіатори Українського виробника (завод «СанТехРай», Одеська обл) **«TERRA teknik»** марки 22 клас 500 у кількості 9 шт відповідних розмірів: 500х500 3 шт, 500х800 3 шт, 500х1200 1 шт, 500х1400 2 шт. Побудовано схему системи опалення в аксонометрії з укаранням кількості приладів опалення у кожному приміщенні.

3) Як прилад опалення було обрано 2-контурний газовий конденсаційний котел фірми **Vaillant** марки «**EcoTEC pure VUW 246/7-2**» з потужністю до 24 кВт, який задовольняє потребам на опалення та гаряче водопостачання для будівлі 130 м^2. Даний котел обладнаний внутрішнім розширювальним баком на 8 л для запобігання перевищення тиску води в системі опалення.

4) У розділі охорони праці проаналізовано умови праці під час виконання робіт з термомодернізації будівлі та визначено основні небезпечні й шкідливі виробничі фактори. Встановлено, що найбільші ризики пов’язані з роботами на висоті, електробезпекою, впливом будівельного пилу та хімічних речовин, а також пожежною небезпекою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шаповалов Ю.О., Калініченко І.В. , Кобалава Г.О. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни "Проєктування систем теплоенергетичних установок" зі спеціальності 144 "Теплоенергетика", ОПП: "Теплоенергетика" / Ю.О. Шаповалов, І.В. Калініченко, Г.О. Кобалава. – Миколаїв: НУК, 2024. – 121 с.

2. Горбов В.М., Шаповалов Ю.О., Слаутіна Т.Г., Семенов М.М., Соломонюк Д.М. Методичні вказівки по виконанню випускних бакалаврських робіт : Методичні вказівки. Миколаїв, НУК, 2012.

3. Прядко М.О., Павелко В.Ї., Василенко С.М. Теплові мережі: Навч. посібн. /За ред. М.О. Прядка. - К.: Алерта, 2005. - 227 с. іл.

4. Шаповалов Ю.О., Соломонюк Д.М. Проектування теплообмінних апаратів тепло технологічних установок: Методичні вказівки. – Миколаїв: НУК, 2009. – 72 с.

5. Опалення, вентиляція та кондиціонування. ДБН В.2.5-67:2013 – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 141 с.

6. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. ДБН В.2.5-64:2012. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 134 с.

7. Громадські будинки та споруди. Основні положення. Зміна № 1. ДБН В.2.2-9:2018. – К.: Мінрегіонбуд України, 2019. – 49 с.

8. «Котельні». Актуалізована редакція із Зміною № 1. ДБН В.2.5-77:2014- К.: Мінрегіонбуд України, 2022. – 55 с.

9. Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском. НПАОП 0.00-1.81-18. – К.: Міністерства соціальної політики України, 2018. – N 333. – 34 с.

10. Боженко М. Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціювання повітря будівель: навчальний посібник для студентів спеціальності 144

«Теплоенергетика» / М. Ф. Боженко. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.

11. Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення. ДБН. В.2.2-28:2010. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 52 с.

12. Природне і штучне освітлення. ДБН В.2.5-28-2018. – К.: Мінрегіонбуд України, 2018. – 137 с.

13. Газопостачання. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. ДБН В.2.5-20-2018. - К.: Мінрегіонбуд України, 2019. – 115 с.

14. Правила безпеки систем газопостачаня. НПАОП 0.00-1.76-15. – К.: Міністерства енергетики та вугільної промисловості України, 2015. – N 285. – 37 с.

15. Правил пожежної безпеки України. НАПБ А.01.001-2014. – К.: Міністерства внутрішніх справ України, 2014. – N 1417. – 58 с.

16. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Поправка ДБН В.2.2-15:2019. – К.: Мінрегіонбуд України, 2019. – 43 с.

17. 2. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. ДБН В.2.5-74:2013. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 180 с.

18. Ткачук М.М., Филипчук В.Л., Якимчук Б.Н., Кириша Р.О. Будівництво зовнішніх мереж і монтаж санітарно-технічного обладнання будівель: Навчальний. посібник. – Рівне: НУВГП, 2013. – 391 с.

19. Шадура В.О., Кравченко Н.В. Водопостачання та водовідведення: навч. посіб. Вид. 2-ге, перероб. і допов. – Рівне: НУВГП, 2023. – 385 с.

20. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. ДБН В.2.5-39-2008. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 56 с.

21. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. ДБН В.2.5-75:2013. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 203 с.

22. Профілі сталеві гнуті. Технічні умови. ДСТУ 8808:2018. – К.: УкрДНТЦ «Енергосталь», 2018. – 10 с.

23. Кузнецов В.В., Трушлякова А.Б., Кузнецова С.А., Семенов М.М. «Економічне обґрунтування проектних рішень у стаціонарній енергетиці»: Навчальний посібник. – Миколаїв: Видавництво НУК, 2007. – 27 с.

24. Михайлюк В.О. Цивільний захист: Навчальний посібник. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – Ч. 2. Надзвичайні ситуації. – 124 с.

25. https://www.vaillant.ua/downloads/manuals/boilers/ecotec-pure/im-ecotec-pure-2394820.pdf