КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

ФІСЕ
(факультет)
Теплотехніки
(назва випускової кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКПЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР

на тему:
«Проєкт дахова котельня та індивідуальний тепловий пункт з будинковими мережами»

Мальцев Олександр Олександрович

Київ 2025 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

ФІСЕ
(факультет)
Теплотехніки
(назва випускової кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____
„___” _____2025 року

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР

«Проект дахова котельня та індивідуальний тепловий пункт з будинковими мережами»

Виконав: Мальцев Олександр Олександрович
(прізвище, ім’я та по батькові повністю)
192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Теплогазопостачання та вентиляція
(освітня програма)
Група ТВ - 21-1
Керівник Приймак О. В.
(прізвище та ініціали)
проф., доктор. техн. наук
(вчене звання, науковий ступінь)
Ідентичність підтверджую

Київ 2025 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: ФІСЕ

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: Бакалавр

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: Теплогазопостачання та вентиляція .

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____
„___”_____2025 року

З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

Мальцев Олександр Олександрович

1. Тема роботи «Проект дахова котельня та індивідуальний тепловий пункт з будинковими мережами» затверджена наказом ректора КНУБА № _____від «__»____ 2025 року.
2. Керівник роботи Приймак Олександр Вікторович, проф., д. т. н.
3. Строк подання здобувачем роботи до захисту_____
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. Загальні відомості про об’єкт проектування

Р. 2. Проектування тепломеханічної частини дахової котельні

Р. 3. Індивідуальний тепловий пункт

Р. 4. Будинкові мережі

Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Загальні відомості про об’єкт проектування	2025
Розділ 2. Проектування тепломеханічної частини дахової котельні	2025
Розділ 3. Індивідуальний тепловий пункт	2025
Розділ 4. Будинкові мережі	2025
Направлення роботи для перевірки на плагіат	2025
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	2025
Направлення роботи на рецензування	2025

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			

Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____ Кириченко М.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник _____ Приймак О.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Здобувач _____ Мальцев О.О.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Зміст

Вступ……2-3

Розділ 1. Загальні відомості про об'єкт проектування 4-12

Розділ 2. Проектування теплотехнічної частини дахової котельні 13-46

Розділ 3. Індивідуальний тепловий пункт 47-68

Розділ 4. Будинкові теплові мережі …… 69-78

Висновки 79-80

Література 81-82

						Кваліфікаційна робота бакалавра		
Зм.	Кіл.	Арк.	№док.	Підп.	Дата			
Розробив		Мальцев О.О.				Загальна пояснювальна записка	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Приймак О.В.					КР	1	82
Зав.кафедри		Кириченко М.А					**ТВ-21-1**		

Вступ

У сучасних умовах розвитку будівництва та енергетики особливу увагу приділяють підвищенню ефективності систем теплопостачання, зниженню витрат паливно-енергетичних ресурсів та забезпеченню надійної експлуатації інженерних мереж. Зростання вартості енергоносіїв, зношеність централізованих теплових мереж, необхідність покращення керованості тепло споживання та підвищення комфорту для споживача зумовлюють актуальність впровадження локальних джерел тепла та індивідуального регулювання систем опалення. Одним із найбільш ефективних рішень у цьому напрямі є застосування дахових котельнь у поєднанні з індивідуальними тепловими пунктами (ІТП) та організованими внутрішньо будинковими тепловими мережами.

Дахова (покрівельна) котельня — це автономна система теплопостачання, розміщена безпосередньо на даху будівлі, яку вона обслуговує. Такий підхід забезпечує суттєве зменшення довжини теплових мереж і, відповідно, втрат теплової енергії при її транспортуванні. Завдяки компактному розміщенню обладнання в межах будівлі, виключається потреба у спорудженні окремого приміщення котельні, а також спрощується процес експлуатації та обслуговування. Дахові котельні дозволяють забезпечити високий рівень автономності, швидку реакцію на зміну теплового навантаження, а також зменшити залежність об’єкта від централізованих систем теплопостачання.

Індивідуальний тепловий пункт (ІТП) є ключовим елементом у системі внутрішнього тепло споживання будівлі. Його основне призначення — адаптація параметрів теплоносія до потреб споживачів, регулювання температурних режимів та обсягів подачі тепла в системи опалення, гарячого водопостачання та вентиляції. Сучасні ІТП оснащуються автоматизованими системами управління, що дозволяє ефективно контролювати витрати теплової

енергії, зменшити експлуатаційні витрати, уникнути перевитрат і створити комфортні умови для мешканців або користувачів будівлі. Важливою перевагою ІТП є можливість індивідуального обліку тепло споживання, що стимулює користувачів до раціонального використання теплових ресурсів.

Внутрішньо будинкові теплові мережі — це сукупність інженерних трубопроводів, арматури, запірних та регулюючих елементів та теплообмінного обладнання, які забезпечують розподіл теплової енергії від джерела до споживачів усередині будівлі. Від правильного проектування цих мереж залежить ефективність роботи всієї системи опалення та гарячого водопостачання, а також довговічність обладнання, енергоефективність будівлі та комфорт мікроклімату. Особливу увагу приділяють підбору матеріалів трубопроводів, теплоізоляції, способам компенсації температурних деформацій, а також засобам автоматизації та контролю.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка технічно обґрунтованого проекту дахової котельні, індивідуального теплового пункту та внутрішньо будинкових теплових мереж для конкретного об’єкта будівництва. При цьому враховуються чинні нормативні вимоги, технічні характеристики обладнання, кліматичні умови регіону, енергоефективність та безпека експлуатації. Розроблений проект має забезпечити надійне, економічне та екологічно безпечне теплозабезпечення будівлі протягом усього опалювального періоду.

Розділ 1. Загальні відомості про об’єкт проектування

1.1. Кліматологічні умови для м. Києва

Проектування інженерних систем будівель, зокрема систем теплопостачання, виконується з урахуванням кліматичних особливостей регіону розташування об’єкта. Для м. Києва характерні помірено континентальні кліматичні умови з вираженою сезонністю, що супроводжується холодною зимою та теплим літом. Основні кліматичні параметри, необхідні для проектування, приймаються згідно з нормативами ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 та довідковими даними Українського гідрометеорологічного центру.

- **Основні кліматичні характеристики для м. Києва:**
- **Розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення**: –22 °C
- **Середня температура зовнішнього повітря в опалювальний період**: –0,5 °C
- **Тривалість опалювального періоду**: 160–176 діб
- **Сума градус діб опалювального періоду**: близько 4000 °C ·діб
- **Абсолютна мінімальна температура повітря**: –29 °C
- **Абсолютна максимальна температура повітря**: +37 °C
- **Середньорічна температура повітря**: +8,4 °C
- **Середня відносна вологість повітря (січень)**: 83–87 %
- **Середня відносна вологість повітря (липень)**: 65–70 %
- **Середня швидкість вітру в холодний період**: 3,5–4,1 м/с
- **Переважні напрямки вітру**: північно-західний, західний
- **Нормативна глибина промерзання ґрунту**: 1,2 м (для суглинків)

Такі кліматичні умови обумовлюють необхідність застосування ефективної теплоізоляції будівельних конструкцій, надійних систем теплозабезпечення та автоматизованого регулювання параметрів теплоносія

відповідно до зовнішньої температури. У проектних рішеннях також передбачаються заходи з тепло збереження, погодо залежне управління системами опалення, вентиляції та гарячого водопостачання, що сприяє оптимізації енергоспоживання в опалювальний сезон.

1.2. Сейсмічна характеристика району будівництва

Відповідно до карти загального сейсмічного районування території України (ЗСР-97 та ДБН В.1.1-12:2006), м. Київ розташовується **поза межами сейсмічно активних зон**, отже **сейсмічність району дорівнює 0 балів** за шкалою MSK-64 (або МСК-64/EMS).

Таким чином, будівництво в межах м. Києва не потребує спеціальних конструктивних заходів проти сейсмічного захисту. Нормативні навантаження та впливи визначаються згідно з ДБН В.1.2-2:2006 *"Навантаження і впливи"* без урахування сейсмічного впливу.

Усі конструктивні рішення, а також розрахунок фундаментів, несучих та огороджувальних конструкцій, теплотехнічних і інженерних систем, виконуються в загальному конструктивному виконанні, без застосування спеціальних проти сейсмічних заходів. Це дозволяє спростити конструктивну схему будівлі, оптимізувати витрати матеріалів та забезпечити відповідність стандартам надійності й безпеки згідно з чинною нормативною базою.

1.3. Інженерно-геологічні умови району розташування об’єкта

Інженерно-геологічні умови є важливим фактором при проектуванні будівель і споруд, оскільки вони безпосередньо впливають на вибір типу фундаментів, конструктивних рішень підземних частин об'єкта, способів виконання земляних робіт та заходів з водовідведення та гідроізоляції.

Дослідження виконані на основі даних геологічної зйомки, результатів буріння, архівних матеріалів геологічного вишукування та даних з інженерно-геологічних карт відповідного масштабу для регіону.

Об’єкт проектування розміщено в умовах, характерних для території центральної частини України (на прикладі м. Київ). Ділянка має відносно спокійний геоморфологічний рельєф без значних перепадів висот, з незначним ухилом рельєфу в бік існуючого водовідвідного колектору.

Основні інженерно-геологічні характеристики:

- Геологічна будова: у верхній частині геологічного розрізу представлені техногенні насипні ґрунти, що змінюються природними суглинками середньої щільності, нижче — водотривкі глини та супіски.
- Глибина залягання ґрунтових вод: коливається в межах 4,0–6,0 м від поверхні. За результатами спостережень не виявлено ознак сезонного підтоплення.
- Несуча здатність ґрунтів: достатня для влаштування мало заглиблених стрічкових або плитних фундаментів. Коефіцієнт деформації (E) – у межах 15–25 МПа.
- Корозійна активність ґрунтів: класифікується як слабка до середньої щодо впливу на бетон звичайного складу, проте рекомендовано застосування цементу сульфатостійких марок у разі прямого контакту фундаментів з волого насиченими шарами.
- Сейсмічна активність району: згідно з картою сейсмічного районування України, територія належить до неактивних зон, розрахункова сейсмічність становить 0 балів.
- Категорія ґрунтів за складністю розроблення: II (середня складність) згідно з класифікацією ДБН В.2.1-10:2009.
- Проблемні процеси: карстових, зсувних, підтоплюваний чи обвальних явищ не виявлено. Територія не входить до зони підтоплення, ерозійних процесів не спостерігається.

Узагальнено, інженерно-геологічні умови на ділянці оцінюються як сприятливі для будівництва. Дозволено проектування традиційних

фундаментів мілкого закладання. Передбачено заходи з гідроізоляції та водовідведення для захисту фундаментів і підземних частин інженерних комунікацій від впливу ґрунтових вод.

1.4. Геоморфологічна характеристика території проектування

У геоморфологічному аспекті ділянка, на якій передбачається розміщення об'єкта, розташована в межах піщаної рівнини, що сформувалася в результаті давніх тектонічних і льодовикових процесів. Ця рівнина входить до складу Балтійського морфоструктур ного підняття — давньої платформної структури, характерної для північно-західної частини України. Такий тип геоморфологічної структури вирізняється відносною стійкістю, з незначним розвитком сучасних негативних геологічних процесів.

Рельєф місцевості є помірено хвилястим, із загальним ухилом у напрямку до водозбору невеликого місцевого струмка — **Сирець**, що відіграє роль природного дренажного елементу території. За результатами топографічного знімання, **висотні позначки на ділянці** коливаються в межах від **138,98 м до 173,45 м над рівнем Балтійського моря**, що зумовлює **перепад висот у 34,47 м**. Такий перепад вказує на необхідність врахування терасованого характеру місцевості під час проектування, особливо інженерних мереж і систем водовідведення.

Ділянка забудови знаходиться у зоні сформованої **щільної міської інфраструктури**, що включає житлові, громадські та комунальні об'єкти. Незважаючи на техногенне навантаження, територія зберігає локальні фрагменти **природного трав'яного покриву**, що сприяє частковому природному водопоглиненню під час опадів. Поверхня вкрита переважно дерново-грантовим шаром середньої товщини (15–30 см).

Геоморфологічні умови не створюють значних ризиків для будівництва. В межах досліджуваної ділянки **не виявлено активних зсувних, карстових, ерозійних чи підтоплених процесів**, що дозволяє застосовувати типовий

підхід до проектування фундаментів. Разом з тим, зважаючи на загальний перепад висот, доцільно передбачити **інженерні заходи з організованого водовідведення**, щоб уникнути накопичення поверхневих вод у знижених зонах.

Таким чином, геоморфологічні характеристики території можна вважати **сприятливими для нового будівництва**, з урахуванням необхідності врахування ухилів рельєфу при влаштуванні підземних комунікацій, благоустрою та гідроізоляції.

Ділянка характеризується щільною забудовою та наявністю трав’яного покриву, див. таблицю 1.1

Таблиця 1.1

Категорія ґрунту за сейсмічними властивостями	Ґрунти	Нормативна сейсмічність майданчика будівництва за сейсмічності району, балів				Швидкості поширення сейсмічних хвиль в ґрунті, V_s, м/с
		6	7	8	9	
I	Скельні ґрунти усіх видів невивітрілі та слабовивітрілі; великоуламкові ґрунти щільні, маловологі з магматичних порід, які вміщують до 30 % піщано-глинистого заповнювача	5	6	7	8	$V_s > 800$
II	Скельні ґрунти вивітрілі і сильновивітрілі; великоуламкові ґрунти, за винятком віднесених до I категорії; піски гравіюваті, крупні та середньої крупності, щільні та середньої щільності, маловологі та вологі; піски дрібні і пилуваті, щільні і середньої щільності маловологі; пилувато-глинисті ґрунти із показником текучості $I_L \le 0,5$ при коефіцієнті пористості $e < 0,9$ – для глин і суглинків, та $e < 0,7$ – для супісків	6	7	8	9	$500 < V_s < 800$
III	Піски пухкі незалежно від ступеня вологості та крупності; піски гравіюваті, крупні та середньої крупності, щільні та середньої щільності; піски дрібні та пилуваті, щільні та середньої щільності, вологі та водонасичені; пилувато-глинисті ґрунти із показником текучості $I_L > 0,5$; пилувато-глинисті ґрунти із показником текучості $I_L \le 0,5$ при коефіцієнті пористості $e \ge 0,9$ – для глин і суглинків та $e \ge 0,7$ – для супісків	7	8	9	10	$200 < V_s < 500$
IV	Піски пухкі водонасичені, схильні до розрідження; насипні та гумусні ґрунти; пливуни, біогенні ґрунти та мули	За результатами спеціальних досліджень				$V_s < 200$

Примітка 1. У випадку неоднорідного складу ґрунти майданчика будівництва відносяться до найбільш несприятливої категорії ґрунту за сейсмічними властивостями, якщо у межах десятиметрового шару ґрунту, починаючи відлік від планувальної відмітки у випадку виймання і чорної відмітки у випадку насипання, сумарна потужність шарів, що відносяться до цієї категорії, перевищує 5 м.

Примітка 2. У разі прогнозування підйому рівня ґрунтових вод та (або) обводнення ґрунтів у процесі експлуатації будівлі, категорії ґрунту слід визначати в залежності від властивостей ґрунту (ступеня вологості, показника текучості) у замоченому стані (за винятком локального аварійного замочування, вплив якого при уточненні сейсмічності майданчика не враховується).

Примітка 3. Пилувато-глинисті ґрунти (зокрема просідаючі твердої консистенції або в твердому стані) при коефіцієнті пористості поблизу значень $e = 0,9$ – для глин і суглинків та $e = 0,7$ – для супісків можуть бути віднесені до II категорії за сейсмічними властивостями, якщо нормативне значення їх модуля деформації $E \ge 15$ МПа, а при експлуатації споруд будуть забезпечені умови непідтоплення ґрунтів основи. За відсутності даних щодо консистенції або вологості глинисті та пісчані ґрунти при положенні рівня ґрунтових вод вище 5 м відносяться до III категорії.

Примітка 4. Переважаючий період власних коливань ґрунтової товщі визначається за результатом мікросейсморайонування. У разі відсутності даних сейсмічного мікрорайонування допускається визначати період власних коливань грунтової товщі за додатком В.

Примітка 5. Сейсмічність майданчика визначається в цілих балах. Для ґрунтових умов, за яких можливе визначення категорії ґрунту за сейсмічними властивостями як проміжне, визначення бальності за інтерполяцією не допускається, а остаточне рішення приймається вишукувальною організацією за результатами додаткових досліджень і/або комплексним аналізом.

Примітка 6. Насипні ущільнені ґрунти при їх відсипанні і масиви укріплених ґрунтів залежно від їх зернового складу, показників e, I_L, S_r і величини модуля деформацій можуть бути віднесені вишукувальною організацією до II або III категорії за відповідними вимогами, які сформовані в описовій частині таблиці.

1.5 Кліматичні характеристики зовнішнього повітря для м. Києва

Київ розташований у помірено-континентальній кліматичній зоні з характерними сезонними змінами температурного режиму, що супроводжується тривалим опалювальним періодом та помірним рівнем вологості. Такі кліматичні умови значною мірою впливають на параметри проектування систем теплопостачання, вентиляції, теплоізоляції та вибір інженерних рішень при реалізації дахових котельнь, індивідуальних теплових пунктів (ІТП) та внутрішньо будинкових теплових мереж.

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 та кліматологічними даними багаторічних спостережень (Київська метеостанція), основні кліматичні параметри для м. Києва наведені нижче:

- **Розрахункова температура зовнішнього повітря для систем опалення**: –22 °C
- **Середня температура за опалювальний період**: –0,1 °C
- **Тривалість опалювального періоду**: 177 діб
- **Абсолютна мінімальна температура**: –29 °C
- **Абсолютна максимальна температура**: +36 °C
- **Середня температура січня**: –5,9 °C
- **Середня температура липня**: +20,2 °C
- **Середньорічна температура повітря**: +8,4 °C
- **Річна кількість опадів**: близько 600 мм
- **Нормативна глибина промерзання ґрунту**: 1,2 м
- **Середня швидкість вітру (річна)**: 3,2 м/с
- **Домінуючі напрямки вітру**: північно-західний, західний

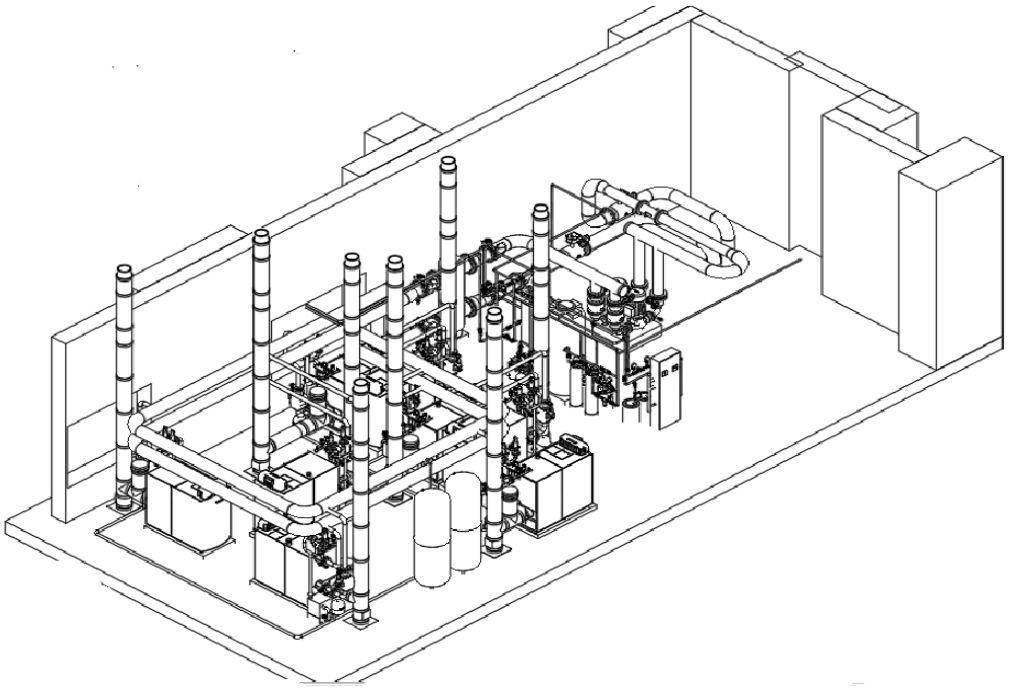
- **Середній атмосферний тиск на рівні місцевості (м. Київ, висота ~170 м над р.м.)**: **745–747 мм рт. ст.** (≈993–996 гПа)
- **Максимально фіксований тиск**: ~764 мм рт. ст.
- **Мінімально фіксований тиск**: ~727 мм рт. ст.

Коливання атмосферного тиску, хоч і незначні, можуть впливати на роботу системи вентиляції та горіння у котлах. Тому при проектуванні котельного обладнання доцільно враховувати ці параметри для забезпечення стабільної роботи пальників і тяго дуттьових систем.

Кліматичні умови м. Києва вимагають впровадження енергоефективних і автоматизованих рішень у системах теплопостачання, що забезпечують надійну експлуатацію об’єктів у межах усього опалювального періоду.

Розділ 2. Проєктування теплотехнічної частини дахової котельні

Загальний вид котельні



2.1. Вихідні дані та нормативна база проектування дахової котельні

Проектування дахової газової котельні здійснюється з урахуванням нормативних вимог, технічного завдання, архітектурно-планувальних обмежень і характеристик об’єкта теплопостачання. До основних вихідних даних належать:

- Тип та призначення будівлі: житловий/громадський/адміністративний об’єкт;
- Загальна площа опалюваних приміщень та обсяг будівлі;
- Розрахункові теплові навантаження на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання (ГВП);
- Джерело газопостачання та умови підключення до зовнішніх інженерних мереж;
- Архітектурні обмеження щодо встановлення обладнання на покрівлі;

- Кліматичні параметри району (розрахункова температура зовнішнього повітря, тривалість опалювального періоду, глибина промерзання ґрунту, тощо);
- Висотні позначки покрівлі та доступ до технічних приміщень;
- Технічні умови від експлуатуючих організацій (газопостачання, електропостачання, водопостачання та водовідведення).

Проектування виконується відповідно до чинних нормативно-правових актів та стандартів, зокрема:

- ДБН В.2.5-77:2014 — Опалення, вентиляція і кондиціонування;
- ДБН В.2.5-20-2001 — Газопостачання;
- ДБН В.1.1-7-2016 — Пожежна безпека об’єктів будівництва;
- ДБН В.1.2-14:2018 — Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд;
- ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 — Настанова з визначення кліматичних характеристик для проектування будівель і споруд;
- ДСТУ Б В.2.5-31:2007 — Котли водогрійні. Загальні технічні вимоги;
- Правила безпеки систем газопостачання України (Наказ Держгірпромнагляду № 285 від 01.10.2012);
- ДНАОП 0.00-1.20-98 — Правила будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском.

2.2. Основні техніко-економічні показники:

Розрахункове теплове навантаження об’єкта становить **3622,95 кВт**. Для забезпечення повного покриття теплових потреб, а також створення резерву потужності з урахуванням вимог до надійності та безперебійної експлуатації, у проєкті передбачено встановлення **восьми газових конденсаційних котлів** типу **Logano plus KB472 (рис.2.1, рис.2.2)**, виробництва компанії **Buderus**.

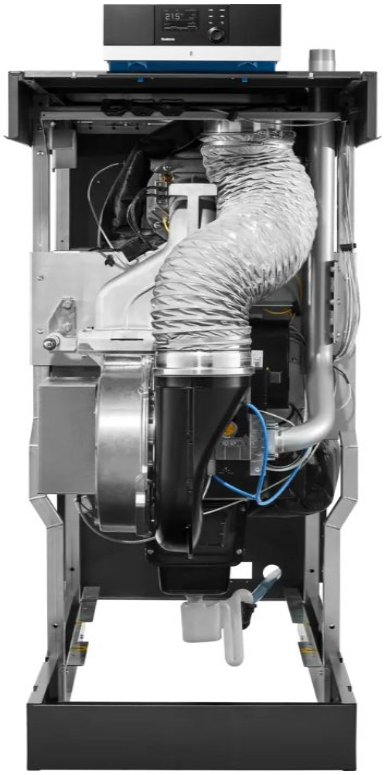
Кожен котел має **номінальну потужність 500 кВт**, що дозволяє досягти загальної встановленої теплової потужності котельного агрегату на рівні:

578,2 кВт × 8 = 4625,6 кВт.

Такий підбір обладнання забезпечує не лише покриття фактичного навантаження, але й дозволяє реалізувати часткове резервування без необхідності зупинки котельні у випадку проведення сервісного обслуговування чи відмови одного з модулів. Обладнання даного типу вирізняється високим коефіцієнтом корисної дії та придатне до роботи в умовах змінного теплового режиму.

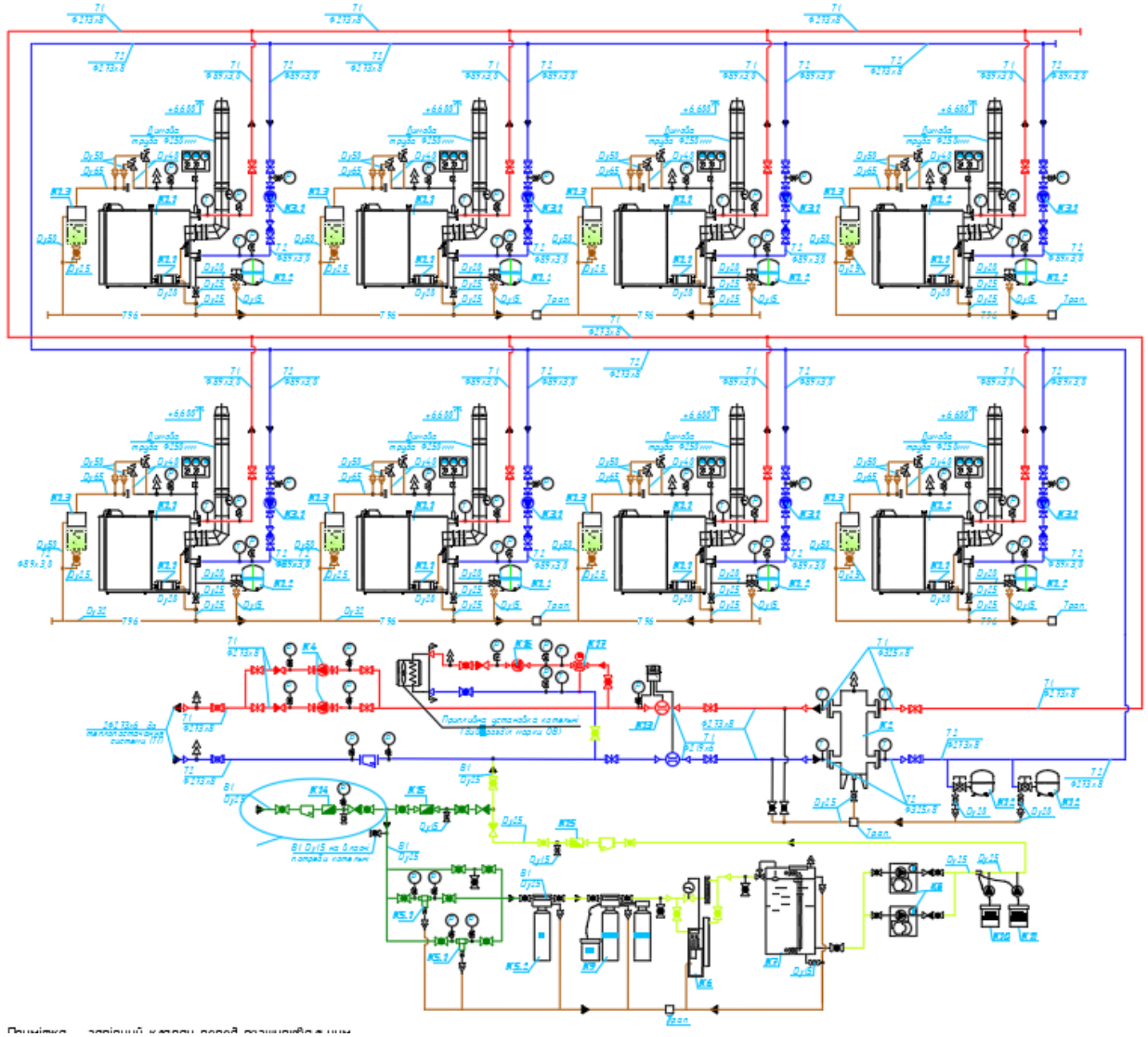
Рис.2.1

Рис.2.2



Узагальнена теплова схема котельного обладнання, змонтованого на даху споруди (див. рис. 2.3)

Рис.2.3



2.3. Інженерне забезпечення теплотехнічного процесу

Розрахункове обґрунтування встановленої теплової потужності котельні

Сукупна теплова потреба будівель, що підключаються, визначена на рівні (табл. 2.4):

Табл. 2.4

Споживач	Опалення, кВт (Гкал/год)	Вентиляція, кВт (Гкал/год)	ГВП (сер.), кВт (Гкал/год)	Технологічні потреби, кВт (Гкал/год)	Сумарне навантаження, кВт (Гкал/год)
Будинок №15.1	890 (0,766)	0 (0,000)	149 (0,129)	–	1039 (0,895)
Будинок №15.2	1290 (1,110)	0 (0,000)	208 (0,179)	–	1498 (1,289)
Будинок №16.1	808 (0,695)	0 (0,000)	149 (0,129)	–	957 (0,824)
Прибудова до 16.1.1	58 (0,050)	0 (0,000)	0 (0,000)	–	58 (0,050)
Разом по котельні	3046 (2,620)	0 (0,000)	506 (0,436)	70,95 (0,062)	3622,95 (3,118)

Для забезпечення покриття встановлених теплових навантажень у проекті передбачено встановлення восьми газових конденсаційних котлів **Logano plus KB472** виробництва компанії **Bosch Thermotechnik GmbH** (Німеччина), кожен із яких має теплову потужність 578,2 кВт.

Загальна встановлена потужність котельні становить **4625,6 кВт**, що відповідає розрахунковим потребам об'єкта з урахуванням резерву потужності.

Котли цієї моделі оснащені сучасною системою автоматики безпеки, яка контролює процес горіння, забезпечує стабільну роботу та захищає обладнання від аварійних режимів. Заводська комплектація включає пальники, що оптимізують спалювання газу та підвищують ККД системи. Завдяки модульній конструкції, котли легко інтегруються у загальну теплову схему котельні та

дозволяють регулювати теплову потужність у залежності від потреб споживачів.

Встановлення котлів у заводській готовності скорочує час монтажу та налагоджування, забезпечуючи швидкий запуск котельного комплексу в експлуатацію.

Ось таблиця з основними технічними характеристиками газового конденсаційного котла **Logano plus KB472** у форматі, придатному для вставки у технічний документ:

Параметр	**Значення**
Модель котла	Logano plus KB472
Тип котла	Газовий конденсаційний
Виробник	Bosch Thermotechnik GmbH, Німеччина
Номінальна теплова потужність	53,5 – 141 кВт
ККД	До 109 %
Тип пальника	Модуляційний
Паливо	Природний газ, зріджений газ (пропан-бутан)
Максимальний робочий тиск теплоносія	4 бар
Робоча температура теплоносія	30 °C – 90 °C
Тип теплообмінника	Конденсаційний, нержавіюча сталь
Система управління	Вбудована автоматика безпеки
Розміри (Ш × Г × В)	Орієнтовно 720 × 670 × 800 мм
Вага	Приблизно 70–100 кг

Параметр	Значення
Монтаж	Настінний або підлоговий (залежно від моделі)
Рівень шуму	Низький
Екологічність	Відповідає стандартам низьких викидів NOx, CO

Опис проектованої дахової котельні

Проектована дахова котельня призначена для централізованого теплопостачання систем опалення та вентиляції житлових будинків №15.1, 15.2 та 16.1, розташованих на проспекті Правди у Подільському районі м. Києва (II мікрорайон).

Розташування та конструктивні особливості

Котельня розміщується безпосередньо на покрівлі житлового будинку №15.2 на висоті +77,730 м над рівнем землі, безпосередньо над технічним поверхом будівлі. Дана конструктивна особливість обумовлює підвищені вимоги до міцності, вогнестійкості та герметичності огороджувальних конструкцій котельні.

Експлуатаційні характеристики будівлі котельні

- Котельня не передбачає приміщень з можливістю одночасного перебування понад 50 осіб, що визначає певні вимоги до протипожежного захисту та евакуаційних шляхів згідно з нормативними документами.
- За рівнем пожежної та вибух пожежної небезпеки котельня класифікується як приміщення категорії "Г" згідно з діючими нормами.
- Вогнетривкість будівельних конструкцій відповідає класу II, що забезпечує стійкість до вогню не менше 45 хвилин (REI 45), що підтверджено проектними матеріалами (АР, КЗ).

- Клас надійності системи теплопостачання – II, що свідчить про забезпечення безперебійної роботи з дотриманням заданих теплових параметрів.

Параметри приміщення котельні

- Площа котельні становить 79,04 м², що забезпечує достатній простір для розміщення обладнання, а також зон обслуговування та технічного обслуговування.
- Висота приміщення – 3,59 м, що відповідає вимогам щодо вентиляції та забезпечення оптимальних умов для обслуговуючого персоналу.
- Об’єм котельні становить 283,75 м³, що враховано при проектуванні систем вентиляції та димовидалення.

2.4. Конструктивні та протипожежні рішення

Котельня ізольована від суміжних приміщень паро- та газонепроникними глухими стінами, виконаними з матеріалів з межею вогнетривкості не менше REI 45, що запобігає поширенню вогню та диму.

Для забезпечення необхідного повітрообміну та екстреного скидання газів передбачено встановлення легко скидних конструкцій — вікон фрамужного типу з одинарним склінням товщиною 3-5 мм. Конструкції обладнані пристроями для запобігання розкиданню скла у разі розбиття, що є важливою вимогою пожежної безпеки.

Підлога котельні

Підлога обладнана гідроізоляцією, що запобігає проникненню вологи, а також забезпечує тривалий строк служби підлогових покриттів і захист технологічного обладнання від корозії.

Виходи та евакуація

Котельня має один евакуаційний вихід, що веде безпосередньо на покрівлю будинку. Вихід обладнано протипожежними дверима, виготовленими

відповідно до ДСТУ Б В.2.5-41:2008, що гарантує надійний захист при виникненні пожежної ситуації.

2.5. Засоби пожежогасіння

У безпосередній близькості до входу розташований пожежний стенд, оснащений первинними засобами пожежогасіння:

- Чотири порошкових вогнегасники об’ємом 9,0 л.
- Ящик із піском розміром 0,5×0,5×0,5 м.
- Пожежна лопата — 1 одиниця.

Ці заходи відповідають вимогам нормативів пожежної безпеки для котельнь даної категорії.

Висновок

Всі характеристики проектованої котельні відповідають нормативним вимогам та забезпечують безпечну, ефективну та надійну роботу систем теплопостачання житлових будинків, що обслуговуються.

2.6. Визначення та обґрунтування допоміжних технічних засобів.

Режим експлуатації котельні — безперервний, з автоматизованою роботою без потреби в постійній присутності персоналу. Обслуговування забезпечує один кваліфікований працівник на півставки, який пройшов відповідне навчання та атестацію. Котельня обслуговує житлові будинки 15.1, 15.2 та 16.1, розташована на технічному поверсі будівлі №15.2.

Теплоносій (вода) подається з температурним режимом 85°C на подачі та 65°C на зворотi для забезпечення систем опалення та гарячого водопостачання. Підготовка гарячої води температурою 55°C виконується локально у теплових пунктах житлових будинків. Максимальна витрата мережевої води становить 200 м³/год. Система опалення — замкнута, з примусовою циркуляцією

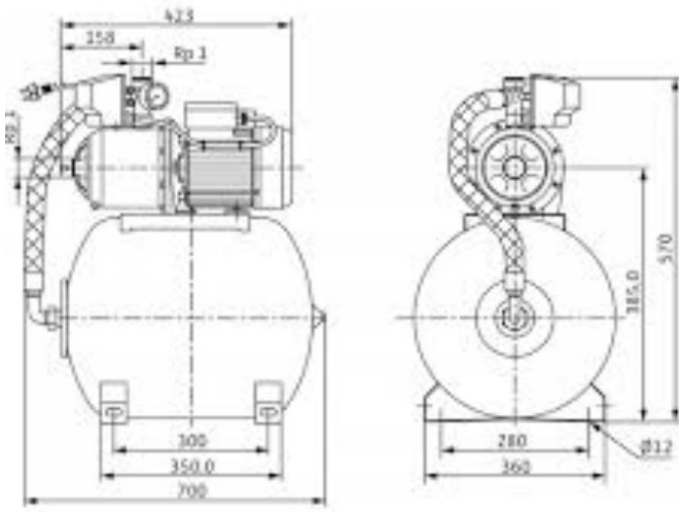
теплоносія, організованою двома мережними насосами (один основний, інший — резервний).

Циркуляція теплоносія в системі організована за допомогою гідравлічного розподільника, встановленого в межах котельного приміщення. Подавання теплоносія до теплової мережі здійснюється за допомогою циркуляційних насосів прямого контуру, тоді як зворотний потік спрямовується до котельних агрегатів за допомогою насосів зворотного контуру. З метою захисту обладнання від перевищення допустимого тиску, на вихідних патрубках котлів перед запірною арматурою передбачено встановлення запобіжних клапанів.

Автоматичне регулювання температури прямої води за зовнішньою температурою відсутнє у котельні і здійснюється безпосередньо в теплових пунктах. Підживлення системи — хімічно очищеною водою, підготовленою за допомогою установки пом’якшення та знесолювання, яка включає механічні фільтри Arkal, сорбцій ний фільтр Ecosoft, установку зворотного осмосу MO 6500 із дозуванням антискаланта, а також пристрої корекції pH та деаерації.

Зберігання підготовленої води здійснюється у накопичувальному баку об’ємом 1 м³, звідки вода подається у мережу насосами Willo (див. рис 2.5) , один з яких є резервним. Рівень води контролюється автоматично за допомогою поплавкового клапана з відповідною сигналізацією у випадку зниження рівня.

Рис.2.5



Теплові деформації компенсуються двома мембранними розширювальними баками по 1000 літрів кожен. Для обліку тепла та води встановлені відповідні лічильники. Все обладнання оснащене необхідною арматурою, приладами контролю і автоматики.

Відведення дренажних і промивних вод здійснюється у внутрішню водостічну систему через існуючі трапи. Трубопроводи та обладнання з температурою поверхні понад 45°С ізолюють згідно з нормами серії 7.903.9-2, випуск 1, з попереднім антикорозійним захистом (двошарове нанесення ґрунтовки ГФ-119 та фарбування фарбою БТ-177 або емаллю ПФ-115). Перед фарбуванням поверхні очищаються піскоструминне і знежирюються.

Для запобігання замерзанню системи при аварійних ситуаціях передбачено спорожнення системи при зниженні температури теплоносія до +5°С. Аварійне поповнення теплоносія виконується водою з міського водопроводу.

Приміщення котельні обладнане пожежними кранами та засобами первинного пожежогасіння — порошковими вогнегасниками ОПБ9 (9 л) у кількості 4 одиниці.

У таблиці нижче наведено теплові навантаження, розраховані за п’ятьма типовими режимами для вибору обладнання котельні.

№ п/п	Найменування показника	Режими експлуатації Максимальний зимовий (-22°C)
1	Відпуск теплової енергії для опалення, кВт (Гкал/год)	3046,00 (2,619)
2	Відпуск тепла на вентиляцію, кВт (Гкал/год)	0,00 (0,000)
3	Відпуск теплової енергії на гаряче водопостачання, кВт (Гкал/год)	506,00 (0,435)
4	Відпуск тепла на опалення котельні, кВт (Гкал/год)	70,95 (0,061)
5	Загальна витрата теплової енергії, кВт (Гкал/год)	3622,95 (3,115)
6	Кількість котлів, що працюють, шт.	7
7	Завантаження котлів, %	78,32

2.7. Димова труба: тип, параметри, матеріали

Відведення димових газів від газових конденсаційних котлів **Logano plus KB472** реалізується через індивідуальні попередньо ізольовані димові труби заводського виготовлення діаметром Dy250/320 мм, виробництва ТОВ «Версія-Люкс». Газоходи обладнані вибухозахисними клапанами, які розміщені до запірних шиберів для попередження надмірного тиску в разі аварійної ситуації.

Конструкція димових каналів виконана із сталі з теплозахисним шаром, що забезпечує збереження необхідної температури димових газів та запобігає утворенню конденсату в небажаних зонах. У місцях проходження димових труб через покрівельні конструкції передбачені ущільнення з вогнетривких матеріалів, а також встановлені захисні фартухи, які виключають можливість протікання атмосферної вологи до внутрішніх приміщень.

Для забезпечення природної тяги та дотримання нормативних вимог щодо розсіювання викидів, випуск димових труб здійснюється на відмітку +6,600 м відносно нульової позначки котельні. Вертикальні ділянки димових каналів оснащені ревізійними елементами з герметичними дверцятами для проведення очищення від сажі. У нижній частині труби передбачено патрубок для відведення конденсату.

Конденсат, який утворюється під час експлуатації обладнання, збирається в приймальні ємності, проходить обробку нейтралізуючими реагентами і після цього скидається до системи господарсько-побутової каналізації. Такий підхід дозволяє мінімізувати ризик хімічного впливу агресивного середовища на каналізаційні трубопроводи.

Під час проходу через перекриття всі димові канали герметизуються вогнестійкими матеріалами згідно з вимогами пожежної безпеки.

2.8. Газопостачання

Вид котельні з розміщенням труб газопостачання, див. рис.2.6, рис.2.7

Рис. 2.6

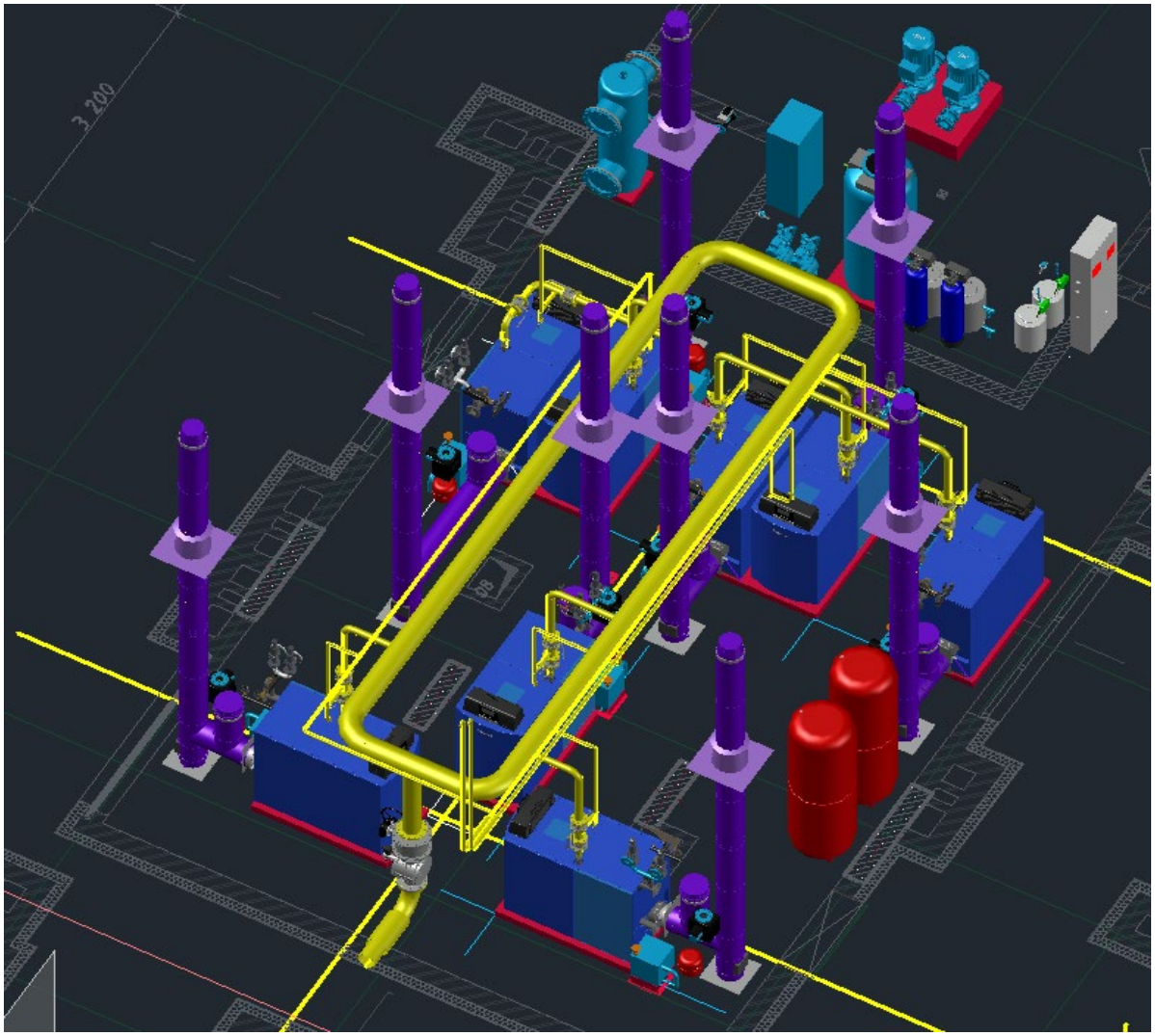
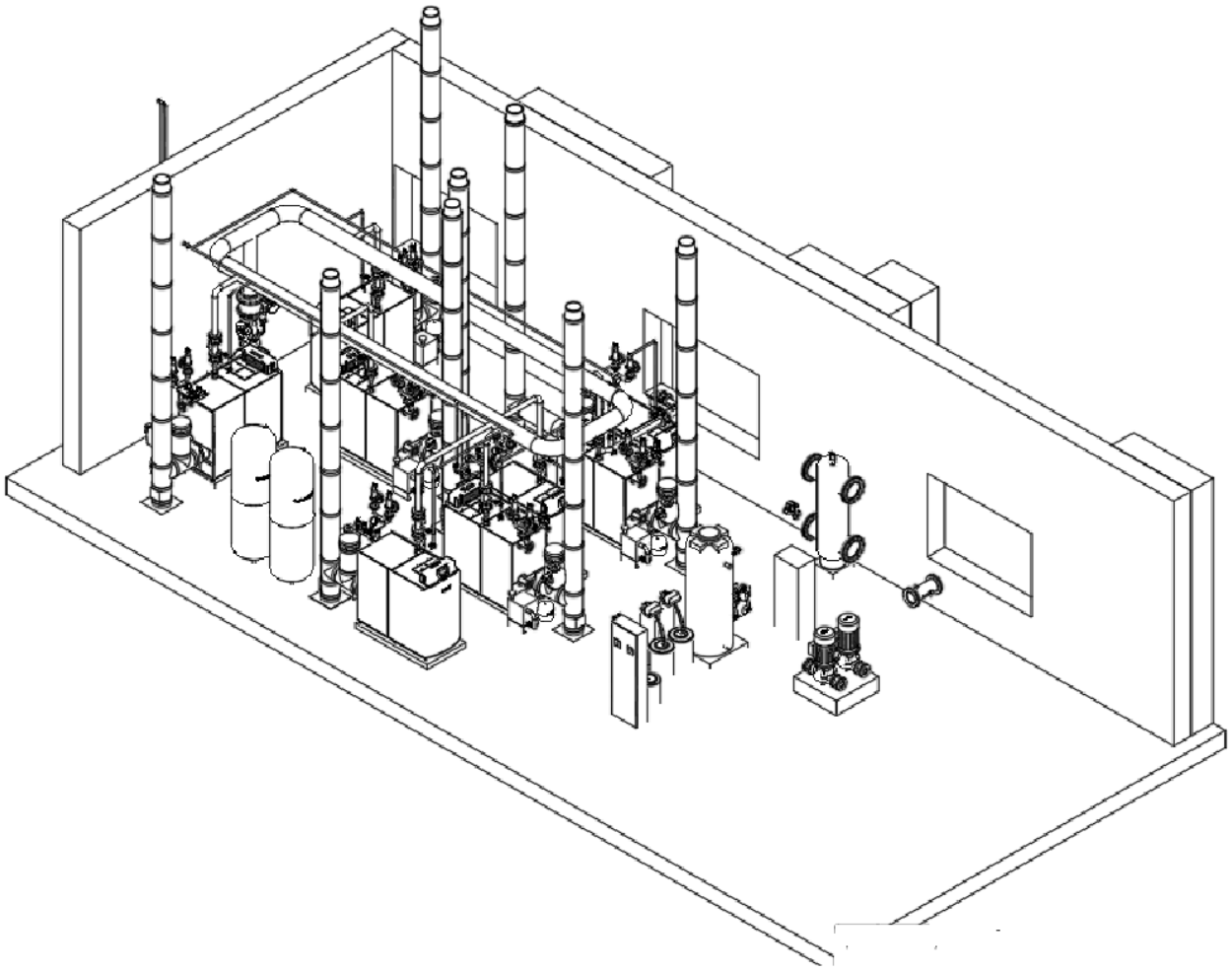
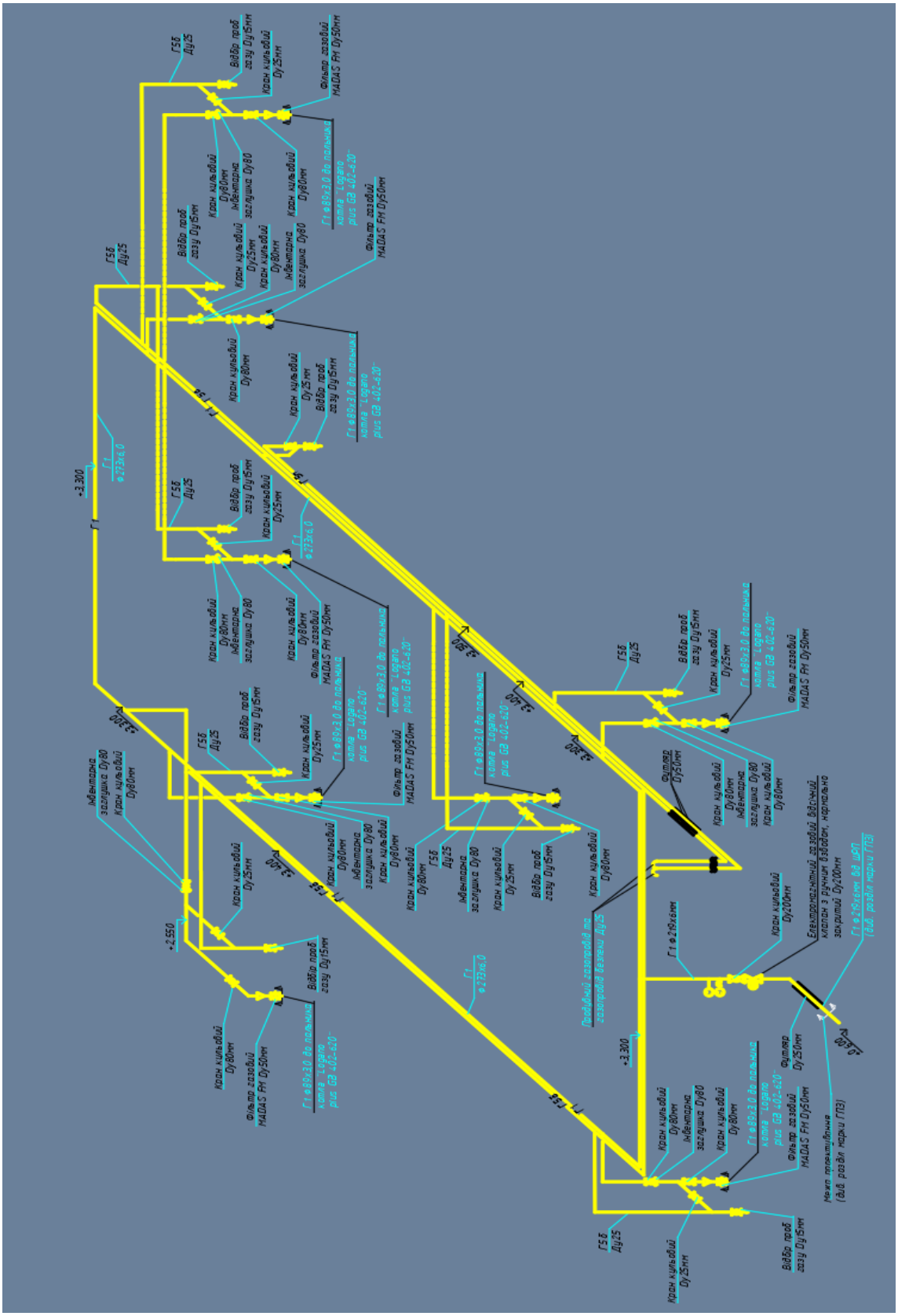


Рис.2.7



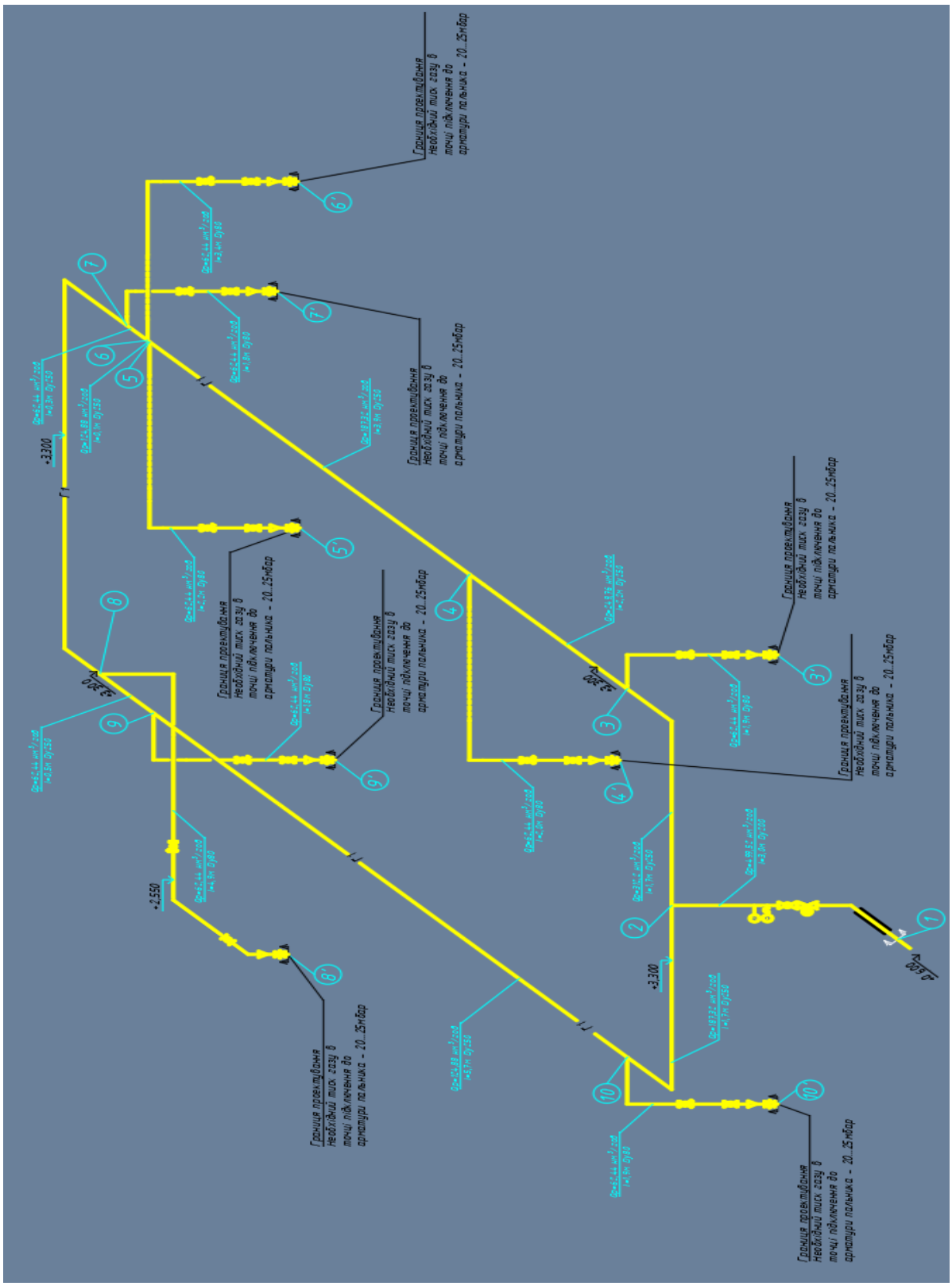
Газопроводи низького тиску, аксонометрична схема, див. рис. 2.8

Рис.2.8



Внутрішні газопроводи котельні, аксонометрична схема, див. рис.2.9

Рис. 2.9



Внутрішні газопроводи котельні, гідравлічний разрахунок, див. табл. 2.10

Табл. 2.10

Номер ділянки	Витрата газу	Довжина ділянки дійсна	Зовнішній діаметр тр.	Товщина стінки труби	Внутрішній діаметр труби	Живий розріз труби	Швидкість потоку газу	Критерій Рейнольдса	Питомі втрати на 1м Re турб.>4000	Еквівалентна довжина Re>4000	Сума коеф. місц. Опорів	Довжина ділянки розрахункова	Витрати тиску на ділянці Re>4000	Різниця щільностей газу і повітря	Витрати на простат.напір	Заг. падіння тиску на ділянці	Початковий тиск на ділянці	Кінцевий тиск на ділянці
	Q	L1	Dн	s	Dвн.	Fж.р.	v	Re	Нтр.	Lек.	$\Sigma\xi$	Lр.	Нуч.	Δp	Нг.	Нзаг.	Нзаг.	Нзаг.
	м3/ч	м	мм	мм	мм	м2	м/с		Па	м		м	Па	кг/м3	Па	Па	Па	Па
																	2060	
1_2	499,52	4,2	219,0	6,0	207,0	0,03359	4,1	56950	0,7	9,30	1,8	21	14,0	0,563	0	14	2060	2046
2_3	312,20	4,8	273,0	6,0	261,0	0,05341	1,6	28230	0,1	10,32	1,2	17,2	1,6	0,563	0	2	2046	2044
3_4	249,76	1,7	273,0	6,0	261,0	0,05341	1,3	22584	0,1	9,83	1,0	11,5	0,7	0,563	0	1	2044	2044
4_5	187,32	1,7	273,0	6,0	261,0	0,05341	1,0	16938	0,0	9,21	1,0	10,9	0,4	0,563	0	0	2044	2043
5_6	124,88	1,7	273,0	6,0	261,0	0,05341	0,6	11292	0,0	8,39	1,0	10,1	0,2	0,563	0	0	2043	2043
6_7	62,44	1,7	273,0	6,0	261,0	0,05341	0,3	5646	0,0	7,11	1,0	8,8	0,0	0,563	0	0	2043	2043
8_9	62,44	1,7	273,0	6,0	261,0	0,05341	0,3	5646	0,0	7,11	1,0	8,8	0,0	0,563	0	0	2045	2045
9_10	124,88	1,7	273,0	6,0	261,0	0,05341	0,6	11292	0,0	8,39	1,0	10,1	0,2	0,563	0	0	2046	2045
2_10	187,32	1,7	273,0	6,0	261,0	0,05341	1,0	16938	0,0	9,21	1,2	12,8	0,5	0,563	0	0	2046	2046
3_3"	62,44	1,4	89,0	3,0	83,0	0,00540	3,2	17754	1,3	2,83	1,5	5,6	7,5	0,563	0	8	2044	2037
4_4"	62,44	1,4	89,0	3,0	83,0	0,00540	3,2	17754	1,3	2,83	1,5	5,6	7,5	0,563	0	8	2044	2036
5_5"	62,44	1,4	89,0	3,0	83,0	0,00540	3,2	17754	1,3	2,83	1,5	5,6	7,5	0,563	0	8	2043	2036
6_6"	62,44	1,4	89,0	3,0	83,0	0,00540	3,2	17754	1,3	2,83	1,5	5,6	7,5	0,563	0	8	2043	2036
7_7"	62,44	1,4	89,0	3,0	83,0	0,00540	3,2	17754	1,3	2,83	1,5	5,6	7,5	0,563	0	8	2043	2036
8_8"	62,44	1,4	89,0	3,0	83,0	0,00540	3,2	17754	1,3	2,83	1,8	6,5	8,6	0,563	0	9	2045	2037
9_9"	62,44	1,4	89,0	3,0	83,0	0,00540	3,2	17754	1,3	2,83	1,5	5,6	7,5	0,563	0	8	2046	2038
10_10"	62,44	1,4	89,0	3,0	83,0	0,00540	3,2	17754	1,3	2,83	1,5	5,6	7,5	0,563	0	8	2046	2038

Внутрішні газопроводи низького тиску, що прокладаються від проектованого шафового газо регуляторного пункту (ШГРП) до пальників газових котлів котельні, виконані з діаметрами Dy200 мм, Dy150 мм та Dy80 мм. Обрані розміри забезпечують необхідний максимальний об’єм газу для належної роботи газових конденсаційних котлів **Logano plus KB472.**

Для газопроводів з діаметрами Dy200 мм, Dy150 мм, Dy80 мм та Dy50 мм використовуються електрозварні сталеві труби відповідно до стандарту ДСТУ 8943:2019, тоді як для труб діаметрами Dy25 мм та Dy15 мм застосовуються водогазопровідні труби за ДСТУ 8936:2019.

Перед кожним котлом встановлені відключаючі крани діаметром Dy80 мм, які відповідають вимогам ДБН В.2.5-20-2018 та мають клас герметичності I.

Проектом також передбачено монтаж продувного газопроводу та газопроводу безпеки, обидва з діаметром Dy25 мм. Запірна арматура на газопроводах кульового типу.

У разі проведення ремонтних робіт або тривалої зупинки агрегату (понад три доби) газопроводи до котла та до пальника відключаються першим за напрямком потоку запірним пристроєм із встановленням інвентарної заглушки.

Продувний газопровід і газопровід безпеки захищені від впливу атмосферних опадів і виводяться разом із димовою трубою на відмітку +6,000 м від рівня чистої підлоги котельні. На продувному газопроводі після запірного крану встановлюється штуцер для відбору проб газу діаметром Dy15 мм.

Антикорозійний захист газопроводів виконано нанесенням двох шарів емалі ПФ-115 на два шари ґрунтовки ПС-010М. Розпізнавальне фарбування здійснено жовтою фарбою відповідно до норм.

Місця вводу і виводу інженерних комунікацій через зовнішні стіни будівель, що розташовані вздовж траси газопроводу, ущільняються відповідно до типових креслень проекту комплексу 7373-3 (м. Вільнюс).

Для проведення пусконалагоджувальних робіт використовують дані обчислювача лічильника газу комерційного вузла обліку, розміщеного на зовнішній стіні котельні.

Після монтажу газопроводи піддаються ретельному огляду, продуванню та гідравлічному випробуванню відповідно до чинних нормативних вимог.

Випробування

Для газопроводів низького тиску до 5 кПа передбачено проведення двох видів випробувань: іспит на міцність та іспит на герметичність.

- Іспит на міцність виконується при випробувальному тиску 0,10 МПа з тривалістю випробування 1 година.
- Іспит на герметичність здійснюється при випробувальному тиску 0,01 МПа також з тривалістю 1 година. Допустиме падіння тиску під час цього випробування не повинно перевищувати 60 даПа.

Аеродинамічний розрахунок припливу повітря у приміщення котельні

Витрата повітря, необхідна для вентиляції, становить

Lп=L1+L2, м3/год, де:

L_1 — необхідна витрата повітря для повного хімічного окиснення об'єму природного газу, що споживається котлами, [м³/год];

L_2 — розрахунковий об'єм повітря, що подається для забезпечення нормативного трикратного повітрообміну у приміщенні котельні, [м³/год].

$$L1= \alpha \cdot (B \cdot q), \text{ м3/год}$$

$$L2=3 \cdot V, \text{ м3/год, де :}$$

B — об'єм газу, спожитий обладнанням за одну годину експлуатації, [м³/год];

q — нормативна повітряна витрата на згоряння одного кубометра газу, [м³/м³];

α — коефіцієнт запасу повітря, що забезпечує стабільність процесу горіння (приймається рівним 1,2);

V — розрахунковий об'єм приміщення котельні згідно з будівельною документацією, [м³], значення — 283,75 м³.

$$L1=1,2 \cdot (8 \cdot 62,4) \cdot 9,6=5760 \text{ м3/год}$$

$$L2=3 \cdot 283,75=860 \text{ м3/год}$$

У підсумку, загальна витрата повітря, необхідна для забезпечення повного згоряння газоподібного палива та дотримання нормативного повітрообміну в приміщенні котельні, становить:

Lп=5760+860=6620 м3/год.

Під час літньої експлуатації котельного обладнання розрахунок ефективної площі припливної решітки виконується з урахуванням загального об’єму повітря, що надходить у приміщення. Цей об’єм охоплює витрати на вентиляцію та потребу в повітрі для повного згоряння палива. Площа прорізу визначається відповідно до нормативної швидкості руху повітря через вентиляційні елементи.

$$F_П = \frac{L_2}{3600 \times S_П}, м^2$$

де Sп — розрахункова швидкість проходження повітря через припливну решітку, м/с. З метою забезпечення ефективної роботи системи вентиляції та запобігання надмірному опору повітряному потоку, її значення прийнято рівним 1 м/с.

$$F_П = \frac{1580}{3600 \times 1} = 0{,}44 \ м^2$$

Для забезпечення нормативного припливу свіжого повітря передбачено встановлення двох припливних решіток розміром 1200×300 мм, кожна з ефективною площею відкритого перерізу 0,28 м². Монтаж виконується в нижній частині зовнішньої стіни котельні, під рівнем віконних отворів. Площа витяжної решітки визначається відповідно до розрахованого повітрообміну приміщення та заданої швидкості руху повітря у витяжному каналі.

$$F_{ВИТ.} = \frac{L_2}{3600 \times S_В}, м^2$$

де Sв — розрахункова швидкість проходження повітря через припливну решітку, м/с. З метою забезпечення ефективної роботи системи вентиляції та запобігання надмірному опору повітряному потоку, її значення прийнято рівним 1 м/с.

$$F_{вит.}=\frac{850}{3600\times1,5}=0,16\ м^2$$

Використовуються два дефлектори розміром Dy315 мм, кожен із яких має ефективну площу відкриття 0,078 м².

Тепловий баланс огороджувальних конструкцій: розрахунок втрат тепла, див. табл. 2.11

Таблиця 2.11

Огороджувальна конструкція	Площа, м²	Δt, °C	1/R₀, Вт/(м²·°C)	Коеф. надбавок	Тепловтрати Q_t, Вт
Вікна	14,00	32	1,33	1,1	655,42
Двері	2,10	32	1,67	1,1	123,45
Зовнішні стіни	120,00	32	0,30	1,1	1267,20
Перекриття	79,04	32	0,19	1,1	528,62
Разом					2574,70

Теплові втрати від технологічного обладнання та трубопроводів визначаються за формулою:

$$Qт.в.= 8,36•Fп•(tк-tвн),\ Вт$$

$$Qт.в.= 8,36•7,8•(40-10)=19510Вт=19,51кВт$$

Обсяг тепла, необхідного для нагрівання зовнішнього повітря з метою забезпечення троєкратного повітрообміну в котельному приміщенні, розраховується за формулою:

$$Qв= L•C•(tвн-tн),\ Вт$$

$$Qв= 6600•0,24•1,2•(10+22)•1,163=70960Вт=70,96кВт$$

Для створення належних мікрокліматичних умов у приміщенні котельної, а також для попереднього нагріву припливного повітря, що використовується в процесі горіння, у проекті передбачено монтаж

вентиляційної установки внутрішнього розміщення типу **AeroStar-100-50** (виробник — **«AEROSTAR»**). Агрегат обладнаний канальним повітронагрівачем **SFI 100-50**, який забезпечує теплову потужність **76,07 кВт** при подачі повітря об'ємом **6620 м³/год**.

2.9. Аварійна теплова підтримка приміщень

У випадку виходу з ладу основної системи опалення передбачено автономне резервне опалення котельного залу для підтримки внутрішньої температури **+10 °C**. Розрахункова теплова потужність, необхідна для компенсації тепловтрат через зовнішні конструкції, становить:

Q_t = 2,6 кВт (2575 Вт)

Відповідно, проектом закладено установку **трьох електричних нагрівачів** типу **EURO Plus 1500W** (виробник — **«Applimo»**), кожен потужністю **1,5 кВт**, у котельному приміщенні.

Додатково, у зонах водо підготовки для забезпечення необхідного температурного режиму передбачено встановлення **двох аналогічних електричних обігрівачів**, а для обігріву санітарного вузла — **одного нагрівача** з такою ж потужністю.

2.10. Водопровід і каналізація

У проекті котельні передбачено організацію наступних інженерних мереж водопостачання та водовідведення:

- господарсько-питне та технічне водопостачання – вводу трубопроводу Dy25 мм;
- система протипожежного водопостачання – вводу трубопроводу Dy50…80 мм;
- система виробничої каналізації – випуск трубопроводу Dy100 мм.

Система господарсько-побутового водопроводу призначена для забезпечення водо подачі до технологічного обладнання та на побутові потреби персоналу. На вводі водопроводу передбачено встановлення облікового вузла з водо лічильником (відповідно до проектної документації розділу «ВК»).

Розрахункова витрата води становить:

- 6 м³/добу;
- 0,25 м³/год;
- 0,0695 л/с.

У приміщенні котельні запроектовано встановлення пожежної шафи з комплектом пожежного крана Dy25 та первинними засобами пожежогасіння.

Для забезпечення збору аварійних витоків рідини у приміщенні котельні передбачено встановлення трьох трапів, які підключаються до внутрішньої каналізаційної мережі будівлі згідно окремого проекту.

Характеристика виробничих стічних вод:

- **Після установки зворотного осмосу:**
  - Mg^{2+} – 59,7 мг/л
  - Ca^{2+} – 139,32 мг/л
  - Na^{+} – 91,7 мг/л
  - Cl^{-} – 32,52 мг/л
  - Обсяг стоків: 0,1 м³/год (0,028 л/с)
- **Після установки пом’якшення:**
  - Na^{+} – 2500 мг/л
  - Cl^{-} – 7300 мг/л
  - Обсяг стоків: 0,25 м³/год (0,07 л/с)

Скидання пом’якшеного стоку відбувається 1 раз на два тижні.

Розрахунок концентрацій домішок у змішаних стоках:

- Загальна концентрація Cl^-:
- $C_{Cl}^{\text{котельні}} = \frac{C_{Cl}^{\text{звор.осмос}} \times V_{\text{стоков}}^{\text{звор.осмос}} + C_{Cl}^{\text{пом'якш}} \times V_{\text{стоков}}^{\text{пом'якш}}}{V_{\text{стоков}}^{\text{звор.осмос}} + V_{\text{стоков}}^{\text{пом'якш}}} = \frac{32{,}52 \times 0{,}1 + 7300 \times 0{,}25}{0{,}1 + 0{,}25} = 5224\ {}^{\text{г}}/_{\text{м}^3}$
- Загальна концентрація Na^+:

$$C_{Na}^{\text{котельні}} = \frac{C_{Na}^{\text{звор.осмос}} \times V_{\text{стоков}}^{\text{звор.осмос}} + C_{Na}^{\text{пом'якш}} \times V_{\text{стоков}}^{\text{пом'якш}}}{V_{\text{стоков}}^{\text{звор.осмос}} + V_{\text{стоков}}^{\text{пом'якш}}} = \frac{91{,}7 \times 0{,}1 + 2500 \times 0{,}25}{0{,}1 + 0{,}25} = 1812\ {}^{\text{г}}/_{\text{м}^3}$$

Загальний скид виробничих та побутових стоків в каналізацію об'єкта становить 16,95 г/м³.

Контроль відповідності нормативам:

З урахуванням об’ємів і концентрацій змішаних стоків, що надходять до каналізаційної системи, розраховані фактичні концентрації:

- Хлориди (норматив – ≤240 г/м³):
- $C_{Cl} = \frac{C_{Cl}^{\text{котельні}} \times V_{\text{стоков}}^{\text{котельні}} + C_{Cl}^{\text{існ.вводи}} \times V_{\text{стоков}}^{\text{будівлі}}}{V_{\text{стоков}}^{\text{котельні}} + V_{\text{стоков}}^{\text{будівлі}}} = \frac{5224 \times 0{,}35 + 12{,}8 \times 13{,}61}{0{,}35 + 13{,}61} = 143{,}5\ {}^{\text{г}}/_{\text{м}^3}$

- Натрій (норматив – ≤200 г/м³):
- $C_{Na} = \frac{C_{Na}^{\text{котельні}} \times V_{\text{стоков}}^{\text{котельні}} + C_{Na}^{\text{існ.вводи}} \times V_{\text{стоков}}^{\text{будівлі}}}{V_{\text{стоков}}^{\text{котельні}} + V_{\text{стоков}}^{\text{будівлі}}} = \frac{1812 \times 0{,}35 + 37 \times 13{,}61}{0{,}35 + 13{,}61} = 81{,}5\ {}^{\text{г}}/_{\text{м}^3}$

Згідно з результатами розрахунків, показники не перевищують гранично допустимі концентрації відповідно до нормативів приймання стічних вод у міську каналізаційну мережу м. Києва. Спеціальна обробка стоків реагентами не вимагається.

Аварійні стоки:

- Добова витрата: 3,91 м³/добу
- Годинна витрата: 1,8 м³/год
- Витрата: 0,57 л/с

Скидання аварійних стічних вод здійснюється у побутову каналізацію після охолодження до температури не вище 40 °С.

2.11. Технічні та організаційні заходи захисту

У межах електротехнічної частини проекту застосовується система заземлення типу TN-C-S, як така, що забезпечує необхідний рівень безпеки при експлуатації котельні. Особлива увага приділена захисту персоналу від ураження електричним струмом — усі струмопровідні металеві частини електрообладнання підлягають підключенню до системи захисного заземлення згідно з нормами НПАОП 40.1-1.32-01.

Як головну шину зрівнювання потенціалів прийнято нульову шину PE в електрощиті ШВР. Всі провідники системи потенціального вирівнювання прокладаються паралельно до силових кабелів — по кабельних конструкціях. Підключення електрообладнання до системи виконується через спеціальну заземлювальну жилу в складі кабелю живлення.

Уся металева арматура, електропровідні частини обладнання, технологічні трубопроводи, вентиляційні канали та захисні кожухи теплоізоляції, незалежно від місця їх розміщення — в межах будівлі котельні чи на відкритих майданчиках — мають формувати електрично безперервний контур, підключений до заземлювального пристрою не менше ніж у двох точках.

Система блискавкозахисту розроблена відповідно до II категорії за класифікацією ДСТУ Б В.2.5-38:2008 — її рішення відображено в окремому проекті. Димова труба котельні, як об'єкт підвищеного ризику, обладнується захистом за III категорією за тим самим стандартом.

2.12. Вимоги з охорони праці та безпеки експлуатації

Перед введенням об’єкта в експлуатацію власник зобов’язаний отримати дозвіл на право експлуатації об’єктів підвищеної небезпеки в уповноважених органах Державної служби гірничого нагляду та промислової безпеки.

З метою забезпечення безпечної експлуатації котельного обладнання у проекті передбачено такі інженерно-технічні заходи:

- огороджувальні конструкції приміщення котельні виконані газощільними;
- котельне приміщення відокремлена від суміжних зон стінами з межами вогнестійкості не менше 0,75 години;
- прилеглі приміщення не класифікуються як вибухо-, вибухопожежо- або пожежонебезпечні категорій А чи Б;
- приміщення котельні обладнане окремим виходом назовні через протипожежні двері, вікном фрамужного типу та припливно-витяжною вентиляцією, кратність повітрообміну якої становить не менше трьох разів на годину з урахуванням потреб у повітрі для процесу горіння;
- у конструкції котельні передбачено легко скидні елементи (вікна з одинарним склінням), що забезпечують скидання надлишкового тиску. Площа легко скидних конструкцій визначена з розрахунку 0,05 м² на 1 м³ об’єму приміщення.

Протипожежний захист реалізовано відповідно до вимог ДНАОП 0.01-1.01-95 «Правила пожежної безпеки в Україні», включаючи оснащення котельні первинними засобами пожежогасіння та протипожежним інвентарем згідно з установленими нормами.

З метою забезпечення надійної та безпечної роботи котельного обладнання, проєктом передбачено проведення планово-попереджувальних ремонтів перед початком кожного опалювального періоду.

Забороняється:

- запускати систему газопостачання особам, які не пройшли відповідне навчання та не мають допуску;
- застосовувати відкритий вогонь для виявлення витоків газу — для цього використовується водна мильна емульсія;
- розміщувати легкозаймисті матеріали на газопроводах або на відстані меншій за 1 метр від газових приладів;
- здійснювати самовільні ремонтні роботи або зміни в конструкції газового обладнання.

У випадку виявлення витоку газу необхідно:

- негайно перекрити подачу газу за допомогою запірної арматури (кран або засувка);
- загасити відкриті джерела полум’я, припинити куріння, уникати дій, що можуть спричинити іскру (не вмикати або вимикати електроприлади);
- у разі необхідності — провести евакуацію персоналу з потенційно небезпечної зони.

Первинні заходи ліквідації аварійних ситуацій включають:

- оперативне відключення пошкодженої ділянки газопроводу від робочої мережі;
- забезпечення дотримання режиму пожежної безпеки (заборона паління, заборона відкритого вогню, електроіскро утворення);
- евакуаційні заходи згідно з планом дій при аваріях та інструкціями з охорони праці.

2.13. Заходи з охорони навколишнього середовища

Для забезпечення екологічної безпеки та мінімізації впливу котельні на навколишнє середовище, в проекті передбачено використання високоефективного водогрійного котла, оснащеного пальником із зниженим рівнем шкідливих викидів. Обладнання відповідає вимогам **ДСТУ EN 303-**

1:2016 «Котли водогрійні теплопродуктивністю до 3,15 МВт», що гарантує дотримання нормативів за гранично допустимими концентраціями (ГДК) забруднюючих речовин у димових газах.

Основні заходи щодо охорони навколишнього середовища включають:

- **Контроль і регулювання режимів горіння палива**, що забезпечує оптимальне співвідношення повітря і газу, знижуючи утворення оксидів азоту (NOx), сірчистого ангідриду (SO2) та пилових часток.
- **Встановлення систем автоматичного контролю і реєстрації викидів забруднюючих речовин**, що дає змогу оперативної реакції на відхилення від норм і своєчасно проводити технічне обслуговування.
- **Використання фільтрів та інших технологічних засобів очистки димових газів**, які забезпечують відповідність фактичних викидів вимогам чинного природоохоронного законодавства.
- **Раціональне використання водних ресурсів** із впровадженням систем повторного використання та очищення стічних вод, що утворюються в процесі експлуатації.
- **Організація належної системи збору, утилізації та знешкодження промислових відходів** для запобігання забрудненню ґрунтових вод та навколишнього середовища.

Проектом передбачено виконання регулярного екологічного моніторингу стану навколишнього середовища, який включає спостереження за якістю атмосферного повітря, ґрунтів та водних ресурсів у зоні впливу котельні.

Детальний опис усіх заходів з охорони навколишнього середовища, оцінка екологічних ризиків та рекомендації щодо мінімізації негативного впливу викладені в окремому проекті — «Оцінка впливу на навколишнє середовище», що є частиною загальної проектної документації.

2.14. Автоматизація виробничих процесів

Розділ автоматизації розроблено відповідно до вимог тепломеханічної частини проекту (ТМК) та згідно з чинними державними нормами і правилами. Усі рішення враховують сучасні підходи до автоматизованого керування технологічними процесами у котельних установках.

Контроль і регулювання технологічних параметрів здійснюються за допомогою приладів і засобів автоматики вітчизняного виробництва, а також сертифікованого обладнання, яке відповідає вимогам чинного законодавства України у сфері промислової безпеки.

Локальний контроль технологічних параметрів, таких як тиск і температура теплоносія, реалізовано через встановлення контрольно-вимірювальних приладів безпосередньо на трубопроводах. Кожен котлоагрегат укомплектовано заводським пультом керування, що дозволяє виконувати основні функції управління.

Для регулювання температурних параметрів теплоносія відповідно до опалювального графіку застосовується система керування типу *Logamatic 5313*. Для реалізації каскадного режиму роботи котлів встановлено функціональні модулі *FM-CM*, що дозволяють оптимізувати навантаження між котлоагрегатами.

Контроль температури та тиску у прямому та зворотному трубопроводах виконується локальними датчиками, встановленими на відповідних ділянках трубопровідної мережі.

У складі автоматизованої системи передбачено встановлення комплекту пультів типу *Сигнал-1/2*. Дане обладнання забезпечує локальний та дистанційний (диспетчерський) контроль технологічного режиму з використанням світлової та звукової сигналізації. Пульт *Сигнал-1*, змонтований у приміщенні котельні, виконує моніторинг основних експлуатаційних параметрів та аварійних ситуацій, таких як:

- несправності обладнання;
- порушення електроживлення;
- зниження температури приміщення нижче нормативного рівня;
- спрацювання систем виявлення загазованості;
- активація пожежної сигналізації.

Передача аварійних сигналів здійснюється на пульт *Сигнал-2*, розміщений у диспетчерському пункті або іншому місці постійного чергування персоналу. При цьому сигнали про загазованість, пожежну або охоронну небезпеку підлягають декодуванню на рівні диспетчера.

Для підвищення рівня безпеки в приміщенні котельні передбачено постійний моніторинг концентрацій метану та чадного газу за допомогою газоаналізатора *Варта 1-03.14* (ТОВ "Торговий дім ТЕМІО"). У разі виявлення перевищення допустимих концентрацій система здійснює автоматичне відключення подачі газу з одночасною генерацією попереджувальних сигналів.

Резервне живлення газосигналізатора та пультів контролю забезпечується через розподільчу шафу ШВР та джерело безперебійного живлення (ДБЖ), що гарантує безперервність роботи системи в аварійних умовах.

Експлуатація, технічне обслуговування, повірка та налаштування газоаналізаторів виконуються виключно спеціалізованими організаціями, що мають відповідну ліцензію та дозвільну документацію.

2.15. Силове електроустаткування та система освітлення

У межах проекту передбачено впровадження трьох систем освітлення приміщення котельні: основного (робочого), аварійного та технологічного (ремонтного).

Робоче освітлення реалізоване з використанням лінійних світильників типу ЛСП 02В, які забезпечують нормативно допустимий рівень освітленості у виробничій зоні згідно з вимогами чинних будівельних норм.

Передпускове освітлення (аварійне освітлення на випадок надзвичайної ситуації) виконане на основі вибухозахищених світильників типу НСП-23. Органи керування (вимикачі) розміщено поза межами приміщення котельні для дотримання правил електробезпеки у вибухонебезпечному середовищі.

Ремонтне освітлення передбачено у вигляді переносного світильника, що працює на зниженій безпечній напрузі 24 В. Живлення цього пристрою подається від понижувального трансформатора серії ЯТП-0,25 з вхідною напругою 220 В та вихідною – 24 В, що відповідає вимогам електробезпеки під час технічного обслуговування обладнання.

На випадок повного знеструмлення системи електропостачання проектом передбачено використання автономного акумуляторного ліхтаря, призначеного для тимчасового аварійного освітлення та забезпечення безпечного пересування персоналу до моменту відновлення живлення.

2.16. Система електропостачання

У проекті передбачено централізоване електропостачання всіх споживачів котельного обладнання з поділом за функціональним призначенням. Основні струмоприймачі — включаючи котлоагрегати, циркуляційні насоси, системи автоматики та захисту — підключаються до мережі живлення через пульти керування, які живляться від розподільчої шафи котельні (ШВР). Керування роботою зазначеного обладнання здійснюється автоматизовано, відповідно до заданих алгоритмів і режимів роботи, закладених у мікропроцесорні контролери.

Допоміжне електрообладнання — освітлювальні прилади, вентиляційні пристрої, сервісні розетки тощо — отримує живлення через окремі групи автоматичних вимикачів, встановлених у шафах управління. Для приєднання

тимчасових споживачів та обладнання в процесі обслуговування або аварійних ситуацій передбачені розетки напівгерметичного виконання із заземлюючим контактом, розраховані на номінальну напругу 220 В.

Розподільча електромережа котельні виконана з використанням кабелів та проводів з мідними жилами, підібраних за розрахунковим навантаженням. Монтаж кабельних ліній здійснюється по стінах, металоконструкціях та спеціалізованих кабельних лотках з дотриманням правил ПУЕ (Правил улаштування електроустановок). Для підвищення надійності та захисту від механічних пошкоджень і впливу агресивних середовищ, прокладання кабелів, що надходять до датчиків контролю та автоматики, виконується у металевих або гнучких гофрованих трубах. Герметичність місць з'єднання кабелів та введені у шафи забезпечується відповідними кабельними вводами та ущільнюючими елементами.

Система електропостачання передбачає резервування аварійного живлення критично важливих приладів (газосигналізатори, системи сигналізації, аварійне освітлення) шляхом підключення до джерел безперебійного живлення (ДБЖ), що дозволяє забезпечити їхню роботу у разі повного або часткового знеструмлення об'єкта.

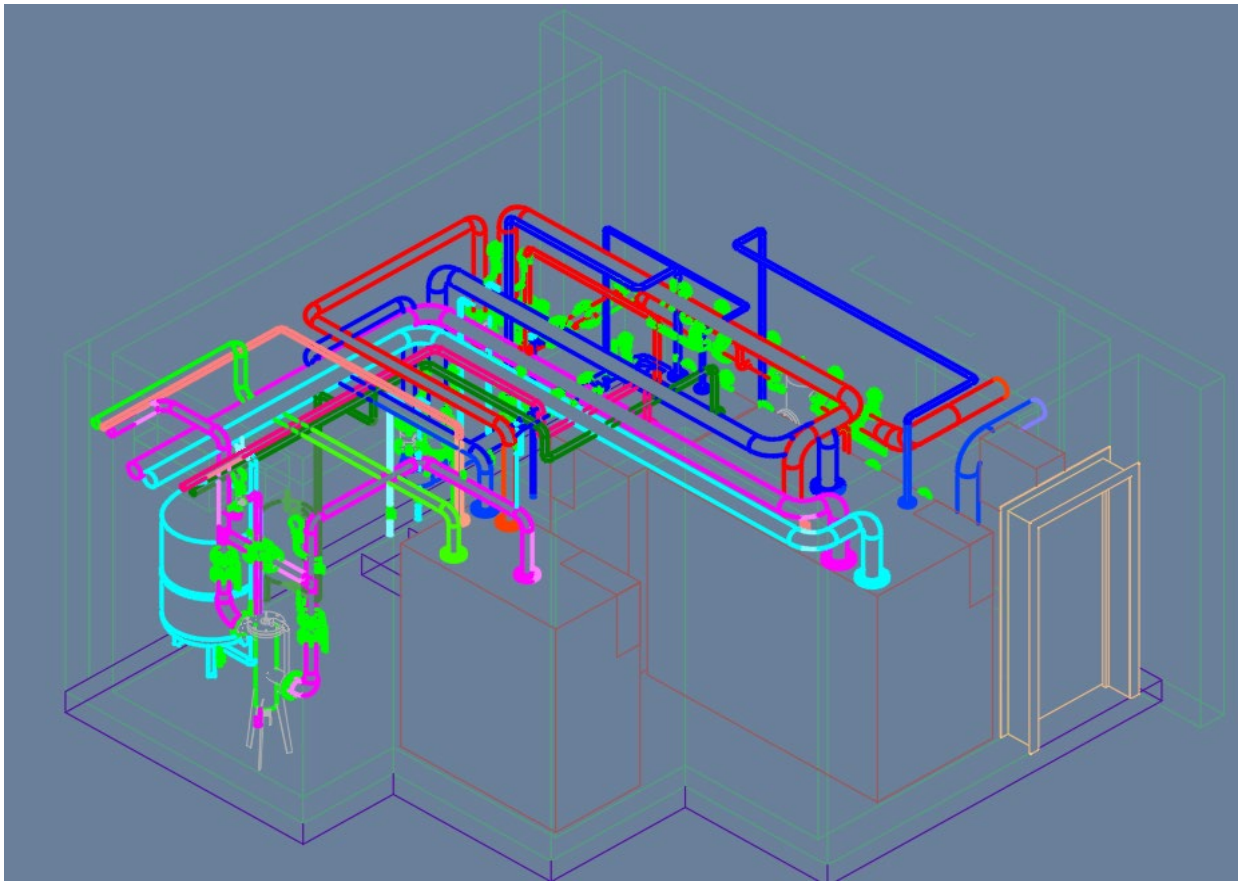
Положення контрольно-вимірювальних приладів, розподільчих елементів, розеток та кабельних трас уточняється під час виконання монтажу відповідно до фактичного розташування обладнання, з урахуванням вимог ергономіки, безпеки обслуговування та можливості оперативного доступу під час експлуатації.

Розділ 3. Індивідуальний тепловий пункт

3.1. Основні рішення.

Вид ізометрія, див. рис. 3.1

Рис.3.1



Теплові навантаження об’єкта, див. табл. 3.2

Таблиця 3.2

№	Найменування споруди	Опалення, Вт / ккал/год	Вентиляція, Вт / ккал/год	ГВП (макс.), Вт / ккал/год	ГВП (середнє), Вт / ккал/год	Загальне з ГВП (середнє), Вт / ккал/год	Загальне з ГВП (макс.), Вт / ккал/год	Середньодобове ГВП, Вт / ккал/год
1	Житлова частина	770 000 / 662 081	–	399 000 / 343 078	149 000 / 128 117	919 000 / 790 198	1 169 000 / 1 005 159	3 576 000 / 3 074 807
2	Вбудовані приміщення	38 000 / 32 674	–	–	–	38 000 / 32 674	38 000 / 32 674	–
	Разом	808 000 / 694 755	–	399 000 / 343 078	149 000 / 128 117	957 000 / 822 872	1 207 000 / 1 037 833	3 576 000 / 3 074 807

Індивідуальний тепловий пункт є комплексом технологічного обладнання, призначеним для приймання, обліку, розподілу та регулювання параметрів теплоносія з метою забезпечення ефективного теплопостачання об'єкта. ІТП у складі проекту виконує функціональне забезпечення наступних інженерних систем: опалення, гаряче водопостачання (ГВП), а також підживлення замкнених контурів.

Функціональні можливості ІТП включають:

- здійснення обліку обсягів споживання теплової енергії за допомогою сертифікованих тепло лічильників;
- розподіл потоків теплоносія між окремими споживчими контурами;
- підтримання заданих витрат теплоносія у відповідності до змін зовнішніх температур та теплових навантажень;

- контроль та автоматичне регулювання температури і тиску теплоносія в кожному контурі;
- аварійний захист обладнання та мереж від перевищення гранично допустимих параметрів (перевищення тиску, температури);
- заповнення та автоматичне підживлення водою замкнених систем тепло споживання з урахуванням об'єму та витоку теплоносія.

До складу споживачів теплової енергії від ІТП входять:

- житлова частина будівлі (система опалення та система гарячого водопостачання);
- вбудовані нежитлові приміщення (тільки система опалення).

Підключення інженерних систем до теплової мережі:

- система опалення житлової частини приєднується за незалежною схемою через пластинчастий теплообмінник, що забезпечує гідравлічне та температурне розділення контурів;
- система ГВП виконується за одноступеневою паралельною схемою також через пластинчастий теплообмінник;
- система опалення вбудованих приміщень підключається незалежно від теплової мережі, із застосуванням одного теплообмінника.

Розрахункові температурні графіки:

- для систем опалення (житлових та вбудованих приміщень) – 80/60 °С;
- для системи гарячого водопостачання – 55/5 °С.

Конструктивне виконання ІТП:

Приєднання внутрішніх систем до тепломереж здійснюється з використанням модульних вузлів, виготовлених на заводі ТОВ «ГРАНД-АРМА». Усі модулі поставляються в повністю змонтованому вигляді з встановленим теплообмінним обладнанням, насосами, арматурою, вузлами автоматики та контролю.

Циркуляцію теплоносія в контурах опалення забезпечують насосні агрегати виробництва «LOVARA». Для забезпечення рециркуляції у системі ГВП також застосовуються циркуляційні насоси цього ж виробника.

Регулювання теплового навантаження (температури подачі) виконується за допомогою автоматичних регуляторів температури компанії «Danfoss», які керуються від електронних щитів автоматики ІТП. Автоматика забезпечує погодозалежне регулювання температури подачі в систему опалення, а також підтримує постійний рівень температури гарячої води в контурі ГВП.

Для автоматичного підживлення систем опалення застосовуються електромагнітні клапани та регулятори тиску типу «після себе» тієї ж фірми. Вони встановлюються на ділянках підживлення замкнених контурів і забезпечують стабільну подачу холодної води при зниженні тиску у системі.

Компенсація температурних розширень теплоносія реалізується за допомогою розширювальних баків відповідного об’єму, які підбираються з урахуванням об’ємів кожного із контурів тепло споживання. Бак обладнано запобіжним клапаном, манометром та повітряним клапаном для обслуговування.

Усі технічні рішення з комплектації ІТП відповідають чинним нормативам, державним будівельним нормам та вимогам енергоефективності, Компенсація температурного розширення води в системах опалення здійснюється за рахунок встановлення мембранних розширювальних баків закритого типу виробництва «ROZ-NAVI».

Захист внутрішніх поверхонь трубопроводів систем гарячого водопостачання від корозійних процесів та утворення накипу забезпечується застосуванням приладів електромагнітної обробки води типу «ПМО» та установок ПКЕУ «Деоксиген».

Для обліку теплової енергії в житловій частині застосовується тепло лічильник Multical 603 у комплекті з витратоміром ULTRAFLOW 54 DN80 і

температурними датчиками Pt500, змонтованими на подаючому та зворотному трубопроводах.

Облік теплової енергії для вбудованих приміщень здійснюється аналогічним тепло лічильником Multical 603 з витратоміром ULTRAFLOW 54 DN20 і температурними датчиками Pt500.

Прокладання трубопроводів виконується з ухилом 0,004 у напрямку до точок зливу. Відведення води здійснюється у водоприймальні лійки поблизу обладнання з подальшим відкачуванням дренажним насосом, встановленим у приямку та керованим по верхньому рівню (див. розділ ВК).

Монтаж трубопроводів ІТП передбачає використання сталевих електрозварних труб відповідно до **ДСТУ 10704:2021** та водогазопровідних оцинкованих труб згідно з **ДСТУ EN 10255:2014**.

Для гарячого і холодного водопостачання застосовуються сталеві електрозварні труби, емальовані згідно з **ТУ У 29.2-7308692-001:2003**, а також оцинковані водогазопровідні труби за **ДСТУ EN 10255:2014**.

Дренажна система виконана з тих же оцинкованих труб за **ДСТУ EN 10255:2014**.

3.2. Незалежне підключення системи опалення житлової частини

Система опалення приєднується до теплової мережі за незалежною схемою. Теплова потужність системи становить **Q = 0,770 МВт (0,662 Гкал/год)**.

У складі проектного рішення передбачено використання **модульного теплового пункту** виробництва ТОВ «ГРАНД-АРМА», що включає в себе наступне обладнання:

- пластинчастий теплообмінник типу **МЕКСОН ТПР-19-PN16/2-94-TMTL97**;
- циркуляційні насоси **Lowara LNEE 65-125/30/P25RCS4**;

- регулятор температури **DANFOSS VF2 DN65** з електроприводом **AMV-435**;
- комплект контрольно-вимірювальних приладів;
- щит керування з частотним регулюванням обертів насосів системи опалення.

Детальна інформація щодо специфікації, принципової схеми, добору обладнання та технічних характеристик наведена у паспорті модульного теплового пункту для І зони опалення, який додається до проєктної документації.

3.3. Підживлення незалежної системи опалення житлової частини

Для забезпечення автоматичного підживлення незалежної системи опалення, об’єм якої становить **Vсист. = 6400 л**, передбачено витрату підживлювальної води **Gпідж. = (20% × 6400)/1000 = 1,28 м³/год**.

Підживлювальний вузол укомплектований наступними елементами:

- регулятор тиску типу **Danfoss Honeywell D16-15A DN15 див.рис. 3.3 Рис.3.3**

;

- електромагнітний клапан **Danfoss EV251B див. Рис 3.4**;

Рис.3.4

- прилади контрольно-вимірювального призначення, з підключенням до щита керування модульного блоку системи опалення.

Повна інформація щодо технічної специфікації, принципової схеми, підбору обладнання тощо міститься в паспорті вузла підживлення системи опалення, що додається до проєктної документації.

3.4. Підключення системи ГВП житлової частини

Потужність системи гарячого водопостачання становить Q = 0,399 МВт (0,343 Гкал/год).

Для її реалізації у складі індивідуального теплового пункту передбачено встановлення типового модульного вузла виробництва ТОВ «ГРАНД-АРМА», який включає:

- пластинчастий теплообмінний апарат **«МЕКСОН» ТПР-14-PN16/2-39-ТКТL69 див. рис. 3.5**;

Рис.3.5

- циркуляційні насоси моделі **Lowara 1HM03S03T5RVBE**;
- температурний регулятор **Danfoss VF2 DN50** із електроприводом **AMV-435**;
- контрольно-вимірювальні прилади та щит керування (без частотного регулювання роботи насосного обладнання).

Уся деталізована інформація щодо підбору обладнання, принципової схеми та технічної комплектації представлена в паспорті модульного вузла системи гарячого водопостачання, що додається до комплекту проєктної документації.

3.5. Закритий розширювальний резервуар системи опалення з незалежним підключенням, житлової частини

Для компенсації температурного розширення теплоносія в закритій системі опалення першої зони, в індивідуальному тепловому пункті передбачено встановлення мембранного розширювального бака закритого типу.

Вихідні параметри:

- Початковий тиск теплоносія в системі: P = 45 м вод. ст. (4,49 бар)

- Максимально допустимий робочий тиск системи: Pe = 10 м вод. ст. (9,8 бар)
- Температура теплоносія: T = 80 °C
- Об’єм системи: V = 6400 л

Розрахунок приросту об’єму води за максимальної температури (в дм³) здійснюється за формулою:

$$Ve = e * Vsystem = 0{,}0289 * 6400 = 184{,}96 \text{ дм3}$$

Додатково передбачено резервний об’єм для компенсації непередбачених змін:

$$VWR = 0.005 * Vsystem = 0{,}005 * 6400 = 32 \text{ дм3}$$

Повний об’єм розширювального бака Vбак визначається сумою приросту об’єму теплоносія та резервного об’єму:

$$V_{exp,min} = (V_e + V_{WR})\frac{P_e + 1}{P_e - P_0} = (184.96 + 32.0) * \frac{(9{,}8 + 1)}{(9{,}8 - 4{,}49)} = 440.43 \text{ дм}^3$$

Для забезпечення можливості розширювального бака приймати резервний об’єм води в холодному стані системи, початковий тиск (тиск заповнення системи) має бути встановлений на рівні:

$$\mathrm{P}_{a,min} \geq \frac{V_{exp}(P_0 + 1)}{V_{exp} - V_{WR}} - 1 = \frac{500\ (4{,}49 + 1)}{500 - 32{,}00} - 1 = 4{,}86 \text{ бар}$$

З метою компенсації температурного розширення теплоносія в системі передбачено встановлення одного мембранного розширювального бака типу ROZ-NAVI об’ємом 500 літрів, розрахованого на робочий тиск до 1,0 МПа (PN10).»

3.6. Підбір приладів обліку в системі гарячого водопостачання, житлової частини

З метою забезпечення точного комерційного та технологічного обліку споживання води в системі гарячого водопостачання індивідуального

теплового пункту передбачено встановлення відповідних засобів вимірювання витрати. Облік виконується за допомогою водо лічильників, розташованих на таких ділянках трубопровідної мережі:

- **На лінії подачі холодної води (поз. В1)**, що спрямовується до теплообмінного обладнання для приготування гарячої води. Це дозволяє фіксувати об’єм споживаної холодної води, яка надалі нагрівається в системі ГВП.
- **На циркуляційному трубопроводі гарячої води (поз. Т4)**, що забезпечує підтримання сталої температури в точках розбору гарячої води та дозволяє визначати об’єми рециркуляційних потоків.

Типові характеристики та технічні параметри лічильників підбираються відповідно до витратного режиму системи, вимог нормативної документації, умов експлуатації та рекомендацій виробника. Конкретні моделі та технічні дані засобів обліку наведено у технічному паспорті модульних блоків гарячого водопостачання (див. додаткові документи до проекту).

3.7. Незалежне підключення системи опалення вбудованих приміщень

Теплова потужність системи опалення для вбудованих приміщень становить Q = 0,038 МВт (0,033 Гкал/год). Для реалізації проектного рішення застосовується модульний блок ТОВ «ГРАНД-АРМА», який включає:

- пластинчастий теплообмінник «МЕКСОН» моделі ТПР-8-PN16/2-22-TL;
- циркуляційні насоси «Lowara» тип 1HM02S03T5RVBE;
- температурний регулятор «DANFOSS» VRG2 DN15 з електроприводом AMV-435;
- контрольно-вимірювальні пристрої та щит управління з функцією частотного регулювання насосів.

Детальна інформація про специфікацію, схеми та підбір обладнання наведена в технічній документації та паспорті модульного блоку для цієї системи.

3.8. Підживлення системи опалення вбудованих приміщень

Об'єм системи опалення дорівнює 1350 л. Обсяг підживлення визначається за формулою:

$$Gпідж = 0,2 \times 1350 / 1000 = 0,27 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Вузол підживлення включає:

- регулятор тиску Danfoss моделі 7BIS;
- електромагнітний клапан Danfoss EV251B;
- прилади контролю та управління, інтегровані з щитом модульного блоку.

Деталі комплектації та специфікації можна знайти у відповідних додатках і паспорті вузла підживлення.

Розширювальний бак для системи опалення

Для компенсації температурного розширення теплоносія в закритій системі опалення, передбачено встановлення мембранного розширювального бака закритого типу.

Вихідні параметри системи:

- початковий тиск теплоносія: 15,6 м водяного стовпа (1,53 бар);
- максимальний робочий тиск: 40,0 м водяного стовпа (3,92 бар);
- робоча температура теплоносія: 80 °C;
- об’єм системи опалення: 1350 л.

Приріст об’єму теплоносія з урахуванням температурного розширення обчислюється згідно з нормативними формулами.

$$Ve = e * Vsystem = 0,0289 * 1350 = 39,01 \text{ дм3}$$

Додатково передбачено резервний об’єм для компенсації непередбачених змін:

$$VWR = 0.005 * Vsystem = 0,005 * 1350 = 6,75 \text{ дм3}$$

Повний об’єм розширювального бака Vбак визначається сумою приросту об’єму теплоносія та резервного об’єму:

$$V_{exp,min} = (V_e + V_{WR})\frac{P_e + 1}{P_e - P_0} = (39.01 + 6.75) * \frac{(3{,}92 + 1)}{(3{,}92 - 1{,}53)} = 93.8 \text{ дм}^3$$

Для забезпечення можливості розширювального бака приймати резервний об'єм води в холодному стані системи, початковий тиск (тиск заповнення системи) має бути встановлений на рівні:

$$\text{P}_{a,min} \geq \frac{V_{exp}(P_0 + 1)}{V_{exp} - V_{WR}} - 1 = \frac{100\ (1{,}53 + 1)}{100 - 6{,}75} - 1 = 1{,}71 \text{ бар}$$

З метою компенсації температурного розширення теплоносія в системі передбачено встановлення одного мембранного розширювального бака типу ROZ-NAVI об'ємом 100 літрів, розрахованого на робочий тиск до 1,0 МПа (PN10).»

3.9. Вибір облікових приладів для вимірювання теплової енергії житлової зони

У розрахункових умовах опалювального сезону враховуються наступні проектні параметри:

– температура зовнішнього повітря становить –22 °С;

– температура теплоносія на падаючому трубопроводі — +85 °С;

– температура зворотного теплоносія — +65 °С;

– розрахунковий температурний перепад у мережі дорівнює 20 °С.

Гранична витрата теплоносія

$$G_{\text{о.макс. вбуд.}} = \frac{3{,}6 \times 770\ 000}{4{,}187 \times (85 - 65) \times 1000 \times 0{,}9685} = 34{,}18 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$G_{\text{г.в.макс.}} = \frac{3{,}6 \times 399\ 000}{4{,}187 \times (85 - 65) \times 1000 \times 0{,}9685} = 17{,}71 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$G_{\text{г.в.сер.}} = \frac{3{,}6 \times 149\ 000}{4{,}187 \times (85 - 65) \times 1000 \times 0{,}9685} = 6{,}61 \text{ м}^3/\text{год}$$

Сумарна розрахункова витрата мережної води в опалювальний період:

$$G_{\text{р }\sum\text{житло}} = 34{,}18 + 6{,}61 = 40{,}79 \text{ м}^3/\text{год}$$

Неопалювальний період:

У режимі неопалювального періоду приймаються наступні температурні параметри:

- температура зовнішнього повітря tзовн=+23,7∘C;
- температура падаючого трубопроводу — tп=70∘C;
- температура зворотного трубопроводу — tз=50∘C;
- розрахунковий температурний перепад теплоносія — Δt=20 ∘C.

Визначення витрати теплоносія в умовах неопалювального періоду:

У період відсутності опалення, тепло споживання відбувається виключно за рахунок системи гарячого водопостачання, що функціонує в циркуляційному режимі. Витрати теплової енергії на компенсацію тепловтрат циркуляційних трубопроводів системи ГВП становлять:

- **Qцирк = 15 453 Вт** або **15 817 ккал/год** (відповідно до розрахункових даних).

Таким чином, **максимальна витрата теплоносія в неопалювальний період** визначається виключно параметрами циркуляційної системи гарячого водопостачання.

$$G_{\text{г.в.1 зона}} = \frac{3{,}6 \times 399\,000}{4{,}187 \times (70 - 50) \times 1000 \times 0{,}9777} = 17{,}54 \text{м}^3/\text{год}$$

$$G_{\text{г.в.макс.л.1 зона}} = \beta \times G_{\text{г.в.}} = 0{,}8 \times 17{,}54 = 14{,}04 \text{ м}^3/\text{год}$$

Розрахункова мінімальна подача теплоносія у літній період.

$$G_{\text{г.в.мін.1 зона}} = \frac{3{,}6 \times 15\,453}{4{,}187 \times (70 - 50) \times 1000 \times 0{,}9777} = 0.67 \text{ м}^3/\text{год}$$

Розрахунковий діапазон вимірювання витрати:

Максимальна витрата: 40,79 м³/год

Мінімальна витрата: 0,67 м³/год

В якості приладу обліку теплової енергії застосовується теплолічильник Multical® 603-F-4-56-8-32-2-00-00. Для вимірювання витрати встановлюються два витратоміри ULTRAFLOW®54 DN80 типу 65-5-CMCH-456. Датчики температури Pt500 монтуються у гільзи довжиною 90 мм, розташовані на подавальному та зворотному трубопроводах теплового вузла.

Діапазон вимірювання тепло лічильника становить:

- Номінальна витрата Qном = 40 м³/год
- Мінімальна витрата Qmin = 0,4 м³/год
- Максимальна витрата Qmax = 80,0 м³/год

Тепло лічильник оснащений архівами для збереження даних про споживання тепла, які містять:

- погодинні записи за 1392 години;
- добові дані за 460 діб;
- щомісячні відомості за 24 місяці;
- щорічні звіти за 15 років.

Енергопостачання приладу здійснюється за допомогою літієвої батареї з напругою 3,6 В.

3.10. Вибір засобів обліку теплової енергії для вбудованих приміщень

У розрахункових умовах опалювального сезону враховуються наступні проектні параметри:

– температура зовнішнього повітря становить –22 °С;

– температура теплоносія на подаю чому трубопроводі — +85 °С;

– температура зворотного теплоносія — +65 °С;

– розрахунковий температурний перепад у мережі дорівнює 20 °С.

Гранична витрата теплоносія

$$G_{\text{о.макс. вбуд.}} = \frac{3{,}6 \times 38\,000}{4{,}187 \times (85 - 65) \times 1000 \times 0{,}9685} = 1{,}68\ \text{м}^3/\text{год}$$

Перехідний режим

За температури зовнішнього повітря tз.п. = +8 °С, мінімальне теплове навантаження системи опалення становить:

- Температура падаючого трубопроводу: tп = 70 °С
- Температура зворотного трубопроводу: tз = 50 °С
- Різниця температур: Δt = 20 °С
- Теплова потужність: Q = 63 360 Вт = 54 479 ккал/год

Зазначене навантаження відповідає мінімальному розрахунковому режиму експлуатації системи опалення в міжсезонний період.

$$Q_{min} = 38\,000 \text{ x} \frac{(22 - 8)}{(22 - (-22))} = 12090\ \text{Вт}$$

Розрахункова мінімальна подача теплоносія під час перехідного сезону.

$$G_{\text{п.п.}} = \frac{3{,}6 \times 12090}{4{,}187 \times (70 - 50) \times 1000 \times 0{,}978} = 0{,}53\text{м}^3/\text{год}$$

Розрахунковий діапазон вимірювання витрати теплоносія становить:

- максимальна витрата: **Gmax = 1,68 м³/год**,
- мінімальна витрата: **Gmin = 0,53 м³/год**.

Для забезпечення обліку теплової енергії прийнято теплолічильник типу **Multical® 603-F-4-56-8-32-2-00-00**, у комплекті з двома витратомірами **ULTRAFLOW® 54 DN20**, модифікація **65-5-CDCA-XXX**, а також з двома температурними датчиками типу **Pt500**, призначеними для встановлення у гільзи довжиною **L = 90 мм** на падаючому та зворотному трубопроводах вузла теплового вводу.

Діапазон вимірювання тепло лічильника становить:

- **Номінальна витрата теплоносія (Qном)** – 1,5 м³/год

- **Мінімальна витрата (Qmin)** – 0,015 м³/год
- **Максимальна витрата (Qmax)** – 3,0 м³/год

Обраний тепло лічильник оснащене вбудованою архівацією даних тепло споживання, з можливістю збереження:

- погодинних значень — за останні 1392 години,
- по добових — за 460 діб,
- щомісячних — за 24 місяці,
- щорічних — за 15 років.

Живлення пристрою здійснюється автономною — від літієвої батареї з напругою 3,6 В.

Загальна витрата теплоносія на індивідуальний тепловий пункт (ІТП) визначається як сума витрат для житлової частини будівлі та вбудованих приміщень:

$$G_{\text{р }\sum\text{заг}} = G_{\text{р }\sum\text{житло}} + G_{\text{р }\sum\text{вбудовані}} = 40{,}79 + 1{,}68 = 42{,}47 \text{ м}^3/\text{год}$$

3.11. Лічильник MULTICAL 603 (див.рис.3.6)

Технічні характеристики тепло лічильника MULTICAL® 603

Параметр	Значення
Вбудований модуль зв’язку	M-Bus (опціонально)
Одиниці вимірювання енергії	МВт·год, кВт·год, ГДж, Гкал
Слоти для комунікаційних модулів	2
Довжина кабелю витратоміра	2,5 – 100 м
Довжина кабелю температурних датчиків	1,5 – 100 м
Клас захисту корпусу	IP65
Тип витратоміра	ULTRAFLOW® IP65/IP67 або аналогічний пристрій інших виробників
Наявність фільтра	Знімний фільтр перед витратоміром
Автоматичне визначення типу витратоміра	Підтримується

Сумісність з теплоносіями	Вода та водно-гліколеві суміші
Тип дисплея	Контрастний із підсвічуванням
Роздільна здатність дисплея	7 або 8 знаків
Інтерфейс користувача	Три кнопки
Архівація даних	Програмований архіватор, інтервал — від 1 хвилини
Інтервал інтегрування	2 секунди
Термін служби батареї	До 16 років (при інтервалі зчитування ≥10 сек.)

Тепло обчислювальний прилад здійснює вимірювання температури теплоносія на подаю чому трубопроводі системи теплопостачання за допомогою вбудованих температурних датчиків. Одночасно з цим від витратоміра надходить імпульсний сигнал, який пропорційний об’єму рідини, що протікає через систему. На основі отриманих температурних та витратних даних тепло лічильник виконує розрахунок кількості спожитої теплової енергії.

Зчитування інформації про теплову енергію може здійснюватися безпосередньо через індикацію на дисплеї приладу або шляхом підключення до оптичного інтерфейсу з використанням зчитуючи головок (оптичний прийом-передавальний пристрій).

Витратоміри призначені для визначення об'єму теплоносія, що циркулює в контурі опалення. Значення параметрів, таких як: Q (теплова енергія), G (маса або об'ємна витрата), t_1 (температура подаю чого трубопроводу), t_2 (температура зворотного трубопроводу), Δt (різниця температур), V_1 та V_2 (об’єми теплоносія на вході та виході), P (тиск), автоматично фіксуються, архівуються та зберігаються в енергонезалежній пам’яті тепло обчислювача.

Рис.3.6

3.12. Охорона праці

В проекті передбачено комплекс заходів, спрямованих на гарантування безпечних умов праці для персоналу, який експлуатує обладнання індивідуального теплового пункту (ІТП).

Головним завданням є мінімізація ризиків, пов’язаних з ураженням електричним струмом, короткими замиканнями та електричними перевантаженнями. Впровадження систем захисного заземлення є обов’язковим елементом монтажу для металевих корпусів обладнання, захисних труб, кабельних ліній та металевих шлангів.

Трубопроводи, що транспортують теплоносій у системах опалення, вентиляції та гарячого водопостачання, повинні бути термоізольовані таким чином, щоб температура на їхній поверхні не перевищувала 40 °C. Це необхідно для забезпечення безпеки працівників та запобігання тепловим ушкодженням.

Під час монтажу та подальшої експлуатації обладнання можливий вплив шкідливих та небезпечних факторів, що можуть негативно позначитися на здоров’ї персоналу. В Україні статистика показує значну кількість випадків

ураження електричним струмом, зокрема, смертельних, переважно при роботі з обладнанням напругою до 1000 В.

Обслуговуючий персонал зобов'язаний дотримуватись вимог, викладених у «Правилах технічної експлуатації теплових установок і мереж» (2007 рік), а також чинних норм з охорони праці та техніки безпеки, що регламентують порядок робіт, використання засобів індивідуального захисту та порядок дій у разі аварійних ситуацій.

3.13. Охорона навколишнього середовища

У проекті передбачено використання сучасних ізоляційних матеріалів із низьким коефіцієнтом теплопровідності, що дозволяє мінімізувати втрати теплової енергії та запобігає утворенню токсичних випарів під час експлуатації обладнання.

Впроваджена дренажна система забезпечує безпечний відвід теплофікаційної води до зливної каналізації, що запобігає забрудненню навколишнього середовища.

Застосування сучасних насосів та антивібраційних вставок дозволяє зменшити рівень вібрацій у трубопроводах індивідуального теплового пункту та прилеглих приміщеннях, що підвищує експлуатаційну надійність обладнання та знижує шумове навантаження.

Реалізація даного проекту не призводить до негативного впливу на здоров'я обслуговуючого персоналу і не шкодить екологічному стану навколишнього середовища.

3.14. Опалення і вентиляція в індивідуальному тепловому пункті

Опалення приміщення індивідуального теплового пункту здійснюється за рахунок теплових втрат, що виділяються від поверхні ізольованих теплопроводів і встановленого обладнання.

В приміщенні ІТП передбачено встановлення витяжної вентиляції, яка забезпечує кратність повітрообміну не менше ніж 10 разів на годину. Свіже

повітря надходить у приміщення через неорганізований приплив, здійснюваний через припливну решітку або отвір, розташований у вхідних дверях.

Відвід відпрацьованого повітря забезпечується за допомогою витяжного вентилятора, що створює необхідний розрідження в приміщенні.

Докладні технічні рішення з організації систем опалення та вентиляції наведені в розділі «ОВ» проектної документації.

3.15. Автоматизація

У проекті передбачено автоматичне регулювання температури теплоносія в системах опалення та вентиляції відповідно до встановлених температурних графіків та заданих параметрів температури гарячої води.

Стабілізація температурного режиму в системах гарячого водопостачання здійснюється за допомогою регуляторів, які контролюють температуру гарячої води на рівні +55 °С, а також температуру зворотної мережної води відповідно до теплового графіка.

Управління циркуляційними насосами систем опалення та гарячого водопостачання виконується через щити керування, які підтримують роботу насосів у локальному або автоматичному режимах.

Основне завдання системи управління — забезпечення захисту електродвигунів насосів від перевантажень і несправностей. В проекті передбачені автоматизовані процедури заміни основних насосів резервними після заданого періоду експлуатації.

При виході з ладу основного насоса система автоматично запускає резервний насос за допомогою автоматичного перемикача.

Для захисту насосного обладнання від режиму «сухого ходу» застосовуються відповідні заходи контролю, що запобігають роботу насосів без подачі теплоносія.

Детальні технічні рішення та схеми автоматизації викладені в розділі «АТМ» проектної документації.

3.16. Електропостачання

Електропостачання індивідуального теплового пункту здійснюється від головного розподільного щита будівлі до ввідно-розподільчого щита (ВРЩ), розташованого безпосередньо в приміщенні теплового пункту.

В приміщенні ІТП передбачено організацію робочого та аварійного освітлення для забезпечення безперебійної та безпечної експлуатації.

Електроживлення та керування обладнанням, а також засобами автоматизації здійснюється через місцеві щити, які монтуються безпосередньо поруч з обслуговуваним устаткуванням.

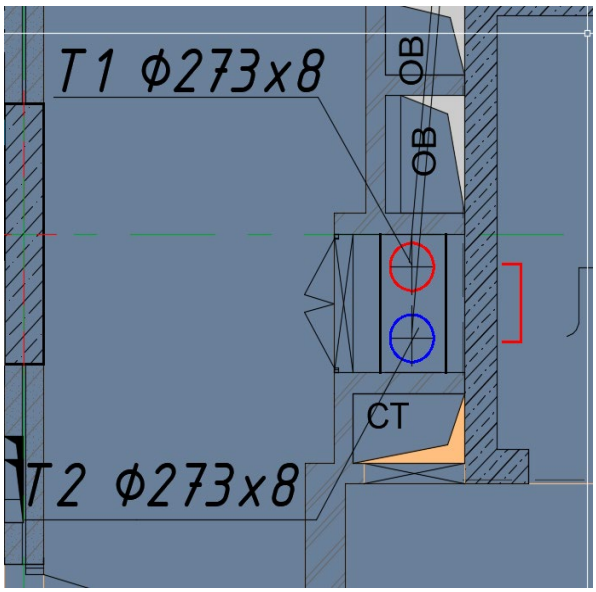
Детальні технічні рішення з організації електропостачання викладені в розділі «АТМ» проектної документації.

4. Будинкові теплові мережі

4.1. Тепломеханічна частина

В межах проекту передбачено монтаж теплової мережі від дахової котельні до підвального приміщення (рівень -3,600) у спеціально обладнаних вертикальних обслуговуючих нішах будівлі (див.рис.4.1). Трубопроводи виготовляються зі сталевих труб діаметром 273 мм та товщиною стінки 8,0 мм, виготовлених відповідно до вимог ДСТУ 8943:2019. Для забезпечення теплового захисту трубопроводи покриваються теплоізоляційним матеріалом на основі листів мінеральної вати з фольгованим покриттям типу «Дельта 60». Прокладання теплової мережі здійснюється без використання системи аварійного оповіщення.

Рис.4.1



Теплові навантаження від всіх будівель на котельню див. табл. 4.2

Табл. 4.2

Об'єкти	Теплові навантаження котельні, кВт (Гкал)			
	Опалення	Вентиляція	Гаряче водопостачання (сер./макс.)	Загальна витрата теплоти (сер./макс.)
Житловий будинок 15.1	890 (0,7654)	-	149/399 (0,129/0,343)	1039/1289 (0,895/1,108)
Житловий будинок 15.2	1290 (1,1094)	-	208,0/586,0 (0,179/0,504)	1498/1876 (1,289/1,613)
Житловий будинок 16.1	890 (0,710)	-	149,0/399,0 (0,129/0,343)	1015/1265 (0,90/1,040)
Навантаження на дахову котельню (буд. 15.2)	3046 (2,620)	-	506/1384,0 (0,435/1,190)	**3552/4430 (3,054/3,81)**

Визначення необхідного витратного режиму мережної води для опалювального періоду.

Розрахункова витрата мережної води в піковий період опалення

$$G_{O\ max} = \frac{3{,}6 \cdot Q_{o\ \max}}{C \cdot (t_1 - t_2)}$$, т/год, де:

- Qомах – проектне теплове навантаження системи опалення, кВт;
- t – температура теплоносія у подаю чому трубопроводі за умов розрахункової мінімальної температури зовнішнього повітря; для даного випадку приймається $t_1 = 85$ °С;
- t– температура зворотного теплоносія в тих же умовах, $t_2 = 65$ °С;
- с – питома теплоємність води, приймається згідно з довідковими даними: с = 4,187 кДж/(кг·°С).

Будинок №15.1=16.1

$$G_{O\ max} = \frac{3{,}6 \cdot Q_{\ O\ \max}}{C \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{3{,}6 \cdot 890}{4{,}187 \cdot (85 - 65)} = 38{,}26$$, т/год, де:

- у подаючій лінії $V_{\text{п max}} = \frac{G_{\max}}{\rho} = \frac{38{,}26}{0{,}972} = 39{,}36$ м³/год;
- у зворотній лінії $V_{\text{з max}} = \frac{G_{\max}}{\rho} = \frac{38{,}26}{0{,}983} = 38{,}92$ м3/год;

Будинок №15.2

$$G_{O\ max} = \frac{3{,}6 \cdot Q_{O\ max}}{C \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{3{,}6 \cdot 1290}{4{,}187 \cdot (85-65)} = 55{,}46 \text{ , т/год, де:}$$

- у подаючій лінії $V_{\text{п max}} = \frac{G_{\text{max}}}{\rho} = \frac{55{,}46}{0{,}972} = 57{,}06$ м³/год;
- у зворотній лінії $V_{\text{з max}} = \frac{G_{\text{max}}}{\rho} = \frac{55{,}46}{0{,}983} = 56{,}42$ м3/год;

Обчислення найбільшої витрати теплоносія, необхідної для приготування гарячої води.

У холодну пору року

$$G_{\text{ГВП}\ max} = \frac{3{,}6 \cdot Q_{\text{ГВП}\ max}}{C \cdot (t_1' - t_3')}, \text{ т/год, де:}$$

- Qгвпmax – проектне теплове навантаження систему ГВП, кВт;
- t – температура теплоносія у подаю чому трубопроводі за умов розрахункової мінімальної температури зовнішнього повітря; для даного випадку приймається $t_1 = 70$ °С;
- t– температура зворотного теплоносія в тих же умовах, t3 = 53,3 °С;
- с – питома теплоємність води, приймається згідно з довідковими даними: с = 4,187 кДж/(кг·°С).

Будинок №15.1=16.1

$$G_{\text{ГВП}\ max} = \frac{3{,}6 \cdot Q_{\text{ГВП}\ max}}{C \cdot (t_1' - t_3')} = \frac{3{,}6 \cdot 399}{4{,}187 \cdot (70-53{,}3)} = 20{,}54, \text{ т/год, де:}$$

- у подаючій лінії $V_{\text{п max}} = \frac{G_{\text{ГВП max}}}{\rho} = \frac{20{,}54}{0{,}972} = 21{,}13$ м³/год;
- у зворотній лінії $V_{\text{з max}} = \frac{G_{\text{гвпmax}}}{\rho} = \frac{20{,}54}{0{,}983} = 20{,}90$ м3/год;

Будинок №15.2

$$G_{\text{ГВП}\ max} = \frac{3{,}6 \cdot Q_{\text{ГВП}\ max}}{C \cdot (t_1' - t_3')} = \frac{3{,}6 \cdot 586}{4{,}187 \cdot (70-53{,}3)} = 30{,}17, \text{ т/год, де:}$$

- у подаючій лінії $V_{\text{п max}} = \frac{G_{\text{ГВП max}}}{\rho} = \frac{30,17}{0,972} = 31,04$ м³/год;
- у зворотній лінії $V_{\text{з max}} = \frac{G_{\text{гвпmax}}}{\rho} = \frac{30,17}{0,983} = 30,69$ м3/год;

У період відсутності опалення

$$G_{ГВП\ max} = \beta \cdot G_{\text{ГВП } max}, \text{ т/год, де:}$$

- Gmax ГВП – максимальна годинна витрата води для гарячого водопостачання, т/год;
- β – знижувальний коефіцієнт, що враховує зменшення обсягу споживання води на ГВП у період, коли опалення не функціонує (β = 0,8);
- с – питома теплоємність води, що становить 4,187 кДж/кг·°С.

Будинок №15.1=16.1

$$G^{Л}_{ГВП\ max} = \beta \cdot G_{\text{ГВП } max} = 0,8 \cdot 20,54 = 16,43, \text{ т/год, де:}$$

у подаючій лінії трубопроводі $V^{Л}_{п\ max} = \frac{G^{Л}_{ГВП\ max}}{\rho} = \frac{16,43}{0,978} = 16,80$ м³/год;

у зворотній лінії $V^{Л}_{з\ max} = \frac{G^{Л}_{ГВП\ max}}{\rho} = \frac{16,43}{0,995} = 16,51$ м³/год.

Будинок №15.2

$$G^{Л}_{ГВП\ max} = \beta \cdot G_{\text{ГВП } max} = 0,8 \cdot 30,17 = 24,14, \text{ т/год, де:}$$

у подаючій лінії трубопроводі $V^{Л}_{п\ max} = \frac{G^{Л}_{ГВП\ max}}{\rho} = \frac{24,14}{0,978} = 24,68$ м³/год;

у зворотній лінії $V^{Л}_{з\ max} = \frac{G^{Л}_{ГВП\ max}}{\rho} = \frac{24,14}{0,995} = 24,26$ м³/год.

Період зміни сезонів

Найбільша годинна витрата теплоносія на забезпечення опалення

Будинок №15.1=16.1

$$Q = Q \cdot \frac{t_{вн} - t_{зовн}}{t_{вн} - t_{р.оп}} = 890 \cdot \frac{20 - 8}{20 - (-22)} = 258,10\ кВт$$

$$G = \frac{3,6 \cdot Q}{C \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{3,6 \cdot 258,10}{4,187 \cdot (70 - 53,3)} = 13,29 \text{ т/год, де:}$$

- у подаючій лінії $V_{\text{п max}} = \frac{G}{\rho} = \frac{13{,}29}{0{,}978} = 13{,}59$ м³/год;
- у зворотній лінії $V_{\text{з max}} = \frac{G}{\rho} = \frac{13{,}29}{0{,}978} = 13{,}47$ м3/год;

Будинок №15.2

$$Q = Q \cdot \frac{t_{вн} - t_{зовн}}{t_{вн} - t_{р.оп}} = 1290{,}00 \cdot \frac{20 - 8}{20 - (-22)} = 374{,}10\ кВт$$

$$G = \frac{3{,}6 \cdot Q}{C \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{3{,}6 \cdot 374{,}10}{4{,}187 \cdot (70 - 53{,}3)} = 19{,}26\ \text{т/год, де:}$$

- у подаючій лінії $V_{\text{п max}} = \frac{G}{\rho} = \frac{19{,}26}{0{,}978} = 19{,}69$ м³/год;
- у зворотній лінії $V_{\text{з max}} = \frac{G}{\rho} = \frac{19{,}26}{0{,}978} = 13{,}51$ м3/год;

Підсумкова максимальна витрата теплоносія

$$G_{\max} = G_{o\ \max} + G_{ГВП\ \max},\ м^3/год$$

Будинок №15.1=16.1

$$G_{\max} = G_{o\ \max} + G_{ГВП\ \max} = 38{,}26 + 20{,}54 = 58{,}80\ м^3/год.$$

Будинок №15.2

$$G_{\max} = G_{o\ \max} + G_{ГВП\ \max} = 55{,}46 + 30{,}17 = 85{,}63\ м^3/год.$$

4.2 Розрахунок температурних подовжень та визначення кількості сильфоні компенсаторів і нерухомих опор

Під час проектування вертикальної ділянки трубопроводу із застосуванням сильфон них компенсаторів необхідно встановити їх кількість, а також визначити положення нерухомих опор. Для цього розраховується сумарна температурна деформація трубопроводу за наступною формулою:

$$\Delta L = 0{,}012 \cdot H \cdot N \cdot (T_{\max} - T_{\min}) \cdot k \ \text{, мм, де:}$$

ΔL – загальне подовження трубопроводу внаслідок температурного впливу, мм;

α=0,012 мм/(м·°C) – коефіцієнт лінійного температурного розширення сталі;

H – висота ділянки (поверху)м;

N — число поверхів, розміщених між фіксованими опорами, од.

T_{max} — найвища робоча температура подаю чого теплоносія, 85 °C

T_{mont} — температура стояка під час проведення монтажних робіт і встановлення компенсаторів (не менше –10 °C)

k — поправочний коефіцієнт безпеки, що враховує додаткові навантаження; значення — 1,07

Дані вихідні

№ з/п	Висота поверху, м	Кількість поверхів	Загальна висота, м
1	1,8	1	1,8
2	3,0	23	69,0
3	3,4	1	3,4
4	3,6	1	3,6
5	3,9	1	3,9
			Усього: 81,7 м

Максимальна температура теплоносія: T_{max} = 85 °C

Температура стояка під час монтажу: T_{montak} = –10 °C

$$\Delta L = 0{,}012 \cdot (1{,}8 + 3{,}4 + 3 \cdot 23 + 3{,}9 + 3{,}6) \cdot (85 + 10) \cdot 1{,}07 = 99{,}62, \text{мм}.$$

У рамках даного розрахунку прийнято до застосування сильфон ний компенсатор типу L30 виробництва "AYVAZ".

Відповідно до отриманих даних щодо температурної деформації трубопроводу здійснюється підбір кількості компенсуючих елементів.

$$n = \frac{\Delta L}{\Delta} = \frac{99{,}62}{30} = 3{,}32,$$

де n — число компенсаторів, яке приймається з округленням до більшого цілого;

ΔL — величина лінійного подовження ділянки трубопроводу, мм;

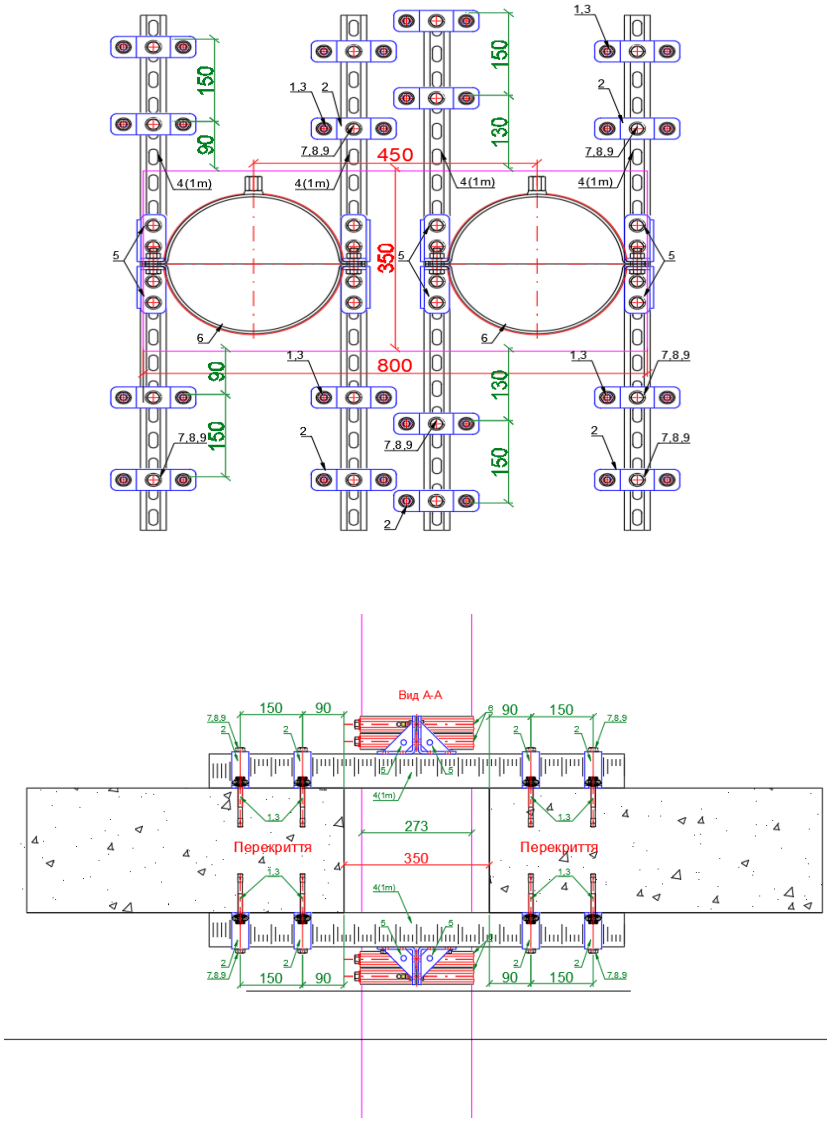
Δ — максимальний осьовий хід одного компенсатора, мм.

Розрахункова потреба в компенсаторах для одного трубопроводу складає 4 одиниці.

Між нерухомими опорами розташовуються компенсатори, що поділяють трубопровід на незалежні сегменти, кожен із яких самостійно приймає температурні деформації і тиск.

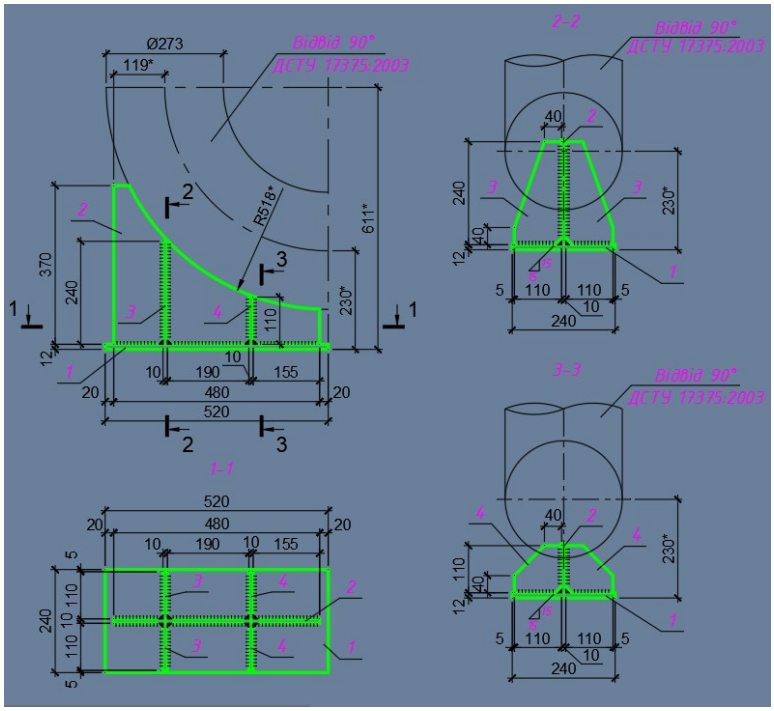
4.3 Вузли кріплення

Н.О.1



Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Ед. изм.
		Типовой узел.Крепление Н.О (Ø273)		
1	609831120	WTB1 Throughbolt Анкер розпірний для бетону з тріщинами M12x120	64	шт
2	66588298	BIS Strut З'єднувач сідловий 41x82 BUP	32	шт
3	65381510	BIS Strut Шайба 10,5/40мм BUP	64	шт
4	65018687	BIS RapidStrut® Профіль монтажний 41x82x2,5мм 6м BUP	8	м
5	66588291	BIS RapidStrut Кутовик з ребром жорстк. 90град. 91x91x6мм BUP	16	шт
6	33168275	BIS HD1501 Хомут для велик. навант. з гумов. ізоляц. 265-275мм M16	8	шт
7	6144035	BIS Болт шестигранний DIN 933 M12x35мм	70	шт
8	6517012	BIS Strut Гайка монтажна M12	70	шт
9	6533312	BIS Шайба 13,0/37мм WM0-35 (DIN 9021)	70	шт

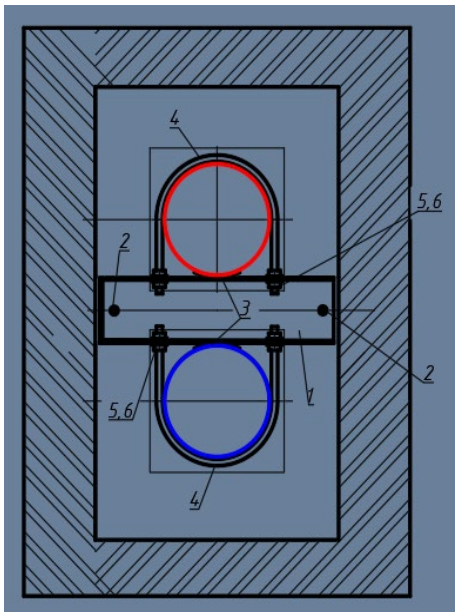
Н.О.2



Специфікація виробу

Марка виробу	Поз.	Найменування	Кільк	Маса од.,кг	Маса виробу,кг
О.Н.2 (шт.2)	1	Лист 12x240x520 ДСТУ 8540:2015 С245 ДСТУ 8539:2015	1	11.8	32.0
	2	Лист 10x370x480 ДСТУ 8540:2015 С245 ДСТУ 8539:2015	1	14.0	
	3	Лист 10x110x240 ДСТУ 8540:2015 С245 ДСТУ 8539:2015	2	2.1	
	4	Лист 10x110x110 ДСТУ 8540:2015 С245 ДСТУ 8539:2015	2	1.0	

ОП1



Специфікація

Поз.	Позначення	Найменування	Од. виміру	Кільк.	Маса од., кг
1	ДСТУ 3436-96	Швелер 16 П L=0,4м	шт.	1	
2		Хімічний анкер HIT RE 500, M20 (Hilti) або Забивний анкер M20 (Walraven)	шт.	2	1
3	ДСТУ 8540:2015	Лист 6мм х 280мм х700мм	шт.	2	12,8
4	ДСТУ 4738:2007	Сталь гарячекатана кругла Ф18 l=1,0м	шт.	2	2,0
5	ДСТУ 5915	Гайка шестигранa M18	шт.	8	49,4 за 1000 шт
6	ДСТУ 22355:2008	Шайби M18	шт.	8	13,872 за 1000 шт

Висновки

У межах кваліфікаційної роботи на тему «Дахова котельня та індивідуальний тепловий пункт з будинковими мережами» було розроблено сучасну автономну систему теплопостачання житлової будівлі, що відповідає актуальним вимогам енергоефективності, надійності, безпеки та технологічної адаптивності до реальних умов експлуатації.

Одним із ключових елементів проекту стала дахова котельня, в якій передбачено встановлення високоефективних газових котлів **Buderus Logano plus KB472**. Це конденсаційні котли, що мають високий коефіцієнт корисної дії та відзначаються низьким рівнем викидів шкідливих речовин, завдяки чому забезпечується не лише економічність, а й екологічна безпека. Їхня конструкція дозволяє працювати у широкому діапазоні навантажень, що робить їх ідеальним рішенням для об'єктів із змінною тепловою потужністю, як-от житлові будинки. Система автоматичного регулювання котлів дозволяє гнучко адаптувати режим роботи до погодних умов та поточного теплового навантаження.

У складі індивідуального теплового пункту застосовано енергоефективні насоси **Wilo**, які забезпечують циркуляцію теплоносія в системах опалення, вентиляції та гарячого водопостачання. Насоси цієї фірми характеризуються низьким енергоспоживанням, надійністю, тривалим строком експлуатації та адаптивною електронікою, що дозволяє досягати оптимальних гідравлічних параметрів навіть при змінних режимах роботи.

В будинкових теплових мережах передбачено застосування сучасних монтажних систем, зокрема елементів **Walraven** для кріплення нерухомих опор. Конструктивне рішення із використанням цих елементів забезпечує фіксацію трубопроводів, запобігаючи їхньому переміщенню при тепловому розширенні, а також сприяє довговічності системи та зручності технічного

обслуговування. Це також дає можливість виконувати монтаж відповідно до високих стандартів безпеки і якості.

Усі елементи системи – від джерела тепла до кінцевого споживача – інтегровані у єдину автоматизовану інженерну інфраструктуру, що забезпечує:

- енергоефективну експлуатацію;
- стабільне теплозабезпечення незалежно від зовнішніх факторів;
- мінімізацію тепловтрат;
- можливість обліку та управління витратами енергії.

Проект розроблено відповідно до вимог ДБН В.2.5-20:2017, ДБН В.2.5-39:2008, ДСТУ EN 12828 та інших нормативних документів. Особливу увагу приділено питанням безпеки, протипожежного захисту, вентиляції, охорони праці та екологічним нормам.

Завдяки продуманому підбору обладнання (Buderus, Wilo, Walraven), оптимальним технічним рішенням та сучасному підходу до автоматизації, система теплопостачання, розроблена в рамках цієї кваліфікаційної роботи, є ефективною, гнучкою, екологічною та придатною для впровадження в сучасних житлових будинках. Такий комплексний підхід може слугувати зразком для модернізації існуючого житлового фонду або проектування нових енергоощадних об'єктів.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ ТА НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ, НА ЯКІ ПОСИЛАЮТЬСЯ

1. ДБН В.2.5-20:2017 «Газопостачання».
2. ДБН В.2.5-77:2014. «Котельні». Зі зміною №1
3. ДБН В.2.5-39:2008. «Теплові мережі».
4. ДСТУ Б В.2.5-30:2006 «Індивідуальні теплові пункти». Загальні технічні вимоги.
5. ДБН В.2.5-67:2013. «Опалення, вентиляція та кондиціонування».
6. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».
7. ХУДЕНКО, Анатолій Андрійович; КИРИЧЕНКО, Михайло Анатолійович. Методика розрахунку електричних повітронагрівачів електрокалориферів з тен.Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, 2001, 3: 43-49.
8. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій»;
9. Губаренко В.І., Котельникова О.В. *Індивідуальні теплові пункти: конструкція, розрахунок, монтаж.* – Харків: УЦЗУ, 2016. – 228 с.
10. Podenezhko, Y., Kirichenko, M., & Chepurnyi, N. C. V. Study of Heating Devices Based on a First-Order Phase Transition. VENTYLIATSIIA, OSVITLENNIA TA TEPLOHAZOPOSTACHANNIA, 70.
11. Методика розрахунку та встановлення обмежувальних пристроїв у системах теплопостачання. ПАТ «КИЇВЕНЕРГО», Київ-2014 р.
12. ДБН В.2.5-56-2014 «Системи протипожежного захисту
13. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».
14. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі тепла / М.Ф. Боженко, В.П. Салко. К.: ІВЦ «Видавництво Політехніка» , 2004.- 192с.

15. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі тепла. Методичні вказівки -. К.: НТУУ «КПІ» ,ТЕФ. 2008.-64с.

16. Малявина О. М. Теплопостачання : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної і заочної форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма «Теплогазопостачання і вентиляція» / О. М. Малявіна, В. А. Міланко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 147 с.

17. Єнін П.М., Швачко Н.А. Є 63 Теплопостачання (частина І "Теплові мережі та споруди"). Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2007, – 244 с.

18. Willo. *Каталог насосного обладнання 2023–2024.* – Wilo SE, Німеччина.

19. Walraven. *Системи кріплення трубопроводів. Технічний каталог.* – Walraven Group, 2023.

20. Буderus. *Logano plus KB472. Технічна документація та інструкція з монтажу і експлуатації.* – Bosch Thermotechnik GmbH, 2020.

21. Правила пожежної безпеки України.

22. Правила технічної експлуатації теплових установок і мереж.

23. ДСТУ IEC 61140:2015 «Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання»;

24. Каталог продукції що випускається заводом Multical.

25. Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари та гарячої води.

26. НПАОП 0.00-1.81-18.«Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском»;

27. Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари та гарячої води.