

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики
Кафедра теплової та альтернативної енергетики

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Віталій ПЕШКО

(підпис)

(ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

“ ” 2026 р

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою

«Теплоенергетика та теплоенергетичні установки електростанцій»
(спеціалізація)

спеціальності 144 «Теплоенергетика»
(код та назва спеціальності)

на тему: «Реконструкція індивідуального теплового пункту в м. Києві»

Виконав: студент IV курсу, групи TU - 22

Кононенко Станіслав Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник доцент, к.т.н. Андрій СОЛОМАХА

(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

(підпис)

Консультант з охорони праці доцент, к.т.н. Сергій КАШТАНОВ

(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

(підпис)

Рецензент

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань

Студент

(підпис)

Керівник

(підпис)

Київ – 2026 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Інститут Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики
Кафедра Теплової та альтернативної енергетики
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис) Віталій ПЕШКО
(Ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

“ ____ ” _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту
Станіславу Кононенку
(Власне ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

1. Тема проєкту «Реконструкція індивідуального теплового пункту в м.Києві»
керівник проєкту Соломаха Андрій Сергійович, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від 28 травня 2026 р. № 1992-с

2. Термін подання студентом проєкту 26.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту:

- 1) Населений пункт – м. Київ.
- 2) Кількість будинків – 1.
- 3) Кількість поверхів – 9.
- 4) Теплова мережа – 95 °C на 70 °C.
- 5) Площа ІТП 34,8 м².
- 6) Об'єм 76,56 м³.

4. Зміст пояснювальної записки:

- 1) Розрахунок існуючих параметрів ІТП.
- 2) Аналіз стану та розрахунку існуючого ІТП.
- 3) Підбір основного та допоміжного обладнання ІТП.
- 4) Розробити заходи охорони праці.
- 5) Перелік графічного матеріалу: Принципова схема ІТП, схеми проєктних рішень, розташування обладнання та трубопроводів та окремі ілюстрації.
6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Сергій КАШТАНОВ, доцент		
Нормоконтроль	Петро МЕРЕНГЕР, ст. викладач		
Технічний контроль	Інна БЕДНАРСЬКА, асист.		

7. Дата видачі завдання 11 лютого 2026 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Розрахунок та оцінка існуючого ІТП		
	- витрати теплоносія на ГВП та ОП	04.05.2026 р.	
2	Теплова схема ІТП		
	- опис схеми	11.05.2026 р.	
	вихідні дані	11.05.2026 р.	
3	Розрахунки та вибір обладнання:		
	- насоси, регулятори, бак та теплообмінники	18.05.2026 р.	
4	Графічний матеріал		
	-Теплова схема та окремі	26.05.2026 р.	
5	Оформлення дипломного проєкту	29.05.2026 р.	
6	Охорона праці	01.06.2026 р.	

Студент

(підпис)

Станіслав КОНОНЕНКО

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту

(підпис)

Андрій СОЛОМАХА

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

АНОТАЦІЯ

Дипломний проєкт першого (бакалаврського) рівня вищої освіти на тему: «Реконструкція індивідуального теплового пункту в м.Києві»: містить записку на 67 с., 13 рис., 8 табл., 9 джерел, 4 роздруківки та 6 креслеників формату А2.

Індивідуальний тепловий пункт (ІТП) — це автоматизований вузол у підвалі будинку, який приймає гарячу воду від міста, знижує її температуру й тиск до безпечного рівня та розподіляє по квартирах.

Робота нижче була виконана з ціллю підвищення енергоефективності, надійності та безпеки системи теплопостачання житлового будинку в м. Києві шляхом розробки технічних рішень з реконструкції індивідуального теплового пункту із впровадженням сучасного обладнання.

Для оцінки та точного розрахунку необхідних параметрів з метою підбору нового обладнання, було здійснено відповідний розрахунок. До роботи додаються схеми існуючого ІТП та проєктні рішення.

SUMMARY

Bachelor's thesis of the first level of higher education on the topic "Reconstruction of an Individual Heating Substation in Kyiv": includes a 67-pages, 13 illustrations, 8 tables, 9 references, 4 printouts and 6 A2-format drawings

An individual heating substation (IHS) is an automated unit located in the basement of a building that receives hot water from the city, reduces its temperature and pressure to safe levels, and distributes it to apartments.

The work below was carried out with the aim of improving the energy efficiency, reliability, and safety of the heat supply system for a residential building in Kyiv by developing technical solutions for the reconstruction of the individual heat distribution unit with the installation of modern equipment.

To assess and accurately calculate the necessary parameters for selecting new equipment, the corresponding calculations were performed. Schemes of the existing IHS and project solutions are attached to the work.

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту

на тему: « Реконструкція індивідуального теплового пункту
в м. Києві »

Київ – 2026 року

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	10
1. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТУ.....	11
2. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТУ.....	13
2.1. Вихідні дані.....	13
2.2. Планувальні та конструктивні рішення.....	13
2.3. Приєднання системи теплоспоживання до теплових мереж.....	14
2.3.1. Існуюче становище.....	14
2.3.2. Проектні рішення.....	16
2.4. Розрахунок витрат теплоносія.....	17
3. РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОСНОВНОГО ТА ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ ІТП.....	19
3.1. Насоси, регулятори й бак системи опалення.....	19
3.2. Насоси, регулятори й бак системи ГВП.....	25
3.3. Перевірочний розрахунок лічильника витрат теплової енергії.....	29
3.4. Розрахунок лічильника системи підживлення.....	30
3.5. Розрахунок обмежувальної шайби.....	31
4. ПІДБІР ТЕПЛООБМІННИКІВ.....	34
4.1. Теплообмінник для системи ОП.....	34
4.2 Теплообмінник для системи ГВП.....	36
5. ЗАМІНА ІСНУЮЧОГО ЗАГАЛЬНОГО ПРИЛАДУ ОБЛІКУ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ТА ПОДАЛЬШІ ВКАЗІВКИ.....	38
5.1. Технічні характеристики теплолічильника.....	38

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Реконструкція ІТП м.Києві Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Кононенко С.О.					6	71
Перевір.		Соломаха А.С.						
Т. контр.		Беднарьська І.С.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ННІ АТЕ, каф. ТАЕ, гр ТУ-22		
Н. Контр.		Меренгрер П.П.						
Зав.каф.		Пешко В.А.						

5.2. Розрахунок додаткових гідравлічних втрат від встановлення вузла обліку..	40
5.3. Визначення втрат тиску на ділянках трубопроводів.....	41
5.4. Загальні додаткові гідравлічні втрати.....	42
5.5. Загальні вказівки по монтажу, експлуатації та обслуговуванню приладів...	43
5.6. Порядок обліку та розрахунків за тепло.....	47
5.7. Вказівки по заходах безпеки.....	49
5.8. Захист трубопроводів від корозії.....	51
5.9. Заходи по енергозбереженню та захисту навколишнього середовища.....	51
5.10. Вказівки по метрологічній перевірці теплотічильника.....	52
5.11. Програма пусконаладжувальних робіт.....	52
6. ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	54
6.1. Трубопроводи та розрахунок теплоізоляції.....	54
7. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	57
7.1. Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації об'єкту...	57
7.1.1. Електробезпека.....	58
7.2. Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії.....	60
7.2.1. Мікроклімат та повітря робочої зони.....	60
7.2.2. Виробниче освітлення.....	61
7.2.3. Виробничий шум і вібрації.....	61
7.3. Пожежна безпека та профілактика.....	62
ВИСНОВКИ.....	64
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	65
ДОДАТОК А.....	66
ДОДАТОК Б.....	71

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ГВП – гаряче водопостачання

ОП – опалення

t – температура

ρ – густина

c – питома теплоємність

G – масова витрата

N – потужні

H – напір

V – об'ємна витрата води/ об'єм

Q – теплове навантаження

P – напір

k_{vs} – пропускна можливість

X_p – коефіцієнт ходу

v – швидкість

h – гідравлічний опір

q – витрата (один прилад)

Δ – перепад/різниця

d – зовнішній діаметр

D – внутрішній діаметр

ξ – місцевий опір

L – довжина

R – питома втрата тиску на тертя

δ – товщина ізоляційного слою

λ – коефіцієнт гідравлічного опору тертя

β – поправочний коефіцієнт

K – шорсткість

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

B – співвідношення зовнішнього діаметру ізоляційного слою до зовнішнього діаметру трубопроводу

a – коефіцієнт тепловіддачі

r – опір теплопередачі

Індекси

o – опалення

h – гаряче водопостачання

нас – насос

п.н. – підживлювальний насос

c – система

v – об'ємна пропускна здатність

кл – клапан

e – розширення

$d_{ш}$ – дросельна шайба

k – конструкція

tot – загальний

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Метою реконструкції ІТП є встановлення модульного індивідуального теплового пункту із модулями на систему опалення, систему гарячого водопостачання, систему підживлення; заміна загального існуючого вузла обліку теплової енергії.

Приєднання об'єкта виконується від теплових мереж ТМ-3 СТ-1 (ТЕЦ-5), РТМ «Печерськ».

Проектом передбачається реконструкція системи теплопостачання житлового будинку по вул. Мала Житомирська, 10.

Система опалення підключається до теплових мереж по незалежній схемі через пластинчастий теплообмінник та циркуляційні насоси, встановлені на подавальному трубопроводі.

Система гарячого водопостачання будівлі приєднується до теплових мереж по паралельній схемі через одноступеневий пластинчастий теплообмінник та циркуляційні насоси.

Існуючий елеваторний вузол в ІТП залишається в резерві.

Теплове навантаження житлового будинку після реконструкції залишається без змін.

Вузол обліку теплової енергії загальний з теплотічильником АКВА MBT-2М НК з ультразвуковими витратомірами ULTRAHEAT T150 (2WR752) DN25 (2шт.) на подавальному та зворотному трубопроводах.

Вузол теплового вводу обладнаний приладами контролю.

Теплотічильник:

Загальний АКВА MBT ULTRAHEAT (2WR752) (DN25-2шт.)

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТУ

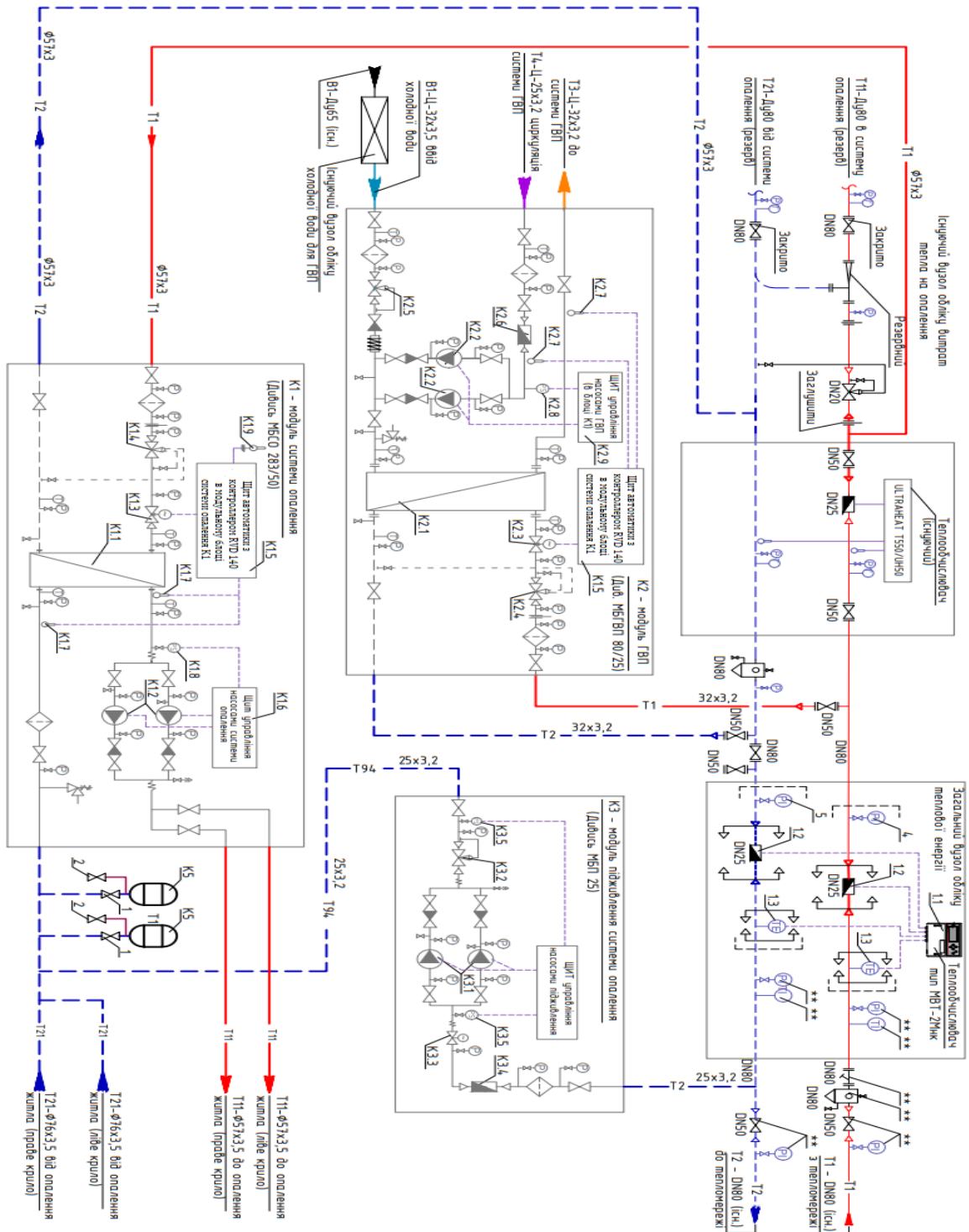


Рисунок 1.1 – Принципова схема ІТП

- **Загальна характеристика**

Принципова теплова схема ІТП передбачає підключення теплоносія від теплової мережі через вузол вводу із запірною арматурою. Далі він проходить через грязьовики для грубої очистки та систему контрольно-вимірювальних приладів (манометри, термометри, теплолічильники), що дозволяють контролювати його параметри. Після вузла обліку теплова енергія розподіляється між різними системами будинку.

- **Підключені системи**

Опалення – працює за незалежною схемою з використанням теплообмінника та циркуляційних насосів. Гаряче водопостачання (ГВП) – підключене через пластинчастий теплообмінник безпосередньо до теплових мереж.

- **Автоматичне регулювання**

Для підтримання необхідних температур застосовується система автоматичного РІ-регулювання з контролером, регуляторами перепаду тиску та температури. Витрата теплоносія коригується залежно від температури зовнішнього повітря та самого теплоносія, що забезпечує комфортні умови для мешканців.

- **Цільові параметри**

Температура повітря у квартирах: 20 °С

Температура гарячої води: 60 °С

Таким чином, ІТП виконує функцію регулювання, очищення та розподілу теплової енергії, забезпечуючи стабільне опалення та гаряче водопостачання відповідно до потреб будинку.

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

2 РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТУ

2.1 Вихідні дані

1) Теплове навантаження об'єкта:

Загальне 0,283 (0,389) Гкал/год (МВт)

В тому числі:

- опалення 0,252 (0,293) Гкал/год (МВт)

- гаряче водопостачання середнє 0,031 (0,036) Гкал/год (МВт)

- вентиляція

- технологія

- гаряче водопостачання максимальне 0,073 (0,085) Гкал/год (МВт)

- гаряче водопостачання середньодобове

2) Температурний графік теплової мережі:

розрахунковий 150/70°C;

фактичний 115/70 °C.

Влітку теплові мережі працюють за температурним графіком 70/30 °C.

Температурний графік системи опалення: 95/70°C.

Тиск в трубопроводах теплової мережі:

- подавальному $9,8 \pm 0,5$ кгс/см²;

- зворотному $3,0 \pm 0,5$ кгс/см².

2.2 Планувальні та конструктивні рішення

Будинок існуючий 9-ти поверховий. Індивідуальний тепловий пункт (ІТП) розташовано в підвалі житлового будинку на відм. 0,000. Площа ІТП – 34,8 м², об'єм – 76,56 м³. Висота приміщення ІТП – 2,2 м. Індивідуальний тепловий пункт має один вихід на сходову клітину будівлі. Обслуговування арматури і обладнання на висоті вище 1,5 м виконується за допомогою пересувної існуючої драбини-площини.

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13



Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд встановленого обладнання

2.3 Приєднання системи теплоспоживання до теплових мереж

2.3.1 Існуюче становище

ІТП житлового будинку обладнано:

– існуючим загальним вузлом обліку теплової енергії з теплолічильником СВТУ-11Т та двома витратомірами ВД-32. (Акт №2/2-4/04-4634 від 23.04.2024 про готовність вузла комерційного обліку Споживача до роботи).



Рисунок 2.1 – Теплолічильник СВТУ-11Т

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

– існуючим вузлом обліку витрат теплової енергії на систему опалення ULTRAHEATT550/UH50 з одним витратоміром Ду25 на подаючому трубопроводі, який реконструкції не підлягає.



Рисунок 2.2 – Теплолічильник ULTRAHEATT550/UH50

Існуюча система опалення житлового будинку підключена до системи теплопостачання по залежній схемі через елеватор.

Система гарячого водопостачання підключена до системи теплопостачання по двохступеневій схемі через кожухотрубчаті теплообмінники.



Рисунок 2.3 – Зображення приєднання ІТП до тепломережі

2.3.2 Проектні рішення



Рисунок 2.4 – Теплообчислювач MBT-2Мнк

Проектом передбачено заміну існуючого загального вузла обліку теплової енергії з теплोलічильником СВТУ-11Т та двома витратомірами ВД-32 на теплोलічильник АКВА-MBT в складі обчислювача MBT-2Мнк2 з двома витратомірами ULTRAHEAT T150 (2WR752) Ду25.

Схеми підключення систем теплоспоживання до теплових мереж прийняті згідно завдання на проектування:

- Системи опалення – по незалежній схемі через теплообмінник з циркуляційними насосами з автоматичним регулюванням температури теплоносія по температурі зовнішнього повітря. Проектом не передбачається реконструкція існуючої системи опалення. Існуючий елеваторний вузол залишається в якості резервного підключення системи опалення до теплової мережі.

- Система – гарячого водопостачання – по паралельній схемі через теплообмінник з автоматичним регулюванням температури гарячої води в системі ГВП та циркуляційними насосами. Проектом не передбачається реконструкція існуючої внутрішньої системи ГВП.

2.4 Розрахунок витрат теплоносія

Визначення розрахункових витрат мережної води виконано у відповідності з ДВН В.2.5- 39:2008 “Теплові мережі”.

2.4.1 Розрахункова максимальна витрата теплоносія на опалення

$$G_{0\max} = \frac{3,6 \cdot Q_{0\max}}{c \cdot (T_1 - T_2)}, m/\text{год} \quad V_0 = \frac{G_{0\max}}{\rho}, m^3/\text{год} \quad (2.1)$$

Де $Q_{0\max}$ - максимальна витрата тепла на опалення, 293 кВт;

T_1 - температура води в подавальному трубопроводі, °С;

T_2 - температура води в зворотному трубопроводі, °С;

c - питома теплоємність води, $c = 4,187$ кДж/(кг °С);

ρ_{150} - густина теплоносія при температурі 150°С - $\rho = 917$ кг/м³;

ρ_{115} - густина теплоносія при температурі 115°С - $\rho = 947$ кг/м³;

ρ_{70} - густина теплоносія при температурі 70°С - $\rho = 978$ кг/м³.

2.4.2. Розрахункова максимальна витрата теплоносія на опалення

при розрахунковому температурному графіку теплових мереж – 150-70°С;

$$G_{0\max} = \frac{3,6 \cdot 293}{4,187 \cdot (150 - 70)} = 3,15 m/\text{год}$$

В подавальному трубопроводі

$$V_{0\max} = \frac{3,15}{0,917} = 3,44 m^3/\text{год}$$

В зворотному трубопроводі

$$V_{0\max} = \frac{3,15}{0,978} = 3,22 m^3/\text{год}$$

2.4.3. Розрахункова максимальна витрата теплоносія на опалення при

фактичному температурному графіку теплових мереж – 115-70°С;

$$G_{0\max} = \frac{3,6 \cdot 293}{4,187 \cdot (115 - 70)} = 5,6 m/\text{год}$$

В подавальному трубопроводі

$$V_{0\max} = \frac{5,6}{0,947} = 5,91 m^3/\text{год}$$

В зворотному трубопроводі

$$V_{0\max} = \frac{5,6}{0,978} = 5,73 m^3/\text{год}$$

2.4.4 Розрахункова максимальна витрата теплоносія на гаряче

водопостачання при паралельній схемі приєднання підігрівачів:

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

$$G_{h\max} = \frac{3,6 \cdot Q_{h\max}}{c \cdot (T_1 - T_2)}, \frac{m}{\text{год}} \quad V_{h\max} = \frac{G_{h\max}}{\rho}, \text{м}^3/\text{год} \quad (2.2)$$

Де Q – максимальна витрата тепла на ГВП, 85 кВт;

T_1 – температура води в подавальному трубопроводі, °C;

T_2 – температура води в зворотному трубопроводі, °C;

ρ_{70} – густина теплоносія при температурі 70°C – $\rho = 978 \text{ кг/м}^3$;

ρ_{30} – густина теплоносія при температурі 30°C – $\rho = 996 \text{ кг/м}^3$.

Розрахункова максимальна витрата теплоносія на гаряче водопостачання при паралельній схемі приєднання підігрівачів:

$$G_{h\max} = \frac{3,6 \cdot 85}{4,187 \cdot (70 - 30)} = 1,83 \text{ т/год}$$

В подавальному трубопроводі

В зворотному трубопроводі

$$V_{h\max} = \frac{1,83}{0,978} = 1,87 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V_{h\max} = \frac{1,87}{0,996} = 1,84 \text{ м}^3/\text{год}$$

2.4.5 Розрахункова мінімальна витрата теплоносія на опалення у перехідний період

$$Q_{0\min} = Q_{0\max} \cdot \frac{(t_b - t_{3п})}{(t_b - t_p)} = 293 \cdot \frac{(20 - 8)}{(20 - (-22))} = 84 \text{ кВт} \quad (2.3)$$

$$G_{0\min} = \frac{3,6 \cdot 84}{4,187 \cdot (65 - 46)} = 3,9 \text{ т/год}$$

$$V_{0\min} = \frac{3,9}{0,981} = 3,98 \text{ м}^3/\text{год}$$

2.4.6 Розрахункова максимальна витрата теплоносія при закритій схемі теплопостачання:

$$V_d = V_{0\max} + V_{h\max}, \text{м}^3/\text{год} \quad (2.4)$$

В подавальному трубопроводі: $V_{\max}^n = 5,91 + 1,87 = 7,78 \text{ м}^3/\text{год}$

В зворотному трубопроводі: $V_{\max}^3 = 5,73 + 1,84 = 7,57 \text{ м}^3/\text{год}$

3 РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОСНОВНОГО ТА ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ ІТП

3.1 Насоси, регулятори й бак системи опалення

3.1.1. Циркуляційні насоси системи опалення

Витрата води в системі опалення:

$$V_{01\max} = \frac{3,6 \cdot Q_{01}}{(t_1 - t_2) \cdot c \cdot \rho} = \frac{3,6 \cdot 293}{(95 - 97) \cdot 4,187 \cdot 0,972} = 10,37 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (3.1)$$

Витрата насосу:

$$V_{\text{цо}} = 10,37 \cdot 1,1 = 11,47 \text{ м}^3/\text{год}$$

Напір насоса:

$$H_{\text{нас}} = H_{\text{с.о.}} + H_{\text{т.о.}} + H_{\text{запас}} = 6,0 + 3,0 + 3,0 = 13,0 \text{ м. вод. ст.} \quad (3.2)$$

Обрано насос YONOSMaхо 50/0,5-16, з частотним регулюванням – один робочий, один - резервний.

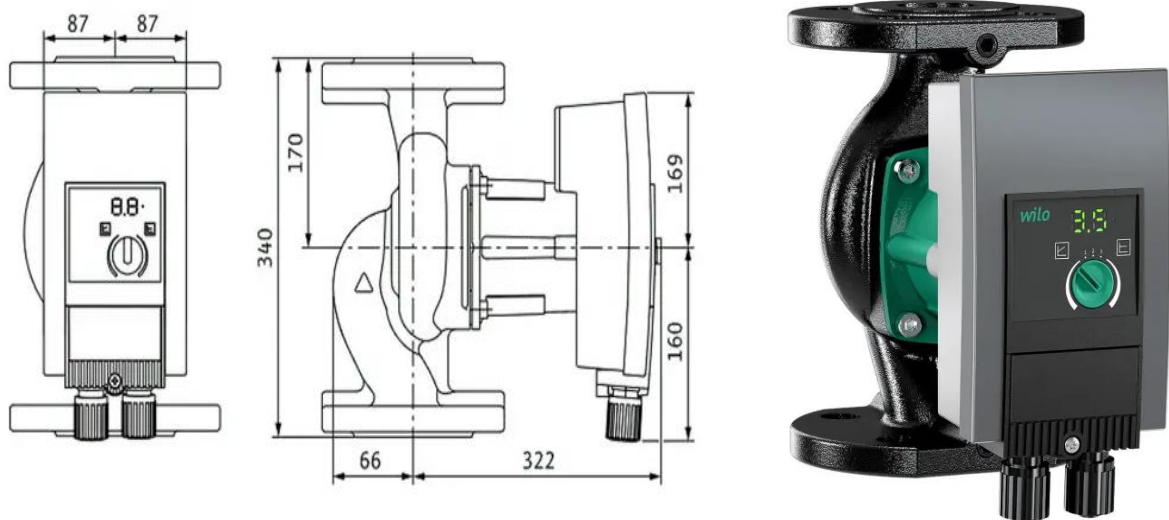


Рисунок 3.1 –Циркуляційний насос Wilo Yonos MAXO 50/0,5-16

При продуктивності по теплоносію 14,1 м³/год насос створює напір 14,73 м вод.ст. Потужність електродвигуна – 1,25 кВт. Насос входить в комплект модульного блоку.

3.1.2. Насоси підживлення та їх продуктивність:

Продуктивність насоса:

$$G_{п.н.} = 0,2 \cdot V_c \quad (3.3)$$

Де $V_c = 2,04 \text{ м}^3$ – об'єм системи опалення,

$$G_{п.н.} = 0,2 \cdot 2,04 = 0,408 \text{ м}^3/\text{год}$$

Напір насоса:

$$P_{підж} = P_{підж}^{необх} - 30 \quad (3.4)$$

де $P_{підж}^{необх} = 60 \text{ м вод. ст.}$

30 – гарантований тиск у зворотному трубопроводі тепломережі, м вод.ст.

$$P_{підж} = 60 - 30 = 30 \text{ м. вод. ст.}$$

Обираємо насос Medana CH1-L.204-1/E/A/10T, – один – робочий, один – резервний. При продуктивності по теплоносію $1,0 \text{ м}^3/\text{год}$ насос створює напір 32,0 м вод.ст. Потужність електродвигуна – $N=0,75 \text{ кВт}$.

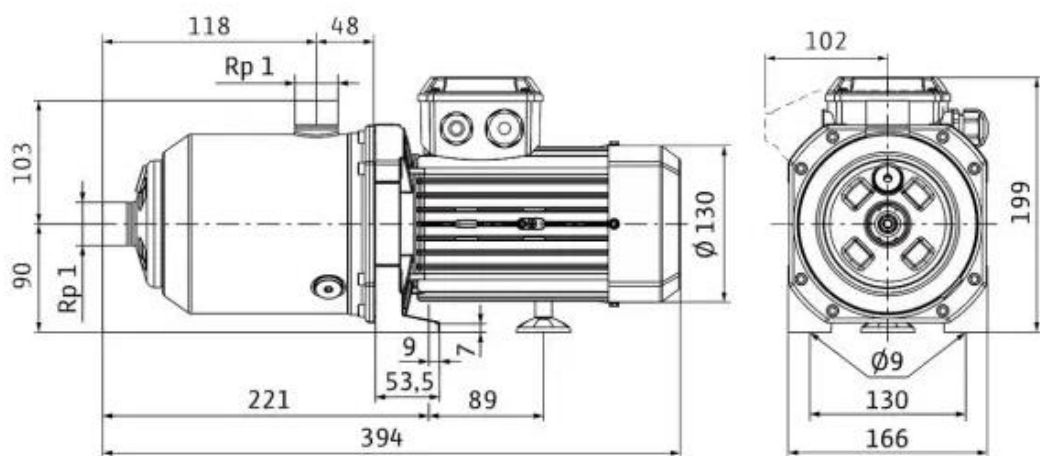


Рисунок 3.2 – Горизонтальний багатоступеневий насос

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

3.1.3 Регулятор перепаду тиску системи опалення

Розрахунковий температурний графік теплових мереж – 150-70°C

Приймаємо перепад тиску на клапані

$$\Delta P_{\text{кл}} = 0,25 \text{ бар}$$

Розрахункова пропускна можливість клапану

$$k_v \cdot \frac{G_{\text{кл}}}{\sqrt{\Delta P_{\text{кл}}}}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.5)$$

де $G_{\text{кл}}$ - витрата води через клапан $G_{\text{кл}} = 3,44 \text{ м}^3/\text{год}$

$$k_v \cdot \frac{3,44}{\sqrt{0,25}} = 6,88 \text{ м}^3/\text{год}$$

Приймаємо регулятор VHG 519L32-15 DN32 «Simens», Німеччина.

Пропускна можливість $k_{vs} = 15 \text{ м}^3/\text{год}$. Налагоджувальний тиск 0,4 – 2,2 бар (4,0 – 22 м.в.ст.)



Рисунок 3.3 – Регулятор перепаду тиску VHG 519L32-15 DN32

Втрати тиску на повністю відкритому при розрахунковій витраті теплоносія:

$$\Delta P_{\text{кл}} = \left(\frac{G_{\text{кл}}}{k_{vs}} \right)^2, \text{ бар} \quad \Delta P_{\text{клв}} = \left(\frac{3,44}{15} \right)^2 = 0,053 \text{ бар} \quad (3.6)$$

Коефіцієнт ходу клапану

$$X_p = \left(\frac{k_v}{k_{vs}} \right) \cdot 100\% \quad X_p = \left(\frac{6,88}{15} \right) \cdot 100 = 45,87 > 30\% \quad (3.7)$$

$$\text{Швидкість теплоносія: } v_{\text{кл}} = \frac{4 \cdot G_{\text{кл}} \cdot 1000}{\pi \cdot d^2 \cdot 3,6} = \frac{4 \cdot 3,44 \cdot 1000}{3,14 \cdot 32^2 \cdot 3,6} = 1,18 \text{ м/с} \quad (3.8)$$

3.1.4. Розрахунковий температурний графік теплових мереж – 115-70°C

Приймаємо перепад тиску на клапані

$$\Delta P_{\text{кл}} = 0,25 \text{ бар}$$

Розрахункова пропускна можливість клапану з витратою води 5,91 м³/год

$$k_v = \frac{5,91}{\sqrt{\Delta P_{\text{кл}}}} = 11,82 \text{ м}^3/\text{год}$$

Приймаємо регулятор VHG 519L32-15 DN32 «Simens», Німеччина. Пропускна можливість $k_{vs} = 15 \text{ м}^3/\text{год}$. Налагоджувальний тиск 0,4–2,2 бар (4,0–22 м в.ст.) Втрати тиску на повністю відкритому при розрахунковій витраті теплоносія

$$\Delta P_{\text{кл}v} = \left(\frac{5,91}{15} \right)^2 = 0,155 \text{ бар}$$

Коефіцієнт ходу клапану

$$X_p = \left(\frac{11,82}{15} \right) \cdot 100 = 78,8 > 30\%$$

$$\text{Швидкість теплоносія: } v_{\text{кл}} = \frac{4 \cdot 5,91 \cdot 1000}{3,14 \cdot 32^2 \cdot 3,6} = 2,04 \text{ м/с}$$

Регулятор поставляється в комплекті з модульним блоком.

3.1.5. Регулятор температури системи опалення

Розрахунковий температурний графік теплових мереж – 150-70°C

Перепад тиску на клапані $\Delta P_{\text{кл}} = 0,25 \text{ бар}$

Розрахункова пропускна можливість клапану з витратою 3,44 м³/год:

$$k_v = \frac{3,44}{\sqrt{0,25}} = 6,88 \text{ м}^3/\text{год}$$

Прийнято регулятор VVF 42.32-16 DN32 з електроприводом SAX 31.00 «Simens», Німеччина.

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

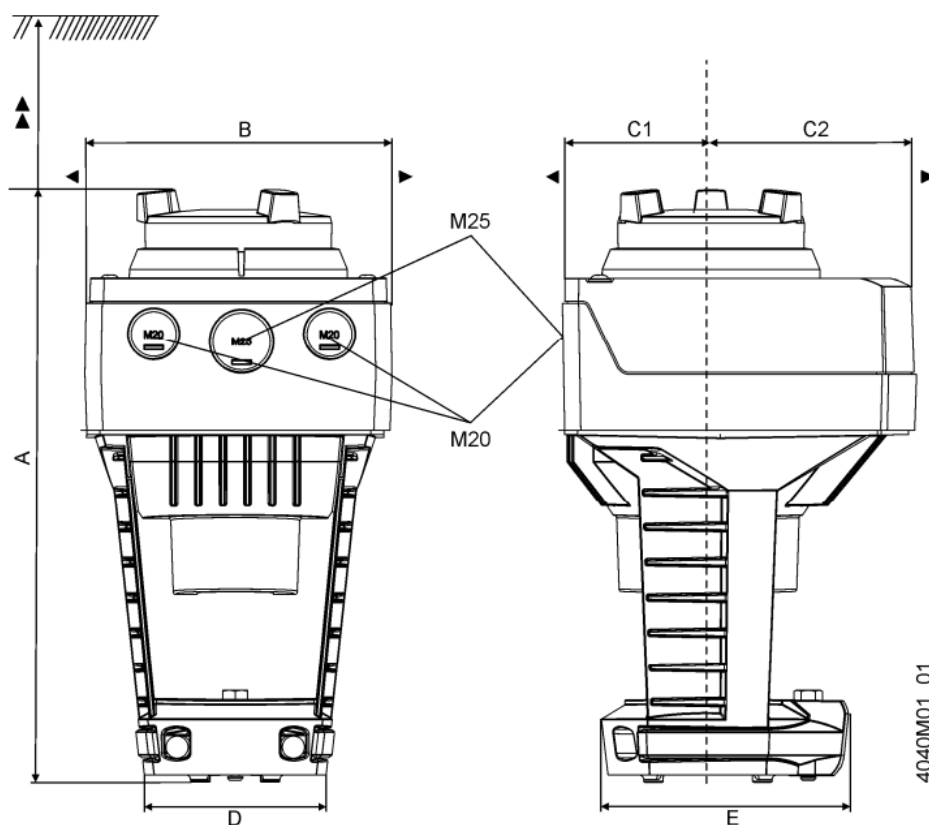


Рисунок 3.4 – Электропривід Siemens SAX31.00

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПБ 26 144 16 05 ПЗ

Арк.

23



Рисунок 3.5 – Регулюючий клапан VVF 42.32-16 DN32 «Simens»

Пропускна можливість повністю відкритого клапану $3k_{vs} = 16 \text{ м}^3/\text{год}$;

Втрати тиску на повністю відкритому при розрахунковій витраті теплоносія

Втрати тиску на повністю відкритому при розрахунковій витраті теплоносія

$$\Delta P_{\text{кл}} = \left(\frac{3,44}{16} \right)^2 = 0,046 \text{ бар}$$

Коефіцієнт ходу клапану:

$$X_p = \left(\frac{6,88}{16} \right) \cdot 100 = 43,0 > 30\%$$

Швидкість теплоносія:

$$v_{\text{кл}} = \frac{4 \cdot 3,44 \cdot 1000}{3,14 \cdot 32^2 \cdot 3,6} = 1,18 \text{ м/с}$$

3.1.6. Розрахунковий температурний графік теплових мереж – 115/70°C

Перепад тиску на клапані $\Delta P_{\text{кл}} = 0,25 \text{ бар}$.

Розрахункова пропускна можливість клапану:

Витрата води через клапан $5,91 \text{ м}^3/\text{год}$

$$k_v = \frac{5,91}{\sqrt{0,25}} = 11,82 \text{ м}^3/\text{год}$$

Прийнято регулятор VVF42.32-16 DN32 з електроприводом SAX 31.00 «Simens», Німеччина. Пропускна можливість повністю відкритого клапану

$$k_{vs} = 15 \text{ м}^3/\text{год}$$

Втрати тиску на повністю відкритому при розрахунковій витраті теплоносія:

$$\Delta P_{\text{клв}} = \left(\frac{5,91}{16} \right)^2 = 0,136 \text{ бар}$$

Коефіцієнт ходу клапану:

$$X_p = \left(\frac{6,88}{16} \right) \cdot 100 = 43,0 > 30\%$$

Швидкість теплоносія:

$$v_{\text{кл}} = \frac{4 \cdot 5,91 \cdot 1000}{3,14 \cdot 32^2 \cdot 3,6} = 2,04 \text{ м/с}$$

3.1.7. Мембранний розширювальний бак системи опалення

Об'єм мембранного бака розраховується виходячи із висоти будинку та об'єму системи опалення.

Зміна об'єму системи опалення житлової частини становить;

$$\Delta V_e = k \cdot V_c = 0,02 \cdot 2040 = 40,8 \text{ л} \quad (3.9)$$

Об'єм мембранного бака:

$$V_e = 1,05 \cdot V_e \frac{P_e + 1}{P_e - P_0} = 1,05 \cdot 40,8 \cdot \frac{6+1}{6-4} = 150 \text{ л} \quad (3.10)$$

До установки приймаємо два баки Reflex 200V, V=200 л

3.2. Насоси, регулятори й бак системи ГВП

3.2.1 Витрата води при максимальному водоспоживанні:

$$G_{\text{макс}}^h = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{макс}}^h}{c \cdot (T_3 - T_{B1})}, \text{ м}^3/\text{год} \quad V_{\text{макс}}^h = \frac{G_{h\text{max}}}{\rho}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.11)$$

Де $Q_{\text{макс}}^h$ – максимальна витрата тепла на ГВП, 85 кВт;

T_3 – температура гарячої води в подавальному трубопроводі, 55 °С;

T_4 – температура води в циркуляційному трубопроводі ГВП, 50 °С;

T_{B1} – температура холодної води, 5 °С;

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

ρ_{55} – густина теплоносія при температурі 55°C – $\rho = 987$ кг/м³;

ρ_{50} – густина теплоносія при температурі 5°C – $\rho = 989$ кг/м³.

$$G_{\text{макс}}^h = \frac{3,6 \cdot 8,5}{4,187 \cdot (55 - 5)} = 1,46 \text{ т/год}$$

Об'ємна витрата води при максимальному водоспоживанні:

$$V_{\text{макс}}^h = \frac{1,46}{0,987} = 1,48 \text{ м}^3/\text{год}$$

Витрата води при середньогодинному водоспоживанні:

$$G_{\text{сер}}^h = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{сер}}^h}{c \cdot (T_3 - T_{B1})}, \text{ т/год} \quad (3.12)$$

$$G_{\text{макс}}^h = \frac{3,6 \cdot 36}{4,187 \cdot (55 - 5)} = 0,62 \text{ т/год}$$

Об'ємна витрата води при середньогодинному водоспоживанні

$$V_{\text{макс}}^h = \frac{0,62}{0,987} = 0,63 \text{ м}^3/\text{год}$$

3.2.2. Витрата води (масова) на циркуляцію ГВП для компенсування теплових втрат:

$$G_{\text{цир}}^h = \beta \cdot \frac{3,6 \cdot Q_{\text{сер}}^h}{c \cdot (T_3 - T_{B1})}, \text{ т/год} \quad (3.13)$$

$$G_{\text{цир}}^h = 0,8 \cdot \frac{3,6 \cdot 4,65}{4,187 \cdot (55 - 50)} = 0,64 \text{ т/год}$$

Об'ємна витрата води на циркуляцію:

$$V_{\text{цир}}^h = \frac{0,64}{0,989} = 0,65 \text{ м}^3/\text{год}$$

3.2.3. Сумарна максимальна витрата води в системі ГВП з урахуванням циркуляційної витрати:

$$V_{\text{ГВПмакс}}^h = V_{\text{макс}}^h + V_{\text{цир}}^h = 1,48 + 0,65 = 2,13 \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.14)$$

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Продуктивність насоса приймаємо по циркуляційній витраті в системі ГВП:

$$q_{\text{ц}} = 0,65 \text{ м}^3/\text{год}$$

Напір насоса:

$$H_{\text{ц}} = \Delta h_{T_3} \cdot \left(\frac{V_{\text{цпр}}^h}{V_{\text{ГВПмакс}}^h} \right)^2 + \Delta h_{T_4} + \Delta h_{\text{т}} \cdot \left(\frac{V_{\text{цпр}}^h}{V_{\text{ГВПмакс}}^h} \right)^2 + 3 \quad (3.15)$$

де $\Delta h_{T_3} = 4$ м.вод.ст – опір ділянки трубопроводу Т3 від теплообмінника до найбільш віддаленого секційного вузла;

$\Delta h_{T_4} = 6$ м.вод.ст – опір ділянки трубопроводу Т4 від найбільш віддаленого секційного вузла до теплообмінника;

$\Delta h_{\text{т}} = 2,27$ м.вод.ст – опір теплообмінника.

Максимальна витрата води в системі ГВП $q_{h\text{max}} = 2,13 \text{ м}^3/\text{год}$;

$$H_{\text{ц}} = 4 \cdot \left(\frac{0,65}{2,13} \right)^2 + 6 + 2,27 \cdot \left(\frac{0,65}{2,13} \right)^2 + 3 = 10,6 \text{ м.вод.ст}$$

Приймаємо насос Medana CH1-L.202-1/E/E10T, 1~ один робочий, один резервний. При продуктивності по воді $2,13 \text{ м}^3/\text{год}$ насос створює напір 15,4 м.вод.ст. Потужність електродвигуна $P=0,37$ кВт. Насоси поставляються в комплекті модульного блоку.

3.2.4. Регулятор температури ГВП

Перепад тиску на клапані $\Delta P_{\text{кл}} = 0,25$ бар;

Розрахункова пропускна можливість клапану з витратою теплоносія через клапан $1,87 \text{ м}^3/\text{год}$

$$k_v \cdot \frac{1,87}{\sqrt{0,25}} = 3,74 \text{ м}^3/\text{год}$$

Прийнято регулятор VVF42.15-4 DN15 з електроприводом SAX 31.03 «Simens», Німеччина. Пропускна можливість повністю відкритого клапану $k_{vs} = 4,0 \text{ м}^3/\text{год}$; Втрати тиску на повністю відкритому при розрахунковій витраті теплоносія:

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$\Delta P_{\text{кль}} = \left(\frac{1,87}{4} \right)^2 = 0,219 \text{ бар}$$

Коефіцієнт ходу клапану:

$$X_p = \left(\frac{3,74}{4,0} \right) \cdot 100 = 93,5 > 30\%$$

Швидкість теплоносія:

$$v_{\text{кл}} = \frac{4 \cdot 1,87 \cdot 1000}{3,14 \cdot 15^2 \cdot 3,6} = 2,94 \text{ м/с}$$

Регулятор поставляється в комплекті з модульним блоком.

3.2.5. Регулятор після себе системи ГВП

Перепад тиску на клапані $\Delta P_{\text{кл}} = 0,25 \text{ бар}$

3.2.6 Регулятор перепаду тиску системи опалення

Розрахунковий температурний графік теплових мереж – 150-70°C

Приймаємо перепад тиску на клапані

$$\Delta P_{\text{кл}} = 0,25 \text{ бар}$$

Розрахункова пропускна можливість клапану з витратою води через клапан 1,46 м³/год.

$$k_v \cdot \frac{1,46}{\sqrt{0,25}} = 2,92 \text{ м}^3/\text{год}$$

Прийнято регулятор після себе 7BIS, настройка 3-12 бар;

Пропускна можливість повністю відкритого клапану $k_{vs} = 4,0 \text{ м}^3/\text{год}$

Втрати тиску на повністю відкритому при розрахунковій витраті води:

$$\Delta P_{\text{кль}} = \left(\frac{1,46}{4,0} \right)^2 = 0,133 \text{ бар}$$

Коефіцієнт ходу клапану:

$$X_p = \left(\frac{2,92}{4,0} \right) \cdot 100 = 73,0 > 30\%$$

Швидкість теплоносія:

$$v_{\text{кл}} = \frac{4 \cdot 1,46 \cdot 1000}{3,14 \cdot 15^2 \cdot 3,6} = 2,3 \text{ м/с}$$

3.3 Перевірочний розрахунок лічильника витрат теплової енергії

3.3.1 Розрахункова максимальна витрата теплоносія на опалення при розрахунковому температурному графіку теплових мереж – 150–70°C;

$$G_{0\text{max}} = \frac{3,6 \cdot 293}{4,187 \cdot (150 - 70)} = 3,15 \text{ т/год}$$

В подавальному трубопроводі

В зворотному трубопроводі

$$V_{0\text{max}} = \frac{3,15}{0,917} = 3,44 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V_{0\text{max}} = \frac{3,15}{0,978} = 3,22 \text{ м}^3/\text{год}$$

3.3.2 Розрахункова максимальна витрата теплоносія на опалення при фактичному температурному графіку теплових мереж – 115-70°C;

$$G_{0\text{max}} = \frac{3,6 \cdot 293}{4,187 \cdot (115 - 70)} = 5,6 \text{ т/год}$$

В подавальному трубопроводі

В зворотному трубопроводі

$$V_{0\text{max}} = \frac{5,16}{0,947} = 5,91 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V_{0\text{max}} = \frac{5,6}{0,978} = 5,73 \text{ м}^3/\text{год}$$

3.3.4. Розрахункова максимальна витрата теплоносія на гаряче водопостачання при паралельній схемі приєднання підігрівачів:

$$G_{h\text{max}} = \frac{3,6 \cdot 85}{4,187 \cdot (70 - 30)} = 1,83 \text{ т/год}$$

В подавальному трубопроводі

В зворотному трубопроводі

$$V_{h\text{max}} = \frac{1,83}{0,978} = 1,87 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V_{h\text{max}} = \frac{1,83}{0,996} = 1,84 \text{ м}^3/\text{год}$$

3.3.5. Розрахункова максимальна витрата теплоносія при закритій схемі теплопостачання:

В подавальному трубопроводі: $V_{\text{max}}^n = 5,91 + 1,87 = 7,78 \text{ м}^3/\text{год}$

В зворотному трубопроводі: $V_{\text{max}}^3 = 5,73 + 1,84 = 7,57 \text{ м}^3/\text{год}$

3.3.6. Розрахункова мінімальна витрата теплоносія визначається по відсотку від середній витраті теплоносія на ГВП (15%)

$$Q_{\text{hсер}} = 0,031 \text{ Гкал/год}$$

$$G_{\text{hсер}} = 0,031 \cdot 1000 / (70 - 30) = 0,775 \text{ м/год}$$

$$G_{\text{hмін}} = 0,15 \cdot 0,775 = 0,12 \text{ м/год}$$

$$V_{\text{hмін}} = 0,12 / 0,996 = 0,121 \text{ м}^3 / \text{год}$$

3.3.7. Пропускна спроможність існуючого витратоміру ВД-32 згідно паспорта складас:

Найменша витрата q_i – 0,22 м³/год;

Перехідна витрата q_t – 0,60 м³/год;

Максимальна витрата q_p – 22,0 м³/год;

Найбільша витрата q_s – 30,0 м³/год.

3.3.8 Технічні характеристики існуючого теплолічильника СВТУ–11Т з витратомірами ВД-32 не відповідають вимогам мінімальної витрати теплоносія — 0,121 м³/год. Проектом передбачено заміну теплолічильника СВТУ–11Т на теплолічильник АКВА–МВТ з перетворювачами витрати ультразвуковими ULTRAHEAT T150(2WR7) DN25

3.4 Розрахунок лічильника системи підживлення

3.4.1. Визначення водомісткості системи опалення:

$$V_c = Q_p \cdot V_{\text{пит}} = 0,252 \cdot 8,1 = 2,04 \text{ м}^3 \quad (3.16)$$

де Q_c – водомісткість системи опалення;

Q_p – максимальне теплове навантаження системи опалення, 0,252 Гкал/год;

$V_{\text{пит}}$ – питомий об'єм води для системи опалення з температурним графіком 95...70°C та секційними радіаторами 8,1 м³·год/Гкал.

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

3.4.2. Кількість підживлювальної води:

$$V_{\text{п}} = 0,0025 \cdot V_{\text{пит}} = 0,0025 \cdot 2,04 = 0,0051 \text{ м}^3/\text{год}$$

Де 0,0025 – Коефіцієнт, що враховує середньорічний витік теплоносія з водяних теплових мереж, який не повинен перевищувати 0,25% обсягу води з мережі у робочому режимі й приєднаних до неї систем теплоспоживання за годину не залежно від схеми їх приєднання (п.4.12.3 Правил технічної експлуатації електричних станцій та мереж).

3.4.3. Для підживлення системи опалення передбачено встановлення модульного блоку з насосами WILO Medana CH1-L.204 з розрахунковою витратою 1,0 м³/год.

3.4.4. Обираємо лічильник гарячої води Sensus AN130 q_p 1,5 AN з такими технічними характеристиками:

- DN20;
- q_p=1,5 м³/год;
- q_{min}=0,015 м³/год;
- T_{max}=130°C

3.5 Розрахунок обмежувальної шайби

3.5.1. Розрахунок обмежувальної шайби системи опалення

Розмір дросельної шайби визначаємо за формулою:

$$d_{\text{ш}} = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{G^2}{\Delta H_{\text{над}}}} \text{ мм}, \quad (3.17)$$

де G – витрати теплоносія, т/год;

H – надлишковий напір, м вод.ст.

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Вихідні дані для розрахунку:

витрата теплоносія	$V_{\text{ГВП}} = 5,91 \text{ м}^3/\text{год}$
діючий напір на вводі (Т1)	$H_{\text{ВХ}} = 98 \text{ м в.ст.}$
втрати тиску на загальному ВОТЕ на вводі	$\Delta p_{\text{ВХЗ}} = 2,2 \text{ м в. ст.}$
втрати тиску на ВОТЕ системи опалення	$\Delta p_{\text{ВХО}} = 1,8 \text{ м в. ст.}$
втрати на гріючий стороні теплообмінника	$\Delta p_{\text{ТО}} = 1,26 \text{ м в. ст.}$
втрати тиску на клапані регулятора теплового поток	$\Delta p_{\text{Т}} = 1,37 \text{ м в. ст.}$
втрати тиску на клапані перепаду тиску	$\Delta p_{\text{р}} = 1,55 \text{ м в. ст.}$
втрати тиску на підвідних трубопроводах	$\Delta p_{\text{тр}} = 0,27 \text{ м в. ст.}$
втрати тиску на трубопроводах та арматурі МБ	$\Delta p_{\text{МБ}} = 1 \text{ м в. ст.}$
діючий напір на виході (Т2)	$H_{\text{ВИХ}} = 30 \text{ м в.ст.}$

Визначаємо надлишковий напір:

$$H_{\text{над}} = H_{\text{ВХ}} - \Delta p_{\text{ВХЗ}} - \Delta p_{\text{ВХО}} - \Delta p_{\text{ТО}} \quad (3.18)$$

$$- \Delta p_{\text{Т}} - \Delta p_{\text{р}} - \Delta p_{\text{тр}} - \Delta p_{\text{МБ}} - H_{\text{ВИХ}}$$

$$H_{\text{над}} = 86 - 2,2 - 1,8 - 1,26 - 1,37 - 1,55 - 0,27 - 1,0 - 30 = 46,55 \text{ (м вод. ст.)}$$

Діаметр дросельної шайби:

$$d_{\text{шОП}} = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{5,91^2}{46,55}} = 9,31 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр дросельної шайби на опалення $d_{\text{шОП}} = 9,31 \text{ мм}$

3.5.2 Розрахунок обмежувальної шайби системи

Вихідні дані для розрахунку:

витрата теплоносія	$V_{\text{ГВП}} = 1,87 \text{ м}^3/\text{год}$
діючий напір на вводі (Т1)	$H_{\text{ВХ}} = 88 \text{ м в.ст.}$
втрати тиску на загальному ВОТЕ на вводі	$\Delta p_{\text{ВХ}} = 2,2 \text{ м в. ст.}$
втрати на гріючий стороні теплообмінника	$\Delta p_{\text{ТО}} = 2,3 \text{ м в. ст.}$
втрати тиску на клапані регулятора теплового поток	$\Delta p_{\text{Т}} = 1,84 \text{ м в. ст.}$
втрати тиску на клапані перепаду тиску	$\Delta p_{\text{р}} = 1,87 \text{ м в. ст.}$

втрати тиску на підвідних трубопроводах

$$\Delta p_{\text{тр}} = 0,27 \text{ м в. ст.}$$

втрати тиску на трубопроводах та арматурі МБ

$$\Delta p_{\text{МБ}} = 1,8 \text{ м в. ст.}$$

діючий напір на виході (Т2)

$$H_{\text{вих}} = 30 \text{ м в.ст.}$$

Визначаємо надлишковий напір:

$$\begin{aligned} H_{\text{над}} &= H_{\text{вх}} - \Delta p_{\text{вхз}} - \Delta p_{\text{вхо}} - \Delta p_{\text{то}} - \Delta p_{\text{т}} - \Delta p_{\text{р}} - \Delta p_{\text{тр}} - \Delta p_{\text{МБ}} \\ - H_{\text{вих}} &= 88 - 2,2 - 2,3 - 1,84 - 0,27 - 1,87 - 0,27 - 1,0 \\ &\quad - 30 = 47,72 \text{ (м вод. ст).} \end{aligned}$$

Діаметр дросельної шайби:

$$d_{\text{шОП}} = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{5,91^2}{46,55}} = 9,31 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр дросельної шайби на ГВП $d_{\text{шОП}} = 5,2 \text{ мм}$

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

4 ПІДБІР ТЕПЛООБМІННИКІВ

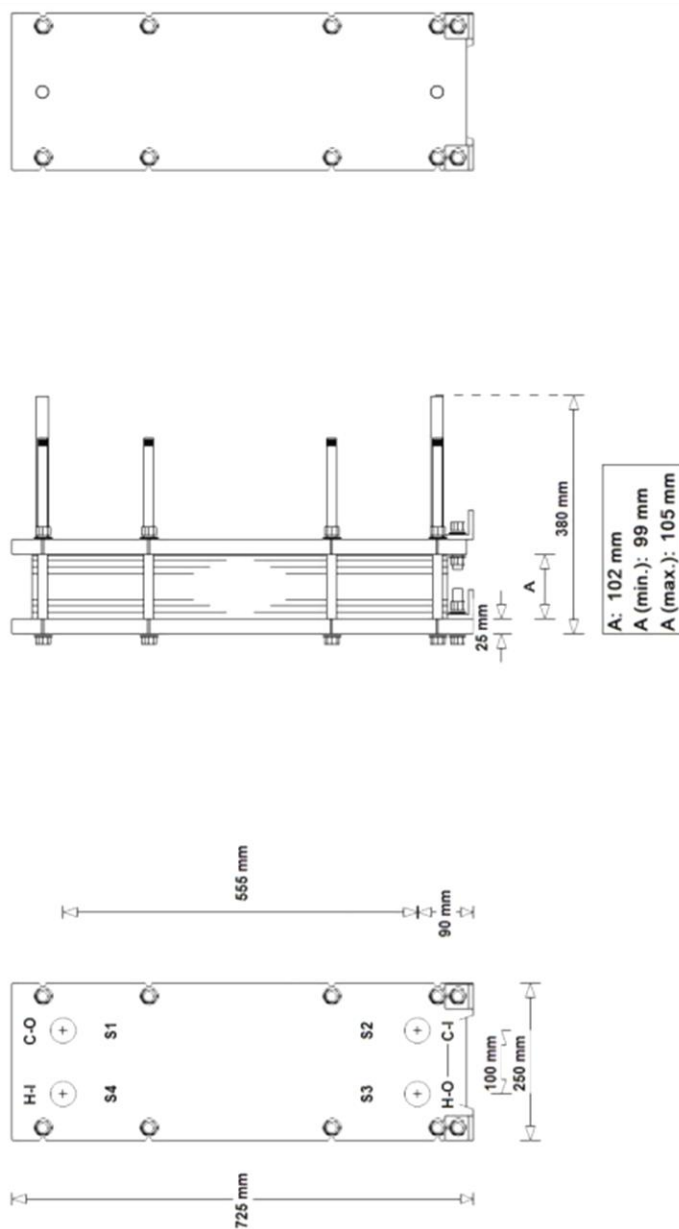
За отриманими в попередніх розділах розрахунковими даними, було виконано підбір теплообмінників системи ОП та ГВП з використанням програмного забезпечення компанії “OPEKSENERGYSYSTEMS”. Файли роздруківки наведені в пунктах 4.1 та 4.2.

4.1 Теплообмінник для системи ОП

		Специфікація			
Модель: Thermaks PTA (GC)-9-P-293-34-2,94-1K		Наше посилання: OPEKS Необхідно теплообмінників: 1			
		Гріюча сторона		Сторона, що нагрівається	
Теплоносії		Water		Water	
РЕЖИМ РОБОТИ		Вхід	Вихід	Вхід	Вихід
Витрата рідини (загальна)	m³/h	5,78	5,78	12,88	12,88
Робоча температура	°C	115,00	70,00	60,00	80,00
Втрати напору	kPa	12,64		29,18	
Теплове навантаження	kW			293	
Коеф. теплопередачі (факт.)	W/(m²·°C)			6 852	
Коеф. теплопередачі (необ.)	W/(m²·°C)			4 987	
Площа теплопередачі	m²			2,94	
Логарифмічна сер. різ. темп.	°C			19,96	
Запас поверхні	%			37	
ВЛАСТИВ. ТЕПЛОНОСІЯ		Вхід	Вихід	Вхід	Вихід
Щільність	-	0,95	0,98	0,99	0,97
Теплоємність	kJ/(kg·°C)	4,24	4,19	4,19	4,19
Теплопровідність	W/(m·°C)	0,68	0,66	0,65	0,67
В'язкість (середня)	cP	0,24	0,41	0,47	0,35
ПІД'ЄДНАННЯ					
Позиція		S4	S3	S2	S1
Тип		STUDDER	STUDDER	STUDDER	STUDDER
Розмір		DN40	DN40	DN40	DN40
Клас		DIN2501 PN10	DIN2501 PN10	DIN2501 PN10	DIN2501 PN10
Матеріал		Carbon Steel		Carbon Steel	
КОНСТРУКТИВНІ ДАНІ					
Кількість проходів		1		1	
Проходи (гарячі/холодні)		16H+0M		0H+17M	
Розмір A / Розмір C	mm	102 / 380			
Матеріал / Товщина пластин		1,4401 / 0,5 mm			
Матеріал ущільнень (гар. / хол.)		NBR(Clip-On)		NBR(Clip-On)	
Кількість пластин		34			
Рама/Покриття/Фарбування		P265GH Carbon Steel / Enamel / RAL 5012 (Royal Blue)			
Стяжки шпильки/гайки		8,8 / 8 / FZB			
Розрах./Випроб. Тиск	bar(g)	10,00 / 14,30		10,00 / 14,30	
Мін./Розрахункова температура	°C	-10,00 / 130,00		-10,00 / 130,00	
Вага порожнього/заповненого	kg	105 / 112			
Код посудини під тиском		PED			

Рисунок 4.1 – Підібраний теплообмінник для системи ОП

Типорозмір
000000



Вхід гар.(H-I)	Вхід гар.(H-O)	Вхід хол.(C-I)	Вхід хол.(C-O)
Тип: STUDDER	Тип: STUDDER	Тип: STUDDER	Тип: STUDDER
Розмір: DN40	Розмір: DN40	Розмір: DN40	Розмір: DN40
Клас: DIN2501 PN10	Клас: DIN2501 PN10	Клас: DIN2501 PN10	Клас: DIN2501 PN10
Матеріал: Carbon Steel	Матеріал: Carbon Steel	Матеріал: Carbon Steel	Матеріал: Carbon Steel

Рисунок 4.2 – Схематичне зображення збірки теплообмінника
для системи ОП

Розміри приблизні і не можуть бути використані для проектування

4.2 Теплообмінник для системи ГВП



ОПЕКС®
Energysystems

Специфікація

Модель: Thermaks PTA (GL)-8-P-85-14-0.9-1K

Наше посилання: OPEKS
Необхідно теплообмінників: 1

		Гріюча сторона		Сторона, що нагрівається	
Теплоносіє		Water		Water	
РЕЖИМ РОБОТИ		Вхід	Вихід	Вхід	Вихід
Витрата рідини (загальна)	m³/h	1,85	1,85	1,47	1,47
Робоча температура	°C	70,00	30,00	5,00	55,00
Втрати напору	kPa	23,00		22,17	
Теплове навантаження	kW		85		
Коеф. теплопередачі (факт.)	W/(m²·°C)		6 293		
Коеф. теплопередачі (необ.)	W/(m²·°C)		4 824		
Площа теплопередачі	m²		0,90		
Логарифмічна сер. різ. темп.	°C		19,58		
Запас поверхні	%		30		
ВЛАСТИВ. ТЕПЛОНОСІЯ		Вхід	Вихід	Вхід	Вихід
Щільність	-	0,98	1,00	1,00	0,99
Теплоємність	kJ/(kg·°C)	4,19	4,18	4,20	4,18
Теплопровідність	W/(m·°C)	0,66	0,62	0,57	0,65
В'язкість (середня)	cP	0,41	0,79	1,52	0,51
ПІД'ЄДНАННЯ					
Позиція		S4	S3	S2	S1
Тип		THREADED	THREADED	THREADED	THREADED
Розмір		R 1 1/4"	R 1 1/4"	R 1 1/4"	R 1 1/4"
Клас		Tube Connection	Tube Connection	Tube Connection	Tube Connection
Матеріал		1.4401		1.4401	
КОНСТРУКТИВНІ ДАНІ					
Кількість проходів		1		1	
Проходи (гарячі/холодні)		0H+6M		5H+2M	
Розмір A / Розмір C	mm	36,4 / 120			
Матеріал / Товщина пластин		1.4401 / 0.5 mm			
Матеріал ущільнень (гар. / хол.)		NBR(Clip-On)		NBR(Clip-On)	
Кількість пластин		14			
Рама/Покриття/Фарбування		S235JRG2 / Enamel / RAL 5012 (Royal Blue)			
Стяжні шпильки/гайки		8.8 / 8 / FZB			
Розрах./Випроб. Тиск	bar(g)	10,00 / 14,30		10,00 / 14,30	
Мін./Рохрахункова температура	°C	-10,00 / 130,00		-10,00 / 130,00	
Вага пустого/заповненого	kg	39 / 41			
Код посудини під тиском		PED			

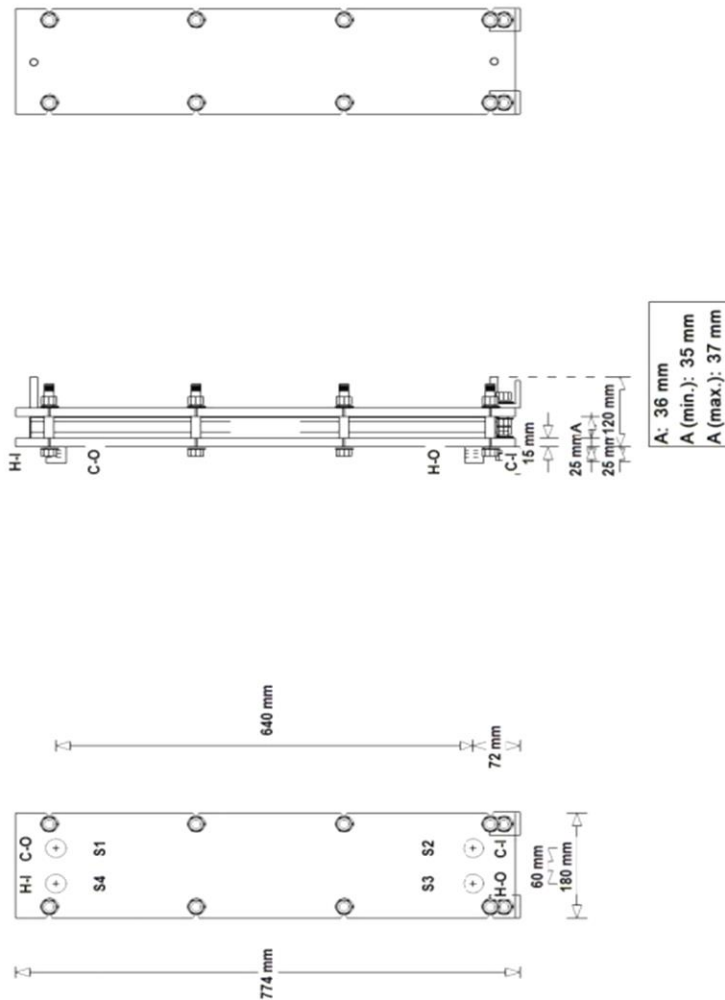
Рисунок 4.3 – Підібраний теплообмінник для системи ГВП



ОПЕК[®]
Energy systems

Збірка ПТО
Thermaks PTA (GL)-8-P-85-14-0.9-1K

Типорозмір
000000



Вхід гар.(H-I)	Вхід гар.(H-O)	Вхід хол.(C-I)	Вхід хол.(C-O)
Тип: THREADED	Тип: THREADED	Тип: THREADED	Тип: THREADED
Розмір: R 1 1/4"	Розмір: R 1 1/4"	Розмір: R 1 1/4"	Розмір: R 1 1/4"
Матеріал: 1.4401	Матеріал: 1.4401	Матеріал: 1.4401	Матеріал: 1.4401

Рисунок 4.4 – Схематичне зображення збірки теплообмінника
для системи ГВП

Розміри приблизні і не можуть бути використані для проектування

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПБ 26 144 16 05 ПЗ

Арк.

37

5 ЗАМІНА ІСНУЮЧОГО ЗАГАЛЬНОГО ПРИЛАДУ ОБЛІКУ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ТА ПОДАЛЬШІ ВКАЗІВКИ

5.1 Технічні характеристики теплолічильника

5.1.1 Склад комплекту теплолічильника АКВА–МВТ

- обчислювач МВТ–2Мнк;
- перетворювачі витрати ультразвукового ULTRAHEAT T150(2WR7) DN25 (2 шт.);
- підібрана пара термоперетворювачів опору КТСП–У.

5.1.2 Розрахунок використаного тепла здійснюється обчислювачем МВТ–2Мнк, що відповідає вимогам “ТЕХНІЧНОГО РЕГЛАМЕНТУ засобів вимірювальної техніки”, ДСТУ EN 1434, відповідно Сертифікату перевірки типу UA.TR.001 164–20 Rev.0. На обчислювач МВТ–2Мнк надходять сигнали з перетворювачів витрати та з термоперетворювачів опору. Обчислювач вимірює, розраховує, висвітлює на табло, зберігає та може передати по інтерфейсам RS-232, RS485, USB, Ethernet усю інформацію про параметри теплоносія та спожиту теплову енергію. Обчислювач МВТ–2Мнк має батарею живлення.

Таблиця 5.1 – Технічні характеристики обчислювача МВТ–2Мнк

діапазон вимірювання об’ємної витрати теплоносія, м ³ /год	0...10 ⁶
діапазон вимірювання об’єму, м ³	0...10 ⁸
діапазон вимірювання потужності по тепловому вводу, Гкал/год	0...10 ⁶
діапазон вимірювання теплової енергії, Гкал	0...10 ⁷
діапазон вимірювання температури, °С	0...180

діапазон вимірювання різниці температур, °C	2...180
абсолютна похибка перетворення та індикації температури, °C	±0.1
абсолютна похибка перетворення та індикації різниці температур, °C	±0.05
відносна похибка при перетворенні вхідних сигналів, обчисленні та індикації маси теплоносія, %	±0.1
відносна похибка при перетворенні вхідних сигналів, обчисленні та індикації середнього об'єму теплоносія, %	$\pm \left(0.01 + \frac{1}{T} \right)$
відносна похибка при перетворенні вхідних сигналів, обчисленні та індикації кількості теплової енергії, %	$\pm \left(0.01 + \frac{2}{\Delta t} \right)$
поточний час, %	±0.01

5.1.3 Вимірювання витрат теплоносія в подавальному та зворотному трубопроводах здійснюють перетворювачі витрати ультразвукового типу ULTRAHEAT T150(2WR752) DN25 з імпульсним виходом. Перетворювач витрати ULTRAHEAT T150(2WR752) відповідає сертифікату перевірки типу №UA.TR.001 75–17 Rev.0 та має батарею живлення.

Таблиця 5.2 – Технічні характеристики перетворювача витрати
ULTRAHEAT T150(2WR752):

номінальний діаметр DN =25 мм				
об'ємні витрати м3/год	максимальні qs = 12,0	номінальні qp = 6,0	мінімальні qi = 0,06	поріг чутливості qчут = 0,012
межа припустимої похибки вимірювання за EN1434 (клас 2), %	$\pm \left(2 + 0.02 + \frac{qp}{q} \right)$			

5.1.4 Вимірювання температури теплоносія в подавальному та зворотному трубопроводах здійснює підібрана пара термоперетворювачів опору КТСП–У з характеристиками Pt500 що відповідає вимогам “ТЕХНІЧНОГО РЕГЛАМЕНТУ засобів вимірювальної техніки”, ДСТУ EN 1434, відповідно Сертифікату перевірки типу UA.TR.001 3–21 Rev.0.

5.1.5 Усі технічні характеристики, будова та порядок експлуатації теплолічильника та його складових частин наведені у Інструкціях, Настановах з експлуатації: теплолічильник АКВА–МВТ (АУ.03.03.03.002–03 ПС); перетворювач витрати ULTRAHEAT T150(2WR7) (УН 205–114); комплект термоперетворювачів опору КТСП–У (АУ08.01.00.002); обчислювача МВТ–2Мнк (АУ.03.03.02.002– 03 ІЕ). 1.2 Вузол обліку обладнаний GSM–модемом, що може бути інтегрований в систему АСОЕ КП “Київтеплоенерго”. 2 Розрахунок додаткових гідравлічних втрат від встановлення вузла обліку

5.2 Розрахунок додаткових гідравлічних втрат від встановлення вузла обліку

5.2.1 Вихідні дані

Таблиця 5.3 – Вихідні дані для розрахунку гідравлічних втрат.

Поправочний коефіцієнт при еквівалентній шорсткості для водяних трубопроводів ($K_{\text{екв}}=0,5$ мм)	$\beta = 1$
Діючий напір	$H = 68$ м вод.ст.
Максимальні витрати теплоносія (температурний графік 150 – 70 °С)	$G = 4,98$ т/год
Густина води для $t=150$ °С	$\rho = 916,90$ кг/м ³
Густина води для $t=70$ °С	$\rho = 977,81$ кг/м ³

5.2.2 Втрати тиску на перетворювачі витрати ULTRAHEAT T150(2WR752), виходячи з витрати $V_{\text{max}} = 5,31$ м³/год, згідно сертифікату перевірки типу, складає $\Delta p_{\text{вит}} = 1,10$ м вод.ст.

5.2.3 При встановленні перетворювачів витрати та запірної арматури

(нових) задіяні такі фактори, що ведуть до додаткових гідравлічних втрат:

Таблиця 5.4 – Гідравлічні характеристики ділянок подавального та зворотного трубопроводів

внутрішній діаметр	подавальний трубопровід		зворотний трубопровід	
	довжина ділянки	сума коефіцієнтів місцевих опорів	довжина ділянки	сума коефіцієнтів місцевих опорів
D_B , мм	L, м	ξ	L, м	ξ
80	0,45	0,6 – конфузор	0,45	0,6 – конфузор
25	0,24	0,3 – диффузор	0,24	0,3 – диффузор

5.3 Визначення втрат тиску на ділянках трубопроводів

Гідравлічний розрахунок трубопроводів водяних теплових мереж системи опалення виконано згідно будівельних норм і правил. Значення коефіцієнтів місцевих опорів на обладнанні приймалися згідно даним [10]. Основні вирази для гідравлічного розрахунку:

Втрати тиску на тертя, м:

$$\Delta p_L = R \cdot L \quad (5.1)$$

Втрати тиску на місцевих опорах, м:

$$\Delta p_M = R \cdot L_e \quad (5.2)$$

Еквівалентна довжина місцевих опорів:

$$L_e = \frac{D_B}{\lambda} \cdot \sum \xi \quad (5.3)$$

Питомі втрати тиску на тертя, Па/м:

$$R = 6,27 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{\lambda}{D_B^5 \cdot \rho} \cdot G^2 \quad (5.4)$$

Швидкість теплоносія (м/с):

$$v = 0,354 \cdot \frac{G}{\gamma \cdot D_B^2} \quad (5.5)$$

Коефіцієнт гідравлічного опору тертя:

$$\lambda = \frac{1}{\left(1,14 + 2 \lg \frac{D_B}{k_{ек}}\right)^2} \quad (5.6)$$

Таблиця 5.5 – Розрахунок для подавального трубопроводу

D_B , м	L , м	ξ	λ	v , м/с	R , Па/м	L_e , м	Δp_l , Па	Δp_m , Па	Δp_p , Па
0,025	0,24	0,3	0,04856	3,076	8433	0,154	2024	1299	3323
0,080	0,46	0,6	0,03249	0,300	17	1,477	8	25	33
Втрати тиску на ділянках подавального трубопроводу:									3326

Таблиця 5.6 – Розрахунок для зворотного трубопроводу

D_B , м	L , м	ξ	λ	v , м/с	R , Па/м	L_e , м	Δp_l , Па	Δp_m , Па	Δp_p , Па
0,025	0,24	0,3	0,04856	2,885	7908	0,154	1898	1218	3116
0,080	0,46	0,6	0,03249	0,282	16	1,477	7	24	31
Втрати тиску на ділянках зворотного трубопроводу:									3147

5.4 Загальні додаткові гідравлічні втрати

Сумарні гідравлічні втрати на ділянках, Па: $\Delta p_d = \Delta p^p + \Delta p^3 = 6503$ вод.ст.

0,66 кг·с/см²

Додаткові гідравлічні втрати м вод.ст $\Delta p = \Delta p_d + 2 \cdot \Delta p_{\text{вит}} = 2,86$

на обох трубопроводах кг·с/см² **0,29**

Висновок. Встановлення проектного приладу обліку теплової енергії не призведе до порушення чи зміни гідравлічного режиму системи тепlopостачання об'єкту.

5.5 Загальні вказівки по монтажу, експлуатації та обслуговуванню приладів

5.5.1 Загальні положення.

- Монтаж та встановлення приладів, що входять до комплекту теплолічильника, повинні проводитись кваліфікованим персоналом монтажною організацією після вивчення Керівництва з експлуатації на всі засоби, що встановлюються. Монтажна організація, що здійснює ці роботи, повинна мати Державну ліцензію на виконання відповідних робіт та Дозвіл держохоронпраці на початок роботи.
- Передбачити, в процесі виконання робіт, відповідно до проектно-кошторисної документації, врахування впливу умов виконання будівельних, монтажних, пусконаладжувальних робіт (діючий тепловий пункт будівлі, яка експлуатується; стисненість; наявність в зоні проведення робіт діючого устаткування).
- Теплолічильник є приладом комерційного обліку, тому всі його складові частини повинні бути опломбовані згідно з вказівками цього проекту. У випадку пошкодження чи зняття пломб теплолічильник не вважається приладом комерційного обліку.
- Теплолічильник є складним вимірювальним приладом, сконструйованим з використанням мікропроцесорів та іншої сучасної елементної бази, тому його ремонт повинен здійснюватись лише у спеціалізованих організаціях, що мають необхідне обладнання та дозвіл на проведення ремонтних робіт від підприємства-виготовлювача.

5.5.2 Вказівки по монтажу перетворювачів витрати.

- Монтаж перетворювачів витрати ULTRAHEAT T150(2WR7) здійснюється згідно з вимогами Керівництва з експлуатації УН 205–114, що входить у комплект поставки теплолічильника.
- Перетворювачі витрати ULTRAHEAT T150(2WR7) встановлюються в індивідуальному тепловому пункті на подавальному та

зворотному трубопроводах, згідно монтажної схеми.

- Ультразвуковий перетворювач витрати ULTRAHEAT T150(2WR7) не вимагає до та після себе прямих ділянок.
- Для забезпечення обслуговування перетворювачів витрати після них передбачено встановлення сервісних кранів.

5.5.3 Перед установкою перетворювачів витрати ретельно промити трубопроводи.

- З метою запобігання виходу з ладу перетворювачів витрати ULTRAHEAT T150(2WR7), при проведенні зварювальних робіт, обов'язково використовувати ремонтну вставку замість перетворювача витрати.
- Комплект монтажного та з'єднувального обладнання для встановлення перетворювачів витрати постачається підприємством–виготовлювачем (фірмою ПП “Аква Україна”).
- Монтаж сигнальних кабелів перетворювача витрати здійснюється кабелем ШВВП 2х0,5 мм², згідно вимог інструкції з експлуатації АУ.03.03.02.002–03 ІЕ.
- Після монтажу та перевірки функціонування необхідно опломбувати задню кришку клемної коробки вимірювального блоку перетворювача витрати.

5.5.4 Вказівки по монтажу термоперетворювачів опору.

- Монтаж термоперетворювачів опору типу КТСП–У здійснюється згідно з вимогами р.3 та 6 Керівництва з експлуатації, що входить у комплект поставки теплолічильника.
- Термоперетворювачі опору монтуються поза зони прямих ділянок на подавальному та зворотному трубопроводах та розміщуються в спеціальних гільзах, які вриваються в трубопровід. Гільзи заповнюються трансформаторним мастилом.
- Монтаж сигнальних кабелів термоперетворювачів

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

здійснюється кабелем 4x0,22 мм² з екраном, згідно вимог інструкції з експлуатації АУ.03.03.02.002–03 ІЕ.

- Після монтажу термоперетворювачі опору пломбують.

5.5.5 Вказівки по монтажу обчислювача МВТ–2Мнк.

- Монтаж обчислювача МВТ–2Мнк здійснюється згідно з вимогами інструкції з експлуатації АУ.03.03.02.002–03 ІЕ, в робочих помешканнях із штучним регулюванням кліматичних умов або без такого (закриті опалювані, неопалювані або такі що охолоджуються і вентиліюються виробничі приміщення, без безпосереднього впливу сонячних променів, опадів, при відсутності в повітрі шкідливих домішок (парів кислот, лугів, пилу, вибухонебезпечних сумішей) і температури навколишнього повітря від мінус 10 до +50 °С, відносної вологості повітря до 95 % при 25 °С, напруженість зовнішнього змінного магнітного поля частотою до 50Гц, вібрації частотою (5...25) Гц та амплітудою до 0,1 мм.

- Обчислювач МВТ–2Мнк розміщується в спеціальній захисній шафі, доступ до якої має лише обслуговуючий персонал. Захисну шафу прикріплюють до внутрішньої стіни ІТП.

- Монтаж сигнальних кабелів від термоперетворювачів опору та перетворювачів витрати до обчислювача МВТ–2Мнк здійснюється згідно вимог інструкції з експлуатації АУ.03.03.02.002–03 ІЕ.

3.4.4 Обчислювач МВТ–2Мнк пломбують за допомогою двох пломбаторів, що розташовані на передній панелі приладу.

- Після монтажу трубопроводів та устаткування провести промивання системи опалення водопровідною водою до повного освітлення та очищення від механічних домішок.

5.5.6 Провести гідравлічні випробування трубопроводів підвищеним тиском 1,25 робочого, але не більше максимального (1,6МПа*1,25=2,0МПа). Результати випробувань вважаються задовільними, якщо під час їх проведення у

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

зварних швах труб, фланцевих з'єднаннях, корпусах арматури тощо не виявлено тріщин, протікань чи запотівань, а також протягом 10 хв. не відбувся спад тиску.

5.5.7 Провести пуско–налагоджувальні роботи, згідно програми пуско–налагоджувальних робіт.

5.5.8 Настанови з технічного обслуговування та експлуатації.

- Експлуатація та технічне обслуговування приладів обліку здійснюються відповідальними особами споживача тепла або представниками спеціалізованої організації, якщо укладена відповідна Угода. Відповідальна особа споживача має обов'язково ознайомитись з Керівництвами з експлуатації на всі засоби, що входять до складу тепло лічильника.
- У процесі експлуатації прилади повинні піддаватися періодичному (один раз на тиждень) зовнішньому огляду, при якому слід перевірити:
 1. наявність пломб складових частин теплолічильника;
 2. відсутність обривів і ушкодження ізоляції зовнішніх з'єднувальних ліній;
 3. надійність приєднання кабелів;
 4. надійність кріплення приладів;
 5. відсутність механічних ушкоджень. — відсутність протікання теплоносія.
- Категорично заборонено відкривати корпуси та переміщувати обладнання тепло лічильника для проведення будь яких робіт.
- При виході з ладу обладнання або при необхідності проведення робіт, що можуть стосуватись цього обладнання, необхідно звернутись до представника обслуговуючої чи монтажною організації.
- При необхідності заміни комплектуючих використовувати тільки оригінальні деталі виробника обладнання.

5.6 Порядок обліку та розрахунків за тепло

5.6.1 Порядок обліку спожитого тепла.

- Облік тепла теплотічильником здійснюється постійно протягом опалювального сезону.
- У випадку припинення роботи теплотічильника з різних обставин (вихід із ладу будь-якого приладу з комплекту теплотічильника, зникнення живлення тощо), облік тепла виконується розрахунковим способом до відновлення його працездатності. За різниці температур теплоносія Δt у подавальному та зворотному трубопроводах, меншої 3°C , облік тепла також ведеться розрахунковим способом.
- Теплові втрати на ділянках теплотраси від межі розподілу її балансової належності між постачальником тепла та споживачем до місця встановлення вузла обліку в ІТП АБОНЕНТА обраховується за результатами теплових іспитів теплотраси та сплачується споживачем додатково до обрахованої теплотічильником. Теплове навантаження АБОНЕНТА не змінено. Додатковий перерахунок теплових втрат не передбачено.
- За перевищення витоку теплоносія з системи, розташованої на балансі споживача, значення втрат теплоносія, що узгоджене в Угоді про теплопостачання, зі споживача стягується додаткова плата за тарифом, вказаним в Угоді.
- Робота теплотічильника відбувається автоматично без безпосередньої участі обслуговуючого персоналу.

5.6.2 Порядок розрахунків за спожите тепло.

- Теплотічильник забезпечує вимірювання та обрахунок наступних параметрів:
 1. сумарної кількості спожитого тепла з моменту включення теплотічильника, Гкал;

2. теплової потужності, Гкал/год;
 3. температури теплоносія в подавальному трубопроводі, °С;
 4. температури теплоносія в зворотному трубопроводі, °С;
 5. витрат гарячої води в подавальному трубопроводі, т/год (м3/год);
 6. сумарної кількості теплоносія, що пройшла через подавальний трубопровід із моменту включення теплотічильника, т (м3);
 7. витрат гарячої води у зворотному трубопроводі, т/год (м3/год);
 8. сумарної кількості гарячої води, що пройшла через циркуляційний трубопровід з моменту включення теплотічильника, т(м3);
 9. температури води в трубопроводі холодного водопостачання, °С (по узгодженню з теплопостачальною організацією встановлюється її фіксоване значення);
 10. часу напрацювання теплотічильника в режимі розрахунку тепла, год;
 11. поточної дати та часу.
- Теплотічильник забезпечує формування наступних архівів:

Годинний, добовий, місячний — середні значення (температура, різниця температур, тиск) та накопичені значення (кількість теплової енергії, об'єм, маса) вимірюваних параметрів на відповідних інтервалах;

Підсумковий — накопичені значення (кількість теплової енергії, об'єм, маса) вимірюваних параметрів з моменту останнього обнуління архіву до кінця доби передуючої поточній даті. Об'єм архіву (число архівних записів) складає: 1440 (60 діб) — годинний архів; 180 записів — добовий та підсумковий архів; 48 записи — архів за місяць.
 - Для ведення звітності та розрахунків за тепло відповідальна особа споживача повинна регулярно заповнювати журнал та відомості теплоспоживання, форми яких затверджені теплопостачальною організацією. Добові та місячні відомості в разі потреби можуть бути

роздруковані за допомогою комп'ютера чи модему, що підключені до теплолічильника по інтерфейсам RS–232, RS–485, USB, Ethernet.

- Місячна відомість обліку підписується відповідальною особою Споживача та затверджується печаткою.
- Щомісяця відповідальна особа Споживача пред'являє відомість за місяць та заповнений журнал обліку тепла (добові відомості) в розрахунковий відділ своєї районної теплопостачальної організації для розрахунку за споживане тепло.

5.7 Вказівки по заходах безпеки

5.7.1 Джерелами небезпеки при монтажі та експлуатації теплолічильника є теплоносій, що знаходиться під тиском до 1,6 МПа при температурі до 150 °С. У зв'язку з цим необхідно дотримуватись наступних вимог.

- Всі частини обладнання, трубопроводи, баки та інші елементи, доторкання до яких може визвати опіки, повинні мати теплову ізоляцію. Температура на поверхні ізоляції, при температурі оточуючого повітря 20°C, не повинна бути більш ніж 40 °С.
- Особи, що відповідають за обслуговування пристроїв ІТП, повинні мати групу з електробезпеки не нижче ІІІ, посвідчення на право роботи на електросистемах до 1000 В, пройти інструктаж по техніці безпеки на робочому місці та ознайомитися з Технічними описами та Керівництвами з експлуатації встановлених приладів.
- При експлуатації електричного обладнання та інших запроектованих пристроїв, необхідно дотримуватись “Правил технічної експлуатації теплових установок і мереж”, “Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів”, “Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів” та вимог, встановлених ГОСТ 12.2.007.0–75. У процесі робіт по монтажу, налагодженню, експлуатації та ремонту пристроїв керуватись розділами 18, 19, 20 ДБН А.3.2–2–2009 “Охорона

праці і промислова безпека в будівництві”.

- При електричному монтажі пристроїв необхідно підключати зовнішні ланцюги згідно маркуванню тільки при відключеній напрузі живлення.
- При виявленні зовнішніх ушкоджень приладів чи електричної мережі потрібно відключити пошкоджений прилад до з'ясування причин несправності.
- Безпечна експлуатація теплолічильника повинна забезпечуватись:
 1. герметичністю з'єднання перетворювачів витрати із трубопроводною магістраллю;
 2. надійним кріпленням обладнання при монтажі;
 3. конструкцією обладнання, що гарантує захист обслуговуючого персоналу від торкання деталей та вузлів, що знаходяться під небезпечною напругою;
 4. ізоляцією електричних ланцюгів складових частин пристроїв;
 5. надійним заземленням складових частин пристроїв.
- У процесі робіт по монтажу, налагодженню, експлуатації та ремонту пристроїв не допускається:
 1. проведення демонтажу перетворювача витрати та інших приладів, що розташовані в трубопроводах, до повного зняття тиску на відповідній ділянці;
 2. робота пристроїв із знятими кришками їх складових частин;
 3. проведення заміни електроелементів при включених приладах;
 4. використання несправних електрорадіоприладів, електроінструментів, чи без підключення їх корпусів до шини захисного заземлення.

5.7.2 Повністю Інструкції по техніці безпеки наведені у Керівництвах з експлуатації відповідних пристроїв, що входять в комплект поставки.

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

5.7.3 Вхід в тепловий пункт обладнано дверима, що відкривають назовні. На дверях оформлений напис «Стороннім вхід заборонено!». Ключі від теплового пункту знаходяться у відповідальній особи.

5.8 Захист трубопроводів від корозії

5.8.1 Захист теплопостачальних трубопроводів АБОНЕНТА від корозії здійснюється шляхом ґрунтування та фарбування їх масляною фарбою в два шари.

5.8.2 Арматуру маркують, трубопроводи фарбують у колір, відповідно до “Правил технічної експлуатації теплових установок і мереж”.

5.8.3 Інших додаткових засобів та методів захисту від корозії не потребується.

5.9 Заходи по енергозбереженню та захисту навколишнього середовища

5.9.1 Теплова ізоляція трубопроводів виконати відповідно до діючих норм.

5.9.2 Виконати ущільнення (ремонт) віконних отворів будови.

5.9.3 В опалювальний період року забезпечити ефективне закриття та відкривання вхідних дверей і дверей тамбурів.

5.9.4 Захист від дії мережевої електричної напруги здійснено багатоступеневий:

- використано провідники живлення з подвійною ізоляцією;
- здійснене прокладання провідників живлення в захисних трубопроводах або гофрорукавах;
- виконано заземлення/занулення металевих шаф та металевих захисних трубопроводів, гофрорукавів і приладів, які живляться від мережевої напруги величиною понад ~42В;
- передбачено встановлення аварійних відключаючих пристроїв.

5.9.5 Додатковим джерелом шуму можуть служити перетворювачі витрати, крани, трубопроводи. Усе обладнання підібрано, згідно розрахунків, з урахуванням вимог до швидкості потоку теплоносія. Проходи трубопроводів

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

через будівельні конструкції ретельно ізолюються пружними прокладками в гільзах.

5.9.6 Вузол обліку є екологічно чистим виробом, що попереджує ненормативні викиди в навколишнє середовище теплової та звукової енергії і тому особливих вимог по захисту навколишнього середовища, що до: клімату, повітря, води, ґрунту, рослин, тварин, — згідно ДСТУ А.2.2–1–2003, не вимагає.

5.9.7 ІТП знаходиться в підвальному приміщенні будинку. Вентиляція здійснюється примусовим шляхом. Освітлення відповідає вимогам ДБВ В.2.5–28–2006 для VI розряду зорових робіт. Протипожежного захисту, відповідно до ДБВ В.2.5–56–2014, не потребує.

5.9.8 Решта матеріалів, передбачених у проекті, не містять шкідливих для навколишнього середовища речовин і не можуть нанести будь-якої відчутної шкоди.

5.10 Вказівки по метрологічній перевірці теплолічильника

5.10.1 Запроектований вузол обліку тепла вводиться в дію лише після проведення експертизи теплолічильника в органах ДП “Укрметртестстандарт”.

5.10.2 Пломбування теплолічильника проводить представник теплопостачальної організації:

- термометрів типу КТСП-У — через отвори в їх кришках з обхватом трубопроводу;
- перетворювач витрати — перехресно через отвори на кінцях шпильок або фланців;
- обчислювача — через отвори на передній панелі приладу.

5.10.3 Періодичність повірки теплолічильника — 1 раз на 4 роки, на підприємствах, що уповноважені Мінекономрозвитку України на проведення повірки засобів вимірювальної техніки.

5.11 Програма пусконаладжувальних робіт

5.11.1 Підготовчі роботи — отримання технічної документації від

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Замовника, організаційна та інженерна підготовка робіт; уточнення вихідних даних проєкту на підставі місцевих умов і результатів обстеження; ознайомлення з технічною та проєктною документацією, технологією виробництва, основним та допоміжним устаткуванням; перевірка технічного стану приладів; перевірка виконаного монтажу технічних засобів на відповідність вимогам частини III СНіП 3.05.07-85, проєкту та інструкціям підприємств–виробників.

5.11.2 Пускові роботи — складання та узгодження програми і графіка пускових робіт; інструктаж персоналу замовника, підготовка до пуску та пуск; спостереження за станом.

5.11.3 Налагоджувальні роботи — погодження вхідних і вихідних параметрів окремих пристроїв BOTE; забезпечення в системі параметрів та режимів, передбачених проєктом; перевірка програмних засобів; іспит (прогон) протягом 72 годин.

5.11.4 Комплексне налагодження BOTE та модемного зв'язку — перевірити правильність з'єднання GSM-модема з обчислювачем та наявність SIM-карти; перевірити наявність покриття стільникового оператора зв'язку в місці встановлення модему; з'єднатись з оператором АСОЕ КП "Київтеплоенерго" для перевірки коректної передачі даних.



Рисунок 5.1 – Схема організації модемного зв'язку та передачі даних BOTE

5.11.5 Оформлення прийомо–здаочної документації — складання актів промивки, іспитів за результатами пусконаладжувальних робіт; зняття архіву з теплолічильника; роздруківка архівних даних по роботі приладу обліку, що накопичились в процесі іспиту протягом 72 годин; здача BOTE в експлуатацію.

6 ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

6.1 Трубопроводи та розрахунок теплоізоляції

Трубопроводи системи опалення і мережної води в межах теплопункту прийняті з труб сталевих електрозварних по ДСТУ 8936:2019 та сталевих водогазопровідних звичайних по ДСТУ 8936:2019.

Трубопроводи системи гарячого водопостачання і водопроводу прийняті з труб сталевих водогазопровідних оцинкованих по ГОСТ ДСТУ 8936:2019 ($\varnothing \geq 50\text{мм}$).

В якості запірної арматури передбачені кульові крани.

У найнижчих місцях трубопроводів передбачено встановлення спускної арматури, в найвищих - встановлення кранів для видалення повітря.

Вентиляція приміщення ІТП – припливно-витяжна з природним припливом і механічною 10-кратною витяжною вентилятором ОВК1-315 («Вентс», Україна).

Відведення випадкових і дренажних вод передбачено дренажним насосом DrainTM 32/7 («WILO», Німеччина) в каналізацію з приямку в полу теплопункту.



Рисунок 4.1 – Насос дренажний Wilo-Drain TM 32/7

6.1.1. Товщина ізоляційного слою, м:

$$\delta_k = \frac{d}{2} \cdot (B - 1) \quad (6.1)$$

де d — зовнішній діаметр трубопроводу, м;

B — співвідношення зовнішнього діаметру ізоляційного слою до зовнішнього діаметру трубопроводу та обраховують за формулою:

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$$\ln B = 2\pi \cdot \lambda_k \cdot \left(r_{\text{tot}} - \frac{1}{a_e \cdot \pi \cdot (d+0,1)} \right) \quad (6.2)$$

де λ — теплопровідність ізоляційного слою, Вт/м·°С;

a_e — коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні ізоляції Вт/м·°С;

r_{tot} — опір теплопередачі на 1 м трубопроводу, м·°С/Вт.

6.1.2. Опір теплопередачі обраховують за формулою:

$$r_{\text{tot}} = \frac{t_w - t_e}{q_e \cdot K_1} \quad (6.3)$$

де t_w — температура теплоносія, °С;

t_e — температура зовнішнього повітря в приміщенні °С;

q_e — питома лінійна густина теплового потоку на 1 трубопроводу Вт/м;

K_1 — коефіцієнт, що враховує тип прокладання трубопроводу

$\lambda = 0,043$ Вт/м·°С;

$a_e = 6$ Вт/м·°С;

$t_w = 150/95/70/55$ °С;

$t_e = 20$ °С;

$K_1 = 1$

6.1.3. Розрахунок товщина ізоляційного слою відповідно до діаметру трубопроводу та питомі лінійна густині теплового потоку.

Таблиця 6.1 – Результат розрахунку

d	$q_{e(150)}$	$q_{e(95)}$	$q_{e(70)}$	$\ln B_{(150)}$	$\ln B_{(95)}$	$\ln B_{(70)}$	$r_{\text{tot}(150)}$	$r_{\text{tot}(95)}$	$r_{\text{tot}(70)}$
0,033	39,0	23,6	16,6	0,792	0,750	0,706	3,333	3,178	3,012
0,042	42,3	25,4	17,9	0,730	0,697	0,653	3,076	2,956	2,792
0,048	46,0	27,4	19,4	0,666	0,642	0,599	2,826	2,737	2,577
0,076	57,0	35,0	25,0	0,533	0,497	0,459	1,707	1,644	1,582

Продовження таблиці 6.1

d	$\delta_{k(150)}$	$\delta_{k(95)}$	$\delta_{k(70)}$	$q_{e(55)}$	$q_{e(70)}$	$lnB_{(55)}$	$lnB_{(70)}$	$r_{tot(55)}$	$r_{tot(70)}$	$\delta_{k(55)}$	$\delta_{k(70)}$
0,033	0,020	0,018	0,017	11,2	14,8	0,736	0,805	3,125	3,378	0,018	0,020
0,042	0,023	0,021	0,019	12,2	16,1	0,672	0,737	2,863	3,104	0,020	0,023
0,048	0,023	0,022	0,020	13,4	17,6	0,608	0,670	2,612	2,841	0,020	0,023
0,076	0,027	0,024	0,022	16,7	21,8	0,485	0,538	1,860	2,294	0,024	0,027

6.1.4. Обираємо для ізоляції трубопроводів — циліндри з мінеральної вати фольговані MIXWOOL M100 товщиною 30 мм. Обладнання, арматура і фланцеві з'єднання ізолюють з'ємною ізоляцією. Трубопроводи водопроводу додатково ізолюють пароізоляційним шаром: - стрічкою ПВХ з липким шаром.

6.1.5 Проєктом передбачено:

- автоматичне регулювання витрати тепла на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря;
- автоматичне підтримання постійної температури на виході з теплообмінника ГВП;
- влаштування надійної теплової ізоляції трубопроводів, запірної арматури і обладнання теплового пункту.
- облік витрат холодної, циркуляційної води на ГВП, та води підживлення на ОП

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці є однією з ключових складових системи управління будь-якої організації, яка направлена на збереження здоров'я та безпеку праці людини під час виконання нею своїх трудових обов'язків. Основним завданням системи управління охороною праці в організації є створення умов, що виключають або мінімізують ризики отримати травми або професійні захворювання працівниками під час експлуатації і обслуговування технологічного устаткування та процесів, а також у разі виникнення аварійних ситуацій.

На теплоенергетичних підприємствах, які є об'єктами підвищеної небезпеки (ОПН) необхідно приділяти підвищену увагу питанням забезпечення безпечних і високопродуктивних умов праці, охорони здоров'я працюючих, зниженню виробничого травматизму і професійної захворюваності.

У цьому розділі на основі проведеного аналізу небезпечних і шкідливих факторів та можливих ризиків запропоновані технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації технологічного устаткування та визначені основні заходи щодо створення здорових і безпечних умов праці та забезпечення пожежної безпеки на об'єкті, що проектується.

7.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації об'єкту

За проектом передбачені постійний контроль та регулювання експлуатаційних параметрів технологічного обладнання за допомогою систем автоматизації.

Заходи, передбачені проектом для уникнення аварійних ситуацій:

- Ознайомлення працівників з технікою безпеки та правилами експлуатації обладнання
- застосування систем контролю та сигналізації для оповіщення про небезпечні ситуації в об'єкті;
- Постійний контроль за станом технічного обладнання та його

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

обслуговування

Працівники на об'єкті, зобов'язані періодично проходити інструктажі з охорони праці.

7.1.1 Електробезпека

Основні нормативні документи, що регламентують вимоги з електробезпеки, це ПУЕ-2017, НПАОП 40.1-1.21-98, НПАОП 40.1-1.01-97, НПАОП-40.1-1.32-01, ДСТУ 7237:2011 та Технічний регламент з безпеки

низьковольтного електричного обладнання (постанова Каб. Міністрів України №1149 від 23.10.2009 р.), а також ДСТУ Б В.2.5-82:2016. «Інженерне обладнання будинків і споруд. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд».

Передбачені 3 основні групи технічних рішень та організаційних заходів із запобігання електротравматизму:

1. Технічні рішення з попередження електротравм від контакту з нормально струмовідними елементами електрообладнання.

У відповідності з діючими нормативними документами передбачається:

– Для виключення помилкових дій при обслуговуванні та експлуатації електроустановок використовуються засоби орієнтації (попереджувальні знаки, таблички, написи, сигналізація і т. п).

– Дистанційне керування двигунами технологічних механізмів. Передбачені вимикачі для їх аварійного відключення.

– Недоступність струмовідних частин електроустановок (схована електропроводка, прокладка кабелів в спеціальних жолобах).

– Закрите виконання розподільних щитів в металевих шафах, клемні колодки захищені спеціальними щитками.

– Всі електродвигуни з короткозамкненими роторами.

– Пускова апаратура електродвигунів, встановлюється поза приміщеннями у разі наявності в них потенційно вибухопожежонебезпечного середовища.

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

– Використовується мала (знижена) напруга (аварійне освітлення 220 В, система місцевого освітлення 42 В, переносне освітлення 12В).

– Штепсельні розетки (і відповідні вилки) 12, 42 В не підходять до розеток (вилки) 220 В.

– Світильники розташовуються на висоті не менш 2,5 м над робочими місцями.

– Для забезпечення безпечної роботи і збереження технологічного обладнання передбачені блокування допоміжного обладнання (блокування не дозволяє розкрити комутаційну апаратуру без відключення джерела живлення).

– Ізолювання струмоведучих частин з використанням поліхлорвінілової й іншої ізоляції, опір якої не нижче 1 кОм/В.

– Постійний контроль і профілактика ізоляції.

– Забезпечення орієнтації за рахунок застосування знаків та міток. Усі струмоведучі частини огорожені і вивішені плакати (“Стій! Напруга!”, “Не включати – працюють люди”).

2. Технічні рішення з попередження електротравм при аварійних режимах роботи електроустановок. Такими рішеннями є:

– Використання захисного заземлення в мережах з ізольованою нейтраллю (система заземлення IT) знижує до безпечних значень напруги дотику і кроку, що обумовлені аварійними замиканням на корпус електроустановки. Це досягається зменшенням потенціалу заземленого обладнання, а також вирівнюванням потенціалів, тобто підвищенням потенціалу основи до потенціалу заземленого обладнання.

– Використання захисного заземлення системи TN (підсистеми заземлення TN-C та TN-S) в трифазних 4-х та 5-ти провідних електромережах напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю, яке перетворює пробій фази на корпус в однофазне коротке замикання з метою отримання максимальної величини струму КЗ, що забезпечує надійне спрацювання пристроїв максимального струмового захисту і автоматичне відключення пошкодженої електроустановки від живильної мережі. Для застосованих підсистем захисного

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

заземлення в якості захисних провідників використовується «PEN»-провідник (підсистема TN-C) та «PE»-провідник (підсистема TN-S).

3. Електрозахисні засоби. Використовуються на станції у відповідності з вимогами документів. При обслуговуванні оперативним персоналом електроустановок, що знаходяться під напругою (при неможливості їх знеструмити) використовуються наступні засоби захисту від дії електричного струму, це:

- захисні екрани;
- переносні заземлення, огорожі;
- засоби індивідуального захисту :
- діелектричні рукавички, боти, килимки, підставки;
- монтерський інструмент з ізольованими ручками;
- оперативні та струмовимірювальні кліщі, штанги.

7.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії

7.2.1 Мікроклімат та повітря робочої зони

Роботи з обслуговування та ремонту арматури й насосів за знаходженням у русі та фізичним навантаженням належать до категорій середньої важкості Па або Пб.

Відповідно до вимог ДСН 3.3.6.042-99, параметри мікроклімату в робочій зоні ІТП мають відповідати допустимим нормам для приміщень із надлишком явного тепла (понад 20 Вт/м³)

- У теплий період року: температура повітря — не більше 27°C, відносна вологість — до 75% (при температурі 24°C), швидкість руху повітря — 0,2– 0,5 м/с.
- У холодний та перехідний періоди: температура повітря — 15– 23°C, відносна вологість — не більше 75%, швидкість руху повітря — 0,3– 0,4 м/с.

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Для запобігання накопичення шкідливих речовин в приміщенні ІТП передбачено застосування природньої та штучної систем вентиляції, а для контролю стану повітряного середовища також гігрометри та анемометри. Організаційні заходи включають планове обслуговування вентиляційних систем.

7.2.2 Виробниче освітлення

Виробниче освітлення. Згідно з ДБН В.2.5-28:2018, розряд і підрозряд зорової роботи у пункті обігріву в залежності від розташування робочих місць складають Vб або VIІв.

Головний вимикач штучної системи освітлення обов'язково встановлюється всередині приміщення безпосередньо біля входу на висоті 1.5 м від підлоги.

Світильники концентрують над технологічними вузлами (запірна арматура, щити, лічильники), де потрібен рівень освітленості 150–200 лк (Vб).

Використовуються виключно енергоефективні LED-світильники з коефіцієнтом пульсації до 20%.

Для оптимізації освітлення в ІТП, проектом передбачені наступні заходи:

- Видаляти пил і бруд зі світильників кожні півроку.
- Лампи, що відпрацювали свій термін служби, необхідно своєчасно замінювати;
- У приміщеннях, де використовується різна напруга, розетки маркуються або розраховуються на цю напругу;

7.2.3 Виробничий шум і вібрації

Джерелом шуму та вібрації в тепловому пункті є насоси, допустимий рівень звуку яких згідно з ДСН 3.3.6.037-99 не повинен перевищувати 80 дБА. Фактичний рівень звуку, виміряний на тепловому пункті, становить 70 дБА і відповідає нормі.

Проектом передбачаються наступні заходи по захисту від шуму та вібрацій, створених роботою обладнання тепловому пункту, з метою запобігання перевищення рівня шуму і вібрацій, які припустимі діючими нормами в будинках з

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

вбудованими тепловими пунктами. До їх числа входить:

- застосування малошумних насосів;
- застосування вібровставок до та після насосів;
- розміри отворів для пропускання труб крізь стіни повинні бути ущільнені, для ущільнення застосовуються еластичні водогазонепроникні матеріали;
- під опори трубопроводів і обладнання при їх кріпленні до будівельних конструкцій необхідно використовувати гумові віброізолюючі прокладки (килимки).

Додатково, для забезпечення необхідних безпечних умов праці на тепловому пункті та захисту працівників від шкідливих акустичних факторів, передбачені наступні заходи:

- кожному працівнику надаються навушники або беруші;
- застосовані захисні шумопоглинаючі перегородки та екрани для запобігання поширенню шуму.

7.3 Пожежна безпека та профілактика

Всі технічні рішення та організаційні заходи з пожежної безпеки для даного проекту були прийняті відповідно до вимог НАПБА.01.001-2004, ДБН В.1.1-7-2016, ДБН В.2.5-56-2014, ДБН В.2.5-77:2014 та інших.

Основні заходи з пожежної безпеки:

1. Розміщення та експлуатація тепловикористовуючого обладнання та теплових мереж повинні відповідати вимогам НАПБ А.01.001. ІТП повинен бути обладнаний протипожежним водопроводом, засобами виявлення та гасіння пожежі відповідно до вимог НД.

2. Обслуговуючий персонал зобов'язаний дотримуватися вимог з пожежної та промислової безпеки і встановленого на суб'єкті господарювання протипожежного режиму експлуатації теплових установок і теплових мереж та не допускати особисто або припиняти дії інших осіб, які можуть призвести до займання та пожежі.

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

3. Також обслуговуючий персонал повинен проходити протипожежний інструктаж, пожежно-технічний мінімум та брати участь у протипожежних тренуваннях у відповідності до вимог НАПБ В.05.028-2012/11.

4. З урахуванням особливостей експлуатації технологічного устаткування та вимог ДБН В.2.5-56-2024 на спроектованому об'єкті застосована відповідна система протипожежного захисту для забезпечення безпечної його експлуатації, а також розроблений оперативний план пожежогасіння та інструкції з експлуатації обладнання з урахуванням вимог протипожежного захисту та заходів промислової безпеки.

5. Кількість, розташування та умови зберігання первинних засобів пожежогасіння (вогнегасників) відповідають вимогам НАПБ Б.01.008-2018 «Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників» та ISO3941-2007.

6. До роботи в ІТП не допускаються особи, які не пройшли спеціальне навчання, інструктаж з питань пожежної безпеки та не отримали відповідних посвідчень.

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

ВИСНОВКИ

У даній роботі розроблено проект індивідуального теплового пункту житлового будинку у м. Києві відповідно до технічного завдання.

Технічні рішення приймалися з урахуванням надійності, ефективності та безвідмовності роботи обладнання.

В рамках проекту:

1. Визначено максимальні розрахункові витрати теплоти на опалення та гаряче - водопостачання;
2. Розглянуто принципові схеми систем опалення та ГВП;
3. Застосовано незалежну систему опалення та закриту систему гарячого водопостачання;
4. Виконано розрахунки основних параметрів системи та підібрано теплообмінники;
5. Проведено розрахунок гідравлічних втрат тиску теплової мережі;
6. Вибрано основне та допоміжне обладнання, включаючи циркуляційні насоси;
7. Передбачено автоматичні регулятори для оптимізації витрат теплоти.

Для теплової мережі прийнято гідроізольовані заводські трубні секції, що забезпечують мінімальні теплові втрати та зручність експлуатації.

Окрему увагу приділено питанням охорони праці: безпечній експлуатації приміщення, виробничій санітарії та пожежній безпеці.

Проаналізовано потенційно небезпечні та шкідливі виробничі фактори, визначено заходи та засоби безпеки для обслуговуючого персоналу. Таким чином, розроблений проект забезпечує ефективну, надійну та безпечну роботу теплового пункту, що відповідає сучасним вимогам до систем теплопостачання житлових будинків.

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДБН В.2.5-39:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. – Київ, Мінрегіонбуд України, 2009.
2. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель». Він регламентує сучасні вимоги до теплоізоляції та енергоефективності будівель і споруд
3. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» та ДСТУ-Н Б А.2.2-12:2015 «Настанова з проектування систем тепlopостачання».
4. «Правила технічної експлуатації теплових установок і мереж», затверджені наказом Міністерства палива та енергетики України від 14.02.2007 № 71
5. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. – Київ, Мінрегіон України, 2013.
6. ДСТУ-Н Б А.2.2-12:2015 Настанова з проектування систем тепlopостачання
7. Чикида І.В. Санітарно-технічне обладнання будівель, навчальний посібник, 2012
8. М.О. Прядко, Теплові мережі, вид-во «Алерта», 2005, 227 с.
9. О.Д. Панкевич, О.І. Ободянська, О.В. Титко. Тепlopостачання, ВНТУ, 2021

ДОДАТОК А

Специфікація обладнання та матеріалів

Поз	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа	Код	Одиниця вимірювання	Кількість	Примітка
	Обладнання ІТП					
К1	Модульний блок системи опалення	МБСО 293/50		компл.	1	
К2	Модульний блок системи ГВП	МБГВП 85/25		компл.	1	
К3	Модульний блок підживлення	МБП 25		компл.	1	
К5	Розширювальний бак для системи опалення 200 л, 6 бар			шт.	2	
1	Кульовий кран муфтовий DN25, PN40		DN25, PN40	шт.	3	
2	Кульовий кран муфтовий DN21, PN50		DN15, PN40	шт.	2	
3	Кульовий кран муфтовий DN50, PN25		DN50, PN25	шт.	1	
	Труби сталеві електрозварні, прямошовні	ДСТУ 8943:201 9				

Поз	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка, позначення документу	Код	Одиниця вимірювання	Кількість	Примітка
	Ø76x3,5			м.п.	7,3	(Ст20ДСТУ 7809:2015)
	Ø57x3,5			м.п.	10,7	(Ст20ДСТУ 7809:2015)
	Труби вологазопроводні звичайні оцинковані	ДСТУ 8936:2019				
	Ц-32x3,2			м.п.	8,6	(Ст20ДСТУ 7809:2015)
	Ц -25x3,2			м.п.	3,8	(Ст20ДСТУ 7809:2015)
	Труби сталеві водагазопроводні звичайні	ДСТУ 8936:2019				
	32x3,2			м.п.	8,4	(Ст20ДСТУ 7809:2015)
	25x3,2			м.п.	17,0	(Ст20ДСТУ 7809:2015)
	15x2,8			м.п.	1	(Ст20ДСТУ 7809:2015)
	Циліндри з базальтової вати фольгировані	MIXWOOL M-100/80	1000x76x30	шт.	8	Для труби Ø76x3,5
	Циліндри з базальтової вати фольгировані	MIXWOOL M-100/80	1000x60x30	шт.	11	Для труби Ø57x3,5
	Циліндри з базальтової вати фольгировані	MIXWOOL M-100/80	1000x42x30	шт.	18	Для труби Ø32x3,2
	Циліндри з базальтової вати фольгировані	MIXWOOL M-100/80	1000x34x30	шт.	21	Для труби Ø25x3,5
	Циліндри з базальтової вати фольгировані	MIXWOOL M-100/80	1000x21x30	шт.	2	Для труби Ø15x2,6

Поз	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка, позначення документу	Код	Одиниця вимірювання	Кількість	Примітка
	Скотч фольгирований b=50 мм, L=50 м			шт.	4	
	Грунтовка	ГОСТ 16302-79	ФЛ-086	м ²	16	
	Фарба	ГОСТ 5631-79	БТ-177	м ²	16	
	Шпилька М10			шт.	24	
	Дюбель сталевий М10			шт.	27	
	Хомут з гайкою М10 для труби DN65			шт.	6	
	Хомут з гайкою М10 для труби DN50			шт.	4	
	Хомут з гайкою М10 для труби DN32			шт.	7	
	Хомут з гайкою М10 для труби DN25			шт.	10	
	Відвід 90-76x3,5	ДСТУ ГОСТ 17375:2003		шт.	4	(Ст20 ДСТУ 7809:2015)
	Відвід 90-57x3,5	ДСТУ ГОСТ 17375:2003		шт.	10	(Ст20 ДСТУ 7809:2015)
	Відвід 90-1-42,4x3,6	ДСТУ ГОСТ 17375:2003		шт.	7	(Ст20 ДСТУ 7809:2015)
	Відвід 90-1-33,7x3,2	ДСТУ ГОСТ 17375:2003		шт.	10	(Ст20 ДСТУ 7809:2015)
	Відвід 90-1-Ц-42,4x3,6	ДСТУ ГОСТ 17375:2003		шт.	6	(Ст20 ДСТУ 7809:2015)
	Відвід 90-1-Ц-33,7x3,2	ДСТУ ГОСТ 17375:2003		шт.	3	(Ст20 ДСТУ 7809:2015)

Поз	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка, позначення документу	Код	Одиниця вимірювання	Кількість	Примітка
	Перехід К 76х3,5-57х4,	ДСТУ ГОСТ 17375:2003		шт.	4	(Ст20 ДСТУ 7809:2015)
	Кабель сигнальний екранований	4х0,22		м.п.	40	підкл. датчиків температури
	Провід ПВ	2х0,5		м.п.	36	Підключення насосів
	Провід ПВС	3х0,75		м.п.	12	Підключення регуляторів
	Кабель ВВГнг	3х1,5		м.п.	28	Живлення блоків
	Автоматичний вимикач		16 А	шт.	1	
	Хомут нейлоновий	3,6х250мм		шт.	232	
	Майданчик для хомутів	СТН-1		шт.	232	
	Труба гофрована для кабельних проводок		ПВХ Ø1	м	116	
	Дренажний напрямок					
4.0	Насос дренажний		Drain TM 32/7	шт.	1	
	Облаштування дренажного напрямку		500х500х800(h)	шт.	1	

Поз	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка, позначення документу	Код	Одиниця вимірювання	Кількість	Примітка
	Облаштування захисної решітки	ДСТУ 3760:2006	12A400 С	м	3	
	Кутник сталевий	ДСТУ 2251-93	50x50x4	м	3	Рама захисної решітки
	Труба поліетиленова		PN10 PE100 32x2,0	м	10	
	Муфта перехідна		НР 32x1 1/4"	шт.	1	
	Коліно зажимне 90°		Ø32x32	шт.	4	
	Муфта зажимна		Ø32 xØ32	шт.	4	
4.1	Вентилятор осьовий		ОВК1- 315	шт.	1	
	Демонтаж					
	Теплообмінник кожухотрубчатий Ду80, довжина 4,0 м			шт.	6	
	Теплообмінник кожухотрубчатий Ду100, довжина 4,0 м			шт.	5	
	Засувка клинова Ду5			шт.	1	
	Вентиль Ду50			шт.	1	
	Регулятор тиску Ду50			шт.	1	
	Труба Ду65			м	14	
	Труба Ду50			м	14	

ДОДАТОК Б

Перевірка на антиплагіат



Документ прийнятий

Метадані

ДОКУМЕНТ

Заголовок

Реконструкція індивідуального теплового пункту в м. Києві

Автор

Науковий керівник / Експерт

ІД документу

Кононенко Станіслав

Андрій Соломаха

334286431

ОРГАНІЗАЦІЯ

Назва організації

Національний технічний університет України Ігор Сікорського Київський політехнічний інститут

Підрозділ

ІАТЕ, К-ра теплової та альтернативної енергетики

ЗВІТ

Дата звіту

Дата редагування

6/12/2026

6/12/2026

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.

20.49%

20.49%

КП 1

11535

Кількість слів

86979

Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		17
Інтервали		0
Мікропробіли		0
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		136

					ДПБ 26 144 16 05 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71