

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

ФІСЕ

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР**

на тему:

«проект дахова котельня з системою теплопостачання на вул. Сверстюка,  
54 в м. Київ»

Гао Кунь

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача повністю)

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 з системою теплопостачання на вул. Сверстюка, 54  
в м. Київ»

Виконав: Гао Кунь

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(спеціальність)

Теплогазопостачання і вентиляція

(освітня програма)

Група ТВ 21-1

Керівник Кириченко М. А.

доцент, канд. техн. наук, завідувач кафедри

(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**

Гао Кунь

1. Тема роботи «проект дахова котельня з системою теплопостачання на вул. Сверстюка, 54 в м. Київ» затверджена наказом ректора КНУБА № \_\_\_\_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 року.
2. Керівник роботи Кириченко Михайло Анатолійович, доц., к. т. н.
3. Строк подання здобувачем роботи до захисту \_\_\_\_\_
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
  - Р. 1. Характеристика об'єкту що проектується
  - Р. 2. Тепломеханічна частина дахової котельні
  - Р. 3. Внутрібудинкові теплові мережі
  - Р. 4. Індивідуальний тепловий пункт

Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Характеристика об'єкту що проектується	2025
Розділ 2. Тепломеханічна частина дахової котельні	2025
Розділ 3. Внутрібудинкові теплові мережі	2025
Розділ 4. Індивідуальний тепловий пункт	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	Перевірів	
		дата	підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Зав. кафедри	_____	<u>Кириченко М.А.</u>
	(підпис)	(прізвище, ініціали)
Керівник	_____	<u>Кириченко М.А.</u>
	(підпис)	(прізвище, ініціали)
Здобувач	_____	<u>Гао Кунь</u>
	(підпис)	(прізвище, ініціали)

# Зміст

Вступ.....	2-3
Розділ 1. Характеристика об'єкту , що проектується	4-11
Розділ 2. Тепломеханічна частини дахової котельні	12-49
Розділ 3.Внутрішньобудинкові теплові мережі	50-72
Розділ 4. Індивідуальний тепловий пункт .....	73-94
Висновки	95-96
Література	97-98

Зм.	Кіл.	Арк.	№док.	Підп.	Дата	Кваліфікаційна робота бакалавра			
Розробив	Гао Кунь					Загальна пояснювальна записка	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник	Приймак О.В.						КР	1	98
Зав.кафедри	Кириченко М.А					ТВ-21-1			

## Вступ

Стан більшості центральних теплових електростанцій, міських котелень і теплових мереж в Україні характеризується високим ступенем зношеності, що в окремих випадках наближається до критичного рівня. Часті аварії на тепломережах, неефективне використання встановлених потужностей, надмірна енергоємність застарілого обладнання та значні експлуатаційні втрати (до 20%) зумовлюють зростання витрат на теплопостачання для кінцевих споживачів. Також це спричиняє підвищене навантаження на обслуговуючий персонал, що стимулює перехід до альтернативних джерел теплопостачання.

Одним із сучасних і ефективних рішень для житлових будинків, житлово-комунальних комплексів і промислових об'єктів є дахова котельня. Такий тип джерела теплопостачання забезпечує покращені енергетичні показники, підвищену надійність та зниження експлуатаційних витрат. Актуальний підхід до проєктування дахових котелень передбачає не лише ефективність і екологічність, а й забезпечення комфортного мікроклімату для споживачів.

Сучасні котельні установки повинні відповідати вимогам енергоефективності, мінімізувати втрати теплової енергії, зменшувати вплив на довкілля, а також забезпечувати прозорий і зрозумілий для споживача механізм обліку теплової енергії та гарячого водопостачання.

**Метою цієї роботи** є обґрунтування доцільності впровадження дахової котельні, теплових мереж та індивідуального теплового пункту (ІТП) як комплексного рішення, що забезпечує ефективне теплозабезпечення, простоту монтажу, компактність і низький рівень шуму, що є особливо важливим для житлових будинків та дитячих установ. У порівнянні з централізованим теплопостачанням, така система дозволяє досягти економії енергоресурсів на рівні 25–30%.

У кваліфікаційній роботі розглянуто принципи газопостачання до котлів, аксонометричну схему газових мереж, а також виконано гідравлічний розрахунок тепломереж. Додатково наведено приклади використання сучасних монтажних систем провідних виробників, таких як **Walraven** і **Hilti**, зокрема для встановлення вертикальних компенсаторів у шахтах теплових мереж.

Індивідуальний тепловий пункт (ІТП), передбачений у проєкті, виконує функцію передачі теплової енергії від зовнішніх мереж до внутрішніх систем опалення, гарячого

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата



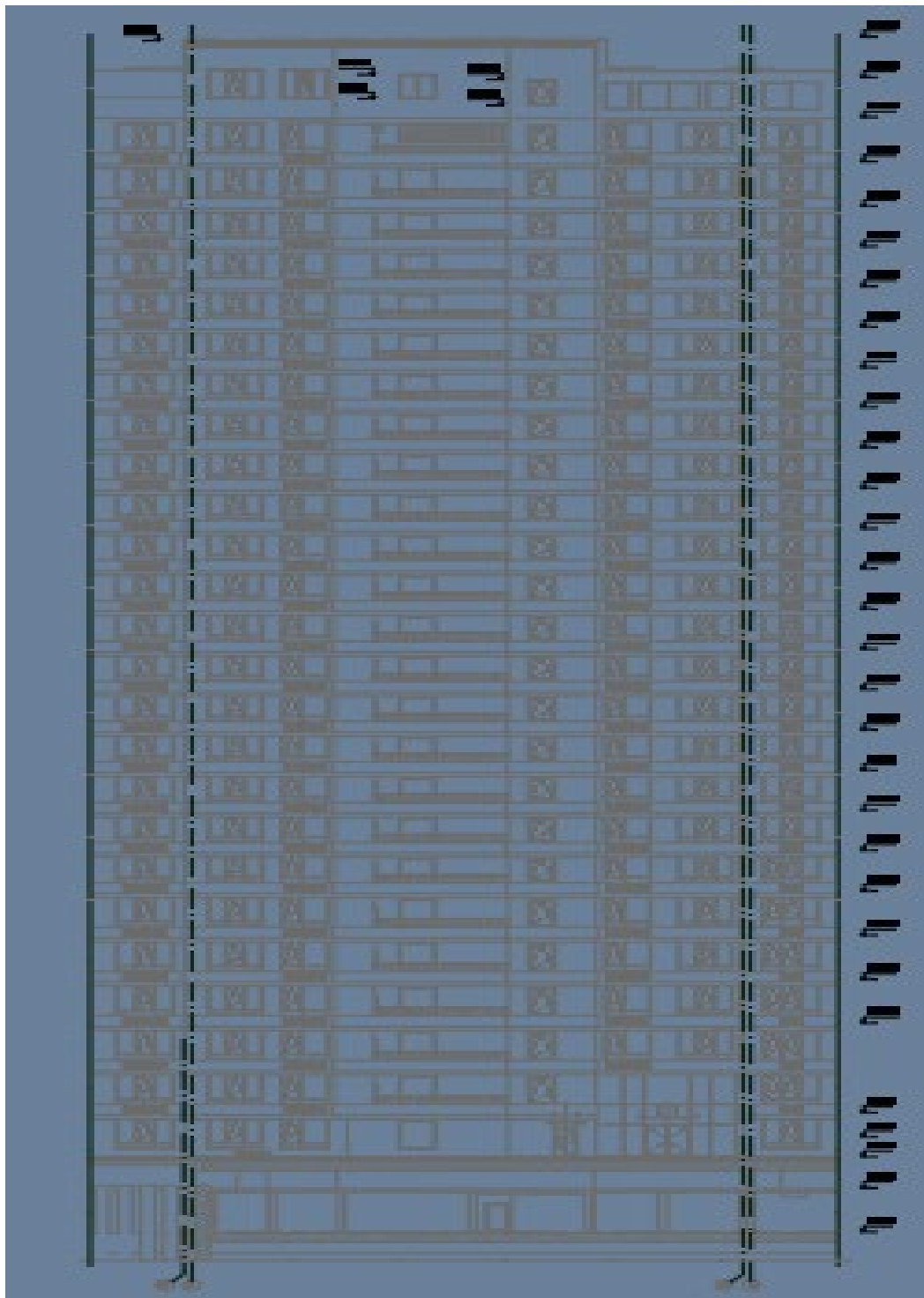


Кваліфікаційна робота на тему «Система тепlopостачання з даховою котельнею на вул. Сверстюка , 54 в м. Києві розроблений у відповідності до норм та правил чинного законодавства.

### Вихідні дані

Загальний розріз будівлі що проектується рис. 1.1

рис 1.1




Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

5



Табл. 1.2

Температурні зони	Кількість градусоднів (Г.-д.)	Географічний район (область України)
I зона	>3501	Рівненська, Тернопільська, Хмельницька, Житомирська, Вінницька, Київська, Чернігівська, Черкаська, Кіровоградська, Полтавська, Сумська, Харківська, Донецька, Волинська
II зона	3001-3500	Львівська, Івано-Франківська, Чернігівська, Дніпропетровська, Запорізька
III зона	2501-3000	Закарпатська, Одеська, Миколаївська, Північна частина Автономної республіки Крим
IV зона	<2500	Південна частина Автономної республіки Крим



Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата



таблиця 1.3

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 слабодивітрілі; 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 пилюваті, щільні і середньої щільності маловологі; пилувато-глинисті ґрунти із показником текучості $I_L \leq 0,5$ 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 пилюваті, щільні та середньої щільності, вологі та водонасичені; пилувато-глинисті ґрунти із показником текучості $I_L > 0,5$ ; пилувато-глинисті ґрунти із показником текучості $I_L \leq 0,5$ при коефіцієнті пористості $e \geq 0,9$ – для глин і суглинків та $e \geq 0,7$ – для супісків	7	8	9	10	$200 < V_s < 500$
IV	Піски пухкі водонасичені, схильні до розрідження; насипні та гумусні ґрунти; пливуні, біогенні ґрунти та мули	За результатами спеціальних досліджень				$V_s < 200$
<p><b>Примітка 1.</b> 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.</p> <p><b>Примітка 2.</b> 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).</p> <p><b>Примітка 3.</b> Пилувато-глинисті ґрунти (зокрема просідаючі твердої консистенції або в твердому стані) при коефіцієнті пористості поблизу значень <math>e = 0,9</math> – для глин і суглинків та <math>e = 0,7</math> – для супісків можуть бути віднесені до II категорії за сейсмічними властивостями, якщо нормативне значення їх модуля деформації <math>E \geq 15</math> МПа, а при експлуатації споруд будуть забезпечені умови непідтоплення ґрунтів основи. За відсутності даних щодо консистенції або вологості глинисті та піщані ґрунти при положенні рівня ґрунтових вод вище 5 м відносяться до III категорії.</p> <p><b>Примітка 4.</b> Переважаючий період власних коливань ґрунтової товщі визначається за результатом мікросейсморайонування. У разі відсутності даних сейсмічного мікрорайонування допускається визначати період власних коливань ґрунтової товщі за додатком В.</p> <p><b>Примітка 5.</b> 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.</p> <p><b>Примітка 6.</b> Насипні ущільнені ґрунти при їх відсіпанні і масиви укріплених ґрунтів залежно від їх зернового складу, показників <math>e</math>, <math>I_L</math>, <math>S_r</math> і величини модуля деформацій можуть бути віднесені вишукувальною організацією до II або III категорії за відповідними вимогами, які сформовані в описовій частині таблиці.</p>						

Карта загального сейсмічного районування з періодами повторюваності  
 один раз на 500 років, див. карту 1.4

карта 1.4

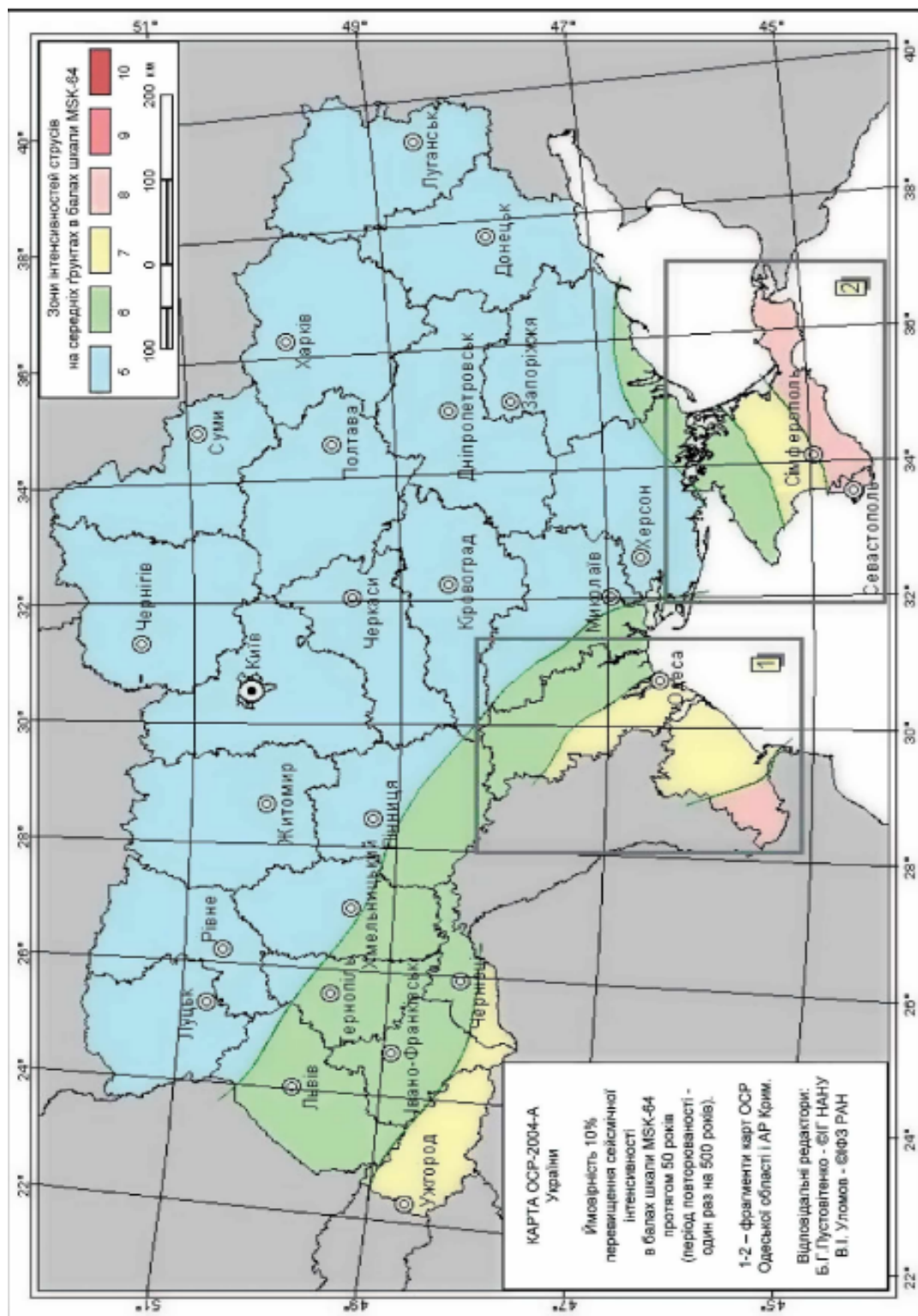


Рисунок Б.1 – Карта загального сейсмічного районування ЗСР-2004-А території України

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата



## Розділ 2. Тепломеханічна частина дахової котельні

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	ПЗ	Арк.
							12

## Загальні положення

### Вихідні дані та нормативна база проектування дахової котельні

Кваліфікаційна робота з проектування дахової котельні виконана відповідно до чинних нормативно-правових актів і галузевих стандартів, зокрема:

- ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні»;
- ДБН В.2.5-20:2018 «Газопостачання»;
- ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі»;
- ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;
- НПАОП 0.00-1.81-18 «Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском»;
- НПАОП 0.00-1.76-15 «Правила безпеки систем газопостачання»;
- «Правила пожежної безпеки України»;
- «Правила подачі і використання газу в народному господарстві України».

**Проектована дахова котельня призначена для забезпечення тепlopостачання наступних інженерних систем:**

- вентиляції житлового комплексу з вбудовано-прибудованим дошкільним навчальним закладом;
- вузла централізованої пожежної сигналізації.
- –системи опалення будівлі;

Котельня розміщується на покрівлі житлового комплексу за адресом: м. Київ, Дніпровський район, вул. Євгена Сверстюка, 54. Встановлення передбачено на відмітці +80.900 м відносно нульової позначки будівлі.

### Основні техніко-економічні показники:

- Відповідно до розрахунків, **теплове навантаження об'єкта становить 2045,70 кВт**;
- Передбачено **встановлення чотирьох газових конденсаційних котлів** марки *Logano plus GB402-620*, тепловою потужністю **578,2 кВт кожен**, виробництва компанії *Bosch Thermotechnik GmbH* (Німеччина);
- Загальна теплова потужність котельні — **2312,80 кВт**.


<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

<i>ПЗ</i>				
13				

<i>Арк.</i>
13

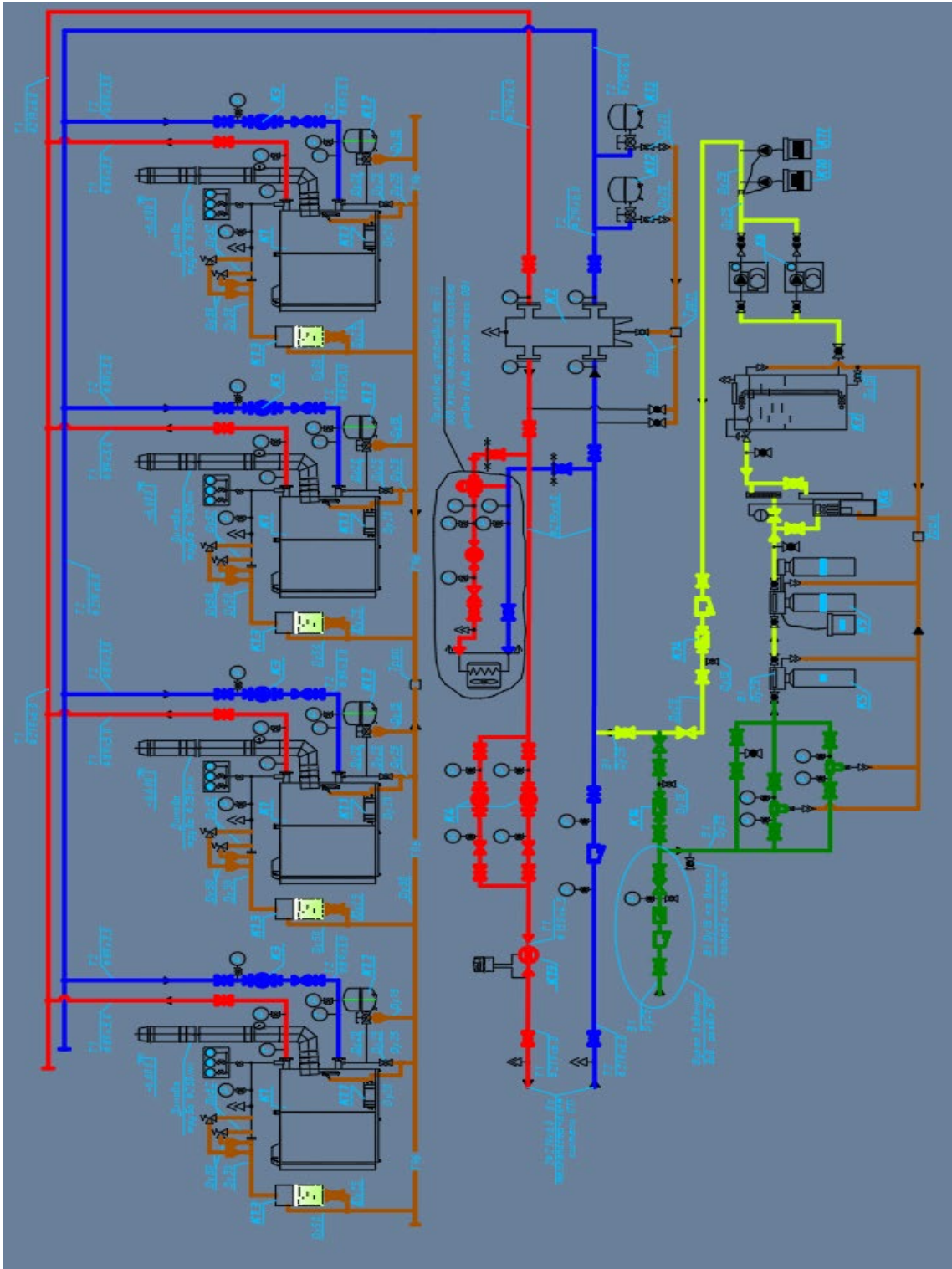
Котельня функціонує в **автоматичному режимі**, без постійного чергування персоналу. Передбачена система диспетчеризації із виведенням узагальненого сигналу на пункт контролю у випадках:

- порушення електропостачання котельні;
- спрацювання пожежної сигналізації;
- виникнення несправності технологічного обладнання;
- активації охоронної сигналізації;
- спрацювання системи загазованості;
- зниження температури в приміщенні котельні нижче допустимого рівня.

**Принципова теплова схема дахової котельні (див. креслення 2.1)**

						<i>ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
							14
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

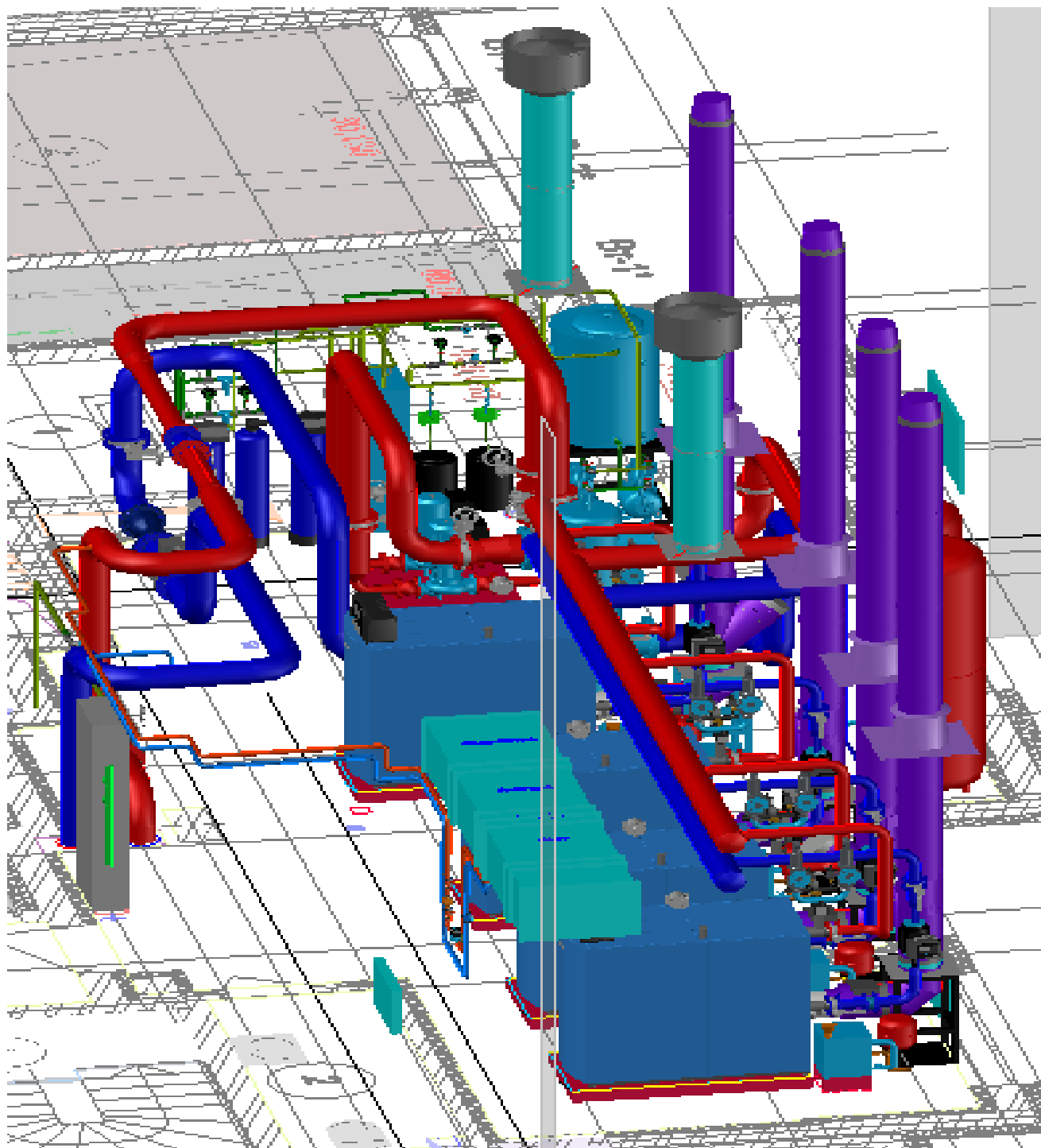
креслення 2.1



3 D модель дахової котельні ( див. креслення 2.2)


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

креслення 2.2



План котельні де показано газопостачання котлів (див. креслення 2.3)

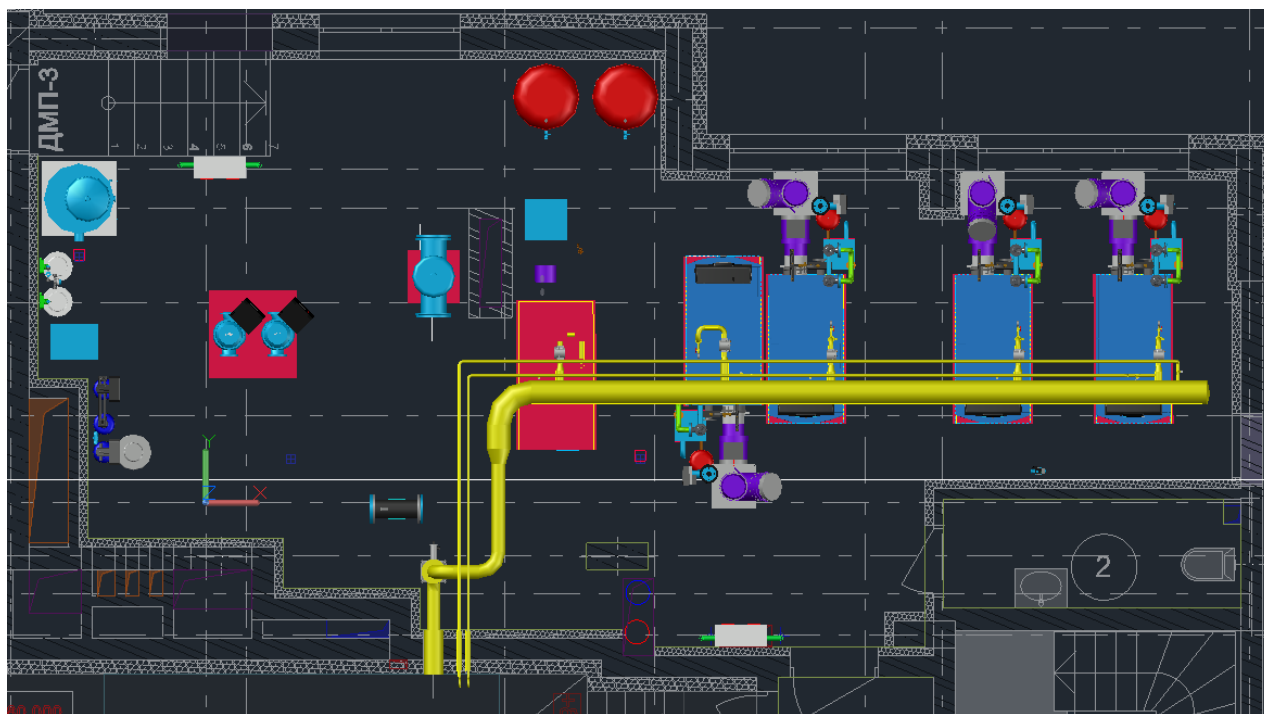
ПЗ

Арк.

16

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

креслення 2.3



**Розрахунок встановленої потужності котельні**

Теплові потреби замовника складають ( див. таблицю 2.4):

таблиця 2.4

Найменування споживачів	Теплові навантаження котельні, кВт (Гкал)			
	опалення	вентиляція	ГВП сер	Загальна витрата теплоти
Секція №1	488,28	34,49	-	522,77
	0,420	0,030	-	0,450
Секція №2	397,58	151,92	-	549,50
	0,342	0,131	-	0,473
Секція №3	281,31	53,20	-	334,51
	0,242	0,046	-	0,288
Секція №4	421,06	-	-	421,06
	0,363	-	-	0,363
Секція №5	186,73	31,13	-	217,86
	0,161	0,027	-	0,188
Навантаження на дахову котельню	1774,96	270,74	-	2045,70
	1,526	0,233	-	1,759



Таблиця технічних характеристик котла "Logano plus GB402-620" (див. табл. 2.6):

табл. 2.6

	вим.	GB402- 395	GB402- 470	GB402- 545	GB402- 620
Номінальне теплове навантаження	кВт	75,2 -376,2	89,5 -447,6	103,8 -519,0	118,0 -590
Номінальна теплопродуктивність при температурі 80/60°C	кВт	72,6 -367,4	85,2 -435,8	100,7 -507,0	114,9 -578,2
Номінальна теплопродуктивність при температурі 50/30°C	кВт	80,5 -395,0	95,6 -468,2	113,0 -545,0	127,6 -621,4
Коефіцієнт використання при максимальній потужності при температурі 80/60°C	%	97,6	97,6	97,7	98,0
Коефіцієнт використання при максимальній потужності при температурі 50/30°C	%	105,0	104,6	105,0	105,3
Стандартизований коефіцієнт використання для кривої нагріву 75/60°C	%	106,3	106,6	106,3	106,4
Стандартизований коефіцієнт використання для кривої нагріву 40/30°C	%	109,4	109,7	109,3	110,4
Резервна витрата тепла при перевищенні температури 30 / 50 K	%	0,27 /0,16	0,14 /0,23	0,20 /0,12	0,11 /0,17
Об'єм води в котлі	л	53,3	59,3	65,3	75,3
Опір водяного контура котла при $\Delta t$ 20 K	мбар	105	95	108	113
Максимальна температура подаючої лінії в режимі роботи опалення / приготування гарячої води	°C	85			
Запобіжний обмежувач температури подаючої лінії / Запобіжний температурний обмежувач	°C	100			
Максимальний робочий тиск	бар	6			
<b>Підключення трубопроводів</b>					
Підключення газопроводу	дюйм	2			
Підключення теплоносія мережі	DN	80			
Підключення патрубку конденсату	дюйм	¾			
<b>Дані по відводу димових газів</b>					
Патрубок підключення димової труби	мм	250			
Кількість конденсату для природного газу G20, 40/30°C	л/г	39,2	46,2	55,9	64,7
Масовий потік димових газів повне / часткове навантаження	г/с	174,5 /36,8	207,1 /40,6	240,6 /48,0	271,9 /53,2
Температура димових газів 50/30°C повне / часткове навантаження	°C	44 / 30	44 / 30	43 / 30	44 / 30
Температура димових газів 80/60°C повне / часткове навантаження	°C	65 / 58	65 / 58	65 / 58	65 / 58
Вміст CO <sub>2</sub> , природний газ E/LL повне / часткове навантаження	%	9,1 / 9,3			
Нормативний коефіцієнт викидів CO / NOx	мг/кВтг	20 / 40			
Залишковий напір на виході з котла (система димовидалення та забору повітря з приміщення)	Па	100			
<b>Система димовидалення</b>					
Тип конструкції (відповідно до Правил DVGW)	-	B23, B23P (режим забору повітря з приміщення) C13, C33, C43, C53, C63, C83, C93 (режим забору повітря з вулиці)			
<b>Електротехнічні дані</b>					
Тип захисту	-	IPX0D			
Напруга / частота	В/Гц	230/50 Гц			
Електрична споживна потужність повне / часткове навантаження	Вт	449 /45	487 / 42	588 / 45	734 / 49
Захист від ураження електричним струмом	-	Клас захисту 1			
Максимально дозволений струм запобіжника	A	10			
<b>Розміри та вага котла</b>					
Габаритні розміри ширина × глибина × висота	мм	781 × 1740 × 1542			
Маса (без облицювання)	кг	438	465	493	520







забезпечує забезпечення необхідного статичного тиску у зворотному трубопроводі тепломережі.

Компенсація теплових змін об'єму води досягається за рахунок використання мембранних розширювальних баків загальним об'ємом 1000 літрів, які встановлюються попарно (див. фото 2.7).

фото 2.7



З метою забезпечення енергоефективності та безпеки експлуатації інженерних систем рекомендується виконати теплоізоляцію всіх трубопроводів, температура зовнішньої поверхні яких перевищує 45 °С, а також відповідного технологічного обладнання. Перед улаштуванням теплоізоляції доцільно здійснити антикорозійний захист металевих поверхонь шляхом нанесення двошарового ґрунтового покриття на основі ґрунтовки типу ГФ-110, з подальшим фарбуванням лакофарбовим матеріалом БТ-177 або емаллю ПФ-115. У разі потреби допускається попередня підготовка поверхні методом піскоструминної обробки та знежирення для підвищення адгезійних властивостей покриття.

У складі обладнання котельного приміщення передбачено встановлення приладів обліку споживання теплової енергії, а також витрати сирової та підготовленої води. Теплотехнічне обладнання оснащено комплектом запірної, регулювальної та захисної арматури, а також необхідними контрольно-вимірювальними приладами і пристроями автоматичного регулювання.


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ				

Арк.
23

Відведення дренажних і зливних вод передбачається в існуючу систему внутрішнього водовідведення будівлі через наявні трапи, згідно з проектними рішеннями.

Для недопущення замерзання системи опалення у разі аварійного зниження температури теплоносія, передбачено її аварійне спорожнення при досягненні температури +5 °С.

Постачання теплової енергії до споживачів здійснюється через теплові мережі відповідно до окремого проекту.

З метою дотримання вимог пожежної безпеки, при входах до приміщення котельні встановлено пожежні крани, додатково обладнані первинними засобами пожежогасіння — порошковими вогнегасниками типу ОПБ-9 (див. фото 2.8) ємністю 9,0 літрів у кількості двох одиниць.

**Фото 2.8**

**ОПБ9**



Теплові навантаження для розрахунку і вибору обладнання котельні визначені для п'яти характерних режимів і показані в таблиці 2.9 нижче.

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		24

Табл. 2.9

Режими / № з/п	Найменування показника	Максимальний зимовий (-22 °С)	Найбільш холодний (-4,7 °С)	Середній опалювальний (-0,1 °С)	Перехідний період (+8 °С)	Літній режим
1	Завантаження котлів, %	90,05	72,35	85,67	50,74	0,00
2	Кількість працюючих котлів, шт.	4	3	2	2	0
3	Загальна витрата тепла, кВт (Гкал/год)	2082,68 (1,791)	1254,96 (1,079)	990,68 (0,852)	586,80 (0,505)	0,00 (0,000)
4	Підігрів зовнішнього повітря котельні, кВт (Гкал/год)	36,98 (0,032)	17,80 (0,015)	11,67 (0,010)	2,31 (0,002)	0,00 (0,000)
5	Витрати тепла на ГВП (середньорічне)	-	-	-	-	0,00 (0,000)
6	Відпуск тепла на вентиляцію, кВт (Гкал/год)	270,74 (0,233)	163,73 (0,141)	129,57 (0,111)	77,35 (0,067)	0,00 (0,000)
7	Відпуск тепла на опалення, кВт (Гкал/год)	1774,96 (1,526)	1073,43 (0,923)	849,45 (0,730)	507,13 (0,436)	0,00 (0,000)

### Вибір димових труб

Видалення продуктів згоряння та викид забруднюючих речовин у атмосферне повітря від газових конденсаційних котлів типу *Logano plus GB402-620* передбачено через окремі попередньо ізольовані димові канали діаметром Ду250/320 мм виробництва фірми «Версія-Люкс». Газоходи котлів оснащені вибухозахисними клапанами, які монтуються безпосередньо на димових трубах.

Димові канали виконані зі сталі, мають заводську теплоізоляцію. У місцях проходження крізь покрівлю передбачено ущільнення конструкції негорючими матеріалами, а також встановлення спеціальних протидощових фартухів для запобігання проникненню атмосферної вологи у місцях проходження трубопроводів.

Вихід димових труб на відмітку +6,600 від рівня чистої підлоги котельні обумовлений необхідністю забезпечення належного розсіювання шкідливих речовин у повітря та створення природної тяги, необхідної для ефективного процесу згоряння.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

На ділянці теплоізованого димоходу з нержавіючої сталі діаметром Ду250/320 мм, нижче місця підключення котлового газоходу, передбачено встановлення ревізійного отвору з герметичними дверцятами для очищення від сажі та забезпечення відведення конденсату.

Конденсат, який утворюється в процесі роботи котлів та в системі димовідведення, збирається, піддається нейтралізації спеціальними реагентами, після чого безпечно відводиться у систему господарсько-побутової каналізації без ризику хімічного пошкодження трубопроводів.

#### **Опалення та вентиляція**

Система припливно-витяжної вентиляції передбачає забезпечення трикратного повітрообміну в приміщенні котельного залу з урахуванням необхідного об'єму повітря для забезпечення процесу згоряння природного газу.

Подача повітря до приміщення котельні здійснюється за допомогою припливної вентиляційної установки з водяним калорифером типу **SWH 80-50/2R**, теплова потужність якої становить  $Q = 36,98 \text{ кВт}$ . Обладнання виготовлено компанією «AEROSTAR» та встановлене на висоті **+2,200 м** від рівня чистої підлоги котельного залу.

Забір зовнішнього повітря здійснюється через повітропровід перерізом **800×500 мм** та припливну решітку, що також розміщені на позначці **+2,200 м** від рівня підлоги.

Видалення повітря з приміщення забезпечується витяжною системою **ВП1, ВП2**, що обладнана двома дефлекторами типу **Д315.00.000** діаметром **Ø315 мм**.

У літній період функціонує припливно-витяжна система природної вентиляції з кратністю повітрообміну не менше **трьох разів на годину**, без врахування повітря, що витрачається на згоряння газу. Витяжне повітря виводиться через системи **ВП1, ВП2** з дефлекторами **Ø315 мм**, а приплив здійснюється через припливну решітку розміром **1200×700 мм**, встановлену в зовнішній стіні на висоті **+1,000 м** від рівня підлоги.

							<i>ПЗ</i>	Арк.
								26
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			

Фото 2.10



укомплектованої каналним підігрівачем повітря SWH 80-50/2R (див. фото 2.10), тепловою потужністю 36,98 кВт і витратою припливного повітря  $L=3450\text{м}^3/\text{год}$ .

Фото 2.11



Вентиляційна система котельного приміщення запроектована як припливно-витяжна з механічним та природним режимами роботи залежно від пори року. Система забезпечує нормативний повітрообмін кратністю не менше трьох разів на годину, включно з повітрям, що витрачається на горіння газоподібного палива.

Механічна припливна система передбачає використання установки типу SWH 80-50/2R ( фото 2.11) (виробництво – «AEROSTAR») з водяним нагрівачем. Теплова потужність установки становить 36,98 кВт. Монтаж пристрою виконано на позначці +2,200 м від рівня підлоги котельного залу.


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

27

Повітрязабірник здійснюється через решітку та прямокутний повітропровід розмірами 800×500 мм, розташовані на аналогічній висоті. Витяжка організована системами ВП1 та ВП2, що обладнані двома дефлекторами Д315.00.000 Ø315 мм.

У літній період передбачено роботу природної припливно-витяжної вентиляції. Приплив забезпечується через решітку 1200×700 мм, встановлену у стіні на висоті +1,000 м, витяжка – через ті ж дефлектори Ø315 мм. Кратність обміну повітря в цьому режимі становить не менше 3-х год<sup>-1</sup>.

### Розрахунок припливного та витяжного повітря для приміщення котельні

Для забезпечення нормативного повітрообміну в приміщенні дахової котельні виконується розрахунок загального обсягу повітря, необхідного для технологічних потреб (горіння палива) та санітарно-гігієнічних вимог (кратність обміну).

Загальна витрата повітря визначається як сума:

$$L_{\text{п}}=L_1+L_2,$$

де:

L<sub>1</sub> — об'єм повітря, необхідного для забезпечення повного згорання природного газу

L<sub>2</sub> — об'єм повітря, необхідного для створення трикратного повітрообміну в приміщенні котельні, м<sup>3</sup>/год.

### Розрахунок об'єму повітря для горіння

$$L_1 = \alpha \times (B \times q) \times (273 + t) / 273, \text{ м}^3/\text{год},$$

$$L_2 = 3 \times V, \text{ м}^3/\text{год},$$

де:

B – годинна витрата палива, м<sup>3</sup>/год;

q – питома витрата повітря для спалювання 1 м<sup>3</sup> природного газу, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;

α – коефіцієнт надлишку повітря (α = 1,2);

t – температура приміщення, °C (t = 10°C);

V – об'єм приміщення, м<sup>3</sup> (V = 188,3 м<sup>3</sup>).

### Результати обчислень:

$$L_1 = 1,2 \times 4 \times 62,44 \times 9,6 (273 + 10)/273 = 2880 \text{ м}^3/\text{год},$$

$$L_2 = 3 \times 188,3 = 570 \text{ м}^3/\text{год},$$

Отже, загальна необхідна кількість припливного повітря:

$$L_{\text{п}} = 2880 + 570 = 3450 \text{ м}^3/\text{год}.$$


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

28

Площа припливної решітки в літній період визначається за формулою:

$$F_{\text{п}} = L_{\text{л}} / (3600 \cdot S_{\text{п}}), \text{ м}^2,$$

де:  $S_{\text{п}}$  – швидкість повітря, м/с ( $S_{\text{п}} = 1$  м/с);

$$L_{\text{л}} = L_{1\text{л}} + L_2 = 0 + 3 \times 188,3 = 570 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$F_{\text{п}} = 570 / (3600 \times 1) = 0,158 \text{ м}^2.$$

Приймається встановлення 1-ї припливної решітки розміром 1200×700 мм, площею живого перерізу 0,4755 м<sup>2</sup>, встановленої в стіні котельні.

**Площа витяжної решітки:**

$$F_{\text{вит.}} = L_2 / (3600 \times S_{\text{в}}), \text{ м}^2,$$

де:  $S_{\text{в}}$  – швидкість повітря, м/с ( $S_{\text{в}} = 1,2$  м/с);

$$F_{\text{вит.}} = 570 / (3600 \times 1,2) = 0,132 \text{ м}^2.$$

Приймаються два дефлектори Ду315 мм:

$$F_{\text{ж.п.}} = \pi \times D^2 / 4 = 3,14 \times 0,315^2 / 4 = 0,078 \text{ м}^2 \text{ кожен.}$$

**Розрахунок тепловтрат через огорожувальні конструкції див. табл. 2.12:**

**Табл. 2.12**

№ з/п	Назва огорожувальної конструкції	Площа, м <sup>2</sup>	Зворотне термічне опірнення, 1/R <sub>о</sub>	Різниця температур, °С	Коефіцієнт поправки	Розрахункове тепловиділення, Вт
1	Світлопрозорі елементи (вікна)	12,24	1,33	32	1,10	574,5
2	Вхідні двері	4,20	1,67	32	1,10	246,4
3	Зовнішні стіни	123,40	0,30	32	1,10	1316,3
4	Покриття (перекриття по даху)	64,93	0,19	32	1,10	427,2
5	Підлога по ґрунту	64,93	0,48	32	1,00	989,4
6	Разом					3553,8

Формула для розрахунку тепловтрат:

$$Q_t = F \times (1/R_o) \times (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \times k$$

де:

- F — площа конструкції, м<sup>2</sup>;
- R<sub>о</sub> — приведений опір теплопередачі конструкції, м<sup>2</sup>·°С/Вт;
- t<sub>вн</sub> - t<sub>зовн</sub> — різниця температур внутрішнього та зовнішнього повітря, °С;
- k — коефіцієнт поправки залежно від впливу вітру, інсоляції тощо.

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		
						29	

## Розрахунок теплового балансу котельного залу

Для забезпечення стабільного температурного режиму в приміщенні котельні необхідно врахувати всі джерела тепловтрат і тепловиділень, зокрема через зовнішні огорожувальні конструкції, а також від технологічного обладнання та повітрообміну.

Розрахунок тепловиділень від технологічного обладнання та теплових мереж проводиться за формулою:

$$Q_{ТВ}=8,36 \cdot F_{П} \cdot (t_{к}-t_{вн})$$

$F_{П}=38,6 \text{ м}^2$  — площа поверхонь, що віддають тепло,

$t_{к}=40^{\circ}\text{C}$  — температура поверхні обладнання,

$t_{вн}=10^{\circ}\text{C}$  — температура повітря в приміщенні.

Після підстановки маємо:

$$Q_{ТВ}=8,36 \cdot 38,6 \cdot (40-10)=9674,62 \text{ Вт} \approx 9,67 \text{ кВт}$$

Кількість тепла, необхідного для підігріву повітря, що надходить у приміщення ззовні для трьох кратного повітрообміну та горіння палива, визначається відповідно до п.5.6 та додатку ДБН В.2.5-67:2013:

$$Q_{В}=L \cdot C \cdot (t_{вн} + \Delta t_2 - t_{н}) \cdot 1,163, \text{ де}$$

$L=3450 \text{ м}^3/\text{год}$  — об'ємна витрата повітря,

$C=0,24 \cdot 1,2$  — питома теплоємність повітря,

$t_{н}=-22^{\circ}\text{C}$  — температура зовнішнього повітря,

$\Delta t_2=2^{\circ}\text{C}$  — поправка на асиміляцію.

Після обчислень:

$$Q_{В}=3450 \cdot 0,24 \cdot 1,2 \cdot (10+2+22) \cdot 1,163=36977,8 \text{ Вт} \approx 36,98 \text{ кВт}$$

Загальні теплові витрати для забезпечення комфортної температури визначаються:

$$Q=Q_{Т}-Q_{ТВ}+Q_{В}=3,55-9,67+36,98=30,86 \text{ кВт}$$

Для забезпечення теплового режиму передбачене встановлення припливної установки AeroStar-80-50 (виробник «AEROSTAR»), що комплектується каналним водяним нагрівачем типу SWH 80-50/2R, тепловою потужністю 36,98 кВт та витратою повітря 3450 м<sup>3</sup>/год.

## Забезпечення резервного опалення


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

30



Фото 2.13



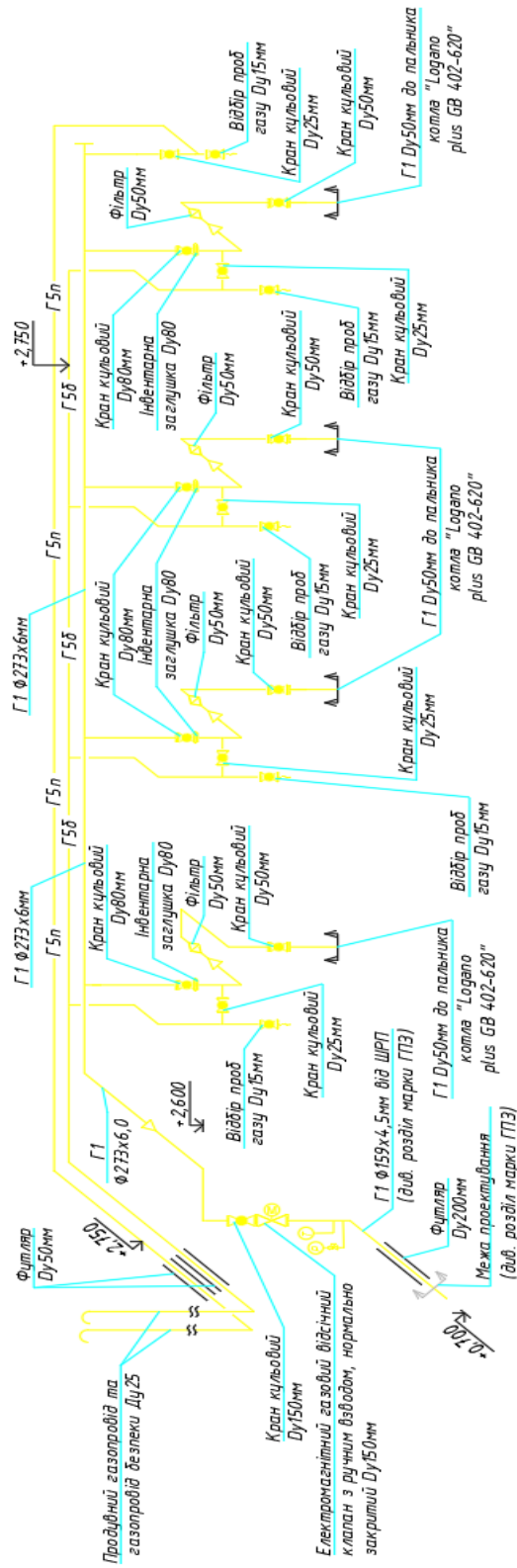

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

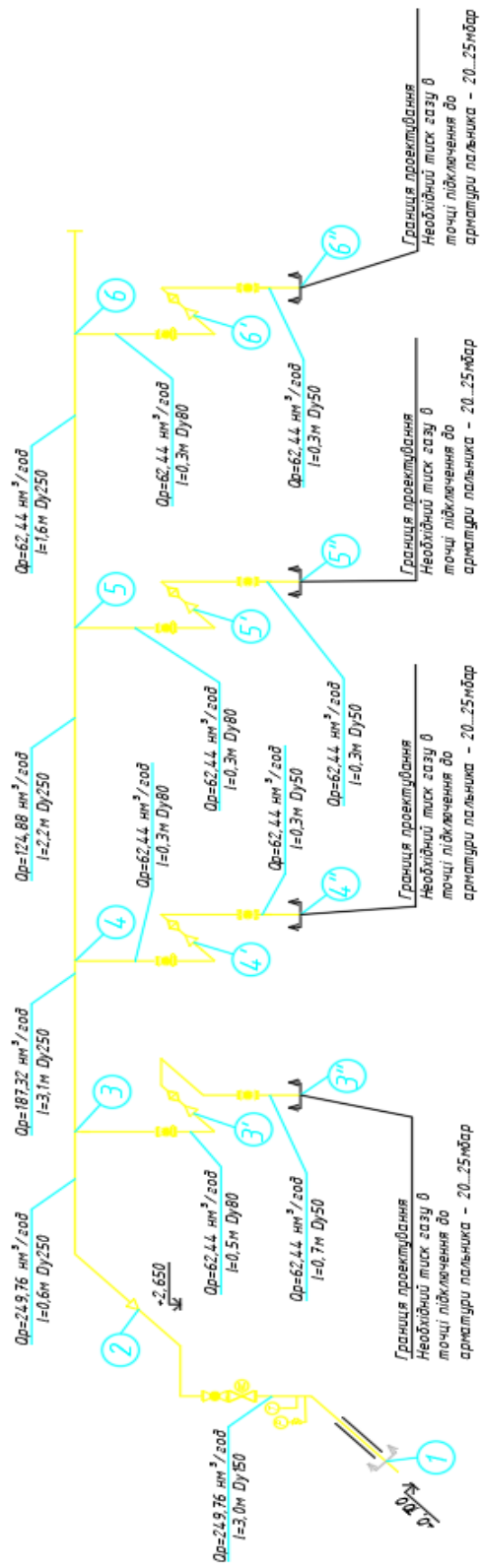
32

# АксонOMETрична схема низького тиску котельні




Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

# Гідралічний розрахунок внутрішніх газопроводів



Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Розрахунок гідравлічного розрахунку див. табл. 2.14

Табл.2.14

Номер ділянки	Витрати газу	Довжина ділянки дійсна	Зовн. діаметр труби	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	Різ. щільностей газу та повітря	Загальне падіння тиску на ділян.	Початковий тиск на ділянці	Кінцевий тиск на ділянці
Q	L1	Dн	s	Dвн.	F	v	Re	Нтр.	Лэк.	Σξ	Lр.	Нуч.	Δρ	Нзаг.	Нзаг.	Нзаг.	
м3/ч	м	мм	мм	мм	м2	м/с	Па	м	м	м	Па	кг/м3	Па	Па	Па		
1 2	249,76	3,0	159,0	4,5	150,0	0,01764	3,9	39296	0,9	6,16	1,4	12	10,8	0,563	11	2500	2489
2 3	249,76	0,6	273,0	6,0	261,0	0,05341	1,3	22584	0,1	9,83	0,7	7,0	0,4	0,563	0	2489	2489
3 4	187,32	3,1	273,0	6,0	261,0	0,05341	1,0	16938	0,0	9,21	1,0	12,3	0,5	0,563	0	2489	2488
4 5	124,88	2,2	273,0	6,0	261,0	0,05341	0,6	11292	0,0	8,39	1,0	10,6	0,2	0,563	0	2488	2488
5 6	62,44	1,6	273,0	6,0	261,0	0,05341	0,3	5646	0,0	7,11	1,0	8,7	0,0	0,563	0	2488	2488
3 3'	62,44	0,5	89,0	3,0	83,0	0,00540	3,2	17754	1,3	2,83	1,6	5,0	6,7	0,563	7	2489	2482
4 4'	62,44	0,3	89,0	3,0	83,0	0,00540	3,2	17754	1,3	2,83	1,6	4,8	6,4	0,563	6	2488	2482
5 5'	62,44	0,3	89,0	3,0	83,0	0,00540	3,2	17754	1,3	2,83	1,6	4,8	6,4	0,563	6	2488	2482
6 6'	62,44	0,3	89,0	3,0	83,0	0,00540	3,2	17754	1,3	2,83	1,6	4,8	6,4	0,563	6	2488	2482
3' 3"	62,44	0,7	57,0	3,0	51,0	0,00204	8,5	28894	14,6	1,81	3,5	7,0	102,6	0,563	103	2482	2379
4' 4"	62,44	0,3	57,0	3,0	51,0	0,00204	8,5	28894	14,6	1,81	3,0	5,7	83,5	0,563	84	2482	2398
5' 5"	62,44	0,3	57,0	3,0	51,0	0,00204	8,5	28894	14,6	1,81	3,0	5,7	83,5	0,563	84	2482	2398
6' 6"	62,44	0,3	57,0	3,0	51,0	0,00204	8,5	28894	14,6	1,81	3,0	5,7	83,5	0,563	84	2482	2398

**Загальні положення**

Джерелом подачі природного газу до житлового комплексу виступає магістральний газопровід середнього тиску з умовним діаметром 300 мм, розташований уздовж вулиці Євгена Сверстюка.

Проектом передбачено встановлення дахової котельні, яка забезпечуватиме теплопостачання індивідуальних теплових пунктів №1 та №3, включаючи системи опалення, вентиляції та гарячого водопостачання будівельного комплексу, що включає вбудовано-прибудований дошкільний навчальний заклад та пункт централізованого пожежного моніторингу, за адресом: м. Київ, Дніпровський район, вул. Євгена Сверстюка, 54.

Котельню запроектовано на позначці 80,900 м — на покрівлі багатоквартирного будинку.

Згідно з розрахованими тепловими навантаженнями, передбачено монтаж п'яти газових котлів конденсаційного типу моделі "Logano plus GB402-620" виробництва компанії "Bosch Thermotechnik GmbH" (Німеччина), кожен з тепловою потужністю 578,2 кВт. Загальна

						ПЗ	Арк.
							35
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	

теплова потужність котельні становить 2891,0 кВт. Котли працюють на природному газі низького тиску з параметрами тиску до 2 кПа перед запірною арматурою пальників.

Все котельне обладнання розміщується у котельній залі, яка відноситься до категорії Г за показниками пожежної небезпеки.

Загальні теплові потреби об'єкта визначені на рівні 2420,92 кВт. Розрахункова витрата природного газу становить 312,2 м<sup>3</sup>/год у стандартних умовах.

На зовнішній стіні біля входу до котельного приміщення передбачено встановлення пожежного щита з комплектом первинних засобів пожежогасіння, зокрема:

- три порошкові вогнегасники ємністю 9 л;
- пісочний ящик розмірами 0,5×0,5×0,5 м — 1 шт.;
- лопата — 1 шт.

Для транспортування газу від запроєктованого шафового регуляторного пункту (див. окремий розділ) до пальників котлів використовуються сталеві електрозварні труби діаметром Ду250 мм, Ду150 мм та Ду80 мм, згідно з вимогами ДСТУ 8943:2019. Газопроводи з меншим діаметром — Ду25 мм і Ду15 мм — виконані з водогазопровідних сталевих труб за ДСТУ 8936:2019.

Перед кожним котлом передбачено встановлення запірних кульових кранів Ду80 мм, які мають відповідати вимогам ДБН В.2.5-20:2018 та належати до I класу герметичності.

Проектом передбачено монтаж продувного газопроводу Ду25 мм і газопроводу безпеки аналогічного діаметру. Обидва трубопроводи виводяться на висоту не менше 1 м над покрівлею котельні, при цьому їх конструкція забезпечує захист від атмосферних опадів. На продувному трубопроводі після запірного елемента встановлюється штуцер для відбору проб газу з діаметром Ду15 мм.

Усі газопроводи мають антикорозійне покриття, що складається з двох шарів ґрунтовки ПС-010М і двох шарів емалі ПФ-115. Ідентифікаційне маркування трубопроводів виконується жовтою фарбою відповідно до чинних норм.

Проходження інженерних комунікацій крізь зовнішні огорожувальні конструкції будівель, розміщених вздовж траси прокладання газопроводу, герметизується згідно з типовими кресленнями проектного комплексу №7373-3 (м. Вільнюс).

#### **Пусконаладжувальні роботи та випробування газопроводів**

Для виконання пусконаладжувальних заходів використовуються показники, зафіксовані обчислювальним пристроєм газового лічильника, встановленого у вузлі комерційного обліку газу на зовнішній стіні котельного приміщення.


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

36

Після завершення монтажу всі ділянки газопроводів підлягають детальному зовнішньому огляду, продуванню з метою очищення від можливих забруднень, а також гідравлічному випробуванню відповідно до вимог, наведених у таблиці 2.15 «Норми випробувань газопровідних систем».

Табл. 2.15 Норми іспитів газопроводів:

Спорудження	Норми іспитів				
	На міцність		На герметичність		
	Випробувальний тиск, МПа	Тривалість іспиту, год	Випробувальний тиск, МПа	Тривалість іспиту, год	Допустиме падіння тиску
Газопроводи котельні					
Газопроводи низького тиску до 5кПа	0,10	1	0,01	1	60даПа

### Розрахунок припливного повітря (газопостачання) для приміщення котельні

Загальна потреба в повітрі для роботи котельного приміщення визначається як сума повітря, необхідного для процесу згоряння природного газу, та повітря, що забезпечує трикратний обмін повітря у приміщенні:

$$L_{п} = L1 + L2, \text{ м}^3/\text{год}$$

де:

- L1 — об'єм повітря, необхідного для повного згоряння палива, м<sup>3</sup>/год;
- L2 — об'єм повітря, потрібного для забезпечення триразового повітрообміну в котельні, м<sup>3</sup>/год.

Розрахунок L1:

$$L1 = \alpha \cdot (V \cdot q) \cdot (273 + t) / 273, \text{ м}^3/\text{год}$$

де:

- V = 5 м<sup>3</sup>/год — годинне споживання газу;
- q = 62,44 · 9,6 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> — питомий об'єм повітря;
- α = 1,2 — коефіцієнт надлишкового повітря;
- t = 10 °С — температура повітря.

$$L1 = 1,2 \times 5 \times 62,44 \times 9,6 (273 + 10) / 273 = 3600 \text{ м}^3/\text{год}$$

Розрахунок L2:



$$L_2 = 3 \cdot V, \text{ м}^3/\text{год, де } V = 188,3 \text{ м}^3$$

$$L_2 = 3 \cdot 188,3 = 570 \text{ м}^3/\text{год}$$

Загальна кількість повітря:

$$L_{\text{п}} = 3600 + 570 = 4170 \text{ м}^3/\text{год}$$

### Площа припливної решітки

У літній період для забезпечення вентиляції та горіння газу при роботі одного котла:

$$L_{\text{л}} = L_{1\text{л}} + L_2 = 1,2 \cdot 62,44 \cdot 9,6 + 570 = 1290 \text{ м}^3/\text{год}$$

Площа припливної решітки:

$$F_{\text{п}} = L_{\text{л}} / (3600 \cdot S_{\text{п}}), \text{ м}^2$$

де  $S_{\text{п}} = 1 \text{ м/с}$  — швидкість входу повітря.

$$F_{\text{п}} = 1290 / (3600 \cdot 1) = 0,358 \text{ м}^2$$

Встановлюється решітка 1200×700 мм з площею живого перерізу 0,4755 м<sup>2</sup>, розміщується в стіні котельні.

### Розрахунок площі витяжної решітки

Площа витяжної решітки:

$$F_{\text{вит.}} = L_2 / (3600 \cdot S_{\text{в}}), \text{ м}^2$$

де  $S_{\text{в}} = 1,2 \text{ м/с}$  — швидкість витяжного повітря.

$$F_{\text{вит.}} = 570 / (3600 \cdot 1,2) = 0,132 \text{ м}^2$$

Приймаємо два дефлектора  $D_{\text{у}} 315 \text{ мм}$  площею  $F_{\text{ж.п.}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,315^2}{4} = 0,078 \text{ м}^2$  кожний.

### Розрахунок тепловтрат (газопостачання) через огорожувальні конструкції табл. 2.16:

Огороджувальна конструкція			t <sub>вн</sub> -t <sub>н</sub> , °C	Коеф. надбавок	Q <sub>т</sub> , Вт
Найменування	Площа F, м <sup>2</sup>	1/R <sub>о</sub>			
Вікно	12,24	1,33	32	1,1	574,46
Двері	4,20	1,67	32	1,1	246,40
Зовнішні стіни	123,40	0,30	32	1,1	1316,27
Перекриття	64,93	0,19	32	1,1	427,20
Підлога	64,93	0,48	32	1	989,41
Разом					<b>3553,74</b>



ПЗ

Арк.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата
-----	--------	------	-------	--------	------

38

Тепловиділення від технологічного обладнання та трубопроводів складають:

$$Q_{т.в.} = 8,36 \cdot F_{п} \cdot (t_k - t_{вн}), \text{ Вт}$$

$$Q_{т.в.} = 8,36 \cdot 48,2 \cdot (40 - 10) = 12093 \text{ Вт} = 12,1 \text{ кВт}$$

Кількість тепла, яке необхідне для підігріву зовнішнього повітря для створення 3-х кратного повітрообміну та спалювання природного газу в приміщенні котельні, у відповідності до п.5.6 та Додатку И ДБН В.2.5-67:2013 мінімальна температура при асиміляції становить  $t_{вн} + \Delta t_2 = 10 + 2 = 12^\circ \text{C}$ :

$$Q_{в} = L \cdot C \cdot (t_{вн} + \Delta t_2 - t_{п}), \text{ Вт}$$

$$Q_{в} = 4170 \cdot 0,24 \cdot 1,2 \cdot (10 + 2 + 22) \cdot 1,163 = 44694,9 \text{ Вт} = 44,7 \text{ кВт}$$

Кількість тепла на опалення та вентиляцію котельні складає:

$$Q = Q_{т.в.} + Q_{в} = 12,1 + 44,7 = 56,8 \text{ кВт}$$

Для опалення котельного залу та підігрівання повітря, яке забирається з котельної зали для спалювання в конденсаційних котлах, проектом передбачене встановлення в котельному залі припливної установки внутрішнього виконання марки AeroStar-80-50 (фірма-виробник "AEROSTAR"), укомплектованих каналними підігрівачами повітря SWH 80-50/3R, тепловою потужністю 44,7 кВт і витратою припливного повітря  $L = 4170 \text{ м}^3/\text{год}$  кожен.

Аварійне опалення котельного залу.

Кількість тепла, необхідного для підтримання в котельному залі у робочій зоні  $+10^\circ \text{C}$  в аварійному режимі, компенсація тепловтрат через огорожувальні конструкції:  $Q_{т} = 3553,74 \text{ Вт} = 3,6 \text{ кВт}$

В якості аварійного опалення прийнято 2 шт. у котельному залі електричні обігрівачі тепловою потужністю 1,5 кВт кожен. Для підтримання температури та компенсації тепловтрат в сан. вузлі встановлюються один електричний обігрівач тепловою потужністю 1,5 кВт.

### Випробування газопроводів

Труби, що передбачаються для систем газопостачання, повинні бути випробувані гідравлічним тиском на заводах-виробниках або мати запис у сертифікаті про гарантії того, що труби витримують гідравлічний тиск, величина якого відповідає вимогам стандартів або технічних умов на труби. Вентилі, крани, засувки та затвори поворотні, що передбачаються

ПЗ

Арк.

39

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

для систем газопостачання в якості запірної арматури (вимираючих пристроїв), повинні бути призначені для вуглеводневих газів. Герметичність затворів повинна відповідати І класу. Допускається застосовувати для систем газопостачання запірну арматуру загального призначення за умови виконання додаткових робіт по притиранню і випробуванню затвора арматури на герметичність І класу відповідно. З загального числа зварених стиків відбираються стики для перевірки їх фізичними методами або механічними випробуваннями. Стики для механічних випробувань вирізаються в період виробництва робіт з метою виключення врізки «котушок». Допускається стики для механічних випробувань зварювати з відрізків труб в умовах, що споруджується. Контролю фізичними методами піддаються: допускні стики - радіографічним методом, відібрані для контролю за нормами таблиці 41; стики зовнішніх та внутрішніх газопроводів - радіографічним і ультразвуковим методами. Застосування ультразвукового методу допускається тільки за умови проведення вибіркової дублюючої перевірки стиків радіографічним методом в обсязі не менше 10% числа стиків, відібраних для контролю. Результати перевірки стиків радіографічним методом оформлюються протоколом за формою додатка У. Результати перевірки стиків ультразвуковим методом оформлюються протоколом за формою додатка Х. Механічні випробування зварних стиків труб умовним діаметром до 50 мм включно повинні проводитися на цілих стиках на розтяг та сплющування. Для труб цих діаметрів половину відібраних для контролю стиків (з не знятим посиленням) випробовують на розтяги половину (зі знятим посиленням)-на сплющування. Результати механічних випробувань зварних стиків оформлюються за формою додатка.

### Охорона праці та техніка безпеки

Газова котельня належить до об'єктів підвищеної небезпеки. Її експлуатація дозволена виключно за наявності відповідного дозволу, виданого у порядку, встановленому Державною службою України з питань праці або іншим уповноваженим органом з нагляду за охороною праці та промисловою безпекою.

#### 1. Інженерні заходи безпеки

Для забезпечення безпечної експлуатації теплотехнічного обладнання у котельному приміщенні передбачено низку конструктивних та інженерних рішень:

- Стіни приміщення виконані газоцільними з метою недопущення поширення вибухонебезпечних сумішей.

						<i>ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
							40
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- Котельня ізольована від інших функціональних зон будівлі за допомогою протипожежних перегородок з межею вогнестійкості не менше 0,75 год.
- Суміжні приміщення не повинні належати до категорій А або Б за показниками вибухо-, вибухопожежо- та пожежонебезпеки згідно з ДБН В.1.1-7.
- Передбачено два евакуаційні виходи назовні, які обладнані протипожежними дверима з необхідною межею вогнестійкості.
- Установлено припливно-витяжну вентиляцію, що забезпечує мінімальну кратність повітрообміну на рівні трьох об'ємів приміщення на годину з урахуванням потреб у повітрі для повного згоряння палива.
- У приміщенні передбачено легкоскідні конструкції, площа яких обчислюється за нормативом 0,05 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>3</sup> об'єму приміщення. Як приклад таких конструкцій використовуються вікна з одинарним склінням.

## 2. Засоби пожежогасіння

Усі котельні обладнуються первинними засобами пожежогасіння відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні (ППБУ) та ДСТУ. Серед них:

- порошкові та вуглекислотні вогнегасники;
- протипожежні щити з інвентарем;
- ящики з піском;
- азбестові покривала.

Розміщення вказаних засобів здійснюється з урахуванням площі приміщення, типу палива, категорії пожежної небезпеки та шляхів евакуації.

## 3. Експлуатація та обслуговування обладнання

Для забезпечення надійної та безаварійної роботи теплотехнічного обладнання обов'язковим є проведення планово-попереджувальних ремонтів перед початком кожного опалювального сезону. Обсяг робіт включає:

- технічну діагностику котлів, пальників, запірно-регулювальної арматури, трубопроводів;
- перевірку систем автоматики, сигналізації, безпеки;
- огляд і прочистку димових і вентиляційних каналів.

Ремонтно-налагоджувальні операції повинні виконуватись відповідно до технічної документації, паспортів на обладнання та заводських інструкцій з експлуатації.

## 4. Обмеження та заборони

З метою недопущення аварій та збереження життя і здоров'я персоналу забороняється:

								ПЗ	Арк.
									41
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата				



Усі вказані документи повинні бути розроблені на основі типових інструкцій з урахуванням специфіки об'єкта і вимог НПАОП, ППБУ, а також Положення про розробку інструкцій з охорони праці.

Під час будівництва, монтажу, технічного обслуговування та ремонту систем газопостачання необхідно суворо дотримуватись положень:

- Закону України "Про охорону праці";
- ДБН В.2.5-20:2018 "Газопостачання";
- НПАОП 0.00-1.76-15 "Правила безпеки систем газопостачання".

## 8. Підготовка персоналу

Перед початком роботи кожен працівник повинен:

- отримати під підпис відповідні інструкції з охорони праці;
- пройти первинний, повторний, позаплановий або цільовий інструктаж;
- бути забезпеченим спецодягом, спецвзуттям і засобами індивідуального захисту згідно з типовими нормами відповідно до виду виконуваних робіт.

Інструктажі повинні фіксуватись у відповідних журналах. Керівники структурних підрозділів несуть персональну відповідальність за дотримання працівниками вимог безпеки.

### Автоматика безпеки

Котли "Logano plus" виробництва фірми "Bosch Thermotechnik GmbH", Німеччина, поставляються у повній заводській готовності комплектно з системою автоматики безпеки, пальниками атмосферного типу та працюють у автоматичному режимі.

Автоматика безпеки пальників котлів припиняє постачання палива до пальника у випадках:

- припинення подачі газу;
- збільшенні або зменшенні тиску газу;
- загасання контрольного полум'я пальника;
- падіння тиску димових газів;
- відсутності необхідної тяги в димоході.
- зникнення електроенергії.

На вводі газопроводу у приміщення котельні, передбачено встановлення електромагнітного газового відсічного клапану безпеки Ду150мм з ручним взводом, нормально закритий, який керується системою газосигналізації на виявлення СО та СН4 в приміщенні котельні на базі газосигналізатора "Варта 1-03.14" (див. розділ АГПВ).


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ					Арк.
					43

Моніторинг ключових параметрів здійснюється за допомогою локальних засобів контролю, призначених для вимірювання тиску та температури. Вказані прилади монтуються безпосередньо на ділянках технологічної трубопровідної системи.

Котлоагрегати, призначені для теплопостачання, оснащені вбудованими пультами керування, які постачаються в комплекті з обладнанням.

Регулювання температури теплоносія в опалювальних мережах згідно з температурним графіком виконується за допомогою електронного регулятора типу

"Logamatic 5313". Для реалізації каскадного керування кількома котлоагрегатами використовується функціональний модуль FM-CM.

Контроль температурних і тискових показників прямої та зворотної лінії системи теплоносія здійснюється засобами локального контролю, встановленими на відповідних ділянках трубопроводів.

Проектом передбачений комплект пультів контролю роботи газової котельні "Сигнал-1/2" призначений для місцевого та диспетчерського (дистанційного) світлосигнального контролю нормального режиму роботи котельні.

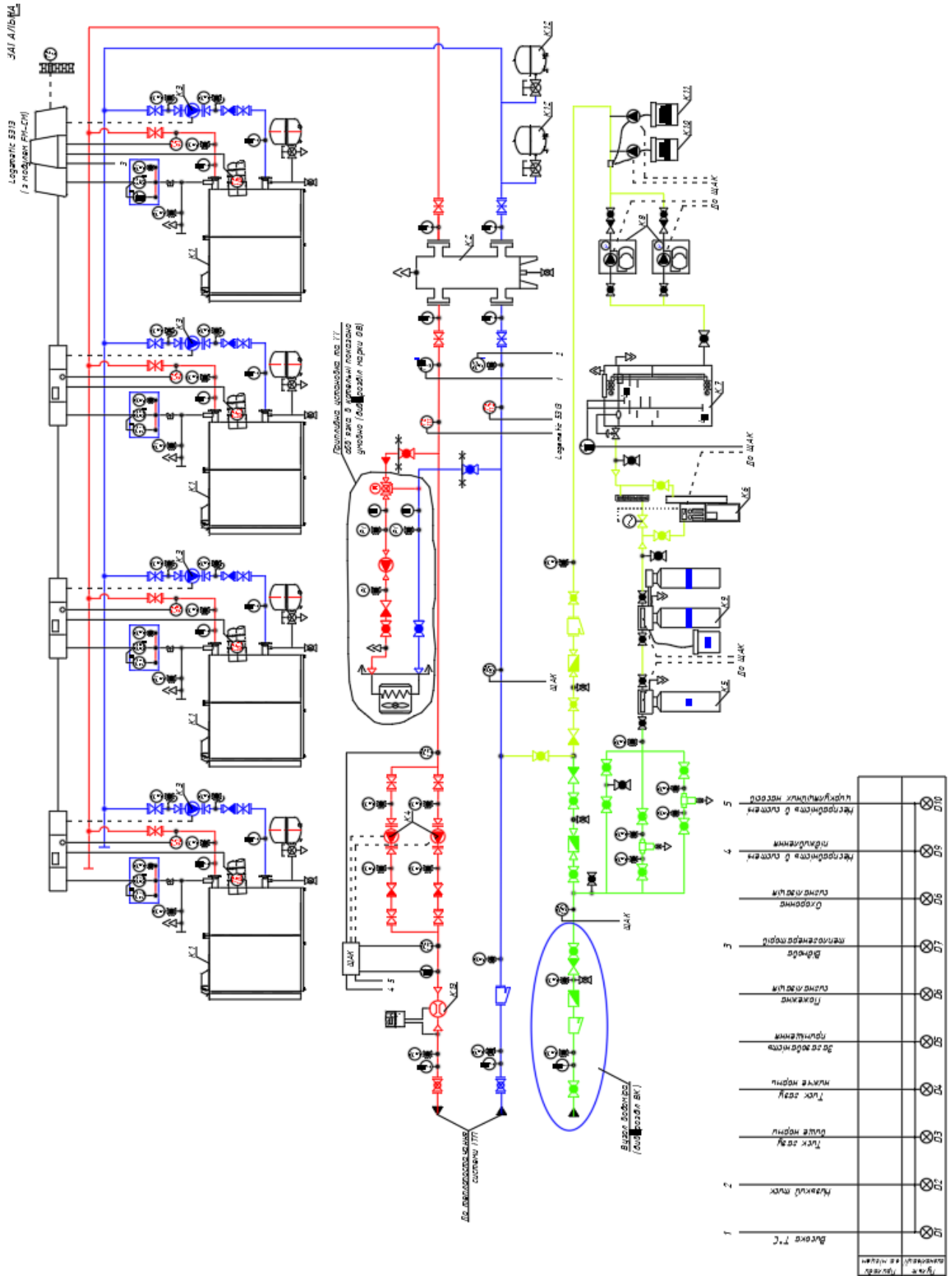
Пульт сигналізації "Сигнал-1" встановлюється в приміщенні котельні і призначений для контролю параметрів котельні, світлової і звукової індикації аварійних станів, а саме: несправність обладнання, порушення електропостачання котельні, зниження температури приміщення котельні нижче допустимої, спрацювання сигналізації загазованості, спрацювання пожежної сигналізації і передачі інформації про них на пульт індикації "Сигнал-2", який встановлюється в місці з постійним перебуванням чергового персоналу (диспетчерському пункті). При цьому сигнали про спрацювання сигналізації загазованості, пожежної та охоронної сигналізації розшифровується в місці постійного перебування. Проектом передбачено впровадження постійного автоматизованого контролю повітряного середовища в котельному приміщенні з метою виявлення наявності метану та чадного газу. Для цього використовується газовий аналізатор типу «Варта 1-03.14», виготовлений ТОВ «Торговий дім ТЕМІО».

У випадку перевищення гранично допустимих показників концентрації вибухонебезпечних газів, система реагує автоматичним припиненням подачі газу до котлоагрегатів та одночасною активацією звукових і візуальних сигнальних пристроїв.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата



Схема 2.17



Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

## Електропостачання котельні

Основне електротехнічне обладнання котельні керується в автоматичному режимі за допомогою пультів управління, що підключені до розподільчої шафи котельного приміщення. Інші споживачі електроенергії під'єднуються через шафи керування або напівгерметичні заземлені розетки з робочою напругою 220 В.

Живлення технологічного обладнання забезпечується через розподільчі електромережі, змонтовані кабелями з мідними жилами відповідного перерізу. Прокладка виконується відкритим способом по стінах або по металевих конструкціях у кабельних лотках. Кабельні лінії від контрольно-вимірювальних приладів прокладаються в захисних трубах з герметичним ущільненням у місцях проходів та стиків.

Фактичне розміщення всіх приладів, трасування кабельних ліній та комутаційні рішення уточнюються на етапі виконання монтажних робіт.

У проекті передбачено облаштування трьох систем освітлення:

- **робочого освітлення**, для реалізації якого застосовані світлодіодні світильники типу ДПП07В та ДПП05В;
- **освітлення передпускового періоду**, виконаного за допомогою вибухозахищених світильників типу ДСП21ВЕх, ввімкнення яких здійснюється ззовні приміщення;
- **ремонтного освітлення**, яке реалізується переносною лампою на 12 В, що живиться від понижувального трансформатора ЯТП-0,25 із вхідною напругою 220 В.

У разі повного відключення електроенергії передбачено застосування **переносного акумуляторного світильника** для забезпечення аварійного освітлення робочої зони.

### Захисні заходи

У проектних рішеннях передбачено застосування системи заземлення типу **TN-C-S** у відповідній частині електричної мережі.

Для забезпечення електробезпеки обслуговуючого персоналу передбачено виконання **захисного заземлення всіх струмопровідних металевих частин електрообладнання**, згідно з вимогами нормативного документа **НПАОП 40.1-1.32-01**.

В якості головної заземлювальної шини системи зрівнювання потенціалів прийнято **нульову шину РЕ**, що розташована у шафі **ШВР**. Провідники, які входять до складу системи зрівнювання потенціалів, прокладаються по кабельних конструкціях спільно з силовими кабелями.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Підключення електротехнічного обладнання до системи зрівнювання потенціалів виконується через **заземлюючу жилу в складі електричного кабелю**.

Всі металеві конструкції та електропровідні елементи — включаючи трубопроводи, вентиляційні та захисні коробки, кожухи термоізоляції апаратури і трубопроводів, розміщених як в межах приміщення котельні, так і на зовнішніх естакадах, технічних каналах та майданчиках — повинні бути **електрично з'єднані між собою у вигляді безперервного електричного контуру**. Цей контур повинен бути підключений до загальної системи заземлення **не менше ніж у двох окремих точках** у межах котельні.

Проектом також передбачено виконання системи блискавкозахисту відповідно до діючих вимог:

- для будівлі котельні — за **II категорією захисту** (детальні рішення викладено у спеціальному розділі «Блискавкозахист»);
- для димових труб — за **III категорією блискавкозахисту** (див. окремий проект «Блискавкозахист»).

### **Заходи з енергозбереження**

Усі складові розділи робочої проектної документації котельні містять комплекс заходів, спрямованих на реалізацію технічних рішень, орієнтованих на підвищення енергоефективності.

Згідно з проектними вимогами, передбачено встановлення опалювальних котлів на газовому паливі типу "Logano plus", підбір яких здійснено з урахуванням заданих теплових навантажень, характеристик системи теплоносіїв, вихідних даних на проектування та наданих технічних умов.

Обладнання серії "Logano plus", що впроваджується, характеризується високим рівнем енергетичної ефективності, зокрема коефіцієнтом корисної дії до 98,0%.

У складі проектних рішень передбачено впровадження системи обліку:

- обсягів споживаного природного газу котельнею з використанням засобів вимірювання точністю не нижче 1 класу (відповідно до розрахункових даних);
- електричної енергії;
- витрат холодної води, що подається для функціонування установки хімічної підготовки підживлювальної води, аварійного та планового поповнення системи теплопостачання.

Автоматизована система управління забезпечує:


<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

<i>ПЗ</i>					<i>Арк.</i>
					48



теплопродуктивністю до 3,15 МВт, оснащеного сучасним пальниковим пристроєм з підвищеними екологічними характеристиками, що відповідає вимогам чинних нормативно-технічних документів у частині граничнодопустимих викидів. Всі аспекти оцінки впливу на довкілля розглянуті у відповідному розділі проектної документації – «Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС)».

Забезпечення споживачів природним газом дозволяє досягти суттєвого покращення санітарно-гігієнічних умов у житлових зонах, а також позитивно впливає на екологічну ситуацію загалом.

Під час експлуатації проєктованих газопроводів не передбачається наявність джерел викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря, тому проведення розрахунків розсіювання забруднюючих речовин не є необхідним.

Газопровідна інфраструктура не генерує підвищеного рівня шуму, тому вжиття шумозахисних заходів не передбачається.

Після завершення будівельно-монтажних робіт на трасах газопроводів передбачені заходи з відновлення земельного покриву шляхом ущільненого зворотного засипання траншей з формуванням валика, який забезпечить вирівнювання поверхні. Крім того, виконується відновлення покриття проїжджої частини доріг та пішохідних зон.

Комплекс передбачених у проєкті інженерно-технічних рішень дозволяє забезпечити збереження екологічної рівноваги та знизити негативний вплив на природне середовище, включаючи ґрунти, рослинність, атмосферне повітря, водні ресурси, як у період будівництва, так і під час експлуатації об'єкта газопостачання.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

### Розділ 3. Внутрішньобудинкові теплові мережі

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	ПЗ	Арк.
							51

## Загальна частина

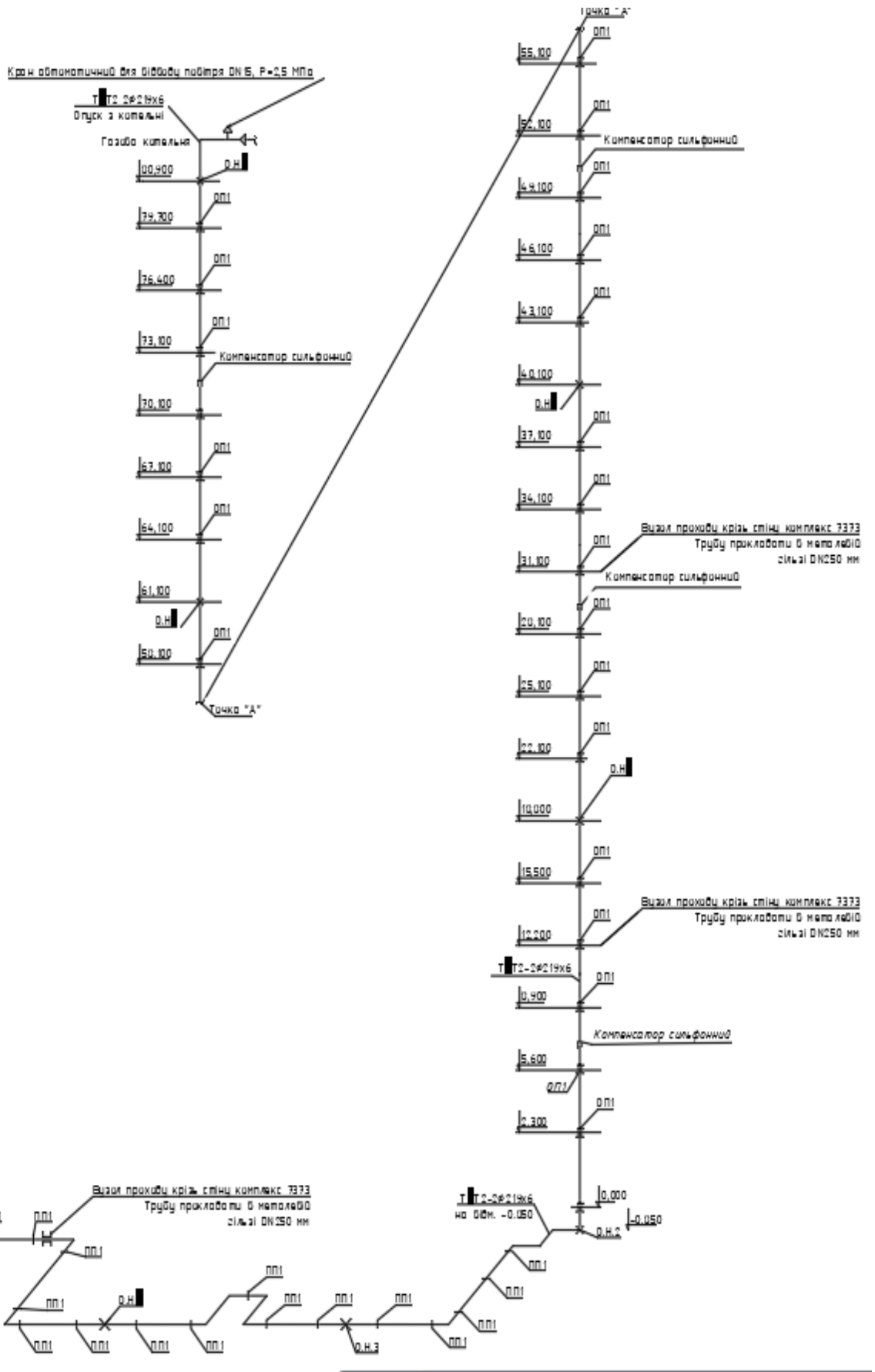
Проектована котельня розташована над технічним поверхом на висоті 80 900 м на даху житлового будинку в секції 3.

Проект включає: прокладання проектних теплових мереж через пар ковку (-3.300) до секції ІТП № 3 з використанням сталевих трубопроводів 2Ø219х6.0, (ДСТУ 8943:2019) з теплоізоляцією трубопроводів з матеріалів, таких як мінераловатні теплоізоляційні листи, ламіновані фольгою дельта 60. Прокладання теплових мереж – без використання аварійної сигналізації

Технічні рішення, прийняті в кресленнях, відповідають вимогам охорони навколишнього середовища, санітарно-гігієнічних, протипожежних та іншим чинним нормам і правилам і забезпечують безпечну для життєдіяльності експлуатацію відповідно до заходів, передбачених проектом.

АксонOMETрична схема теплових мереж

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	ПЗ	Арк.
							52



Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Теплові навантаження ( див. табл. 3.1)

Табл. 3.1

Найменування котельні	Теплові навантаження котельні, кВт (Гкал)				
	Опалення	Гаряче водопостачання (сер/макс.)	Вентиляція	Технологічні цілі	Загальна витрата теплоти (сер.)
Секція №3	268,66 (0,231)	93,21/292,85 (0,080/0,252 )	53,20 (0,046)	-	415,07/614,71 (0,357/0,529)
Секція №1	439,57 (0,378)	141,27/409,6 0 (0,121/0,352 )	34,49 (0,03)	-	615,33/883,66 (0,529/0,760)
Секція №2	393,08 (0,338)	138,23/409,6 0 (0,120/0,352 )	151,92 (0,13)	-	683,23/954,6 (0,588/0,820)
Секція №4	421,06 (0,362)	100,67/311,3 4 (0,086/0,268 )	-	-	521,73/732,4 (0,44/0,630)
Секція №5	130,695 (0,112)	23,74/87,41 (0,020/0,075 )	31,13 (0,027)	-	185,565/249,2 35 (0,16/0,214)
Навантаження на дахову котельню	1653,065 (1,421)	497,12/1510,8 (0,427/1,30)	270,74 (0,232)		2420,925/3434,605 (2,074/2,953)

**Сумарна витрата теплоносія, необхідна для забезпечення тепlopостачання опалювальної системи, становить:**

$$G_{0 \max} = \frac{3,6 \cdot Q_{0 \max}}{c \cdot (t_1 - t_2)}, \text{ т/год, де:}$$

Позначення	Параметр	Значення	Одиниця вимірювання
Q <sub>0 max</sub>	Максимальна витрата теплової енергії на опалення	—	кВт
t <sub>1</sub>	Температура теплоносія в подаючому трубопроводі при	85	°C

ПЗ

Арк.

Зм. Кільк. Арк. № док Підпис Дата

54

	розрахунковій температурі зовнішнього повітря		
t <sub>2</sub>	Температура теплоносія в зворотному трубопроводі при розрахунковій температурі зовнішнього повітря	65	°C
C	Питома теплоємність води	4,187	кДж/(кг·°C)

Для Секції №3

- $G_{O \max} = \frac{3,6 \cdot Q_{O \max}}{C \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{3,6 \cdot 268,66}{4,187 \cdot (85 - 65)} = 11,55$  , т/год, де:
- у трубопроводі подачі теплоносія  $V_{п \max} = \frac{G_{\max}}{\rho} = \frac{11,55}{0,972} = 11,88$  м3/год;
- у зворотній магістралі  $V_{з \max} = \frac{G_{\max}}{\rho} = \frac{11,55}{0,983} = 11,75$  м3/год;

Для Секції №1

$$G_{O \max} = \frac{3,6 \cdot Q_{O \max}}{C \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{3,6 \cdot 439,57}{4,187 \cdot (85 - 65)} = 18,90$$
 , т/год, де:

- у трубопроводі подачі теплоносія  $V_{п \max} = \frac{G_{\max}}{\rho} = \frac{18,90}{0,972} = 19,44$  м3/год;
- у зворотній магістралі  $V_{з \max} = \frac{G_{\max}}{\rho} = \frac{18,90}{0,983} = 19,23$  м3/год;

Для Секції №2

$$G_{O \max} = \frac{3,6 \cdot Q_{O \max}}{C \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{3,6 \cdot 393,08}{4,187 \cdot (85 - 65)} = 16,90$$
 , т/год, де:

- у трубопроводі подачі теплоносія  $V_{п \max} = \frac{G_{\max}}{\rho} = \frac{16,90}{0,972} = 17,39$  м3/год;
- у зворотній магістралі  $V_{з \max} = \frac{G_{\max}}{\rho} = \frac{16,90}{0,983} = 17,19$  м3/год;

Для Секції №4

$$G_{O \max} = \frac{3,6 \cdot Q_{O \max}}{C \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{3,6 \cdot 421,06}{4,187 \cdot (85 - 65)} = 18,10$$
 , т/год, де:

- у трубопроводі подачі теплоносія  $V_{п \max} = \frac{G_{\max}}{\rho} = \frac{18,10}{0,972} = 18,62$  м3/год;
- у зворотній магістралі  $V_{з \max} = \frac{G_{\max}}{\rho} = \frac{18,10}{0,983} = 18,41$  м3/год;

Для Секції №5

						ПЗ	Арк.
							55
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

$$G_{O \max} = \frac{3,6 \cdot Q_{O \max}}{c \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{3,6 \cdot 130,695}{4,187 \cdot (85 - 65)} = 5,62 \text{ , т/год, де:}$$

у трубопроводі подачі теплоносія  $V_{п \max} = \frac{G_{\max}}{\rho} = \frac{5,62}{0,972} = 5,78 \text{ м}^3/\text{год};$

у зворотній магістралі  $V_{з \max} = \frac{G_{\max}}{\rho} = \frac{5,62}{0,983} = 5,72 \text{ м}^3/\text{год};$

### Зально-сумарна витрата теплоносія на ГВП.

#### В період зими

$$G_{\text{ГВП max}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{ГВП max}}}{c \cdot (t'_1 - t'_3)}, \text{ т/год, де:}$$

Позначення	Параметр	Значення	Одиниця вимірювання
QГВП max	Максимальна теплова потужність, необхідна для приготування гарячої води	—	кВт
t' <sub>1</sub>	Температура теплоносія у подаючій магістралі на ділянці зламу температурного графіка	70	°С
t' <sub>3</sub>	Температура теплоносія після проходження через водонагрівач у точці зламу температурного графіка води	53,3	°С
c	Питома теплоємність води	4,187	кДж/(кг·°С)

#### Для Секції №3

$$G_{\text{ГВП max}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{ГВП max}}}{c \cdot (t'_1 - t'_3)} = \frac{3,6 \cdot 292,85}{4,187 \cdot (70 - 53,3)} = 15,08, \text{ т/год, де:}$$

у трубопроводі подачі теплоносія  $V_{п \max} = \frac{G_{\text{ГВП max}}}{\rho} = \frac{15,08}{0,972} = 15,51 \text{ м}^3/\text{год};$

у зворотній магістралі  $V_{з \max} = \frac{G_{\text{ГВП max}}}{\rho} = \frac{15,08}{0,983} = 15,34 \text{ м}^3/\text{год};$

#### Для Секції №1

$$G_{\text{ГВП max}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{ГВП max}}}{c \cdot (t'_1 - t'_3)} = \frac{3,6 \cdot 409,60}{4,187 \cdot (70 - 53,3)} = 21,09, \text{ т/год, де:}$$

у трубопроводі подачі теплоносія  $V_{п \max} = \frac{G_{\text{ГВП max}}}{\rho} = \frac{21,09}{0,972} = 21,70 \text{ м}^3/\text{год};$

у зворотній магістралі  $V_{з \max} = \frac{G_{\text{ГВП max}}}{\rho} = \frac{21,09}{0,983} = 21,45 \text{ м}^3/\text{год};$

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Для Секції №2

$$G_{\text{ГВП max}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{ГВП max}}}{c \cdot (t'_1 - t'_3)} = \frac{3,6 \cdot 409,60}{4,187 \cdot (70 - 53,3)} = 21,09, \text{ т/год, де:}$$

у трубопроводі подачі теплоносія  $V_{\text{п max}} = \frac{G_{\text{ГВП max}}}{\rho} = \frac{21,09}{0,972} = 21,70 \text{ м}^3/\text{год};$

у зворотній магістралі  $V_{\text{з max}} = \frac{G_{\text{ГВП max}}}{\rho} = \frac{21,09}{0,983} = 21,45 \text{ м}^3/\text{год};$

Для Секції №4

$$G_{\text{ГВП max}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{ГВП max}}}{c \cdot (t'_1 - t'_3)} = \frac{3,6 \cdot 311,34}{4,187 \cdot (70 - 53,3)} = 16,03, \text{ т/год, де:}$$

у трубопроводі подачі теплоносія  $V_{\text{п max}} = \frac{G_{\text{ГВП max}}}{\rho} = \frac{16,03}{0,972} = 16,49 \text{ м}^3/\text{год};$

у зворотній магістралі  $V_{\text{з max}} = \frac{G_{\text{ГВП max}}}{\rho} = \frac{16,03}{0,983} = 16,31 \text{ м}^3/\text{год};$

Для Секції №5

$$G_{\text{ГВП max}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{ГВП max}}}{c \cdot (t'_1 - t'_3)} = \frac{3,6 \cdot 87,41}{4,187 \cdot (70 - 53,3)} = 4,50, \text{ т/год, де:}$$

у трубопроводі подачі теплоносія  $V_{\text{п max}} = \frac{G_{\text{ГВП max}}}{\rho} = \frac{4,5}{0,972} = 4,63 \text{ м}^3/\text{год};$

у зворотній магістралі  $V_{\text{з max}} = \frac{G_{\text{ГВП max}}}{\rho} = \frac{4,5}{0,983} = 4,58 \text{ м}^3/\text{год};$

**У неопалювальний період:**

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

Максимальна витрата води, що подається на гаряче водопостачання (ГВП), визначається у тонах на годину. Для урахування сезонної нерівномірності споживання гарячої води в розрахунках використовується коефіцієнт  $\beta$ , який враховує зниження середнього споживання в неопалювальний період. У даному проекті цей коефіцієнт прийнято рівним 0,8.

Питомаю теплоємністю води, необхідною для теплотехнічних обчислень, приймається значення  $C = 4,187 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{°С})$  відповідно до загальноприйнятих довідкових даних.

Для Секції №3

$$G_{\text{ГВП max}}^{\text{л}} = \beta \cdot \bar{G}_{\text{ГВП max}} = 0,8 \cdot 15,08 = 12,06, \text{ т/год, де:}$$

- у трубопроводі подачі теплоносія  $V_{\text{п max}}^{\text{л}} = \frac{G_{\text{ГВП max}}^{\text{л}}}{\rho} = \frac{12,06}{0,978} = 12,34 \text{ м}^3/\text{год};$
- у зворотній магістралі  $V_{\text{з max}}^{\text{л}} = \frac{G_{\text{ГВП max}}^{\text{л}}}{\rho} = \frac{12,06}{0,995} = 12,12 \text{ м}^3/\text{год}.$

										ПЗ	Арк.
											57
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата						

Для Секції №1

$$G_{\GammaВП}^Л max = \beta \cdot G_{\GammaВП}^Л max = 0,8 \cdot 21,09 = 16,87, \text{ т/год, де:}$$

- у трубопроводі подачі теплоносія  $V_{п}^Л max = \frac{G_{\GammaВП}^Л max}{\rho} = \frac{16,87}{0,978} = 17,25 \text{ м}^3/\text{год};$
- у зворотній магістралі  $V_3^Л max = \frac{G_{\GammaВП}^Л max}{\rho} = \frac{16,87}{0,995} = 16,95 \text{ м}^3/\text{год}.$

Для Секції №2

$$G_{\GammaВП}^Л max = \beta \cdot G_{\GammaВП}^Л max = 0,8 \cdot 21,09 = 16,87, \text{ т/год, де:}$$

- у трубопроводі подачі теплоносія  $V_{п}^Л max = \frac{G_{\GammaВП}^Л max}{\rho} = \frac{16,87}{0,978} = 17,25 \text{ м}^3/\text{год};$
- у зворотній магістралі  $V_3^Л max = \frac{G_{\GammaВП}^Л max}{\rho} = \frac{16,87}{0,995} = 16,95 \text{ м}^3/\text{год}.$

Для Секції №4

$$G_{\GammaВП}^Л max = \beta \cdot G_{\GammaВП}^Л max = 0,8 \cdot 16,03 = 12,82, \text{ т/год, де:}$$

- у трубопроводі подачі теплоносія  $V_{п}^Л max = \frac{G_{\GammaВП}^Л max}{\rho} = \frac{12,82}{0,978} = 13,11 \text{ м}^3/\text{год};$
- у зворотній магістралі  $V_3^Л max = \frac{G_{\GammaВП}^Л max}{\rho} = \frac{12,82}{0,995} = 12,88 \text{ м}^3/\text{год}.$

Для Секції №5

$$G_{\GammaВП}^Л max = \beta \cdot G_{\GammaВП}^Л max = 0,8 \cdot 4,5 = 3,6, \text{ т/год, де:}$$

- у трубопроводі подачі теплоносія  $V_{п}^Л max = \frac{G_{\GammaВП}^Л max}{\rho} = \frac{3,6}{0,978} = 3,68 \text{ м}^3/\text{год};$
- у зворотній магістралі  $V_3^Л max = \frac{G_{\GammaВП}^Л max}{\rho} = \frac{3,6}{0,995} = 3,62 \text{ м}^3/\text{год}.$

### Перехідний період.

Для Секції №3

$$Q = Q \cdot \frac{t_{вн} - t_{зовн}}{t_{вн} - t_{p,оп}} = 268,66 \cdot \frac{20 - 8}{20 - (-22)} = 76,76 \text{ кВт}$$

$$G = \frac{3,6 \cdot Q}{c \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{3,6 \cdot 76,76}{4,187 \cdot (70 - 53,3)} = 3,95 \text{ т/год, де:}$$

- у трубопроводі подачі теплоносія  $V_{п} max = \frac{G}{\rho} = \frac{3,95}{0,978} = 4,04 \text{ м}^3/\text{год};$
- у зворотній магістралі  $V_3 max = \frac{G}{\rho} = \frac{3,95}{0,987} = 4,0 \text{ м}^3/\text{год}$

Для Секції №1

						ПЗ	Арк.
						58	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		



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

Для Секції №3

$$G_{max} = G_{o\ max} + G_{ГВП\ max} = 11,55 + 15,08 = 26,63 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Для Секції №1

$$G_{max} = G_{o\ max} + G_{ГВП\ max} = 18,90 + 21,09 = 39,99 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Для Секції №2

$$G_{max} = G_{o\ max} + G_{ГВП\ max} = 16,90 + 21,09 = 37,99 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Для Секції №4

$$G_{max} = G_{o\ max} + G_{ГВП\ max} = 18,10 + 16,03 = 34,13 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Для Секції №5

$$G_{max} = G_{o\ max} + G_{ГВП\ max} = 5,62 + 4,5 = 10,12 \text{ м}^3/\text{год.}$$

**Здійснюється обчислення повного значення деформацій на вертикальній ділянці трубопроводу за таким рівнянням:**

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

Позначення	Опис параметра	Значення / Одиниці
$\Delta L$	Подовження компенсуючої ділянки трубопроводу	мм
0,012	Коефіцієнт лінійного розширення сталі ( $\alpha$ )	мм/м·°C
H	Висота одного поверху	м
N	Кількість поверхів між нерухомими опорами	шт.
T <sub>max</sub>	Максимальна температура теплоносія	85 °C
T <sub>мон</sub>	Температура стояка під час монтажу труб	не нижче -10 °C
k	Коефіцієнт запасу	1,07

№	Висота поверху, м	Кількість поверхів, шт	Загальна висота, м
1	3.0	17	51.0
2	3.3	9	29.7

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

60

3	2.3	1	2.3
4	1.2	1	1.2
		Разом	84.2

$T_{\max} = 85 \text{ }^{\circ}\text{C}$  — максимальна температура теплоносія у подавальному трубопроводі (для зворотного трубопроводу  $T_{\max} = 65 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , тому розрахунок виконується за умовами падаючого трубопроводу — як більш критичними);

$T_{\min} = -10 \text{ }^{\circ}\text{C}$  — мінімальна температура стояка під час монтажу трубопроводу та встановлення компенсаторів.

Розрахунок температурного подовження трубопроводу виконується за формулою:

$$\Delta L = 0,012 \cdot (1,2 + 2,3 + 17 \times 3,0 + 3,3 \times 9) \cdot (85 - (-10)) \cdot 1,07 = 102,70 \text{ мм}$$

Для компенсації подовження приймаємо сільфон ний компенсатор типу L30 виробництва "AYVAZ".

Підбір кількості компенсаторів:

$$n = \Delta L / \Delta = 102,70 / 30 = 3,4$$

де:

$n$  — необхідна кількість компенсаторів (округлюється в більшу сторону);

$\Delta L$  — загальне подовження трубопроводу, мм;

$\Delta$  — осьовий хід одного компенсатора, мм.

Таким чином, кількість необхідних компенсаторів становить 4 шт.

Компенсатори встановлюються між нерухомими опорами, які розділяють трубопровід на ділянки, незалежні одна від одної щодо сприйняття температурних деформацій та внутрішнього тиску.

Гідрравлічний розрахунок виконаний за максимальними параметрами

N ділянки	Q, Вт	G, кг/т	L, м	d, мм	d <sub>вн</sub> , мм	v, м/с	R, Па/м	RI, Па	Сум s.	Р <sub>д</sub> , Па	Z, Па	Р, Па	Сум Р, Па
1	3435000	149000	145	219	219,0	1,133	55,28	8015,3	4	622,4	2489,4	10505	10505

Гідрравлічні випробування є регламентованою процедурою перевірки міцності та герметичності трубовідних систем шляхом подачі в них води під підвищеним тиском. Зазначені заходи проводяться в літній період (з квітня по вересень) відповідно до затвердженого графіка теплоенергетичними підприємствами спільно з органами місцевого самоврядування. Їх метою є виявлення потенційно аварійних ділянок у тепломережах та забезпечення їх своєчасного ремонту до початку опалювального сезону.

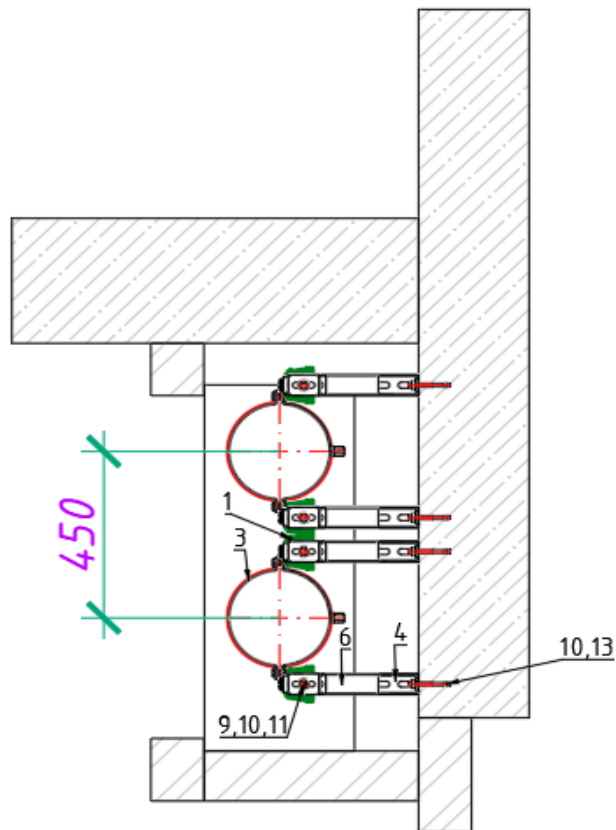
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

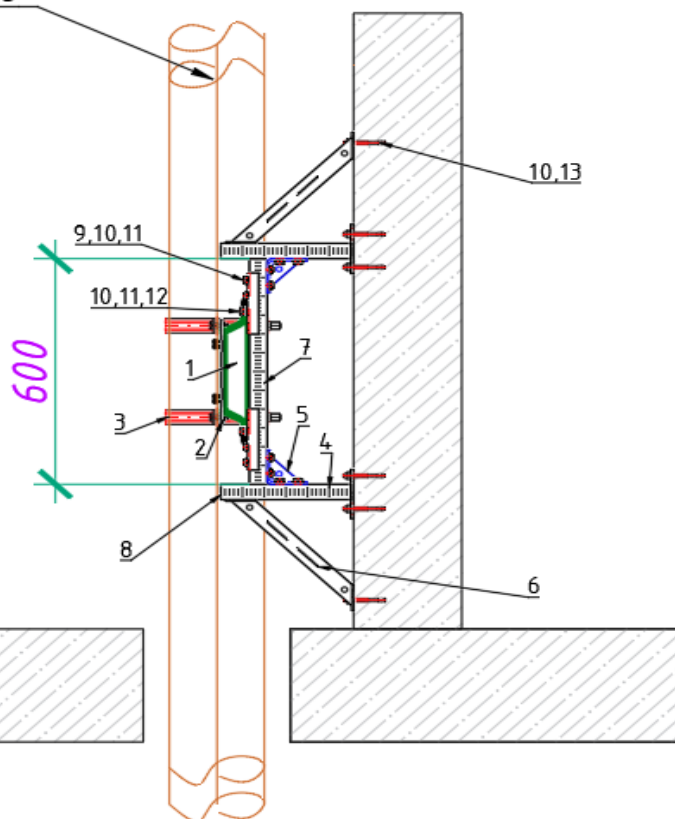
Арк.

61





T1, T2-2Φ219x6




Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

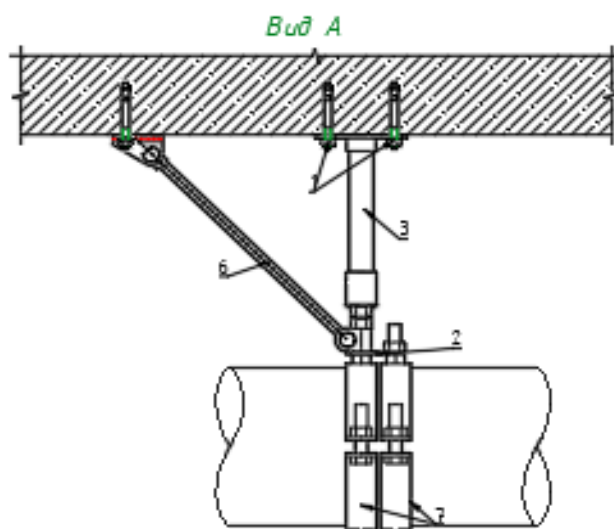
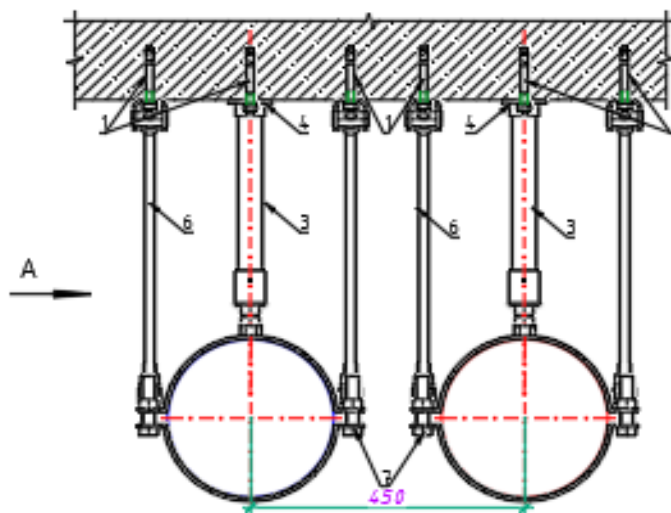
63

Поз.	Артикул	Найменування	Кіль- сть.	Од. вим.
<b>Нерухома опора DN200 О.Н.1</b>				
1	6693020	BIS dB-FiX200 Пункт стабілізації зр М12	4	шт
2	6693100	BIS Монтажний комплект для dB-FiX80/200	2	шт
3	33068227	BIS HD500 Хомут для велик. навант. без ізоляц. 217-227 мм М16 ВУР	4	шт
4	6603862	BIS RapidStrut® Консоль стінова 41x41x300мм ВУР	8	шт
5	66588291	BIS RapidStrut® Кутувик з ребром жорстк. 90град. 91x91x6мм ВУР	8	шт
6	66288530	BIS Підпорка до консолі Strut + WM35 ВУР	8	шт
7	6505645	BIS RapidStrut® Профіль монтажний 41x41x2,5мм 6м	2,4	м
8	6566041	BIS RapidStrut® Пластикові заглушки 41x41мм	8	шт
9	6143925	Болт шестигранний DIN 933 М10x25мм	56	шт
10	6533310	BIS Шайба 10,5/25мм WM0-35	88	шт
11	6517010	BIS Strut Гайка монтажна М10	64	шт
12	6143935	BIS Болт шестигранний DIN 933 М10x35мм	8	шт
13	609831100	WTB1 Throughbolt Анкер розпірний для бетону з тріщинами М10x95	24	шт

### Нерухома опора 3



						ПЗ	Арк.
							64
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		



### Специфікація

Поз.	Позначення	Найменування	Од. виміру	Кільк.	Маса од., кг	Довжина
1	2105718 HIL TI	Анкер-шпілька HST3 M12x105 30/10	шт.	6		
2	2238265 HIL TI	Плита MFP-PCA M20	шт.	2		
3	248532 HIL TI	Труба з зовн. різьбою 1 1/4x2M	шт.	2		
4	2222963 HIL TI	Опорна плита фікс. опорами MFP-BPA 1 1/4 (над.)	шт.	2		
5	2222549 HIL TI	Розпірний фікс. опори MFP-BR M16 (над.)	шт.	4		
6	216422 HIL TI	Різьб. шп. M16x1000 4.8 (за 1 шт.)	шт.	4		0,5
7	2227710 HIL TI	Хомут MFP-PC 213-221 M20	шт.	4		

Специфікація дана на один вузол

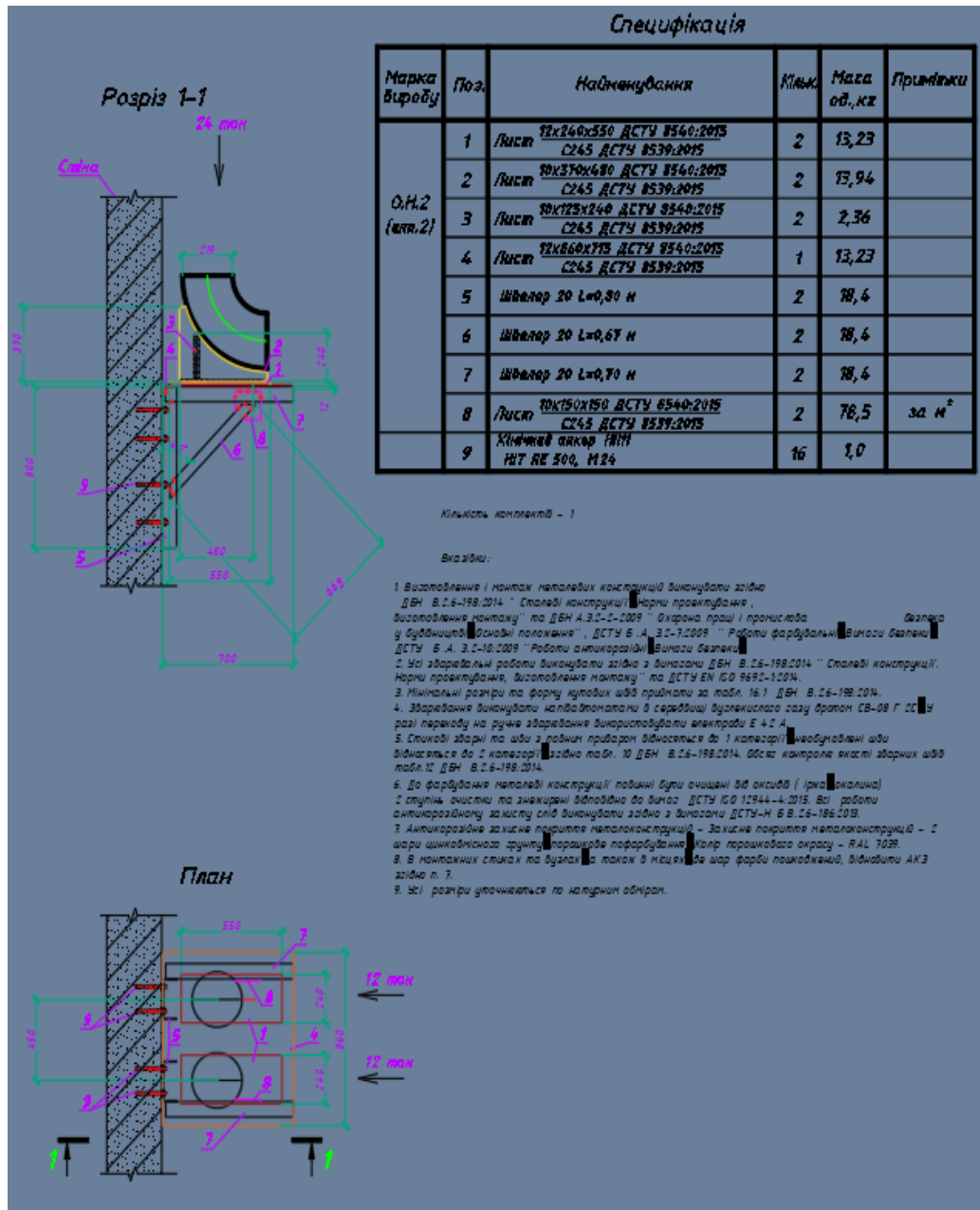
ПЗ

Арк.

65

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

## Нерухома опора 2



## Ковзаюча опора ОП1



### Специфікація

Поз.	Позначення	Найменування	Од. виміру	Кільк.	Маса од., кг	Довжина
		ОП1	кільк.	24		
1	2132024 HILTI	Хімічний анкер HIT-НУ 170 500мл	шт.	8		
2	248206 HILTI	Ковзна опорна плита MSG 1,0 M12/M16	шт.	2		
3	2237082 HILTI	Шпилька HAS-U 8.8 M10x115 (20)	шт.	8		
4	372238 HILTI	Хомут MP-MXI 219 M16	шт.	6		
5	216422 HILTI	Різьб. шп. M16x1000 4,8 (за 1 шт.)	шт.	6		0,3*
6	248210 HILTI	Ковз. опора MSG 1,75 M12/16D	шт.	2		

Специфікація дана на один вузол

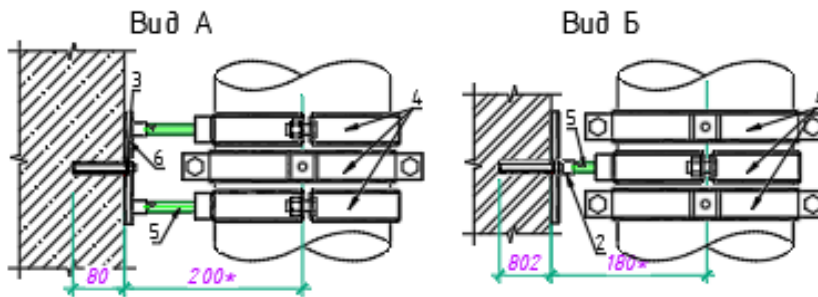
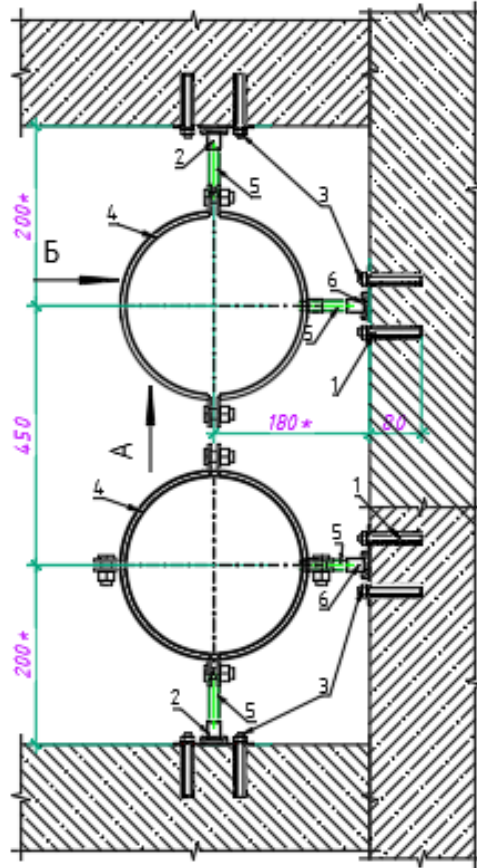

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

67

Опора ковзюча DN200 ОП1



Ковзна опора ПП1


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

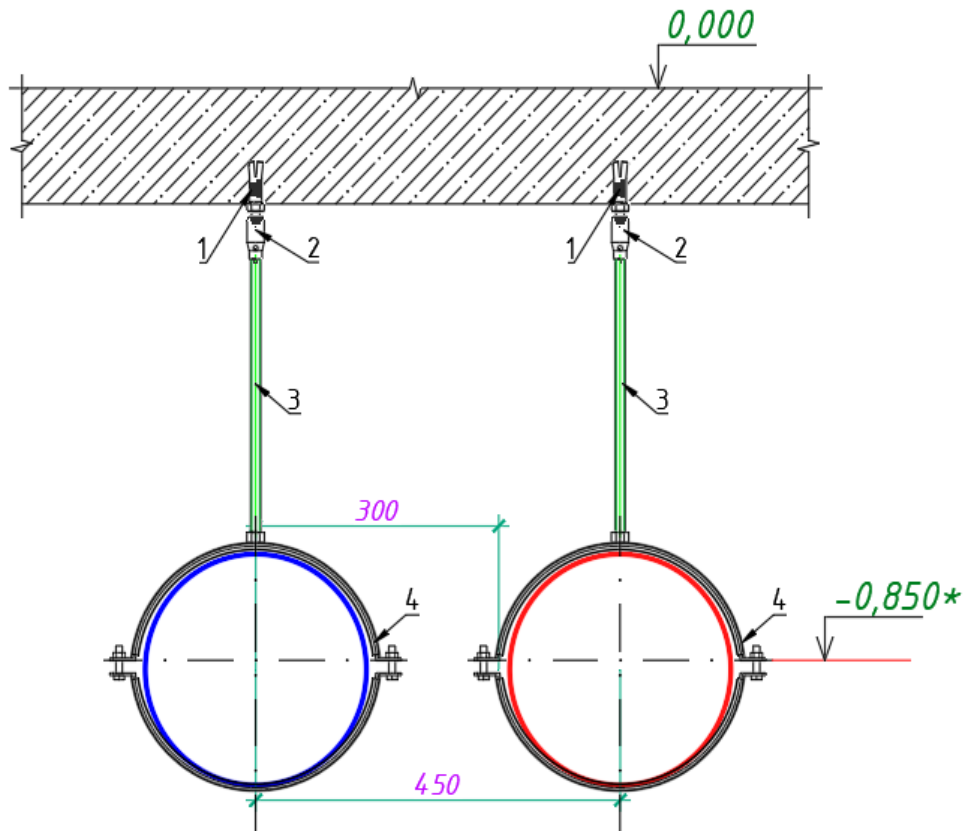
ПЗ

Арк.

68



### Опора ковзна ПП1



#### Охорона праці та техніка безпеки та експлуатації при будівництві та монтажі.

Проектом передбачено реалізацію комплексу технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпечної експлуатації теплових мереж відповідно до чинних нормативних вимог у сфері охорони праці та промислової безпеки. Прокладання трубопроводів здійснюється у спеціально передбачених вертикальних інженерних нішах будівлі, а на технічному поверсі — у відкритому виконанні.

Функціонування теплових мереж повинно здійснюватися згідно з наступними нормативно-правовими документами:

1. **НПАОП 0.00-1.81-18** – Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює на пару та гарячу воду;
2. **ДБН А.3.2-2-2009** – Система стандартів безпеки праці. Охорона праці та промислова безпека у будівництві;
3. **ДНАОП 1.1.10-1.02-01** – Правила безпечної експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій і теплових мереж;

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата



## Енергозберігаючі технології.

У рамках проектної рішення передбачено застосування електрозварних сталевих трубопроводів, оснащених теплоізоляційним покриттям з коефіцієнтом теплопровідності, що не перевищує 0,035 Вт/(м·К). Як теплоізоляційний матеріал використовується мінераловатна ізоляція у вигляді плит, ламінованих фольговими покриттям типу «дельта 60», що забезпечує захист трубопровідної сталі від корозійного впливу та знижує величину теплових втрат у процесі експлуатації.

						ПЗ	Арк.
							72
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

## Розділ 4. Індивідуальний тепловий пункт

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	ПЗ	Арк.

## Загальна частина

Розрахунок та підбір основного та допоміжного обладнання проводився згідно наступних вихідних даних таблиця 4.1 наведена нижче :

Табл. 4.1

№ п/п	Показник	Значення, розмірність
	Розрахункове теплове навантаження ІТП	2045,70 кВт (1,759 Гкал/год)
1	<u>Система опалення</u>	
1.1	Система опалення житлових приміщень I зони:	917,01 кВт (0,788 Гкал/год)
	1,5 секція	408,87 кВт (0,352 Гкал/год)
	2 секція	205,38 кВт (0,177 Гкал/год)
	3 секція	132,26 кВт (0,114 Гкал/год)
	4 секція	170,50 кВт (0,146 Гкал/год)
1.2	Система опалення житлових приміщень II зони:	682,94 кВт (0,587 Гкал/год)
	1 секція	197,53 кВт (0,169 Гкал/год)
	2 секція	177,86 кВт (0,152 Гкал/год)
	3 секція	117,21 кВт (0,100 Гкал/год)
	4 секція	190,34 кВт (0,163 Гкал/год)
1.3	Система опалення вбудованих приміщень:	175,01 кВт (0,150 Гкал/год)
	1,5 секція	68,61 кВт (0,059 Гкал/год)
	2 секція	14,34 кВт (0,012 Гкал/год)
	3 секція	31,84 кВт (0,027 Гкал/год)
	4 секція	60,22 кВт (0,052 Гкал/год)
2	<u>Система вентиляції</u>	
	Система вентиляції вбудованих приміщень:	270,74 кВт (0,233 Гкал/год)
3	Тиск теплоносія у подавальному трубопроводі на вводі в ІТП	1,37 МПа
4	Тиск теплоносія у зворотному трубопроводі на виході з ІТП	1,19 МПа
5	Температура теплоносія у подавальному трубопроводі від котельні	85 °С (70 °С в неопалювальний період)
6	Температура теплоносія у зворотному трубопроводі до котельні	65 °С (45 °С в неопалювальний період)
7	Розрахунковий температурний графік системи опалення та вентиляції	80 – 60 °С
8	Гідравлічний опір в системі опалення житлова частина I зона	5,0 м вод. ст.
9	Гідравлічний опір в системі опалення житлова частина II зона	6,0 м вод. ст.
10	Гідравлічний опір в системі опалення вбудовані приміщення	4,0 м вод. ст.

Індивідуальний тепловий пункт розміщено в підвальному рівні житлової будівлі другої секції на позначці -3,300 м, в межах осей Г-Ж/1-3. Висота приміщення ІТП становить 3,0 м. Вихід із приміщення передбачений до технічного коридору. Монтаж обладнання здійснюється через наявний дверний проріз та спеціально передбачений монтажний отвір.

Для збору дренажних вод у підлозі теплопункту передбачено дренажний приямок. Вода з приямка видаляється дренажним насосом з наступним скиданням у зовнішню систему каналізації згідно з проектними рішеннями розділу ВК.

Джерелом теплової енергії виступає дахова котельня згідно з відповідним проектом. Споживання теплоти здійснюється за схемою закритого типу. Теплові мережі запроектовано за двотрубною схемою з регулюванням теплового навантаження відповідно до температурного графіка 85/65 °С.

В рамках проектного рішення в ІТП передбачено обслуговування двох груп споживачів:

- житлової частини будинку (система опалення);
- вбудованих нежитлових приміщень (системи опалення та вентиляції).

Система опалення житлової частини поділена на дві незалежні зони:

- зона І (поверхи 2–13) приєднана за незалежною схемою через пластинчастий теплообмінник;
- зона ІІ (поверхи 14–25) — також за незалежною схемою з використанням окремого теплообмінника.

Системи опалення та вентиляції для вбудованих приміщень також підключаються за незалежною схемою через пластинчастий теплообмінник.

Приєднання споживачів до теплових мереж здійснюється за допомогою модульних теплових блоків виробництва «Гранд-Арма». Комплектація блоків наведена у додатках до проекту.

До складу модульного теплового блоку входять:

- пластинчастий теплообмінник розбірного типу;
- два циркуляційні насоси (робочий та резервний);
- регулятор температури з електроприводом;
- електронна система управління насосами;
- запірна арматура, грязьовики, контрольно-вимірювальні пристрої;
- запобіжна та дренажна арматура, допоміжне обладнання.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Передача теплової енергії здійснюється у пластинчастому теплообміннику, де теплоносій із первинного контуру нагріває теплоносій вторинного, при цьому забезпечується гідравлічна розв'язка контурів.

Для регулювання температури вторинного теплоносія передбачено встановлення триходового клапана з електроприводом на зворотній лінії. Клапан забезпечує змішування теплоносія в залежності від температури зовнішнього повітря з метою підтримання сталого температурного режиму.

Програмований контролер здійснює якісне автоматичне регулювання подачі тепла. Він аналізує дані з датчика температури зовнішнього середовища, визначає розрахункову температуру теплоносія, порівнює її з фактичною температурою зворотного потоку і формує команду на регулюючий клапан.

Циркуляція теплоносія в системі забезпечується двома насосами, що працюють поперемінно у режимі «робочий/резервний» з метою рівномірного зносу обладнання. Перемикання відбувається автоматично.

Щит управління забезпечує:

- автоматичне перемикання між насосами;
- захист насосів від «сухого ходу»;
- захист електродвигунів від перегріву та перекосу фаз;
- сигналізацію аварійних режимів.

Підживлення внутрішньої системи виконується із зворотного трубопроводу мережі. У разі зниження тиску в системі опалення спрацьовує клапан з електроприводом, який відкривається і подає теплоносій до моменту відновлення розрахункового тиску.

### Вузол обліку теплової енергії житлової частини

"Підбір вузлів обліку теплової енергії здійснено шляхом зіставлення розрахункових витрат теплоносія в кожному контурі системи з паспортними характеристиками теплотічильників. Основною умовою підбору було забезпечення того, щоб проектна витрата не перевищувала максимально допустиме значення витрати, встановлене для відповідної витратомірної ділянки згідно з технічною документацією." Розрахункова максимальна витрата теплоносія:

$$G_{\max} = \frac{3,6 \cdot Q}{c \cdot (t_1 - t_2) \cdot \rho}, \text{ (м}^3\text{/год), де}$$


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.
76

Позначення	Опис параметра	Значення	Одиниці виміру
Q	Максимальне (розрахункове) теплове навантаження	—	кВт
t <sub>1</sub>	Температура теплоносія в подаючому трубопроводі при розрахунковій температурі	85	°С
t <sub>2</sub>	Температура теплоносія в зворотному трубопроводі при розрахунковій температурі	65	°С
c	Питома теплоємність води	4,187	кДж/(кг·°С)
ρ	Густина теплоносія	—	кг/м <sup>3</sup>

Опалювальний період визначається як проміжок часу, протягом якого середньодобова температура зовнішнього повітря становить +8 °С і нижче протягом трьох днів поспіль. Початок та закінчення опалювального сезону встановлюється органами місцевого самоврядування відповідно до кліматичних умов регіону та чинного законодавства, розрахункова формула:

$$G_{\text{олзони}}^{\text{max}} = \frac{3,6 \cdot 917010}{4,187 \cdot (85 - 65) \cdot 1000 \cdot 0,9685} = 40,70 \text{ (м}^3\text{/год)},$$

$$G_{\text{олзони}}^{\text{max}} = \frac{3,6 \cdot 682940}{4,187 \cdot (85 - 65) \cdot 1000 \cdot 0,9685} = 30,31 \text{ (м}^3\text{/год)},$$

Сумарна витрата мережної води в опалювальний період визначається за формулою:

$$G_{\text{р}\Sigma\text{житло}} = 40,70 + 30,31 = 71,01 \text{ (м}^3\text{/год)}.$$

Таким чином, відповідно до технічних характеристик та розрахункових параметрів, для обліку споживаної теплової енергії приймається теплотічильник, що складається з обчислювача типу **Multical 603** у комплекті з двома ультразвуковими витратомірами **Ultraflow 54** типорозміру **DN100 (65-5-FBCL-456)**, а також комплекту з двох

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

термоперетворювачів опору **Pt500**, призначених для встановлення на подавальному та зворотному трубопроводах теплового вводу.

Діапазон вимірювання тепло лічильника:

$Q_{\max} = 200$  м<sup>3</sup>/год;  $Q_{\text{ном}} = 100$  м<sup>3</sup>/год;  $Q_{\min} = 1,0$  м<sup>3</sup>/год.

### Вузол обліку теплової енергії вбудованих приміщень

Опалювальний період:

Максимальна витрата теплоносія

$$G_{O \text{ вбуд}}^{\max} = \frac{3,6 \cdot 175010}{4,187 \cdot (85 - 65) \cdot 1000 \cdot 0,9685} = 7,77 \text{ (м}^3\text{/год)},$$

$$G_{B \text{ вбуд}}^{\max} = \frac{3,6 \cdot 270740}{4,187 \cdot (85 - 65) \cdot 1000 \cdot 0,9685} = 12,02 \text{ (м}^3\text{/год)},$$

Сумарна витрата мережної води в опалювальний період визначається за формулою:

$$G_{p \Sigma \text{ вбуд}} = 7,77 + 12,02 = 19,79 \text{ (м}^3\text{/год)}.$$

З урахуванням розрахункових параметрів системи тепло споживання для вузла теплового вводу прийнято до встановлення вузол обліку теплової енергії, що складається з обчислювача **Multical 603** у комплекті з двома витратомірами **Ultraflow 54 Ду65** (модель 65-5-CLCG-456) та парою температурних датчиків типу **Pt500**, які монтуються на падаючому та зворотному трубопроводах.

#### Технічні характеристики обраного обладнання:

- **Діапазон витрат теплоносія:**
  - Максимальна витрата,  $Q_{\max}$  – **50 м<sup>3</sup>/год**;
  - Номінальна витрата,  $Q_{\text{ном}}$  – **25 м<sup>3</sup>/год**;
  - Мінімальна витрата,  $Q_{\min}$  – **0,25 м<sup>3</sup>/год**.
- **Діапазон вимірювання температури:**
  - Для різьбових з'єднань: від **+15°C до +130°C**;
  - Для фланцевих з'єднань: від **+15°C до +150°C**.
- **Допустимі межі відносної похибки вимірювання (залежно від температурної різниці  $\Delta t$ ):**
  - при  $3^\circ\text{C} < \Delta t \leq 10^\circ\text{C}$  – **±3%**;

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

при  $10^{\circ}\text{C} < \Delta t \leq 20^{\circ}\text{C} - \pm 2\%$ ;

при  $20^{\circ}\text{C} < \Delta t \leq 100^{\circ}\text{C} - \pm 1\%$ .

### Функціональні можливості та архівація даних:

Тепло обчислювач **Multical 603** виконує обчислення кількості спожитої теплової енергії, ґрунтуючись на сигналах з витратомірів та температурних датчиків. Прилад здійснює вимірювання температури падаючого і зворотного теплоносія, приймає імпульсні сигнали про об'єм теплоносія, що пройшов через витратоміри, та розраховує теплову енергію.

Всі параметри, включаючи:

- обсяг теплоносія  $V_1, V_2$ ,
- теплову потужність  $Q$ ,
- витрату теплоносія  $G$ ,
- температури  $t_1, t_2$ ,
- різницю температур  $\Delta t$
- тиск  $P$ ,

зберігаються в енергонезалежній пам'яті приладу у вигляді архівів:

- **1392** годинні записи;
- **460** добових записів;
- **24** місячні архіви;
- **15** річних архівів.

### Живлення та інтерфейси:

Живлення обчислювача здійснюється від літійового елемента напругою **3,6 В**. Передбачено можливість зчитування даних з дисплея або за допомогою оптичного інтерфейсу з використанням головок типу:

- **№66-99-102** (з 9-полюсним роз'ємом D-sub) – для підключення до ПК або ручного терміналу;
- **№66-99-107** (з 25-полюсним роз'ємом D-sub) – для з'єднання з принтером через послідовний порт.

### Підбір насосного обладнання для ІТП

Для забезпечення циркуляції теплоносія в індивідуальному тепловому пункті застосовано насосне обладнання виробництва компанії Grundfos. Підбір насосів


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

79

здійснювався з використанням ліцензованого програмного забезпечення виробника, що враховує гідравлічні характеристики системи та параметри роботи теплообмінного обладнання виробника, що враховує гідравлічні характеристики системи та параметри роботи теплообмінного обладнання.

### Система опалення I зони житлової частини

Розрахунок витрати води в контурі опалення виконано за формулою:

$$G = \frac{1,1 \cdot 3,6 \cdot Q_{0I3}}{c_p \cdot \rho \cdot (t_{11} - t_{21}) \cdot 10^3} = \frac{1,1 \cdot 3,6 \cdot 917010}{4,187 \cdot 0,9717 \cdot (80 - 60) \cdot 10^3} = 44,6 \text{ м}^3/\text{год} ,$$

Де:

Позначення	Опис параметра	Одиниця виміру
Q_o	Розрахункове теплове навантаження на систему опалення	Вт
ρ	Густина теплоносія при температурі зворотного трубопроводу	кг/м <sup>3</sup>
c_p	Питома теплоємність води	кДж/(кг·К)
t_11	Температура теплоносія в подавальному трубопроводі	°С
t_21	Температура теплоносія в зворотному трубопроводі	°С

Сумарний напір циркуляційного насоса, з урахуванням втрат тиску в системі опалення, теплообміннику та трубопроводному об'язуванні модульного блоку, становить:

$$H_{\text{нас}} = 5,0 + 3,0 + 6,85 = 14,85 \text{ м вод. ст. (приймаємо 15,0 м вод. ст.)}$$

На основі вищенаведених розрахунків до експлуатації прийнято два насоси марки **Grundfos TP 80-210/2 A-F-A-BQQE**, обладнані частотними перетворювачами та підключені до системи автоматизації. Насоси функціонують у режимі «робочий/резервний» з автоматичним перемиканням для забезпечення надійності та рівномірного ресурсу.

Повні технічні характеристики насосного обладнання наведено в технічній документації до модульного тепловузла (див. додатки).

### Система опалення II зони житлової частини

Розрахунок витрати води в контурі опалення виконано за формулою:

						ПЗ	Арк.
							80
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

$$G = \frac{1,1 \cdot 3,6 \cdot Q_{\text{ОІІз}}}{c_p \cdot \rho \cdot (t_{11} - t_{21}) \cdot 10^3} = \frac{1,1 \cdot 3,6 \cdot 682940}{4,187 \cdot 0,9717 \cdot (80 - 60) \cdot 10^3} = 33,2 \text{ м}^3/\text{год} ,$$

Сумарний напір циркуляційного насоса, з урахуванням втрат тиску в системі опалення, теплообміннику та трубопроводному обв'язуванні модульного блоку, становить:

$$H_{\text{нас}} = 6,0 + 3,01 + 6,09 = 15,1 \text{ м вод. ст. (приймаємо 15,5 м. вод. ст.)}$$

На основі вищенаведених розрахунків до експлуатації прийнято два насоси марки **Grundfos TP 65-210/2 A-F-A-BQQE**, обладнані частотними перетворювачами та підключені до системи автоматизації. Насоси функціонують у режимі «робочий/резервний» з автоматичним перемиканням для забезпечення надійності та рівномірного ресурсу.

Повні технічні характеристики насосного обладнання наведено в технічній документації до модульного теплопункту (див. додатки).

### Система опалення вбудованих приміщень

Розрахункова витрата теплоносія в системі опалення вбудованих приміщень визначається за формулою:

$$G = \frac{1,1 \cdot 3,6 \cdot Q_{\text{Овбуд}}}{c_p \cdot \rho \cdot (t_{11} - t_{21}) \cdot 10^3} = \frac{1,1 \cdot 3,6 \cdot 175010}{4,187 \cdot 0,9717 \cdot (80 - 60) \cdot 10^3} = 8,5 \text{ м}^3/\text{год} ,$$

Сумарний напір циркуляційного насоса, з урахуванням втрат тиску в системі опалення, теплообміннику та трубопроводному обв'язуванні модульного блоку, становить:

$$H_{\text{нас}} = 4,0 + 2,94 + 3,66 = 10,6 \text{ м вод. ст. (приймаємо 11,0 м. вод. ст.)}$$

На основі вищенаведених розрахунків до експлуатації прийнято два насоси марки **Grundfos TP 40-180/2 A-F-A-BQQE**, обладнані частотними перетворювачами та підключені до системи автоматизації. Насоси функціонують у режимі «робочий/резервний» з автоматичним перемиканням для забезпечення надійності та рівномірного ресурсу.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Повні технічні характеристики насосного обладнання наведено в технічній документації до модульного теплопункту (див. додатки).

### **Система вентиляції вбудованих приміщень**

Витрата води в системі вентиляції:

$$G = \frac{1,1 \cdot 3,6 \cdot Q_{\text{Ввбуд}}}{c_p \cdot \rho \cdot (t_{11} - t_{21}) \cdot 10^3} = \frac{1,1 \cdot 3,6 \cdot 270740}{4,187 \cdot 0,9717 \cdot (80 - 60) \cdot 10^3} = 13,2 \text{ м}^3/\text{год} ,$$

Сумарний напір циркуляційного насоса, з урахуванням втрат тиску в системі опалення, теплообміннику та трубопроводному об'язуванні модульного блоку, становить

$$H_{\text{нас}} = 4,0 + 2,92 + 4,48 = 11,4 \text{ м вод. ст. (приймаємо } 12,0 \text{ м вод. ст.)}$$

На основі вищенаведених розрахунків до експлуатації прийнято два насоси марки **Grundfos TP 50-160/2 A-F-A-BQQE**, обладнані частотними перетворювачами та підключені до системи автоматизації. Насоси функціонують у режимі «робочий/резервний» з автоматичним перемиканням для забезпечення надійності та рівномірного ресурсу.

Повні технічні характеристики насосного обладнання наведено в технічній документації до модульного теплопункту (див. додатки).

### **Підбираємо регулюючі клапани в ІТП**

Підбір регулюючої арматури здійснюється згідно з методикою, рекомендованою компанією **Danfoss**, яка також може бути застосована для обладнання інших виробників. Алгоритм підбору включає наступні етапи:

1. **Визначення необхідної пропускної спроможності клапана**, виходячи з витрати теплоносія та перепаду тиску на клапані;
2. **Підбір електроприводу клапана**, з урахуванням типу керування (2- або 3-точкове, аналогове) та зусилля, необхідного для переміщення штока;
3. **Оцінка ступеня відкриття клапана** в робочому режимі з метою забезпечення його роботи в стабільній ділянці характеристик;
4. **Перевірка регулюючого клапана на можливість виникнення шуму**, що може виникнути внаслідок кавітації або надмірного перепаду тиску.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата



де:

Позначення	Одиниця виміру	Опис
Kv	м <sup>3</sup> /год	Розрахункова пропускна спроможність регулюючого клапана
V <sub>max</sub>	м <sup>3</sup> /год	Максимальна витрата теплоносія через клапан
ΔP	бар	Перепад тиску на клапані, що приймається в межах 0,3–0,8 бар залежно від гідрравлічних характеристик системи

Задаємо втрати тиску на клапані 0,3 бар.

$$V_{max} = \frac{3,6 \cdot Q_{013}}{c_p \cdot \rho \cdot (t_1 - t_2) \cdot 10^3} = \frac{3,6 \cdot 682940}{4,187 \cdot 0,9685 \cdot (85 - 65) \cdot 10^3} = 30,3 \text{ м}^3/\text{ГОД} ,$$

$$K_V = \frac{30,3}{\sqrt{0,3}} = 55,3 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Обраний регулятор температури **Danfoss VF3 DN65** із **Kvs = 63 м<sup>3</sup>/год** разом з електроприводом **AMV 435** є технічно обґрунтованим вибором, якщо розрахункове значення **Kv** (пропускної здатності) не перевищує 100 м<sup>3</sup>/год при заданому перепаді тиску.

Дійсна витрата тиску:

$$\Delta P = 10 \cdot \frac{V_{max}^2}{K_{VS}^2} = 10 \cdot \frac{30,3^2}{63^2} = 2,31 \text{ м. вод. ст.}$$

Швидкість руху теплоносія в місці встановлення регулятора температури:

$$W = \frac{4 \cdot V_{max} \cdot 10^3}{\pi \cdot 3,6 \cdot (DN)^2} = \frac{4 \cdot 30,3 \cdot 10^3}{\pi \cdot 3,6 \cdot 65^2} = 2,54 \text{ м/с}$$

Рівень відкриття клапану:

$$X = \frac{K_V}{K_{VS}} \cdot 100\% = \frac{55,3}{63} \cdot 100\% = 88\%; \quad X \geq 30\%.$$

### Система опалення вбудованих приміщень

У результаті розрахунків встановлено, що регулюючий клапан повинен мати пропускну спроможність:

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		
						84	

$$K_v = \frac{V_{\max}}{\sqrt{\Delta P}},$$

Задаємо втрати тиску на клапані 0,3 бар.

$$V_{\max} = \frac{3,6 \cdot Q_{013}}{c_p \cdot \rho \cdot (t_1 - t_2) \cdot 10^3} = \frac{3,6 \cdot 175010}{4,187 \cdot 0,9685 \cdot (85 - 65) \cdot 10^3} = 7,77 \text{ м}^3/\text{ГОД},$$

$$K_v = \frac{7,77}{\sqrt{0,3}} = 14,2 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Обраний регулятор температури **Danfoss VF3 DN32** із **Kvs = 16 м<sup>3</sup>/год** разом з електроприводом **AMV 435** є технічно обґрунтованим вибором, якщо розрахункове значення **Kv** (пропускної здатності) не перевищує 100 м<sup>3</sup>/год при заданому перепаді тиску

Дійсна витрата тиску:

$$\Delta P = 10 \cdot \frac{V_{\max}^2}{K_{Vs}^2} = 10 \cdot \frac{7,77^2}{16^2} = 2,4 \text{ м. вод. ст.}$$

Швидкість руху теплоносія в місці встановлення регулятора температури:

$$W = \frac{4 \cdot V_{\max} \cdot 10^3}{\pi \cdot 3,6 \cdot (DN)^2} = \frac{4 \cdot 7,77 \cdot 10^3}{\pi \cdot 3,6 \cdot 32^2} = 2,7 \text{ м/с}$$

Рівень відкриття клапану:

$$X = \frac{K_v}{K_{Vs}} \cdot 100\% = \frac{14,2}{16} \cdot 100\% = 89\%; \quad X \geq 30\%.$$

### Система вентиляції вбудованих приміщень

У результаті розрахунків встановлено, що регулюючий клапан повинен мати пропускну спроможність:

$$K_v = \frac{V_{\max}}{\sqrt{\Delta P}},$$

Задаємо втрати тиску на клапані 0,3 бар.

$$V_{\max} = \frac{3,6 \cdot Q_{013}}{c_p \cdot \rho \cdot (t_1 - t_2) \cdot 10^3} = \frac{3,6 \cdot 270740}{4,187 \cdot 0,9685 \cdot (85 - 65) \cdot 10^3} = 12,0 \text{ м}^3/\text{ГОД},$$

$$K_v = \frac{12,0}{\sqrt{0,3}} = 21,9 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Обраний регулятор температури **Danfoss VF3 DN40** із **Kvs = 25 м<sup>3</sup>/год** разом з електроприводом **AMV 435** є технічно обґрунтованим вибором, якщо розрахункове значення **Kv** (пропускної здатності) не перевищує 100 м<sup>3</sup>/год при заданому перепаді тиску

						ПЗ		Арк.
								85
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата			

Дійсна витрата тиску:

$$\Delta P = 10 \cdot \frac{V_{max}^2}{K_{VS}^2} = 10 \cdot \frac{12^2}{25^2} = 2,3 \text{ м. вод. ст.}$$

Швидкість руху теплоносія в місці встановлення регулятора температури:

$$W = \frac{4 \cdot V_{max} \cdot 10^3}{\pi \cdot 3,6 \cdot (DN)^2} = \frac{4 \cdot 12 \cdot 10^3}{\pi \cdot 3,6 \cdot 40^2} = 2,65 \text{ м/с}$$

Рівень відкриття клапану:

$$X = \frac{K_V}{K_{VS}} \cdot 100\% = \frac{21,9}{25} \cdot 100\% = 88\%; \quad X \geq 30\%.$$

### Підбираємо мембранних розширювальних баків в ІТП

У системі опалення незалежного типу компенсація змін об'єму теплоносія, спричинених температурним розширенням, здійснюється за допомогою мембранних розширювальних ємностей. Підбір таких ємностей виконується на основі методики, наведеної в Додатку Л до нормативного документа ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»

### Система опалення І зони житлових приміщень

Загальний об'єм теплоносія, який може бути вміщено в розширювальну ємність:

$$V_{\text{exp, min}} = (V_e + V_{WR}) \frac{P_e + 1}{P_e - P_o}, \text{ дм}^3.$$

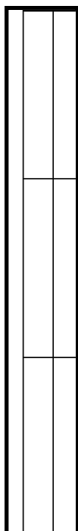
де

Позначення	Параметр	Значення
$V_{(WR)}$	Резервний об'єм теплоносія	дм <sup>3</sup>
$V_e$	Приріст об'єму теплоносія внаслідок температурного розширення	дм <sup>3</sup>
$P_o$	Початковий тиск у системі	42 м. вод. ст. = 4,12 бар
$P_e$	Максимальний робочий тиск у системі	61 м. вод. ст. = 5,98 бар

Збільшення об'єму теплоносія  $V_e$  визначається з урахуванням питомого об'ємного розширення при досягненні максимальної температури в системі теплопостачання.:

$$V_e = e \frac{V_{\text{system}}}{100} = 2,89 \cdot \frac{11004}{100} = 318 \text{ дм}^3,$$

де — значення питомого об'ємного розширення води, %, що встановлюється згідно з довідковими матеріалами додатка Л ДБН В.2.5-67:2013;  $V_{\text{system}}$  — загальний об'єм води, що циркулює в системі, при цьому  $V_{\text{system}} = 11004 \text{ дм}^3$ .»



Резервний об'єм теплоносія встановлюється згідно з вимогами нормативів, виходячи з особливостей функціонування системи

$$V_{WR} = 0,005 \cdot V_{system} = 0,005 \cdot 11004 = 55,0 \text{ дм}^3.$$

Загальний об'єм теплоносія, що вміщується в розширювальному баку

$$V_{exp,min} = (318 + 55) \cdot \frac{5,98 + 1}{5,98 - 4,12} = 1400 \text{ дм}^3$$

Для врівноваження температурного розширення теплоносія в системі передбачено монтаж двох мембранних баків ємністю по 750 літрів, з номінальним тиском PN10

### Система опалення II зони житлових приміщень

Загальний об'єм теплоносія, що вміщується в розширювальному баку

$$V_{exp,min} = (V_e + V_{WR}) \frac{P_e + 1}{P_e - P_o}, \text{ дм}^3.$$

де

Позначення	Параметр	Значення
$V_{WR}$	Резервний об'єм теплоносія	дм <sup>3</sup>
$V_e$	Приріст об'єму теплоносія внаслідок температурного розширення	дм <sup>3</sup>
$P_o$	Початковий тиск у системі	78 м. вод. ст. = 7,65 бар
$P_e$	Максимальний робочий тиск у системі	99 м. вод. ст. = 9,71 бар

Збільшення об'єму теплоносія  $V_e$  визначається з урахуванням питомого об'ємного розширення при досягненні максимальної температури в системі теплопостачання.:

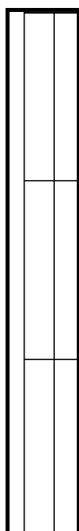
$$V_e = e \frac{V_{system}}{100} = 2,89 \cdot \frac{8195}{100} = 237 \text{ дм}^3,$$

де — значення питомого об'ємного розширення води, %, що встановлюється згідно з довідковими матеріалами додатка Л ДБН В.2.5-67:2013;  $V_{system}$  — загальний об'єм води, що циркулює в системі, при цьому  $V_{system} = 8195 \text{ дм}^3$ .»

Резервний об'єм теплоносія встановлюється згідно з вимогами нормативів, виходячи з особливостей функціонування системи

$$V_{WR} = 0,005 \cdot V_{system} = 0,005 \cdot 8195 = 41,0 \text{ дм}^3.$$

Загальний об'єм теплоносія, що вміщується в розширювальному баку



$$V_{exp,min} = (237 + 41,0) \cdot \frac{9,71 + 1}{9,71 - 7,65} = 1445 \text{ дм}^3$$

Для врівноваження температурного розширення теплоносія в системі передбачено монтаж двох мембранних баків ємністю по 750 літрів, з номінальним тиском PN10

### Система опалення вбудованих приміщень

Максимальна місткість розширювальної ємності для робочої рідини:

$$V_{exp,min} = (V_e + V_{WR}) \frac{P_e + 1}{P_e - P_o}, \text{ дм}^3.$$

де

Позначення	Параметр	Значення
$V(WR)$	Резервний об'єм теплоносія	дм <sup>3</sup>
$V(e)$	Приріст об'єму теплоносія внаслідок температурного розширення	дм <sup>3</sup>
$P_o$	Початковий тиск у системі	3 м. вод. ст. = 0,29 бар
$P_e$	Максимальний робочий тиск у системі	19 м. вод. ст. = 1,86 бар

$V_e$  – приріст об'єму теплоносія, що визначається відповідно до відносного розширення при досягненні максимальної температури в системі теплозабезпечення

$$V_e = e \frac{V_{system}}{100} = 2,89 \cdot \frac{2100}{100} = 60,7 \text{ дм}^3,$$

де  $e$  — питомих відносне розширення водяного теплоносія, %, значення якого приймається згідно з довідковими даними додатка Л до ДБН В.2.5-67:2013;

$V_{system}$  — загальний об'єм теплоносія в системі, який становить 2100 дм<sup>3</sup>.

З метою компенсації можливих об'ємних коливань передбачено додатковий об'єм теплоносія, що складає:

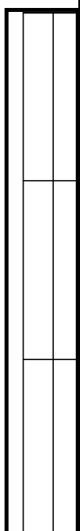
$$V_{WR} = 0,005 \cdot V_{system} = 0,005 \cdot 2100 = 10,5 \text{ дм}^3.$$

Об'ємна місткість мембранного бака при нормальних умовах експлуатації:

$$V_{exp,min} = (60,7 + 10,5) \cdot \frac{1,86 + 1}{1,86 - 0,29} = 130 \text{ дм}^3$$

Температурне розширення робочого середовища компенсується встановленою мембранною ємністю об'ємом 150 л з номінальним тиском 10 бар.

**Вентиляційне обладнання, передбачене для обслуговування внутрішніх (інтегрованих у будівлю) приміщень**



						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		88

Загальна місткість розширювального мембранного бака:

$$V_{exp,min} = (V_e + V_{WR}) \frac{P_e + 1}{P_e - P_o}, \text{ дм}^3.$$

де

Позначення	Параметр	Значення
$V_{WR}$	Резервний об'єм теплоносія	дм <sup>3</sup>
$V_e$	Приріст об'єму теплоносія внаслідок температурного розширення	дм <sup>3</sup>
$P_o$	Початковий тиск у системі	3 м. вод. ст. = 0,29 бар
$P_e$	Максимальний робочий тиск у системі	20 м. вод. ст. = 1,96 бар

Збільшення об'єму теплоносія  $V_e$  визначається з урахуванням питомого об'ємного розширення при максимальній робочій температурі теплоносія в системі:

$$V_e = e \frac{V_{system}}{100} = 2,89 \cdot \frac{3252}{100} = 94 \text{ дм}^3,$$

де:

$e$  — відносний коефіцієнт об'ємного розширення води, % (визначається за табличними значеннями з додатка Л ДБН В.2.5-67:2013);

$V_{system}$  — сумарна водомісткість системи тепlopостачання, що дорівнює 3252 дм<sup>3</sup>.»

Резервний (страхувальний) об'єм теплоносія встановлюється на рівні:

$$V_{WR} = 0,005 \cdot V_{system} = 0,005 \cdot 3252 = 16,3 \text{ дм}^3.$$

Сумарний внутрішній об'єм розширювального обладнання:

$$V_{exp,min} = (94 + 16,3) \cdot \frac{1,96 + 1}{1,96 - 0,29} = 196 \text{ дм}^3$$

З метою компенсації об'ємних змін теплоносія при зміні температури передбачено встановлення двох мембранних розширювальних ємностей об'ємом по 200 л з розрахунковим тиском PN10

### Трубопроводи, арматура, дренаж

Трубопровідна обв'язка ІТП виконується із сталевих електрозварних труб відповідно до вимог ДСТУ 8943:2019, а також із сталевих труб для водо- та газопостачання згідно з ДСТУ 8936:2019.

ПЗ

Арк.

89

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Для дренажних ліній передбачено застосування оцинкованих сталевих водогазопровідних труб, що відповідають стандарту ДСТУ 8936:2019.

В якості запірних елементів у системі використовуються кульові крани.

У нижніх точках теплової мережі передбачено встановлення арматури для зливу теплоносія, тоді як у верхніх зонах системи розміщуються автоматичні пристрої для випуску повітря.

Відведення дренажних вод з трубопроводів і блокових модулів ІТП виконується через дренажні лійки з розривом струменя у дренажний приямок.

### **Заходи з енергозбереження**

Технічні рішення, реалізовані при проектуванні індивідуального теплового пункту, спрямовані на підвищення загальної ефективності функціонування теплотехнічного обладнання та забезпечення його стабільної та безвідмовної роботи.

Основні заходи з енергозбереження включають:

- Впровадження системи опалення з можливістю автоматичного регулювання витрати теплоносія, що забезпечує адаптацію тепло споживання відповідно до зовнішніх умов без порушення гідравлічного режиму системи.
- Оснащення теплового пункту засобами автоматизації для керування споживанням теплової енергії в опалювальних та вентиляційних системах.
- Організація приладів обліку теплової енергії з метою контролю та оптимізації витрат.
- Застосування сучасних теплоізоляційних рішень для зменшення втрат тепла в трубопроводних мережах.

### **Захист від шуму та вібрації**

У рамках проєкту передбачено низку заходів, спрямованих на зменшення шумового та вібраційного впливу, що виникає при роботі обладнання індивідуального теплового пункту. Зазначені рішення реалізуються з метою недопущення перевищення нормативних рівнів шуму та вібрації відповідно до вимог ДБН В.2.5-67:2013.

До основних технічних рішень у цій сфері належать:

- Встановлення малошумних насосних агрегатів із «мокрим» ротором, які не потребують монтажу на фундамент, що дозволяє знизити передачу вібрацій на будівельні конструкції;


<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

<i>ПЗ</i>					<i>Арк.</i>
					90



Функціонування теплового пункту здійснюється у повністю автоматизованому режимі, без постійного присутності обслуговуючого персоналу. Для забезпечення безаварійної експлуатації обладнання, трубопровідних систем і запірної арматури проєктом передбачено реалізацію наступних заходів:

Застосування теплоізоляційних матеріалів на трубопроводах і елементах обладнання з температурою зовнішньої поверхні вище +40 °С;

Доступ до арматури, змонтованої на висоті понад 1,5 метра, забезпечується за допомогою мобільних драбин або іншого інвентарю, що відповідає вимогам техніки безпеки;

Приміщення ІТП укомплектоване системами опалення, витяжної вентиляції та штучного освітлення відповідно до нормативних вимог.

Проєктне рішення передбачає встановлення заводського обладнання серійного виробництва, яке пройшло відповідні випробування та не має конструктивних недоліків.

### **Автоматизація**

Розділ проєкту присвячений організації автоматизованого керування роботою технологічного обладнання індивідуального теплового пункту.

Передбачені функції автоматизації охоплюють наступні процеси:

Автоматичне регулювання температури теплоносія, що подається до системи опалення, із урахуванням температури зовнішнього повітря (погода залежне управління);

Підтримання заданого перепаду тиску між падаючим і зворотним трубопроводами системи опалення;

Здійснення локального керування циркуляційними насосами у ручному режимі;

Автоматичне увімкнення резервного насоса у випадку виходу з ладу основного агрегату;

Контроль робочих параметрів теплоносія — температури та тиску — за допомогою встановлених місцевих показувальних приладів.

### **Зовнішнє електропостачання**

Живлення електрообладнання індивідуального теплового пункту організовано відповідно до вимог другої категорії надійності електропостачання. Підключення здійснюється від двох незалежних джерел живлення напругою 380/220 В через п'ятижильні

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

кабелі (L1, L2, L3, N, PE), які підведені до ввідно-розподільчого щита з автоматичним введенням резерву (АВР) типу «ЩВР».

Основні електротехнічні характеристики системи наведено в таблиці нижче:

Найменування показника	Чисельне значення
Встановлена потужність, кВт	19,0
Розрахункова потужність, кВт	10,0
Напруга мережі живлення, В	~380/220
Усереднений коефіцієнт потужності (cos φ)	0,83

### Щит живлення ІТП

Для забезпечення електроживлення обладнання індивідуального теплового пункту в межах даного проекту передбачено встановлення ввідно-розподільчого щита типу «ЩВР», що оснащений автоматичними вимикачами на обох вводах. Подача напруги здійснюється після вузла автоматичного вводу резерву (АВР) та облікового пристрою, який забезпечує вимірювання споживання електроенергії.

Щит «ЩВР» також виконує функцію контролю напруги на обох незалежних вводах, за допомогою відповідного релейного обладнання. У випадку зникнення живлення з одного з джерел формується аварійне сповіщення — комбінований світлозвуковий сигнал, що виводиться на панель сигналізації.

До складу електроспоживачів, які живляться від зазначеного щита, входять:

- щити автоматизації системи опалення першої та другої зон («ЩА СОІ», «ЩА СОІІ»)
- з вузлами підживлення і частотними приводами;
- щит керування опаленням вбудованих приміщень («ЩА СОВП»);
- щит автоматизації вентиляційної системи вбудованих приміщень («ЩА СВВП»);
- прилади сигналізації та управління;
- освітлювальне обладнання — робоче та аварійне (ЯТП-0,25 220/12 В);
- дренажний насос.

Силові електричні мережі реалізовано за радіальною схемою. Прокладка кабелів виконується мідними проводами відповідного перерізу згідно з розрахунковим навантаженням. Монтаж кабелів здійснюється у металорукавах із фіксацією скобами, у пластикових коробах по стінах, а також по електромонтажних лотках, закріплених на стелі з використанням монтажних шпильок.

### Електроосвітлення


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ					Арк.
					93



## Висновки

В У межах даної кваліфікаційної роботи були встановлені кліматичні характеристики району розташування об'єкта та виконано сейсмічне зонування. Основну увагу зосереджено на проектуванні дахової котельні, внутрішньо будинкових теплових мереж та індивідуального теплового пункту (ІТП).

Проведено розрахунок необхідної теплової потужності дахової котельні. Температурні параметри теплоносія в системі складають T1/T2 – 85/65 °С або 70/45 °С відповідно до режиму роботи, з робочими тисками: P1 = 0,55 МПа, P2 = 0,37 МПа.

З урахуванням теплових навантажень було підібрано відповідне інженерне обладнання:

- **Котли типу "Logano plus GB402-620"** виробництва "Bosch Thermotechnik GmbH" (Німеччина), кожен тепловою потужністю 578,2 кВт – 4 одиниці;
- **Циркуляційні насоси** – 2 шт. (1 робочий, 1 резервний);
- **Запобіжні клапани**, призначені для захисту обладнання від перевищення тиску;
- **Установка водо підготовки**, яка забезпечує отримання знесолоної води, до складу якої входять:
  - два механічні фільтри Arkal 1” Short;
  - фільтр сорбційної очистки Ecosoft FPA1252;
  - установка зворотного осмосу MO 6500 зі станцією дозування антискаланту.

У котельні також передбачено встановлення **резервного накопичувального бака хімічно очищеної води** та **двох підживлювальних насосів** виробництва “Wilo” (один насос працює, інший – у резерві). Після водо підготовки пом'якшена вода подається в **підживлювальний бак об'ємом 0,5 м³**, звідки насосом здійснюється подача в теплову мережу. Рівень води в баку контролюється автоматично за допомогою поплавкового клапана; у разі падіння рівня нижче заданої межі спрацьовує аварійна сигналізація.

**Підживлення мережі** виконується за допомогою насосної установки з мембранним баком ємністю 24 літри та керуючим блоком. У разі зниження тиску в зворотному трубопроводі вода з бака надходить у систему, після чого автоматично вмикається насос для відновлення тиску.

Передбачено встановлення **двох мембранних розширювальних баків об'ємом 1000 л кожен**.

ПЗ

Арк.

95

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата



ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ ТА НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ, НА ЯКІ ПОСИЛАЮТЬСЯ

1. ДБН В.2.5-39:2008. «Теплові мережі».
2. ДБН В.2.5-77:2014. «Котельні». Зі зміною №1
3. ДБН В.2.5-67:2013. «Опалення, вентиляція та кондиціонування».
4. ДБН В.2.5-20-2018 “Газопостачання”;
5. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій»;
6. ДБН В.2.5-56-2014 «Системи протипожежного захисту
7. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».
8. ДСТУ Б А.2.4-1:2009. СПДБ. Умовні зображення і позначення трубопроводів та їх елементів.
9. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».
10. ДСТУ Б А.2.4-4:2009 “Система проектної документації для будівництва”;
11. Podenezhko, Y., Kirichenko, M., & Cherpurnyi, N. C. V. Study of Heating Devices Based on a First-Order Phase Transition. VENTYLIATSIIA, OSVITLENNIA TA TERLOHAZOPOSTACHANNIA, 70.
12. Методика розрахунку та встановлення обмежувальних пристроїв у системах теплопостачання. ПАТ «КИЇВЕНЕРГО», Київ-2014 р.
13. ДСТУ EN1434 -1:2006 «Теплолічильники. Загальні вимоги.»
14. Каталог HILTI
15. Каталог Walraven
16. ХУДЕНКО, Анатолій Андрійович; КИРИЧЕНКО, Михайло Анатолійович. Методика розрахунку електричних повітрянагрівачів електрокалориферів з тен.Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, 2001, 3: 43-49.
17. О.В. Гвоздецький , В.І. Романтовський, І.І. Уланченко. Методичні вказівки до курсового проекту «Гаряче водопостачання та тепловий пункт жилого будинку».- Харків: ХНУБА, 2015.- 88с.
18. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі тепла / М.Ф. Боженко, В.П. Салко. К.: ІВЦ «Видавництво Політехніка» , 2004.-192с.
19. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі тепла. Методичні вказівки -. К.: НТУУ «КПІ» , ТЕФ. 2008.-64с.

						ПЗ	Арк.
							97
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

